



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA
2023

BUKU PANDUAN GURU
DASAR-DASAR
TEKNIK PENGELASAN
DAN FABRIKASI LOGAM

Kurniawan Susanta
Khusni Syauqi

SMK/MAK Kelas X

**Hak Cipta pada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia.
Dilindungi Undang-Undang.**

Penafian: Buku ini disiapkan oleh pemerintah dalam rangka pemenuhan kebutuhan buku pendidikan yang bermutu, murah, dan merata sesuai dengan amanat dalam UU No. 3 Tahun 2017. Buku ini disusun dan ditelaah oleh berbagai pihak di bawah koordinasi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. Buku ini merupakan dokumen hidup yang senantiasa diperbaiki, diperbarui, dan dimutakhirkan sesuai dengan dinamika kebutuhan dan perubahan zaman. Masukan dari berbagai kalangan yang dialamatkan kepada penulis atau melalui alamat surel buku@kemdikbud.go.id diharapkan dapat meningkatkan kualitas buku ini.

Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam

untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis

Kurniawan Susanta

Khusni Syauqi

Penelaah

Riswan Dwi Djatmiko

Ferryanto

Penyelia/Penyelaras

Supriyatno

Wijanarko Adi Nugroho

Sistya Devi Apriliana

Kontributor

Prasetyo Adhi Nurcahyo

Ilustrator

Kevin Richard Budiman

Editor

Nazarudin

Desainer

Mohamad Lutvi

Penerbit

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi

Dikeluarkan oleh

Pusat Perbukuan

Kompleks Kemdikbudristek Jalan RS. Fatmawati, Cipete, Jakarta Selatan

<https://buku.kemdikbud.go.id>

Cetakan pertama, 2023

ISBN 978-623-194-533-4 (PDF)

Isi buku ini menggunakan huruf Noto Serif 10/15 pt, Steve Matteson.

xiv, 258 hlm., 17,6 × 25 cm

KATA PENGANTAR

Pusat Perbukuan; Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan; Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi memiliki tugas dan fungsi mengembangkan buku pendidikan pada satuan Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah, termasuk Pendidikan Khusus. Buku yang dikembangkan saat ini mengacu pada Kurikulum Merdeka. Kurikulum ini memberikan keleluasaan bagi satuan/program pendidikan dalam mengimplementasikan kurikulum dengan prinsip diversifikasi sesuai dengan kondisi satuan pendidikan, potensi daerah, dan peserta didik.

Pemerintah dalam hal ini Pusat Perbukuan mendukung implementasi Kurikulum Merdeka di satuan pendidikan dengan mengembangkan buku siswa dan buku panduan guru sebagai buku teks utama. Buku ini dapat menjadi salah satu referensi atau inspirasi sumber belajar yang dapat dimodifikasi, dijadikan contoh, atau rujukan dalam merancang dan mengembangkan pembelajaran sesuai karakteristik, potensi, dan kebutuhan peserta didik. Adapun acuan penyusunan buku teks utama adalah Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Nomor 033/H/KR/2022 tentang Perubahan Atas Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 008/H/KR/2022 tentang Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah pada Kurikulum Merdeka.

Sebagai dokumen hidup, buku ini tentu dapat diperbaiki dan disesuaikan dengan kebutuhan dan perkembangan keilmuan dan teknologi. Oleh karena itu, saran dan masukan dari para guru, peserta didik, orang tua, dan masyarakat sangat dibutuhkan untuk pengembangan buku ini di masa yang akan datang. Pada kesempatan ini, Pusat Perbukuan menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam penyusunan buku ini, mulai dari penulis, penelaah, editor, ilustrator, desainer, dan kontributor terkait lainnya. Semoga buku ini dapat bermanfaat khususnya bagi peserta didik dan guru dalam meningkatkan mutu pembelajaran.

Jakarta, Maret 2023
Kepala Pusat,

Supriyatno
NIP 196804051988121001

PRAKATA

Buku *Dasar-Dasar Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam SMK/MAK Kelas X* merupakan penunjang pembelajaran pada SMK/MAK Program Keahlian Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam. Buku ini disusun berdasarkan kurikulum nasional Pusat Keunggulan (PK) dengan orientasi penguatan kompetensi, karakter, dan budaya kerja yang sesuai dengan profil Pelajar Pancasila.

Buku guru ini berisi panduan dan uraian untuk guru dalam memberikan materi pembelajaran bagi peserta didik dengan pengetahuan dan keterampilan dalam teknik pengelasan dan fabrikasi logam. Pembahasan buku ini dibagi dalam dua bagian, yaitu Petunjuk Umum dan Petunjuk Khusus. Buku guru ini juga dilengkapi informasi kegiatan pembelajaran untuk peserta didik dalam memiliki sikap sosial dan spiritual melalui berbagai macam bentuk penugasan dan pengayaan yang mendorong peserta didik dapat beriman, bertakwa kepada Tuhan YME dan berakhlak mulia, berkebinekaan global, bergotong-royong, mandiri, bernalar kritis, dan kreatif.

Pendekatan metode pembelajaran yang digunakan dalam kurikulum nasional akan banyak digunakan dalam buku ini agar peserta didik mampu menerapkan kemampuan berpikir kritis, berpikir kreatif, pemecahan masalah, berkomunikasi, dan berkolaborasi. Selain itu, peserta didik diberi kebebasan untuk mencari dari sumber belajar lain yang tersedia, baik di lingkungan sekitar maupun sumber belajar dari internet. Peran guru sangat penting untuk meningkatkan dan menyesuaikan daya serap para peserta didik dengan ketersediaan kegiatan dalam buku ini. Guru dapat memperkayanya dengan kreasi dalam bentuk kegiatan-kegiatan lain yang sesuai dan relevan yang bersumber dari lingkungan sosial maupun Dunia Usaha/Dunia Industri (DUDI).

Akhir kata, penyusun menyadari bahwa buku ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, usaha perbaikan dan penyempurnaan terus penyusun lakukan sehingga kritik, saran, dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan sangatlah penting. Harapan penyusun, buku ini dapat memberikan kontribusi yang terbaik bagi kemajuan dunia Pendidikan, khususnya SMK/MAK dalam rangka mempersiapkan generasi bangsa dalam mencetak sumber daya manusia yang unggul, cerdas, dan tangguh di masa depan.

Yogyakarta, Maret 2023

Penyusun

Daftar Isi

DASAR-DASAR TEKNIK PENGELASAN DAN FABRIKASI LOGAM	i
Kata Pengantar	iii
Prakata	iv
Daftar Isi	v
Daftar Tabel	vii
Daftar Gambar	ix
Petunjuk Penggunaan Buku	xii
Panduan Umum	1
A. Pendahuluan	2
B. Capaian Pembelajaran	19
C. Ikhtisar Buku Peserta Didik	22
D. Strategi pembelajaran	30
E. Penilaian Proses dan Hasil Pembelajaran	34
Panduan Khusus	43
BAB 1	
PROSES BISNIS BIDANG PENGELASAN DAN FABRIKASI LOGAM	47
A. Deskripsi Materi	48
B. Tujuan Pembelajaran dan Indikator Capaian	49
C. Pendahuluan	49
D. Kegiatan Inti	51
E. Aktivitas Peserta Didik	63
F. Penutup	64
G. Penilaian	65
H. Sumber Belajar yang Digunakan	66
BAB 2	
PERKEMBANGAN TEKNOLOGI DI BIDANG PENGELASAN DAN FABRIKASI LOGAM	69
A. Deskripsi Materi	70
B. Tujuan Pembelajaran dan Indikator Capaian	71
C. Pendahuluan	71
D. Kegiatan Inti	73
E. Aktivitas Peserta Didik	82
F. Penutup	83
G. Penilaian	83
H. Sumber Belajar yang Digunakan	84

BAB 3

PROFESI DAN KEWIRAUSAHAAN BIDANG PENGELASAN	87
A. Deskripsi Materi	88
B. Tujuan Pembelajaran dan Indikator Capaian	89
C. Pendahuluan	89
D. Kegiatan Inti	91
E. Aktivitas Peserta Didik	101
F. Penutup	103
G. Penilaian	103
H. Sumber Belajar yang Digunakan	104

BAB 4

KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA LINGKUNGAN HIDUP (K3LH) DAN BUDAYA KERJA INDUSTRI	109
A. Deskripsi Materi	110
B. Tujuan Pembelajaran dan Indikator Capaian	112
C. Pendahuluan	112
D. Kegiatan Inti	114
E. Aktivitas Peserta Didik	127
F. Penutup	128
G. Penilaian	129
H. Sumber Belajar yang Digunakan	129

BAB 5

TEKNIK DASAR TEKNOLOGI PENGELASAN DAN FABRIKASI LOGAM	133
A. Deskripsi Materi	134
B. Tujuan Pembelajaran dan Indikator Capaian	135
C. Pendahuluan	135
D. Kegiatan Inti	137
E. Aktivitas Peserta Didik	157
F. Penutup	158
G. Penilaian	159
H. Sumber Belajar yang Digunakan	160

BAB 6

GAMBAR TEKNIK PENGELASAN	163
A. Deskripsi Materi	164
B. Tujuan Pembelajaran dan Indikator Capaian	165
C. Pendahuluan	165
D. Kegiatan Inti	167
E. Aktivitas Peserta Didik	179
F. Penutup	181

G. Penilaian	182
H. Sumber Belajar yang Digunakan	182

BAB 7

PENGUNAAN PERKAKAS BENGKEL	185
A. Deskripsi Materi	186
B. Tujuan Pembelajaran dan Indikator Capaian	187
C. Pendahuluan	187
D. Kegiatan Inti	189
E. Aktivitas Peserta Didik	204
F. Penutup	205
G. Penilaian	206
H. Sumber Belajar yang Digunakan	206

BAB 8

PENGELASAN SMAW	209
A. Deskripsi Materi	210
B. Tujuan Pembelajaran dan Indikator Capaian	211
C. Pendahuluan	211
D. Kegiatan Inti	213
E. Aktivitas Peserta Didik	233
F. Penutup	235
G. Penilaian	235
H. Sumber Belajar yang Digunakan	236

Glosarium	239
Daftar Pustaka	245
Indeks	249
Profil Pelaku Perbukuan	251

Daftar Tabel

Tabel 1	Kategori pada ranah kognitif (Bloom 1953).	6
Tabel 2	Kategori pada ranah afektif (Bloom 1953).	9
Tabel 3	Kategori pada ranah psikomotorik (Bloom 1953).	11
Tabel 4	Contoh pertanyaan pengayaan.	29
Tabel 5	Model pembelajaran dalam Dasar-Dasar Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam	31
Tabel 6	Contoh indikator penilaian sikap	35
Tabel 7	Contoh penilaian sikap	37
Tabel 8	Contoh lembar penilaian diri peserta didik	38
Tabel 9	Rubik penilaian berbasis proyek.	42
Tabel 1.1	Contoh keterampilan teknis dan non-teknis yang harus dimiliki tenaga kerja di industri	62
Tabel 3.1	Jenis-jenis karier di dunia pengelasan	95
Tabel 5.1	Klasifikasi pengelasan dan penyambungan oleh AWS	138
Tabel 5.2	Jenis-jenis perkakas tangan (Estabillo 2020)	150
Tabel 5.3	Jenis-jenis perkakas tangan bertenaga (Timings 2008)	154
Tabel 6.1	Macam-macam peralatan gambar teknik	167
Tabel 6.2	Simbol-simbol pada jenis sambungan butt/groove (Gregory and Armstrong 2005)	175
Tabel 6.3	Contoh simbol-simbol pada jenis sambungan <i>fillet and edge welds, backing run or weld, flare groove and bevel welds, and plug or slot weld</i> (Gregory and Armstrong 2005)	176
Tabel 6.4	Simbol untuk <i>spot and seam welds, surfacing, and steep flanked butt welds</i> (Gregory and Armstrong 2005)	176
Tabel 6.5	Simbol tambahan (Gregory and Armstrong 2005)	177
Tabel 8.1	Persiapan sambungan	220
Tabel 8.2	Kriteria keberterimaan untuk pengujian visual (<i>American Welding Society 2020b</i>)	230

Daftar Gambar

Gambar 1	Contoh peta konsep.	25
Gambar 1.1	Contoh dari kegunaan pengelasan dan fabrikasi logam	50
Gambar 1.2	Informasi tautan atau kode QR untuk pemahaman lebih lanjut peserta didik	51
Gambar 1.3	Langkah-langkah proses bisnis konstruksi baja.	52
Gambar 1.4	Proses pengelasan pipa di bengkel.	54
Gambar 1.5	Langkah-langkah dalam proses bisnis perpipaan	54
Gambar 1.6	Contoh tahapan-tahapan proses bisnis konstruksi kapal.	56
Gambar 1.7	Desain konstruksi kapal menggunakan <i>software</i> .	57
Gambar 1.8	Contoh proses dalam pembangunan konstruksi kapal.	58
Gambar 1.9	Proses pengembangan pesawat udara.	60
Gambar 1.10	Peran dan fungsi SDM dalam sebuah perusahaan.	61
Gambar 2.1	Perkembangan teknologi di bidang pengelasan dari masa ke masa.	72
Gambar 2.2	Metode pembuatan pipa	74
Gambar 2.3	Penggunaan pengelasan pada perakitan kendaraan.	75
Gambar 2.4	Teknologi pengelasan robot dalam pembuatan kendaraan.	76
Gambar 2.5	Pengelasan pada bagian kapal.	79
Gambar 2.6	Komponen konstruksi pada sayap pesawat.	80
Gambar 3.1	Keterampilan yang harus dimiliki seorang <i>welder</i>	94
Gambar 4.1	Faktor-faktor yang mempengaruhi lingkungan kerja	115
Gambar 4.2	Rata-rata penyebab kecelakaan di industri berdasarkan tingkat penilaian dalam persen.	117
Gambar 4.3	Contoh-contoh label tanda-tanda sumber bahaya.	119
Gambar 4.4	Perbandingan ketika penyedot asap hidup dan mati	120
Gambar 4.5	Penggunaan alat pelindung diri ketika melakukan pengelasan	121

Gambar 4.6	Contoh bahaya rambut Panjang	122
Gambar 4.7	Contoh penerapan 5S di ruang praktik.	126
Gambar 5.1	Mesin las <i>oxy-Acetylene</i> dan <i>cutting</i> .	141
Gambar 5.2	Mesin las SMAW	142
Gambar 5.3	Mesin las GMAW	143
Gambar 5.4	Mesin las GTAW	144
Gambar 5.5	Mesin las FCAW	145
Gambar 5.6	Mesin las RSW	146
Gambar 5.7	Mesin las SAW	147
Gambar 5.8	Mesin <i>brazing</i> .	148
Gambar 5.9	Mesin <i>soldering</i> .	149
Gambar 6.1	Jenis-jenis garis dan kegunaannya	170
Gambar 6.2	Standar elemen simbol pengelasan	174
Gambar 7.1	Penggunaan perkakas bengkel dapat membuat produk yang berkualitas	188
Gambar 7.2	Jangka sorong	189
Gambar 7.3	Contoh penggunaan <i>bevel protactor</i>	191
Gambar 7.4	Jenis-jenis jangka	193
Gambar 7.5	Mengatur jarak jangka	193
Gambar 7.6	Contoh mengukur lebar diameter dalam	194
Gambar 7.7	Macam-macam <i>welding gauge</i>	195
Gambar 7.8	Contoh cara menggunakan <i>welding gauge</i>	196
Gambar 7.9	Contoh penempatan perkakas bengkel	198
Gambar 7.10	Alat potong busur api	203
Gambar 8.1	Contoh kode huruf dan angka pada elektroda	213
Gambar 8.2	Identifikasi kode warna pada elektroda	215
Gambar 8.3	Peralatan SMAW dan pendukungnya.	216
Gambar 8.4	Tabel kebutuhan ampere untuk elektroda seri E60XX	218

Gambar 8.5	Tabel kebutuhan ampere untuk elektroda seri E70XX	218
Gambar 8.6	Perbedaan arus terlalu tinggi dan terlalu rendah	219
Gambar 8.7	Contoh polaritas DCEN dan DCEP	220
Gambar 8.8	Perbedaan kecepatan pengelasan tinggi dan rendah	221
Gambar 8.9	<i>Arc length</i>	222
Gambar 8.10	Macam-macam gerakan elektroda	223
Gambar 8.11	Cacat porositas	223
Gambar 8.12	Cacat <i>undercut</i> .	224
Gambar 8.13	Cacat <i>incomplete fusion</i>	224
Gambar 8.14	Cacat <i>incomplete joint penetration</i>	225
Gambar 8.15	Cacat <i>underfill</i>	225
Gambar 8.16	Cacat retak	226
Gambar 8.17	Cacat distorsi transversal.	226
Gambar 8.18	Cacat <i>slag inclusion</i>	227
Gambar 8.19	Cacat <i>overlap</i> .	227
Gambar 8.20	Cacat <i>arc strike</i> .	228
Gambar 8.21	Cacat <i>spatter</i> .	228
Gambar 8.22	Contoh profil sambungan untuk <i>butt joints</i>	229

Petunjuk Penggunaan Buku

Buku panduan guru merupakan sebuah buku yang berisi petunjuk atau panduan bagi guru dalam penggunaan buku siswa serta panduan dalam melaksanakan pembelajaran. Buku ini memuat informasi mengenai kurikulum, metode pembelajaran, strategi pengajaran, penilaian, dan hal-hal lain yang berkaitan dengan proses pembelajaran. Buku panduan guru juga dapat menjadi sumber informasi dan inspirasi bagi para guru yang ingin mengembangkan kemampuan dan keterampilan dalam mengajar. Dengan membaca buku ini, diharapkan guru dapat memperoleh ide-ide baru dan meningkatkan kualitas pengajaran sehingga dapat membantu peserta didik untuk mencapai potensi terbaik.

Panduan Umum

Panduan umum terdiri dari beberapa bagian yang mencakup hal-hal sebagai berikut.

Pendahuluan

Bagian ini mendeskripsikan tentang tujuan buku panduan guru, tujuan dan karakteristik pembelajaran dasar-dasar teknik pengelasan dan fabrikasi logam.

Capaian pembelajaran

Bagian ini mendeskripsikan capaian pembelajaran yang diharapkan dapat dikuasai peserta didik untuk mata pelajaran dasar-dasar teknik pengelasan dan fabrikasi logam kelas X SMK/MAK.

Ikhtisar buku peserta didik

Bagian ini mendiskripsikan ringkasan atau gambaran singkat tentang isi buku siswa.

Strategi pembelajaran

Bagian ini mendeskripsikan berbagai pendekatan atau strategi pembelajaran yang dapat digunakan guru untuk mata pelajaran dasar-dasar teknik pengelasan dan fabrikasi logam kelas X SMK/MAK.

Penilaian proses dan hasil pembelajaran

Bagian ini mendeskripsikan berbagai teknik penilaian yang bisa digunakan guru dalam pembelajaran.

Panduan Khusus

Panduan khusus terdiri dari beberapa bagian yang mencakup hal-hal sebagai berikut.

Deskripsi materi

Bagian ini berisikan uraian yang menjelaskan atau menggambarkan topik yang akan dipelajari.

Tujuan dan indikator capaian pembelajaran

Bagian ini berisikan tujuan pembelajaran dan indikator capaian pembelajaran yang diharapkan dalam setiap topik yang dipelajari.

Pendahuluan

Bagian ini berisikan langkah-langkah kegiatan guru dalam melakukan bagian awal dari suatu proses pembelajaran pada topik yang akan dipelajari peserta didik.

Kegiatan inti

Bagian ini berisikan topik utama dari kegiatan pembelajaran yang berfokus pada materi pembelajaran yang akan disampaikan kepada peserta didik.

Aktivitas peserta didik

Bagian ini berisikan aktivitas yang dilakukan oleh peserta didik selama kegiatan pembelajaran berlangsung.

Penutup

Bagian ini berisikan kegiatan akhir guru dan peserta didik dari proses pembelajaran.

Penilaian

Bagian ini berisikan teknik penilaian yang dapat digunakan oleh guru untuk mengukur capaian pembelajaran pada topik yang dipelajari.

Sumber belajar

Bagian ini berisikan sumber-sumber belajar yang digunakan selama kegiatan pembelajaran.



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023

Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis: Kurniawan Susanta, Khusni Syauqi
ISBN: 978-623-194-533-4 (PDF)

PANDUAN UMUM



A. Pendahuluan

Dasar-dasar teknik pengelasan dan fabrikasi logam merupakan perangkat dasar yang terdiri atas berbagai ilmu dasar yang dijadikan sebagai penentu pembelajaran pada mata pelajaran lain dalam Program Kompetensi Teknologi Pengelasan dan Pengerjaan Logam. Hal ini bertujuan agar peserta didik memiliki basis kompetensi yang kuat pada mata pelajaran kejuruan. Mata pelajaran ini mengharuskan peserta didik memiliki kompetensi dasar keahlian teknik pengelasan dan pengerjaan logam, yaitu keahlian dalam proses penyambungan dua bahan atau lebih melalui proses peleburan berdasarkan ikatan metalurgi yang diciptakan melalui penggunaan panas dan tekanan (Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia 2021). Selain itu, mata pelajaran ini juga dilengkapi pembahasan tentang proses pembuatan produk dari bahan lembaran melalui pemotongan, pembentukan, dan pengelasan.

Mata pelajaran dasar-dasar teknik pengelasan dan fabrikasi logam bertujuan untuk menumbuhkembangkan keprofesionalan peserta didik dalam bidang teknik pengelasan dan fabrikasi logam. Peserta didik diharapkan dapat mengembangkan keterampilan, bakat, dan minatnya melalui berpikir kritis dan mampu memecahkan masalah untuk merespon potensi yang berkembang di lingkungan masyarakatnya. Mata pelajaran ini merupakan dasar dari ilmu pengelasan dan fabrikasi logam serta menjadi prasarat untuk melanjutkan ke mata pelajaran pada tingkat lanjut.

1. Tujuan Buku Panduan Guru

Buku guru ini diperuntukkan bagi guru pengajar Dasar-Dasar Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam untuk Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) kelas X. Buku guru ini dapat dijadikan sebagai pedoman maupun rujukan dalam merencanakan, melaksanakan, mengevaluasi, dan tindak lanjut pada setiap pembelajaran. Selain itu, buku guru juga ditujukan sebagai pedoman dan atau acuan guru dalam mendesain pembelajaran Dasar-Dasar Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam.

Buku panduan guru disusun berdasarkan capaian pembelajaran Dasar-Dasar Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam. Komponen-komponen yang terdapat dalam buku guru di antaranya: (1) petunjuk umum yang memuat informasi buku guru yang dilengkapi dengan desain penilaian dan prasyarat minimal yang harus dikuasai oleh peserta didik; (2) tujuan pembelajaran yang menekankan capaian dari pembelajaran; (3) petunjuk khusus yang memuat instruksi setiap aktivitas guru dalam proses pembelajaran; dan

(4) metode penilaian yang memuat instruksi asesmen secara lengkap dan terperinci (Afifah, Prasetyo, and Lisdiana 2016). Dengan adanya komponen-komponen dalam buku guru diharapkan dapat memudahkan guru dalam menyampaikan informasi kepada peserta didik secara tepat. Dengan demikian, peserta didik mendapatkan pengetahuan maupun keterampilan yang sesuai dengan tujuan dan capaian pembelajarannya.

Buku guru merupakan panduan sumber inspirasi guru, mulai dari perancangan pembelajaran hingga pelaksanaan dan penilaian pembelajaran Dasar-Dasar Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam untuk SMK kelas X. Buku ini bertujuan untuk merangsang kreativitas dan inovasi guru dalam merencanakan, melaksanakan, serta mengevaluasi pembelajaran. Buku guru diharapkan menjadi acuan minimal yang dirancang dan diimplementasikan pada mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam untuk SMK di kelas X.

Tujuan Pembelajaran Dasar-Dasar Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam

Tujuan pembelajaran dasar-dasar teknik pengelasan dan fabrikasi logam adalah untuk memperkenalkan konsep-konsep dasar dan keterampilan teknis yang diperlukan untuk melakukan pengelasan dan fabrikasi logam dengan aman dan efektif. Tujuan pembelajaran dasar-dasar teknik pengelasan dan fabrikasi logam adalah sebagai berikut.

- a. Memahami prinsip dasar teknik pengelasan dan fabrikasi logam, termasuk jenis-jenis pengelasan, sifat-sifat logam yang akan dilas, dan proses pengelasan yang sesuai untuk setiap jenis logam.
- b. Mengetahui cara menggunakan peralatan dan alat yang digunakan dalam proses pengelasan dan fabrikasi logam, seperti mesin las, elektroda, *filler metal*, gas pelindung, alat pengukur, dan perkakas tangan.
- c. Mengembangkan keterampilan dalam proses pengelasan dan fabrikasi logam, termasuk fungsi gas pelindung, penggunaan jenis elektroda, penggunaan *filler metal*, dan teknik pengelasan yang tepat.
- d. Memahami prinsip-prinsip keselamatan dan kesehatan kerja dalam proses pengelasan dan fabrikasi logam, termasuk penggunaan peralatan pelindung diri, ventilasi yang cukup, dan pencegahan kecelakaan dan cedera.
- e. Mampu membaca dan memahami gambar teknik dan spesifikasi teknis untuk proyek pengelasan dan fabrikasi logam, serta mampu

mengikuti instruksi dan prosedur yang tepat dalam proses pengelasan dan fabrikasi logam.

- f. Memahami dan mempraktikkan penggunaan perkakas bengkel.
- g. Memahami dan mempraktikkan pengelasan dasar dengan proses SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) sesuai dengan WPS (*Welding Procedure Specification*).

Dengan menguasai dasar-dasar teknik pengelasan dan fabrikasi logam, seorang peserta didik dapat mempersiapkan diri untuk bekerja di berbagai industri yang membutuhkan keterampilan dalam pengelasan dan fabrikasi logam, seperti industri manufaktur, konstruksi, perbaikan dan pemeliharaan, dan lain-lain.

a. Pembelajaran Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam Berdasarkan Aspek Kognitif, Afektif, dan Psikomotorik

Mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam mengacu pada kurikulum berdasarkan tujuan-tujuan yang akan dicapai oleh peserta didik. Tujuan kurikulum menekankan adanya dua kompetensi yang harus ada, yaitu *soft skill* dan *hard skill*. Pada ranah *soft skill*, peserta didik harus memiliki kompetensi penguasaan pengetahuan dan sikap. Sementara itu, pada ranah *hard skill*, peserta didik harus memiliki kompetensi berupa penguasaan keterampilan. Aspek-aspek tersebut harus menggambarkan acuan kurikulum yang digunakan baik ranah kognitif, afektif, maupun psikomotorik pada peserta didik.

Proses pembelajaran terdiri atas tiga ranah sebagaimana dikemukakan oleh Bloom (1953), yaitu (1) aspek kognitif yang berkaitan dengan keterampilan mental/pengetahuan; (2) aspek afektif yang berkaitan dengan pertumbuhan perasaan, emosional, atau sikap; serta (3) aspek psikomotorik yang berkaitan dengan keterampilan manual atau *skills*. Ketiga aspek tersebut sering digunakan sebagai tujuan dari proses pembelajaran, yang berarti bahwa setelah proses pembelajaran peserta didik harus memperoleh pengetahuan, sikap, dan keterampilan baru yang telah ditentukan.

1) Aspek kognitif

Aspek kognitif melibatkan pengetahuan dan pengembangan keterampilan intelektual (Bloom 1953). Cakupan aspek ini adalah mengingat atau mengenali fakta secara spesifik, pola prosedural,

dan konsep yang berfungsi dalam pengembangan kemampuan dan keterampilan intelektual. Aspek kognitif dalam pembelajaran mencakup kemampuan untuk memperoleh, menyimpan, mengolah, dan menggunakan informasi atau pengetahuan. Aspek kognitif juga berkaitan dengan kemampuan untuk berpikir, berkomunikasi, dan memecahkan masalah. Beberapa contoh dari aspek kognitif dalam pembelajaran adalah sebagai berikut.

a) Memperoleh informasi

Kemampuan untuk memperoleh informasi atau pengetahuan melalui berbagai sumber, seperti buku, media online, presentasi, dan percakapan.

b) Menyimpan informasi

Kemampuan untuk menyimpan informasi dalam memori jangka pendek atau jangka panjang, serta mengambil kembali informasi yang sudah tersimpan.

c) Mengolah informasi

Kemampuan untuk mengolah informasi atau pengetahuan dengan mengelompokkan, membandingkan, mengurutkan, dan memetakan konsep-konsep yang berhubungan.

d) Menggunakan informasi

Kemampuan untuk menggunakan informasi atau pengetahuan dalam situasi-situasi tertentu, seperti memecahkan masalah, membuat keputusan, dan mengambil tindakan yang tepat.

e) Berpikir kritis

Kemampuan untuk menganalisis, mengevaluasi, dan membuat keputusan berdasarkan informasi atau pengetahuan yang ada.

f) Berkomunikasi

Kemampuan untuk berkomunikasi secara efektif dengan orang lain, baik secara lisan maupun tulisan, untuk mengungkapkan gagasan, pendapat, atau solusi.

Aspek kognitif dalam pembelajaran sangat penting karena membantu individu untuk mengembangkan pemahaman dan keterampilan yang diperlukan untuk berhasil dalam berbagai bidang kehidupan, seperti pendidikan, pekerjaan, dan kehidupan

pribadi. Terdapat enam kategori utama, mulai dari perilaku yang paling sederhana hingga yang paling kompleks. Kategori berikut ini dapat dianggap sebagai tingkat kesulitan, yang artinya aspek pertama harus dikuasai terlebih dahulu sebelum yang lainnya bisa dilakukan.

Tabel 1 Kategori pada ranah kognitif (Bloom 1953).

No	Kategori	Contoh dan Kata Kunci
1.	Pengetahuan: Mengingat suatu data atau informasi.	Contoh: Mengetahui aturan K3 dalam pengelasan, menyebutkan peralatan dan kegunaan masing-masing, Menyebutkan fungsi dari pengelasan dan fabrikasi logam dalam dunia kerja. Kata Kunci: Mendeskripsikan, mengetahui, mengidentifikasi, menguraikan, mendefinisikan, memilih, mengingat, menyatakan.
2.	Pemahaman: menerjemahkan, menginterpolasi, menginterpretasi, mengartikan sebuah masalah. Peserta didik menyatakan masalah menggunakan pemahaman sendiri.	Contoh: Menjelaskan permasalahan yang diberikan menggunakan kata dan atau langkah-langkah untuk melakukan tugas yang kompleks. Kata Kunci: Memahami, mengonversi, mempertahankan, membedakan, memperkirakan, menjelaskan, memperluas, menggeneralisasi, memberikan contoh, menyimpulkan, menafsirkan, memparafrasa, memprediksi, menulis ulang, meringkas, menerjemahkan.
3.	Aplikasi: Peserta didik dapat menerapkan apa yang telah dipelajari di dalam kelas ke dalam situasi nyata atau tempat kerja.	Contoh: Peserta didik menerapkan K3 di lingkungan sekolah dan atau tempat kerja. Kata Kunci: menerapkan, mengubah, menghitung, mengonstruksi, mendemonstrasikan, menemukan, memanipulasi, memodifikasi, mengoperasikan, memprediksi, menyiapkan, memproduksi, menghubungkan, menunjukkan, memecahkan, menggunakan.

No	Kategori	Contoh dan Kata Kunci
4.	Analisis: Peserta didik dapat memisahkan materi atau konsep menjadi beberapa bagian komponen sehingga mudah dipahami atau membedakan antara fakta dan kesimpulan.	Contoh: Memecahkan masalah dalam bidang pengelasan dan fabrikasi logam dengan menggunakan pemikiran yang logis, mengumpulkan informasi dan memilih bahan/alat yang diperlukan untuk praktik. Kata Kunci: menganalisis, memecah, membandingkan, mengontraskan, membuat diagram, mendekonstruksi, mengidentifikasi, mengilustrasikan, menyimpulkan, menguraikan, menghubungkan, memilih, memisahkan.
5.	Sintesis: Membangun struktur atau pola dari beberapa elemen/bagian sehingga membentuk satu kesatuan yang utuh, atau menciptakan makna atau struktur baru.	Contoh: Menuliskan prosedur kerja/praktik, merancang mesin/alat untuk melakukan tugas tertentu, mengintegrasikan beberapa sumber untuk memecahkan masalah, merevisi proses atau tahapan untuk meningkatkan hasil. Kata Kunci: mengategorikan, menggabungkan, menyusun, mengarang, mencipta, merancang, merancang, menjelaskan, menghasilkan, memodifikasi, mengorganisasi, merencanakan, menata ulang, merekonstruksi, menghubungkan, menata ulang, merevisi, menulis ulang, meringkas, menceritakan, menulis.
6.	Evaluasi: Membuat penilaian tentang ide, materi, atau proses.	Contoh: memilih solusi yang paling efektif, langkah kerja yang paling sesuai. Kata Kunci: menilai, membandingkan, menyimpulkan, mengontraskan, mengkritisi, mempertahankan, mendeskripsikan, membedakan, mengevaluasi, menjelaskan, menafsirkan, membenarkan, menghubungkan, meringkas, mendukung.

2) **Aspek afektif**

Aspek afektif dalam pembelajaran berkaitan dengan emosi, sikap, dan nilai-nilai individu dalam menghadapi dan merespons pengalaman pembelajaran (Krathwohl, Bloom, Masia, 1973). Beberapa contoh dari aspek afektif dalam pembelajaran adalah sebagai berikut.

- a) Motivasi, kemauan dan dorongan untuk belajar dan meningkatkan diri.
- b) Sikap, perasaan individu terhadap suatu topik atau subjek, baik positif maupun negatif.
- c) Empati, kemampuan untuk memahami perasaan dan sudut pandang orang lain.
- d) Kepercayaan diri, keyakinan individu dalam kemampuan peserta didik untuk belajar dan menyelesaikan tugas.
- e) Toleransi, kemampuan untuk menerima perbedaan pendapat dan kepercayaan, serta mampu bekerja sama dengan orang lain yang berbeda.
- f) Kreativitas, kemampuan untuk menghasilkan ide-ide baru dan orisinal, serta mengembangkan keterampilan berpikir kritis.

Aspek afektif dalam pembelajaran sangat penting karena dapat mempengaruhi motivasi, kepercayaan diri, dan kemampuan individu untuk belajar. Jika individu memiliki sikap dan nilai yang positif terhadap pembelajaran, akan cenderung lebih termotivasi dan lebih bersemangat dalam menghadapi tantangan pembelajaran. Selain itu, aspek afektif juga dapat mempengaruhi interaksi sosial individu dan kemampuan peserta didik untuk bekerja sama dengan orang lain. Lima kategori utama dari perilaku/sikap paling sederhana hingga yang paling kompleks dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2 Kategori pada ranah afektif (Bloom 1953).

No	Kategori	Contoh dan Kata Kunci
1.	Menerima: Kesadaran, kesediaan untuk mendengar, perhatian terhadap guru dalam proses pembelajaran.	<p>Contoh: Dengarkan orang lain dengan hormat. Dengarkan dan ingat nama orang yang baru diperkenalkan.</p> <p>Kata Kunci: bertanya, memilih, mendeskripsikan, mengikuti, memberi, memegang, mengidentifikasi, menempatkan, menyebutkan, menunjuk, memilih, duduk tegak, menjawab, menggunakan.</p>
2.	Merespon: Peserta didik berpartisipasi aktif dalam pembelajaran	<p>Contoh: Berpartisipasi aktif dalam diskusi kelas. Menyampaikan presentasi. Mengetahui aturan keselamatan dan mempraktikkan.</p> <p>Kata Kunci: menjawab, membantu, mematuhi, menyesuaikan, mendiskusikan, menyapa, memberi label, melakukan, mempraktikkan, menyajikan, membacakan, melaporkan, memilih, menceritakan, menulis.</p>
3.	Menilai: Menilai terhadap peserta didik terhadap perilaku tertentu. Menilai berdasarkan pada standar/perangkat nilai tertentu yang dilakukan terhadap perilaku peserta didik dalam belajar.	<p>Contoh: peserta didik menunjukkan kemampuan untuk memecahkan masalah. Memberikan usulan tentang rencana perbaikan dan menindaklanjuti dengan penuh rasa komitmen.</p> <p>Kata Kunci: melengkapi, mendemonstrasikan, membedakan, menjelaskan, mengikuti, membentuk, menginisiasi, mengajak, bergabung, membenarkan, mengusulkan, membaca, melaporkan, memilih, berbagi, mengkaji, bekerja.</p>

No	Kategori	Contoh dan Kata Kunci
4.	Organisasi: Peserta didik dapat mengatur tugas/perilaku sesuai dengan prioritasnya, menyelesaikan konflik. Penekanannya pada membandingkan, menghubungkan, dan mampu menyintesis nilai-nilai.	Contoh: Peserta didik mampu berperilaku yang bertanggungjawab sesuai dengan tugas yang diberikan, menerima tanggung jawab atas perilaku seseorang, bekerja sesuai dengan standar etika profesional, bekerja secara efektif. Kata Kunci: melekat, mengubah, menyusun, menggabungkan, membandingkan, melengkapi, membela, menjelaskan, merumuskan, menggeneralisasi, mengidentifikasi, mengintegrasikan, memodifikasi, mengurutkan, mengorganisasikan, menyiapkan, menghubungkan, menyintesis.
5.	Menginternalisasi nilai (karakterisasi): Peserta didik memiliki nilai yang mengendalikan perilakunya. Perilaku yang tertanam dalam diri, konsisten, dapat diprediksi, dan memiliki karakteristik pembelajar.	Contoh: Mampu menunjukkan kemandirian saat bekerja, mampu bekerja sama dalam kerja kelompok, mampu menghargai orang lain apa adanya. Kata Kunci: bertindak, membedakan, menampilkan, mempengaruhi, mendengarkan, memodifikasi, melakukan, mempraktikkan, mengusulkan, mengkualifikasi, mempertanyakan, merevisi, melayani, memecahkan, memverifikasi.

3) Aspek psikomotorik

Aspek psikomotorik dalam pembelajaran merujuk pada kemampuan fisik atau gerakan tubuh yang terkait dengan pembelajaran dan pengalaman belajar. Aspek ini mencakup keterampilan motorik kasar dan halus, koordinasi anggota tubuh, dan kemampuan untuk mengontrol dan mengarahkan gerakan (Simpson 1972). Pengembangan keterampilan psikomotorik membutuhkan latihan dan diukur dalam hal kecepatan, ketepatan, jarak, prosedur, atau teknik dalam pelaksanaannya. Aspek psikomotorik sangat penting

dalam pembelajaran karena keterampilan motorik yang baik memainkan peran penting dalam keberhasilan belajar peserta didik di berbagai mata pelajaran. Aspek psikomotorik terdiri atas tujuh kategori utama terdaftar dari perilaku paling sederhana hingga yang paling kompleks seperti terlihat pada tabel berikut.

Tabel 3 Kategori pada ranah psikomotorik (Bloom 1953).

No	Kategori	Contoh dan Kata Kunci
1.	Persepsi: Kemampuan untuk menggunakan isyarat sensorik untuk memandu aktivitas motorik.	Contoh: mampu mendeteksi cacat-cacat pada pengelasan, Mampu menghindari cacat-cacat pada pengelasan dengan benar. Kata Kunci: memilih, menggambarkan, mendeteksi, membedakan, mengidentifikasi, mengisolasi, menghubungkan.
2.	Set: kesiapan peserta didik untuk bertindak, seperti kesiapan mental, fisik, maupun emosional.	Contoh: Peserta didik mengetahui serta bertindak sesuai dengan urutan langkah-langkah dalam praktik, peserta didik dapat mengenali kemampuan dan keterbatasan dirinya. Kata Kunci: memulai, menampilkan, menjelaskan, bergerak, menghasilkan, bereaksi, menunjukkan, menyatakan.
3.	Respons Terpandu: Tahap awal peserta didik mempelajari keterampilan kompleks dengan metode peniruan dan coba-coba yang di pandu oleh guru.	Contoh: Peserta didik mempraktikkan pengelasan seperti yang diperagakan atau ditunjukkan oleh guru, Menanggapi instruksi sambil belajar mengoperasikan mesin las. Kata Kunci: menyalin, menelusuri, mengikuti, bereaksi, mereproduksi, menanggapi.

No	Kategori	Contoh dan Kata Kunci
4.	Mekanisme: peserta didik mempelajari keterampilan yang kompleks. Keterampilan yang dipelajari dapat menjadi kebiasaan dan gerakan yang dilakukan dengan penuh percaya diri dan mahir.	Contoh: Menggunakan mesin las, melakukan pengelasan posisi 1G, menggunakan perkakas tangan. Kata Kunci: merakit, mengkalibrasi, membangun, membongkar, menampilkan, mengencangkan, memperbaiki, menggiling, memanaskan, memanipulasi, mengukur, menambal, mencampur, menata, membuat sketsa.
5.	Tingkat keahlian (<i>expert level</i>): Performa terampil peserta didik yang dibuktikan dengan tindakan kinerja yang cepat, akurat, dan terkoordinasi.	Contoh: Peserta didik dapat melakukan pengelasan dengan cepat dan benar, menampilkan keterampilan dalam pengelasan. Kata Kunci: merakit, membangun, mengkalibrasi, membangun, membongkar, menampilkan, mengencangkan, memperbaiki, menggiling, memanaskan, memanipulasi, mengukur, memperbaiki, mencampur, mengatur, membuat sketsa.
6.	Adaptasi: Keterampilan peserta didik yang ditunjukkan dengan melakukan gerakan sesuai persyaratan khusus yang ditetapkan.	Contoh: Peserta didik dapat memodifikasi prosedur atau langkah yang sesuai dengan kebutuhannya. Menggunakan mesin/alat yang awalnya tidak masuk dalam langkah kerja untuk melakukan tugas barunya. Kata Kunci: mengadaptasi, mengubah, menata ulang, merevisi, memvariasikan.
7.	Originasi: Peserta didik mampu menciptakan gerakan atau pola sesuai dengan situasi dan masalah tertentu dengan berkreasi berdasarkan keterampilan yang dimiliki.	Contoh: membuat teknologi/ mesin tepat guna dengan proses pengelasan, menciptakan alat sederhana yang bernilai jual. Kata Kunci: menata, membangun, memadukan, mengarang, mengkonstruksi, mencipta, merancang, menginisiasi, membuat.

Pembelajaran Dasar-Dasar Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam menekankan pada peserta didik untuk memiliki kompetensi-kompetensi *soft skills*, *hard skills*, dan karakter. Kompetensi sikap menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (toleransi dan gotong royong), santun, amanah, bekerjasama, bertindak sesuai prosedur kerja, dan efektif dalam berhubungan dengan lingkungan sosial, lingkungan kerja, dan alam. Selain itu, peserta didik juga mampu bersikap menghormati dan mengamalkan ajaran agama sendiri.

Kompetensi *hard skill* merumuskan keterampilan-keterampilan peserta didik dalam bidang kejuruan yang harus dikuasai secara terampil dan meyakinkan. Kompetensi karakter dapat diperoleh melalui pembelajaran tidak langsung (*indirect education*). Pembelajaran tidak langsung dicapai melalui perilaku keteladanan, pembiasaan perilaku sopan dan santun, dan refleksi sikap seperti menerapkan budaya industri di sekolah. Kompetensi *soft skills*, *hard skills*, dan karakter peserta didik tumbuh serta berkembang dalam pelaksanaan pembelajaran, dan dapat menjadi bahan analisis guru ketika memutuskan untuk mengembangkan kompetensi peserta didik pada tahap selanjutnya.

Peserta didik menganalisis hubungan antara kondisi lingkungan dengan karakteristik masyarakat serta memahami potensi yang ada. Peserta didik dapat memiliki karakter yang kuat untuk menjadi pekerja yang profesional. Peserta didik dapat menyelesaikan permasalahan melalui proses penalaran secara kritis terhadap permasalahan yang ada di sekitar lingkungannya. Peserta didik mampu memiliki kemandirian dengan memanfaatkan keterampilan yang dimilikinya. Peserta didik mampu berkreasi dengan ide-ide dalam bidangnya yang adaptif terhadap lingkungan.

b. Profil Pelajar Pancasila

Profil Pelajar Pancasila merupakan salah satu tujuan pendidikan Indonesia. Sebagai seorang Pelajar Pancasila, profil yang diharapkan adalah memiliki pemahaman yang baik mengenai konsep dasar Pancasila sebagai ideologi negara Indonesia. Selain itu, seorang Pelajar Pancasila juga diharapkan mampu menerapkan nilai-nilai Pancasila dalam kehidupan sehari-hari, seperti gotong royong, keadilan, kesetaraan, persatuan, dan demokrasi.

Seorang Pelajar Pancasila juga diharapkan memiliki sikap kritis dan terbuka terhadap berbagai pandangan dan ideologi yang berbeda-

beda. Hal ini sangat penting karena Pancasila sebagai ideologi terbuka, mengakomodasi keberagaman dan menghargai perbedaan. Selain itu, seorang Pelajar Pancasila juga diharapkan memiliki kecintaan terhadap bangsa dan negara Indonesia, serta mampu berperan aktif dalam membangun kehidupan bermasyarakat, berbangsa, dan bernegara yang lebih baik. Dalam hal keterampilan, seorang Pelajar Pancasila diharapkan memiliki kemampuan berpikir kritis, analitis, dan kreatif dalam menghadapi berbagai persoalan sosial, politik, dan ekonomi yang kompleks.

Seorang Pelajar Pancasila juga diharapkan mampu berkomunikasi dengan baik, bekerja sama dalam tim, dan memiliki kemampuan kepemimpinan yang baik. Seorang Pelajar Pancasila diharapkan memiliki pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang sesuai dengan nilai-nilai Pancasila, sehingga mampu berperan aktif dalam membangun bangsa dan negara yang lebih baik dan maju.

Mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Pengelasan Dan Fabrikasi Logam ini membantu peserta didik menjadi warga negara yang menguasai dasar-dasar program spesialisasi bidang pengelasan dan fabrikasi logam, serta beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, memahami keberagaman dunia, memiliki jiwa gotong royong, memiliki kemandirian, dan kreatif (Satria et al. 2022).

1) **Beriman, Bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan Berakhlak Mulia**

Seorang peserta didik yang beriman, bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan berakhlak mulia adalah seseorang yang memiliki keyakinan yang kuat pada agama dan selalu berusaha untuk mendekatkan diri kepada Allah SWT dengan cara menjalankan ajaran-Nya dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, peserta didik yang berakhlak mulia juga memiliki nilai-nilai kejujuran, kesopanan, disiplin, tanggung jawab, dan empati yang tinggi dalam bergaul dengan sesama.

Peserta didik yang beriman dan bertaqwa kepada Tuhan juga memiliki kesadaran bahwa segala sesuatu yang terjadi dalam hidupnya adalah takdir dari Allah SWT dan selalu berusaha untuk mengambil hikmah dari setiap peristiwa yang dialami. Dalam menghadapi tantangan dan ujian, peserta didik yang beriman akan

selalu berdoa dan bertawakal kepada Allah SWT untuk mendapatkan kekuatan dan bantuan-Nya.

Peserta didik yang berakhlak mulia juga memiliki kepedulian yang tinggi terhadap lingkungan sekitarnya. Ia selalu memperhatikan kebutuhan dan kepentingan orang lain, serta berusaha untuk membantu jika ada kesempatan. Peserta didik seperti ini juga selalu menjaga sikap sopan santun dalam pergaulan, sehingga selalu disegani dan dihormati oleh teman-temannya.

Dalam dunia pendidikan, peserta didik yang beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, dan berakhlak mulia adalah peserta didik yang menjadi contoh bagi orang lain dalam hal kejujuran, integritas, dan nilai-nilai keagamaan. Ia selalu berusaha untuk mengembangkan diri dan menimba ilmu pengetahuan dengan tekun dan sungguh-sungguh. Hal ini menjadikannya sosok yang dihormati oleh guru dan teman-temannya, serta menjadi aset berharga dalam pembangunan karakter bangsa.

2) **Berkebinekaan Global**

Peserta didik yang berkebinekaan global adalah peserta didik yang memiliki pemahaman dan pengalaman yang luas mengenai kebinekaan dan keragaman budaya yang ada di seluruh dunia. Peserta didik mampu menghargai perbedaan dan memahami bahwa setiap individu memiliki latar belakang budaya dan kepercayaan yang berbeda-beda. Peserta didik berkebinekaan global biasanya memiliki kemampuan berkomunikasi yang baik dan mampu beradaptasi dengan budaya yang berbeda. Peserta didik juga mampu memperluas wawasan dan pengetahuan melalui pengalaman-pengalaman yang beragam, seperti berinteraksi dengan orang-orang dari latar belakang yang berbeda, belajar bahasa asing, dan melakukan perjalanan ke tempat-tempat yang berbeda.

Keberadaan peserta didik berkebinekaan global sangat penting dalam era globalisasi saat ini karena dapat membantu membangun hubungan yang lebih baik antara negara dan budaya yang berbeda-beda. Peserta didik juga dapat memperkuat kerjasama internasional dan memperkaya kehidupan sosial, ekonomi, dan budaya di seluruh dunia.

3) **Gotong Royong**

Peserta didik Indonesia dapat mengadopsi sikap gotong royong. Dengan sikap kooperatif ini, ia dapat melakukan suatu kegiatan secara sukarela dan disertai rasa memiliki di antara peserta didik sehingga kegiatan tersebut dapat terlaksana dengan lancar, dan kinerja menjadi efektif dan efisien. Inti dari sikap gotong royong adalah kerjasama, kebaikan, dan berbagi dengan sesama. Peserta didik dapat melakukan kegiatan belajar kelompok untuk menyelesaikan tugas di sekolah maupun pekerjaan rumah yang diberikan oleh guru atau instruktur, mampu menghadapi kesulitan, dan peka terhadap orang lain yang membutuhkan bantuan. Sikap gotong royong juga menekankan adanya kerjasama yang adil dan penuh tanggungjawab dalam melaksanakan tugas yang diberikan sesuai dengan tupoksi masing-masing peserta didik.

4) **Mandiri**

Peserta didik Indonesia dapat menjadi seorang pelajar yang mandiri, bertanggung jawab atas kegiatan belajar, dan hasil belajarnya sendiri. Kunci dari sikap mandiri adalah dengan bersikap proaktif dan inisiatif dari peserta didik dengan menunjukkan perilaku berdasarkan kesadaran diri dan pemahaman tentang situasi dan keadaan yang hadapi, dan pemahaman tentang pengaturan diri. Peserta didik mampu secara akurat dan tepat waktu menyelesaikan tugas yang diberikan oleh guru dalam kerangka Lembar Kinerja Peserta Didik (LKPD).

5) **Bernalar Kritis**

Pemahaman yang objektif tentang pemrosesan informasi kualitatif dan kuantitatif memungkinkan peserta didik Indonesia untuk mampu berpikir kritis. Peserta didik Indonesia dengan kemampuan berpikir kritisnya mampu berjejaring, mengeksplorasi, mengevaluasi, menarik kesimpulan, dan menghasilkan ide dan solusi dari berbagai sumber informasi. Elemen kunci dari keterampilan berpikir kritis adalah pengumpulan dan penerapan, analisis dan evaluasi, proses berpikir dan refleksi, dan pengambilan keputusan.

Perwujudan guru dapat menimbulkan pertanyaan penting dalam menentukan perkembangan peserta didiknya. Guru memberikan informasi kepada peserta didik untuk dapat berpikir kritis tentang

suatu fenomena yang terjadi. Guru dapat memberikan pemantik berupa pertanyaan-pertanyaan menarik maupun informasi yang baru untuk memancing peserta didik dalam berpikir kritis.

6) **Kreatif**

Peserta didik Indonesia yang kreatif ditunjukkan dengan tindakan atau perilaku yang mencerminkan kemampuan atau keterampilan dalam memodifikasi, menciptakan, dan berinovasi tentang sesuatu yang unik, bermakna, bermanfaat dan berpengaruh. Elemen kunci dari kreativitas adalah menghasilkan ide-ide orisinal dan menghasilkan karya dan tindakan orisinal. Guru dapat memberikan kegiatan pembelajaran yang dapat memantik peserta didik sehingga dapat melatih mereka dalam berpikir kreatif dengan memberikan tantangan berbasis masalah dan berbasis produk.

2. **Karakteristik Dasar-Dasar Pengelasan dan Fabrikasi Logam**

Teknologi pengelasan dan pengerjaan logam saat ini telah berkembang pesat dan digunakan di berbagai industri, seperti pengelasan konvensional, pengelasan otomatis, pengelasan dengan robot, pembentukan logam panas dan dingin, pengecoran logam besi dan non-besi, serta industri lain yang terkait dengan pengelasan dan pengerjaan logam. Pengelasan dan fabrikasi saat ini telah digunakan secara luas dalam berbagai proses pembuatan produk seperti pembuatan peralatan pertanian, mobil, peralatan rumah tangga, kereta api, tungku boiler, peralatan konstruksi, serta produk-produk lainnya yang disatukan melalui berbagai proses fabrikasi dan pengelasan yang modern.

Pengelasan dan fabrikasi logam memberikan pengetahuan kepada peserta didik tentang perkembangan teknologi di bidang pengelasan serta fabrikasi logam. Berbagai standar, baik nasional maupun internasional telah digunakan di berbagai konstruksi fabrikasi dan pengelasan yang menuntut ketelitian, kepresisian, kesesuaian, dan kompleksitas material, serta juru las yang andal dan profesional. Pada hakikatnya, mata pelajaran Dasar-Dasar Pengelasan dan Fabrikasi Logam ini berfokus pada kompetensi yang bersifat mendasar yang harus dimiliki oleh seorang teknisi pengelasan dan fabrikasi logam sesuai dengan perkembangan dunia kerja, melalui pemahaman tentang:

- a. Proses bisnis dalam bidang pengelasan dan fabrikasi logam
- b. Perkembangan teknologi di industri dan dunia kerja bidang pengelasan dan fabrikasi logam khususnya dalam proses pengelasan *robotic welding*, proses *surface tension transfer*, *laser cutting* dan *welding*, serta pengelasan pada logam khusus.
- c. Isu-isu global yang berkembang saat ini baik nasional maupun internasional dalam bidang pengelasan dan fabrikasi logam, profesi atau *job profile* seorang juru las (*welder*), prospek menjadi wirausahawan dalam bidang pengelasan dan fabrikasi logam dengan membuka peluang usaha dan menciptakan teknologi tepat guna maupun membuka lapangan pekerjaan bidang fabrikasi.
- d. Proses memahami dan menerapkan Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Lingkungan Hidup (K3LH) dalam bidang pengelasan dan fabrikasi logam dengan mengidentifikasi sumber-sumber bahaya, bahaya-bahaya yang timbul, macam-macam Alat Pelindung Diri (APD) yang digunakan, penyebab kecelakaan (*unsafe action and unsafe condition*, *hazard*, *danger*, dan *risk*), penerapan budaya kerja industri, serta memiliki etika kerja industri yang sesuai dengan jenis pekerjaan dan industri yang menjadi tempat bekerja nantinya.
- e. Teknik-teknik dasar dalam klasifikasi proses pengelasan, macam-macam pengelasan, lingkup kerja, alat ukur, serta perkakas tangan dan bertenaga pada bidang teknologi pengelasan dan fabrikasi logam.
- f. Gambar teknik untuk pekerjaan las menurut standar yang digunakan, simbol-simbol pengelasan, serta menginterpretasikan gambar kerja, dan *Welding Procedure Specification* (WPS).
- g. Macam-macam perkakas tangan serta penggunaan dan perawatannya sesuai dengan Standar Operasional Prosedur (SOP).
- h. Pengelas menggunakan mesin *Shield Metal Arc Welding* (SMAW) tentang bagaimana cara memilih elektroda, mengoperasikan mesin, mengatur parameter mesin las SMAW, melakukan persiapan sambungan, teknik melakukan pengelasan, teknik eliminasi distorsi dan tegangan sisa dalam pengelasan, dan ketidaksempurnaan hasil pengelasan yang dievaluasi secara visual.

B. Capaian Pembelajaran

1. Gambaran Umum CP Dasar-Dasar Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam

Mata pelajaran Dasar-Dasar Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam mencakup materi yang membekali peserta didik untuk mampu menggunakan kemampuan berpikir logis atau sesuai dengan akal sehat dalam melakukan aktivitas pembelajaran serta sains seperti yang dilakukan oleh para ilmuwan dalam melaksanakan kegiatan eksperimen ilmiah. Dengan demikian, peserta didik mampu menemukan secara mandiri mengenai berbagai fakta, membangun konsep, dan nilai-nilai baru.

Pada proses pembelajaran awal, peserta didik diberi wawasan mengenai kondisi nyata di dunia industri, lapangan kerja, jabatan kerja setelah lulus, budaya kerja, dan kepribadian kerja yang terkait dalam bidang teknologi pengelasan dan fabrikasi logam, serta peluang kerja pada bidang teknologi manufaktur dan rekayasa seperti perkembangan teknologi pengelasan otomatis. Dengan demikian, diharapkan peserta didik dapat menumbuhkan *passion* (keingintahuan), *vision* (visi), daya pikir, dan kreativitasnya melalui aktivitas pembelajaran di kelas, pembelajaran di bengkel, kegiatan proyek sederhana, berinteraksi dengan para alumni dan praktisi dari industri, serta menambah pengetahuan dan pengalaman melalui kunjungan industri yang relevan.

Mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam berperan dalam menjadikan peserta didik sebagai warga sekolah yang memiliki keterampilan dasar program keahlian Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam, beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, bernalar kritis, mandiri, kreatif, komunikatif, dan adaptif terhadap lingkungan. Akhir proses pembelajaran pada mata pelajaran ini diharapkan pada akhir fase Capaian Pembelajaran (CP) peserta didik mampu menerapkan prosedur keselamatan dan kesehatan kerja dan lingkungan hidup. Paling tidak mereka mampu dalam menggunakan perkakas bengkel, melakukan pengelasan dasar sesuai dengan renjana (*passion*) dan cita-cita (*vision*) yang membangkitkan imajinasi dan kreativitas dalam menghasilkan produk kreatif baik dalam perancangan maupun pekerjaan.

2. CP Dasar-Dasar Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam Kelas X

Capaian pembelajaran (standar minimal) mata pelajaran dasar-dasar Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam pada kelas X sebagai berikut.

- a. Peserta didik mampu memahami proses bisnis bidang pengelasan dan fabrikasi logam secara menyeluruh pada berbagai industri dan konstruksi.

Batasan pembahasan materi

- 1) Proses bisnis dalam konstruksi baja
- 2) Proses bisnis perpipaan
- 3) Proses bisnis kapal
- 4) Proses bisnis pesawat udara
- 5) Pengelolaan sumber daya manusia dengan memperhatikan potensi dan kearifan lokal.

- b. Peserta didik mampu memahami perkembangan teknologi pengelasan dan fabrikasi logam pada berbagai bidang

Batasan pembahasan materi

- 1) Teknologi pengelasan pada pembuatan pipa
- 2) Teknologi pengelasan pada perakitan kendaraan
- 3) Teknologi pengelasan robotik
- 4) Teknologi pengelasan pada konstruksi baja
- 5) Teknologi pengelasan pada konstruksi kapal
- 6) Teknologi pengelasan pada konstruksi pesawat udara

- c. Peserta didik mampu memahami profesi dan kewirausahaan (*job-profile* dan *technopreneurship*), serta peluang usaha di bidang pengelasan dan fabrikasi logam

Batasan pembahasan materi

- 1) Kewirausahaan (*job-Profile* dan *Technopreneurship*)
- 2) Profesi *welder* atau juru las
- 3) Wirausaha di bidang pengelasan dan fabrikasi logam

4) Peluang usaha bidang pengelasan dan fabrikasi logam

d. Peserta didik mampu menerapkan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Hidup (K3LH) dan budaya kerja industri

Batasan pembahasan materi

- 1) Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Lingkungan Hidup (K3LH)
- 2) Sumber Bahaya Pekerjaan
- 3) Bahaya yang Timbul dalam Pekerjaan Las
- 4) Penyebab Kecelakaan Kerja
- 5) Penerapan Budaya Kerja Industri (5R)

e. Peserta didik mampu memahami teknik dasar terkait dengan seluruh proses proses pengelasan dan fabrikasi logam

Batasan pembahasan materi

- 1) Klasifikasi proses pengelasan dan fabrikasi logam.
- 2) Pengenalan macam-macam pengelasan
- 3) Pengenalan dasar perkakas tangan dan bertenaga

f. Peserta didik mampu menggambar teknik dasar lingkup pengelasan

Batasan pembahasan materi

- 1) Identifikasi gambar teknik
- 2) Standar gambar pengerjaan las
- 3) Simbol dasar pengelasan standar AWS
- 4) Penerapan simbol pengelasan standar AWS
- 5) Menginterpretasikan gambar kerja

g. Peserta didik mampu menggunakan perkakas bengkel

Batasan pembahasan materi

- 1) Alat ukur
- 2) Perkakas tangan
- 3) Perkakas bertenaga
- 4) Alat potong mekanik
- 5) Alat potong busur api

- h. Peserta didik mampu mengidentifikasi proses pengelasan dengan mesin SMAW

Batasan pembahasan materi

- 1) Memilih elektroda
- 2) Mengoperasikan mesin SMAW
- 3) Mengatur parameter SMAW
- 4) Macam-macam cacat dalam pengelasan
- 5) Memeriksa hasil pengelasan secara visual

C. Ikhtisar Buku Peserta Didik

Pengelasan dan fabrikasi logam telah banyak digunakan dan dirasakan manfaatnya untuk kehidupan sehari-hari. Pengelasan dan fabrikasi saat ini telah digunakan secara luas dalam berbagai proses pembuatan produk seperti pembuatan peralatan pertanian, mobil, peralatan rumah tangga, kereta api, tungku boiler, peralatan konstruksi, serta produk-produk lainnya yang disatukan melalui berbagai proses fabrikasi dan pengelasan yang modern. Contoh penggunaan pengelasan dan fabrikasi logam adalah pada bidang konstruksi pengelasan yang telah digunakan untuk komponen konstruksi gedung, rumah, atap, maupun bagian-bagian lainnya untuk kebutuhan pemenuhan sarana dan prasarana. Selain itu, pengelasan dan fabrikasi logam juga dimanfaatkan pada komponen perpipaan, pembuatan kapal, serta produksi pesawat udara.

Penguasaan kompetensi pada mata pelajaran teknik pengelasan dan fabrikasi logam penting bagi peserta didik yang memilih konsentrasi Teknik Pengelasan, Teknik Fabrikasi Logam, Teknik Manufaktur, serta Teknik Pengelasan Kapal. Buku siswa Dasar-Dasar Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam adalah buku yang dapat digunakan oleh peserta didik sebagai pegangan belajar, baik di dalam kelas maupun di luar kelas. Cakupan buku siswa terdiri dari beberapa materi berdasarkan kurikulum satuan pendidikan pada tingkat SMK, di antaranya:

1. Proses bisnis bidang pengelasan dan fabrikasi logam secara menyeluruh pada berbagai industri dan konstruksi.
2. Perkembangan teknologi di dunia industri dan dunia kerja serta isu-isu global terkait dengan pengelasan dan fabrikasi logam pada berbagai bidang.

3. Profesi dan kewirausahaan (*job-profile* dan *technopreneurship*), serta peluang usaha di bidang pengelasan.
4. Teknik dasar yang terkait dengan seluruh proses pengelasan dan fabrikasi logam.
5. Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Lingkungan Hidup (K3LH) di lingkungan kerjanya.
6. Gambar teknik dasar yang terkait dengan konstruksi;
7. Penggunaan alat ukur, perkakas tangan, dan bertenaga secara tepat;
8. Pengelasan dasar dengan proses SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) sesuai dengan WPS (*Welding Procedure Specification*).

1. Tujuan Pembelajaran

Tujuan pembelajaran (*learning objectives*) merupakan pernyataan yang harus dimiliki peserta didik setelah mempelajari materi pada setiap bab yang ada. Pernyataan dalam tujuan pembelajaran harus mencakup apa yang diharapkan, dilakukan, dan diketahui oleh peserta didik setelah mempelajari materi (Orr et al. 2022). Tujuan pembelajaran digunakan sebagai bahan acuan dalam pelaksanaan pembelajaran. Pernyataan yang ada dalam tujuan pembelajaran didasarkan pada capaian kompetensi pada kurikulum satuan pendidikan. Selain itu, tujuan pembelajaran harus menggambarkan apa yang dicapai dan dilakukan peserta didik di akhir pembelajaran.

Contoh tujuan pembelajaran:

- Pada akhir pembelajaran, peserta didik dapat menguasai dan mengetahui proses bisnis pada bidang keahlian pengelasan dan fabrikasi logam secara menyeluruh pada beberapa industri dan konstruksi.
- Pada akhir pembelajaran, peserta didik dapat menguasai perkembangan teknologi di dunia industri dan dunia kerja beserta peluang kerja secara global yang berkaitan dalam bidang pengelasan dan fabrikasi logam;
- Pada akhir pembelajaran, peserta didik dapat menguasai dan mengetahui jenis profesi dan kewirausahaan (*job-profile* dan *technopreneurship*), serta peluang usaha di bidang pengelasan.

- Pada akhir pembelajaran, peserta didik dapat menerapkan Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Lingkungan Hidup (K3LH) di lingkungan kerja.
- Pada akhir pembelajaran, peserta didik dapat menginterpretasikan gambar kerja pada bidang pengelasan.
- Pada akhir pembelajaran, peserta didik dapat menggunakan macam-macam alat perkakas tangan dan perkakas bertenaga dengan benar.
- Pada akhir pembelajaran, peserta didik dapat melakukan teknik dasar pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) sesuai dengan WPS (*Welding Procedure Specification*).

2. Kata Kunci

Kata kunci merupakan kata ringkasan penting yang menggambarkan topik yang dibahas pada setiap bab dalam buku. Kata kunci dapat merupakan kata yang sering muncul dan atau merupakan kata penting yang menonjol yang digunakan sebagai kunci atau kode dalam memahami materi yang dibahas. Dalam pembelajaran, kata kunci adalah kata atau frasa yang mewakili konsep atau topik yang sedang dipelajari. Kata kunci dapat membantu peserta didik untuk memahami konsep atau topik secara lebih baik dan mempermudah dalam mencari informasi yang relevan. Selain itu, kata kunci juga dapat digunakan sebagai alat evaluasi untuk mengukur pemahaman peserta didik terhadap materi yang telah dipelajari.

Kata kunci juga dapat membantu guru dalam menyusun materi pembelajaran. Dalam merancang kurikulum atau membuat rencana pembelajaran, kata kunci dapat membantu guru untuk mengidentifikasi konsep atau topik yang harus dipelajari serta menentukan urutan pembelajaran yang tepat.

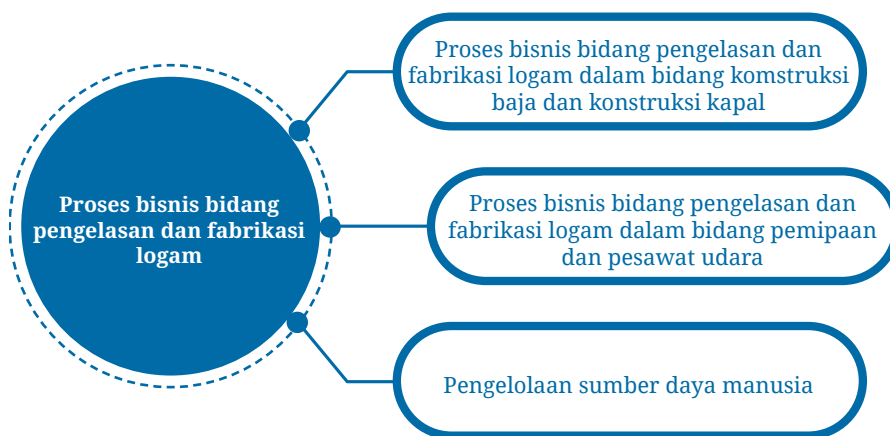
Contoh kata kunci:

Kata Kunci: Prospek bisnis, kewirausahaan, *passion*

3. Peta Konsep

Peta konsep merupakan sebuah diagram atau peta yang merepresentasikan sebuah hubungan antarmateri dengan materi pembelajaran lainnya yang saling berkaitan secara holistik dan komprehensif pada buku. Peta konsep

berupa visualisasi materi-materi utama dan pendukung dan telah terstruktur secara empiris. Peta konsep dapat digunakan untuk: (1) memberikan informasi tentang mata pelajaran secara utuh dalam bentuk gambar; (2) digunakan sebagai dasar dalam pemilihan urutan materi pelajaran; (3) sebagai panduan proses pembelajaran sehingga tidak menyimpang dari materi-materi pembelajaran; (4) sebagai transisi materi-materi pembelajaran sehingga guru dapat memilih materi-materi sesuai dengan skala prioritas dalam penyampaian pembelajaran; serta (5) sebagai pertimbangan dalam pemilihan strategi pembelajaran yang digunakan (Rahman 2016). Berikut ini adalah contoh peta konsep sebagaimana terlihat pada gambar berikut ini.



Gambar 1 Contoh peta konsep.

4. Apersepsi

Apersepsi adalah langkah mengaitkan apa yang telah diketahui oleh peserta didik dengan apa yang akan dipelajari. Tujuannya untuk memperdalam pemahaman peserta didik tentang materi yang sedang dipelajari dan untuk mengembangkan keterampilan kognitif yang lebih baik. Dengan mengaitkan pengetahuan yang sudah dimiliki dengan apa yang dipelajari, peserta didik dapat mengaitkan konsep baru dengan pengalaman sebelumnya dan membangun hubungan yang lebih kuat antara informasi baru dan informasi yang sudah ada dalam pikiran. Mengaitkan pengetahuan yang sudah dimiliki dengan materi yang sedang dipelajari juga dapat membantu peserta didik untuk mempertahankan informasi dalam jangka panjang karena membentuk hubungan yang lebih kuat antara konsep-konsep baru dan yang sudah ada. Hal ini dapat membantu peserta didik dalam memecahkan masalah yang kompleks, mengingat informasi, serta membuat asosiasi dan penghubungan yang lebih dalam antara konsep-konsep yang berbeda.

Guru dapat membantu peserta didik mengaitkan apa yang sudah diketahui dengan memberikan pertanyaan, diskusi, atau tugas yang memerlukan pemikiran kritis dan penerapan konsep baru ke situasi dunia nyata. Dengan cara ini, peserta didik dapat belajar dengan cara yang bermakna dan relevan bagi kehidupan sehari-hari. Kegiatan apersepsi dalam buku siswa ini merupakan sekumpulan materi yang telah dipelajari peserta didik dengan materi yang baru dan memuat pertanyaan-pertanyaan kunci yang dapat digunakan untuk mengajarkan konsep berpikir peserta didik. *Leading question* digunakan untuk memicu materi baru bagi peserta didik untuk dipelajari. Peserta didik akan menjawab pertanyaan di kolom yang telah disediakan. Apersepsi juga menjelaskan hubungan antara bab-bab yang dipelajari dengan bab-bab sebelumnya sehingga peserta didik dapat memahami secara utuh konsep-konsep materi pembelajaran dasar-dasar teknik pengelasan dan fabrikasi logam. Bagian apersepsi juga menjelaskan materi yang akan guru dan peserta didik pelajari dalam bab dan bagaimana sub-bagian berhubungan satu sama lain.

5. Materi

Bagian materi pada buku siswa berisi penyajian-penyajian materi yang berkaitan dengan bab yang sedang dipelajari. Isi dalam materi setiap bab disusun menjadi beberapa sub bab yang tersusun secara sistematis. Materi pada buku siswa juga berisi tentang pesan atau isi mata pelajaran berupa konsep, kaidah, fakta, ide, prinsip, atau teori yang tercakup dalam mata pelajaran dasar-dasar teknik pengelasan dan fabrikasi logam. Isi materi pada buku siswa dilengkapi dengan gambar ilustrasi dan contoh aktivitas yang berhubungan dengan konten tema teknik pengelasan dan fabrikasi logam yang disajikan sesuai dengan kondisi lingkungan agar peserta didik benar-benar memahami materi yang diberikan. Peran guru dalam membantu peserta didik untuk mempelajari materi adalah dengan membimbing peserta didik dalam memperoleh pengetahuan baru melalui referensi atau sumber yang ada dalam buku siswa.

6. Uji Kompetensi

Uji kompetensi merupakan penilaian pada setiap bab yang dilakukan pada peserta didik di akhir pembelajaran. Penilaian terdiri dari 15 soal pilihan ganda dan 10 soal jawaban singkat. Soal-soal tersebut disesuaikan dengan HOTS (*High Order Thinking Skills*) untuk merangsang kemampuan berpikir peserta didik. Pertanyaan pada soal HOTS pada pilihan ganda disusun

menggunakan rangsangan dalam konteks dunia nyata dan atau dunia kerja. Pertanyaan pada HOTS menuntut penggunaan pemikiran kritis, logis, metakognitif, kreatif, dan inovatif karena pertanyaan ini mengharapkan peserta didik untuk dapat menerapkan, menganalisis, menyintesis, dan mengevaluasi berdasarkan informasi atau pengetahuan masing-masing dalam memahami materi yang diberikan.

Aspek-aspek dalam pertanyaan HOTS dapat dicontohkan sebagai berikut. (1) Pertanyaan pada soal HOTS menggunakan pertanyaan aplikatif yang mengharuskan peserta didik untuk mentransfer pengetahuan yang dipelajari dalam satu konteks ke konteks lainnya. (2) Pertanyaan analisis mengharapkan peserta didik untuk memecahkan keseluruhan menjadi bagian-bagian komponen seperti menganalisis suasana hati, latar belakang, karakter, mengungkapkan pendapat, membuat kesimpulan, dan menarik kesimpulan. (3) Pertanyaan sintesis membuat peserta didik menggunakan ide lama untuk membuat ide baru dengan menggunakan informasi dari berbagai sumber. (4) Pertanyaan evaluasi menuntut peserta didik untuk membuat penilaian, menjelaskan alasan penilaian, membandingkan, dan membedakan informasi, serta mengembangkan penalaran menggunakan bukti dari teks.

Berikut adalah beberapa contoh pertanyaan HOTS (*High Order Thinking Skills*) yang dapat membantu peserta didik untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi.

1. Bagaimana proses pengelasan memengaruhi sifat mekanik bahan yang digabungkan?
2. Apa yang membedakan proses pengelasan logam dengan jenis pengikatan lainnya?
3. Bagaimana faktor-faktor seperti suhu, tekanan, dan waktu mempengaruhi kualitas pengelasan?
4. Apa yang harus dilakukan jika terdapat cacat atau kekurangan dalam pengelasan?
5. Bagaimana teknik pengelasan yang digunakan pada material yang berbeda, seperti baja, aluminium, dan kuningan?
6. Bagaimana pengelasan dapat mempengaruhi ketahanan korosi suatu bahan?

7. Bagaimana teknologi pengelasan berkembang dari waktu ke waktu, dan bagaimana hal itu memengaruhi kualitas pengelasan?
8. Bagaimana peran kualifikasi *welder* dalam memastikan kualitas pengelasan?
9. Bagaimana pengelasan digunakan dalam industri tertentu, seperti otomotif, pembangunan kapal, atau manufaktur?
10. Bagaimana standar keselamatan dan kesehatan kerja (K3) berlaku dalam pengelasan, dan bagaimana K3 dapat di implementasikan dengan efektif?

7. Pengayaan

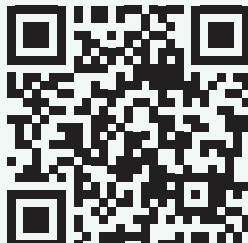
Pengayaan diberikan agar peserta didik dapat mengembangkan potensi secara optimal dengan memanfaatkan waktu yang tersedia. Pengayaan diberikan ketika peserta didik sudah mampu melampaui persyaratan minimal yang ditentukan oleh kurikulum. Pengayaan dapat digunakan untuk menambah dan memperluas pengetahuan dan keterampilan peserta didik. Pengayaan dapat berupa belajar mandiri, belajar kelompok, pembelajaran proyek, maupun pemadatan kurikulum dengan memberikan pembelajaran pada bagian-bagian materi yang tidak ada atau belum diketahui oleh peserta didik.

Pengayaan

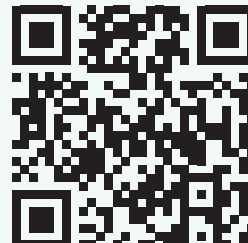
Untuk menambah wawasan dan pemahaman tentang pengetahuan mengenai perkembangan teknologi pengelasan otomatis, kalian bisa mencari materi tersebut di internet secara mandiri. Silakan jelajahi internet melalui alamat situs-situs berikut ini:



<https://s.id/las-MIG>



<https://s.id/pengelasan-otomatis>



<https://s.id/pengelasan-pipa>

8. Refleksi

Refleksi merupakan kunci untuk mengubah pengalaman konkret peserta didik menjadi suatu konsep yang abstrak sesuai dengan pengalaman peserta didik. Peserta didik melakukan refleksi pembelajaran berkaitan dengan sikap, pengetahuan, dan keterampilan. Refleksi dapat dilakukan secara lisan dan tertulis. Tujuan dari refleksi pembelajaran adalah untuk meningkatkan kemampuan peserta didik untuk dapat mencapai refleksi yang lebih tinggi, meningkatkan kesadaran dalam pekerjaan, dan membuat pengetahuan peserta didik dari implisit menjadi eksplisit. Guru dapat membantu mendorong peserta didik untuk merefleksikan apa yang telah dilakukan sebelum, selama, atau setelah pembelajaran (Lin et al. 1999). Refleksi dapat menggunakan pertanyaan-pertanyaan seperti pada contoh di bawah ini.

Tabel 4 Contoh pertanyaan pengayaan.

No	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
1	Apakah saya telah mampu memahami perkembangan teknologi pengelasan otomatis dalam memproduksi pipa dengan benar?		
2	Apakah saya telah mampu memahami perkembangan teknologi pengelasan dalam perakitan kendaraan dengan benar?		
3	Apakah saya telah mampu memahami perkembangan teknologi pengelasan robotik dengan benar?		
4	Apakah saya telah mampu memahami perkembangan teknologi pengelasan konstruksi baja dengan benar?		
5	Apakah saya telah mampu memahami perkembangan teknologi pengelasan konstruksi kapal dengan benar?		
6	Apakah saya telah memahami perkembangan teknologi pengelasan pesawat udara dengan benar?		

No	Pertanyaan	Jawaban	
		Ya	Tidak
7	Apakah saya telah mampu menganalisis isu-isu terkini yang berhubungan dengan perkembangan teknologi pengelasan dan fabrikasi logam dengan baik?		

9. Kunci Jawaban

Kunci jawaban pada buku siswa menyajikan pilihan jawaban yang benar beserta dengan pembahasannya. Adapun kunci jawaban dalam buku siswa adalah berupa jawaban singkat dan pilihan ganda. Kunci jawaban dimaksudkan agar peserta didik dapat melakukan latihan dan mengevaluasi secara mandiri dalam belajar.

10. Daftar Pustaka

Daftar pustaka menyajikan berbagai macam referensi yang dapat dijadikan sumber belajar bagi guru dan peserta didik maupun sebagai rujukan penulis buku. Referensi disajikan di akhir setiap bab untuk menginspirasi dan mendorong pembaca untuk terus belajar. Referensi dapat berupa buku, website, majalah, jurnal, e-newspaper, dan sebagainya. Bagian ini juga menampilkan rekomendasi dan tautan dari situs web. Daftar pustaka juga bertujuan agar guru dan peserta didik dapat mengetahui referensi sebagai bahan tambah sumber belajar.

D. Strategi pembelajaran

Guru dapat memilih dan merencanakan strategi pembelajaran yang lebih tepat sesuai dengan kondisi pembelajaran di satuan pendidikan masing-masing. Proses pembelajaran dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai pendekatan, model, strategi, serta metode pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik kompetensi yang dipelajari. Proses pembelajaran diharapkan dapat dilaksanakan secara interaktif, aktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, dan memotivasi peserta didik, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, kemandirian sesuai dengan bakat, minat, renjana, dan perkembangan fisik serta psikologis peserta didik. Pembelajaran dapat dilakukan dengan pendekatan *contextual teaching learning*, *cooperative learning*, maupun *individual learning*. Model pembelajaran yang dapat digunakan antara lain *project-based learning*,

problem-based learning, inquiry-based learning, discovery-based learning, teaching factory, atau model pembelajaran lainnya yang relevan.

Strategi pembelajaran dapat diartikan sebagai sebuah cara untuk menjembatani antara kompetensi yang harus peserta didik pelajari dan lakukan dengan proses yang peserta didik lalui untuk mencapai tujuan pembelajarannya. Strategi pembelajaran adalah tindakan apa pun yang harus guru ambil untuk memecahkan masalah dalam pembelajaran, untuk membantu memaksimalkan proses belajar, mempercepat dan mengoptimalkan perilaku kognitif, afektif, atau sosial (Mariani 2002).

Model-model pembelajaran Dasar-Dasar Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam dapat menggunakan salah satu model pembelajaran atau kombinasi dari model pembelajaran berikut: *Problem base learning, Project-based learning, Inquiry-based learning, Discovery-based learning, Discovery-Inquiry*, serta *Contextual learning (CTL)*. Guru dapat menggunakan model pembelajaran tersebut atau menggunakan model pembelajaran yang relevan sesuai dengan kondisi lingkungan serta minat dan bakat masing-masing peserta didik. Adapun langkah-langkah dari masing-masing model pembelajaran tersebut dapat dijabarkan sebagai berikut.

Tabel 5 Model pembelajaran dalam Dasar-Dasar Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam

No	Model Pembelajaran	Tahapan	Keterangan
1.	<p><i>Problem-based learning</i></p> <p>Model pembelajaran <i>problem-based learning</i> merupakan pembelajaran yang memusatkan pada peserta didik untuk memecahkan suatu masalah dalam suatu topik tertentu untuk belajar berpikir kritis dalam memecahkan masalah, berbagi informasi dengan teman lain, mempresentasikan, dan mereview apa yang telah dipelajari (Amaludin 2022).</p>	<p>Langkah-langkah model pembelajaran <i>problem-based learning</i> yaitu:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menemukan masalah • Mendefinisikan masalah • Mengumpulkan fakta • Menyusun hipotesis atau dugaan sementara • Melakukan penyelidikan • Menyempurnakan permasalahan yang telah didefinisikan • Menyimpulkan alternatif pemecahan secara kolaboratif • Memberikan solusi pemecahan masalah (Amaludin 2022) 	<p>Terdapat pada pertemuan ke11, 12, 13</p>

No	Model Pembelajaran	Tahapan	Keterangan
2.	<p>Project-based learning</p> <p>Model <i>project-based learning</i> merupakan proses pembelajaran melalui penyelesaian proyek selama periode waktu tertentu. Proyek dapat berupa tugas yang kompleks dan menantang dengan akhir pembelajaran menghasilkan produk (Stanley 2021).</p>	<p>Langkah-langkah dalam pembelajaran berbasis proyek adalah:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menetapkan tema proyek • Menetapkan konteks belajar • Merencanakan aktivitas-aktivitas • Memproses aktivitas-aktivitas • Penerapan aktivitas-aktivitas untuk menyelesaikan proyek 	<p>Terdapat pada pertemuan ke 5, 6</p>
3.	<p>Inquiry-based learning</p> <p>Model <i>inquiry-based learning</i> merupakan pembelajaran yang melibatkan peserta didik secara aktif dalam menyelidiki dan mencari sesuatu secara kritis, logis, dan sistematis sehingga peserta didik dapat merumuskan penemuannya sendiri (Aprilya 2020).</p>	<p>Langkah-langkah dalam pembelajaran <i>inquiry</i> adalah:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Observasi, yaitu mengamati sesuatu yang dijelaskan oleh guru sehingga memunculkan pertanyaan yang akan dipecahkan • Manipulasi, mencari informasi terkait dengan fenomena yang dijelaskan oleh guru dengan melakukan penyelidikan ilmiah • Generalisasi, menggeneralisasikan temuan menggunakan teori yang sesuai dengan apa yang ditemukan • Verifikasi, memverifikasi kebenaran dari temuannya pada tahap sebelumnya • Aplikasi, mengarahkan dan menjelaskan temuan peserta didik agar dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari (Perdana et al. 2020). 	<p>Terdapat pada pertemuan ke 11, 12, 13</p>

No	Model Pembelajaran	Tahapan	Keterangan
4.	<p>Discovery-Inquiry</p> <p>Model pembelajaran <i>discovery inquiry</i> merupakan proses pembelajaran yang menugaskan peserta didik untuk mengatur dirinya sendiri agar peserta didik dapat mengembangkan pengetahuan dan keterampilannya untuk memecahkan masalah (Hermita et al. 2022).</p>	<p>Langkah-langkah dalam <i>Discovery-Inquiry</i> adalah:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Orientation, guru memberikan pertanyaan sesuai dengan materi yang berkaitan dengan materi yang akan dipelajari. • Merumuskan masalah, guru memberikan pertanyaan-pertanyaan kepada peserta didik yang dapat membekali peserta didik dengan hipotesis sementara. • Pengumpulan data, peserta didik dapat melakukan percobaan terhadap materi yang dipelajari. • Menguji hipotesis, peserta didik bekerja sama untuk menguji hipotesis yang telah dibangun. • Menyusun kesimpulan, peserta didik melakukan diskusi kelompok tentang hasil percobaan yang telah dilakukan (Hermita et al. 2022). 	<p>Terdapat pada pertemuan ke 1, 2, 3</p>
5.	<p>Contextual learning (CTL)</p> <p><i>Contextual learning</i> merupakan metode pembelajaran yang menghubungkan konteks materi yang akan diberikan kepada peserta didik dengan konteks dunia nyata (Davtyan 2014).</p>	<p>Langkah-langkah dalam <i>contextual learning</i> adalah:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Relating</i> (menghubungkan), guru mendorong peserta didik untuk menghubungkan kejadian sehari-hari yang dilihat dengan pelajaran yang dipelajari. • <i>Experiencing</i> (mengalami), guru membantu peserta didik untuk mempraktikkan tindakan yang berhubungan langsung dengan pekerjaan di kehidupan nyata. • <i>Applying</i> (menerapkan), Guru memotivasi peserta didik dengan membuat masalah menjadi realistis dan relevan dengan kehidupan nyata. 	<p>Terdapat pada pertemuan ke 7, 8, 9, 10</p>

No	Model Pembelajaran	Tahapan	Keterangan
		<ul style="list-style-type: none"> • <i>Cooperating</i> (bekerjasama), guru memfasilitasi peserta didik untuk berbagi, menanggapi, dan berkomunikasi dengan peserta didik lain. • <i>Transferring</i> (mentransfer), guru membantu peserta didik untuk mengambil apa yang telah dipelajari dan menerapkannya pada situasi dan konteks baru (Davtyan 2014). 	

E. Penilaian Proses dan Hasil Pembelajaran

1. Konsep penilaian dalam pembelajaran Dasar-Dasar Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam

Penilaian merupakan serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk memperoleh, menganalisis, serta menafsirkan data sebelum, saat, dan/atau setelah proses pembelajaran terhadap peserta didik sehingga menjadi informasi yang bermakna sesuai tujuan tertentu. Penilaian dalam pembelajaran bertujuan untuk mengetahui kemampuan atau keterampilan peserta didik dalam menguasai keahlian tertentu. Dalam Taksonomi Blooms dijelaskan bahwa kompetensi dibagi menjadi tiga bagian, yaitu (1) domain afektif yang berkaitan dengan pertumbuhan perasaan atau emosional yang disebut dengan sikap, (2) domain kognitif yang berkaitan dengan keterampilan mental seseorang yang disebut dengan sikap, dan (3) domain psikomotor yang berkaitan dengan keterampilan atau fisik yang disebut dengan keterampilan. Konsep penilaian mata pelajaran Dasar-Dasar Praktik Pengelasan dan Fabrikasi Logam dapat dilakukan sebelum pembelajaran berlangsung, saat pembelajaran, dan setelah pembelajaran.

2. Teknik dan instrumen penilaian

Teknik penilaian dalam mata pelajaran dasar-dasar pengelasan dan fabrikasi logam dapat dilakukan melalui penilaian sikap, pengetahuan, dan keterampilan dengan menggunakan teknik instrumen yang sesuai dengan tujuan yang akan dicapai. Teknik penilaian dapat menggunakan instrumen

sesuai dengan kebutuhan masing-masing guru dan dapat menggunakan instrumen penilaian mandiri yang telah dibuat guru maupun instrumen yang ada di dalam buku ini. Berikut ini merupakan penjabaran dari masing-masing teknik penilaian.

a. Penilaian kompetensi sikap

Penilaian kompetensi sikap merupakan bagian penting dalam pembelajaran, karena sikap yang baik dapat mempengaruhi hasil belajar peserta didik secara keseluruhan. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan penilaian kompetensi sikap dalam pembelajaran, antara lain:

1) Menetapkan kriteria penilaian

Guru perlu menetapkan kriteria penilaian yang jelas dan terukur untuk mengevaluasi sikap peserta didik. Kriteria ini harus sesuai dengan tujuan pembelajaran dan harus disampaikan dengan jelas kepada peserta didik. Guru dapat menetapkan kriteria penilaian menggunakan indikator-indikator sikap peserta didik selama mengikuti pembelajaran. Contoh indikator penilaian sikap sebagai berikut.

Tabel 6 Contoh indikator penilaian sikap

No	Indikator	Keterangan
1.	Kehadiran	Kehadiran peserta didik di kelas.
2.	Kerja sama	Kemampuan peserta didik untuk bekerja sama dengan teman sekelas dan guru
3.	Tanggung jawab	Kemampuan peserta didik untuk bertanggung jawab terhadap tugas dan kewajiban dalam pembelajaran.
4.	Kedisiplinan	Kesediaan peserta didik untuk mengikuti aturan dan jadwal pembelajaran.
5.	Inisiatif	Kemampuan peserta didik untuk mengambil inisiatif dan berpartisipasi aktif dalam kegiatan pembelajaran.

No	Indikator	Keterangan
6.	Etika	Sikap peserta didik terhadap nilai-nilai etika seperti menghargai sesama, menghormati perbedaan, dan menghindari perilaku yang tidak pantas dalam kelas.
7.	Kreativitas	Kemampuan siswa untuk berpikir kreatif dan mengekspresikan ide-ide mereka dalam pembelajaran.

2) Menggunakan instrumen penilaian yang tepat

Guru perlu memilih instrumen penilaian yang sesuai dengan tujuan pembelajaran dan kriteria penilaian yang telah ditetapkan. Instrumen penilaian dapat berupa lembar penilaian, skala penilaian, atau observasi langsung.

3) Mengobservasi peserta didik secara teratur

Guru perlu mengobservasi peserta didik secara teratur dalam kegiatan pembelajaran, baik itu dalam kegiatan individu maupun kelompok. Observasi ini dapat membantu guru dalam mengevaluasi sikap dan memberikan umpan balik kepada peserta didik.

4) Memberikan umpan balik

Setelah melakukan penilaian, guru perlu memberikan umpan balik kepada peserta didik mengenai sikap yang telah dievaluasi. Umpan balik ini dapat memberikan motivasi untuk memperbaiki sikap peserta didik di masa depan.

5) Melibatkan peserta didik dalam penilaian

Guru dapat melibatkan peserta didik dalam penilaian sikap dengan memberikan kesempatan untuk mengevaluasi sikapnya sendiri. Hal ini dapat membantu peserta didik untuk memahami tujuan pembelajaran dan meningkatkan kesadaran terhadap sikap yang perlu ditingkatkan.

Pada penilaian kompetensi sikap, guru harus menghindari penilaian yang bersifat subjektif atau diskriminatif, serta selalu memperhatikan keterampilan dan pengetahuan siswa yang berkaitan dengan sikap yang dievaluasi. Penilaian kompetensi sikap dapat dilakukan dengan lembar

observasi, penilaian diri, maupun penilaian antar teman sejawat. Adapun penjelasan dari masing-masing penilaian dapat jabarkan sebagai berikut.

1) **Observasi**

Penilaian melalui observasi merupakan kegiatan penilaian dengan melakukan pengamatan langsung terhadap peserta didik terhadap tingkah lakunya. Guru dapat melakukan pengamatan dan mendokumentasikan capaian peserta didik melalui partisipasi kegiatan, interaksi antar teman, dan cara pemahaman materi yang disampaikan. Observasi dapat digunakan sebagai alat terbaik untuk meningkatkan pemahaman guru tentang bagaimana peserta didik dalam belajar (Puspita and Suyatno 2020). Penilaian observasi dapat dilakukan dengan lembar observasi yang telah disusun secara sistematis. Contoh penilaian sikap dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 7 Contoh penilaian sikap

No.	Tanggal	Nama Siswa	Butir Sikap	Kegiatan
1	23/02/2023	Ardani	Kerjasama	Mampu berkolaborasi untuk menyelesaikan masalah.
2	23/02/2023	Ari	Spiritual	Selalu berdoa sebelum melakukan kegiatan
3	25/02/2023	Edi	Disiplin	Selalu datang tepat waktu
4	26/02/2023	Eko	Tanggung jawab	Selalu mengembalikan peralatan praktik setelah selesai pembelajaran
5	26/02/2023	Fatih	Cermat	Selalu mengembalikan alat sesuai dengan tempatnya

2) Penilaian **diri** (*self assessment*)

Penilaian diri mempunyai peran penting terhadap peserta didik guna mendorong untuk lebih memiliki sikap bertanggung jawab terhadap proses belajar yang telah dipelajarinya. Penilaian diri dapat didefinisikan sebagai proses ketika peserta didik (1) memantau dan mengevaluasi kualitas pemikiran dan perilaku ketika belajar, dan (2) mengidentifikasi strategi yang tepat untuk peserta didik dalam meningkatkan pemahaman dan keterampilan (Hearn and McMillan 2008). Penilaian diri dapat menggunakan skala *likert* untuk menilai, sebagaimana contoh berikut.

Tabel 8 Contoh lembar penilaian diri peserta didik

No.	Pernyataan	Skala				
		1	2	3	4	5
1	Saya selalu berdoa sebelum praktik					
2	Saya selalu membaca prosedur yang ada di bengkel sebelum praktik					
3	Saya mengumpulkan tugas tepat waktu					
4	Saya selalu masuk kelas tepat waktu					
5	Saya selalu bertanya kepada guru jika ada kesulitan					
6	Saya selalu membantu teman ketika ada kesulitan dalam praktik					

Keterangan:

- 1 = tidak pernah
- 2 = sangat jarang
- 3 = jarang
- 4 = selalu
- 5 = sangat sering

3) Penilaian **antar peserta didik**

Penilaian antar peserta didik merupakan metode evaluasi yang menekankan kejujuran, tanggungjawab, dan saling menghargai antara seorang peserta didik dengan peserta didik lainnya. Melalui penilaian teman, peserta didik dapat meningkatkan keterlibatannya dalam proses belajar, melatih berpikir kritis, dan memperkuat kerjasama antar peserta didik. Contoh penerapan penilaian antar peserta didik dalam pembelajaran adalah melalui tugas kelompok. Setiap anggota kelompok akan dinilai oleh teman sejawatnya berdasarkan kontribusinya dalam kelompok. Penilaian dilakukan dengan menggunakan kriteria yang telah ditetapkan sebelumnya, seperti kualitas pekerjaan, partisipasi, dan keterampilan kerjasama.

b. Penilaian kompetensi pengetahuan

1) Tes tertulis

Tes tertulis digunakan untuk mengukur tingkat pemahaman peserta didik terhadap materi pelajaran yang telah dipelajari. Tes tertulis juga dapat digunakan untuk menilai tingkat kemampuan peserta didik dalam menulis, berpikir kritis, dan menyelesaikan masalah. Tes tertulis dapat membantu guru dalam mengevaluasi pemahaman dan keterampilan peserta didik, serta memperlihatkan tingkat pencapaian peserta didik terhadap tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan. Selain itu, tes tertulis dapat memberikan umpan balik yang berguna bagi peserta didik untuk meningkatkan pemahaman peserta didik dalam materi yang dipelajari.

2) Tes lisan

Tes lisan dapat dilakukan dalam bentuk diskusi kelompok, presentasi, wawancara, atau pertanyaan langsung dari guru. Penggunaan tes lisan dalam pembelajaran di antaranya: (1) dapat membantu mengukur kemampuan peserta didik dalam berkomunikasi secara efektif dan membangun keterampilan berbicara yang baik; (2) dapat memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk memperlihatkan pemahaman dalam cara yang lebih detail atau rinci dibandingkan tes tertulis; dan (3) dapat memberikan pengalaman yang lebih interaktif bagi peserta didik dan memperkuat keterlibatannya dalam proses pembelajaran.

3) Penugasan

Penugasan adalah salah satu metode penilaian dengan cara guru memberikan tugas atau pekerjaan kepada peserta didik, yang harus diselesaikan dalam kurun waktu tertentu. Penugasan dapat berupa tugas individu maupun kelompok, dan dapat dilakukan dalam berbagai bentuk seperti menulis, membuat presentasi, melakukan riset, atau membuat proyek. Penerapan penugasan dalam proses belajar di antaranya; (1) dapat membantu peserta didik untuk memperdalam pemahamannya terhadap materi yang telah dipelajari; (2) dapat membantu peserta didik untuk mengembangkan keterampilan seperti riset, analisis, dan pemecahan masalah; serta (3) dapat memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk belajar secara mandiri dan mengembangkan kemandirian.

c. Penilaian kompetensi keterampilan

Penilaian kompetensi keterampilan dalam pembelajaran merupakan proses pengukuran kemampuan peserta didik dalam menguasai keterampilan tertentu yang terkait dengan materi pelajaran. Keterampilan yang diukur bisa berupa keterampilan akademik seperti membaca, menulis, dan menjabarkan, atau keterampilan praktis, seperti melakukan pengelasan, menggambar, atau merakit sesuatu.

Penilaian kompetensi keterampilan dapat dilakukan melalui berbagai metode, seperti observasi, penilaian portofolio, penilaian berbasis kinerja, maupun penilaian berbasis proyek. Metode ini memungkinkan guru untuk memantau kemajuan peserta didik secara lebih terperinci, dan memberikan umpan balik yang lebih akurat tentang keterampilan yang dikuasai dan yang masih perlu ditingkatkan oleh peserta didik.

Penilaian kompetensi keterampilan dalam pembelajaran memiliki tujuan di antaranya sebagai berikut. (1) Dapat membantu guru untuk memantau dan mengukur kemajuan peserta didik secara lebih terperinci dan akurat. (2) Dapat membantu peserta didik untuk memperdalam pemahaman tentang keterampilan yang diperlukan dalam bidang tertentu dan membangun keterampilan yang diperlukan untuk karier atau kehidupan sehari-hari. (3) kompetensi keterampilan juga dapat membantu guru untuk merancang pembelajaran yang lebih terfokus

dan efektif, dengan mempertimbangkan kekuatan dan kelemahan peserta didik.

1) **Penilaian berbasis kinerja**

Penilaian berbasis kinerja dalam pembelajaran bertujuan untuk mengukur kemampuan peserta didik dalam menunjukkan keterampilan atau kompetensi tertentu melalui tugas atau proyek yang dilakukan secara langsung. Penilaian ini memberikan gambaran yang lebih jelas tentang kemampuan peserta didik dalam menerapkan konsep dan keterampilan yang telah dipelajari.

Penilaian berbasis kinerja memungkinkan peserta didik agar mendapat kesempatan untuk menunjukkan kemampuan secara langsung. Di samping itu, guru dapat memberikan umpan balik yang lebih terperinci dan relevan terhadap keterampilan dan kompetensi yang dinilai. Hal ini juga dapat membantu peserta didik untuk lebih memahami materi pelajaran karena harus menerapkan konsep dan keterampilan yang telah dipelajari dalam situasi kehidupan nyata.

2) **Penilaian berbasis proyek**

Penilaian berbasis proyek dalam pembelajaran merupakan metode penilaian yang berfokus pada kinerja peserta didik dalam menyelesaikan proyek atau tugas yang kompleks, berbasis masalah, dan memerlukan keterampilan dan pengetahuan yang relevan. Proyek dapat melibatkan berbagai jenis tugas, seperti penelitian, presentasi, desain, dan tindakan nyata di dalam atau di luar kelas.

Penilaian berbasis proyek memungkinkan peserta didik untuk (1) dapat membantu peserta didik untuk belajar dengan lebih aktif dan mendalam, karena harus menerapkan pengetahuan dan keterampilan yang telah dipelajari dalam situasi kehidupan nyata; (2) dapat membantu peserta didik untuk mengembangkan keterampilan sosial dan keterampilan *soft skills*, seperti kerja sama tim, komunikasi, kepemimpinan, dan kreativitas; serta (3) dapat memberikan pengalaman pembelajaran yang menyenangkan dan menantang bagi peserta didik, yang dapat meningkatkan motivasi dan minat dalam pelajaran.

Penilaian berbasis proyek dapat dilakukan dengan beberapa cara. Salah satu metode yang umum digunakan adalah rubrik penilaian, yang memuat kriteria dan standar yang jelas untuk

menilai kinerja peserta didik. Rubrik penilaian dapat mencakup berbagai aspek, seperti kualitas karya, keakuratan informasi, penggunaan keterampilan teknis, dan keterlibatan dalam tim. Selain rubrik penilaian, guru dapat menggunakan *feedback* dan refleksi untuk membantu peserta didik dalam mengembangkan keterampilan dan kemampuannya. Contoh rubik penilaian berbasis proyek seperti terlihat pada tabel berikut.

Tabel 9 Rubik penilaian berbasis proyek.

No.	Indikator	Skor									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Kemampuan dalam mengoperasikan alat										
2	Kemampuan dalam membaca gambar										
3	Menerapkan K3 dengan benar										
4	Kualitas hasil las										
5	Kemampuan dalam menyiapkan benda praktik										
Skor maksimal		100									
Catatan: Guru dapat menetapkan indikator dan bobot skor yang berbeda-beda sesuai dengan capaian pembelajaran.											

BAGIAN II PANDUAN KHUSUS

	Pembahasan materi	Pertemuan ke-
A.	Materi 1. Proses Bisnis Bidang Pengelasan Dan Fabrikasi Logam	
1.	Proses bisnis dalam konstruksi baja	1
2.	Proses bisnis perpipaan	1
3.	Proses bisnis kapal	2
4.	Proses bisnis pesawat udara	2
5.	Pengelolaan sumber daya manusia dengan memperhatikan potensi dan kearifan lokal	2
B.	Materi 2. Perkembangan Teknologi Di Bidang Pengelasan Dan Fabrikasi Logam	
1.	Teknologi pengelasan pada pembuatan pipa	3
2.	Teknologi pengelasan pada perakitan kendaraan	3
3.	Teknologi pengelasan robotik	3
4.	Teknologi pengelasan pada konstruksi baja	4
5.	Teknologi pengelasan pada konstruksi kapal	4
6.	Teknologi pengelasan pada konstruksi pesawat udara	4
C.	Materi 3. Profesi dan Kewirausahaan Bidang Pengelasan	
1.	Kewirausahaan (<i>job-Profile dan Technopreneurship</i>)	5
2.	Profesi <i>welder</i> atau juru las	5
3.	Wirausaha di bidang pengelasan dan fabrikasi logam	6
4.	Peluang usaha bidang pengelasan dan fabrikasi logam	6
D.	Materi 4. Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Hidup (K3LH) dan Budaya Kerja Industri	
1.	Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Lingkungan Hidup (K3LH)	7
2.	Sumber Bahaya Pekerjaan	7
3.	Bahaya yang Timbul dalam Pekerjaan Las	8
4.	Penyebab Kecelakaan Kerja	9 & 10

	Pembahasan materi	Pertemuan ke-
5.	Penerapan Budaya Kerja Industri (5R)	10
E.	Materi 5. Teknik Dasar Teknologi Pengelasan dan Fabrikasi Logam	
1.	Klasifikasi proses pengelasan dan fabrikasi logam	11
2.	Pengenalan macam-macam pengelasan	12
3.	Pengenalan dasar perkakas tangan dan bertenaga	13
F.	Materi 6. Gambar Teknik Pengelasan	
1.	Identifikasi gambar kerja	14
2.	Standar gambar untuk pekerjaan las	15
3.	Elemen dasar pada simbol pengelasan	16
4.	Penerapan gambar teknik pada simbol-simbol pengelasan	16, 17, 18
5.	Menginterpretasikan gambar kerja	18 & 19
G.	Materi 7. Penggunaan Perkakas Bengkel	
1.	Alat ukur	20
2.	Perkakas tangan	21
3.	Perkakas bertenaga	21
4.	Alat potong mekanik	22
5.	Alat potong busur api	23
H.	Materi 8. Pengelasan SMAW	
1.	Pemilihan elektroda	22
2.	Mengoperasikan mesin SMAW	22 & 23
3.	Mengatur parameter SMAW	24
4.	Macam-macam cacat dalam pengelasan	25
5.	Pemeriksaan hasil pengelasan secara visual	26

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023

Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis: Kurniawan Susanta, Khusni Syaufi
ISBN: 978-623-194-533-4 (PDF)

PANDUAN KHUSUS



DASAR-DASAR TEKNIK PENGELASAN DAN FABRIKASI LOGAM



1

Proses Bisnis Bidang Pengelasan
Dan Fabrikasi Logam

2



Perkembangan Teknologi Di Bidang
Pengelasan Dan Fabrikasi Logam



3

Profesi dan Kewirausahaan
Bidang Pengelasan

4



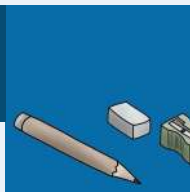
Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan
Hidup (K3LH) dan Budaya Kerja Industri



5

Teknik Dasar Teknologi
Pengelasan dan Fabrikasi Logam

6



Gambar Teknik
Pengelasan



7

Penggunaan
Perkakas Bengkel

8



Pengelasan
SMAW

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023

Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis: Kurniawan Susanta, Khusni Syauqi
ISBN: 978-623-194-533-4 (PDF)

BAB 1

PROSES BISNIS BIDANG PENGELASAN DAN FABRIKASI LOGAM



Materi 1: Proses Bisnis di bidang pengelasan dan fabrikasi logam

Alokasi waktu 4 JP (2 Pertemuan)

Guru dapat mengadaptasi situasi pembelajaran yang sedang berlangsung dengan mempertimbangkan perbedaan kondisi, kemampuan, dan potensi setiap peserta didik.

A. Deskripsi Materi

Proses bisnis di bidang pengelasan dan fabrikasi logam mencakup serangkaian aktivitas yang dimulai dari perencanaan, desain, produksi, hingga pengiriman produk jadi kepada pelanggan. Tema ini membahas langkah awal dalam melakukan proses bisnis di bidang pengelasan dan fabrikasi logam, yaitu konsultasi dan perencanaan, desain dan permodelan, proses konstruksi, pengelasan dan perakitan beserta pengecekan kualitas dan pengujian. Pada tema ini akan dijelaskan mengenai proses bisnis dalam konstruksi baja, proses bisnis perpipaan, proses bisnis kapal, proses bisnis pesawat udara, dan pengelolaan sumber daya manusia dengan memperhatikan potensi dan kearifan lokal.

Guru dapat menyampaikan kepada peserta didik tentang materi dalam bab maupun sub-bab tentang proses bisnis di bidang pengelasan dan fabrikasi logam. Peserta didik dapat mengaitkan pengetahuan tentang proses bisnis dengan bisnis pengelasan dan fabrikasi logam yang ada di lingkungan sekitar. Hal ini dapat memberikan gambaran, pengalaman, maupun pengertian kepada peserta didik tentang proses bisnis apa saja yang ada di lingkungannya. Selain itu, perbedaan bisnis pada setiap wilayah akan memperkaya pengetahuan peserta didik sesuai dengan karakter wilayahnya masing-masing.

B. Tujuan Pembelajaran dan Indikator Capaian

Tujuan Pembelajaran	Indikator Pencapaian
Peserta didik mampu memahami proses bisnis bidang pengelasan dan fabrikasi logam secara menyeluruh pada berbagai industri dan konstruksi	Peserta didik mampu menjelaskan proses bisnis bidang pengelasan dan fabrikasi logam pada konstruksi baja.
	Peserta didik mampu menjelaskan proses bisnis bidang pengelasan dan fabrikasi logam pada perpipaan.
	Peserta didik mampu menjelaskan proses bisnis bidang pengelasan dan fabrikasi logam pada kapal.
	Peserta didik mampu menjelaskan proses bisnis bidang pengelasan dan fabrikasi logam pada pesawat udara.
	Peserta didik mampu menjelaskan cara pengelolaan sumber daya manusia dengan memperhatikan potensi dan kearifan lokal.

C. Pendahuluan

Pendahuluan dalam pembelajaran bertujuan untuk membangkitkan minat dan motivasi peserta didik, memberikan gambaran umum tentang topik yang akan dipelajari, dan mempersiapkan peserta didik untuk menerima informasi lebih lanjut. Pendahuluan dalam pembelajaran bisa berupa pengenalan tentang topik yang akan dibahas, mengaitkan topik dengan kehidupan sehari-hari peserta didik, mengenalkan guru atau fasilitator pembelajaran, dan memberikan gambaran tentang bagaimana pembelajaran akan berlangsung. Hal-hal ini dapat membantu peserta didik merasa tertarik, termotivasi, dan mempersiapkan diri secara mental agar dapat lebih mudah mengikuti pembelajaran yang akan disampaikan.

Pendahuluan pada pertemuan pertama, guru dapat melakukan kegiatan sebagai berikut.

1. Guru memberikan sambutan dengan memberi salam kepada peserta didik. Guru juga dapat memperkenalkan diri pada peserta didik jika belum saling mengenal.

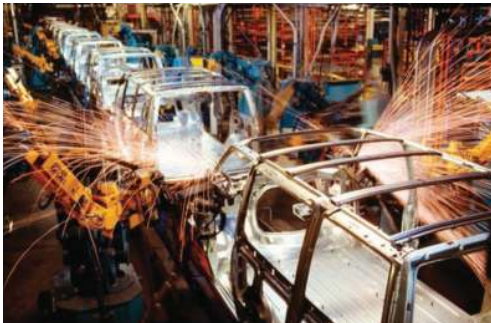
2. Guru melakukan presensi kehadiran kepada peserta didik
3. Guru dapat melakukan kegiatan yang menyenangkan untuk membangkitkan semangat peserta didik seperti memberikan kuis, tebak kata, yel-yel, maupun permainan singkat.
4. Guru melakukan apersepsi, guru menunjukkan contoh gambar beberapa hasil produksi dari pengelasan dan fabrikasi logam.



Pesawat tempur



Komponen untuk tenaga nuklir



Produksi mobil



Alat berat



Pesawat luar angkasa



Crane

Gambar 1.1 Contoh dari kegunaan pengelasan dan fabrikasi logam

Sumber: Bohnart, 2018

Kemudian guru melakukan tanya jawab tentang proses bisnis konstruksi dan fabrikasi logam. Misalnya, apakah kalian tertarik untuk mempelajari atau bahkan menggeluti bisnis konstruksi? Bagaimanakah proses bisnis konstruksi pada bidang pengelasan dan fabrikasi logam seperti itu dilaksanakan? Apa itu proses bisnis? Dengan demikian, guru memberikan informasi kepada peserta didik untuk memahami lebih jauh mengenai jenis-jenis konstruksi melalui tautan yang telah tersedia.



<https://s.id/DefinisiKontruksi>



<https://s.id/VideoKontruksi>

Gambar 1.2 Informasi tautan atau kode QR untuk pemahaman lebih lanjut peserta didik

Kemudian guru dan peserta didik bersama-sama menyimpulkan tentang pentingnya mempelajari proses bisnis bidang pengelasan, fabrikasi logam, dan pengelolaan sumber daya manusia.

5. Guru menjelaskan kata kunci untuk menekankan pada topik yang dibahas, yaitu proses bisnis, konstruksi baja, perpipaan, konstruksi kapal, pesawat udara, dan SDM.
6. Guru menjelaskan tujuan pembelajaran pada pertemuan ke 1 dan 2 yaitu memahami proses bisnis bidang pengelasan, fabrikasi logam, dan cara mengelola sumber daya manusia secara menyeluruh pada berbagai industri dan konstruksi.
7. Guru dapat mengakhiri kegiatan pendahuluan dengan membuka kesempatan bertanya dan menjawab kepada peserta didik untuk membantu memperjelas konsep atau topik yang belum dipahami dan menciptakan lingkungan pembelajaran yang interaktif.

D. Kegiatan Inti

Pada kegiatan inti, guru memberikan penjelasan terkait dengan proses bisnis dalam konstruksi baja, proses bisnis perpipaan, proses bisnis kapal, proses bisnis pesawat udara, dan pengelolaan sumber daya manusia dengan memperhatikan potensi dan kearifan lokal. Guru dapat menampilkan gambar maupun video untuk menambah pengetahuan peserta didik. Dengan demikian, peserta didik akan memiliki pengetahuan tentang konsep dasar proses-proses bisnis dalam bidang pengelasan dan fabrikasi logam.

Pada pertemuan ke-1 dan ke-2, guru dapat memberikan informasi kepada peserta didik berdasarkan pada materi yang telah disajikan pada Buku Siswa maupun menggunakan materi tambahan lainnya. Pada kegiatan inti pembelajaran materi pertama ini, guru dapat memberikan penekanan pada aspek-aspek tertentu seperti yang dijelaskan di bawah ini.

1. Proses bisnis dalam konstruksi baja

Bisnis konstruksi baja adalah bisnis yang berkaitan dengan produksi, penjualan, dan pemasangan struktur baja untuk berbagai jenis proyek konstruksi. Konstruksi baja dapat digunakan untuk membangun gedung perkantoran, apartemen, jembatan, menara telekomunikasi, dan berbagai jenis infrastruktur lainnya. Bisnis pengelasan dan fabrikasi logam juga dapat digunakan untuk memproduksi berbagai macam produk, seperti pintu, jendela, pagar, tangki, pipa, dan berbagai macam struktur besi atau baja. Bisnis di bidang pengelasan dan fabrikasi logam dapat dilakukan oleh perorangan yang memiliki keahlian pengelasan atau oleh perusahaan yang memiliki kapabilitas dan pengalaman dalam bidang pengelasan. Bisnis pengelasan dapat menawarkan jasa pengelasan untuk keperluan perbaikan atau pembuatan produk baru.

Proses bisnis dalam konstruksi baja membutuhkan tahapan-tahapan yang harus dilakukan. Gambar berikut merupakan contoh beberapa tahapan dalam proses bisnis dalam konstruksi baja.



Gambar 1.3 Langkah-langkah proses bisnis konstruksi baja.

a. Konsultasi dan perencanaan

Proses bisnis dimulai dengan konsultasi antara klien dan kontraktor konstruksi baja. Dalam tahap ini, klien menguraikan kebutuhan dan spesifikasi konstruksi yang dibutuhkan. Kontraktor kemudian melakukan penilaian terhadap spesifikasi tersebut dan memberikan

konsultasi terkait desain, material, dan proses konstruksi yang tepat untuk memenuhi kebutuhan klien.

b. Desain dan pemodelan

Setelah konsultasi dan perencanaan selesai, kontraktor konstruksi baja akan membuat desain konstruksi sesuai dengan spesifikasi yang telah disepakati. Desain ini akan dimodelkan dalam bentuk gambar teknik 2D atau 3D menggunakan bantuan perangkat lunak CAD (*Computer-Aided Design*).

c. Pembuatan konstruksi

Setelah desain selesai, langkah selanjutnya adalah pembuatan konstruksi baja yang dibutuhkan untuk konstruksi tersebut. Bahan konstruksi biasanya diproduksi dalam bentuk balok, plat, atau pipa, dan dipotong dan diolah menggunakan mesin seperti mesin pemotong plasma atau mesin gergaji agar sesuai dengan kebutuhan.

d. Pengelasan dan pemasangan

Setelah baja diproduksi, selanjutnya dilakukan proses pengelasan dan pemasangan. Pengelasan dilakukan menggunakan teknik pengelasan yang sesuai dengan spesifikasi produk, seperti pengelasan MIG (*Metal Inert Gas*) atau pengelasan TIG (*Tungsten Inert Gas*). Setelah proses pengelasan selesai, konstruksi baja dipasang di tempat yang telah disiapkan.

e. Pengecekan kualitas dan pengujian

Setelah konstruksi baja selesai dipasang, langkah selanjutnya adalah melakukan pengecekan kualitas dan pengujian. Hal ini meliputi pemeriksaan visual, pengujian kekuatan, dan pengujian ketahanan korosi. Hasil pengujian akan digunakan untuk menentukan apakah konstruksi baja tersebut telah memenuhi standar kualitas dan keselamatan yang ditentukan.

f. Pemeliharaan setelah konstruksi

Kontraktor konstruksi baja dapat memberikan layanan pemeliharaan untuk memastikan bahwa konstruksi tersebut tetap dalam kondisi yang baik dan aman untuk digunakan dalam jangka panjang. Pemeliharaan meliputi inspeksi berkala, perbaikan jika diperlukan, dan penggantian komponen yang rusak atau aus.

2. Proses bisnis perpipaan

Konstruksi pada pemipaan adalah pembuatan dan pemasangan sistem pipa untuk transportasi fluida seperti air, gas, dan minyak dari satu tempat ke tempat lain. Konstruksi pipa melibatkan desain, pembuatan, pengujian, dan pemasangan pipa, serta instalasi semua komponen pendukung seperti pompa, katup, dan peralatan lainnya. Proses konstruksi pipa memerlukan keahlian khusus dan memerlukan pengetahuan tentang berbagai jenis pipa, komponen pendukung, dan persyaratan peraturan. Penting untuk memastikan bahwa sistem pipa dibangun dengan benar dan aman untuk menghindari masalah seperti kebocoran atau kegagalan sistem yang dapat menyebabkan kerusakan atau bahaya bagi lingkungan dan kesehatan.



Gambar 1.4 Proses pengelasan pipa di bengkel.
Sumber: Bohnart, 2018

Proses bisnis konstruksi perpipaan melibatkan serangkaian tahapan yang harus diikuti agar proyek tersebut dapat berhasil. Gambar berikut adalah tahapan-tahapan dalam proses bisnis konstruksi perpipaan.



Gambar 1.5 Langkah-langkah dalam proses bisnis perpipaan

a. Studi kelayakan

Studi kelayakan bertujuan untuk memastikan bahwa proyek konstruksi perpipaan layak dilakukan. Pada tahap ini, akan dilakukan analisis terhadap lokasi proyek, jenis pipa yang akan digunakan, biaya proyek, dan manfaat dari proyek tersebut.

b. Perencanaan

Tahap perencanaan melibatkan penyusunan rencana proyek secara rinci, termasuk perhitungan teknis dan keuangan, jadwal pelaksanaan, dan pengadaan sumber daya. Pada tahap ini juga dilakukan perancangan sistem perpipaan secara detail, termasuk pemilihan jenis pipa, ukuran, dan rute jaringan pipa.

c. Pengadaan

Tahap pengadaan melibatkan pengadaan material dan peralatan yang diperlukan untuk proyek, termasuk pipa, katup, pompa, dan perlengkapan instalasi lainnya. Pada tahap ini juga dilakukan penawaran dan negosiasi dengan vendor yang akan menyediakan material dan peralatan.

d. Pelaksanaan

Tahap pelaksanaan melibatkan pemasangan pipa dan peralatan instalasi di lapangan. Pada tahap ini, para pekerja akan memasang pipa, katup, pompa, dan peralatan instalasi lainnya sesuai dengan desain dan rencana proyek. Selama tahap ini juga dilakukan pengawasan dan pengendalian kualitas untuk memastikan bahwa hasil instalasi sesuai dengan standar.

e. Pengujian

Tahap pengujian melibatkan pengujian sistem perpipaan untuk memastikan bahwa sistem berfungsi dengan baik dan dapat beroperasi dengan aman. Pengujian ini meliputi pengujian tekanan pipa, pengujian kebocoran, dan pengujian fungsional untuk memastikan bahwa pipa dan peralatan instalasi bekerja dengan benar.

f. Penyerahan

Tahap penyerahan melibatkan penyerahan proyek kepada klien atau pemilik proyek. Pada tahap ini, proyek diuji kembali dan diserahkan kepada klien setelah semua kekurangan dan masalah diatasi. Proyek kemudian dianggap selesai setelah semua dokumen dan laporan terkait diserahkan kepada klien.

g. Perawatan dan pemeliharaan

Tahap perawatan dan pemeliharaan melibatkan pemeliharaan sistem perpipaan untuk memastikan kinerjanya optimal selama masa operasi. Pada tahap ini, dilakukan perawatan rutin, perbaikan dan penggantian pipa dan peralatan instalasi yang rusak atau tidak berfungsi dengan baik.

3. Proses bisnis kapal

Proses bisnis konstruksi kapal melibatkan beberapa tahapan penting, mulai dari perencanaan, desain, produksi, pemasaran, dan pengiriman kapal. Gambar berikut ini adalah contoh umum tahapan-tahapan umum dalam proses bisnis konstruksi kapal.



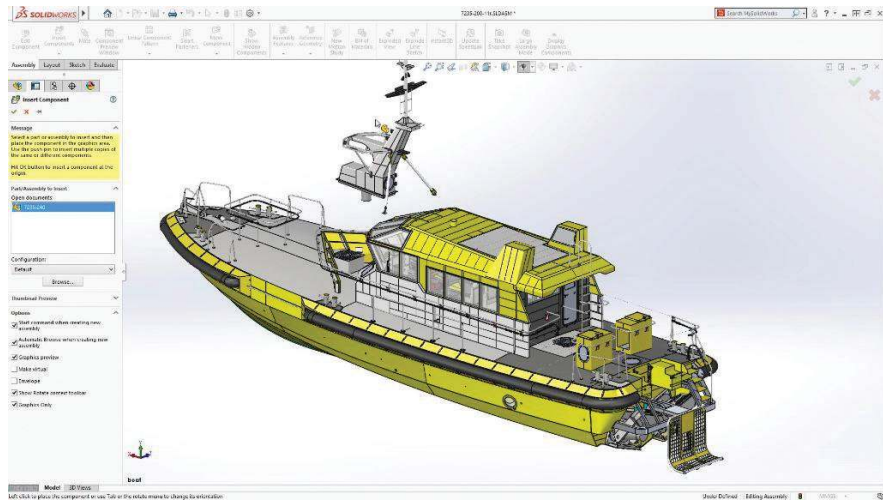
Gambar 1.6 Contoh tahapan-tahapan proses bisnis konstruksi kapal.

a. Identifikasi kebutuhan kapal

Pada tahap ini, pembeli atau pemilik kapal harus mengidentifikasi kebutuhan kapal, termasuk jenis kapal yang dibutuhkan, ukuran kapal, spesifikasi teknis, dan tujuan penggunaan kapal.

b. Perencanaan dan desain

Setelah kebutuhan kapal diidentifikasi, perencanaan dan desain kapal akan dilakukan oleh tim insinyur dan desainer kapal. Ini melibatkan membuat gambar teknis dan spesifikasi kapal yang akan diikuti oleh tim konstruksi kapal.



Gambar 1.7 Desain konstruksi kapal menggunakan *software*.

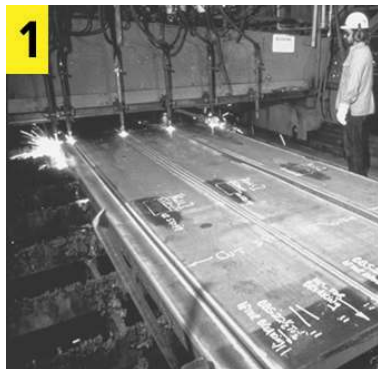
Sumber: Keane, 2018

c. Penawaran dan kontrak

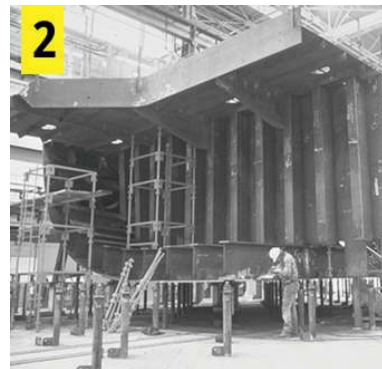
Setelah desain kapal selesai, pemilik kapal akan meminta penawaran dari beberapa kontraktor konstruksi kapal untuk memilih yang paling sesuai. Setelah kontraktor dipilih, kontrak akan ditandatangani yang mencakup biaya konstruksi, jadwal pelaksanaan, dan syarat-syarat lainnya.

d. Pembangunan kapal

Proses pembangunan kapal dimulai setelah kontrak ditandatangani. Tim konstruksi kapal akan memulai pembuatan kerangka kapal, pelat baja, dan instalasi sistem kapal. Proses pembangunan kapal berlangsung beberapa bulan hingga beberapa tahun tergantung pada ukuran dan jenis kapal.



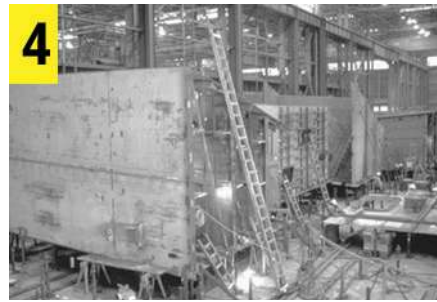
Pemotongan pelat



Merakit bagian-bagian kapal



Pengerolan lembaran pelat



Merakit bagian-bagian kapal



Membersihkan permukaan kapal sebelum pengecatan



Mengelas pelat baja untuk dibuat lambung kapal

Gambar 1.8 Contoh proses dalam pembangunan konstruksi kapal.

Sumber: Thornton, 2011

e. Uji coba dan pengiriman

Setelah kapal selesai dibangun, tim konstruksi kapal akan melakukan serangkaian pengujian untuk memastikan bahwa kapal berfungsi dengan baik. Setelah selesai diuji, kapal akan diserahkan kepada pemilik kapal atau dioperasikan oleh kontraktor konstruksi kapal selama beberapa waktu sebelum diserahkan.

f. Perawatan dan layanan purna jual

Setelah pengiriman, kontraktor konstruksi kapal akan memberikan layanan purna jual, termasuk perawatan dan perbaikan kapal, untuk memastikan bahwa kapal tetap berfungsi dengan baik dan sesuai dengan spesifikasi teknis yang telah ditentukan.

Proses bisnis konstruksi kapal melibatkan banyak pihak yang bekerja sama untuk memastikan bahwa kapal yang dibangun sesuai dengan spesifikasi dan standar kualitas yang ditetapkan. Ini termasuk

pemilik kapal, kontraktor konstruksi kapal, tim insinyur dan desainer kapal, dan tim konstruksi kapal.

4. Proses bisnis pesawat udara

Proses konstruksi pesawat udara melibatkan berbagai tahapan yang kompleks dan membutuhkan keahlian khusus dalam rekayasa, desain, dan produksi pesawat udara. Berikut adalah beberapa tahapan umum dalam konstruksi pesawat udara.

- a. Desain konsep**

Tahap awal dalam konstruksi pesawat udara adalah merancang konsep pesawat. Desainer pesawat udara harus mempertimbangkan banyak faktor seperti tujuan pesawat, kecepatan, jangkauan, kapasitas, daya angkut, dan kinerja.
- b. Analisis**

Setelah merancang konsep, tim desain melakukan analisis terhadap desain pesawat menggunakan perangkat lunak simulasi dan pemodelan 3D. Analisis ini membantu tim desain memastikan bahwa pesawat dapat terbang dengan aman dan efisien.
- c. Pembuatan prototipe**

Setelah desain pesawat dikonfirmasi, maka tahap selanjutnya adalah membuat prototipe pesawat. Prototipe ini digunakan untuk menguji kinerja pesawat, kekuatan material, dan fitur-fitur lainnya.
- d. Produksi**

Setelah prototipe selesai, maka tahap selanjutnya adalah memproduksi pesawat dalam jumlah besar. Proses produksi pesawat meliputi pemotongan, pembentukan, dan perakitan berbagai komponen pesawat seperti sayap, badan pesawat, mesin, dan sistem elektronik.
- e. Pengujian**

Setelah pesawat diproduksi, maka pesawat harus melewati serangkaian tes untuk memastikan kinerja pesawat dan keselamatan penerbangan. Tes ini meliputi uji terbang, uji kekuatan, uji tekanan, dan tes lainnya.
- f. Sertifikasi**

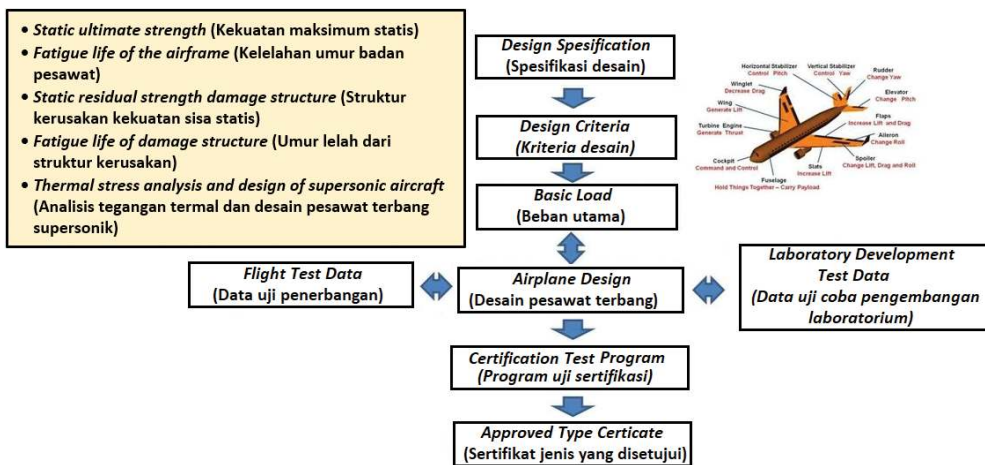
Setelah semua tes selesai dan pesawat dianggap aman dan efisien, pesawat harus menerima sertifikasi dari badan regulasi penerbangan seperti Federal Aviation Administration (FAA) di Amerika Serikat atau *European Aviation Safety Agency (EASA)* di Eropa. Sertifikasi ini

menunjukkan bahwa pesawat memenuhi standar keselamatan dan kinerja yang ditetapkan oleh badan regulasi.

g. Produksi dan perawatan

Setelah pesawat mendapatkan sertifikasi, pesawat dapat diproduksi secara massal dan dioperasikan secara komersial. Pesawat juga memerlukan perawatan rutin dan perbaikan sesuai dengan jadwal perawatan yang ditetapkan oleh produsen pesawat atau badan regulasi penerbangan.

Proses konstruksi pengembangan pesawat udara secara lebih jelas dapat digambarkan seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 1.9 Proses pengembangan pesawat udara.
Sumber: Woo, 2020

5. Pengelolaan sumber daya manusia dengan memperhatikan potensi dan kearifan lokal

Pada pengelolaan sumber daya, guru menekankan pada peran dan fungsi SDM, khususnya pada bidang pengelasan dan fabrikasi logam. Dengan demikian, peserta didik akan lebih mengetahui, termotivasi untuk memilih peminatan apa yang akan diambil ketika bekerja. Selain itu, peserta didik dijelaskan tentang keterampilan yang diperlukan di masa depan, khususnya dalam bidang pengelasan dan fabrikasi, serta prospek karier.



Gambar 1.10 Peran dan fungsi SDM dalam sebuah perusahaan.
Sumber: Atila, 2021

Industri membutuhkan SDM yang memiliki keterampilan teknis dan non-teknis. SDM yang terampil dapat meningkatkan keberhasilan industri di antaranya: (1) meningkatkan efisiensi operasional industri karena mampu menyelesaikan tugas dengan cepat dan efisien, menghemat waktu dan biaya; (2) meningkatkan kualitas produk atau layanan yang dihasilkan karena membantu perusahaan untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan sesuai dengan standar kualitas yang diinginkan oleh pelanggan; (3) mengurangi biaya dalam jangka panjang karena dapat mengurangi biaya produksi dan menghemat uang; (4) meningkatkan inovasi karena membantu perusahaan untuk mengembangkan solusi baru untuk masalah dan meningkatkan produk atau layanan yang ada; (5) meningkatkan daya saing karena dapat menghasilkan produk yang lebih baik, lebih cepat dan lebih murah, meningkatkan daya saing di pasar global. Beberapa contoh keterampilan teknis yang diperlukan dalam industri seperti terlihat pada tabel berikut.

Tabel 1.1 Contoh keterampilan teknis dan non-teknis yang harus dimiliki tenaga kerja di industri

No.	Jenis keterampilan	Keterangan
Keterampilan Teknis		
1.	Keterampilan menggunakan teknologi	Keterampilan teknologi meliputi pemahaman tentang teknologi terbaru yang digunakan dalam industri, seperti perangkat lunak dan peralatan. SDM dengan keterampilan teknologi yang kuat dapat membantu perusahaan untuk meningkatkan efisiensi, meningkatkan kualitas produk, dan mengurangi biaya.
2.	Keterampilan produksi	Keterampilan produksi mencakup kemampuan untuk memproduksi produk dengan kualitas yang tinggi dan efisien. SDM yang terampil dalam produksi dapat membantu perusahaan untuk meningkatkan efisiensi produksi, meningkatkan kualitas produk, dan mengurangi biaya.
3.	Keterampilan manajemen proyek	Keterampilan manajemen proyek meliputi kemampuan untuk merencanakan, mengatur, dan mengelola proyek dengan efektif. SDM yang terampil dalam manajemen proyek dapat membantu perusahaan untuk mengurangi risiko proyek, meningkatkan efisiensi, dan memastikan proyek selesai tepat waktu dan sesuai dengan anggaran.
4.	Keterampilan analitis	Keterampilan analitis meliputi kemampuan untuk menganalisis data dan membuat keputusan berdasarkan informasi yang dikumpulkan. SDM yang terampil dalam analisis data dapat membantu perusahaan untuk mengambil keputusan yang lebih baik dan lebih efektif.

No.	Jenis keterampilan	Keterangan
Keterampilan Non-Teknis		
5.	Keterampilan dalam berkomunikasi	SDM yang terampil dalam komunikasi dapat berkomunikasi dengan baik dengan orang lain, manajemen, dan pelanggan. Keterampilan komunikasi yang baik dapat membantu perusahaan untuk meningkatkan hubungan dengan pelanggan, memperkuat hubungan karyawan, dan meningkatkan produktivitas.
6.	Keterampilan dalam kepemimpinan	SDM yang terampil dalam kepemimpinan dapat memimpin tim dengan efektif dan memotivasi orang lain untuk mencapai tujuan bisnis perusahaan.
7.	Keterampilan dalam manajemen waktu	SDM yang terampil dalam manajemen waktu dapat mengatur waktu dengan efektif dan efisien, sehingga dapat menyelesaikan tugas dalam waktu yang ditetapkan.
8.	Keterampilan dalam manajemen stres	SDM yang terampil dalam manajemen stres dapat mengelola stres dengan baik dan tetap produktif dalam situasi yang menantang.

E. Aktivitas Peserta Didik

Peserta didik melakukan pengamatan pada gambar maupun video yang ditayangkan dan dijelaskan oleh guru. Peserta didik memperhatikan dengan cermat apa yang disampaikan guru. Selain itu, guru dapat memfasilitasi dan membantu peserta didik untuk memperoleh pemahaman dan pengetahuan melalui penerapan model pembelajaran *Discovery-Inquiry*. Berikut ini adalah langkah-langkah dalam pembelajaran *Discovery-Inquiry*.

1. Orientasi (fokus pada permasalahan)

- a. Guru membagi kelas menjadi beberapa kelompok, setiap kelompok dapat terdiri atas tiga sampai lima orang peserta didik.

- b. Guru memberikan pertanyaan sesuai dengan materi yang akan dipelajari, contohnya “Kira-kira apa saja proses bisnis di bidang pengelasan maupun fabrikasi logam di sekitar lingkunganmu?” “Kira-kira apa saja proses bisnis dalam pembuatan alat berat?” “Apa saja keterampilan-keterampilan masa depan yang dibutuhkan industri manufaktur?”
- c. Guru memberikan contoh proses bisnis di bidang pengelasan dan bidang fabrikasi di lingkungannya.

2. Merumuskan masalah

Guru memberikan pertanyaan-pertanyaan kepada peserta didik untuk dapat memantik dan untuk dapat membekali peserta didik dengan gambaran maupun hipotesis sementara.

3. Pengumpulan data

Guru memfasilitasi peserta didik untuk dapat melakukan pengumpulan data baik melalui internet, perpustakaan, maupun survei ke lokasi terkait fokus masalah yang diambil oleh masing-masing kelompok sesuai dengan materi yang dipelajari.

4. Menyusun kesimpulan

Masing-masing peserta didik melakukan diskusi kelompok yang menjadi fokus masalah. Selain itu, guru memfasilitasi setiap kelompok untuk tanya jawab jika ada pertanyaan. Pada akhir kegiatan inti, masing-masing kelompok dapat mempresentasikan hasil maupun mengumpulkan tugas kelompok pada guru.

F. Penutup

Pada kegiatan penutup, guru dapat melakukan kegiatan dengan merefleksikan, mengonsolidasikan, dan mengevaluasi apa yang telah dipelajari oleh peserta didik. Langkah-langkah kegiatan penutup yang dapat dilakukan di antaranya sebagai berikut.

1. Guru dapat memberikan ringkasan materi yang telah dipelajari di kelas. Peserta didik dapat diminta untuk menyebutkan kembali beberapa poin penting yang telah dipelajari untuk memastikan tentang memahami materi dengan baik. Sebagai contoh, “Apa saja proses bisnis dalam bidang konstruksi kapal?”

2. Guru dapat memberikan tes soal pilihan ganda atau soal uraian yang telah tersedia pada buku siswa atau tes soal lainnya untuk mengevaluasi pemahaman peserta didik terhadap materi yang telah dipelajari.
3. Guru dapat meminta peserta didik untuk merenungkan apa yang telah dipelajari dalam materi proses bisnis di bidang pengelasan dan fabrikasi logam kemudian guru menanyakan kepada peserta didik. Contoh pertanyaan, “Bagaimana proses bisnis pada konstruksi perpipaan?”.
4. Guru dapat memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk bertanya atau mengajukan pertanyaan terkait dengan materi proses bisnis di bidang pengelasan dan fabrikasi logam.

G. Penilaian

Penilaian dapat dilakukan baik secara lisan maupun tertulis melalui tes soal pilihan ganda, soal uraian, maupun penugasan. Penekanan penilaian pada pengetahuan dan sikap peserta didik selama proses belajar berlangsung. Contoh lembar penilaian sikap sebagai berikut.

Nama Siswa :
 Kelas :
 Semester :
 Tahun pelajaran :
 Mata Pelajaran :

No.	Pernyataan	Skala				
		1	2	3	4	5
1	Aktif dalam berdiskusi					
2	Mengumpulkan tugas tepat waktu					
3	Datang ke kelas tepat waktu					
4	Aktif dalam bertanya					
5	Berdoa sebelum memulai belajar					

Keterangan:

1 = tidak pernah

2 = sangat jarang

3 = jarang

4 = selalu

5 = sangat sering

H. Sumber Belajar yang Digunakan

1. Sumber belajar utama

- a. Video dan gambar proses pengelasan dan proses fabrikasi
- b. Kemendikbudristek. 2023. Dasar-Dasar Teknik Pengelasan Dan Fabrikasi Logam. Buku Siswa Kelas X, Jakarta: Pusat Kurikulum dan Perbukuan.
- c. Internet
- d. Laptop dan proyektor

2. Sumber belajar alternatif

Sumber belajar alternatif dapat dilakukan guru dengan menggunakan dan atau mengaitkan materi yang sedang dijelaskan dengan lingkungan atau industri yang ada di sekitar, contohnya adalah proses bisnis bengkel las, proses bisnis pemotongan pelat menggunakan laser, dan sebagainya.

3. Sumber belajar tambahan

Guru dapat menambah sumber belajar tambahan dengan melakukan kunjungan ke tempat bisnis yang ada di sekitar untuk meninjau proses bisnis bidang pengelasan maupun proses fabrikasi. Guru juga dapat mengembangkan sumber belajar tambahan dengan memberikan materi berupa gambar atau video proses bisnis pengelasan dan proses bisnis fabrikasi kepada peserta didik.

KUNCI JAWABAN

Pilihan ganda

No	Jawaban	No	Jawaban		
1	A	Fabrikasi logam	9	D	20 meter
2	C	Penjualan	10	C	Welding Inspector
3	B	Bisnis	11	A	Arus pengelasan terlalu rendah
4	A	Lebih kokoh dan aman	12	C	Memberikan informasi tentang jalur karier yang tersedia
5	C	Baja IWF	13	B	Mengambil keputusan tentang sumber karyawan
6	E	BKI	14	C	Meningkatnya ketidakhadiran dan pergantian karyawan
7	D	Airbus	15	B	Memegang amanah
8	E	Jerman			

Soal uraian

1. Kegiatan fabrikasi logam diantaranya yaitu, pembentukan (*forming*), pemotongan (*cutting*), pengelasan (*welding*), penyambungan (*joining*), perakitan (*assembly*) atau pengerjaan akhir (*finishing*).
2. *Workshop fabrications* adalah pengerjaan fabrikasi yang dilakukan di dalam suatu bangunan atau gedung sedangkan *site fabrications* adalah pengerjaan fabrikasi yang dilakukan di luar bangunan atau gedung *workshop*.
3. Kontruksi yaitu kegiatan membangun sarana maupun prasarana bisa berupa bangunan gedung, bangunan kapal atau infrastruktur yang berada dalam satu atau beberapa area.
4. Mengatur dan mengawasi proses berjalannya pembangunan kontruksi sesuai dengan bidangnya.
5. Pemotongan pelat otomatis, menggabungkan sub-rakitan kapal menjadi blok yang lebih besar, pengerolan lembaran pelat, merakit bagian-bagian kapal, membersihkan permukaan material dinding kapal sebelum pengecatan, mengelas pelat baja untuk dibuat lambung kapal, dan pemotongan pelat baja di dalam air dengan busur plasma.

Soal uraian singkat

1. Sebuah kegiatan yang dilakukan oleh seseorang atau sekelompok orang, baik dalam skala besar maupun kecil guna menghasilkan jasa dan produk.
2. Fabrikasi logam adalah suatu proses pengerjaan logam-logam untuk diubah bentuknya menjadi komponen-komponen sesuai dengan bentuk yang diinginkan.
3. Proses kerja pada pekerjaan fabrikasi logam :
 - a. Proses *Bending*
Adalah proses membengkokkan atau menekuk material, baik material *sheet metal* maupun pipa. Jenis *bending* yaitu *roll bending*, *roll forming*, *press brake bending*, dan *draw bending*.
 - b. Proses *Marking*
Adalah proses *marking* adalah proses penandaan permukaan plat logam sebagai batas potong, ataupun juga membentuk tulisan tertentu untuk menunjang nilai estetika dan menambahkan informasi mengenai produk tersebut.

c. Proses *Cutting*

Adalah proses pemotongan material baik berupa *sheet metal*, pipa (*hollow*), maupun profil sesuai dengan ukuran yang diinginkan atau dibutuhkan.

d. Proses *Drilling*

Adalah proses membuat lubang pada material, baik lubang baut maupun lubang yang digunakan untuk keperluan *assembling*.

e. Proses *Assembling*

Adalah proses menyatel dan merakit material menjadi satu kesatuan secara utuh sehingga dapat diperjual belikan.

f. Proses *Welding*

Adalah pengelasan adalah proses penyambungan logam dengan menggunakan panas atau tekanan atau kombinasi keduanya. Proses pengelasan ini bertujuan untuk menghasilkan sambungan yang kuat antara dua atau lebih logam

g. Proses *Finishing*

Adalah proses menyempurnakan proses-proses selanjutnya dengan penggerindaan dan *deburing* agar produk lulus yang dipersyaratkan

4. Konstruksi baja adalah kegiatan membangun sarana maupun prasarana baik berupa bangunan gedung, bangunan kapal atau infrastruktur lainnya yang menggunakan baja sebagai pondasi serta struktur bangunannya.
5. Baja memiliki daya tahan yang tinggi, material tahan api, material yang tahan lama, kekuatan, keindahan, kebebasan desain, dan resistensi gempa.
6. Indonesia sebagai negara kepulauan memerlukan transportasi udara untuk dapat menjangkau pulau-pulau kecil dalam mendistribusikan bahan/barang kebutuhan masyarakat serta untuk meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan ekonomi masyarakat, sehingga industri penerbangan perlu didorong untuk tumbuh dan berkembang.
7. Tujuan proses pengelasan konstruksi di lokasi proyek yaitu memudahkan dalam proses menyatukan beberapa komponen baja hingga terbentuk kesatuan konstruksi serta efisien waktu
8. 3 perusahaan konstruksi kapal terbesar di dunia :
 - a. Hyundai Heavy Industries (Ulsan, Korea Selatan)
 - b. STX Offshore & Shipbuilding (Changwon, Korea Selatan)
 - c. Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd (DSME), (Geoje, Gyeongsang Selatan, Korea Selatan)
9. Dua metode dalam pembuatan kapal yaitu metode *fabrication* dan metode *erection*.
10. Biro Klasifikasi Kapa I adalah lembaga klasifikasi kapal yang melakukan pengaturan kekuatan konstruksi dan permesinan kapal, jaminan mutu material marine, pengawasan pembangunan, pemeliharaan, dan perombakan kapal sesuai dengan peraturan klasifikasi.

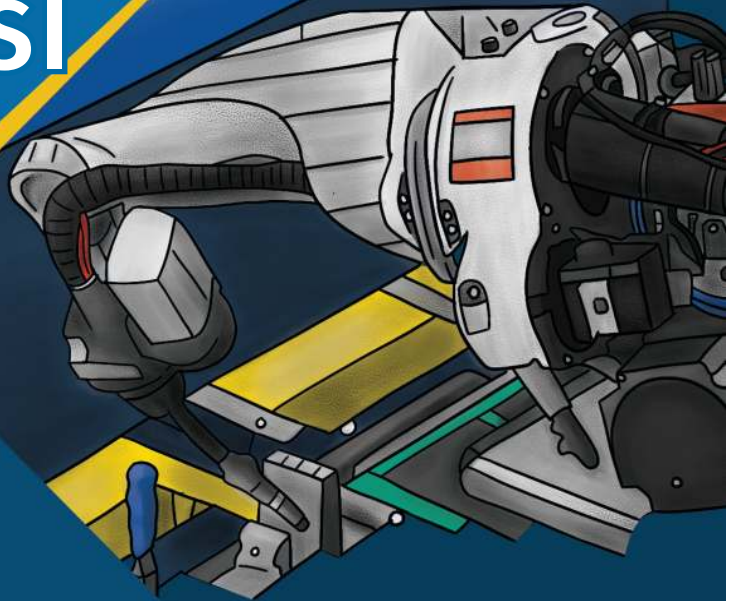
KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023

Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis: Kurniawan Susanta, Khusni Syauqi
ISBN: 978-623-194-533-4 (PDF)

BAB 2

PERKEMBANGAN TEKNOLOGI DI BIDANG PENGELASAN DAN FABRIKASI LOGAM



Materi 2. Perkembangan Teknologi di Bidang Pengelasan dan Fabrikasi Logam

Alokasi waktu 4 JP (2 Pertemuan)

Guru dapat mengadaptasi situasi pembelajaran yang sedang berlangsung dengan mempertimbangkan perbedaan kondisi, kemampuan, dan potensi setiap peserta didik.

A. Deskripsi Materi

Teknologi pengelasan dan fabrikasi logam terus mengalami perkembangan dan peningkatan, dengan fokus pada peningkatan efisiensi, kecepatan, dan keamanan. Beberapa perkembangan terbaru di bidang pengelasan, di antaranya pengelasan laser, pengelasan otomatis, pengelasan dengan gas campuran, pengelasan ultrasonic, pengelasan dengan teknologi baja berkekuatan tinggi, pengelasan dengan robot, dan pengelasan dengan sistem kontrol otomatis. Semua perkembangan teknologi di bidang pengelasan ini memungkinkan produksi yang lebih cepat, lebih akurat, dan lebih efisien, dengan hasil yang lebih kuat dan tahan lama. Teknologi-teknologi ini juga membuka peluang untuk penggunaan material-material baru dalam industri pengelasan sehingga meningkatkan inovasi dan kemajuan di bidang pengelasan.

Guru dapat menyampaikan kepada peserta didik tentang materi dalam bab maupun sub-bab tentang perkembangan teknologi pengelasan dan fabrikasi logam. Peserta didik dapat mengaitkan perkembangan teknologi sesuai dengan perkembangan pengelasan dan fabrikasi logam yang ada di lingkungan sekitar. Hal ini dapat memberikan gambaran, pengalaman, maupun pengertian kepada peserta didik tentang perkembangan teknologi apa saja yang ada di lingkungannya. Selain itu, perbedaan teknologi pada setiap wilayah akan memperkaya pengetahuan peserta didik sesuai dengan karakter wilayahnya masing-masing.

B. Tujuan Pembelajaran dan Indikator Capaian

Tujuan Pembelajaran	Indikator Pencapaian
Peserta didik mampu memahami perkembangan teknologi pengelasan dan fabrikasi logam di dunia industri dan dunia kerja	1. Peserta didik mampu memahami perkembangan teknologi pengelasan otomatis dalam kegiatan produksi pipa
	2. Peserta didik mampu memahami perkembangan teknologi pengelasan dalam perakitan kendaraan.
	3. Peserta didik mampu memahami perkembangan teknologi pengelasan dalam bidang pengelasan robotik.
	4. Peserta didik mampu memahami perkembangan teknologi pengelasan dalam bidang konstruksi baja.
	5. Peserta didik mampu memahami perkembangan teknologi pengelasan dalam bidang konstruksi kapal.
	6. Peserta didik mampu memahami perkembangan teknologi pengelasan dalam bidang pesawat udara.
	7. Peserta didik mampu menganalisis isu-isu terbaru yang berhubungan dengan bidang pengelasan dan fabrikasi logam.

C. Pendahuluan

Pendahuluan dalam pembelajaran bertujuan untuk membangkitkan minat dan motivasi peserta didik, memberikan gambaran umum tentang topik yang akan dipelajari, dan mempersiapkan peserta didik untuk menerima informasi lebih lanjut. Pendahuluan dalam pembelajaran bisa berupa pengenalan tentang topik yang akan dibahas, mengaitkan topik dengan kehidupan sehari-hari peserta didik, mengenalkan guru atau fasilitator pembelajaran, dan memberikan gambaran tentang bagaimana pembelajaran akan berlangsung. Hal-hal ini dapat membantu peserta didik merasa tertarik, termotivasi, dan mempersiapkan diri secara mental agar dapat lebih mudah mengikuti pembelajaran yang akan disampaikan.

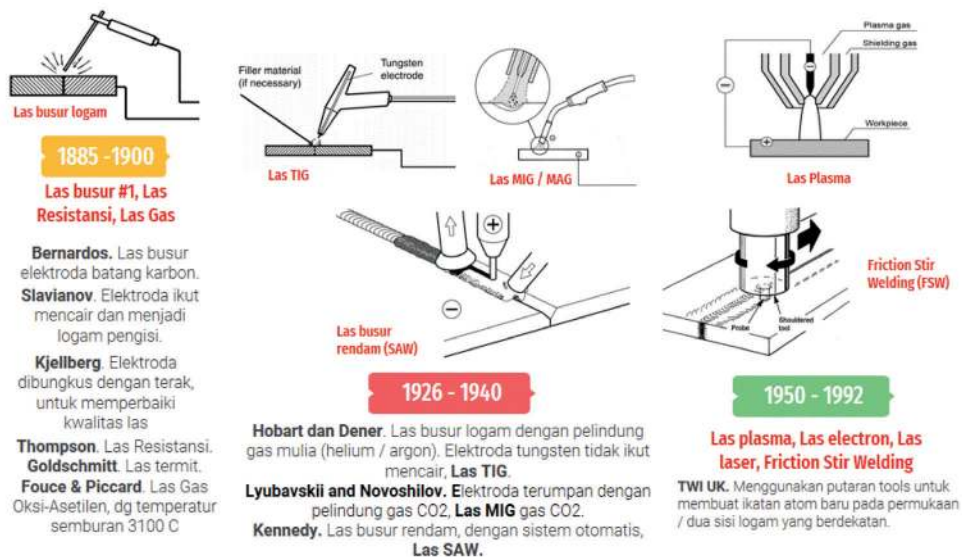
Pendahuluan pada pertemuan materi ini, guru dapat melakukan kegiatan sebagai berikut.

1. Guru memberikan sambutan dengan memberi salam kepada peserta didik.
2. Guru melakukan presensi kehadiran kepada peserta didik

3. Guru dapat melakukan kegiatan yang menyenangkan untuk membangkitkan semangat peserta didik seperti memberikan kuis, tebak kata, yel-yel, maupun permainan singkat.

4. Apersepsi

Guru menjelaskan tentang perkembangan teknologi dari waktu ke waktu dengan menunjukkan contoh gambar teknologi pengelasan dari masa ke masa. Dengan adanya perkembangan-perkembangan tersebut, industri pengelasan akan terus berkembang dalam meningkatkan kualitas, efisiensi, dan keamanan kerja dalam proses pengelasan. Kemudian guru melakukan tanya jawab tentang perkembangan teknologi pengelasan, misalkan apakah kalian pernah melihat secara langsung pengelasan dengan robot? Bagaimanakah teknologi pengelasan berperan dalam bidang produksi di industri manufaktur? Guru memberikan informasi kepada peserta didik untuk memahami lebih jauh mengenai perkembangan teknologi di bidang pengelasan.



Gambar 2.1 Perkembangan teknologi di bidang pengelasan dari masa ke masa.

Sumber: Firmansyah, 2021

Kemudian guru dan peserta didik bersama-sama menyimpulkan tentang pentingnya mempelajari perkembangan teknologi pengelasan dan fabrikasi logam.

1. Guru menjelaskan kata kunci untuk menekankan pada topik yang dibahas, yaitu teknologi, pengelasan, fabrikasi, global, robot, logam.

2. Guru menjelaskan tujuan pembelajaran pada pertemuan ke-3 dan ke-4, yaitu peserta didik mampu memahami perkembangan teknologi pengelasan dan fabrikasi logam di dunia industri dan dunia kerja.
3. Guru dapat mengakhiri kegiatan pendahuluan dengan membuka kesempatan bertanya dan menjawab kepada peserta didik untuk membantu memperjelas konsep atau topik yang belum dipahami dan menciptakan lingkungan pembelajaran yang interaktif.

D. Kegiatan Inti

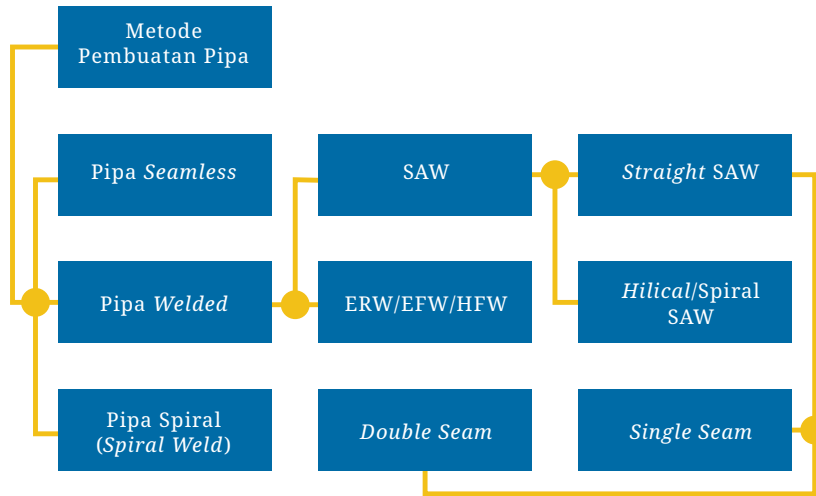
Pada kegiatan inti, guru memberikan penjelasan tentang teknologi pengelasan di era modern/revolusi industri 4.0. Peserta didik diberikan penjelasan terkait dengan teknologi pengelasan pada pembuatan pipa, teknologi pengelasan pada perakitan kendaraan, teknologi pengelasan robotik, teknologi pengelasan pada konstruksi baja, teknologi pengelasan pada konstruksi kapal, serta teknologi fabrikasi pada konstruksi pesawat udara. Dengan demikian, peserta didik akan memiliki pengetahuan tentang perkembangan teknologi modern yang ada saat ini di era revolusi industri 4.0.

Pada pertemuan ke-3 dan ke-4, penekanan pada peserta didik untuk mengenal lebih jauh tentang perkembangan teknologi pengelasan dan fabrikasi logam seperti penerapan teknologi pengelasan dan fabrikasi pada pembuatan pipa, perakitan kendaraan, robotik, konstruksi baja, konstruksi kapal, serta konstruksi pesawat udara. Jadi, peserta didik akan memperoleh pengetahuan tentang pentingnya pengelasan dan fabrikasi logam saat ini dengan memperhatikan potensi dan kearifan lokal.

Pada kegiatan inti pembelajaran materi kedua ini, guru dapat memberikan penekanan pada aspek-aspek tertentu seperti yang dijelaskan di bawah ini.

1. Teknologi pengelasan pada pembuatan pipa

Teknologi pengelasan adalah salah satu hal penting dalam pembuatan pipa. Pengelasan dilakukan untuk menggabungkan bagian-bagian pipa yang terpisah menjadi satu kesatuan yang kokoh dan tahan lama. Beberapa metode pembuatan pipa dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.2 Metode pembuatan pipa
 Sumber: Susanta, 2018

Beberapa proses pengelasan yang sering digunakan dalam pembuatan pipa antara lain sebagai berikut.

- a. **Pengelasan Baja Karbon (*Carbon Steel Welding*)**
 Proses pengelasan ini sering digunakan pada pipa yang terbuat dari baja karbon. Pengelasan dilakukan dengan menggunakan elektroda atau kawat las yang mempunyai ciri khas daya rekat tinggi. Pengelasan baja karbon dapat dilakukan secara manual atau otomatis.
- b. **Pengelasan *Stainless Steel* (*Stainless Steel Welding*)**
 Proses pengelasan ini sering digunakan pada pipa yang terbuat dari bahan *stainless steel*. Pengelasan dilakukan dengan menggunakan elektroda atau kawat las yang khusus untuk *stainless steel*. Pengelasan *stainless steel* dapat dilakukan secara manual atau otomatis.
- c. **Pengelasan Aluminium (*Aluminum Welding*)**
 Proses pengelasan ini sering digunakan pada pipa yang terbuat dari aluminium. Pengelasan dilakukan dengan menggunakan elektroda atau kawat las yang khusus untuk aluminium. Pengelasan aluminium dapat dilakukan secara manual atau otomatis.
- d. **Pengelasan Elektron Beam (*Electron Beam Welding*)**
 Proses pengelasan ini sering digunakan pada pipa yang mempunyai tebal dinding tipis dan mempunyai ketahanan tinggi terhadap suhu tinggi. Pengelasan dilakukan dengan menggunakan sinar elektron yang dibangkitkan oleh perangkat khusus. Pengelasan elektron beam dilakukan secara otomatis.

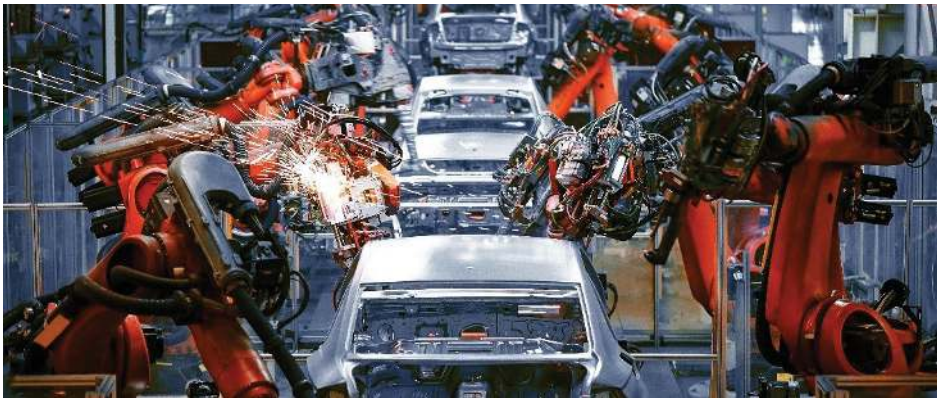
e. Pengelasan Laser (*Laser Welding*)

Proses pengelasan ini sering digunakan pada pipa yang mempunyai ketahanan tinggi terhadap suhu tinggi dan tekanan tinggi. Pengelasan dilakukan dengan menggunakan sinar laser yang sangat fokus dan mempunyai kekuatan tinggi. Pengelasan laser dilakukan secara otomatis.

Selain teknologi pengelasan di atas, ada juga proses pengelasan lain yang bisa digunakan dalam pembuatan pipa, seperti pengelasan gas (*gas welding*) dan pengelasan resistansi (*resistance welding*). Pemilihan teknologi pengelasan yang tepat akan mempengaruhi kualitas pipa yang dihasilkan dan dapat mempengaruhi masa pakai pipa tersebut.

2. Teknologi pengelasan pada perakitan kendaraan

Teknologi pengelasan sangat penting dalam perakitan kendaraan karena pengelasan adalah salah satu metode utama untuk menggabungkan bagian-bagian yang berbeda menjadi satu kesatuan yang utuh dan kuat pada kendaraan.



Gambar 2.3 Penggunaan pengelasan pada perakitan kendaraan.

Sumber: Goldiez, 2021

Ada beberapa proses pengelasan yang biasa digunakan dalam perakitan kendaraan, di antaranya sebagai berikut.

a. Pengelasan MIG/MAG (*Metal Inert Gas/Metal Active Gas*)

Pengelasan MIG/MAG menggunakan gas pelindung untuk melindungi area pengelasan dari oksidasi dan kontaminasi. Teknologi ini sangat cocok untuk pengelasan baja ringan dan aluminium pada mobil.

b. Pengelasan TIG (*Tungsten Inert Gas*)

Pengelasan TIG menggunakan elektroda *non-consumable* yang terbuat dari tungsten untuk membentuk busur listrik yang kemudian melelehkan

bahan pengelas. Teknologi ini cocok untuk pengelasan logam yang lebih tipis, seperti pipa dan bagian kecil pada mobil.

c. Pengelasan *Resistance*

Pengelasan *resistance* melibatkan pemanasan dua bagian logam yang akan digabungkan dengan arus listrik dan tekanan. Teknologi ini cocok untuk pengelasan komponen bodi mobil seperti rangka dan panel bodi.

d. Pengelasan laser

Pengelasan laser menggunakan sinar laser untuk melelehkan bagian-bagian logam yang akan digabungkan. Teknologi ini cocok untuk pengelasan yang membutuhkan presisi dan kontrol yang tinggi, seperti pada pembuatan mesin kendaraan.

Setiap teknologi pengelasan memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing. Oleh karena itu, pemilihan teknologi pengelasan harus disesuaikan dengan bahan yang digunakan dan kebutuhan produksi untuk memastikan kualitas pengelasan yang optimal pada perakitan kendaraan.

3. Teknologi pengelasan robotik

Teknologi pengelasan robotik mengacu pada penggunaan robot untuk melakukan proses pengelasan. *Robot welding* dapat digunakan dalam berbagai industri, termasuk otomotif, pembuatan kapal, produksi pesawat terbang, dan banyak lagi.



Gambar 2.4 Teknologi pengelasan robot dalam pembuatan kendaraan.
Sumber: Crowe, 2018

Teknologi pengelasan robotik adalah penggunaan robot untuk melakukan proses pengelasan secara otomatis. Robot pengelasan umumnya menggunakan sistem kontrol numerik komputer (CNC) dan sensor untuk memantau kualitas

pengelasan dan keamanan. Penggunaan teknologi robot dalam pengelasan memberikan beberapa keuntungan, antara lain sebagai berikut.

- a. Konsistensi dan presisi**
Pengelasan dengan teknologi robot dapat melakukan pengelasan dengan presisi yang tinggi sehingga menghasilkan pengelasan yang konsisten pada setiap produk.
- b. Kecepatan**
Pengelasan dengan teknologi robot dapat melakukan pengelasan dengan kecepatan yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan pengelasan manual sehingga menghemat waktu dan biaya produksi.
- c. Keamanan**
Dalam pengelasan manual, pekerja sering terpapar asap berbahaya dan sinar UV yang bisa membahayakan kesehatan. Dengan menggunakan pengelasan robot, risiko tersebut dapat dikurangi.
- d. Produksi masal**
Produksi massal dengan las robot dapat meningkatkan efisiensi produksi dan mengurangi biaya produksi karena robot dapat melakukan pengelasan dengan kecepatan dan akurasi yang tinggi. Penggunaan las robot untuk produksi masal karena robot tidak mengenal lelah sehingga mengurangi jumlah material yang terbuang. Robot juga dapat mengelas dengan teknik yang sama secara konsisten setiap kali dilakukan.
- e. Fleksibilitas**
Pengelasan dengan teknologi robot dapat digunakan untuk melakukan pengelasan pada berbagai jenis bahan dan bentuk yang berbeda, termasuk logam dan plastik.

Industri saat ini telah banyak menggunakan teknologi robot untuk membantu proses produksi, namun ada beberapa tantangan yang harus diatasi dalam penggunaan teknologi pengelasan robotik, antara lain pemrograman robot yang kompleks dan biaya awal yang tinggi. Meskipun demikian, teknologi pengelasan robotik terus berkembang dan semakin banyak digunakan dalam industri untuk meningkatkan efisiensi dan kualitas produksi.

4. **Teknologi pengelasan pada konstruksi baja**

Teknologi pengelasan telah menjadi bagian integral dari konstruksi baja modern. Teknologi pengelasan pada konstruksi baja adalah salah satu hal

yang penting dalam membangun struktur baja yang kuat dan tahan lama. Beberapa proses pengelasan yang umum digunakan dalam konstruksi baja adalah sebagai berikut.

a. SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*)

Proses pengelasan ini paling umum digunakan dalam konstruksi baja. Teknologi ini menggunakan elektroda yang dilapisi *fluks* dan busur listrik untuk menghubungkan bagian-bagian baja.

b. GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*) atau pengelasan TIG

Proses pengelasan ini menggunakan elektroda tungsten yang tidak dapat dilelehkan dan gas argon untuk melindungi bagian yang dilas dari kontaminasi udara. GTAW sering digunakan untuk mengelas baja tahan karat dan logam *non-ferrous*.

c. GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) atau pengelasan MIG

Proses pengelasan ini menggunakan elektroda kawat yang terus-menerus disuplai dan gas pelindung untuk melindungi area pengelasan dari kontaminasi udara. Teknologi ini cepat dan efisien serta sering digunakan dalam produksi massal.

d. FCAW (*Flux Core Arc Welding*)

Proses pengelasan ini menggunakan kawat inti yang diisi dengan bahan *fluks* untuk melindungi bagian-bagian yang dilas dari kontaminasi udara. FCAW sering digunakan untuk mengelas bagian tebal dan dalam.

e. SAW (*Submerged Arc Welding*) atau pengelasan busur terendam

Proses pengelasan ini menggunakan busur listrik yang terendam dalam bubuk bahan tambahan dan cairan penyangga untuk melindungi area pengelasan dari kontaminasi udara. SAW sering digunakan untuk mengelas bagian yang besar dan tebal.

Penggunaan teknologi pengelasan dalam konstruksi baja penting dikuasai untuk memilih teknologi pengelasan yang tepat untuk aplikasi yang spesifik, serta untuk memastikan bahwa pengelasan dilakukan oleh ahli pengelas yang terlatih dengan baik demi memastikan kualitas pengelasan yang optimal.

5. Teknologi pengelasan pada konstruksi kapal

Teknologi pengelasan sangat penting dalam konstruksi kapal karena kekuatan dan keamanan kapal sangat tergantung pada kualitas pengelasan yang dilakukan. Salah satu contoh kongkret pengelasan pada konstruksi kapal

adalah pengelasan pada sambungan lambung kapal. Sambungan lambung merupakan salah satu bagian krusial pada konstruksi kapal karena harus mampu menahan beban berat kapal dan tahan terhadap tekanan air di laut.



Gambar 2.5 Pengelasan pada bagian kapal.

Sumber: Karra, 2021

Beberapa teknologi pengelasan yang umum digunakan dalam konstruksi kapal di antaranya sebagai berikut.

a. *Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)* atau *Tungsten Inert Gas (TIG) Welding*

Teknologi pengelasan ini biasanya digunakan untuk mengelas material tipis dan sangat presisi, seperti logam berharga atau material dengan ketebalan yang sangat tipis pada komponen kapal.

b. *Gas Metal Arc Welding (GMAW)* atau *Metal Inert Gas (MIG) Welding*

Teknologi pengelasan ini umumnya digunakan untuk mengelas material yang tebal pada bagian kapal dan lebih cepat dibandingkan GTAW.

c. *Shielded Metal Arc Welding (SMAW)* atau *Manual Metal Arc (MMA) Welding*

Teknologi pengelasan ini paling banyak digunakan dalam konstruksi kapal karena mampu menghasilkan pengelasan yang kuat dan tahan lama. Selain itu, teknologi ini relatif mudah dan murah sehingga menjadi pilihan yang populer dalam industri maritim. Dalam konstruksi kapal, teknologi pengelasan ini sering digunakan untuk mengelas bagian-bagian struktural seperti balok, tiang, plat, dan rangka.

d. *Flux-Cored Arc Welding (FCAW)*

Teknologi pengelasan ini biasanya digunakan untuk mengelas material dengan ketebalan yang lebih tebal pada konstruksi kapal dan menghasilkan pengelasan yang lebih kuat dibandingkan SMAW.

e. *Electroslag Welding* (ESW)

Teknologi pengelasan ini digunakan untuk mengelas material dengan ketebalan yang sangat tebal, seperti pada bagian dasar kapal.

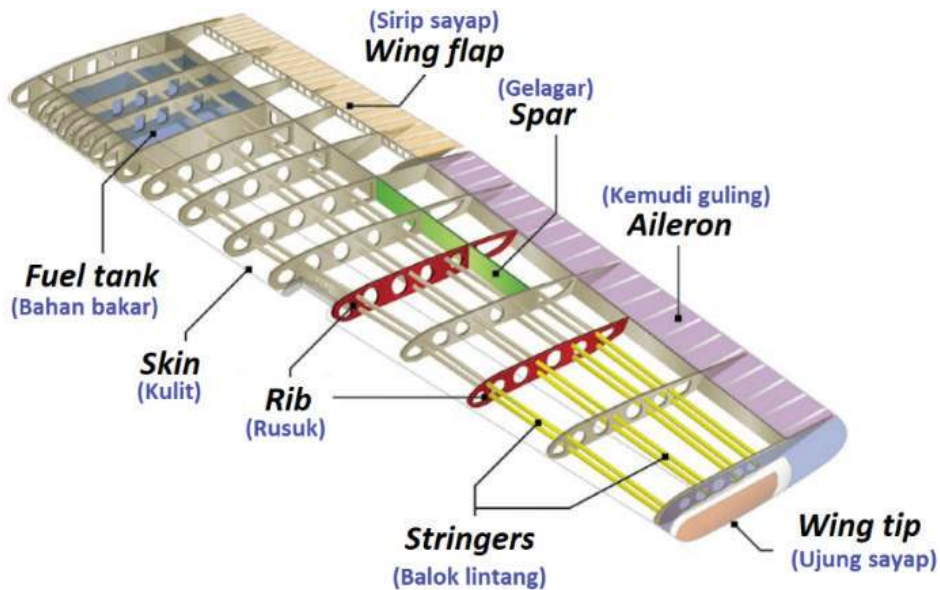
f. *Electron Beam Welding* (EBW)

Teknologi pengelasan ini sangat presisi dan digunakan untuk mengelas material yang sangat tipis dan sangat kuat seperti pada bagian kapal yang penting.

Semua teknologi pengelasan ini dapat digunakan dalam konstruksi kapal tergantung pada material yang digunakan, ketebalan material, dan lokasi pengelasan pada kapal. Kualitas pengelasan harus dipertimbangkan dengan sangat serius karena dapat mempengaruhi kekuatan dan keselamatan kapal. Oleh karena itu, pengelasan pada konstruksi kapal harus dilakukan oleh para ahli dan dilakukan dengan benar untuk memastikan kualitas yang baik dan keamanan yang optimal.

6. Teknologi fabrikasi pada konstruksi pesawat udara

Teknologi fabrikasi pada konstruksi pesawat udara telah mengalami perkembangan yang pesat dalam beberapa dekade terakhir. Teknologi fabrikasi sangat penting dalam konstruksi pesawat udara karena dapat mempengaruhi berat, kekuatan, dan kecepatan pesawat.



Gambar 2.6 Komponen konstruksi pada sayap pesawat.
Sumber: Federal Aviation Administration, 2016

Beberapa teknologi fabrikasi yang digunakan pada konstruksi pesawat udara di antaranya sebagai berikut.

a. Fabrikasi komposit

Fabrikasi komposit adalah teknologi yang digunakan untuk membuat bagian pesawat udara menggunakan bahan komposit seperti serat karbon, serat kaca, dan serat aramid. Bahan komposit ini memiliki kekuatan yang tinggi dan bobot yang ringan, sehingga dapat mengurangi bobot pesawat dan meningkatkan efisiensi bahan bakar. Pesawat terbaru seperti Boeing 787 dan Airbus A350 menggunakan komposit untuk sebagian besar dari struktur badan pesawat.

b. Fabrikasi logam

Fabrikasi logam masih merupakan teknologi yang paling umum digunakan pada konstruksi pesawat. Logam yang digunakan biasanya adalah aluminium, baja, dan titanium. Namun, penggunaan teknologi ini telah berkembang dan semakin efisien dengan penggunaan teknik seperti *CNC machining* dan metode *forming* yang presisi. Metode ini digunakan untuk memproduksi banyak bagian pesawat, terutama pada bagian struktural seperti sayap dan badan pesawat. Teknik fabrikasi logam meliputi penyambungan, pembentukan, dan pemotongan logam.

c. 3D printing

Teknologi 3D printing telah memungkinkan konstruksi pesawat menggunakan metode yang lebih cepat dan efisien. Proses 3D printing dapat digunakan untuk membuat purwarupa pesawat, atau bahkan bagian-bagian yang kompleks dan terintegrasi dari pesawat.

d. Fabrikasi Titanium

Titanium memiliki kekuatan yang sangat tinggi dan tahan terhadap korosi sehingga cocok digunakan pada pesawat udara. Teknologi fabrikasi titanium melibatkan proses pemotongan dan pengelasan yang presisi untuk menghasilkan struktur yang kompleks dan kuat.

Semua teknologi fabrikasi ini digunakan secara terintegrasi pada proses pembuatan pesawat udara modern. Dengan penggunaan teknologi yang semakin maju, diharapkan konstruksi pesawat udara akan semakin efisien dan lebih aman di masa depan.

E. Aktivitas Peserta Didik

Peserta didik melakukan pengamatan pada gambar maupun video yang ditayangkan dan dijelaskan oleh guru. Peserta didik memperhatikan dengan cermat apa yang disampaikan guru. Selain itu, guru dapat memfasilitasi dan membantu peserta didik untuk memperoleh pemahaman dan pengetahuan dalam pembelajaran teknologi pengelasan dan fabrikasi logam melalui penerapan model pembelajaran *Discovery-Inquiry*. Berikut langkah-langkah dalam pembelajaran *Discovery-Inquiry*.

1. Orientasi (fokus pada permasalahan)

- a. Guru membagi kelas menjadi beberapa kelompok, setiap kelompok dapat terdiri dari 3—5 peserta didik.
- b. Guru memberikan pertanyaan sesuai dengan materi yang berkaitan dengan materi yang akan dipelajari. Contoh: bagaimakah perkembangan teknologi pengelasan dan fabrikasi logam di sekitar lingkungan Anda? Bagaimana peran teknologi pengelasan dalam proses pembuatan pipa, kendaraan, konstruksi baja, bahkan pesawat udara?
- c. Guru juga diperbolehkan memberikan contoh perkembangan teknologi pengelasan dan fabrikasi logam di lingkungannya.

2. Merumuskan masalah

Guru memberikan pertanyaan-pertanyaan kepada peserta didik untuk dapat memantik dan untuk dapat membekali peserta didik dengan gambaran maupun hipotesis sementara. Contoh pertanyaan, apakah teknologi pengelasan dapat digunakan dalam proses pembuatan alat berat? Teknologi pengelasan dan fabrikasi apa saja yang digunakan dalam pembuatan kerata api?

3. Pengumpulan data

Guru memfasilitasi peserta didik untuk dapat melakukan pengumpulan data baik melalui internet, perpustakaan, atau survei ke lokasi tentang fokus masalah yang diambil oleh masing-masing kelompok sesuai dengan materi yang dipelajari.

4. Menyusun kesimpulan

Masing-masing peserta didik melakukan diskusi kelompok yang menjadi fokus masalah. Selain itu, guru memfasilitasi setiap kelompok untuk tanya jawab jika ada pertanyaan. Pada akhir kegiatan inti, masing-masing

kelompok dapat mempresentasikan hasil maupun mengumpulkan tugas kelompok pada guru.

F. Penutup

Pada kegiatan penutup guru dapat melakukan kegiatan dengan merefleksikan, mengonsolidasikan, dan mengevaluasi apa yang telah dipelajari oleh peserta didik. Langkah-langkah kegiatan penutup dapat dilakukan di antaranya sebagai berikut.

1. Guru dapat memberikan *review* atau konfirmasi tentang materi yang telah dipelajari di kelas. Peserta didik dapat diminta untuk menyebutkan kembali beberapa poin penting yang telah dipelajari untuk memastikan tentang memahami materi dengan baik. Sebagai contoh, apa saja teknologi pengelasan yang digunakan untuk konstruksi kapal? Bagaimana teknologi pengelasan dan fabrikasi logam berperan dalam industri manufaktur?
2. Guru dapat memberikan tes soal pilihan ganda atau soal uraian yang telah tersedia pada buku siswa untuk mengevaluasi pemahaman peserta didik terhadap materi yang telah dipelajari.
3. Guru dapat meminta peserta didik untuk merenungkan apa yang telah dipelajari dalam materi perkembangan teknologi pengelasan dan fabrikasi logam kemudian guru menanyakan kepada peserta didik. Contoh pertanyaan: teknologi pengelasan apa yang ada di lingkungan sekitarmu dan untuk proses pembuatan apa?
4. Guru dapat memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk bertanya atau mengajukan pertanyaan terkait dengan materi perkembangan teknologi pengelasan dan fabrikasi logam.

G. Penilaian

Penilaian dapat dilakukan baik secara lisan maupun tertulis melalui tes soal pilihan ganda, soal uraian, maupun penugasan. Penekanan penilaian pada materi ini adalah pengetahuan dan sikap peserta didik selama proses belajar berlangsung. Contoh lembar penilaian sikap sebagai berikut.

Nama Siswa :
Kelas :
Semester :
Tahun pelajaran :
Mata Pelajaran :

No.	Pernyataan	Skala				
		1	2	3	4	5
1	Mampu bekerja sama dengan teman-teman dalam kelompok					
2	Selalu membantu teman yang kesulitan dalam belajar					
3	Bertanggung jawab dalam menyelesaikan tugas kelompok					
4	Selalu tepat waktu dalam memasuki kelas					
5	Aktif dalam mengikuti pembelajaran dan bertanya kepada guru					

Keterangan:

- 1 = tidak pernah
- 2 = sangat jarang
- 3 = jarang
- 4 = selalu
- 5 = sangat sering

H. Sumber Belajar yang Digunakan

1. Sumber belajar utama

- a. Video dan gambar perkembangan teknologi pengelasan dan fabrikasi logam.
- b. Kemendikbudristek. 2023. Dasar-Dasar Teknik Pengelasan Dan Fabrikasi Logam. Buku Siswa Kelas X, Jakarta: Pusat Kurikulum dan Perbukuan.
- c. Internet
- d. Laptop dan proyektor

2. Sumber belajar alternatif

Sumber belajar alternatif dapat dilakukan guru dengan menggunakan dan atau mengaitkan materi yang sedang dijelaskan dengan lingkungan atau

industri yang ada di sekitar . Contoh teknologi pengelasan dan fabrikasi logam yang digunakan oleh industri alat kesehatan dan lain sebagainya.

3. Sumber belajar tambahan

Guru dapat menambah sumber belajar tambahan dengan melakukan kunjungan ke tempat bisnis yang ada di sekitar untuk meninjau teknologi yang digunakan dalam pengelasan dan fabrikasi logam. Guru juga dapat mengembangkan sumber belajar tambahan dengan memberikan materi berupa gambar atau video perkembangan teknologi pengelasan dan fabrikasi logam kepada peserta didik.

KUNCI JAWABAN

Pilihan ganda

No	Jawaban	No	Jawaban
1	A Efisien, sehingga murah biaya operasionalnya	9	E 99,70%
2	B Las tahanan listrik	10	A Penahan beban terbesar yang menghubungkan sayap dengan <i>fuselage</i>
3	C Pipa <i>seamless</i>	11	C 2, 1, 3, 4, 5, 6
4	B Metode <i>pilger mill</i>	12	A Alumunium
5	A Kuat	13	A Tender
6	C Las MIG	14	A Pengelasan busur listrik
7	D Paku Keling	15	C 1G, 2G, 3G, 4G, 5G, dan 6G
8	A <i>Stringer</i>		

Soal uraian

1. Cara penyambungannya harus dibevel terlebih dulu antara pipa dan *fitting*-nya.
2. *Seamless pipe*, *butt welded pipe*, dan *spiral pipe*.
3. *Billet* adalah baja bulat padat yang dapat digunakan untuk membuat pipa tanpa sambungan (*seamless*),
4. Pipa spiral memiliki alur pengelasan dalam bentuk spiral pada kedua sisi pelat baja strip yang disambung sedangkan *seamless pipe* tidak memiliki sambungan.
5. *Spot welding* adalah teknik penyambungan dua buah pelat logam atau lebih dengan cara menjepit di antara elektroda di bawah pengaruh tekanan sebelum arus listrik dialirkan.

Soal uraian singkat

1. Fungsi *jig* atau *fixture* adalah untuk memegang, menjepit, menyangga benda kerja sebelum dilas agar sesuai standar hasil yang direncanakan serta mempermudah proses dengan hasil yang akurat (presisi).
2. Kelebihan las robot :
 - a. Alur proses pengelasan lebih konsisten
 - b. Kualitas hasil lebih presisi
 - c. Efisien dalam waktu pengelasan
 - d. Menghemat material
3. Proses pembuatan pipa spiral dimulai dari pelat baja strip yang dibentuk diroll menjadi spiral selanjutnya dilas pada kedua sisi sehingga terbentuk sebuah pipa spiral.
4. *Assembly shop* (perakitan) dan *paint shop* (pengecatan)
5. Pipa spiral adalah pipa baja yang memiliki alur pengelasan dalam bentuk spiral pada kedua sisi pelat baja strip yang disambung.
6. Metode penyambungan konstruksi pipa diantaranya yaitu *butt welded fitting*, *socket welded fitting*, dan *threaded*.
7. Kelebihan robot artikulasi yaitu memiliki kecepatan yang tinggi dalam melakukan pengelasan, jangkauan kerja yang lebih luas dengan penempatan ruang yang sempit.
8. Jenis *resistance welding* yaitu *Spot Welding and Seam Welding*, *Projection Welding*, *Resistance Butt Welding*, *Flash Butt Welding*, dan *Upset Welding*
9. Sebagai alat pengendali untuk mengendalikan pergerakan dari lengan robot
10. Struktur utama dari bagian sayap adalah *spar*, *rib*, dan *stringer*.

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023

Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis: Kurniawan Susanta, Khusni Syauqi
ISBN: 978-623-194-533-4 (PDF)

BAB 3

PROFESI DAN KEWIRAUSAHAAN BIDANG PENGELASAN



Materi 3. Profesi dan Kewirausahaan Bidang Pengelasan

Alokasi waktu 4 JP (2 Pertemuan)

Guru dapat mengadaptasi situasi pembelajaran yang sedang berlangsung dengan mempertimbangkan perbedaan kondisi, kemampuan, dan potensi setiap peserta didik.

A. Deskripsi Materi

Bidang pengelasan adalah salah satu profesi yang sangat penting dalam industri manufaktur dan konstruksi. Seorang ahli pengelasan bertanggung jawab melakukan pengelasan untuk membentuk suatu struktur yang kokoh dan tahan lama. *Welder* dapat bekerja di berbagai industri, seperti konstruksi, pembuatan mobil, pesawat terbang, pembuatan kapal, industri minyak dan gas, serta industri manufaktur lainnya. Untuk menjadi *welder* yang terampil, diperlukan pelatihan dan sertifikasi yang memadai serta pengalaman kerja yang cukup. Selain itu, orang yang memiliki keterampilan dalam melakukan pengelasan juga mampu untuk membuka peluang usaha atau menjadi wirausahawan di bidang pengelasan. Pada materi ini akan dibahas mengenai profesi seorang *welder* atau juru las, berwirausaha di bidang pengelasan, serta peluang dalam pengelasan dan fabrikasi logam.

Guru dapat menyampaikan kepada peserta didik tentang materi dalam bab maupun sub-bab tentang profesi dan kewirausahaan bidang pengelasan dan fabrikasi logam. Peserta didik dapat mengaitkan profesi dan kewirausahaan sesuai dengan perkembangan pengelasan dan fabrikasi logam yang ada di lingkungan sekitar. Hal ini dapat memberikan gambaran, pengalaman, maupun pengertian kepada peserta didik tentang profesi seorang *welder* dan peluang usaha apa saja yang ada di lingkungannya. Selain itu, perbedaan profesi dan jenis usaha pada setiap wilayah akan memperkaya pengetahuan peserta didik sesuai dengan karakter wilayahnya masing-masing.

B. Tujuan Pembelajaran dan Indikator Capaian

Tujuan Pembelajaran	Indikator Pencapaian
Peserta didik dapat memahami profesi dan kewirausahaan (<i>job-profile</i> dan <i>technopreneurship</i>), serta peluang usaha di bidang pengelasan.	Peserta didik mampu mengidentifikasi profesi dan kewirausahaan (<i>job-profile</i> dan <i>technopreneurship</i>) bidang pengelasan
	Peserta didik dapat mengidentifikasi berbagai profesi welder atau juru las di bidang pengelasan.
	Peserta didik mampu mengidentifikasi jenis wirausaha di bidang pengelasan.
	Peserta didik dapat mengidentifikasi peluang usaha di bidang pengelasan.

C. Pendahuluan

Pendahuluan dalam pembelajaran bertujuan untuk membangkitkan minat dan motivasi peserta didik, memberikan gambaran umum tentang topik yang akan dipelajari, dan mempersiapkan peserta didik untuk menerima informasi lebih lanjut. Pendahuluan dalam pembelajaran bisa berupa pengenalan tentang topik yang akan dibahas, mengaitkan topik dengan kehidupan sehari-hari peserta didik, mengenalkan guru atau fasilitator pembelajaran, dan memberikan gambaran tentang bagaimana pembelajaran akan berlangsung. Hal-hal ini dapat membantu peserta didik merasa tertarik, termotivasi, dan mempersiapkan diri secara mental agar dapat lebih mudah mengikuti pembelajaran yang akan disampaikan.

Pendahuluan pada pertemuan materi ini, guru dapat melakukan kegiatan sebagai berikut.

1. Guru memberikan sambutan dengan memberi salam kepada peserta didik.
2. Guru melakukan presensi kehadiran kepada peserta didik
3. Guru dapat melakukan kegiatan yang menyenangkan untuk membangkitkan semangat peserta didik seperti memberikan kuis, tebak kata, yel-yel, maupun permainan singkat.
4. Apersepsi

Guru menjelaskan tentang profesi welder sangat dibutuhkan dan dapat memberikan penghasilan yang baik. Untuk menjadi *Welder*, biasanya dibutuhkan pelatihan formal, seperti kursus pengelasan di lembaga pendidikan atau magang di perusahaan pengelasan. Setelah itu, seseorang dapat bekerja sebagai *Welder* di berbagai industri, seperti manufaktur, konstruksi, dan perbaikan mobil. Kemudian guru melakukan tanya jawab tentang profesi *welder*, misalkan Apakah kalian tertarik menjadi seorang *welder*? Atau mungkin ada diantara kalian yang ingin membuka peluang usaha di bidang pengelasan dan fabrikasi logam?. Selanjutnya guru memberikan informasi kepada peserta didik untuk memahami lebih jauh mengenai profesi dan kewirausahaan di bidang pengelasan dan fabrikasi logam.

Sebagai pembuka guru dapat menyampaikan besarnya gaji seorang welder di beberapa negara yang dapat bervariasi tergantung pada berbagai faktor seperti lokasi geografis, jenis industri atau perusahaan tempat bekerja, tingkat pengalaman dan sertifikasi, dan jenis pekerjaan yang dilakukan. Secara umum, berikut adalah perkiraan kisaran gaji welder di beberapa negara.

- a. Indonesia, Gaji rata-rata seorang welder di Indonesia sekitar Rp4 juta hingga Rp10 juta per bulan, tergantung pada pengalaman dan keterampilan.
 - b. Amerika Serikat, Gaji rata-rata seorang welder di Amerika Serikat sekitar \$18 hingga \$30 per jam, dengan gaji tahunan sekitar \$35.000 hingga \$60.000 tergantung pada pengalaman dan sertifikasi.
 - c. Kanada, Gaji rata-rata seorang welder di Kanada sekitar CAD 20 hingga CAD 40 per jam, dengan gaji tahunan sekitar CAD 40.000 hingga CAD 80.000 tergantung pada pengalaman dan lokasi.
 - d. Inggris, Gaji rata-rata seorang welder di Inggris sekitar £10 hingga £20 per jam, dengan gaji tahunan sekitar £18.000 hingga £40.000 tergantung pada pengalaman dan lokasi.
5. Guru menjelaskan kata kunci untuk menekankan pada topik yang dibahas yaitu profesi, kewirausahaan, peluang usaha, *welder*, *job profile*, *technopreneurship*.
 6. Guru menjelaskan tujuan pembelajaran pada pertemuan ke 5 dan 6 yaitu peserta didik dapat memahami profesi dan Kewirausahaan (*job-profile* dan *technopreneurship*), serta peluang usaha di bidang pengelasan.

7. Guru dapat mengakhiri kegiatan pendahuluan dengan membuka kesempatan bertanya dan menjawab kepada peserta didik untuk membantu memperjelas konsep atau topik yang belum dipahami dan menciptakan lingkungan pembelajaran yang interaktif.

D. Kegiatan Inti

Pada kegiatan inti, guru memberikan penjelasan tentang profesi dan peluang usaha di bidang pengelasan dan fabrikasi logam. Peserta didik diberikan penjelasan terkait dengan kewirausahaan (*job-profile* dan *technopreneurship*), profesi *welder* atau juru las, wirausaha di bidang pengelasan dan fabrikasi logam, peluang usaha bidang pengelasan dan fabrikasi logam. Sehingga peserta didik akan memiliki motivasi dan minat sebagai seorang *welder*, mengetahui peluang-peluang usaha dalam bidang pengelasan dan fabrikasi logam. Selain itu, diharapkan menumbuhkan jiwa kewirausahaan pada peserta didik, agar dapat menjadi pengusaha yang sukses di masa depan.

Pada pertemuan ke 5 dan 6, penekanan pada peserta didik untuk lebih mengenal lebih jauh tentang kewirausahaan (*job-profile* dan *technopreneurship*) yaitu apa saja pekerjaan seorang *welder* dan teknologi tepat guna di bidang pengelasan, profesi *welder* atau juru las yaitu tanggungjawab dan pekerjaan seorang *welder*, wirausaha yang ada di bidang pengelasan, serta peluang usaha yaitu bagaimana peserta didik mampu menciptakan peluang bisnis di bidang pengelasan dan fabrikasi logam. Pada kegiatan inti guru dapat mengaitkan dengan sumber tambahan belajar lainnya yang ada di lingkungan sekitar sekolah.

1. Kewirausahaan (*Job-Profile* dan *Technopreneurship*)

Seseorang yang memiliki keterampilan mengelas juga dapat membuka usaha di bidang teknologi tepat guna (TTG) dengan menciptakan inovasi-inovasi teknologi yang mampu memecahkan masalah dengan memberikan solusi bagi masyarakat sekitar. *Technopreneurship* adalah praktik menggunakan teknologi dan inovasi untuk mengembangkan dan meluncurkan bisnis baru. Seorang *technopreneur* adalah pengusaha yang menggabungkan keterampilan teknis dan keahliannya dengan kecerdasan bisnis untuk menciptakan, mengembangkan, dan mengkomersialkan produk atau layanan baru. *Technopreneur* biasanya berfokus pada pengembangan solusi inovatif untuk memenuhi kebutuhan pasar atau untuk memecahkan masalah tertentu.

Technopreneurship adalah pendorong penting pertumbuhan ekonomi, penciptaan lapangan kerja, dan kemajuan sosial. Individu atau organisasi

yang bergerak di bidang *technopreneurship* akan memanfaatkan kekuatan teknologi untuk menciptakan produk, layanan, dan model bisnis baru yang mengatasi tantangan sosial yang mendesak dan meningkatkan kehidupan masyarakat. Beberapa contoh pengusaha yang sukses di bidang technopreneur pengelasan dan fabrikasi logam, di antaranya:

- a. Ken A. Bianco Jr. merupakan pendiri dan CEO of 3D Metalforge, perusahaan yang mengkhususkan diri dalam manufaktur logam menggunakan teknologi pencetakan 3D.
- b. Elon Musk merupakan pendiri dari Tesla Motors, SpaceX, Neuralink, dan The Boring Company, Musk juga merupakan salah satu investor di perusahaan pengelasan dan fabrikasi logam bernama Mettle.
- c. Dr. Christopher H. Evans merupakan pendiri dan CEO of Evans Analytical Group (EAG), sebuah perusahaan yang menyediakan layanan analisis logam dan pengelasan.
- d. Kent L. Brown Jr. merupakan pendiri dan CEO of Innovative Weld Solutions, sebuah perusahaan yang mengkhususkan diri dalam pengembangan dan penerapan teknologi pengelasan.
- e. Jody Collier merupakan pendiri dan CEO of Weld.com, sebuah perusahaan yang menyediakan pelatihan pengelasan online dan konsultasi teknis.
- f. Jim Berge merupakan pendiri dan CEO of ProSpot International, sebuah perusahaan yang mengembangkan teknologi pengelasan otomatis untuk industri otomotif.
- g. David Johnson merupakan pendiri dan CEO of Impact Cryotherapy, sebuah perusahaan yang mengembangkan teknologi krioterapi untuk pengobatan cedera logam pada atlet.
- h. Robert Akers merupakan pendiri dan CEO of MetalTech-USA, sebuah perusahaan yang mengkhususkan diri dalam desain dan manufaktur produk logam untuk aplikasi arsitektur dan konstruksi.

Technopreneurship adalah individu yang memiliki perpaduan unik antara keahlian teknologi, kecerdasan bisnis, dan jiwa kewirausahaan. Biasanya seorang *technopreneurship* memiliki jiwa berani mengambil risiko yang bersedia mengejar ide-ide inovatif dan merangkul perubahan untuk mencapai tujuan. *Technopreneur* sangat penting dalam mendorong inovasi, menciptakan pasar baru, dan berkontribusi terhadap pertumbuhan dan pembangunan ekonomi. *Technopreneurship* dapat dilihat di berbagai

industri, contoh dengan melibatkan pengembangan dan komersialisasi teknologi baru, membangun model bisnis baru, dan menciptakan pasar baru. *Technopreneur* perlu memiliki pemahaman yang mendalam tentang teknologi, tren pasar, dan kebutuhan pelanggan untuk berhasil dalam usahanya. Beberapa contoh produk yang dapat dikembangkan di bidang pengelasan dan fabrikasi logam di antaranya:

- a. **Mesin las otomatis**
Technopreneur dapat memanfaatkan mesin las otomatis dengan efektif dan efisien untuk memproduksi suatu barang. Mesin las ini dapat digunakan untuk mempercepat produksi di pabrik atau untuk pengelasan di lapangan.
- b. **Produk fabrikasi logam**
Technopreneur dapat memproduksi berbagai produk dari logam, seperti meja, kursi, pintu, jendela, pagar, dan masih banyak lagi. Produk-produk ini dapat dibuat dengan desain yang unik dan inovatif, sehingga dapat menjadi daya tarik bagi konsumen.
- c. **Aplikasi pengelasan**
Technopreneur dapat mengembangkan aplikasi pengelasan yang dapat digunakan di ponsel atau komputer. Aplikasi ini dapat membantu teknisi pengelasan dalam membuat perencanaan dan menghitung jumlah material yang dibutuhkan untuk pengelasan.
- d. **Robot pengelas**
Technopreneur dapat memanfaatkan mesin las otomatis dengan efektif dan efisien untuk memproduksi suatu barang. Robot pengelas dapat membantu dalam meningkatkan efisiensi produksi dan mengurangi biaya tenaga kerja.
- e. **Layanan pengelasan dan fabrikasi logam**
Technopreneur dapat membuka usaha layanan pengelasan dan fabrikasi logam. Usaha ini dapat menyediakan jasa pengelasan dan pembuatan produk dari logam untuk berbagai industri, seperti konstruksi, otomotif, dan manufaktur.

2. Profesi welder atau juru las

Seorang *welder* adalah seorang profesional yang terampil dalam pengelasan logam dan bahan lainnya. Kualifikasi pendidikan sebagian besar *welder* memperoleh keterampilannya melalui pelatihan atau kursus di institusi pendidikan atau melalui pelatihan langsung di tempat kerja. Memilih menjadi

seorang *welder* harus memiliki kemampuan-kemampuan sebagaimana terlihat pada gambar berikut.



Gambar 3.1 Keterampilan yang harus dimiliki seorang *welder*
Sumber: American Welding Society 2022

Beberapa pihak industri atau persyaratan masuk kerja meminta sertifikasi dalam teknik pengelasan tertentu. Profil pekerjaan seorang *welder* dapat mencakup beberapa tugas berikut:

- Membaca gambar teknik dan spesifikasi untuk menentukan jenis dan jumlah pengelasan yang diperlukan.
- Menyiapkan material dengan membersihkan permukaan yang akan dilas, memotong bahan dengan mesin potong, dan mengatur posisi material.
- Menentukan jenis logam dan bahan yang akan digunakan untuk pengelasan, dan memilih peralatan yang sesuai.
- Menyiapkan peralatan pengelasan, seperti mesin las, alat pengukur, dan alat bantu lainnya.
- Melakukan pengelasan dengan menggunakan teknik yang tepat, seperti pengelasan MIG, TIG, SMAW, atau jenis las lainnya.
- Memeriksa hasil pengelasan untuk memastikan keakuratan dan kekuatan pengelasan.

- g. Menyelesaikan dokumen pengelasan, seperti laporan produksi, dan memperbaharui catatan yang diperlukan.
- h. Melakukan perawatan dan pemeliharaan terhadap peralatan las dan perlengkapan pengelasan, seperti membersihkan dan mengganti suku cadang.

Welder dapat bekerja di berbagai lingkungan dan kondisi kerja, termasuk di pabrik, bengkel, konstruksi, atau lapangan terbuka. Kondisi kerja dapat berupa lingkungan yang bising, panas, atau berdebu, sehingga seorang welder harus memahami dan menerapkan K3 saat bekerja. Seorang welder juga mungkin perlu bekerja dengan jadwal yang fleksibel, terutama jika diperlukan untuk bekerja pada malam hari atau akhir pekan.

Karier lanjutan seorang welder yang memiliki keterampilan yang kuat dan pengalaman kerja yang solid dapat diangkat ke posisi manajerial atau supervisor di masa depan. Beberapa welder juga memilih untuk melanjutkan pendidikan dan mendapatkan gelar sarjana atau magister dalam bidang teknik. Tabel berikut dapat menjadi gambaran bagi yang menginginkan berkarier di dunia pengelasan.

Tabel 3.1 Jenis-jenis karier di dunia pengelasan

Jenis Karier	Deskripsi pekerjaan
<i>Welder operator</i>	<i>Welder operator</i> adalah seseorang yang memiliki keahlian dan kemampuan untuk mengoperasikan mesin las dan melakukan proses pengelasan pada berbagai jenis material seperti logam dan baja. <i>Welder operator</i> bertanggung jawab untuk memastikan bahwa proses pengelasan dilakukan dengan aman dan efektif, sehingga hasilnya memenuhi standar kualitas yang diinginkan.
<i>Welding foreman</i>	<i>Welding foreman</i> adalah seorang profesional di bidang pengelasan yang bertanggung jawab untuk memimpin, mengawasi, dan mengatur aktivitas pengelasan dalam proyek konstruksi atau manufaktur. Tugas utama <i>welding foreman</i> adalah: <ol style="list-style-type: none"> 1. Memastikan bahwa pekerjaan pengelasan dilakukan dengan aman, efisien, dan tepat waktu, serta memenuhi standar kualitas yang ditetapkan. 2. Bertanggung jawab untuk merencanakan dan mengatur jadwal kerja, memantau penggunaan bahan dan peralatan, serta mengkoordinasikan dengan departemen lain seperti desain, teknik sipil, dan pengadaan material untuk memastikan bahwa proyek berjalan dengan lancar.

Jenis Karier	Deskripsi pekerjaan
<i>Welding Supervisor</i>	<p><i>Welding Supervisor</i> atau Pengawas Pengelasan adalah seorang profesional yang bertanggung jawab untuk mengawasi dan memimpin aktivitas pengelasan pada proyek konstruksi atau manufaktur. Tugas utama <i>Welding Supervisor</i> adalah:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Memastikan pekerjaan pengelasan dilakukan dengan aman, efisien, dan sesuai dengan spesifikasi dan standar kualitas yang ditetapkan. 2. Bertanggung jawab untuk mengawasi dan mengkoordinasikan pekerjaan dari beberapa <i>welding foreman</i> atau <i>welding inspector</i>. 3. Memastikan bahwa semua tim pengelas bekerja sesuai dengan jadwal dan spesifikasi proyek, memantau penggunaan bahan dan peralatan, serta memastikan bahwa semua prosedur keselamatan dan kualitas diikuti dengan benar. Sehingga <i>Welding Supervisor</i> selain keterampilan bidang pengelasan juga harus memiliki kemampuan untuk memimpin dan mengawasi tim pengelas yang terdiri dari beberapa <i>welding foreman</i> dan operator pengelas.
<i>Welding Inspector</i>	<p><i>Welding Inspector</i> adalah seorang profesional yang bertanggung jawab untuk melakukan pengawasan dan inspeksi terhadap pekerjaan pengelasan yang dilakukan pada proyek konstruksi atau manufaktur. <i>Welding Inspector</i> biasanya bekerja dengan <i>welding foreman</i> dan operator pengelas untuk memastikan bahwa semua pekerjaan pengelasan dilakukan dengan benar. Tugas utama <i>Welding Inspector</i> adalah:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Memastikan semua pekerjaan pengelasan dilakukan dengan tepat, aman, dan memenuhi standar kualitas yang ditetapkan. 2. Memiliki pengetahuan yang luas tentang teknik pengelasan, spesifikasi material, persyaratan keselamatan kerja, dan standar kualitas yang berlaku. 3. Mampu membaca dan memahami gambar teknis dan spesifikasi proyek, serta dapat melakukan pengujian untuk memastikan kekuatan, kepadatan, dan kualitas pengelasan. 4. Melakukan inspeksi pada bahan yang akan dilas, pengaturan mesin las, pemilihan bahan tambahan las, pengujian kekuatan las, dan pengecekan kualitas permukaan las. 5. <i>Welding Inspector</i> juga harus dapat mengeluarkan laporan dan sertifikasi untuk memastikan bahwa semua pekerjaan pengelasan memenuhi standar keselamatan dan kualitas yang ditetapkan oleh industri. 6. Berkomunikasi dengan jelas dan efektif dengan anggota tim pengelas, insinyur, arsitek, dan manajer proyek.

Jenis Karier	Deskripsi pekerjaan
<i>Welding Engineer</i>	<p><i>Welding Engineer</i> atau Insinyur Pengelasan adalah seorang profesional yang memiliki pengetahuan yang luas dan kemampuan teknis dalam bidang pengelasan dan teknologi material. <i>Welding Engineer</i> biasanya bekerja di industri manufaktur, konstruksi, atau rekayasa, dan bertanggung jawab untuk merancang dan mengembangkan proses pengelasan untuk produk-produk yang dibuat atau proyek-proyek yang dilaksanakan. Tugas utama <i>Welding Engineer</i> adalah:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Merancang, mengembangkan, dan memperbaiki proses pengelasan yang efisien dan aman untuk berbagai aplikasi industri. 2. Melakukan perhitungan dan analisis untuk menentukan jenis bahan, metode pengelasan, bahan tambahan, dan parameter pengelasan yang tepat untuk memastikan kekuatan, keamanan, dan kualitas produk yang dihasilkan. 3. Bertanggung jawab untuk memastikan bahwa semua proses pengelasan memenuhi standar keselamatan dan lingkungan yang ditetapkan oleh industri, serta mengawasi dan memimpin tim teknisi dan operator pengelas. 4. Memiliki pengetahuan yang luas tentang material, desain produk, teknologi pengelasan, pengujian material, dan persyaratan keselamatan kerja. 5. Membaca dan memahami gambar teknis dan spesifikasi proyek, serta memiliki kemampuan untuk memimpin dan mengawasi tim teknisi dan operator pengelas. 6. Berkomunikasi dengan jelas dan efektif dengan anggota tim, manajemen, dan pelanggan.
<i>Welding Educator</i>	<p>Welding Educator atau Pendidik Pengelasan adalah seorang profesional yang mengajar dan melatih peserta didik atau pelatih tentang teknik pengelasan, bahan, dan prosedur keselamatan yang berhubungan dengan pengelasan. Welding Educator dapat bekerja di berbagai jenis lembaga pendidikan, seperti sekolah teknik, perguruan tinggi, pusat pelatihan, dan program sertifikasi. Welding educator harus memiliki pengetahuan yang luas tentang teknik pengelasan, bahan, dan prosedur keselamatan yang berhubungan dengan pengelasan, serta keterampilan untuk memberikan pengajaran yang efektif. Tugas utama Welding Educator adalah:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menyediakan pelatihan praktis dan teoritis yang diperlukan bagi peserta didik atau pelatih untuk mempelajari teknik pengelasan dengan benar dan aman.

Jenis Karier	Deskripsi pekerjaan
	<ol style="list-style-type: none"> 2. Bertanggung jawab untuk merancang dan mengembangkan kurikulum yang sesuai dengan standar industri dan persyaratan sertifikasi. <i>Welding Educator</i> juga harus dapat memilih materi ajar yang tepat dan mempersiapkan peralatan dan bahan yang diperlukan untuk pelatihan praktis. Selain itu, <i>Welding Educator</i> harus memantau kemajuan peserta didik atau pelatih dan memberikan umpan balik yang tepat. 3. Memahami cara berkomunikasi dengan peserta didik atau pelatih dari berbagai latar belakang dan kemampuan. 4. Mengajarkan keterampilan teknis, memfasilitasi diskusi, dan mengembangkan keterampilan sosial dan kepemimpinan. <i>Welding Educator</i> harus mengikuti tren dan teknologi baru dalam pengelasan untuk memastikan bahwa program selalu terbaru dan efektif.

Welder dapat bekerja di berbagai sektor industri, seperti manufaktur, konstruksi, perkapalan, otomotif, dan perbaikan atau perawatan peralatan. *Welder* harus memahami prinsip-prinsip keselamatan kerja dan menggunakan perlindungan diri yang sesuai untuk menghindari cedera dan kerusakan akibat paparan panas, radiasi, dan bahan kimia. Selain itu, *welder* juga harus memahami persyaratan kualitas dan standar industri yang berlaku untuk memastikan bahwa hasil pengelasan sesuai dengan standar yang ditetapkan.

3. Wirausaha di bidang pengelasan dan fabrikasi logam

Wirausaha di bidang pengelasan memiliki peluang yang baik, terutama dengan meningkatnya kebutuhan akan pengelasan dalam industri dan konstruksi. Berikut ini merupakan beberapa jenis usaha di bidang pengelasan di antaranya:

- a. Jasa pengelasan konstruksi, usaha ini fokus pada pengelasan untuk konstruksi, seperti gedung, jembatan, dan infrastruktur lainnya.
- b. Bengkel pengelasan, usaha ini fokus pada pengerjaan pengelasan untuk kebutuhan kendaraan, seperti mobil, motor, dan alat berat.
- c. Jasa pengelasan pipa, usaha ini fokus pada pengelasan pipa untuk sistem pipa air, gas, dan minyak.
- d. Penjualan peralatan pengelasan, usaha ini fokus pada penjualan peralatan pengelasan seperti mesin pengelas, aksesoris, dan bahan-bahan pengelasan.
- e. Pelatihan pengelasan, usaha ini fokus pada memberikan pelatihan atau kursus pengelasan kepada masyarakat atau perusahaan.

- f. Pengelasan artistik, usaha ini fokus pada pengelasan untuk membuat karya seni, dekorasi rumah atau hiasan taman.

Pemilihan jenis usaha yang ingin dijalankan, pastikan untuk mempertimbangkan permintaan pasar di wilayah masing-masing, serta kemampuan dalam menyediakan layanan yang berkualitas dan kompetitif seperti selalu menerapkan kontrol kualitas produk.

4. Peluang usaha bidang pengelasan dan fabrikasi logam

Peluang usaha di bidang pengelasan sangat menjanjikan, terutama dengan pertumbuhan industri dan konstruksi yang terus berkembang. Menjadi wirausaha di bidang pengelasan yang dapat dilakukan oleh perseorangan atau kelompok dengan memulai, mengelola, dan mengembangkan usaha di bidang pengelasan. Seorang wirausaha di bidang pengelasan dapat berupa bengkel atau toko pengelasan, menyediakan jasa pengelasan untuk berbagai kebutuhan, memproduksi produk-produk dari logam, atau menjual peralatan pengelasan. Wirausaha pengelasan harus memiliki pengetahuan dan keterampilan yang cukup di bidang pengelasan, baik dari segi teknis maupun manajemen usaha. Selain itu, wirausaha pengelasan juga harus memiliki kreativitas dan inovasi dalam mengembangkan produk dan jasa yang ditawarkan agar bisa bersaing di pasar yang semakin kompetitif.

Beberapa peluang usaha di bidang pengelasan yang dapat dipertimbangkan antara lain:

a. Membuka bengkel pengelasan untuk berbagai kebutuhan

- 1) Perbaikan besi dan baja, jasa ini sangat diperlukan di berbagai sektor, seperti industri konstruksi, otomotif, dan pelayaran. Untuk jenis jasa ini dapat dilakukan dengan melakukan perbaikan dan perawatan besi dan baja, termasuk di antaranya pengelasan struktur besi, perbaikan mesin, dan pemeliharaan kapal.
- 2) Pembuatan tangki dan silo, jasa ini merupakan bisnis yang menjanjikan, terutama untuk pengelas/*welder* yang terampil dalam pembuatan dan perakitan. Untuk jenis jasa ini dapat memproduksi tangki dan silo untuk berbagai keperluan, mulai dari industri makanan dan minuman, petrokimia, hingga pertanian.
- 3) Pembuatan konstruksi besi, jasa ini merupakan jenis bisnis yang cukup menjanjikan karena permintaannya yang terus meningkat. Untuk jenis jasa ini dapat bisa memproduksi berbagai jenis konstruksi besi, seperti pagar, pintu, tangga, dan lain sebagainya.

- 4) Pengelasan pipa, jasa ini merupakan bisnis yang cukup populer, terutama untuk konstruksi pipa di industri migas, air, dan gas. Untuk jenis jasa ini dapat menyediakan jasa pengelasan pipa baja, pipa *stainless steel*, dan lain-lain.
- 5) Pengelasan aluminium, jasa ini juga merupakan bisnis yang cukup menjanjikan, terutama karena aluminium adalah bahan yang banyak digunakan dalam industri otomotif, pesawat terbang, dan lain-lain.
- 6) Pembuatan produk kreatif, selain jenis-jenis usaha di atas, juga bisa mengembangkan kreativitas dalam pengelasan dengan membuat berbagai produk unik dan menarik. Contohnya adalah meja dan kursi dari besi, hiasan dinding, dan lain sebagainya.

b. Membuka toko peralatan pengelasan

Wirausaha peralatan pengelasan merupakan usaha yang berkaitan dengan produksi dan penjualan peralatan pengelasan. Usaha ini dapat berupa toko atau bengkel yang menyediakan peralatan pengelasan kepada pelanggan, maupun produksi dan penjualan peralatan tersebut secara mandiri. Beberapa contoh produk yang dapat dijual antara lain alat-alat pengelasan seperti las listrik, las gas, las TIG, las MIG maupun jenis mesin las lainnya. Selain itu, usaha ini juga dapat memproduksi mesin-mesin industri atau teknologi tepat guna seperti alat-alat pertanian, kendaraan, atau bahkan produk-produk konstruksi seperti atap, pintu, dan jendela.

Beberapa hal yang perlu dipertimbangkan dalam memulai usaha ini antara lain:

1) Riset pasar dan persaingan

Sebelum memulai usaha, sebaiknya dilakukan riset pasar untuk mengetahui kebutuhan dan preferensi pelanggan terhadap peralatan pengelasan dan untuk mengetahui persaingan bisnis di wilayah tersebut dan bagaimana strategi yang dapat diterapkan untuk bersaing dengan kompetitor.

2) Menentukan produk dan layanan

Tentukan produk peralatan pengelasan yang akan dijual dan layanan apa yang akan ditawarkan kepada pelanggan. Misalnya, penyediaan peralatan pengelasan dengan harga terjangkau, layanan purna jual, atau bahkan jasa pengelasan secara langsung.

3) Menentukan harga

Tentukan harga yang kompetitif dan menguntungkan dengan mempertimbangkan biaya produksi, biaya pemasaran, dan keuntungan yang diharapkan.

4) Mempromosikan bisnis

Promosikan usaha melalui berbagai strategi pemasaran, seperti media sosial, iklan online, brosur, atau lainnya.

5) Membangun jaringan bisnis

Bangun jaringan bisnis dengan pemasok dan pelanggan potensial. Jalin kerja sama dengan pemasok bahan baku dan peralatan untuk mendapatkan harga yang lebih murah, serta jalin hubungan baik dengan pelanggan untuk mempertahankan bisnis.

6) Menjaga kualitas produk dan layanan

Pastikan produk dan layanan yang disediakan berkualitas dan memuaskan pelanggan. Hal ini akan membantu mempertahankan usaha dan meningkatkan reputasi bisnis di mata pelanggan.

Usaha di bidang pengelasan memerlukan keterampilan pengelasan yang baik, peralatan pengelasan yang memadai, serta sertifikasi dan izin usaha yang diperlukan. Selain itu juga perlu mempertimbangkan aspek keselamatan kerja, lingkungan, dan biaya produksi untuk memastikan bisnis pengelasan dapat berjalan secara efisien dan sukses.

E. Aktivitas Peserta Didik

Peserta didik melakukan pengamatan pada gambar maupun video yang ditayangkan dan dijelaskan oleh guru. Peserta didik memperhatikan dengan cermat apa yang disampaikan guru. Selain itu, guru dapat memfasilitasi dan membantu peserta didik untuk memperoleh pemahaman dan pengetahuan melalui penerapan model Pembelajaran Berbasis Proyek (PBP). Pembelajaran berbasis proyek (PBP) adalah metode pembelajaran yang menekankan pada pengembangan keterampilan praktis dan pemecahan masalah dengan membuat proyek yang relevan dan kontekstual. Guru memfasilitasi peserta didik untuk mengembangkan keterampilan kewirausahaan melalui latihan-latihan yang berfokus pada aspek-aspek kewirausahaan seperti manajemen bisnis, pemasaran, dan inovasi. Berikut langkah-langkah dalam proses Pembelajaran Berbasis Proyek (PBP) yaitu:

1. Menentukan topik proyek

Guru dan peserta didik bekerja sama untuk menentukan topik proyek yang sesuai dengan kurikulum, minat, dan konteks lokal. Topik harus relevan dan menarik bagi peserta didik, serta dapat memberikan pengalaman yang berarti dalam pembelajaran kewirausahaan. Contoh: peluang usaha di bidang kerajinan logam.

2. Merancang proyek

Peserta didik dan guru merancang proyek dengan tujuan, sasaran, hasil yang diinginkan, dan sumber daya yang dibutuhkan. Proyek harus mencakup aspek kewirausahaan seperti analisis pasar, pengembangan produk, dan strategi pemasaran.

3. Pembagian tugas

Peserta didik dibagi ke dalam kelompok kerja dan ditugaskan untuk melakukan tugas-tugas tertentu sesuai dengan kemampuan masing-masing. Tugas-tugas ini harus saling terkait dan saling mendukung untuk mencapai tujuan proyek.

4. Pelaksanaan proyek

Peserta didik memulai pelaksanaan proyek dengan mengumpulkan data, melakukan riset, dan membangun rencana kerja. Selama proses pelaksanaan, guru dan peserta didik harus terus memantau kemajuan proyek dan melakukan evaluasi terhadap hasil yang telah dicapai.

5. Presentasi hasil proyek

Peserta didik mempresentasikan hasil proyek di depan kelas atau publik yang relevan dengan proyek tersebut. Presentasi ini harus mencakup semua aspek proyek, mulai dari analisis pasar, pengembangan produk, hingga strategi pemasaran.

6. Evaluasi hasil proyek

Peserta didik dan guru melakukan evaluasi terhadap hasil proyek dan proses pembelajaran yang telah dilakukan. Evaluasi ini bertujuan untuk mengukur keberhasilan proyek dan memberikan umpan balik bagi peserta didik dan guru dalam pengembangan pembelajaran berikutnya.

7. Refleksi dan pengembangan diri

Peserta didik melakukan refleksi terhadap pengalaman dan pembelajaran yang telah diperoleh selama pelaksanaan proyek, serta merencanakan pengembangan diri yang lebih lanjut dalam kewirausahaan.

Langkah-langkah di atas dapat diadaptasi sesuai dengan konteks dan kebutuhan peserta didik. Penting untuk memastikan bahwa peserta didik terlibat aktif dalam seluruh proses pembelajaran berbasis proyek, sehingga dapat memperoleh pengalaman praktis dan keterampilan kewirausahaan yang berarti.

F. Penutup

Pada kegiatan penutup guru dapat melakukan kegiatan dengan merefleksikan, mengonsolidasikan, dan mengevaluasi apa yang telah dipelajari oleh peserta didik. Langkah-langkah kegiatan penutup dapat dilakukandi antaranya:

1. Guru dapat memberikan ringkasan materi yang telah dipelajari di kelas. Peserta didik dapat diminta untuk menyebutkan kembali beberapa poin penting yang telah dipelajari untuk memastikan tentang memahami materi dengan baik. Sebagai contoh apa saja deskripsi pekerjaan menjadi seorang *welder*? Karier dalam dunia pengelasan apa saja? Apa saja peluang usaha di bidang pengelasan dan fabrikasi logam?
2. Guru dapat memberikan tes soal pilihan ganda atau soal uraian yang telah tersedia pada buku siswa untuk mengevaluasi pemahaman peserta didik terhadap materi yang telah dipelajari.
3. Guru dapat meminta peserta didik untuk merenungkan apa yang telah dipelajari dalam materi profesi dan kewirausahaan di bidang pengelasan dan fabrikasi logam kemudian guru menanyakan kepada peserta didik. Contoh pertanyaan: jika kalian membuka usaha bidang pengelasan, jenis usaha apa yang ingin kalian dirikan?
4. Guru dapat memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk bertanya atau mengajukan pertanyaan terkait dengan materi profesi dan kewirausahaan bidang pengelasan dan fabrikasi logam.

G. Penilaian

Penilaian dapat dilakukan baik secara lisan maupun tertulis melalui tes soal pilihan ganda, soal uraian, maupun penugasan. Guru dapat menggunakan soal-sol tes dalam buku siswa maupun menggunakan sola tes sendiri. Penekanan

penilaian pada pengetahuan, sikap, dan produk yang dihasilkan peserta didik selama proses belajar berlangsung. Contoh lembar penilaian produk sebagai berikut.

Nama Siswa/ Kelompok :
Kelas :
Semester :
Tahun pelajaran :
Mata Pelajaran :
Judul Proyek :

No.	Aspek yang dinilai	Skor
1	Desain produk	
2	Kualitas produk	
3	Ketelitian	
4	Kebermanfaatan	
5	Metode pemasaran	
	Maksimal skor	100

H. Sumber Belajar yang Digunakan

1. Sumber belajar utama

- Video dan gambar profesi dan kewirausahaan bidang pengelasan dan fabrikasi logam.
- Kemendikbudristek. 2023. Dasar-Dasar Teknik Pengelasan Dan Fabrikasi Logam. Buku Siswa Kelas X, Jakarta: Pusat Kurikulum dan Perbukuan.
- Internet
- Laptop dan proyektor

2. Sumber belajar alternatif

Sumber belajar alternatif dapat dilakukan guru dengan menggunakan dan atau mengaitkan materi yang sedang dijelaskan dengan lingkungan atau industri yang ada di sekitar . Contoh usaha-usaha di lingkungan sekitar bidang pengelasan dan fabrikasi logam atau lainnya.

3. Sumber belajar tambahan

Guru dapat menambah sumber belajar tambahan dengan melakukan kunjungan ke tempat bisnis yang ada di sekitar untuk meninjau proses usaha serta profile pekerjaan welder yang digunakan dalam pengelasan dan fabrikasi logam. Guru juga dapat mengembangkan sumber belajar tambahan dengan memberikan materi berupa gambar atau video motivasi menjadi pengusaha bidang pengelasan dan fabrikasi logam kepada peserta didik. Selain itu, guru juga dapat mengundang alumni atau instruktur dari industri yang berkarier di bidang pengelasan, sehingga akan dapat memotivasi peserta didik dalam berwirausaha.

KUNCI JAWABAN

Tugas Individu

Analisis peluang usaha bidang pengelasan dan fabrikasi logam

Jenis usaha : pembuatan kanopi

No	Faktor Kegagalan	Faktor Kesuksesan
1	Kurangnya pengalaman	Memiliki motivasi dan didukung dengan pengalaman bekerja bidang las
2	Peralatan masih konvensional	Peralatan dan mesin sudah modern
3	Harga jual produk mahal	Survei sehingga harga jual yang lebih murah dibandingkan pesaing
4	Tempat kerja kumuh	Sapa dan layani pelanggan dengan penuh rasa hormat dan penuhi keinginannya
5		Ada garansi produk/barang
6		Menggunakan teknologi informasi mempromosikan jenis usaha dan produk

Soal uraian

1. Kewirausahaan adalah sebuah proses menciptakan/mengerjakan sesuatu yang baru atau kreatif dan berbeda (inovatif) yang bermanfaat dan memiliki nilai tambah dalam ekonomi.
2. *Entrepreneur* merupakan individu yang menciptakan bisnis yang baru dan inovatif, bersedia menanggung sebagian besar risiko, dan bisa menikmati sebagian besar keuntungannya.
Technopreneurship merupakan *entrepreneurship* yang memiliki kemampuan berwirausaha dengan menggunakan pengetahuan atas teknologi dalam menjalankan usahanya.
3. *Job profile* adalah gambaran umum mengenai jenis pekerjaannya yang akan dilakukan oleh pekerja (juru las).
Job description adalah gambaran mengenai peran pekerjaan yang akan pekerja lakukan.
4. Perbedaan juru las kelas I, II dan III menurut Permenakertrans No : Per. 02/Men/1982 (lampiran 1, Tabel 1)

No.	Jenis Konstruksi	Juru Las Kelas I	Juru Las Kelas II	Juru Las Kelas III
I	Ketel - ketel uap, bejana tekan, aparat, industri kimia dan industri perminyakan	Sambung - sambungan pada bagian-bagian yang mengalami tekanan (over druk-over druk) misalnya badan silindris, front, dinding pipa-pipa sebagai penguat, penguatpenguat dinding, plendes sambung sambungan pipa dan pipa-pipa bertekanan	tangan, penyangga, isolasi, bagian dari dapur pengapian ketel uap.	Pekerjaan-pekerjaan las yang tidak menderita tekanan salad-salat bagian luar
II	Mesin dan alat kerja	Penyangga lager, kerang turbine, konstruksi roda, plendes-plendes dan lain-lain bagian mesin	Penguat-penguat, konsul-konsul, lubang-lubang inspeksi dan lain-lain.	Roda-roda alat peladenan, konstruksi dudukan yang ringan pelat-pelat pelindung.
III	Alat-alat angkat dan transport	Penyangga-penyangga jembatan pemuat, giokon vonkranen (tuas dan kran), pertalen voorkranen.	Pekerjaan las sambungan pada pekerjaan sambungan golongan I dengan sifat sederhana dan sedang, tromol lier (Winch) kerangka lier, bordes - bordes penguatpenguat.	Kotak-kotak pe lindung, tangga dan anak tangga, potorpotor ballast.
IV	Konstruksi baja.	Alat-alat angkat (kraan) Pintu pintu air mentase khusus.	Kolom-kolom, pelat-pelat dasar, pengantungpengantung ketel/ bejana tekan.	Got-got, pipa-pipa, saluran, jendelajendela, balok-balok dinding.
V	Jembatan	Dlurung Induk (hoofdlinggers) penyangga - penyangga melintang, diagonal - diagonal dan batang-batang ver tikal, penguat-penguat, penyangga-penyangga angin	Bordes-bordes, konsel-konsel tangga.	Pekerjaan-pekerjaan pipa, saluran, got-got.

No.	Jenis Konstruksi	Juru Las Kelas I	Juru Las Kelas II	Juru Las Kelas III
VI	Saluran-saluran pipa	Pipa-pipa Uap, pipapipa penyalur bahan yang kerofis, mudah terbakar dan beracun, saluran-saluran pipa di pakai pada suhu rendah.	Pipa-pipa air dingin, distribusi gas sejauh pekerjaannya dilakukan secara mudah dan sederhana	
VII	Peralatan kereta api	Pelanting-pelanting (atel, drasi, wieg, balk), balok-balok bumper, konstruksi bagian-bagian penyangga kereta, sambungan pokok dan pada pelanting	Lokomotif-lokomotif dan kereta-kereta kerangka.	Konstruksi ringan seperti langit-langit kerangka atap kereta, dinding-dinding dan lain-lain

5. Jenis pekerjaan bidang fabrikasi logam antara lain bengkel las, *construction welders, manufacturing welders, structural steel welders, sheet metal workers, industrial maintenance welders, motorsports welders.*

Soal uraian singkat

- Tugas utama seorang *welder* adalah melakukan penyambungan atau pengelasan pada logam/metal, bisa berupa besi, stainless, alumunium, tembaga, kuningan dan lain – lain sesuai dengan kualifikasi yang dimiliki.
- Job profil *welder* :
 - Plate welder* memiliki tugas melakukan pengelasan material yang berupa pelat dibuat dengan kampuh (teknik penyambungan) dan dengan alur (*with groove*).
 - Fillet welder* memiliki tugas melakukan pengelasan material tanpa kampuh (teknik penyambungan) dan tanpa alur (*without groove*).
 - Underwater welder* memiliki tugas melakukan proses pengelasan dalam kondisi di dalam air dengan kedalaman tertentu.
 - Pipe welder* memiliki tugas melakukan pengelasan material berupa pipa (*tube*), baik pipa besar maupun pipa kecil.
- Ciri-ciri tukang las yang berkualitas yaitu mengetahui kualitas sambungan las, memiliki kualifikasi pengelasan tertentu, memiliki ketrampilan teknis (mampu membaca gambar teknik, menguasai berbagai teknik pengelasan, memahami karakteristik logam dan material lainnya, memahami standar keselamatan dan peraturan yang berlaku dalam pengelasan, memiliki keterampilan dalam penggunaan peralatan *welding* yang meliputi mesin las, regulator gas, dan berbagai peralatan lainnya yang diperlukan dalam pengelasan).
- Profil *technopreneur* yang dibutuhkan di era global diantaranya yaitu optimalisasi teknologi dan informasi, implementasi keilmuan teknis rekayasa, percaya diri, berorientasi tugas dan hasil, pengambil resiko, kepemimpinan, orisinalitas, dan berorientasi masa depan.
- Posisi pengelasan menurut AWS yaitu DH (*Down Hand*), HZ (*Horizontal*), V (*Vertical*), OH (*Overhead*)
- Welding Inspector Comprehensive*, memiliki kompetensi dalam melakukan interpretasikan pada peralatan, proses, dan produk sesuai (WPS), kemudian mampu melakukan review pada material induk dan elektroda sesuai WPS, menjamin mutu pada proses pengelasan, melakukan identifikasi WPS.
Welding Inspector Standard, memiliki kompetensi untuk melakukan identifikasi WPS, inspeksi visual, merencanakan inspeksi las, melakukan uji penetrasi, uji magnetic dan *ultrasonic test*.
Welding Inspector Basic, memiliki kompetensi untuk melakukan inspeksi visual, melakukan uji penetrasi dan uji partikel *magnetic*.
- Tukang potong plat (manual atau otomatis), tukang tekuk pelat atau pipa dengan mesin *bending*, tukang cat.
- Tugas instruktur las pada bidang pendidikan dan pelatihan yaitu mendidik siswa dalam teori dan metode praktis pengelasan (teknik pengelasan, penentuan posisi, pemasangan, pengaturan peralatan, teori pengelasan, metalurgi dan kemampuan las logam, pembacaan cetakan, penggunaan kode dan standar pengelasan, dan bahkan pemeriksaan las).

9. *Welding Procedure Specification* (WPS) sebagai prosedur tertulis tentang pengelasan yang sudah terqualifikasi untuk memberikan arahan pada welder dalam membuat pengelasan produksi (*production weld*) sesuai dengan persyaratan dari standar yang dipakai. Jika WPS tidak dipahami, maka dapat berdampak pada kekuatan hasil pengelasan, menyebabkan terbuangnya material, proses pengelasan tidak efisien sehingga biaya yang ditimbulkan menjadi besar.
10. Jika lulus uji sertifikasi pengelasan, maka dapat dipastikan *welder* tersebut memiliki kompetensi yang dapat dipertanggungjawabkan baik dari sisi pengetahuan dan ketrampilan dalam pengelasan sesuai dengan jenis sertifikasi pengelasan yang dimiliki.

Tes Unjuk Kerja (Tugas Kelompok)

1. Tahapan dalam memulai karier
 - a. Tahap *Eksploration* (Usia 21-25 Tahun), mencoba untuk terus mencari jenis pekerjaan yang cocok, selanjutnya mencoba untuk fokus pada pekerjaan tersebut.
 - b. Tahap *Establishment* (Usia 25-35 Tahun), mempelajari pekerjaan baru, mendapatkan saran dan masukan dari rekan kerja, dan mengembangkan ataupun meningkatkan keterampilan.
 - c. Tahap *Mid-Career* (Usia 35-45 Tahun), berkomitmen terhadap pekerjaan, menerima tanggung jawab yang lebih besar dan penghargaan serta pengakuan yang dihasilkan.
 - d. Tahap *Late-Career* (Usia 45-55 Tahun), memilih untuk mengajar orang lain untuk menjadi seorang penerus.
 - e. Tahap *Decline* (Usia 55-65 Tahun), pensiun, meluangkan waktu bersama keluarga dan teman-teman, mengembangkan minat baru, atau menjadi sukarelawan.
2. Strategi agar karier dapat menduduki posisi yang strategis yaitu komitmen, disiplin, mampu bekerjasama dengan tim, bersikap profesional, introspeksi diri, toleransi, menjaga koneksi.
3. Kompetensi apa saja yang perlu dipersiapkan/dibutuhkan untuk dapat bertahan di era globalisasi?
 - a. Kemampuan beradaptasi terhadap perkembangan teknologi dan sosial
 - b. Kompetensi Intelektual (berpikir dan bernalar, kreatif inovatif, kemampuan memecahkan masalah, dan kemampuan mengambil keputusan strategis)
 - c. Kompetensi personal (jujur, disiplin, mandiri, kritis, dan bertanggung jawab)
 - d. Kompetensi komunikatif (mengusai bahasa Inggris sebagai bahasa universal)
 - e. Kompetensi sosial Budaya (kerjasama)
 - f. Kompetensi bidang teknologi (mengikuti perkembangan teknologi)
4. Bagaimana strategi untuk dapat eksis dalam bidang pengelasan dan fabrikasi logam di era globalisasi?

Kreatif dan inovatif dalam menciptakan produk, belajar dari kompetitor, menciptakan produk yang berkualitas, kenali dan pahami serta gunakan teknologi, perluas jaringan bisnis, ikuti perkembangan pasar, memberikan pelayanan terbaik kepada pelanggan, melakukan pemasaran produk/jasa secara digital.

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023

Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis: Kurniawan Susanta, Khusni Syaqui
ISBN: 978-623-194-533-4 (PDF)

BAB 4

KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA LINGKUNGAN HIDUP (K3LH) DAN BUDAYA KERJA INDUSTRI



Materi 4. Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Hidup (K3LH) dan Budaya Kerja Industri

Alokasi waktu 8 JP (4 Pertemuan)

Guru dapat mengadaptasi situasi pembelajaran yang sedang berlangsung dengan mempertimbangkan perbedaan kondisi, kemampuan, dan potensi setiap peserta didik.

A. Deskripsi Materi

Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Hidup (K3LH) dan Budaya Kerja Industri adalah dua hal yang saling terkait erat dalam dunia industri. K3LH berkaitan dengan upaya untuk menjaga kesehatan dan keselamatan para pekerja, serta menjaga lingkungan agar tetap aman dan terlindungi dari dampak negatif yang dihasilkan dari proses produksi. Sedangkan budaya kerja industri mencakup nilai-nilai, sikap, dan perilaku yang dianut oleh pekerja di dalam lingkungan kerja.

K3LH dan budaya kerja industri sama-sama penting karena keduanya dapat memengaruhi keselamatan dan kesehatan pekerja di tempat kerja. Pekerja yang memiliki pemahaman yang baik tentang K3LH dan sadar akan pentingnya keselamatan dan kesehatan di tempat kerja akan lebih mungkin untuk mematuhi prosedur keselamatan, serta menerapkan praktik-praktik yang aman di tempat kerja. Sebaliknya, pekerja yang kurang peduli dengan K3LH cenderung mengabaikan prosedur keselamatan dan mengambil risiko yang tidak perlu, yang dapat mengakibatkan cedera atau bahkan kematian.

Budaya kerja industri yang positif juga dapat membantu mendorong keselamatan dan kesehatan di tempat kerja. Misalnya, jika lingkungan kerja didominasi oleh nilai-nilai seperti kejujuran, kerjasama, dan saling menghargai, maka pekerja akan lebih mungkin untuk memperhatikan keamanan dan kesehatan rekan kerja, serta mematuhi prosedur keselamatan. Di sisi lain, jika budaya kerja industri didominasi oleh nilai-nilai seperti persaingan dan individualisme, maka pekerja cenderung lebih fokus pada tujuan pribadi daripada keselamatan dan kesehatan di tempat kerja.

Oleh karena itu, penting bagi guru dan peserta didik untuk memperhatikan baik K3LH maupun budaya kerja industri dalam menjalankan operasinya. Sekolah dan guru dapat mengadopsi strategi yang terintegrasi untuk memastikan keselamatan dan kesehatan di tempat kerja, serta membangun budaya kerja industri yang positif yang mendukung keselamatan dan Kesehatan warga sekolah.

Pada materi ini akan dibahas mengenai Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Lingkungan Hidup (K3LH), sumber bahaya pekerjaan, bahaya yang timbul dalam pekerjaan las, penyebab kecelakaan kerja, penerapan budaya kerja industri (5R). Guru dapat menyampaikan kepada peserta didik tentang materi dalam bab maupun sub-bab tentang K3LH dan budaya kerja industri. Guru dan peserta didik dapat mengaitkan K3LH dan budaya kerja industri sesuai dengan perkembangan industri yang ada dan berdasarkan lingkungan sekitar. Hal ini dapat memberikan gambaran, pengalaman, maupun pengertian kepada peserta didik tentang K3LH dan budaya kerja industri apa saja yang ada di industri dan lingkungannya. Selain itu, perbedaan K3LH dan budaya kerja di setiap industri dan setiap wilayah akan memperkaya pengetahuan peserta didik sesuai dengan karakter masing-masing.

B. Tujuan Pembelajaran dan Indikator Capaian

Tujuan Pembelajaran	Indikator Pencapaian
Peserta didik mampu menerapkan K3LH dan budaya kerja industri, antara lain praktikpraktik kerja yang aman, bahaya-bahaya di tempat kerja, prosedur-prosedur dalam keadaan darurat, dan penerapan budaya kerja industri seperti 5R (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin), dan etika kerja.	Peserta didik mampu memahami Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Lingkungan Hidup (K3LH) serta budaya kerja industri.
	Peserta didik dapat mengidentifikasi sumber-sumber bahaya di tempat kerja.

Tujuan Pembelajaran	Indikator Pencapaian
	Peserta didik dapat mengidentifikasi bahaya-bahaya yang timbul di tempat kerja.
	Peserta didik dapat mengidentifikasi jenis dan kegunaan Alat Pelindung Diri (APD) sesuai jenis pekerjaan.
	Peserta didik dapat mengidentifikasi penyebab kecelakaan kerja di tempat kerja.
	Peserta didik dapat menerapkan budaya kerja 5R (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin), dan etika kerja di tempat kerja.

C. Pendahuluan

Pendahuluan dalam pembelajaran bertujuan untuk membangkitkan minat dan motivasi peserta didik, memberikan gambaran umum tentang topik yang akan dipelajari, dan mempersiapkan peserta didik untuk menerima informasi lebih lanjut. Pendahuluan dalam pembelajaran bisa berupa pengenalan tentang topik yang akan dibahas, mengaitkan topik dengan kehidupan sehari-hari peserta didik, mengenalkan guru atau fasilitator pembelajaran, dan memberikan gambaran tentang bagaimana pembelajaran akan berlangsung. Hal-hal ini dapat membantu peserta didik merasa tertarik, termotivasi, dan mempersiapkan diri secara mental agar dapat lebih mudah mengikuti pembelajaran yang akan disampaikan.

Pendahuluan pada pertemuan materi ini, guru dapat melakukan kegiatan sebagai berikut.

1. Guru memberikan sambutan dengan memberikan salam kepada peserta didik.
2. Guru melakukan presensi kehadiran kepada peserta didik
3. Guru dapat melakukan kegiatan yang menyenangkan untuk membangkitkan semangat peserta didik seperti memberikan kuis, tebak kata, yel-yel, maupun permainan singkat.

4. Apersepsi, guru dapat melakukan dengan kegiatan berikut:

a. Menjelaskan pentingnya K3LH

Guru dapat menjelaskan pentingnya K3LH dalam kehidupan sehari-hari, terutama dalam lingkungan kerja. Hal ini dapat memotivasi peserta didik untuk memperhatikan K3LH dan menyadari bahwa keselamatan dan kesehatan di tempat kerja sangatlah penting.

b. Menunjukkan contoh kasus

Guru dapat menunjukkan contoh kasus kecelakaan kerja atau dampak negatif yang dihasilkan dari ketidakpatuhan terhadap K3LH. Hal ini dapat membantu peserta didik memahami bahwa ketidakpatuhan terhadap K3LH dapat berdampak buruk bagi diri sendiri, rekan kerja, serta lingkungan sekitar.

c. Diskusi kelompok

Guru dapat mengadakan diskusi kelompok tentang K3LH, termasuk tentang cara-cara meminimalkan risiko dan menghindari kecelakaan kerja. Diskusi kelompok dapat membantu peserta didik memahami lebih dalam tentang K3LH, serta membangun kesadaran akan pentingnya bekerja dengan aman dan sehat.

d. Simulasi

Guru dapat melakukan simulasi keadaan darurat atau kecelakaan kerja, dan meminta peserta didik untuk mengambil tindakan yang benar. Hal ini dapat membantu peserta didik mengasah keterampilan dan pengetahuan K3LH, serta meningkatkan kesadaran terhadap pentingnya K3LH.

e. Menyajikan video atau gambar

Guru dapat menyajikan video atau gambar tentang praktik-praktik keselamatan dan kesehatan di tempat kerja, serta tentang dampak negatif yang dihasilkan dari ketidakpatuhan terhadap K3LH. Hal ini dapat membantu peserta didik memahami secara visual tentang K3LH, serta memotivasi untuk bekerja dengan aman dan sehat.

Dengan melakukan pengantar atau apersepsi yang tepat, peserta didik dapat memahami pentingnya K3LH dan memotivasi untuk bekerja dengan aman dan sehat di masa depan. Hal ini juga dapat membantu mengurangi risiko terjadinya kecelakaan kerja atau dampak negatif dari proses produksi di tempat kerja.

5. Guru menjelaskan kata kunci untuk menekankan pada topik yang dibahas yaitu K3LH, sumber bahaya, APD, kecelekaan kerja, budaya kerja.
6. Guru menjelaskan tujuan pembelajaran pada pertemuan ke 7, 8, 9, dan 10 yaitu peserta didik mampu menerapkan K3LH dan budaya kerja industri, antara lain praktik-praktik kerja yang aman, bahaya-bahaya di tempat kerja, prosedur-prosedur dalam keadaan darurat, dan penerapan budaya kerja industri seperti 5R (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin), dan etika kerja.
7. Guru dapat mengakhiri kegiatan pendahuluan dengan membuka kesempatan bertanya dan menjawab kepada peserta didik untuk membantu memperjelas konsep atau topik yang belum dipahami dan menciptakan lingkungan pembelajaran yang interaktif.

D. Kegiatan Inti

Pada kegiatan inti, guru memberikan penjelasan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Hidup (K3LH) dan Budaya Kerja Industri. Peserta didik diberikan penjelasan terkait dengan Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Lingkungan Hidup (K3LH), sumber bahaya pekerjaan, bahaya yang timbul dalam pekerjaan las, penyebab kecelakaan kerja, penerapan budaya kerja industri (5R). Pada setiap pertemuan, guru memberikan penekanan pada peserta didik untuk dapat memahami pentingnya K3LH dan memotivasi peserta didik untuk bekerja dengan aman dan sehat di masa depan. Selain itu, Hal ini juga dapat membantu mengurangi risiko terjadinya kecelakaan kerja atau dampak negatif dari proses produksi di tempat kerja. Pada kegiatan inti guru dapat mengaitkan dengan sumber tambahan belajar lainnya yang ada di lingkungan sekitar sekolah.

1. Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Lingkungan Hidup (K3LH)

Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Lingkungan Hidup (K3LH) adalah aspek penting dalam setiap kegiatan industri, bisnis, dan pekerjaan yang dilakukan oleh manusia. K3LH mengacu pada serangkaian upaya untuk menjaga kesehatan dan keselamatan para pekerja, serta meminimalkan dampak lingkungan dari aktivitas bisnis dan industri.

Keselamatan dan kesehatan kerja adalah aspek yang sangat penting dalam K3LH karena aktivitas yang dilakukan oleh para pekerja seringkali melibatkan risiko kecelakaan dan penyakit. Oleh karena itu, penting untuk menetapkan prosedur keselamatan dan kesehatan kerja yang tepat untuk memastikan bahwa para pekerja dilindungi dari risiko dan bahaya tersebut.

K3LH dapat mencakup pemberian peralatan pelindung diri, pelatihan tentang prosedur keselamatan kerja, dan pengawasan yang ketat terhadap area kerja. Selain itu, perlindungan lingkungan juga menjadi bagian penting dari K3LH karena setiap aktivitas bisnis dan industri memiliki dampak pada lingkungan sekitarnya. Perlindungan lingkungan mencakup pengelolaan limbah, penghematan energi, penggunaan bahan yang ramah lingkungan, dan upaya untuk mengurangi dampak lingkungan secara keseluruhan.



Gambar 4.1 Faktor-faktor yang mempengaruhi lingkungan kerja

Sumber: Sedarmayanti, 2009

Tujuan dari K3LH adalah untuk memastikan bahwa para pekerja bekerja dengan cara yang aman dan sehat, dan bahwa dampak lingkungan dari aktivitas bisnis dan industri diminimalkan. Hal ini dapat menciptakan lingkungan kerja yang lebih produktif, mengurangi biaya perawatan kesehatan, dan membantu meminimalkan dampak lingkungan negatif dari aktivitas manusia.

Keselamatan, Kesehatan Kerja, dan Lingkungan Hidup (K3LH) terdiri dari tiga aspek yang sangat penting dalam menjalankan suatu kegiatan usaha atau pekerjaan, yaitu:

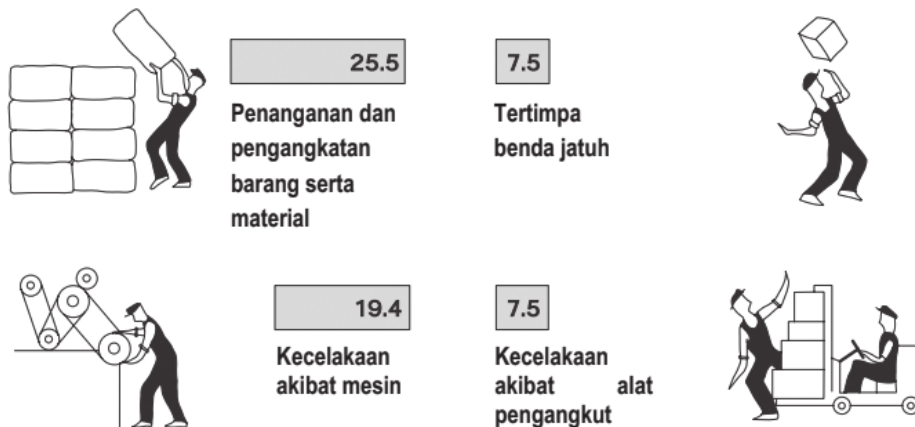
- a. Keselamatan adalah keadaan yang bebas dari bahaya atau risiko yang dapat membahayakan kesehatan dan keselamatan seseorang. Dalam

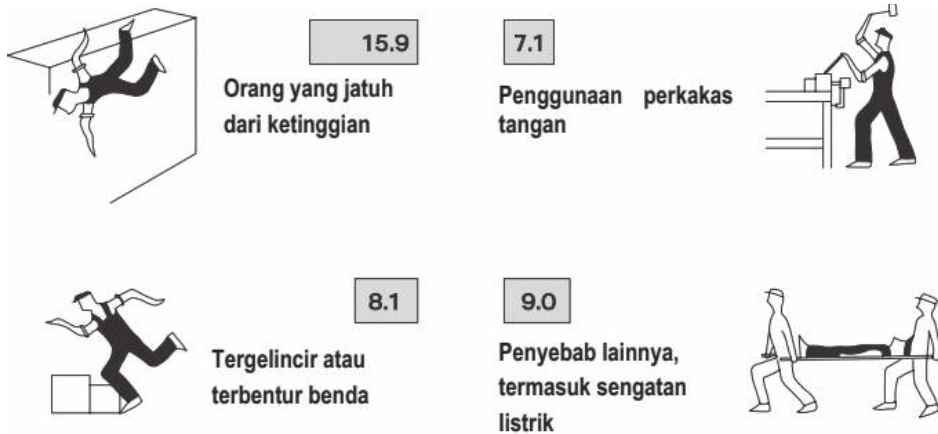
lingkungan kerja, keselamatan biasanya mengacu pada upaya untuk mencegah kecelakaan kerja dan cedera yang dapat terjadi pada pekerja.

- b. Kesehatan kerja mengacu pada upaya untuk mempromosikan kesehatan dan kesejahteraan pekerja dalam lingkungan kerja. Hal ini termasuk pencegahan dan penanganan masalah kesehatan yang dapat terjadi akibat bekerja dalam lingkungan yang tidak sehat, seperti keracunan, gangguan pernapasan, dan stres.
- c. Lingkungan hidup mengacu pada upaya untuk meminimalkan dampak negatif kegiatan manusia terhadap lingkungan alam sekitarnya. Hal ini meliputi pengelolaan limbah, pemanfaatan sumber daya alam yang bertanggung jawab, dan upaya untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dan polusi lainnya.

Ketiga aspek K3LH ini saling terkait dan mempengaruhi satu sama lain. Menerapkan praktik K3LH yang baik dapat membantu meningkatkan kesejahteraan dan produktivitas pekerja serta menjaga kelestarian lingkungan hidup.

Gambar berikut ini merupakan rata-rata penyebab kecelakaan kerja yang terjadi di industri.





Gambar 4.2 Rata-rata penyebab kecelakaan di industri berdasarkan tingkat penilaian dalam persen.

Sumber: Timings 2008

Gambar diatas menjelaskan bahwa rata-rata tertinggi kecelakaan kerja disebabkan karena penanganan dan pengangkatan bahan dengan skor 25,4%. Tertinggi kedua yaitu kecelakaan yang ditimbulkan karena mesin dengan skor 19.4%. Hal ini mengindikasikan bahwa membutuhkan perhatian tinggi terhadap penanganan K3 di industri berdasarkan jenis kecelakaan dengan jumlah skor tertinggi.

2. Sumber Bahaya Pekerjaan

Bahaya pekerjaan dapat berasal dari berbagai sumber, tergantung pada jenis pekerjaan yang dilakukan. Beberapa sumber bahaya pekerjaan yang umum di antaranya adalah:

a. Faktor fisik

Pekerjaan yang melibatkan gerakan yang berulang-ulang, posisi tubuh yang tidak nyaman, angkat dan taruh benda berat, paparan bising, getaran, radiasi, dan suhu yang ekstrem dapat menimbulkan risiko terhadap kesehatan pekerja.

b. Faktor kimia

Pekerjaan yang melibatkan paparan terhadap bahan kimia seperti asap, gas, debu, pestisida, dan zat beracun lainnya dapat menyebabkan masalah kesehatan yang serius seperti keracunan, iritasi kulit, kerusakan organ internal, dan bahkan kanker.

c. Faktor biologis

Pekerjaan yang melibatkan paparan terhadap bakteri, virus, jamur, dan parasit dapat menyebabkan penyakit menular dan infeksi.

d. Faktor psikologis

Pekerjaan yang membutuhkan tekanan kerja yang tinggi, waktu kerja yang lama, dan tugas yang kompleks dapat menyebabkan stres dan gangguan mental seperti depresi, kecemasan, dan gangguan tidur.

e. Faktor Ergonomi

Pekerjaan yang melibatkan posisi tubuh yang tidak nyaman, gerakan yang repetitif, dan kelelahan dapat menyebabkan cedera muskuloskeletal seperti sakit pinggang, leher, dan pundak.

f. Faktor Keamanan

Pekerjaan yang melibatkan risiko kecelakaan seperti jatuh, terjepit, dan tertusuk dapat menyebabkan cedera serius dan bahkan kematian.

Oleh karena itu, sangat penting bagi pekerja dan tempat kerja untuk memperhatikan faktor-faktor ini dan mengambil tindakan yang tepat untuk mengurangi risiko bahaya pekerjaan. Hal ini dapat dilakukan dengan mengidentifikasi bahaya potensial, menyediakan peralatan keselamatan yang sesuai, memberikan pelatihan yang memadai, dan mempromosikan budaya kerja yang aman dan sehat.

Mudah Menyala
(*Flammable*)



Pengoksidasi
(*Oxidizing*)



Mudah Meledak
(*Explosive*)



Bersifat Korosif (*Corrosive*)



Gas Bertekanan
(*Pressure Gas*)



Bersifat Beracun (*Toxic*)



Bersifat Iritasi
(*Irritant*)

Lingkungan
(*Environment*)

Bahaya Kesehatan
(*Health Hazard*)



Gambar 4.3 Contoh-contoh label tanda-tanda sumber bahaya.
Sumber: UNECE, 2021

3. Bahaya yang Timbul dalam Pekerjaan Las

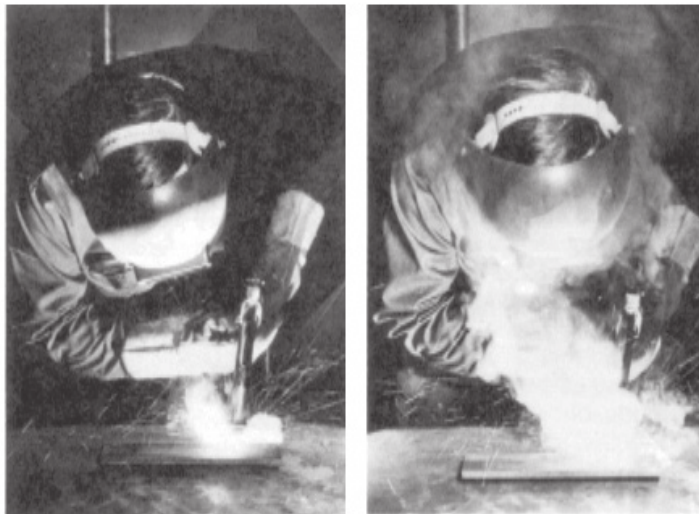
Pekerjaan las dapat menyebabkan bahaya fisik dan kesehatan bagi pekerja terutama jika mereka tidak mematuhi protokol keselamatan yang tepat. Beberapa bahaya yang dapat timbul dalam pekerjaan las antara lain:

- a. Radiasi**
Pekerjaan las menghasilkan sinar UV, inframerah, dan cahaya tampak yang dapat menyebabkan kerusakan kulit, kerusakan mata, dan kanker kulit jika terpapar dalam waktu yang lama dan tanpa perlindungan yang memadai.
- b. Gas dan asap**
Selama proses pengelasan, logam dilelehkan dan gas atau asap beracun dapat terbentuk dari zat kimia yang terkandung dalam logam atau bahan pengisi. Paparan/terpapar yang berulang atau terus-menerus terhadap gas dan asap ini dapat menyebabkan kerusakan paru-paru, iritasi mata, dan sakit kepala.
- c. Kebisingan**
Suara yang dihasilkan oleh pekerjaan las dapat sangat keras dan dapat merusak pendengaran jika terpapar secara terus-menerus.
- d. Ledakan**
Pekerjaan las dapat menimbulkan risiko ledakan jika terjadi percikan api di area kerja yang terdapat bahan yang mudah terbakar atau bahan yang bersifat meledak.
- e. Kebakaran**
Pekerjaan las melibatkan panas tinggi dan bahan-bahan yang mudah terbakar, sehingga ada risiko kebakaran jika tidak diawasi dengan baik. Oleh karena itu, sangat penting untuk memastikan bahwa area kerja bersih dan terhindar dari bahan yang mudah terbakar.

f. Bahaya lainnya

Selain risiko-risiko yang dijelaskan di atas, pekerjaan las juga dapat menyebabkan kecelakaan seperti terkena logam panas yang dapat menyebabkan luka bakar dan bahaya akibat benda logam yang jatuh.

Pentingnya penerapan K3LH dalam pengerjaan las yaitu untuk memastikan bahwa pekerjaan las dilakukan dengan benar dan aman. Pekerja harus dilengkapi dengan perlindungan diri yang memadai, seperti masker pernapasan, kacamata pelindung, dan pakaian pelindung, serta harus dilakukan oleh tenaga ahli yang terlatih dan berpengalaman.



Gambar 4.4 Perbandingan ketika penyedot asap hidup dan mati

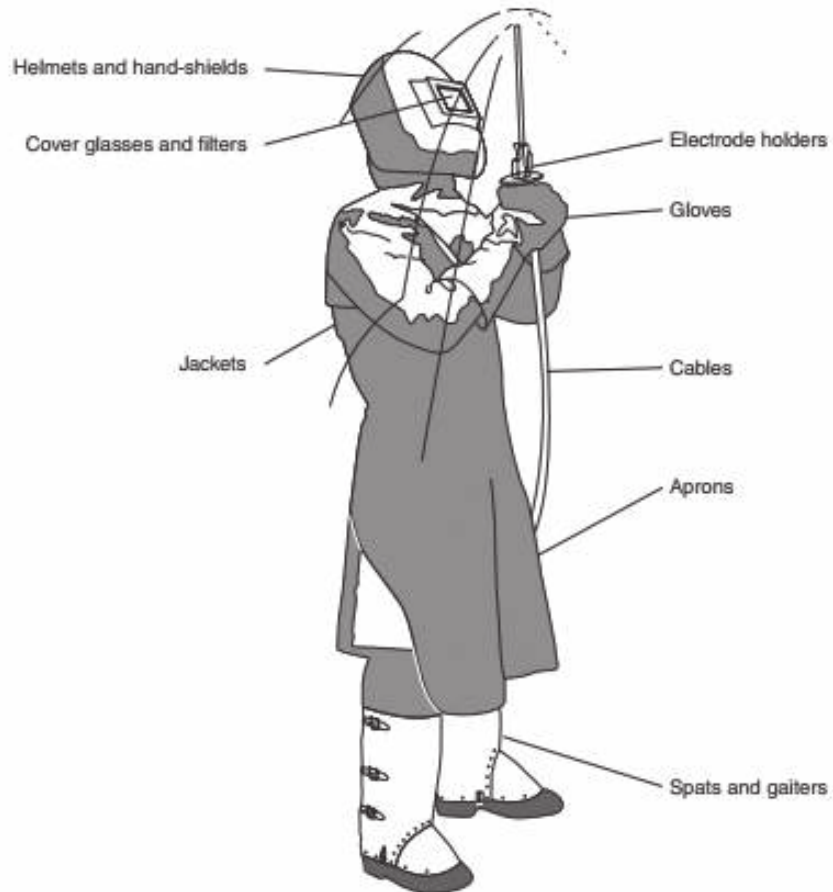
Sumber: Manz, 2009

Pengelasan merupakan pekerjaan yang berpotensi menghasilkan bahaya bagi pekerja dan lingkungan sekitarnya, seperti percikan api, sinar ultraviolet, asap, dan debu. Oleh karena itu, penting bagi pekerja pengelasan untuk menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) agar terlindungi dari bahaya tersebut. Beberapa APD yang dapat digunakan dalam pengelasan antara lain:

- a. Pelindung kepala, berfungsi melindungi kepala dan wajah dari percikan api, sinar ultraviolet, dan benda-benda tajam.
- b. Kacamata pengaman, berfungsi melindungi mata dari percikan api, sinar ultraviolet, dan serpihan benda tajam.
- c. Respirator, berfungsi melindungi saluran pernapasan dari asap, uap, dan partikel yang terhasikan selama proses pengelasan.

- d. Baju pelindung/apron, dapat berupa baju khusus pengelasan yang terbuat dari bahan yang tahan api dan panas, atau baju keselamatan kerja yang terbuat dari bahan yang tahan terhadap benda-benda tajam.
- e. Sarung tangan kulit, berfungsi melindungi tangan dari panas, api, dan benda-benda tajam.
- f. Sepatu keselamatan, berfungsi melindungi kaki dari benda-benda tajam dan benda yang jatuh.

Penggunaan APD harus dilakukan dengan benar dan sesuai dengan instruksi penggunaan. Selain itu, APD juga harus rutin diperiksa dan diganti jika sudah rusak atau sudah melebihi masa pakai yang ditentukan. Dengan demikian, pekerja pengelasan dapat bekerja dengan aman dan terhindar dari bahaya yang dapat membahayakan keselamatan dan kesehatannya.



Gambar 4.5 Penggunaan alat pelindung diri ketika melakukan pengelasan

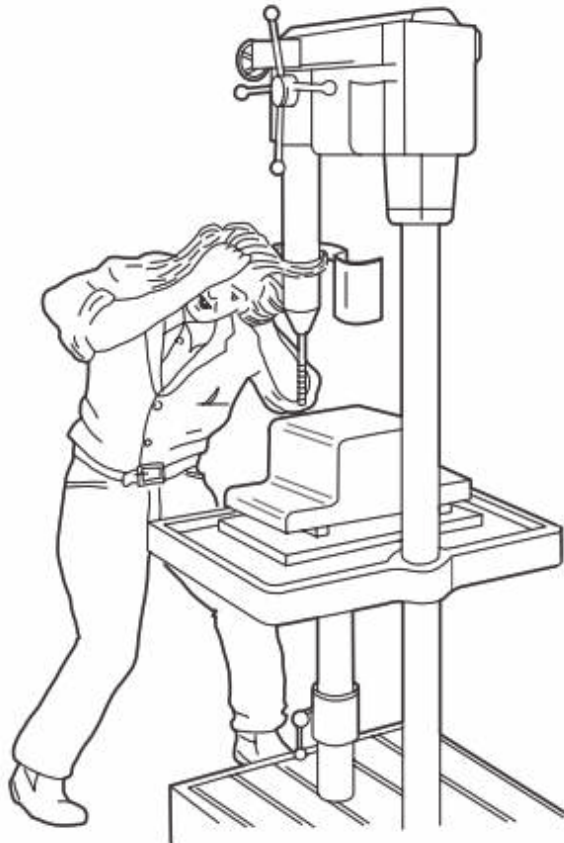
Sumber: Timings, 2008

4. Penyebab Kecelakaan Kerja

Kecelakaan kerja adalah kejadian yang tidak diinginkan yang terjadi saat melakukan pekerjaan atau aktivitas terkait pekerjaan, yang dapat menyebabkan cedera atau kematian. Upaya pencegahan kecelakaan kerja sangat penting untuk memastikan kesehatan dan keselamatan para pekerja serta meminimalkan risiko kecelakaan di tempat kerja. Ada banyak faktor yang dapat menyebabkan kecelakaan kerja di antaranya termasuk:

a. Kesalahan manusia

Kesalahan manusia dapat terjadi dalam banyak bentuk, seperti kecerobohan, kelalaian, kurangnya pelatihan atau pengalaman, kelelahan, atau kurangnya konsentrasi. Kesalahan semacam itu dapat mengakibatkan kecelakaan yang serius.



Gambar 4.6 Contoh bahaya rambut Panjang

Sumber: Timings, 2008

b. Faktor lingkungan

Kondisi lingkungan kerja yang buruk seperti pencahayaan yang buruk, ventilasi yang tidak memadai, suhu yang ekstrem, kebisingan atau getaran, dan zat beracun dapat mempengaruhi kesehatan dan keselamatan pekerja.

c. Teknologi yang tidak memadai

Teknologi yang ketinggalan zaman, mesin-mesin yang rusak, atau peralatan kerja yang tidak terawat dengan baik dapat menjadi faktor penyebab kecelakaan kerja.

d. Kurangnya pelatihan dan pengawasan

Kurangnya pelatihan dan pengawasan dapat menyebabkan pekerja tidak mengikuti prosedur keselamatan kerja yang tepat. Jika pekerja tidak diberikan instruksi yang jelas dan pengawasan yang memadai, maka dapat melakukan tindakan yang membahayakan diri sendiri dan orang lain.

e. Kebijakan dan budaya organisasi

Kebijakan dan budaya organisasi yang buruk dapat menyebabkan kurangnya perhatian pada keselamatan dan kesehatan kerja. Hal ini dapat terjadi jika manajemen tidak memberikan perhatian yang cukup pada keamanan atau memprioritaskan produktivitas di atas keselamatan.

f. Gangguan dari luar

Faktor luar seperti cuaca buruk, bencana alam, atau serangan teroris juga dapat menyebabkan kecelakaan di industri.

Pentingnya bagi perusahaan atau tempat kerja untuk memiliki sistem manajemen keselamatan dan kesehatan kerja yang baik, termasuk pelatihan dan pengawasan yang memadai, serta kebijakan dan budaya organisasi yang berfokus pada keselamatan dan kesehatan kerja.

5. Penerapan Budaya Kerja Industri (5R)

Budaya Kerja Industri 5R (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, dan Rajin) merupakan sebuah konsep yang berkaitan dengan pengelolaan lingkungan kerja dan alat produksi yang baik dan benar. Konsep ini bertujuan untuk menciptakan lingkungan kerja yang lebih baik dan efisien, serta meningkatkan

produktivitas dan kualitas kerja. Contoh penerapan dari masing-masing prinsip Budaya Kerja Industri 5R:

a. Ringkas (*Seiri*)

Prinsip ini mengacu pada pengelolaan ruang kerja yang rapi dan teratur. Mengatur dan memilah barang dan benda-benda yang diperlukan di tempat kerja, serta membuang barang yang tidak diperlukan. Tujuannya adalah untuk meningkatkan efisiensi kerja dan memudahkan akses ke benda-benda yang diperlukan.

Contoh penerapannya:

- Memilah barang-barang yang rusak dan membuangnya agar tidak menumpuk di gudang atau tempat kerja.
- Menyimpan alat-alat yang sering digunakan di tempat yang mudah dijangkau, sehingga memudahkan pekerja dalam bekerja.
- Menjaga agar area kerja tetap bersih dan rapi.
- Mengurangi penggunaan bahan-bahan yang tidak diperlukan dalam proses produksi.
- Mengoptimalkan penggunaan ruang dan peralatan dalam bengkel praktik.

b. Rapi (*Seiton*)

Prinsip ini mengacu pada pengaturan dan penyusunan barang-barang yang tersimpan secara rapi. Menempatkan barang dan benda-benda yang sudah dipilah dengan tepat agar mudah diambil dan digunakan. Tujuannya adalah untuk meningkatkan efisiensi dan mencegah kecelakaan kerja.

Contoh penerapannya:

- Menempatkan benda-benda yang serupa dalam satu wadah atau rak.
- Memberi label pada barang atau wadah agar mudah dikenali oleh semua pekerja.
- Mengorganisir peralatan dan bahan secara teratur dan mudah diakses.
- Menata ruang kerja sedemikian rupa sehingga memudahkan dalam mencari barang atau alat kerja.

c. Resik (*Seiso*)

Prinsip ini mengacu pada menjaga kebersihan lingkungan kerja dan fasilitas yang digunakan. Menjaga kebersihan lingkungan kerja dan peralatan produksi. Dalam penerapannya, pekerja harus membersihkan peralatan dan lingkungan kerja secara teratur untuk mencegah terjadinya kerusakan dan mempertahankan kondisi yang bersih dan sehat.

Contoh penerapannya:

- Membersihkan alat dan peralatan produksi setelah digunakan.
- Memperbaiki alat produksi yang rusak secepat mungkin.
- Menjaga kebersihan area kerja dan menjaga agar tidak ada bahan-bahan berbahaya yang dapat mengancam kesehatan pekerja.

d. Rawat (*Seiketsu*)

Prinsip ini mengacu pada kebiasaan yang baik dalam menjaga peralatan dan tempat kerja agar tetap dalam kondisi baik dan dapat digunakan secara optimal. Membiasakan diri untuk bekerja dengan disiplin dan tertib. Dalam penerapannya, pekerja harus membiasakan diri untuk merawat dan mempertahankan kebersihan dan keteraturan tempat kerja, serta melakukan perbaikan dan perawatan secara berkala.

Contoh penerapannya:

- Melakukan perawatan rutin pada mesin dan peralatan untuk memperpanjang masa pakainya.
- Mengganti suku cadang yang rusak dengan segera untuk menghindari kerusakan lebih lanjut.
- Mengikuti prosedur kerja yang sudah ditentukan agar pekerjaan dapat berjalan dengan lancar.

e. Rajin (*Shitsuke*)

Membiasakan diri untuk bekerja dengan tekun dan disiplin untuk mencapai hasil yang optimal dalam pekerjaan. Dalam penerapannya, pekerja harus membiasakan diri untuk bekerja dengan tekun dan disiplin dalam melaksanakan tugas agar mencapai hasil yang maksimal dan menyelesaikan pekerjaan sesuai dengan ketentuan.

Contoh penerapannya:

- Melakukan pekerjaan dengan tekun dan penuh semangat agar dapat menyelesaikan tugas dengan baik
- Menghargai waktu dan menjaga produktivitas agar pekerjaan selesai tepat waktu
- Terus belajar dan mengembangkan keterampilan untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi kerja.

Penerapan Budaya Kerja Industri 5R, diharapkan lingkungan kerja dan alat produksi menjadi lebih terorganisir, efektif, efisien, dan produktif. Selain itu, penerapan Budaya Kerja Industri 5R juga dapat memperbaiki citra tempat kerja.



Gambar 4.7 Contoh penerapan 5S di ruang praktik.

Sumber: Direktorat Sekolah Menengah Kejuruan, 2021

E. Aktivitas Peserta Didik

Peserta didik melakukan pengamatan pada gambar maupun video yang ditayangkan dan dijelaskan oleh guru. Peserta didik memperhatikan dengan cermat apa yang disampaikan guru. Selain itu, peserta didik dapat melakukan observasi penerapan K3LH di bengkel maupun lingkungan sekolah. Guru dapat memfasilitasi dan membantu peserta didik untuk memperoleh pemahaman dan pengetahuan melalui penerapan model Pembelajaran *Contextual learning*. Pembelajaran *contextual learning* adalah sebuah pendekatan pembelajaran yang berfokus pada pembelajaran melalui pengalaman nyata dan situasi nyata di lingkungan sekitar. Guru memfasilitasi peserta didik untuk mengembangkan pengetahuan dan implementasi Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Hidup (K3LH) dan Budaya Kerja Industri melalui latihan-latihan yang berfokus pada pentingnya penerapan K3 di lingkungan sekolah dan industri, sumber-sumber bahaya pekerjaan, bahaya yang timbul dalam pekerjaan las, penyebab kecelakaan kerja, serta penerapan budaya kerja industri (5R).

Langkah-langkah yang dapat ditempuh dalam pembelajaran *contextual learning* di antaranya:

1. Menentukan konteks pembelajaran

Langkah pertama dalam pembelajaran *contextual learning* adalah menentukan konteks pembelajaran yang sesuai. Guru dapat memberikan konteks yang berupa situasi nyata, permasalahan aktual, atau lingkungan sekitar yang berkaitan dengan materi yang akan dipelajari. Contoh: penerapan K3 di lingkungan sekolah dan bengkel.

2. Mengamati situasi nyata

Setelah menentukan konteks pembelajaran, langkah selanjutnya adalah mengamati situasi nyata atau pengalaman langsung di lingkungan sekitar. Hal ini dapat dilakukan dengan cara melakukan observasi, wawancara, atau pengamatan langsung terhadap objek atau situasi yang berkaitan dengan materi pembelajaran. Guru dapat mengarahkan peserta didik untuk melakukan pengamatan di lingkungan bengkel pengelasan.

3. Menganalisis pengalaman nyata

Setelah mengamati situasi nyata, langkah selanjutnya adalah menganalisis pengalaman nyata yang telah diamati. Analisis ini meliputi identifikasi permasalahan yang muncul, faktor-faktor yang mempengaruhi, dan alternatif

solusi yang dapat diambil. Guru dapat mengarahkan peserta didik untuk mengidentifikasi kecelakaan yang timbul, bahaya yang timbul, maupun sumber bahaya yang ada di bengkel pengelasan sekolah.

4. Merencanakan tindakan

Setelah melakukan analisis, langkah selanjutnya adalah merencanakan tindakan yang akan diambil untuk mengatasi permasalahan atau situasi yang telah diamati. Rencana tindakan ini harus didasarkan pada pemahaman yang akurat terhadap situasi nyata dan mempertimbangkan faktor-faktor yang mempengaruhi. Guru dapat mengarahkan peserta didik untuk memberikan solusi dan alternatif-alternatif berdasarkan pengamatan di bengkel pengelasan sekolah.

5. Melaksanakan tindakan

Setelah merencanakan tindakan, langkah selanjutnya adalah melaksanakan tindakan tersebut. Dalam melaksanakan tindakan, perlu diperhatikan faktor-faktor yang mempengaruhi dan mengambil langkah-langkah yang sesuai dengan rencana yang telah dibuat.

6. Mengevaluasi hasil

Setelah melaksanakan tindakan, langkah terakhir adalah mengevaluasi hasil yang telah dicapai. Evaluasi dilakukan untuk mengetahui sejauh mana tindakan yang telah dilakukan efektif dalam mengatasi permasalahan atau situasi yang telah diamati. Hasil evaluasi dapat digunakan untuk memperbaiki atau mengembangkan tindakan yang dilakukan di masa depan.

F. Penutup

Pada kegiatan penutup, guru dapat melakukan kegiatan dengan merefleksikan, mengonsolidasikan, dan mengevaluasi apa yang telah dipelajari oleh peserta didik. Langkah-langkah kegiatan penutup dapat dilakukan sebagai berikut.

1. Guru dapat memberikan ringkasan materi yang telah dipelajari di kelas. Peserta didik dapat diminta untuk menyebutkan kembali beberapa poin penting yang telah dipelajari untuk memastikan siswa memahami materi dengan baik. Sebagai contoh, apa saja bahaya-bahaya yang timbul dalam bengkel pengelasan? Sumber bahaya dalam bengkel pengelasan apa saja?

2. Guru dapat memberikan tes soal pilihan ganda atau soal uraian yang telah tersedia pada buku siswa untuk mengevaluasi pemahaman peserta didik terhadap materi yang telah dipelajari.
3. Guru dapat meminta peserta didik untuk merenungkan apa yang telah dipelajari dalam materi Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Hidup (K3LH) dan Budaya Kerja Industri. Kemudian guru dapat memberi pertanyaan kepada peserta didik. Contohnya, pentingkah menerapkan K3 dalam bekerja? Kira-kira apa yang akan terjadi jika pekerja tidak mematuhi rambu-rambu K3?
4. Guru dapat memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk bertanya atau mengajukan pertanyaan terkait dengan materi Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Hidup (K3LH) dan Budaya Kerja Industri.

G. Penilaian

Penilaian dapat dilakukan baik secara lisan maupun tertulis melalui tes soal pilihan ganda, soal uraian, maupun penugasan. Guru dapat menggunakan soal tes yang ada di buku siswa dan atau menggunakan soal tes sendiri. Penekanan penilaian ada pada pengetahuan, sikap, dan keterampilan yang dihasilkan peserta didik selama proses belajar berlangsung.

H. Sumber Belajar yang Digunakan

1. Sumber belajar utama

- a. Video dan gambar Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Hidup (K3LH) dan Budaya Kerja Industri.
- b. Kemendikbudristek. 2023. Dasar-Dasar Teknik Pengelasan Dan Fabrikasi Logam. Buku Siswa Kelas X, Jakarta: Pusat Kurikulum dan Perbukuan.
- c. Internet
- d. Laptop dan proyektor
- e. Lingkungan bengkel dan sekolah

2. Sumber belajar alternatif

Sumber belajar alternatif dapat dilakukan guru dengan menggunakan dan atau mengaitkan materi yang sedang dijelaskan dengan lingkungan atau industri yang ada di sekitar. Contohnya, kunjungan ke usaha/industri yang

telah menerapkan Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Hidup (K3LH) dan Budaya Kerja Industri atau lainnya.

3. Sumber belajar tambahan

Guru juga dapat mengembangkan sumber belajar tambahan dengan memberikan materi berupa gambar atau video tentang pentingnya penerapan K3 dan budaya industri kepada peserta didik. Selain itu, guru juga dapat mengundang alumni atau instruktur dari industri yang berkariier di industri khususnya instruktur K3. Dengan demikian, instruktur itu akan dapat memberikan pengalaman nyata kepada peserta didik.

KUNCI JAWABAN

Pilihan ganda

No	Jawaban	No	Jawaban
1	D Sinar infra merah	11	E Tahan benturan, mampu meredam kejutan, tidak mudah terbakar
2	D Menjamin terlaksananya perintah UU K3	12	A Mencegah kecelakaan ditempat kerja
3	A Pakaian kerja yang mudah dibersihkan (<i>washable</i>)	13	D Keamanan
4	A Menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) sesuai dengan fungsinya	14	C <i>Safety shoes</i>
5	B <i>Earplug</i>	15	B Gas, debu, asap, cairan
6	A Pelindung telinga secara keseluruhan		
7	A Kondisi yang tidak aman		
8	B <i>Seiri</i>		
9	D Merawat supaya kondisi lingkungan kerja tetap baik		
10	A Kelelahan pada otot dan saraf mata		

Tugas Kelompok

1. Mengapa pekerja usaha bidang pengelasan dan fabrikasi logam perlu mengetahui konsep dasar K3?
Perlu diketahui bekerja pada bidang pengelasan dan fabrikasi logam memiliki banyak risiko atau bahaya yang tinggi. Bahaya bisa berupa asap, cahaya pengelasan, panas dan bahaya listrik yang ditimbulkan pada saat bekerja. Oleh karena itu, sangat berbahaya jika tidak memahami, melaksanakan, menggunakan peralatan K3 dengan baik dan benar las sesuai dengan SOP.
2. Membudayakan K3 di lingkungan sekolah maupun di rumah.
 - a. Budaya K3 disekolah dapat dilakukan dengan melaksanakan piket kebersihan di ruang kelas dan ruang-ruang lainnya secara teratur, menjaga kebersihan toilet dan kamar mandi di sekolah, menjaga kebersihan alat-alat praktikum dan menjaga kerapian ruangan
 - b. Budaya K3 di rumah dapat dilakukan dengan melaksanakan kebersihan tempat tidur, membersihkan halaman rumah, mencuci piring, membuang sampah pada tempatnya.

Soal esai

1. Keselamatan kerja adalah keselamatan yang bertalian dengan mesin, pesawat, alat kerja, bahan dan proses pengolahannya, tempat kerja dan lingkungannya serta cara-cara melakukan pekerjaan.
Kesehatan kerja menurut ILO adalah promosi dan pemeliharaan fisik, mental dan sosial tertinggi dari para pekerja di segala bidang dengan mencegah gangguan kesehatan, mengontrol risiko, serta penyesuaian pekerjaan kepada setiap orang dan setiap orang kepada pekerjaannya.
2. Contoh program Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) di perusahaan diantaranya yaitu pemasangan rambu-rambu K3 di lokasi kerja dengan tingkat resiko kecelakaan tinggi dan pemeriksaan alat dan mesin secara berkala sesuai tingkat penggunaannya.
3. Program Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) yaitu merupakan sebuah rencana tindakan yang pasti (konkrit) dan dirancang untuk mencegah kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja.
Cara mewujudkan program Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) yaitu mengadakan pelatihan dan pendidikan K3 terhadap pekerja, konseling dan konsultasi mengenai penerapan K3 bersama tenaga kerja dan pengembangan sumber daya ataupun teknologi yang berkaitan dengan peningkatan penerapan K3 di tempat kerja.
4. Kondisi tidak aman merupakan kondisi lingkungan baik fisik maupun keadaan yang dapat menimbulkan potensi bahaya yang secara langsung maupun tidak langsung dapat mengakibatkan kecelakaan kerja.
5. Yang dimaksud dengan tingkat kebisingan yaitu batasan nilai kebisingan yang diperbolehkan terpapar ke lingkungan kerja.

Soal uraian singkat

1. Etika kerja adalah sikap, pandangan, kebiasaan, ciri-ciri atau sifat mengenai cara bekerja yang dimiliki seseorang.
2. Aspek-aspek yang dapat mempengaruhi lingkungan kerja antara lain penerangan, suhu udara, bising, penggunaan warna, ruang gerak, dan keamanan bekerja.
3. Sumber bahaya bidang pengelasan antara lain kebakaran, ledakan, gas beracun, ekspor sinar kuat, infra merah, sinar UV, kebisingan, konsleting listrik, goresan, percikan las, panas, dan benda yang jatuh.
4. Budaya 5S yaitu suatu cara kerja sehari-hari yang bermutu dan didasari nilai-nilai yang penuh makna dalam rangka meningkatkan mutu produk dan tempat kerja melalui prinsip 5S (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke*).

5. Manfaat menerapkan budaya 5S :
 - a. Meningkatkan produktivitas karena pengaturan tempat kerja yang lebih efisien.
 - b. Meningkatkan kenyamanan karena tempat kerja selalu bersih dan menjadi luas/lapang.
 - c. Mengurangi bahaya di tempat kerja karena kualitas tempat kerja yang baik
 - d. Menambah penghematan karena menghilangkan berbagai pemborosan di tempat kerja.
6. Langkah-langkah menerapkan resik di lingkungan kerja :
 - a. Membersihkan tempat kerja dari semua kotoran, debu dan sampah.
 - b. Menyediakan sarana dan prasarana kebersihan ditempat kerja.
 - c. Meminimalisir sumber-sumber kotoran dan sampah.
 - d. Memperbarui atau memperbaiki tempat kerja yang sudah rusak ataupun usang.
7. Manfaat penerapan resik (seiso) :
 - a. Lingkungan kerja jauh lebih bersih.
 - b. Meningkatkan *mood* (suasana hati) untuk bekerja karena lingkungan lebih bersih.
 - c. Kualitas barang akan lebih bagus karena tidak kotor, terutama untuk barang yang sensitif terhadap kotoran seperti *gear*, *seal* dan *bracket*.
 - d. Meningkatkan image perusahaan di mata orang lain.
8. Manfaat pemberian label pada barang di tempat kerja yaitu memberikan informasi secara singkat mengenai klasifikasi dan jenis bahan berbahaya dan beracun (B3) pada sebuah produk.
9. Standar dalam penerapan rapi yaitu layout (denah), label, papan petunjuk, dan garis-garis batas.
10. Tuliskan 4 contoh dari aktivitas *seiri* (pemilahan) dalam bekerja :
 - a. Memeriksa barang yang ada di area kerja.
 - b. Menetapkan kategori barang-barang yang digunakan atau tidak.
 - c. Memberi label pada barang yang tidak digunakan dan tidak.
 - d. Menyiapkan tempat untuk menyimpan/membuang/memusnahkan barang yang tidak digunakan.

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023

Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis: Kurniawan Susanta, Khusni Syauqi
ISBN: 978-623-194-533-4 (PDF)

BAB 5

TEKNIK DASAR TEKNOLOGI PENGELASAN DAN FABRIKASI LOGAM



Materi 5. Teknik Dasar Teknologi Pengelasan Dan Fabrikasi Logam

Alokasi waktu 6 JP (3 Pertemuan)

Guru dapat mengadaptasi situasi pembelajaran yang sedang berlangsung dengan mempertimbangkan perbedaan kondisi, kemampuan, dan potensi setiap peserta didik.

A. Deskripsi Materi

Teknologi fabrikasi adalah proses pembuatan atau produksi barang secara massal atau besar dalam skala industri, menggunakan mesin-mesin dan peralatan khusus untuk memproses bahan baku menjadi produk jadi. Teknologi fabrikasi melibatkan berbagai proses, seperti pemotongan, pengelasan, pembentukan, pengecoran, *bending*, dan *rolling*. Teknologi fabrikasi dapat digunakan dalam berbagai industri, seperti otomotif, pesawat terbang, kapal, peralatan medis, dan banyak lagi.

Teknologi pengelasan merupakan suatu proses menyambungkan dua atau lebih benda dengan menggunakan panas dan/atau tekanan. Teknologi pengelasan dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai metode, tergantung dari jenis material, sumber panas, dan jenis sambungan yang diinginkan. Pengelasan dan fabrikasi logam menjadi salah satu teknologi yang sangat penting dalam industri manufaktur dan konstruksi. Kombinasi keduanya memungkinkan pembuatan produk dengan tingkat akurasi yang tinggi, kekuatan struktural yang baik, dan tampilan yang estetik. Selain itu, teknologi pengelasan juga dapat digunakan untuk memperbaiki kerusakan atau keretakan pada benda.

Pada materi ini akan dibahas mengenai klasifikasi proses pengelasan dan fabrikasi logam, pengenalan macam-macam pengelasan, dan pengenalan dasar perkakas tangan. Guru dapat menyampaikan kepada peserta didik tentang materi dalam bab maupun sub-bab tentang teknik dasar teknologi pengelasan dan fabrikasi logam. Peserta didik dapat mengaitkan teknologi dasar sesuai dengan perkembangan pengelasan dan fabrikasi logam yang ada di lingkungan sekitar. Hal ini dapat memberikan gambaran, pengalaman, maupun pengertian kepada peserta didik tentang perkembangan teknologi pengelasan dan fabrikasi logam apa saja yang ada di lingkungannya. Selain itu, perbedaan teknologi pada setiap wilayah akan memperkaya pengetahuan peserta didik sesuai dengan karakter wilayahnya masing-masing.

B. Tujuan Pembelajaran dan Indikator Capaian

Tujuan Pembelajaran	Indikator Pencapaian
Peserta didik mampu memahami teknik dasar terkait dengan seluruh proses pengelasan dan fabrikasi logam.	1. Peserta didik mampu memahami klasifikasi proses pengelasan dan fabrikasi logam
	2. Peserta didik mampu memahami macam-macam pengelasan
	3. Peserta didik mampu mengenal dan menggunakan perkakas tangan dan bertenaga dengan tepat.

C. Pendahuluan

Pendahuluan dalam pembelajaran bertujuan untuk membangkitkan minat dan motivasi peserta didik, memberikan gambaran umum tentang topik yang akan dipelajari, dan mempersiapkan peserta didik untuk menerima informasi lebih lanjut. Pendahuluan dalam pembelajaran bisa berupa pengenalan tentang topik yang akan dibahas, mengaitkan topik dengan kehidupan sehari-hari peserta didik, mengenalkan guru atau fasilitator pembelajaran, dan memberikan gambaran

tentang bagaimana pembelajaran akan berlangsung. Kesemuanya ini dapat membantu peserta didik merasa tertarik, termotivasi, dan mempersiapkan diri secara mental agar dapat lebih mudah mengikuti pembelajaran yang akan disampaikan.

Pendahuluan pada pertemuan materi ini, guru dapat melakukan kegiatan sebagai berikut.

1. Guru memberikan sambutan dengan memberi salam kepada peserta didik.
2. Guru melakukan presensi kehadiran kepada peserta didik
3. Guru dapat melakukan kegiatan yang menyenangkan untuk membangkitkan semangat peserta didik seperti memberikan kuis, tebak kata, yel-yel, maupun permainan singkat.
4. Apersepsi

Guru menjelaskan tentang pokok bahasan seperti teknologi dasar pada pengelasan dan fabrikasi logam dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti pembuatan kapal, pembuatan kendaraan, pembuatan mesin, konstruksi bangunan, pembuatan peralatan medis, dan masih banyak lagi. Teknologi pengelasan terus berkembang seiring waktu, dengan penemuan metode dan bahan baru yang terus meningkatkan kualitas hasil pengelasan dan memungkinkan pengelasan pada material yang lebih sulit di las. Kemudian guru melakukan tanya jawab tentang teknologi di bidang pengelasan. Contohnya, “Jenis-jenis pengelasan saat ini apa saja?”, “Jenis material apa saja yang bisa dilas menggunakan SMAW, MIG, TIG?”. Selanjutnya, guru memberikan informasi kepada peserta didik untuk memahami lebih jauh mengenai teknologi dasar pada pengelasan dan fabrikasi logam.

5. Guru menjelaskan kata kunci untuk menekankan pada topik yang dibahas yaitu klasifikasi proses pengelasan dan fabrikasi logam, macam-macam pengelasan, perkakas tangan, perkakas bertenaga.
6. Guru menjelaskan tujuan pembelajaran pada setiap pertemuan, yaitu peserta didik mampu memahami teknik dasar terkait dengan seluruh proses pengelasan dan fabrikasi logam.
7. Guru dapat mengakhiri kegiatan pendahuluan dengan membuka kesempatan bertanya dan menjawab kepada peserta didik untuk membantu memperjelas konsep atau topik yang belum dipahami dan menciptakan lingkungan pembelajaran yang interaktif.

D. Kegiatan Inti

Pada kegiatan inti, guru memberikan penjelasan tentang teknik dasar pada teknologi pengelasan dan fabrikasi logam di antaranya; (1) klasifikasi proses pengelasan dan fabrikasi logam; (2) pengenalan macam-macam pengelasan; dan (3) pengenalan dasar perkakas tangan dan bertenaga. Sehingga peserta didik akan mengetahui perkembangan dan klasifikasi teknologi pengelasan dan fabrikasi logam berdasarkan jenis material, jenis sambungan, dan sumber daya yang digunakan. Selain itu, peserta didik diperkenalkan dengan perkakas tangan dan perkakas bertenaga yang digunakan dalam proses pengelasan dan fabrikasi logam. Pada kegiatan inti guru dapat mengaitkan dengan sumber tambahan belajar lainnya dan atau sumber belajar yang ada di lingkungan sekitar sekolah.

Pada kegiatan inti pembelajaran, guru dapat memberikan materi dan pokok bahasan dengan menekankan pada aspek berikut.

1. Klasifikasi proses pengelasan dan fabrikasi logam

Proses pengelasan dan fabrikasi logam dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis berdasarkan metode dan teknik yang digunakan. Berikut adalah beberapa klasifikasi umum dari proses pengelasan dan fabrikasi logam:

a. Proses pengelasan dengan gas

Pengelasan gas melibatkan penggunaan gas sebagai sumber panas untuk melelehkan logam. Gas yang biasa digunakan antara lain adalah asetilena, propilena, dan gas alam. Proses pengelasan gas dapat digunakan untuk mengelas logam yang tipis dan memiliki struktur yang kompleks.

b. Proses pengelasan dengan busus listrik (*arc welding*)

Pengelasan listrik melibatkan penggunaan listrik sebagai sumber panas untuk melelehkan logam. Proses ini biasanya dilakukan dengan menggunakan elektroda atau kawat pengelas yang dipanaskan dengan arus listrik. Contoh dari proses pengelasan listrik adalah pengelasan TIG, pengelasan MIG/MAG, dan pengelasan SMAW.

c. Proses fabrikasi logam

Fabrikasi logam melibatkan pembentukan logam menjadi produk akhir dengan menggunakan proses pemotongan, pembentukan, dan penyambungan. Beberapa proses fabrikasi logam meliputi pembentukan dengan *roll*, pengelasan, pemotongan, dan pembentukan dengan pres.

d. Proses pemotongan logam

Proses pemotongan logam melibatkan penggunaan alat pemotong untuk memotong logam. Beberapa metode pemotongan logam meliputi penggunaan gergaji, mesin bor, mesin las gas.

e. Proses pembentukan logam

Proses pembentukan logam melibatkan mengubah bentuk logam dari bentuk aslinya menjadi bentuk yang diinginkan. Beberapa metode pembentukan logam meliputi pembentukan dengan pres, pembentukan dengan *rolling*, pembentukan dengan *stamping*, dan pembentukan dengan *bending*.

f. Proses penyambungan logam

Proses penyambungan logam melibatkan menggabungkan dua atau lebih potongan logam untuk membentuk produk akhir. Beberapa metode penyambungan logam meliputi *soldering*, dan *brazing*.

Pengelasan dilakukan berdasarkan pemikiran yang matang dan rencana khusus untuk mencapai sifat material yang dibutuhkan. Prosedur pengelasan, dan urutan pengoperasian ditetapkan untuk jenis kualifikasi pengelasan, baik kemampuan prosedur untuk memenuhi sifat metalurgi dan mekanik yang diperlukan dan juga kemampuan *welder* untuk berulang kali menghasilkan kualitas las yang diinginkan. Berikut ini merupakan klasifikasi dengan berbagai proses pengelasan dan penyambungan yang dikelompokkan sesuai dengan energi yang digunakan untuk proses pengelasan tertentu, proses penyambungan lainnya yang tidak menggunakan listrik sebagai sumber energi untuk penyambungan, dan metode lainnya dibedakan dengan cara mentransfer logam cair ke logam yang digabungkan menurut *American Welding Society (AWS)*.

Tabel 5.1 Klasifikasi pengelasan dan penyambungan oleh AWS

Grup	Proses pengelasan/ penyambungan	Singkatan
<i>Arc Welding</i>		
<i>Electric Arc Welding</i>	<i>Carbon Arc Welding</i>	CAW
	<i>Flux Cored Arc Welding</i>	FCAW
	<i>Gas Metal Arc Welding</i>	GMAW
	<i>Gas Tungsten Arc Welding</i>	GTAW

Grup	Proses pengelasan/ penyambungan	Singkatan
	<i>Plasma Arc Welding</i>	PAW
	<i>Shielded Metal Arc Welding</i>	SMAW
	<i>Stud Arc Welding</i>	SW
	<i>Submerged Arc Welding</i>	SAW
<i>Electrical Resistance Welding</i>	<i>Flash Welding</i>	FW
	<i>High Frequency Resistance Welding</i>	HFRW
	<i>Percussion Welding</i>	PEW
	<i>Projection Welding</i>	RPW
	<i>Resistance-Seam Welding</i>	RSEW
	<i>Resistance-Spot Welding</i>	RSW
	<i>Upset Welding</i>	UW
<i>Oxy-fuel Gas Welding (OFW)</i>		
	<i>Oxyacetylene Welding</i>	OAW
	<i>Oxyhydrogen Welding</i>	OHW
	<i>Pressure Gas Welding</i>	PGW
<i>Solid State Welding</i>		
	<i>Cold Welding</i>	CW
	<i>Diffusion Welding</i>	DFW
	<i>Explosion Welding</i>	EXW
	<i>Forge Welding</i>	FOW
	<i>Friction Welding</i>	FRW
	<i>Hot Pressure Welding</i>	HPW
	<i>Roll Welding</i>	ROW
	<i>Ultrasonic Welding</i>	USW
Pemindahan dan Distribusi Aksi Kapiler dari Logam		

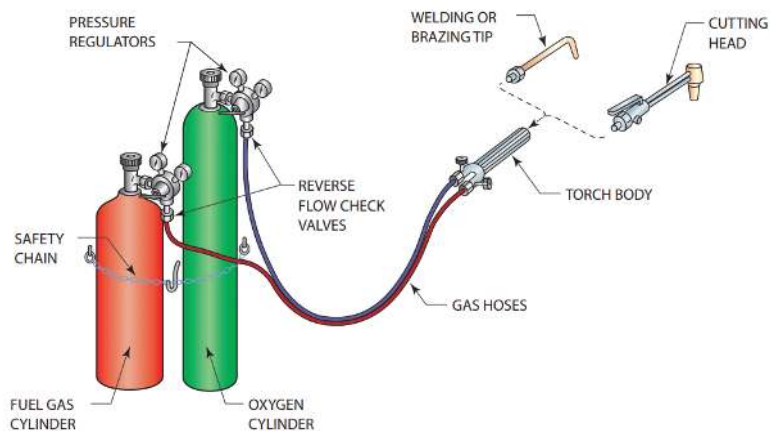
Grup	Proses pengelasan/ penyambungan	Singkatan
<i>Brazing</i>	<i>Diffusion Brazing</i>	DFB
	<i>Dip Brazing</i>	DB
	<i>Furnace Brazing</i>	FB
	<i>Induction Brazing</i>	IB
	<i>Infrared Brazing</i>	IRB
	<i>Resistance Brazing</i>	RB
	<i>Torch Brazing</i>	TB
<i>Soldering</i>	<i>Dip Soldering</i>	DS
	<i>Furnace Soldering</i>	FS
	<i>Induction Soldering</i>	IS
	<i>Infrared Soldering</i>	IRS
	<i>Iron Soldering</i>	INS
	<i>Resistance Soldering</i>	RS
	<i>Torch Soldering</i>	TS
	<i>Wave Soldering</i>	WS
Proses pengelasan/penyambungan lainnya		
	<i>Electron Beam Welding</i>	EBW
	<i>Electroslag Welding</i>	ESW
	<i>Induction Welding</i>	IW
	<i>Laser Beam Welding</i>	LBW
	<i>Thermit Welding</i>	TW

2. Pengenalan macam-macam pengelasan

Penyambungan logam dapat menggunakan berbagai macam mesin las, penggunaan mesin las sesuai dengan jenis material, jenis elektroda, dan jenis sambungan. Ada beberapa jenis pengelasan yang umum digunakan, di antaranya:

a. OAW (*Oxy-Acetylene Welding*)

Teknik pengelasan yang menggunakan panas yang dihasilkan oleh api yang berasal dari bahan bakar gas dan oksigen. Proses pengelasan dengan *oxy-acetylene* melibatkan penggunaan gas asetilena dan oksigen untuk menciptakan nyala yang panas dan kuat untuk mencairkan logam dan menggabungkannya. Pengelasan gas umumnya digunakan untuk pengelasan logam tipis, seperti pipa, tangki, dan pelat, contohnya adalah *Oxy-Acetylene Welding*.



Gambar 5.1 Mesin las *oxy-Acetylene* dan *cutting*.

Sumber: Jeffus, 2016

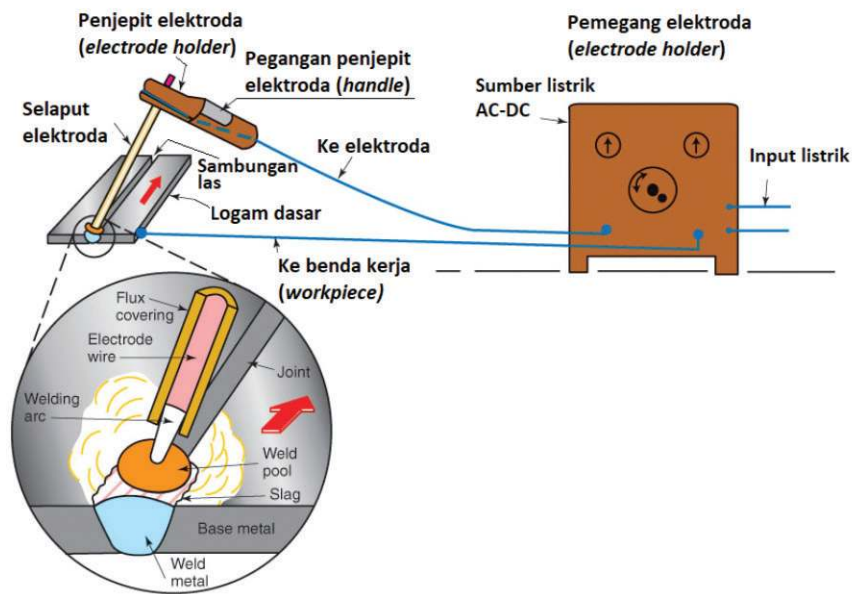
b. SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*)

Proses pengelasan dengan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) adalah proses pengelasan manual yang menggunakan elektroda dengan lapisan pelindung (*shielding*) untuk menghasilkan busur listrik dan melelehkan logam yang akan disambungkan. Mesin las SMAW biasanya terdiri atas beberapa komponen, yang mencakup:

- 1) Trafo las yang berfungsi untuk mengubah arus listrik AC yang masuk dari sumber listrik menjadi arus listrik DC yang lebih cocok untuk proses pengelasan SMAW.
- 2) *Rectifier* yang berfungsi untuk mengubah arus listrik AC menjadi arus listrik DC, yang lebih stabil dan cocok untuk pengelasan SMAW.
- 3) *Stabilizer* yang berfungsi untuk memastikan arus listrik yang dihasilkan stabil dan konsisten selama proses pengelasan.
- 4) Kabel las yang berfungsi untuk menghubungkan mesin las dengan elektroda (*Electrode holder*) dan logam yang akan disambungkan (penjepit benda kerja).

- 5) Elektroda yang berfungsi sebagai bahan tambah yang memiliki lapisan pelindung dan menghasilkan gas pelindung saat dipanaskan oleh busur listrik.

Mesin las SMAW tersedia dalam berbagai ukuran dan kapasitas, tergantung pada jenis pekerjaan dan tebal logam yang akan disambungkan. Pada umumnya, mesin las SMAW dapat digunakan untuk mengelas berbagai jenis logam, seperti baja karbon, baja tahan karat, aluminium, dan tembaga.



Gambar 5.2 Mesin las SMAW

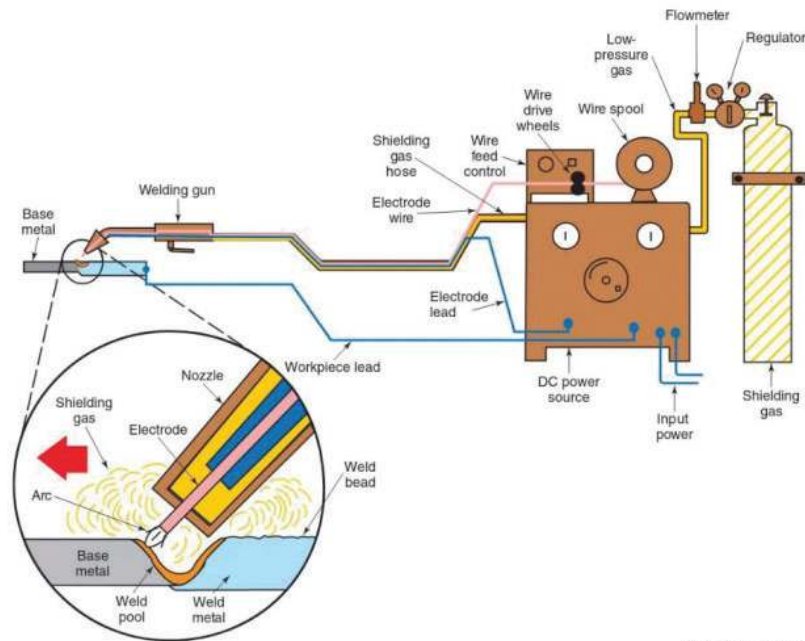
Sumber: Althouse et al., 2020

c. **GMAW (Gas Metal Arc Welding)**

Mesin las GMAW adalah mesin las yang menggunakan metode pengelasan *Gas Metal Arc Welding* (GMAW), juga dikenal sebagai *Metal Inert Gas* (MIG) *welding*. Metode pengelasan ini melibatkan penggunaan kawat elektroda dan gas pelindung untuk menghubungkan dua buah benda logam. Mesin las GMAW memanfaatkan aliran listrik yang terus-menerus dan panas yang dihasilkan oleh busur listrik antara kawat elektroda dan logam yang sedang dilas.

Adapun proses pengelasan menggunakan mesin las GMAW adalah sebagai berikut: kawat elektroda meleleh dan meneteskan logam cair ke daerah pengelasan, yang dilindungi oleh gas pelindung yang mengalir dari *nozzle* ke daerah pengelasan. Gas pelindung ini digunakan untuk

melindungi daerah pengelasan dari udara dan oksigen, yang dapat menyebabkan cacat pada hasil las. Keuntungan mesin las GMAW meliputi kecepatan pengelasan yang tinggi, kualitas hasil las yang baik, dan kemampuan untuk mengelas berbagai jenis logam. Oleh karena itu, mesin las GMAW ini banyak digunakan dalam industri manufaktur, termasuk pembuatan kendaraan, pesawat terbang, dan benda-benda logam lainnya.



Gambar 5.3 Mesin las GMAW
 Sumber: Althouse et al., 2020

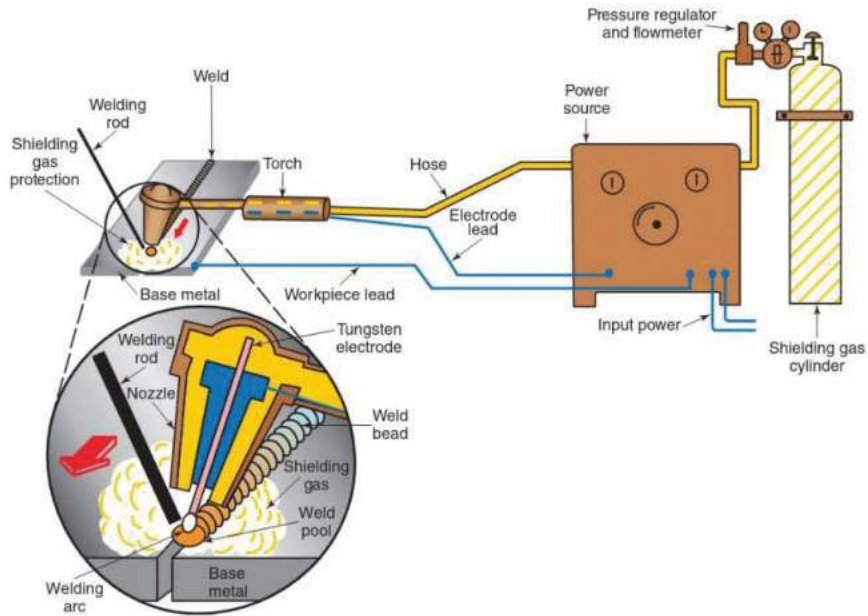
d. GTAW (Gas Tungsten Arc Welding)

Mesin las GTAW adalah mesin las yang menggunakan metode pengelasan *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW), juga dikenal sebagai *Tungsten Inert Gas* (TIG) *welding*. Metode pengelasan ini melibatkan penggunaan elektroda tungsten yang tidak berlapis dan gas pelindung untuk menghubungkan dua benda logam. Mesin las GTAW menggunakan aliran listrik yang terus-menerus untuk membentuk dan mempertahankan busur listrik antara elektroda tungsten dan logam yang sedang dilas.

Proses pengelasan menggunakan mesin las GTAW dengan cara sebagai berikut: elektroda tungsten ditempatkan di dalam *torch* dan dihubungkan ke sumber arus listrik. Saat arus dialirkan, busur listrik terjadi antara elektroda dan logam yang sedang dilas, gas pelindung kemudian mengalir dari *nozzle torch* untuk melindungi daerah

pengelasan dari udara dan oksigen, yang dapat menyebabkan cacat pada hasil las.

Mesin las GTAW juga dapat digunakan untuk mengelas berbagai jenis logam, termasuk logam yang sulit dihubungkan seperti titanium, nikel, dan baja tahan karat sehingga banyak digunakan dalam berbagai aplikasi seperti pengelasan pipa, industri manufaktur, perbaikan dan perawatan kendaraan, serta pembuatan perhiasan dan seni logam.



Gambar 5.4 Mesin las GTAW

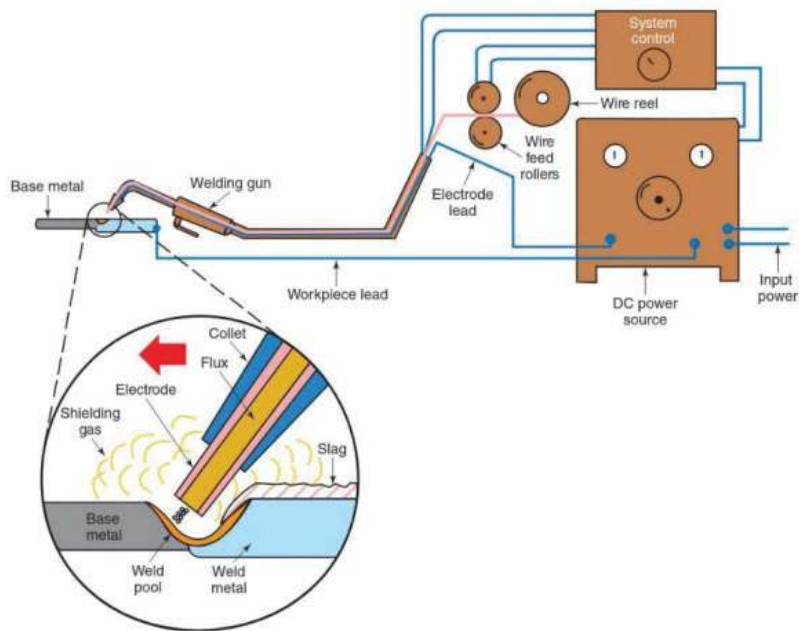
Sumber: Althouse et al., 2020

e. FCAW (Flux Cored Arc Welding)

Mesin las FCAW adalah mesin las yang menggunakan metode pengelasan *Flux-Cored Arc Welding* (FCAW). Metode pengelasan ini adalah pengembangan dari metode pengelasan MIG (*Gas Metal Arc Welding* atau GMAW), yang menggunakan kawat elektroda yang mengandung *fluks* yang meleleh selama pengelasan dan membentuk gas pelindung serta *slag* (lapisan tipis) di atas daerah pengelasan.

Proses pengelasan menggunakan mesin las FCAW yaitu menggunakan aliran listrik yang terus menerus untuk membentuk dan mempertahankan busur listrik antara elektroda dan logam yang sedang dilas. Selama proses pengelasan, kawat elektroda meleleh dan *fluks* yang terkandung di dalamnya membentuk gas pelindung dan *slag* (lapisan tipis) di atas daerah pengelasan. *Fluks* juga membantu memperbaiki karakteristik

busur dan mengurangi cacat pada benda kerja. Mesin las FCAW ini banyak digunakan dalam industri manufaktur, konstruksi, dan reparasi logam, seperti pembuatan kapal, fabrikasi baja struktural, dan pengelasan pipa gas.



Gambar 5.5 Mesin las FCAW

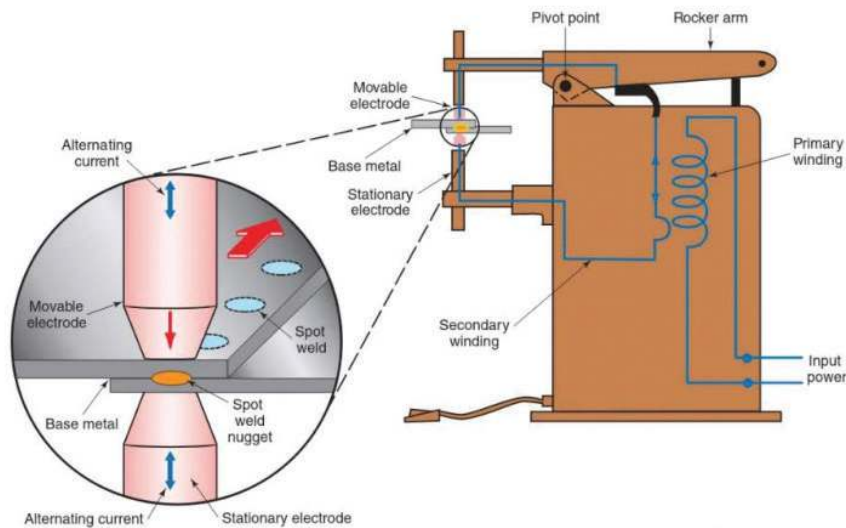
Sumber: Althouse et al., 2020

f. RSW (*Resistance Spot Welding*)

Mesin *Resistance Spot Welding* (RSW) adalah mesin las yang menggunakan metode pengelasan dengan resistansi listrik untuk menghubungkan dua atau lebih benda logam. Metode pengelasan ini melibatkan pemadatan benda kerja dengan menghasilkan tekanan pada daerah pengelasan, lalu mengalirkan arus listrik melalui benda kerja untuk memanaskan logam dan menyatukan bagian yang ingin dihubungkan.

Pengelasan menggunakan mesin RSW bekerja dengan cara sebagai berikut: dua atau lebih elektroda terbuat dari logam konduktor dipasang pada mesin las, dan benda kerja yang ingin dilas ditempatkan di antara kedua elektroda. Setelah elektroda menekan benda kerja, arus listrik dialirkan melalui elektroda ke benda kerja, menghasilkan panas dan mencairkan bagian dari benda kerja di daerah pengelasan. Setelah arus dimatikan dan tekanan dilepaskan, benda kerja mendingin dan mengeras, membentuk pengikatan kuat dan stabil. Mesin RSW banyak

digunakan dalam industri otomotif, pembuatan peralatan rumah tangga, dan industri lainnya yang memerlukan pengelasan cepat dan presisi.



Gambar 5.6 Mesin las RSW

Sumber: Althouse et al., 2020

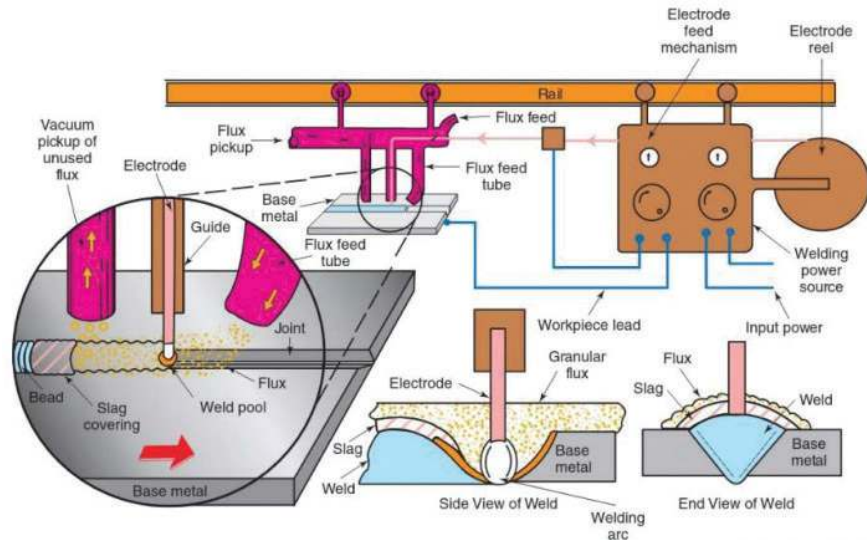
g. SAW (Submerged arc welding)

Mesin las SAW (*Submerged Arc Welding*) adalah mesin las yang menggunakan metode pengelasan busur listrik terendam (*submerged arc*) di bawah lapisan bahan tambahan. Metode pengelasan ini melibatkan elektroda kawat baja yang disalut dengan serbuk *fluks*, dan dioperasikan dalam kondisi terendam oleh lapisan *fluks* yang menutupi daerah pengelasan.

Proses pengelasan menggunakan mesin las SAW dilakukan dengan cara sebagai berikut: elektroda kawat baja disuplai dari mesin las, kemudian arus listrik dialirkan melalui elektroda kawat baja ke benda kerja yang ingin dilas. Selama proses pengelasan, busur listrik terbentuk antara elektroda dan benda kerja, menghasilkan panas yang melelehkan logam dan membuat bahan tambahan menyebar ke daerah pengelasan. Sementara itu, lapisan *fluks* yang menutupi pengelasan membantu melindungi busur listrik, menghilangkan kotoran dari daerah pengelasan, dan membantu menghasilkan pengelasan yang kuat dan kualitas tinggi.

Keuntungan mesin las SAW adalah kecepatan pengelasan yang tinggi, kemampuan untuk mengelas benda kerja dengan ketebalan yang berbeda, dan kemampuan untuk melakukan pengelasan pada

material yang sulit diakses atau dioperasikan secara manual. Mesin las SAW banyak digunakan dalam industri pengelasan berat, seperti pembuatan kapal, pembuatan jembatan, dan fabrikasi struktural.



Gambar 5.7 Mesin las SAW

Sumber: Althouse et al. 2020

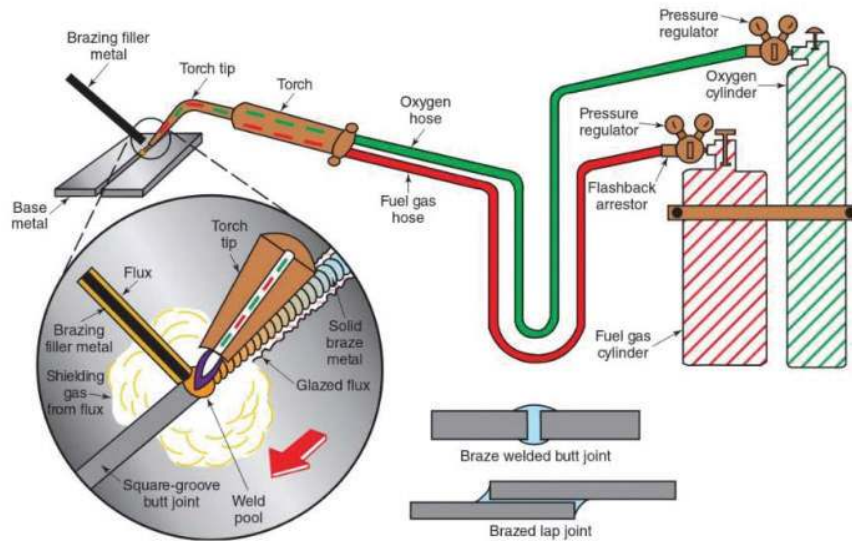
h. Brazing

Mesin *brazing* adalah mesin yang digunakan untuk melakukan pengelasan logam dengan menggunakan metode *brazing*. *Brazing* adalah metode pengelasan yang melibatkan pemanasan logam dasar dengan suhu yang cukup tinggi sehingga logam dasar menjadi meleleh, lalu ditambahkan logam pengisi yang memiliki titik lebur lebih rendah. Logam pengisi menyebar ke dalam celah antara logam dasar dan mengisi celah tersebut setelah dingin dan membentuk ikatan kuat antarlogam.

Proses pengelasan menggunakan mesin *brazing* dilakukan dengan cara sebagai berikut: benda kerja yang ingin dilas ditempatkan pada meja kerja dan logam pengisi ditempatkan di antara daerah pengelasan. Kemudian, suhu dinaikkan hingga mencapai titik lebur logam pengisi sehingga logam pengisi mencair dan menyebar ke dalam celah di antara logam dasar, kemudian membentuk ikatan yang kuat setelah mendingin.

Keuntungan mesin *brazing* adalah kemampuan untuk mengelas logam dengan kualitas yang tinggi dan menghubungkan logam yang berbeda, seperti baja, tembaga, aluminium, dan logam paduan lainnya. Mesin *brazing* juga menghasilkan hasil las yang bersih dan kuat, serta

memiliki biaya produksi yang lebih rendah dibandingkan dengan metode pengelasan lainnya. Mesin *brazing* banyak digunakan dalam industri manufaktur, termasuk pembuatan peralatan listrik, peralatan pemanas, alat-alat mekanik, dan produk-produk lainnya.



Gambar 5.8 Mesin *brazing*.

Sumber: Althouse et al., 2020

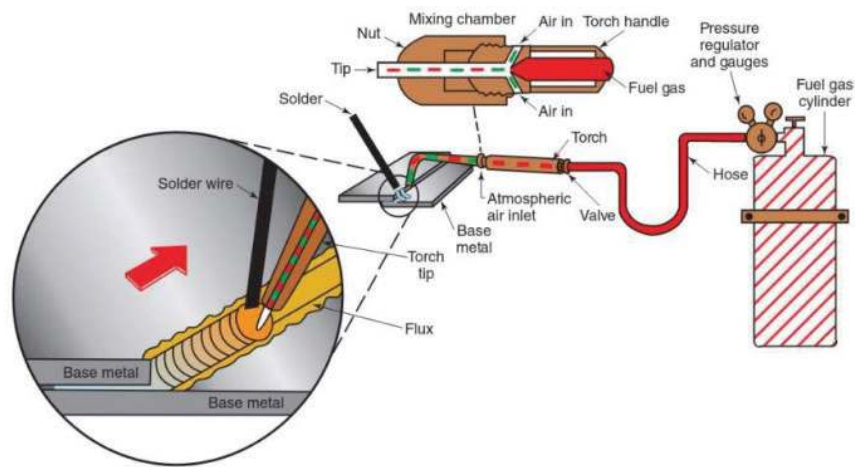
i. Soldering

Mesin *soldering* adalah mesin yang digunakan untuk melakukan proses penyolderan, yaitu proses penggabungan dua atau lebih benda logam dengan menggunakan logam solder (logam pengisi) yang meleleh pada suhu yang lebih rendah daripada titik leleh logam dasar. *Soldering* biasanya dilakukan dengan menggunakan mesin *soldering*, yang menghasilkan panas untuk melelehkan *solder* dan menghubungkan benda kerja.

Mesin *soldering* tersedia dalam berbagai jenis, seperti *soldering* dengan pemanas listrik, *soldering* dengan gas, atau *soldering* dengan induksi. Mesin *soldering* menggunakan alat yang disebut *soldering iron* atau *soldering gun* untuk memanaskan logam dan *solder* hingga meleleh dan menyatukan dua benda logam.

Keuntungan mesin *soldering* adalah memiliki kemampuan untuk menghubungkan benda kerja yang kecil dan tipis, presisi dalam

penggunaan *solder*, serta memiliki kemampuan untuk menggabungkan logam yang berbeda. Mesin soldering juga mudah digunakan dan relatif murah dibandingkan dengan mesin pengelasan lainnya. Mesin *soldering* banyak digunakan dalam berbagai industri, seperti elektronik, peralatan medis, dan pembuatan perhiasan. Mesin *soldering* juga digunakan di industri pemeliharaan dan perbaikan untuk mengganti atau memperbaiki komponen elektronik dan peralatan listrik.



Gambar 5.9 Mesin *soldering*.

Sumber: Althouse et al. 2020

3. Pengenalan dasar perkakas tangan dan bertenaga

Tukang las dan pekerjaan apapun yang terkait dengan pekerjaan logam tidak dapat melakukan pekerjaannya tanpa bahan dan alat perkakas. Perkakas tangan adalah alat yang digunakan dengan tangan atau kekuatan fisik manusia, seperti palu, obeng, gergaji tangan, dan lain sebagainya. Perkakas tangan umumnya digunakan untuk memasang atau melepas baut, memotong kayu atau logam, memaku, mengebor, dan tugas-tugas lainnya. Sementara itu, perkakas bertenaga adalah alat yang membutuhkan daya listrik atau mesin untuk digunakan, seperti bor listrik, gergaji mesin, mesin bubut, mesin las, dan lain-lain. Perkakas bertenaga dapat memudahkan pekerjaan yang membutuhkan tenaga besar atau tingkat presisi yang tinggi. Namun, penggunaan perkakas bertenaga juga memerlukan perhatian ekstra terhadap keselamatan karena potensi bahaya yang lebih besar.

Perbedaan antara kedua jenis perkakas ini terletak pada sumber daya yang digunakan untuk mengoperasikannya. Perkakas tangan mengandalkan

kekuatan dan kemampuan tangan manusia untuk berfungsi, sedangkan perkakas bertenaga memanfaatkan tenaga listrik atau mesin untuk memberikan daya tambahan dan membantu menyelesaikan pekerjaan dengan lebih efisien.



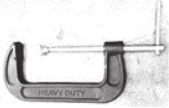



a. Perkakas tangan

Perkakas tangan yang digunakan dalam pengelasan dan fabrikasi logam sangat bervariasi tergantung pada jenis pekerjaan yang akan dilakukan. Beberapa perkakas tangan yang sering digunakan dalam pengelasan dan fabrikasi logam adalah sebagai berikut.

Tabel 5.2 Jenis-jenis perkakas tangan (Estabillo 2020)

Nama	Kegunaan
Alat ukur Alat ukur digunakan untuk mengukur dimensi suatu benda atau logam	
	Alat ukur yang digunakan untuk mengukur permukaan yang melengkung atau tidak beraturan.
Mistar gulung	
	Alat ukur yang digunakan untuk mengukur panjang benda atau logam dalam satuan sentimeter dan milimeter.
Mistar baja	
	Alat ukur yang digunakan untuk mengukur, dan pembuat siku pada benda atau logam.
Mistar siku	

Nama	Kegunaan
	Alat ukur yang digunakan untuk mengukur dimensi dalam seperseribu inci.
<i>Micrometer caliper</i>	
	Alat ukur presisi yang digunakan untuk mengukur bagian dalam, diameter luar, serta kedalaman lubang dan celah.
<i>Vernier caliper</i>	
	Alat ukur yang digunakan untuk mengukur atau mengatur jarak, dan untuk tata letak busur dan lingkaran.
<i>Jangka pembagi</i>	
Alat potong dan pengikisan	
	Alat yang digunakan untuk memotong dari material jenis logam.
<i>Gergaji besi</i>	
	Alat yang digunakan untuk meratakan dan menghaluskan permukaan, atau menghilangkan bagian yang tidak diinginkan.
<i>Kikir</i>	
	Alat yang digunakan untuk memotong, menghilangkan kerak, dan <i>spatter</i> pada las.
<i>Pahat</i>	
	Alat yang digunakan untuk memotong pelat sesuai dengan keinginan.
<i>Gunting pelat</i>	
Alat penanda	

Nama	Kegunaan
	Alat yang digunakan sebagai titik penanda.
Penitik	
	Alat yang digunakan sebagai garis penanda.
Penggores	
Alat penjepit atau pencekam	
	Alat yang digunakan untuk menjepit dan mencekam benda kerja pada saat menggerinda, mengikir, mengetap, menyenai, memotong, memahat, menghaluskan benda kerja, atau mengelas.
Ragum	
	Alat yang digunakan untuk menjepit benda kerja pada saat pengelasan.
C-Clamp	
	Alat yang digunakan untuk mencengkeram benda kerja dengan erat dan disertai dengan pengunci.
Vise-grip	
	Alat ini digunakan untuk memegang benda kerja panas yang akan ditempa maupun di las.
Tang tempa	
	Alat yang digunakan untuk memegang, memotong, dan memutar kabel.
Tang	

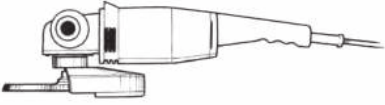
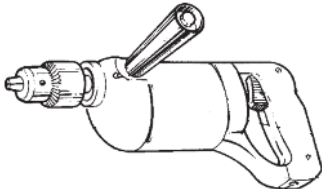
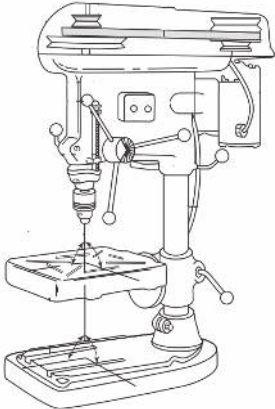
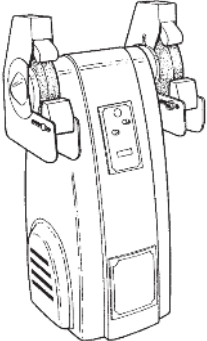
Nama	Kegunaan
Alat pendukung lainnya	
	Alat yang digunakan untuk membersihkan benda kerja dari kotoran maupun terak.
Sikat baja	
	Alat yang digunakan untuk menempa dan membentuk benda logam, atau menghapus bekas las.
Palu besi	
	Alat yang digunakan untuk membuat berbagai bentuk dari logam pelat.
Palu karet	
	Alat yang digunakan untuk membersihkan terak las.
Palu terak	
	Alat yang digunakan untuk memasang dan melepas peralatan pengelasan, seperti pemegang elektroda dan mesin las
Obeng	

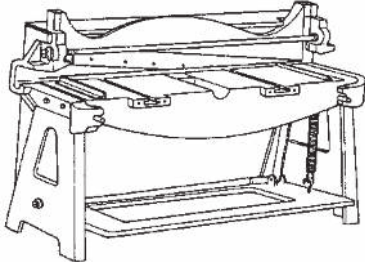
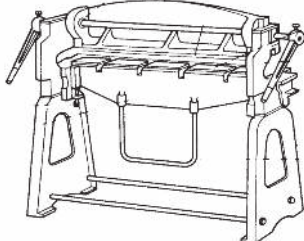
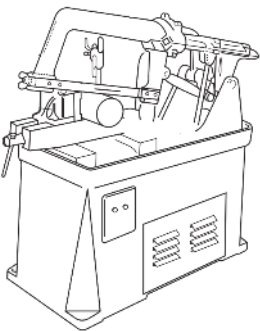
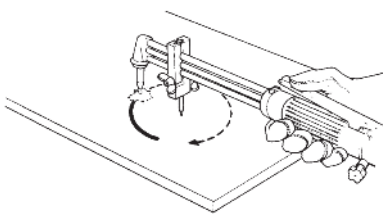
Ketika menggunakan perkakas tangan dalam pengelasan dan fabrikasi logam, penting untuk mengikuti prosedur keselamatan kerja yang tepat dan memastikan bahwa perkakas tangan digunakan dengan benar agar tidak terjadi cedera atau kerusakan pada benda kerja.

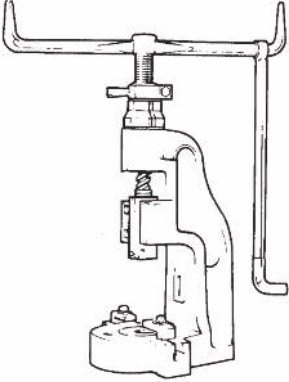
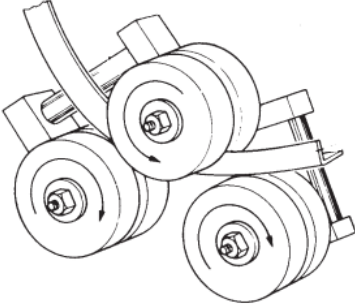
b. Perkakas bertenaga

Perkakas bertenaga adalah alat-alat yang digunakan dalam pengelasan dan fabrikasi logam yang menggunakan tenaga listrik, bahan bakar, atau tekanan udara untuk melakukan tugas-tugas tertentu. Berikut ini adalah beberapa contoh perkakas bertenaga yang digunakan dalam pengelasan dan fabrikasi logam:

Tabel 5.3 Jenis-jenis perkakas tangan bertenaga (Timings 2008)

Nama	Kegunaan
	<p>Gerinda dapat digunakan untuk memotong atau menghaluskan permukaan benda kerja yang kasar atau kasar.</p>
Mesin gerinda tangan	
	<p>Bor digunakan untuk membuat lubang di bahan logam, seperti besi atau baja.</p>
Mesin bor tangan	
	<p>Mesin bor duduk digunakan secara tetap atau diam di atas meja atau permukaan kerja. Mesin ini memiliki meja datar yang dapat diatur tinggi rendahnya serta <i>chuck</i> (pemegang bor) yang terpasang pada sebuah spindle yang berputar. Mesin bor duduk digunakan untuk mengebor lubang-lubang dengan diameter yang kecil hingga menengah pada bahan-bahan seperti kayu, logam, atau plastik.</p>
Mesin bor duduk	
	<p>Gerinda duduk dirancang untuk digunakan secara diam atau tetap di atas lantai atau meja kerja. Mesin ini terdiri dari sebuah roda gerinda yang berputar dengan kecepatan tinggi. Gerinda duduk digunakan untuk mengasah atau memoles benda kerja yang memiliki permukaan datar seperti pisau, alat pemotong, menghaluskan atau memperbaiki permukaan benda kerja yang kasar atau tajam.</p>
Gerinda duduk	

Nama	Kegunaan
	<p>Mesin gunting <i>guillotine</i> digunakan untuk memotong bahan pelat tipis. Gunting <i>guillotine</i> bekerja dengan cara menempatkan bahan yang akan dipotong pada meja kerja mesin, kemudian tekanan diberikan pada bahan dengan menggunakan pisau yang terpasang pada sebuah penjepit. Pisau kemudian bergerak ke bawah dan memotong bahan dengan presisi yang tinggi.</p>
<p>Mesin gunting <i>guillotine</i></p>	
	<p>Mesin <i>bending</i> pelat digunakan untuk membentuk bahan plat logam menjadi bentuk yang diinginkan, seperti sudut atau balok.</p>
<p>Mesin <i>bending</i> pelat manual</p>	
	<p>Gergaji mesin digunakan untuk memotong bahan logam dengan lebih akurat dan cepat dibandingkan gergaji tangan.</p>
<p>Gergaji listrik</p>	
	<p>Mesin ini menggunakan gas yang dipanaskan untuk memotong bahan logam dengan akurasi dan kecepatan yang tinggi.</p>
<p>Mesin las gas</p>	

Nama	Kegunaan
	<p>Mesin pengepres digunakan untuk memadatkan atau mengubah bentuk bahan dengan menggunakan tekanan tinggi.</p>
Mesin pengepres	
	<p>Mesin pengeroll (<i>rolling machine</i>) digunakan untuk membentuk logam atau bahan lainnya menjadi bentuk yang diinginkan melalui proses <i>rolling</i> atau pengerolan. Proses pengerolan melibatkan pemrosesan bahan melalui roda penggulung atau <i>roll</i> yang terpasang pada mesin, dan dapat menghasilkan bentuk yang berbeda seperti lembaran tipis, pipa, atau balok. Mesin pengeroll bekerja dengan cara memasukkan bahan yang akan diproses ke dalam mesin, kemudian <i>roll</i> atau roda penggulung ditempatkan di atas bahan dan diputar dengan kecepatan tinggi. Tekanan diberikan pada bahan dengan cara menekan <i>roll</i> ke bawah dan memaksakan bahan melewati celah di antara dua <i>roll</i>. Proses ini akan menghasilkan bentuk yang diinginkan pada bahan.</p>
Mesin pengeroll	

Penggunaan perkakas bertenaga dalam pengelasan dan fabrikasi logam memerlukan pengetahuan dan keterampilan yang lebih dalam dibandingkan dengan penggunaan perkakas tangan, sehingga sangat penting untuk mengikuti instruksi dan prosedur keselamatan kerja dengan benar.

E. Aktivitas Peserta Didik

Peserta didik melakukan pengamatan pada gambar maupun video yang ditayangkan dan dijelaskan oleh guru. Peserta didik memperhatikan dengan cermat apa yang disampaikan guru. Selain itu, guru dapat memfasilitasi dan membantu peserta didik untuk memperoleh pemahaman dan pengetahuan melalui penerapan model Pembelajaran Berbasis *Inquiry*. Pembelajaran Berbasis *Inquiry* adalah suatu pendekatan pembelajaran yang menempatkan peserta didik sebagai subjek aktif dalam pembelajaran.

Model Pembelajaran Berbasis *Inquiry* bertujuan untuk mempromosikan pemecahan masalah, pemikiran kritis, dan keterampilan berpikir abstrak. Dalam model ini, guru memfasilitasi peserta didik untuk menemukan sendiri konsep-konsep dan prinsip-prinsip dasar, melalui pengalaman, observasi, refleksi, dan diskusi. Peserta didik akan memperoleh pemahaman yang lebih mendalam dan berkelanjutan karena secara aktif terlibat dalam proses pembelajaran serta memiliki tanggung jawab atas pemahamannya sendiri. Model ini melibatkan kurangnya ketergantungan pada pengajaran langsung dari guru, dan menggantikannya dengan pemikiran mandiri, penyelidikan, dan penemuan sendiri.

Berikut langkah-langkah dalam proses Pembelajaran Berbasis *Inquiry* (PBI):

1. Membangkitkan rasa ingin tahu

Pada tahap ini, guru melibatkan peserta didik dengan mengajak mereka untuk terlibat dalam topik atau isu yang menarik perhatian dan mendorong peserta didik untuk mengajukan pertanyaan.

2. Menjelajahi

Pada tahap ini, peserta didik mulai menyelidiki topik atau isu dengan mengumpulkan dan menganalisis data, melakukan eksperimen, atau melakukan riset informasi.

3. Mengembangkan pertanyaan

Berdasarkan hasil jelajah, peserta didik mengembangkan pertanyaan yang ingin mereka jawab atau selidiki lebih lanjut. Contohnya, “Bagaimana mesin las SMAW berkerja?”, “Alat apa saja yang ada di bengkel fabrikasi sekolah?”

4. **Perencanaan**

Pada tahap ini, peserta didik merencanakan dan merancang penelitian atau eksperimen mereka sendiri untuk menjawab pertanyaan mereka.

5. **Mengumpulkan data**

Peserta didik mengumpulkan dan menganalisis data dari penelitian, eksperimen, atau riset. Pada tahap ini peserta didik dapat melakukan observasi di bengkel fabrikasi yang bertujuan untuk mengumpulkan informasi dan data yang ada di lingkungan sekitar.

6. **Menganalisis data**

Pada tahap ini, peserta didik mencari makna dari data yang telah dikumpulkan dan mengambil kesimpulan berdasarkan temuan masing-masing.

7. **Refleksi**

Peserta didik merefleksikan proses pembelajaran dan mempertimbangkan bagaimana hasil temuannya telah mengubah pemahamannya tentang topik atau isu yang diselidiki.

8. **Komunikasi**

Pada tahap akhir, peserta didik memaparkan temuan dan kesimpulan kepada teman sekelas, guru, atau khalayak yang lebih luas, menggunakan berbagai format dan media.

Tahapan-tahapan di atas tidak selalu linear, dan peserta didik dapat memodifikasi tahapan-tahapan tersebut saat menyempurnakan pertanyaan, mengumpulkan dan menganalisis data, serta menemukan hal-hal baru. Peran guru adalah memfasilitasi dan mendukung proses Inquiry peserta didik dengan memberikan bimbingan, sumber daya, dan umpan balik, bukan hanya menyampaikan konten atau informasi.

F. **Penutup**

Pada kegiatan penutup, guru dapat melakukan kegiatan dengan merefleksikan, mengonsolidasikan, dan mengevaluasi apa yang telah dipelajari oleh peserta didik. Langkah-langkah kegiatan penutup dapat dilakukandi antaranya:

1. Guru dapat memberikan *review* atau konfirmasi materi yang telah dipelajari di kelas. Peserta didik dapat diminta untuk menyebutkan kembali beberapa

point penting yang telah dipelajari untuk memastikan tentang memahami materi dengan baik. Sebagai contoh, “Apa saja yang termasuk dalam pengelasan dengan sumber listrik?” atau “Apa saja jenis perkakas tangan dan bertenaga yang ada di bengkel sekolah?”.

2. Guru dapat memberikan tes berupa soal pilihan ganda atau soal uraian yang telah tersedia pada buku siswa untuk mengevaluasi pemahaman peserta didik terhadap materi yang telah dipelajari.
3. Guru dapat meminta peserta didik untuk merenungkan apa yang telah dipelajari dalam materi teknologi pada pengelasan dan fabrikasi logam kemudian guru menanyakan kepada peserta didik. Contoh pertanyaan, “Jika kalian ingin melakukan pengelasan dengan mesin SMAW, apa saja alat yang dibutuhkan?”.
4. Guru dapat memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk bertanya atau mengajukan pertanyaan terkait dengan materi teknik dasar teknologi pengelasan dan fabrikasi logam.

G. Penilaian

Penilaian dapat dilakukan baik secara lisan maupun tertulis melalui tes soal pilihan ganda, soal uraian, maupun penugasan. Penekanan penilaian pada pengetahuan, sikap, dan tugas yang dihasilkan peserta didik selama proses belajar berlangsung. Contoh lembar penilaian pembelajaran *Inquiry* sebagai berikut.

Nama Siswa/ Kelompok :
Kelas :
Semester :
Tahun pelajaran :
Mata Pelajaran :
Judul Proyek :

No.	Aspek yang dinilai	Skor
1	Pokok pembahasan	
2	Pertanyaan penelitian	
3	Tahapan-tahapan penelitian	
4	Kelengkapan data	
5	Refleksi atau kesimpulan	
	Maksimal skor	100

H. Sumber Belajar yang Digunakan

1. Sumber belajar utama

- a. Video dan gambar teknik dasar teknologi pengelasan dan fabrikasi logam.
- b. Kemendikbudristek. 2023. *Dasar-Dasar Teknik Pengelasan Dan Fabrikasi Logam*. Buku Siswa Kelas X, Jakarta: Pusat Kurikulum dan Perbukuan.
- c. Laptop dan proyektor
- d. Lingkungan bengkel sekolah

2. Sumber belajar alternatif

Sumber belajar alternatif dapat dilakukan guru dengan menggunakan dan atau mengaitkan materi yang sedang dijelaskan dengan lingkungan atau industri yang ada di sekitar, contohnya kunjungan ke usaha/industri bidang pengelasan dan fabrikasi logam atau lainnya.

3. Sumber belajar tambahan

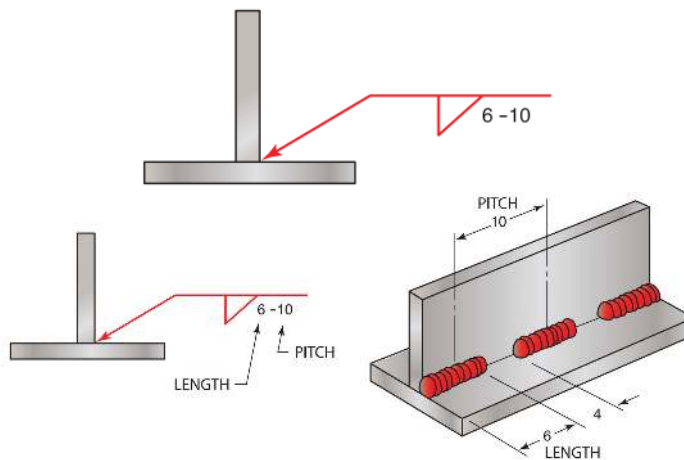
Guru dapat menambah sumber belajar tambahan dengan melakukan kunjungan ke tempat bengkel fabrikasi yang ada di sekitar untuk meninjau teknik dasar pada teknologi pengelasan dan fabrikasi logam. Guru juga dapat mengembangkan sumber belajar tambahan dengan memberikan materi berupa gambar atau video proses kerja pengelasan dan fungsi alat-alat perkakas tangan dan bertenaga.

KUNCI JAWABAN

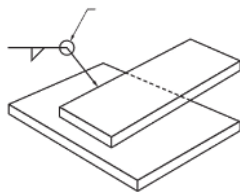
Pilihan ganda

No	Jawaban	No	Jawaban
1	A <i>Shield Metal Arc Welding</i>	11	E Melindungi busur listrik dan logam cair oleh gas yang ditimbulkan
2	A 55 - 85 Volt	12	E Jenis fluks dan polaritas
3	C <i>Flow rate gas</i>	13	E 60 - 90 A
4	C Arah vertikal dari bawah ke atas	14	B <i>Porosity</i>
5	E Karakteristik las <i>medium penetration</i>	15	B Pengikiran berat
6	C Sisi anak panah		
7	B <i>Reference Line</i>		
8	C <i>Supplementary Symbols</i>		
9	A <i>Weld All Around</i>		
10	E <i>Bevel groove ¼ inchi</i>		

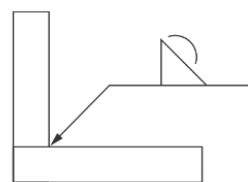
Tugas Kelompok



Menunjukkan simbol pengelasan *intermittent fillet welds* dengan panjang lasan 6 mm dan pitch 10 mm



Menunjukkan simbol pengelasan *welds all around* pada sisi yang ditunjuk anak panah



Menunjukkan simbol pengelasan *convex weld* pada sisi yang ditunjuk anak panah

Soal esai

1. Fungsi elektroda las SMAW yaitu sebagai pembangkit dan sebagai bahan tambahan.
2. Kode elektroda las E-6013 yaitu elektroda busur listrik dengan kekuatan tarik 60 ksi (60.000 psi) digunakan pada semua posisi pengelasan, jenis flux titanium potassium dan polaritas pengelasan DCEP, DCEN, AC.
3. Arus DC (*Direct Current*) merujuk pada aliran arus listrik yang bergerak dalam satu arah atau polaritas yang konstan. Arus DC memiliki besaran dan arah yang tetap sepanjang waktu, berbeda dengan Arus AC (*Alternating Current*) yang mengalir bolak-balik dalam siklus waktu tertentu.
4. Polaritas mesin las mengacu pada arah aliran listrik dalam proses pengelasan. Dalam mesin las, ada dua jenis polaritas yang umum digunakan, yaitu polaritas langsung (DC atau *Direct Current*) dan polaritas terbalik (AC atau *Alternating Current*).
5. Polaritas DCEN biasanya digunakan untuk material tebal karena distribusi panas 2/3 ke benda kerja sedangkan 1/3 panas ke elektroda. DCEN membentuk pencairan material dasar yang lebih banyak daripada elektroda, sehingga membuat hasil las memiliki penetrasi dalam. Polaritas DCEP biasanya digunakan untuk material tipis karena distribusi panas 1/3 ke benda kerja sedangkan 2/3 panas ke elektroda. DCEP dapat menghindarkan panas yang berlebih pada benda kerja yang dapat membuat pelat tembus atau berlubang.

Soal uraian singkat

1. Pertimbangkan jenis sambungan yaitu ketebalan material yang dilas, metode pengelasan, kekuatan sambungan las yang diinginkan, kerapatan sambungan, penggunaan konstruksi sambungan dan faktor ekonomis.
2. Alat perkakas tangan bertenaga yaitu gerinda tangan, bor tangan, gergaji portable, gerinda pemotong, dan sikat gerinda.
3. Sambungan las yang dibentuk dengan cara menyatukan kedua ujung pada bidang yang sama dan saling berdampingan.
4. Fungsi tap yaitu untuk membuat ulir dalam dan snei untuk membuat ulir luar.
5. Jenis las alur (*groove*) dipilih dengan pertimbangan agar hasil lasan dapat menembus lebih dalam ke sambungan dan ini menjadikan sambungan las lebih kuat tanpa membatasi fleksibilitas pengelasan, serta memiliki kerapatan dan bisa menahan keretakan pada konstruksi yang dibebani *cyclic* (berulang).
6. *Grooved butt joints* dipilih karena memiliki tingkat kerapatan yang baik terhadap sambungan las serta ketebalan material yang dilas.
7. *Butt joints, lap joints, tee joints, outside corner joints, and edge joints*.
8. *Weld all around* yaitu pengelasan yang dilakukan mengelilingi dari titik yang ditunjukkan pada arah panah.
9. Cara menentukan ukuran kaki las yaitu berdasarkan *throat thickness* (a) yang diperlukan.

$$\text{Formula for leg length: } z = \sqrt{2} \times a$$

$\sqrt{2}$ is approx. 1.41

10. Perbedaan antara CAM dan CAM :
 - a. CAD lebih spesifik terkait dengan pembuatan desain dan CAM adalah mesin untuk membuat produk manufaktur dengan bantuan komputer melalui penggunaan program.
 - b. CAM menyertakan komputer dan perangkat lunak CAM yang terhubung dengan mesin dan CAD hanya komputer dan perangkat lunak.

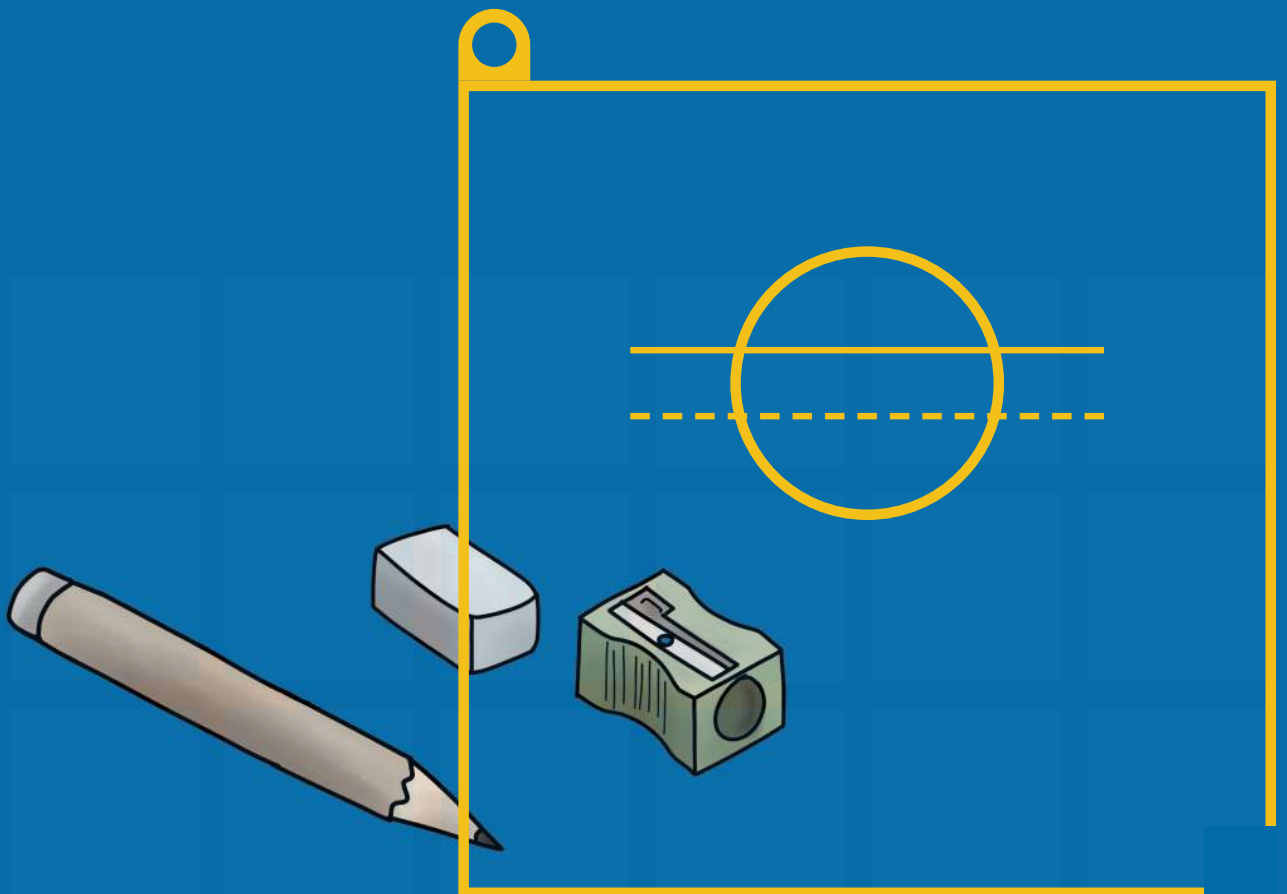
KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023

Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis: Kurniawan Susanta, Khusni Syauqi
ISBN: 978-623-194-533-4 (PDF)

BAB 6

GAMBAR TEKNIK PENGELASAN



Materi 6. Gambar Teknik Pengelasan

Alokasi waktu 6 JP (3 Pertemuan)

Guru dapat mengadaptasi situasi pembelajaran yang sedang berlangsung dengan mempertimbangkan perbedaan kondisi, kemampuan, dan potensi setiap peserta didik.

A. Deskripsi Materi

Gambar teknik pengelasan merupakan gambar atau ilustrasi yang menginformasikan dan menunjukkan cara dan metode pengelasan yang digunakan dalam sebuah proyek. Gambar teknik pengelasan berisi detail tentang jenis pengelasan yang digunakan, jenis elektroda atau *filler* yang digunakan, posisi pengelasan, serta detail lainnya seperti ukuran dan tipe material yang digunakan. Gambar teknik pengelasan juga dapat mencakup informasi tentang persiapan permukaan yang diperlukan sebelum pengelasan, seperti membersihkan permukaan, mempersiapkan bagian yang akan disambungkan, tata letak sambungan, dan sudut pengelasan yang diperlukan. Gambar teknik pengelasan biasanya digunakan oleh para profesional di industri fabrikasi, konstruksi, dan manufaktur untuk memastikan bahwa sambungan pengelasan diproduksi dengan kualitas tinggi dan sesuai dengan standar yang ditetapkan. Pada materi ini akan dibahas mengenai identifikasi gambar teknik, standar gambar pengerjaan las, simbol dasar pengelasan standar AWS, penerapan simbol pengelasan standar AWS, menginterpretasikan gambar kerja.

Guru dapat menyampaikan kepada peserta didik tentang materi dalam bab maupun sub-bab tentang gambar teknik pengelasan. Peserta didik dapat melakukan latihan/praktik dalam menginterpretasikan gambar yang ada di industri maupun lingkungan sekitar. Hal ini dapat memberikan gambaran, pengalaman, maupun pengetahuan kepada peserta didik tentang fungsi dan penerapan gambar teknik pengelasan di dunia kerja.

B. Tujuan Pembelajaran dan Indikator Capaian

Tujuan Pembelajaran	Indikator Pencapaian
Peserta didik mampu menggambar teknik dasar lingkup pengelasan, antara lain membuat sketsa tangan, menginterpretasi detail sketsa tangan, menginterpretasikan gambar teknik dan dasar gambar bentangan, serta menerapkan simbol las untuk pekerjaan pengelasan dan fabrikasi logam.	1. Peserta didik mampu membuat sketsa tangan.
	2. Peserta didik mampu memahami standar gambar untuk pengerjaan pengelasan.
	3. Peserta didik mampu memahami penerapan gambar teknik beserta simbol-simbol untuk pengerjaan pengelasan dan fabrikasi logam.
	4. Peserta didik mampu menginterpretasikan gambar kerja.

C. Pendahuluan

Pendahuluan dalam pembelajaran bertujuan untuk membangkitkan minat dan motivasi peserta didik, memberikan gambaran umum tentang topik yang akan dipelajari, dan mempersiapkan peserta didik untuk menerima informasi lebih lanjut. Pendahuluan dalam pembelajaran bisa berupa pengenalan tentang topik yang akan dibahas, mengaitkan topik dengan kehidupan sehari-hari peserta didik, mengenalkan guru atau fasilitator pembelajaran, dan memberikan gambaran tentang bagaimana pembelajaran akan berlangsung. Hal-hal ini dapat membantu peserta didik merasa tertarik, termotivasi, dan mempersiapkan diri secara mental agar dapat lebih mudah mengikuti pembelajaran yang akan disampaikan.

Pendahuluan pada pertemuan materi ini, guru dapat melakukan kegiatan sebagai berikut.

1. Guru memberikan salam kepada peserta didik.
2. Guru melakukan presensi kehadiran kepada peserta didik
3. Guru dapat melakukan kegiatan yang menyenangkan untuk membangkitkan semangat peserta didik seperti memberikan kuis, tebak kata, yel-yel, maupun permainan singkat.

4. Apersepsi

Guru menjelaskan tentang pentingnya gambar teknik dalam proses pengelasan karena sebagai acuan petugas/*welder* untuk melakukan pengelasan, karena memberikan petunjuk informasi-informasi tentang posisi pengelasan, jenis pengelasan, jarak antarlogam yang akan dilas, dan banyak hal lainnya yang harus diperhatikan dalam proses pengelasan.

Seorang juru las tentunya harus paham dan mampu membaca secara detail informasi-informasi yang tercantum dalam gambar kerja. Untuk itu, seorang juru las harus mampu memahami dan mampu menginterpretasikan gambar kerja yang menunjukkan daerah yang akan dikerjakan menggunakan mesin las. Membaca gambar kerja merupakan kompetensi dasar seorang perancang, juru las, maupun inspektor sebelum melakukan pekerjaan. Gambar kerja dalam pengelasan melingkupi informasi-informasi yang dibutuhkan seperti penunjukan daerah las, simbol-simbol, bentuk sambungan, serta keterangan dimensi.

5. Guru melakukan tanya jawab tentang gambar teknik, misalkan “Apa saja alat yang dibutuhkan untuk menggambar teknik?” Atau “Apakah bisa *welder* mengelas tanpa menggunakan gambar kerja?”. Selanjutnya guru memberikan informasi kepada peserta didik untuk memahami lebih jauh mengenai gambar teknik pengelasan.
6. Guru menjelaskan kata kunci untuk menekankan pada topik yang dibahas yaitu gambar teknik, standar gambar, simbol pengelasan, gambar kerja.
7. Guru menjelaskan tujuan pembelajaran, yaitu agar peserta didik mampu menggambar teknik dasar lingkup pengelasan, antara lain membuat sketsa tangan, menginterpretasi detail sketsa tangan, menginterpretasikan gambar teknik dan dasar gambar bentangan, serta menerapkan simbol las untuk pekerjaan pengelasan dan fabrikasi logam.
8. Guru dapat mengakhiri kegiatan pendahuluan dengan membuka kesempatan bertanya dan menjawab kepada peserta didik untuk membantu memperjelas konsep atau topik yang belum dipahami dan menciptakan lingkungan pembelajaran yang interaktif.

D. Kegiatan Inti


Pada kegiatan inti, guru memberikan penjelasan tentang gambar teknik pengelasan. Peserta didik diberikan penjelasan terkait dengan identifikasi gambar teknik, standar gambar pengerjaan las, simbol dasar pengelasan standar AWS, penerapan simbol pengelasan standar AWS, menginterpretasikan gambar kerja agar peserta didik memiliki kemampuan untuk membuat sketsa tangan, menginterpretasikan gambar teknik, serta menerapkan simbol las untuk pekerjaan pengelasan dan fabrikasi logam.

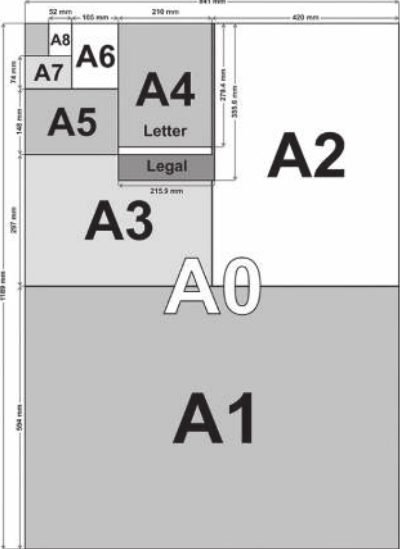
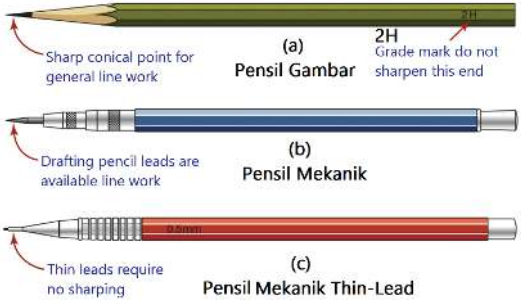
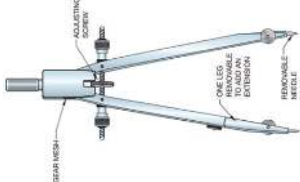
Pada kegiatan inti pembelajaran, guru dapat memberikan materi dan pokok bahasan dengan menekankan pada aspek berikut.

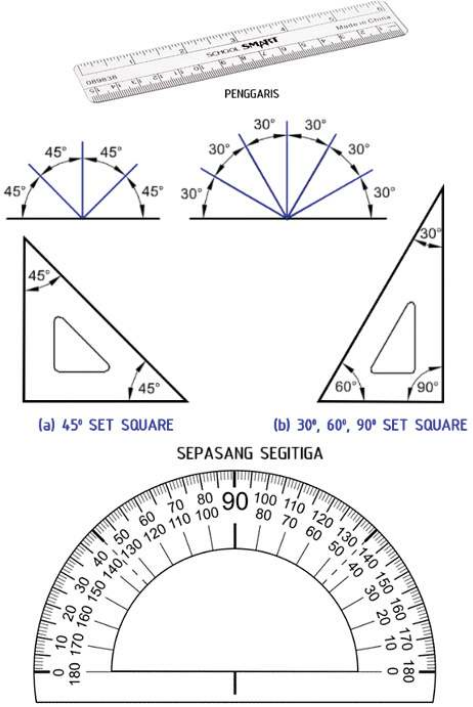

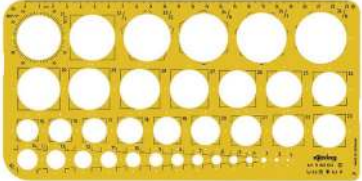
1. Identifikasi gambar teknik

Proses pembuatan gambar teknik dalam pengelasan membutuhkan alat-alat gambar yang sesuai dengan penggunaannya. Saat ini pembuatan gambar teknik dapat dilakukan secara manual dan menggunakan bantuan *software*. Adapun peralatan gambar teknik manual di antaranya:










Tabel 6.1 Macam-macam peralatan gambar teknik

Nama alat	Kegunaan
	Meja gambar digunakan untuk memberikan permukaan yang rata dan stabil saat menggambar. Meja gambar biasanya dilengkapi dengan penggaris dan alat pengukur lainnya untuk membantu menggambar dengan presisi.
Mesin gambar	

Nama alat	Kegunaan
	<p>Kertas gambar digunakan untuk menggambar teknik. Ukuran yang biasanya digunakan adalah ukuran A4 atau A3 dengan tebal yang cukup untuk menahan berbagai macam alat gambar.</p>
<p>Kertas gambar</p>	
 <p>(a) Pencil Gambar Sharp conical point for general line work 2H Grade mark do not sharpen this end</p> <p>(b) Pencil Mekanik Drafting pencil leads are available line work</p> <p>(c) Pencil Mekanik Thin-Lead Thin leads require no sharpening</p>	<p>Pensil teknik memiliki berbagai tingkat kekerasan tergantung pada ukuran nomornya. Pensil teknik memiliki berbagai jenis kekerasan yang diberi kode berupa huruf dan angka seperti HB, 2H, 4H, 2B, dan sebagainya. Pensil ini biasanya digunakan untuk menggambar garis kontur dan detail kecil.</p>
<p>Pensil teknik</p>	
	<p>Jangka digunakan dalam gambar teknik untuk membuat lingkaran dan melingkari objek lain pada gambar.</p>
<p>Jangka</p>	

Nama alat	Kegunaan
	<p>Jenis penggaris yang digunakan dalam menggambar di antaranya adalah sepasang segitiga (<i>set squares</i>) dan penggaris (<i>ruler</i>). Sepasang segitiga digunakan untuk membuat garis lurus sejajar dan tegak lurus sedangkan penggaris untuk membuat garis lurus saja, sedangkan busur derajat digunakan untuk mengukur atau membuat garis derajat.</p>
<p>Penggaris</p>	
	<p>Mal merupakan salah satu peralatan gambar teknik yang mempunyai fungsi untuk membuat pola-pola tertentu seperti garis melengkung, huruf, dan pola-pola sulit lainnya.</p>
	
<p>Mal</p>	

Identifikasi gambar juga harus mengetahui jenis-jenis garis dan kegunaannya dalam gambar teknik. Gambar berikut adalah jenis-jenis garis gambar menurut ISO.R 128.

No	Jenis Garis	Keterangan	Penggunaan
1		Garis tebal kontinyu	<ul style="list-style-type: none"> - Garis benda nyata (garis benda terlihat) - Garis khayal berpotongan (garis imajiner) - Garis ukuran
2		Garis tipis kontinyu (lurus atau lengkung)	<ul style="list-style-type: none"> - Garis proyeksi - Garis penunjuk - Garis arsir - Garis nyata pada penampang yang diputar di tempat - Garis sumbu pendek
3		Garis tipis kontinyu bebas	Garis batas yang dipotong, jika batasnya bukan garis bergores tipis
4		Garis tipis kontinyu dengan zig-zag	Garis batas yang dipotong, jika batasnya bukan garis bergores tipis
5		Garis gores tebal	Garis gambar terhalang (Garis benda/nyata terhalang)
6		Garis gores tipis	<ul style="list-style-type: none"> - Garis sumbu - Garis simetri - Garis lintasan
7		Garis gores tipis yang dipertebal ujungnya dan perubahan arah	Garis yang menunjukkan bidang potong
8		Garis gores tipis	Garis yang menunjukkan permukaan benda kerja yang harus mendapatkan pengerjaan khusus
9		Garis gores ganda tipis	<ul style="list-style-type: none"> - Garis benda/bagian yang berdekatan - Posisi alternatif dan batas kedudukan benda yang bergerak - Garis sistem

Gambar 6.1 Jenis-jenis garis dan kegunaannya

Proyeksi gambar teknik adalah cara merepresentasikan objek tiga dimensi pada media dua dimensi, seperti kertas atau layar komputer. Ada beberapa jenis proyeksi gambar teknik, termasuk proyeksi ortogonal, proyeksi isometrik, dan proyeksi perspektif.

- Proyeksi ortogonal adalah jenis proyeksi gambar teknik yang paling umum digunakan. Dalam proyeksi ortogonal, objek diproyeksikan ke media dua dimensi menggunakan garis-garis yang saling tegak lurus yang disebut garis proyeksi. Ada tiga jenis proyeksi ortogonal: proyeksi atas, proyeksi depan, dan proyeksi samping.
- Proyeksi isometrik adalah jenis proyeksi gambar teknik yang objeknya diproyeksikan ke media dua dimensi menggunakan garis-garis yang saling tegak lurus dengan sudut 120 derajat. Ini memberikan gambar

tiga dimensi yang lebih mudah dipahami dibandingkan proyeksi ortogonal, tetapi gambar yang dihasilkan tidak selalu akurat dalam hal proporsi dan skala.

- c. Proyeksi perspektif adalah jenis proyeksi gambar teknik yang objeknya diproyeksikan ke media dua dimensi seperti yang terlihat dari sudut pandang tertentu. Ini memberikan gambar tiga dimensi yang sangat realistis, tetapi membutuhkan keterampilan dan waktu yang lebih banyak untuk membuatnya dibandingkan dengan proyeksi ortogonal atau isometrik.

Dalam proyeksi gambar teknik, penting untuk memilih jenis proyeksi yang tepat untuk tujuan tertentu, dan untuk menggambar dengan akurat dan konsisten menggunakan prinsip-prinsip dasar proyeksi gambar teknik.

2. Standar gambar pengerjaan las

Standar gambar pengerjaan las biasanya mengacu pada gambar teknis yang merinci bagaimana suatu proyek las harus dikerjakan. Gambar ini harus menunjukkan jenis sambungan las, besi yang digunakan, posisi las, metode pengelasan, dan spesifikasi pengelasan yang dibutuhkan. Ada beberapa standar gambar pengerjaan las, antara lain: (1) AWS (*American Welding Society*); (2) ISO (*International Organization for Standardization*); (3) JIS (*Japanese Industrial Standards*); (4) ASME (*American Society of Mechanical Engineers*); dan (5) EN (*European Norm*).

Ada beberapa standar gambar pengerjaan las yang umum digunakan dalam industri manufaktur dan konstruksi, di antaranya:

a. Standar AWS (*American Welding Society*)

AWS memiliki beberapa standar gambar pengerjaan las yang digunakan dalam industri konstruksi dan manufaktur. Beberapa standar yang populer antara lain AWS D1.1, AWS D1.2, AWS D1.6, dan AWS D17.1.

b. Standar ASME (*American Society of Mechanical Engineers*)

ASME juga memiliki beberapa standar gambar pengerjaan las yang umum digunakan dalam industri bejana tekan. Beberapa standar yang populer antara lain ASME *Boiler and Pressure Vessel Code Section VIII*, ASME B31.1, dan ASME B31.3.

c. Standar ISO (*International Organization for Standardization*)

ISO memiliki standar gambar pengerjaan las internasional yang digunakan di seluruh dunia. Beberapa standar yang populer antara lain ISO 3834 dan ISO 15614.

Gambar pengerjaan las biasanya menunjukkan detail tentang jenis las, pengaturan las, posisi las, dimensi las, dan toleransi yang harus diikuti. Gambar pengerjaan las juga dapat menunjukkan spesifikasi bahan dan persyaratan kualitas las yang harus dipenuhi. Secara umum, gambar pengerjaan las harus memuat informasi sebagai berikut:

a. Identifikasi proyek las

Gambar harus mencantumkan nama proyek, nomor gambar, tanggal, dan nama pembuat gambar.

b. Toleransi dan batas ukuran

Gambar harus menunjukkan toleransi dan batas ukuran untuk setiap elemen yang akan dilas.

c. Jenis mesin las

Gambar harus mencantumkan jenis las yang akan digunakan, seperti las busur listrik (SMAW), las gas (GMAW), las TIG (GTAW), dan sebagainya.

d. Jenis sambungan las

Gambar harus menunjukkan jenis sambungan las yang akan digunakan, seperti sambungan *groove*, *fillet*, *spot*, sudut, atau lainnya.

e. Detail las

Gambar harus menunjukkan detail las, seperti jarak antar titik las, kedalaman las, dan sudut las.

f. Persyaratan inspeksi

Gambar harus mencantumkan persyaratan inspeksi yang harus dipenuhi, seperti uji visual, uji radiografi, uji penetrasi, atau uji kekuatan tarik.

g. Keterangan lainnya

Gambar harus mencantumkan keterangan lainnya yang diperlukan, seperti tanda pengelasan, jenis bahan las, dan persyaratan kualitas las.

Gambar pengerjaan las ini sangat penting untuk memastikan kualitas pengelasan dan keamanan proyek. Oleh karena itu, pengelas harus memahami dan mengikuti standar gambar pengerjaan las yang berlaku untuk setiap proyek.

3. Simbol dasar pengelasan standar AWS

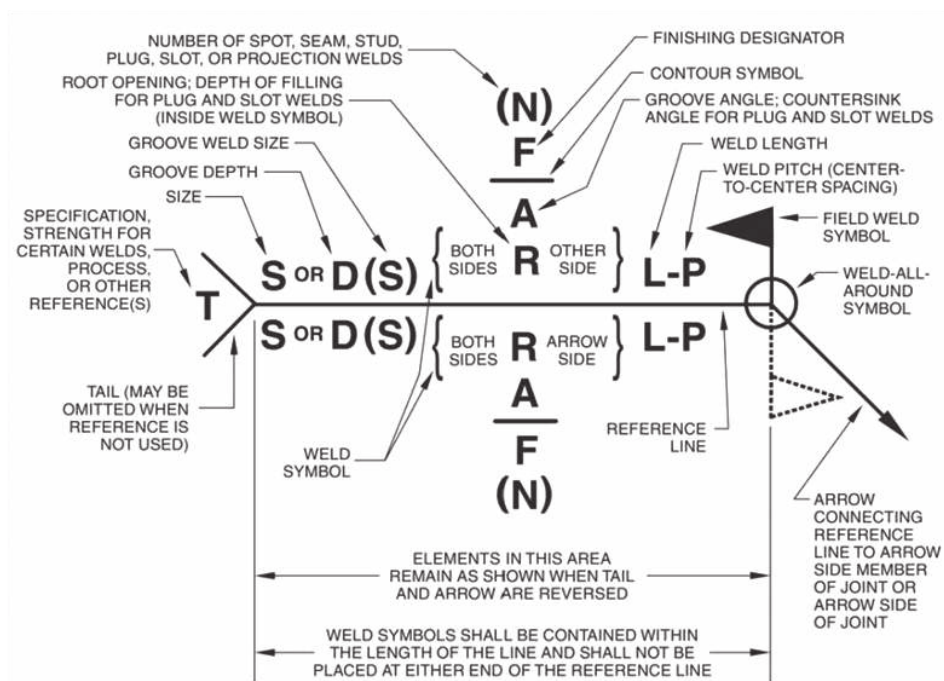
Simbol dasar pengelasan adalah sebuah notasi yang digunakan untuk menggambarkan proses pengelasan yang akan dilakukan. Simbol ini biasanya digunakan pada gambar teknis (*engineering drawing*) atau *blueprints*. Simbol dasar pengelasan terdiri dari beberapa elemen simbol dasar terdapat bagian-bagian yang memiliki fungsi masing-masing, yaitu:

- a. **Garis referensi (*reference line*)**
Merupakan garis horizontal yang berfungsi sebagai tanda atau lokasi simbol, seperti jenis kampuh, ukuran las, jenis proses pengelasan, dan simbol-simbol las lainnya. Garis referensi selalu berbentuk garis horizontal, walaupun saat anak panah berubah arah.
- b. **Anak panah (*arrow*)**
Merupakan simbol yang harus ada dalam simbol pengelasan. Anak panah menunjukkan titik atau posisi tempat akan dilakukan pengelasan. Arah anak panah dapat berubah naik atau turun tergantung titik yang akan dilakukan pengelasan.
- c. **Simbol dasar pengelasan (*basic welding symbol*)**
Merupakan simbol yang mewakili jenis pengelasan yang dibutuhkan, umumnya untuk simbol pengelasan sambungan *fillet*, *spot*, *seam*, maupun *plug* yang dikhususkan pada permukaan (*cover*) atau bagian *root*.
- d. **Simbol pengelasan tambahan (*supplementary weld symbols*)**
Merupakan simbol tambahan yang dicantumkan jika membutuhkan informasi tambahan dalam gambar kerja. Contoh informasi tambahan adalah pada pengelasan yang dilakukan keliling, simbol *finishing* pada permukaan seperti kontur las rata, cekung, ataupun cembung.
- e. **Finish symbols**
Merupakan pemberian instruksi tentang informasi pengerjaan setelah dilakukan proses pengelasan seperti penyelesaian permukaan dengan penggerindaan maupun *gouging* pada bagian permukaan daerah hasil las.
- f. **Ukuran (*dimensions*)**
Merupakan pemberian ukuran yang bertujuan agar dimensi hasil pengelasan dan persiapan sambungan sesuai dengan gambar kerja. Pemberian ukuran dalam simbol las umumnya terdapat pada panjang *throat*, tinggi *capping*, dan panjang *leg length*. Sementara itu, pemberian dimensi dalam jenis sambungan las umumnya pada sudut bevel atau kampuh, *root gap*, maupun *root face*.

g. Ekor (tail)

Merupakan bagian tempat untuk memberikan penambahan instruksi yang spesifik seperti proses pengelasan, prosedur yang digunakan, ataupun perintah tambahan lainnya. Contohnya adalah menambahkan jenis pengelasan pada bagian ekor seperti SMAW, ASW, GMAW, GTAW, maupun jenis las lainnya.

Untuk memahami elemen simbol las dengan lebih jelas, mari kita gunakan gambar berikut, yang menjelaskan bagaimana simbol las digambar dan juga lokasi standar dari elemen yang disebutkan di atas.



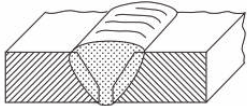

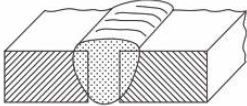

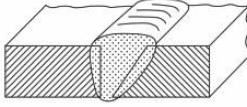

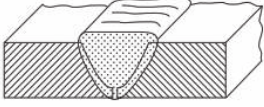

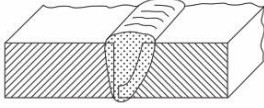

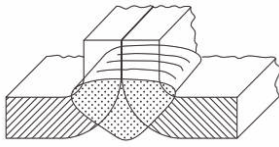
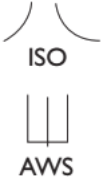
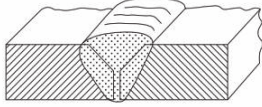

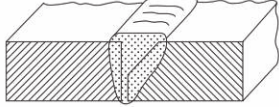

Gambar 6.2 Standar elemen simbol pengelasan

Sumber: AWS, 2020

a. Simbol Sambungan Butt/Groove

Groove weld adalah las yang dilakukan setelah suatu alur yang sesuai disusun di tepi dua bagian yang akan dilas. Hal ini diterapkan untuk *butt joints* (sambungan tumpul), *T-joints* (sambungan T), *corner joints* (sambungan sudut) dan *edge joints* (sambungan tepi) seperti ditunjukkan tabel.

Tabel 6.2 Simbol-simbol pada jenis sambungan butt/groove
(Gregory and Armstrong 2005)

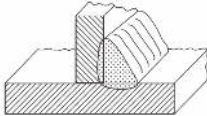

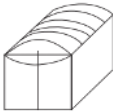


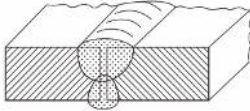

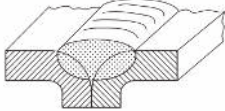

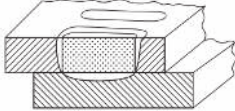

Jenis sambungan	Ilustrasi	Simbol las
<i>Single-V butt/groove weld</i>		
<i>Square butt/groove weld</i>		
<i>Single bevel butt/groove weld</i>		
<i>Single-U butt/groove weld</i>		
<i>Single-J butt/groove weld</i>		
<i>Butt weld between plates dengan raised edges (ISO). Edge weld on a flanged groove joint (AWS)</i>		
<i>Single-V butt weld dengan broad root face</i>		
<i>Single bevel butt weld dengan broad root face</i>		

b. Simbol gambar untuk fillet, edge welds, backing run, flare groove, bevel welds, dan slot weld

Las *Fillet* adalah las tempat *bead* (manik-manik las) diletakkan di dua sudut permukaan bagian *part* yang ortogonal sehingga penampang dari *bead* adalah segitiga. Hal ini diterapkan pada *T-joint*, *cross joint*, *lap joint*, dan sebagainya. Las ini dapat diklasifikasikan menurut bentuk

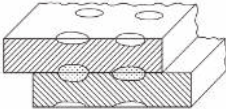
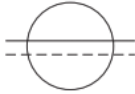
penampangnya, mulai dari dari bead menjadi *convex fillet weld* (las *fillet* cembung), *concave fillet weld* (las *fillet* cekung) dan *concave-convex mixed fillet weld* (las *fillet* campuran cembung-cekung) seperti yang ditunjukkan dalam tabel.

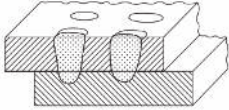
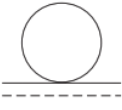
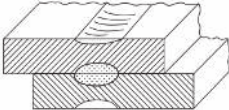

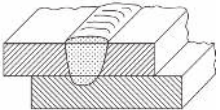
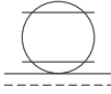
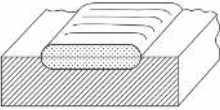



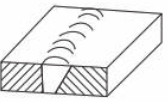

Tabel 6.3 Contoh simbol-simbol pada jenis sambungan *fillet and edge welds, backing run or weld, flare groove and bevel welds, and plug or slot weld* (Gregory and Armstrong 2005)

Jenis sambungan	Ilustrasi	Simbol las
<i>Fillet weld</i>		
<i>Edge weld</i>		 
<i>Backing weld (AWS)</i>		
<i>Flare-V-groove weld (AWS)</i>		
<i>Plug or slot weld</i>		

c. Simbol gambar untuk *spot and seam welds, surfacing, and steep flanked butt welds*

Tabel 6.4 Simbol untuk *spot and seam welds, surfacing, and steep flanked butt welds* (Gregory and Armstrong 2005)




Jenis sambungan	Ilustrasi	Simbol las
<i>Resistance spot weld</i>		

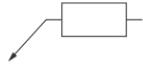







Jenis sambungan	Ilustrasi	Simbol las
<i>Arc spot weld</i>		
<i>Resistance seam weld</i>		
<i>Arc seam weld</i>		
<i>Surfacing</i>		
<i>Steep flanked single-V butt weld</i>		
<i>Steep flanked single-bevel butt weld</i>		

d. Simbol tambahan

Simbol las tambahan digunakan untuk memberikan informasi tambahan tentang sambungan las.

Tabel 6.5 Simbol tambahan (Gregory and Armstrong 2005)

Simbol	AWS
<i>Flush or flat</i>	
<i>Convex</i>	
<i>Concave</i>	
<i>Toes shall be blended smoothly</i>	Tidak ada

Simbol	AWS
<i>Spacer</i>	
<i>Back or backing weld</i>	
<i>Melt through</i>	
<i>Consumable insert</i>	
<i>Weld all round</i>	
<i>Field weld</i>	
<i>Backing</i>	
<i>Removable backing</i>	

4. Menginterpretasikan gambar kerja

Menginterpretasikan gambar kerja melibatkan pemahaman tentang beberapa pengetahuan tentang pengelasan yang digunakan dalam gambar dan instruksi yang terkandung dalam gambar kerja. Berikut adalah beberapa pengetahuan dasar yang harus dikuasai dalam menginterpretasikan gambar kerja pengelasan.

a. Mengidentifikasi jenis gambar

Seperti halnya gambar kerja pada umumnya, gambar kerja pengelasan juga dapat terdiri dari beberapa jenis gambar seperti gambar detail, gambar potongan, gambar perspektif, dan gambar assembly. Pastikan untuk mengidentifikasi jenis gambar yang sedang dilihat.

b. Memahami simbol pengelasan

Gambar kerja pengelasan menggunakan simbol pengelasan untuk menunjukkan jenis dan lokasi pengelasan. Simbol pengelasan meliputi simbol untuk jenis sambungan las, pemotongan (*cut*), pembersihan

(*clean*), pengisian (*fill*), dan *finishing* (*grind*). Pastikan untuk memahami arti dari setiap simbol pengelasan yang digunakan dalam gambar.

c. Mengidentifikasi jenis mesin las yang digunakan

Ada beberapa jenis las, seperti las busur listrik, las gas, las TIG, dan lainnya. Pastikan untuk mengidentifikasi jenis las yang akan digunakan dalam proyek dan memahami spesifikasi teknis yang diperlukan.

d. Mengetahui jenis sambungan las

Gambar kerja pengelasan juga menunjukkan jenis sambungan las yang digunakan untuk menggabungkan benda kerja, seperti sambungan las *butt joint*, sambungan las *lap joint*, sambungan las *T-joint*, sambungan las *corner joint*, dan lain-lain. Pastikan untuk memahami jenis sambungan las yang digunakan dalam gambar.

e. Memahami spesifikasi pengelasan

Gambar kerja pengelasan juga akan menunjukkan spesifikasi pengelasan seperti jenis elektroda pengelasan, jenis gas pelindung, posisi pengelasan, dan parameter pengelasan. Pastikan untuk memahami spesifikasi pengelasan yang tercantum dalam gambar.

f. Memperhatikan spesifikasi bahan

Gambar kerja pengelasan biasanya juga akan menunjukkan spesifikasi bahan yang akan digunakan dalam proyek, termasuk jenis logam, ketebalan, dan ukuran. Pastikan untuk memperhatikan spesifikasi bahan yang diperlukan untuk memastikan kualitas pengelasan yang tepat.

g. Memahami instruksi pengelasan

Gambar kerja pengelasan juga akan memberikan instruksi tentang urutan pengelasan, jumlah pengelasan, dan arah pengelasan. Pastikan untuk memahami instruksi pengelasan yang diberikan dalam gambar dan mengikuti dengan hati-hati untuk memastikan kualitas pengelasan yang baik dan aman.

E. Aktivitas Peserta Didik

Peserta didik melakukan pengamatan pada gambar maupun video yang ditayangkan dan dijelaskan oleh guru. Peserta didik memperhatikan dengan cermat apa yang disampaikan guru. Selain itu, peserta didik dapat melakukan latihan menggambar menggunakan peralatan gambar maupun melakukan latihan menginterpretasikan gambar kerja pengelasan. Guru dapat memfasilitasi dan membantu peserta didik untuk memperoleh pemahaman dan pengetahuan

melalui penerapan model Pembelajaran Berbasis Proyek (PBP). Pembelajaran berbasis proyek (PBP) adalah metode pembelajaran yang menekankan pada pengembangan keterampilan praktis dan pemecahan masalah dengan membuat proyek yang relevan dan kontekstual. Guru memfasilitasi peserta didik untuk mengembangkan keterampilan kewirausahaan melalui latihan-latihan yang berfokus pada aspek-aspek gambar kerja pengelasan. Berikut langkah-langkah dalam proses Pembelajaran Berbasis Proyek (PBP):

1. Menentukan topik proyek

Guru dan peserta didik bekerja sama untuk menentukan topik proyek yang sesuai dengan kurikulum, minat, dan konteks lokal. Topik harus relevan dan menarik bagi peserta didik, serta dapat memberikan pengalaman yang berarti dalam pembelajaran gambar teknik.

2. Merancang proyek

Peserta didik dan guru merancang proyek dengan tujuan, sasaran, hasil yang diinginkan, dan sumber daya yang dibutuhkan. Proyek harus mencakup aspek identifikasi gambar teknik, standar gambar pengerjaan las, simbol dasar pengelasan, penerapan simbol pengelasan, menginterpretasikan gambar kerja.

3. Pembagian tugas

Peserta didik dibagi ke dalam kelompok kerja dan ditugaskan untuk melakukan tugas-tugas tertentu sesuai dengan kemampuan masing-masing. Tugas-tugas ini harus saling terkait dan saling mendukung untuk mencapai tujuan proyek.

4. Pelaksanaan proyek

Peserta didik memulai pelaksanaan proyek dengan mengumpulkan data, melakukan riset, dan membangun rencana kerja. Selama proses pelaksanaan, guru dan peserta didik harus terus memantau kemajuan proyek dan melakukan evaluasi terhadap hasil yang telah dicapai.

5. Presentasi hasil proyek

Peserta didik mempresentasikan hasil proyek di depan kelas atau publik yang relevan dengan proyek tersebut. Presentasi ini harus mencakup semua aspek identifikasi gambar teknik, standar gambar pengerjaan las, simbol

dasar pengelasan, penerapan simbol pengelasan, menginterpretasikan gambar kerja.

6. Evaluasi hasil proyek

Peserta didik dan guru melakukan evaluasi terhadap hasil proyek dan proses pembelajaran yang telah dilakukan. Evaluasi ini bertujuan untuk mengukur keberhasilan proyek dan memberikan umpan balik bagi peserta didik dan guru dalam pengembangan pembelajaran berikutnya.

7. Refleksi dan pengembangan diri

Peserta didik melakukan refleksi terhadap pengalaman dan pembelajaran yang telah diperoleh selama pelaksanaan proyek, serta merencanakan pengembangan diri yang lebih lanjut dalam gambar teknik.

Langkah-langkah di atas dapat diadaptasi sesuai dengan konteks dan kebutuhan peserta didik. Penting untuk memastikan bahwa peserta didik terlibat aktif dalam seluruh proses pembelajaran berbasis proyek, sehingga dapat memperoleh pengalaman praktis dan keterampilan menginterpretasikan gambar teknik yang berarti.

F. Penutup

Pada kegiatan penutup, guru dapat melakukan kegiatan merefleksikan, mengonsolidasikan, dan mengevaluasi apa yang telah dipelajari oleh peserta didik. Langkah-langkah kegiatan penutup yang dapat dilakukan di antaranya:

1. Guru dapat memberikan ringkasan materi yang telah dipelajari di kelas. Peserta didik dapat diminta untuk menyebutkan kembali beberapa poin penting yang telah dipelajari untuk memastikan pemahaman materi dengan baik.
2. Guru dapat memberikan tes berupa soal pilihan ganda atau soal uraian yang telah tersedia pada buku siswa untuk mengevaluasi pemahaman peserta didik terhadap materi yang telah dipelajari.
3. Guru dapat meminta peserta didik untuk merenungkan apa yang telah dipelajari dalam materi gambar teknik pengelasan kemudian guru menanyakan kepada peserta didik.
4. Guru dapat memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk bertanya atau mengajukan pertanyaan terkait dengan materi gambar teknik pengelasan.

G. Penilaian

Penilaian dapat dilakukan baik secara lisan maupun tertulis melalui tes sol pilihan ganda, soal uraian, maupun penugasan. Penekanan penilaian pada pengetahuan, sikap, dan produk yang dihasilkan peserta didik selama proses belajar berlangsung. Berikut ini adalah contoh lembar penilaian produk.

Nama Siswa/ Kelompok :
Kelas :
Semester :
Tahun pelajaran :
Mata Pelajaran :
Judul Proyek :

No.	Aspek yang dinilai	Skor
1	Kualitas gambar	
2	Kelengkapan gambar	
3	Kebersihan kertas gambar	
4	Ketepatan penggunaan alat gambar	
5	Ketepatan penggunaan simbol pengelasan	
	Maksimal skor	100

H. Sumber Belajar yang Digunakan

1. Sumber belajar utama

- Video dan gambar kerja pengelasan.
- Kemendikbudristek. 2023. *Dasar-Dasar Teknik Pengelasan Dan Fabrikasi Logam*. Buku Siswa Kelas X, Jakarta: Pusat Kurikulum dan Perbukuan.
- AWS A2.4. Standard Symbols for Welding, Brazing, and Nondestructive Examination.
- Laptop dan proyektor

2. Sumber belajar tambahan

Guru dapat menambah sumber belajar tambahan dengan memberikan materi dari sumber lain.

KUNCI JAWABAN

Pilihan ganda

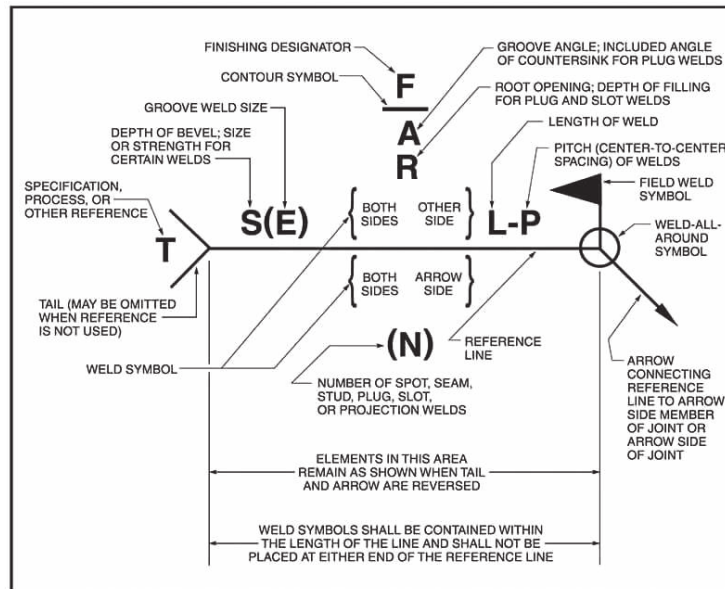
No	Jawaban	No	Jawaban
1	B Bahasa teknik	11	B Amerika
2	D Mal lingkaran	12	C Tee joint
3	C 90°, 60°, dan 45°	13	E Meningkatkan kualitas las
4	E 8B, 6B, 4B, B, dan H	14	E Jarak elektroda yang terlalu jauh
5	A ISO	15	A
6	D Suatu identitas yang menjelaskan berbagai keterangan pendukung sebagai pelengkap gambar		
7	B Bahasa teknik		
8	B Proyeksi isometris		
9	E Kekerasan		
10	C <i>Welding Procedure Specification</i>		

Soal esai

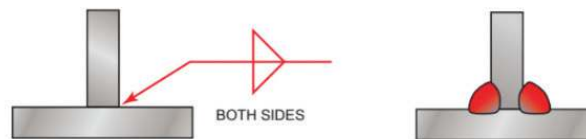
- Detail Engineering Design* (DED) yaitu dokumen desain teknis konstruksi bangunan yang terdiri dari gambar teknis, spesifikasi teknis dan spesifikasi umum, volume serta biaya pekerjaan.
- Gambar teknik dikatakan sebagai bahasa teknik karena merupakan salah satu alat yang digunakan untuk menyatakan maksud dan tujuan tertentu. Gambar teknik bisa digunakan untuk menjelaskan mengenai alur kerja atau cara kerja dari suatu alat atau bangunan kepada pihak pembangun.
- 4 peralatan gambar diantaranya yaitu mesin gambar, pensil gambar, penggaris dan sepasang segitiga serta jangka.
- Ukuran batas margin kertas gambar.

Ukuran Kertas	Batas Kiri	Batas Atas	Batas Kanan	Batas Bawah
A0	20 mm	10 mm	20 mm	10 mm
A1	20 mm	10 mm	20 mm	10 mm
A2	20 mm	10 mm	20 mm	10 mm
A3	20 mm	10 mm	20 mm	10 mm
A4	10 mm	5 mm	20 mm	5 mm
A5	10 mm	5 mm	20 mm	5 mm

5. Informasi simbol pengelasan.



6. Simbol pengelasan



7. *Complete joint penetration weld* yaitu cairan hasil lasan memungkinkan mengalir secara penuh dari ketebalan bahan yang dilas sedangkan *incomplete joint penetration weld* cairan hasil lasan tidak mengalir secara penuh dari ketebalan bahan yang dilas .
8. *Fillet weld* merupakan jenis pengelasan dengan *bead* (manik-manik las) diletakkan di dua sudut permukaan bagian *part* yang ortogonal sehingga penampang dari *bead* adalah segitiga.
9. *Groove weld* yaitu jenis pengelasan yang dilakukan setelah suatu alur yang sesuai disusun (dipersiapkan) di tepi dua bagian yang akan dilas.
10. *Welding Procedure Specification (WPS)* yaitu dokumen prosedur pengelasan yang tertulis dan berisi variable pengelasan yang diperlukan untuk melakukan pengelasan agar menghasilkan sambungan las sesuai dengan standar yang diacu.

Soal uraian

1. Gambar teknik sebagai evaluasi konsep merupakan gambar yang dapat dilakukan dievaluasi secara terus menerus sampai mendapatkan suatu gambar yang sempurna.
2. Proyeksi *pictorial* yaitu cara penyajian suatu gambar tiga dimensi terhadap bidang dua dimensi.
3. Macam-macam proyeksi *pictorial* yaitu proyeksi isometri, proyeksi dimetri, dan proyeksi miring (*oblique*).
4. Ciri proyeksi isometri yaitu memiliki sudut 30° diantara sumbu x dan y dan memiliki ukuran panjang yang sama pada masing-masing sumbu.
5. Proyeksi isometri memiliki sudut 30° diantara sumbu x dan y dan ukuran panjang yang sama pada masing-masing sumbu sedangkan proyeksi miring memiliki sudut 45° pada sumbu y pada arah mendatar dan sumbu x berhimpit dengan garis horisontal/mendatar.

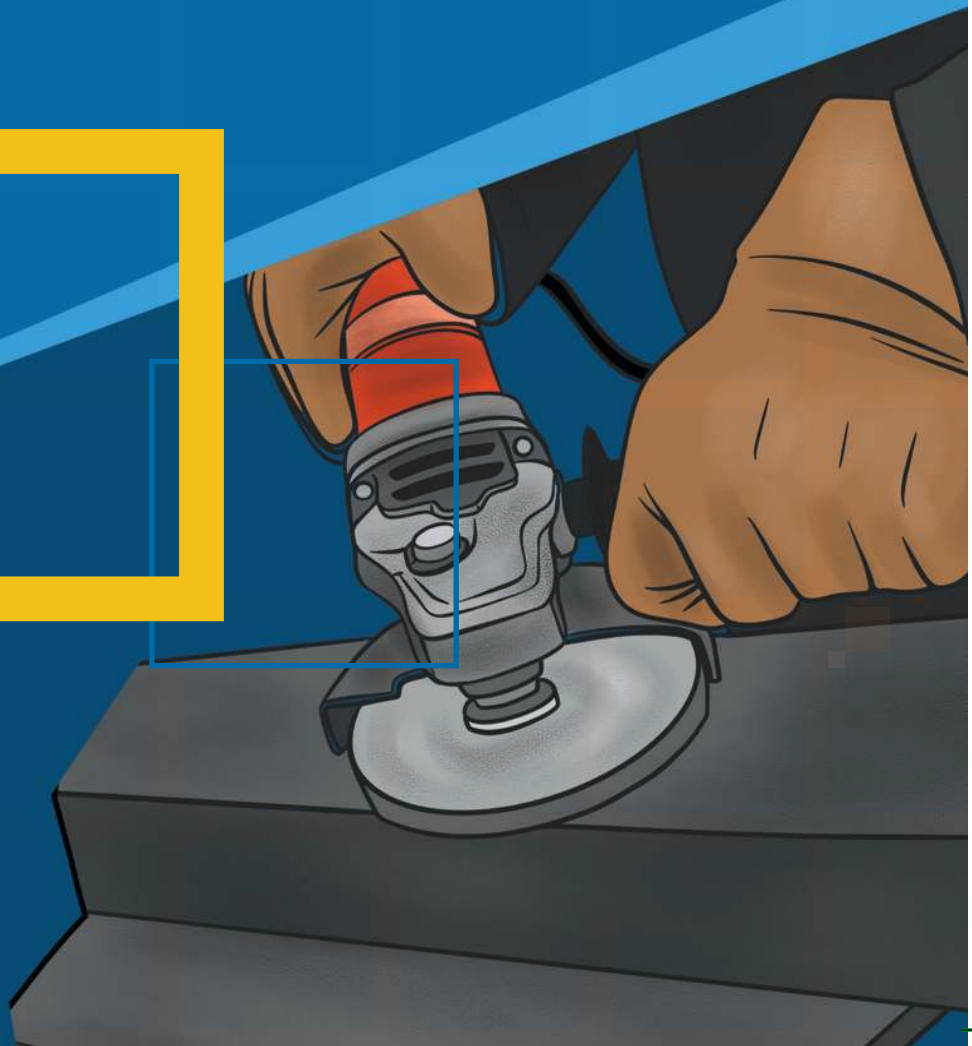
KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023

Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis: Kurniawan Susanta, Khusni Syauqi
ISBN: 978-623-194-533-4 (PDF)

BAB 7

PENGGUNAAN PERKAKAS BENGKEL



Materi 7. Penggunaan Perkakas Bengkel

Alokasi waktu 8 JP (4 Pertemuan)

Guru dapat mengadaptasi situasi pembelajaran yang sedang berlangsung dengan mempertimbangkan perbedaan kondisi, kemampuan, dan potensi setiap peserta didik.

A. Deskripsi Materi

Perkakas bengkel adalah alat-alat yang digunakan untuk memudahkan pekerjaan di bengkel atau *workshop* pengelasan dan fabrikasi logam. Penggunaan perkakas bengkel sangat penting karena dapat mempercepat, dan memudahkan proses produksi, sehingga meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Peralatan bengkel yang digunakan sebagai alat bantu kerja pada pengelasan dan fabrikasi logam dibagi menjadi dua, yaitu *hand tools* (perkakas tangan) dan *power hand tools* (perkakas bertenaga). Perkakas tangan dalam penggunaannya hanya mengandalkan tenaga manusia, sedangkan perkakas bertenaga dalam penggunaannya membutuhkan tenaga dari luar baik tenaga dari listrik, gas, maupun udara bertekanan. Pada materi ini akan dibahas mengenai alat ukur, perkakas tangan, perkakas bertenaga, alat potong mekanik, dan alat potong busur api.

Guru dapat menyampaikan kepada peserta didik tentang materi dalam bab maupun sub-bab tentang penggunaan perkakas bengkel pengelasan dan fabrikasi logam. Peserta didik dapat mengaitkan penggunaan perkakas bengkel sesuai dengan perkembangan pengelasan dan fabrikasi logam yang ada di lingkungan sekitar. Hal ini dapat memberikan gambaran, pengalaman, maupun pengertian kepada peserta didik tentang perkakas bengkel apa saja yang ada di lingkungannya. Selain itu, perbedaan perkakas bengkel pada setiap wilayah akan memperkaya pengetahuan peserta didik sesuai dengan karakter wilayahnya masing-masing.

B. Tujuan Pembelajaran dan Indikator Capaian

Tujuan Pembelajaran	Indikator Pencapaian
Peserta didik mampu memahami penggunaan perkakas bengkel	Peserta didik mampu memahami penggunaan alat ukur perbengkelan dengan baik dan benar
	Peserta didik mampu memahami penggunaan perkakas tangan sesuai fungsinya dengan tepat
	Peserta didik mampu memahami penggunaan perkakas bertenaga sesuai fungsinya dengan tepat
	Peserta didik mampu memahami penggunaan peralatan potong mekanik dengan baik dan benar
	Peserta didik mampu memahami penggunaan peralatan potong dengan busur api

C. Pendahuluan

Pendahuluan dalam pembelajaran bertujuan untuk membangkitkan minat dan motivasi peserta didik, memberikan gambaran umum tentang topik yang akan dipelajari, dan mempersiapkan peserta didik untuk menerima informasi lebih lanjut. Pendahuluan dalam pembelajaran bisa berupa pengenalan tentang topik yang akan dibahas, mengaitkan topik dengan kehidupan sehari-hari peserta didik, mengenalkan guru atau fasilitator pembelajaran, dan memberikan gambaran tentang bagaimana pembelajaran akan berlangsung. Hal-hal ini dapat membantu peserta didik merasa tertarik, termotivasi, dan mempersiapkan diri secara mental agar dapat lebih mudah mengikuti pembelajaran yang akan disampaikan.

Pada pendahuluan dalam pertemuan materi ini, guru dapat melakukan kegiatan sebagai berikut.

1. Guru memberikan sambutan dengan memberi salam kepada peserta didik.
2. Guru melakukan presensi kehadiran kepada peserta didik

3. Guru dapat melakukan kegiatan yang menyenangkan untuk membangkitkan semangat peserta didik seperti memberikan kuis, tebak kata, yel-yel, maupun permainan singkat.

4. Apersepsi

Guru menjelaskan tentang penggunaan perkakas bengkel yang tepat dan sesuai dengan kebutuhan dapat membantu meningkatkan efisiensi dan produktivitas kerja di bengkel, serta menghasilkan produk yang berkualitas tinggi dan tahan lama. Namun, penggunaan perkakas bengkel harus dilakukan dengan hati-hati dan memperhatikan faktor keselamatan, seperti memakai alat pelindung diri dan mengikuti petunjuk penggunaan alat yang benar.



Gambar 7.1 Penggunaan perkakas bengkel dapat membuat produk yang berkualitas
Sumber: Barr, 2013

Kemudian guru melakukan tanya jawab tentang penggunaan perkakas bengkel, contohnya, “Apakah seseorang bisa melakukan pekerjaan pengelasan tanpa perkakas bengkel?” Selanjutnya guru memberikan informasi kepada peserta didik untuk memahami lebih jauh mengenai penggunaan perkakas bengkel di bidang pengelasan dan fabrikasi logam.

5. Guru menjelaskan kata kunci untuk menekankan pada topik yang dibahas yaitu alat ukur, perkakas tangan, perkakas bertenaga, dan alat potong mekanik.

6. Guru menjelaskan tujuan pembelajaran pada pokok pembahasan di materi ini, yaitu Peserta didik mampu memahami penggunaan perkakas bengkel.
7. Guru dapat mengakhiri kegiatan pendahuluan dengan membuka kesempatan bertanya dan menjawab kepada peserta didik untuk membantu memperjelas konsep atau topik yang belum dipahami dan menciptakan lingkungan pembelajaran yang interaktif.

D. Kegiatan Inti

Pada kegiatan inti, guru memberikan penjelasan tentang penggunaan perkakas bengkel pengelasan dan fabrikasi logam. Peserta didik diberikan penjelasan terkait dengan alat ukur, perkakas tangan, perkakas bertenaga, alat potong mekanik, dan alat potong busur api. Sehingga peserta didik akan memiliki pemahaman dalam penggunaan perkakas bengkel pengelasan dan fabrikasi logam dengan tepat dan benar.

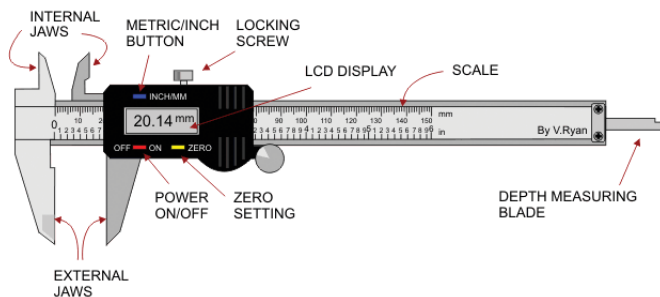
Pada kegiatan inti pembelajaran, guru dapat memberikan materi dan pokok bahasan dengan menekankan pada aspek berikut.

1. Alat ukur

Alat ukur adalah alat yang digunakan untuk mengukur atau menghitung suatu parameter dalam proses teknik atau inspeksi. Dalam pengelasan dan fabrikasi logam, terdapat beberapa alat ukur yang diperlukan untuk memastikan kualitas dan akurasi hasil produksi. Beberapa alat ukur yang sering digunakan dalam pengelasan dan fabrikasi logam di antaranya:

a. Jangka sorong

Jangka sorong digunakan untuk mengukur dimensi jarak, ketebalan, dan diameter benda kerja. Alat ukur ini memiliki dua jenis, yaitu jangka sorong manual dan jangka sorong digital.



Gambar 7.2 Jangka sorong

Sumber: <https://www.technologystudent.com/equip1/vernier1.htm>

Langkah-langkah untuk menggunakan jangka sorong dengan benar:

1) Bersihkan jangka sorong

Pastikan bahwa jangka sorong dalam keadaan bersih sebelum digunakan. Jika terdapat kotoran atau debu pada alat, bersihkan dengan kain bersih atau lap yang tidak menggores.

2) Atur nol pada skala

Jika menggunakan jangka sorong dengan skala analog, pastikan bahwa skala sudah diatur pada nol sebelum pengukuran dilakukan. Jika menggunakan jangka sorong digital, nol akan secara otomatis terbaca pada layar saat menekan tombol nol.

3) Tempatkan jangka sorong pada benda yang akan diukur

Letakkan jangka sorong pada bagian benda yang akan diukur. Pastikan bahwa jangka sorong tegak lurus dengan permukaan benda.

4) Rapatkan jangka sorong

Jika mengukur dimensi luar, rapatkan jangka sorong pada benda hingga kedua rahang jangka sorong merapat pada benda yang akan diukur. Jika mengukur dimensi dalam, rapatkan jangka sorong pada benda dan pastikan bahwa jangka sorong sudah masuk ke dalam lubang atau alur yang akan diukur.

5) Baca hasil pengukuran

Baca skala pada jangka sorong dan catat hasil pengukuran. Jika Anda menggunakan jangka sorong digital, hasil pengukuran akan terlihat pada layar.

6) Hitung nilai ketelitian

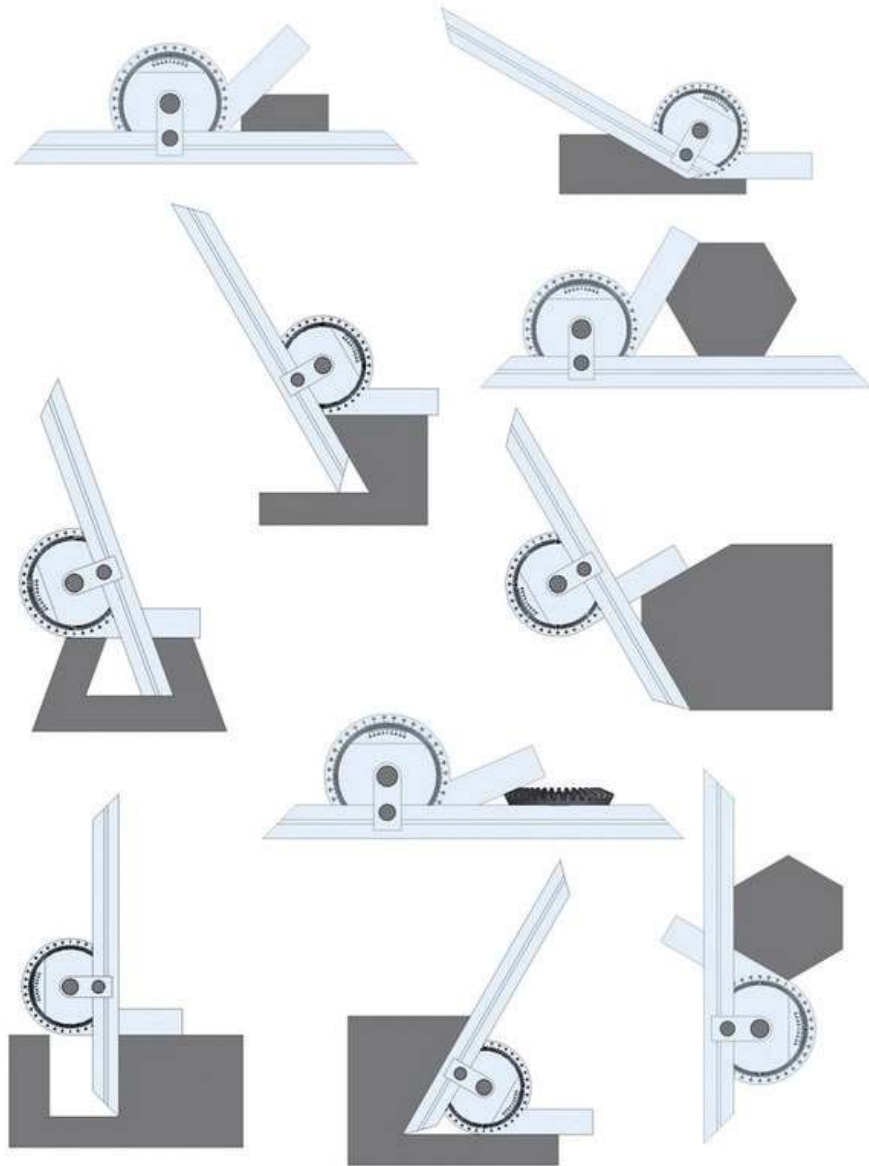
Setelah mendapatkan hasil pengukuran, hitung nilai ketelitian yang diperbolehkan. Nilai ketelitian adalah perbedaan antara hasil pengukuran aktual dan toleransi yang diperbolehkan pada produk.

7) Selesaikan pengukuran

Setelah selesai mengukur, rapatkan jangka sorong dan kembali ke posisi awal. Bersihkan jangka sorong dan simpan dengan aman.

b. *Bevel protractor*

Bevel protractor adalah alat pengukur sudut yang digunakan mengukur dan membuat sudut yang tepat, mengukur sudut pada permukaan datar, dan membuat sudut miring.



Gambar 7.3 Contoh penggunaan *bevel protractor*

Sumber: <https://www.craftsmanspace.com/knowledge/vernier-bevel-protractor.html>

Langkah-langkah untuk menggunakan *bevel protractor* sebagai berikut:

1) Atur *bevel protractor* pada permukaan datar

Letakkan *bevel protractor* pada permukaan datar atau benda kerja yang akan diukur. Pastikan bahwa pangkal *bevel protractor* bersentuhan dengan permukaan datar dan stabil.

2) Atur skala pada *bevel protractor*

Atur skala pada *bevel protractor* agar sesuai dengan sudut yang akan diukur. Beberapa *bevel protractor* memiliki skala di bagian bawah dan samping pangkal, sedangkan ada juga yang memiliki skala pada bacaan yang terletak di atas pangkal.

3) Atur sudut pada *bevel protractor*

Putar bacaan pada *bevel protractor* hingga mencapai sudut yang akan diukur. Pastikan bahwa bacaan pada *bevel protractor* sudah sesuai dengan sudut yang diinginkan.

4) Baca hasil pengukuran

Baca hasil pengukuran pada skala *bevel protractor*. Beberapa *bevel protractor* memiliki skala berupa derajat, menit, dan detik, sedangkan yang lain menggunakan satuan derajat saja.

5) Hitung nilai ketelitian

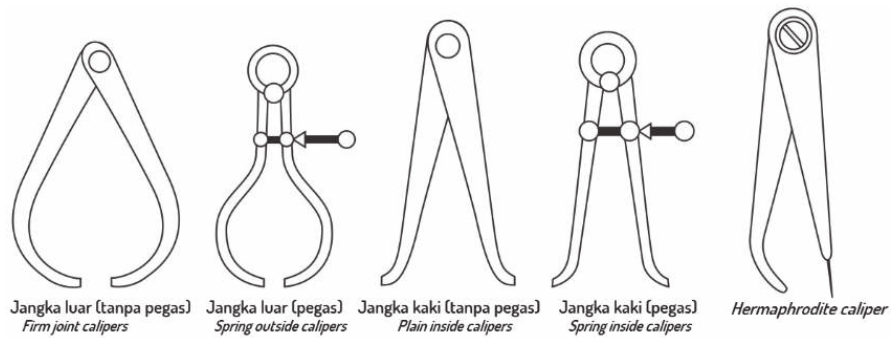
Hitung nilai ketelitian pengukuran dengan membandingkan hasil pengukuran dengan toleransi yang diperbolehkan pada produk.

6) Selesaikan pengukuran

Setelah selesai mengukur, rapatkan *bevel protractor* dan kembalikan ke posisi awal. Bersihkan *bevel protractor* dan simpan dengan aman.

c. Jangka (*Devider*)

Jangka atau *divider* adalah alat yang digunakan untuk mengukur dan membagi-bagi jarak atau ukuran dalam proses pengerjaan teknik. Ada beberapa jenis jangka yang umum digunakan dalam pekerjaan fabrikasi logam seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 7.4 Jenis-jenis jangka

Sumber: <http://msvs-dei.vlabs.ac.in/mem103/tutorial13.html>

Langkah-langkah dalam menggunakan jangka (*divider*) sebagai berikut:

- 1) Siapkan jangka yang akan digunakan.

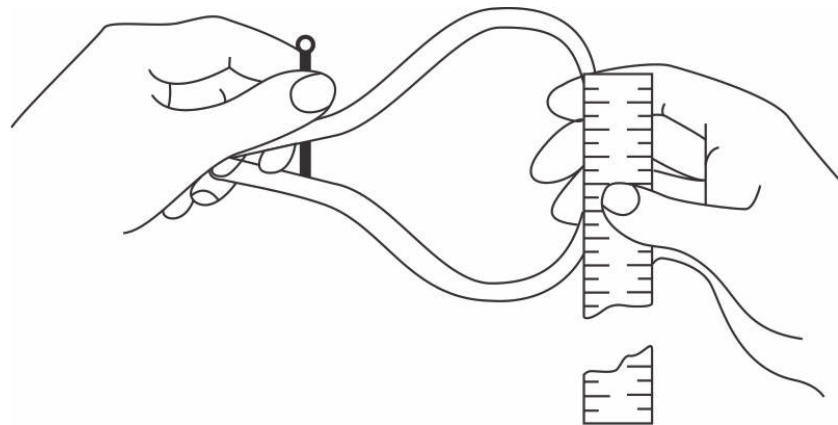
Pastikan jangka dalam keadaan bersih dan tidak ada kerusakan pada bagian-bagiannya.

- 2) Menentukan ukuran

Tentukan ukuran atau jarak yang akan diukur dengan jangka misalnya, mengukur jarak antara dua titik pada sebuah benda atau mengukur diameter sebuah lingkaran.

- 3) Mengatur jangka

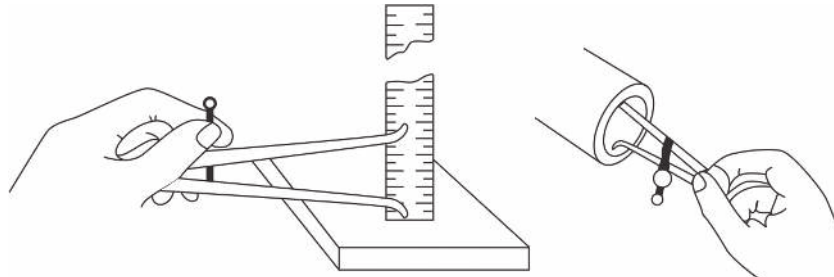
Atur jangka sehingga jarum atau titik pada jangka berada pada ukuran yang tepat. Misalnya, jika ingin mengukur jarak 5 cm, atur jarum jangka pada angka 5 pada skala yang sesuai.



Gambar 7.5 Mengatur jarak jangka

Sumber: <http://msvs-dei.vlabs.ac.in/mem103/tutorial13.html>

- 4) Pegang jangka pada kedua ujungnya dan tempatkan jarum atau titik pada jangka pada titik awal pengukuran.
- 5) Gerakkan jangka ke titik akhir pengukuran dan baca angka pada skala yang sesuai. Misalnya, jika jangka digunakan untuk mengukur diameter lingkaran, letakkan jangka pada titik awal lingkaran dan geser ke titik akhir. Baca angka pada skala jangka yang sesuai dengan diameter lingkaran.



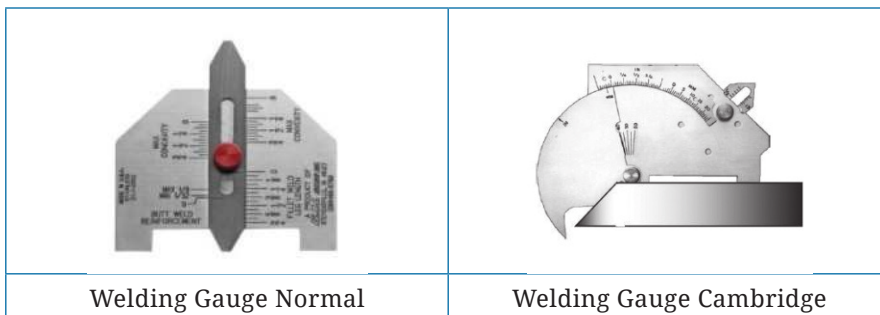
Gambar 7.6 Contoh mengukur lebar diameter dalam

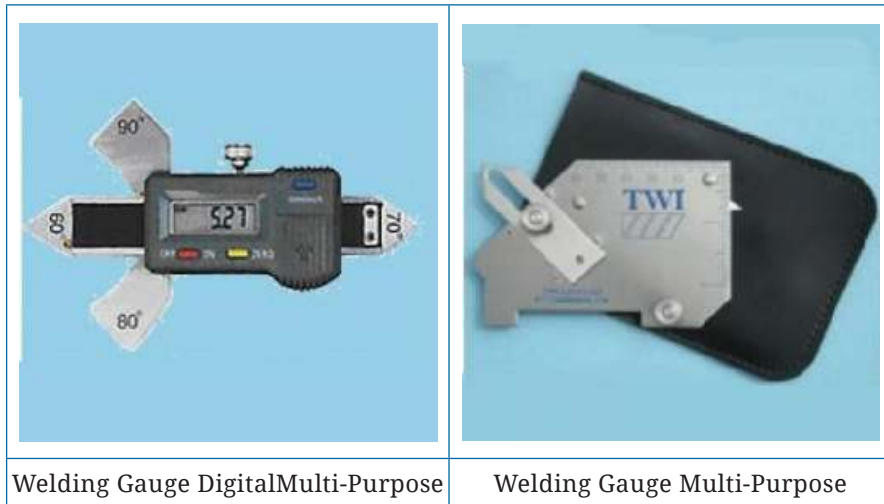
Sumber: <http://msvs-dei.vlabs.ac.in/mem103/tutorial13.html>

- 6) Catat hasil pengukuran pada kertas atau catatan.
- 7) Setelah selesai menggunakan jangka, pastikan untuk membersihkan dan menyimpannya dengan aman agar tidak rusak atau hilang.

d. **Welding Gauge**

Welding gauge adalah alat ukur yang digunakan dalam proses pengelasan untuk mengukur dimensi dan karakteristik dari sambungan las atau proses pengelasan yang sedang dilakukan. Alat ini dapat digunakan untuk mengukur berbagai parameter pengelasan, seperti tebal dan lebar las, ukuran celah, sudut dan ketinggian *reinforcement*, jarak antara titik las, dan banyak lagi. Dengan menggunakan *welding gauge*, operator pengelasan dapat memastikan bahwa pengelasan telah dilakukan dengan akurat dan sesuai dengan spesifikasi yang diperlukan.



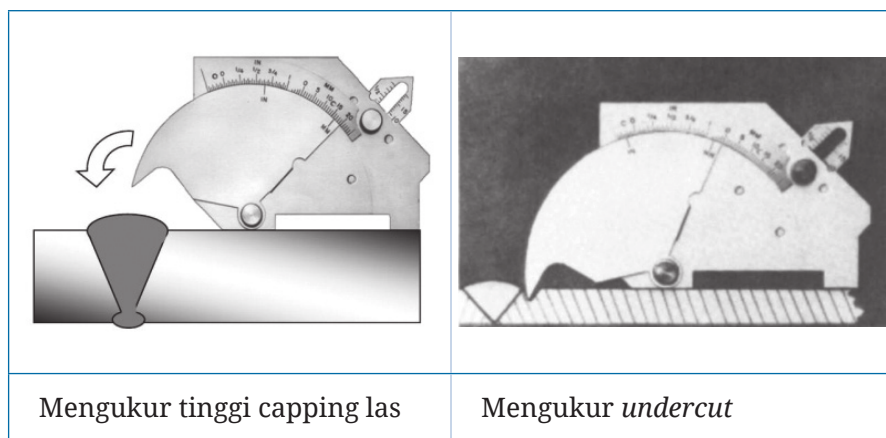


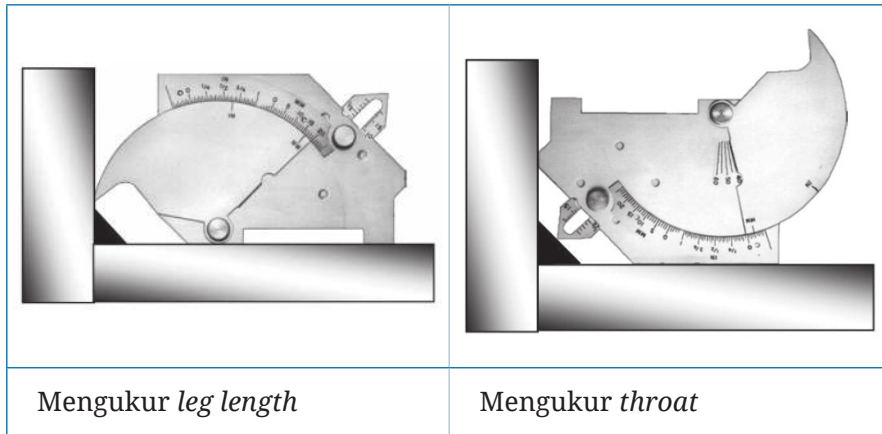
Gambar 7.7 Macam-macam *welding gauge*

Sumber: Kementerian Ketenagakerjaan, 2018

Welding gauge digunakan untuk mengukur kualitas sambungan las pada sebuah benda kerja. Berikut adalah cara menggunakan *welding gauge*:

- 1) Pastikan bahwa *welding gauge* yang akan digunakan sudah kalibrasi dengan benar.
- 2) Tempatkan *welding gauge* di atas sambungan las yang akan diukur.
- 3) Baca skala pada *welding gauge* dan catat hasilnya.
- 4) Lakukan pengukuran pada beberapa titik di sekitar sambungan las untuk memastikan keseragaman kualitas sambungan las.





Gambar 7.8 Contoh cara menggunakan welding gauge
 Sumber: Kementrian Ketenagakerjaan, 2018

- 5) Analisislah hasil pengukuran dan tentukan apakah sambungan las memenuhi standar yang dibutuhkan atau tidak.
- 6) Setelah selesai menggunakan *welding gauge*, pastikan untuk membersihkan dan menyimpannya dengan aman agar tidak rusak atau hilang

2. Perkakas tangan

Perkakas tangan adalah alat-alat atau instrumen yang digunakan oleh tangan untuk melakukan tugas atau pekerjaan tertentu. Perkakas tangan dapat berupa alat yang digunakan untuk mengukur, memotong, menekan, menarik, memegang, atau memutar benda kerja. Perkakas tangan umumnya terbuat dari logam, plastik, atau bahan komposit lainnya dan sangat penting dalam berbagai industri seperti konstruksi, pengelasan, otomotif, pertanian, dan sebagainya. Perkakas tangan biasanya dirancang untuk memudahkan tugas dan pekerjaan manusia, meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pekerjaan yang dilakukan.

Berikut adalah Standar Operasional Prosedur (SOP) penggunaan perkakas tangan manual:

a. Persiapan

- Pastikan kondisi perkakas tangan dalam keadaan baik dan layak pakai.
- Periksa apakah perkakas tersebut memiliki perlengkapan keselamatan, seperti sarung tangan, kaca mata pengaman, dan masker debu.

- Pastikan area kerja bersih dan bebas dari benda-benda yang dapat mengganggu.
- Pilih perkakas tangan yang tepat untuk pekerjaan yang akan dilakukan.

b. Penggunaan

- Kenakan perlengkapan keselamatan yang diperlukan sebelum menggunakan perkakas tangan manual.
- Pastikan pegangan perkakas tangan dalam keadaan baik dan tidak licin.
- Pastikan pisau atau bagian tajam dari perkakas tangan dalam keadaan tajam dan bersih.
- Periksa apakah perkakas tangan manual terpasang dengan benar sebelum digunakan.
- Pastikan posisi tubuh stabil saat menggunakan perkakas tangan manual dan jangan berdiri di atas benda yang tidak stabil.
- Jangan menggunakan perkakas tangan manual di luar area kerja atau menyerahkan pada orang yang tidak terlatih dalam penggunaannya.
- Jangan memodifikasi atau merusak perkakas tangan, dan jangan menggunakannya untuk tugas yang tidak sesuai.

c. Setelah penggunaan

- Letakkan kembali perkakas tangan manual ke tempatnya setelah selesai digunakan.
- Bersihkan perkakas tangan manual dan pastikan dalam keadaan baik dan layak pakai.
- Jangan meninggalkan perkakas tangan manual yang tergeletak di tempat yang tidak aman.



Gambar 7.9 Contoh penempatan perkakas bengkel

Sumber: Barr, 2013

d. Keselamatan

- Hindari menggunakan perkakas tangan manual di area yang lembab atau basah.
- Pastikan area kerja terang dan jangan menggunakan perkakas tangan manual di tempat yang gelap.
- Pastikan tangan dan jari-jari jauh dari bagian yang bergerak dari perkakas tangan manual.
- Jangan menggunakan perkakas tangan manual ketika lelah atau sakit.
- Jangan memegang perkakas tangan manual dari bagian tajam atau alatnya, gunakan pegangan yang sudah disediakan.

3. Perkakas bertenaga

Dalam fabrikasi logam, perkakas bertenaga sering digunakan untuk mempermudah dan mempercepat proses produksi. Beberapa contoh perkakas bertenaga yang umum digunakan dalam fabrikasi logam meliputi:

a. Mesin bor

Mesin bor digunakan untuk membuat lubang pada benda kerja logam dengan presisi yang tinggi. Mesin bor dapat digunakan untuk membuat lubang dengan berbagai ukuran dan bentuk.

b. Mesin *grinding*

Mesin *grinding* digunakan untuk menghaluskan atau memperbaiki permukaan benda kerja logam dengan menggunakan batu gerinda atau roda potong. Mesin *grinding* dapat digunakan untuk menghilangkan goresan, cacat, atau ketidakrataan permukaan.

c. Mesin *bending*

Mesin *bending* digunakan untuk membengkokkan atau menekuk benda kerja logam dengan presisi yang tinggi. Mesin *bending* dapat digunakan untuk membuat berbagai macam komponen seperti profil aluminium, pagar, dan rangka pintu atau jendela.

d. Mesin pemotong plasma

Mesin pemotong plasma digunakan untuk memotong logam dengan menggunakan busa plasma yang dipancarkan pada benda kerja. Mesin pemotong plasma dapat digunakan untuk memotong logam dengan ketebalan yang berbeda dan dengan presisi yang tinggi.

Dengan menggunakan perkakas bertenaga ini, proses fabrikasi logam dapat dilakukan dengan lebih cepat, lebih efisien, dan dengan presisi yang tinggi. Namun, penggunaan perkakas bertenaga dalam fabrikasi logam harus dilakukan oleh tenaga ahli yang terlatih dan sesuai dengan panduan penggunaan yang benar untuk menghindari cedera atau kerusakan pada alat tersebut. Berikut ini adalah Standar Operasional Prosedur (SOP) penggunaan perkakas bertenaga:

a. Kenali perkakas bertenaga

Pastikan pengguna memahami fungsi, fitur, dan cara pengoperasian perkakas bertenaga sebelum menggunakannya.

b. Persiapkan lingkungan kerja

Pastikan lingkungan kerja aman dan teratur. Buang benda-benda yang tidak perlu, periksa kabel dan soket listrik, dan pastikan permukaan kerja rata dan stabil.

c. Pakai alat pelindung diri (APD)

Gunakan alat pelindung diri seperti sarung tangan, kaca mata pelindung, penutup telinga, atau masker debu sesuai dengan jenis pekerjaan yang akan dilakukan.

d. Pilih alat yang tepat

Pilih perkakas bertenaga yang sesuai dengan jenis pekerjaan yang akan Anda lakukan. Pastikan perkakas bertenaga yang digunakan dalam kondisi baik dan siap digunakan.

e. Periksa kabel dan soket listrik

Periksa kabel dan soket listrik sebelum menggunakannya untuk memastikan bahwa tidak ada kerusakan pada kabel dan soket listrik.

f. Atur posisi tubuh dan posisi perkakas bertenaga

Atur posisi tubuh Anda dan posisi perkakas bertenaga agar ergonomis dan mudah digunakan.

g. Pastikan perkakas bertenaga dalam kondisi aman

Pastikan agar perkakas bertenaga dalam kondisi aman sebelum digunakan. Jika ada kerusakan atau keausan pada perkakas bertenaga, jangan gunakan dan perbaiki terlebih dahulu.

h. Gunakan dengan benar

Gunakan perkakas bertenaga dengan benar, mengikuti petunjuk penggunaan yang tertera pada buku manual atau panduan penggunaan yang disediakan.

i. Matikan dan cabut listrik

Setelah selesai menggunakan perkakas bertenaga, matikan dan cabut kabel listrik dari soket listrik. Letakkan kembali perkakas bertenaga pada tempatnya.

Dengan mengikuti SOP penggunaan perkakas bertenaga, pengguna dapat meningkatkan keselamatan dan kinerja pengguna ketika menggunakan perkakas bertenaga.

4. Alat potong mekanik

Alat potong mekanik adalah alat yang digunakan untuk memotong benda dengan menggunakan tenaga mekanik, seperti tangan atau kekuatan mesin. Alat potong mekanik memiliki peran penting dalam proses pengelasan, terutama dalam mempersiapkan bahan kerja yang akan di las. Beberapa alat potong mekanik yang sering digunakan dalam pengelasan adalah:

a. Gergaji potong besi

Alat ini digunakan untuk memotong besi, baja, atau logam lainnya dengan gerakan maju-mundur. Gergaji potong besi tersedia dalam berbagai ukuran dan tipe, seperti gergaji tangan atau gergaji mesin.

b. Pemotong pipa

Alat ini digunakan untuk memotong pipa dengan gerakan putar atau maju-mundur. Pemotong pipa tersedia dalam berbagai ukuran dan tipe, seperti pemotong pipa manual atau pemotong pipa otomatis.

c. Gunting besi

Alat ini digunakan untuk memotong besi, baja, atau logam lainnya dengan gerakan memotong. Gunting besi tersedia dalam berbagai ukuran dan tipe, seperti gunting tangan atau gunting mesin.

d. Mesin gerinda

Alat ini digunakan untuk mengasah atau memotong benda dengan gerakan berputar. Mesin gerinda tersedia dalam berbagai ukuran dan tipe, seperti mesin gerinda tangan atau mesin gerinda potong.

Semua alat potong mekanik ini memiliki keunggulan dan kelemahan masing-masing tergantung pada jenis bahan kerja yang akan dipotong dan kebutuhan pemakaian yang diinginkan. Penting untuk memilih alat potong yang sesuai dengan jenis bahan kerja dan kebutuhan pengelasan yang diinginkan. Selain itu, pastikan untuk selalu mengikuti prosedur keselamatan yang tepat saat menggunakan alat potong mekanik dalam proses pengelasan. Berikut adalah SOP (*Standard Operating Procedure*) untuk alat potong mekanik:

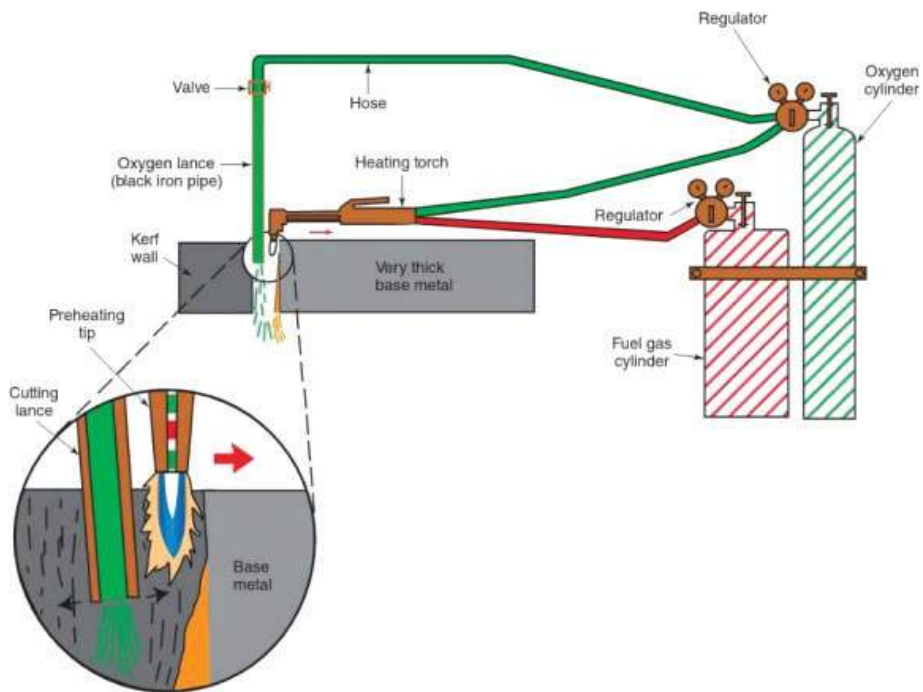
- a. Persiapkan alat potong mekanik yang akan digunakan, pastikan dalam keadaan baik dan bersih.
- b. Pastikan bahwa operator telah mengenakan alat pelindung diri (APD) seperti kaca mata pelindung, helm keselamatan, sarung tangan, dan sepatu keselamatan sebelum menggunakan alat potong mekanik.
- c. Periksa benda kerja yang akan dipotong, pastikan ukurannya sesuai dengan kapasitas alat potong mekanik dan kualitas benda kerja tidak menimbulkan risiko pada operator.
- d. Letakkan benda kerja dengan aman pada posisi kerja, pastikan posisi benda kerja stabil dan tidak bergerak selama proses pemotongan.

- e. Hidupkan alat potong mekanik dan atur pengaturan sesuai dengan benda kerja yang akan dipotong, seperti kecepatan pemotongan dan kedalaman pemotongan.
- f. Pastikan bahwa alat potong mekanik berjalan dengan lancar sebelum mulai memotong benda kerja. Periksa kembali dan pastikan benda kerja telah terpasang dengan benar dan tidak ada bahaya yang mengancam.
- g. Mulailah memotong benda kerja dengan hati-hati, menghindari gerakan tiba-tiba dan berlebihan yang dapat merusak benda kerja atau memicu kecelakaan.
- h. Jangan memaksa alat potong mekanik untuk memotong benda kerja yang terlalu keras atau terlalu besar, karena ini dapat merusak alat potong mekanik atau membahayakan operator.
- i. Setelah selesai memotong, matikan alat potong mekanik dan bersihkan sisa-sisa benda kerja dan kotoran yang terbentuk selama proses pemotongan.
- j. Simpan alat potong mekanik dengan aman di tempat yang aman dan sesuai, jauh dari jangkauan anak-anak dan orang yang tidak terlatih dalam menggunakan alat potong mekanik.

Penting untuk diingat bahwa SOP ini dapat disesuaikan dengan jenis dan merek alat potong mekanik yang digunakan, serta kondisi dan jenis benda kerja yang akan dipotong. Selalu perhatikan petunjuk penggunaan alat potong mekanik yang spesifik dan ikuti prosedur keselamatan yang relevan untuk menghindari kecelakaan dan kerusakan alat.

5. Alat potong busur api

Alat potong busur api sangat penting dalam proses pengelasan karena dapat memudahkan pengelasan pada material yang sulit dipotong dengan alat potong biasa. Dalam pengelasan, alat potong busur api digunakan untuk memotong material seperti pipa, plat, dan balok baja sebelum dilakukan proses penyambungan atau pengelasan.



Gambar 7.10 Alat potong busur api

Sumber: Althouse et al., 2020

Pemilihan alat potong busur api yang tepat dapat membantu meningkatkan efisiensi dan kualitas pengelasan. Beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan saat memilih alat potong busur api dalam pengelasan antara lain:

- a. Jenis material yang akan dipotong**
Jenis material yang akan dipotong akan mempengaruhi jenis alat potong busur api yang harus digunakan. Misalnya, mesin potong plasma lebih cocok digunakan untuk memotong logam, sedangkan mesin pemotong air lebih cocok untuk memotong material non-logam seperti batu dan kayu.
- b. Ketebalan material**
Ketebalan material juga perlu dipertimbangkan saat memilih alat potong busur api. Mesin pemotong gas biasanya lebih cocok digunakan untuk memotong material yang tebal, sementara mesin pemotong laser lebih cocok digunakan untuk material yang tipis.
- c. Kemampuan pemotongan**
Kemampuan pemotongan alat potong busur api juga perlu dipertimbangkan, seperti kemampuan memotong material dengan akurasi yang tinggi dan kemampuan memotong sudut yang berbeda.

d. Keamanan

Alat potong busur api dapat membahayakan penggunanya jika tidak digunakan dengan benar. Oleh karena itu, perlu dipertimbangkan faktor keamanan saat memilih alat potong busur api, seperti perlindungan operator dan lingkungan sekitar.

Dalam pengelasan, alat potong busur api harus digunakan dengan hati-hati dan mengikuti panduan penggunaan yang tepat. Sebaiknya dilakukan oleh operator yang terlatih dan berpengalaman dalam penggunaan alat potong busur api.

E. Aktivitas Peserta Didik

Peserta didik melakukan pengamatan pada gambar maupun video yang ditayangkan dan dijelaskan oleh guru. Peserta didik memperhatikan dengan cermat apa yang disampaikan guru. Selain itu, guru dapat memfasilitasi dan membantu peserta didik untuk memperoleh pemahaman dan pengetahuan melalui penerapan model pembelajaran praktik.

Model pembelajaran praktik yang dapat dilakukan melalui beberapa langkah, antara lain:

1. Pengenalan

Guru atau mentor memperkenalkan materi atau topik yang akan dipelajari peserta praktik yaitu penggunaan perkakas bengkel. Tahap ini juga termasuk memberikan penjelasan teori dasar dan memberikan gambaran umum tentang praktik yang akan dilakukan.

2. Demonstrasi

Guru atau mentor melakukan demonstrasi tentang bagaimana menggunakan perkakas bengkel dengan benar. Pada tahap ini, guru dapat memperlihatkan secara langsung, atau melalui video atau presentasi.

3. Praktik

Setelah demonstrasi, peserta praktik melakukan praktik sendiri dengan menggunakan pengetahuan dan keterampilan yang telah dipelajari. Selama praktik, guru atau mentor memberikan bimbingan dan umpan balik.

4. Refleksi

Setelah praktik, peserta praktik melakukan refleksi tentang apa yang telah dipelajari. Tahap ini juga termasuk mengevaluasi kekuatan dan kelemahan peserta didik serta merencanakan langkah selanjutnya untuk meningkatkan kemampuan mereka.

5. Evaluasi

Guru atau mentor mengevaluasi kemampuan siswa atau peserta praktik selama praktik dan memberikan umpan balik tentang apa yang telah dilakukan dengan benar dan apa yang masih perlu ditingkatkan.

6. Peningkatan

Peserta praktik memperbaiki keterampilan dan pengetahuan mereka berdasarkan umpan balik yang diberikan oleh guru atau mentor. Tahap peningkatan juga melibatkan praktik tambahan dan refleksi yang lebih lanjut.

7. Aplikasi

Peserta praktik mengaplikasikan keterampilan dan pengetahuan yang telah dipelajari pada situasi dunia nyata. Tahap aplikasi dapat dilakukan melalui tugas, proyek, atau pekerjaan lapangan.

F. Penutup

Pada kegiatan penutup, guru dapat melakukan kegiatan dengan merefleksikan, mengonsolidasikan, dan mengevaluasi apa yang telah dipelajari oleh peserta didik. Langkah-langkah kegiatan penutup yang dapat dilakukan di antaranya:

1. Guru dapat memberikan ringkasan materi yang telah dipelajari di kelas. Peserta didik dapat diminta untuk menyebutkan kembali beberapa poin penting yang telah dipelajari untuk memastikan pemahaman materi dengan baik. Sebagai contoh, “Bagaimana cara menggunakan perkakas tangan dengan benar?”.
2. Guru dapat memberikan tes berupa soal pilihan ganda atau soal uraian yang telah tersedia pada buku siswa untuk mengevaluasi pemahaman peserta didik terhadap materi yang telah dipelajari.
3. Guru dapat meminta peserta didik untuk merenungkan apa yang telah dipelajari dalam materi penggunaan perkakas bengkel kemudian guru

menanyakan kepada peserta didik. Contoh pertanyaan “jika kalian memiliki alat perkakas bengkel apa yang akan kalian buat?”

4. Guru dapat memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk bertanya atau mengajukan pertanyaan terkait dengan materi penggunaan perkakas bengkel.

G. Penilaian

Penilaian dapat dilakukan baik secara lisan maupun tertulis melalui tes sol pilihan ganda, soal uraian, maupun hasil praktik peserta didik. Penekanan penilaian pada pengetahuan, sikap, dan hasil praktik yang dihasilkan peserta didik selama proses belajar berlangsung. Contoh lembar penilaian produk sebagai berikut.

Nama Siswa/ Kelompok :
Kelas :
Semester :
Tahun pelajaran :
Mata Pelajaran :
Judul Proyek :

No.	Aspek yang dinilai	Skor
1	Menerapkan K3	
2	Menerapkan prosedur kerja dengan benar	
3	Menggunakan alat sesuai fungsinya	
4	Meletakkan peralatan pada tempatnya	
5	Membersihkan tempat kerja	
	Maksimal skor	100

H. Sumber Belajar yang Digunakan

1. Sumber belajar utama

- a. Video dan gambar penggunaan perkakas bengkel.
- b. Kemendikbudristek. 2023. *Dasar-Dasar Teknik Pengelasan Dan Fabrikasi Logam*. Buku Siswa Kelas X, Jakarta: Pusat Kurikulum dan Perbukuan.

- c. Laptop dan proyektor
- d. Peralatan perkakas bengkel

2. Sumber belajar alternatif

Sumber belajar alternatif dapat dilakukan guru dengan menggunakan dan atau mengaitkan materi yang sedang dijelaskan dengan lingkungan atau industri yang ada di sekitar, contohnya kunjungan ke usaha/industri bidang pengelasan dan fabrikasi logam atau lainnya.

3. Sumber belajar tambahan

Guru dapat menambah sumber belajar tambahan memberikan materi berupa gambar atau video proses pembuatan macam-macam produk dengan perkakas bengkel.

KUNCI JAWABAN

Pilihan ganda

No	Jawaban	No	Jawaban		
1	C	Diameter lubang	11	D	Mesin <i>jigsaw portable</i>
2	B	Jangka tusuk	12	D	Sepatu penahan/ <i>stopper</i>
3	B	Gergaji Ukir (<i>jigsaw</i>)	13	D	Jangka bengkok
4	C	Jangka dalam	14	A	Tang kombinasi <i>slip joint</i>
5	C	Searah dengan alur gigi kikir	15	D	<i>Blade guard</i>
6	A	Menyiapkan benda kerja			
7	A	Melubangi dan memotong logam			
8	A	<i>Drilling machine</i>			
9	D	Sikat mekanik			
10	E	6 mm (1/4")			

Soal esai

- Penggunaan *vernier caliper* yaitu untuk mengukur panjang, ketebalan, lebar celah, dan diameter benda (luar dan dalam)
- Menggunakan penggores yang benar yaitu dengan menekan penggaris dengan kuat pada benda kerja → miringkan penggores ke arah dimana penggores akan digerakkan → tekan dan goreslah benda kerja dengan sekali goresan.
- Material yang mampu dipotong dengan mesin potong plasma antara lain besi cor, besi skrap (besi bekas), aluminium, magnesium, titanium, tembaga, baja karbon, dan *stainless steel*.
- Mesin potong gas radial merupakan mesin potong logam yang memiliki lengan radial yang bergerak secara universal pada saat melakukan pemotongan.

5. Mesin gullotine manual digunakan untuk memotong pelat dengan ketebalan antara 1-3 mm dan tangan sebagai sumber tenaganya sedangkan mesin gullotine hidrolik mampu memotong pelat dengan ketebalan antara 6-10 mm dan motor listrik sebagai sumber tenaganya.

Soal uraian

1. Macam teknik pengikiran yaitu pengikiran berat (*heavy filling*), pengikiran tipis/ringan (*light filling*), dan pengikiran finishing (*draw filling*).
2. Akibat kurang hati-hati dalam menggunakan penggores yaitu kemungkinan tertusuk ujung alat-alat tersebut yang tajam.
3. Jangka kaki digunakan untuk mengukur lebar lubang atau diameter lubang. Jangka tusuk digunakan untuk menggambar lingkaran di permukaan benda kerja dan untuk memindahkan jarak dari alat ukur ke benda lain. Jangka bengkok digunakan untuk mengukur diameter luar atau ukuran luar suatu benda.
4. Perlengkapan mesin *jig saw* yaitu *blade* (mata gergaji), kunci L, rol penahan, alas, pemegang mata gergaji, *cover balde*.
5. Tujuan menggunakan *earplug* yaitu untuk menyumbat atau penutup telinga dari kebisingan yang masuk ke telinga.
6. Kegunaan *Bridge Cam Gauge* yaitu mengukur ketidak sejajaran benda kerja baik sebelum maupun sesudah dilakukan proses pengelasan, mengukur kedalaman *undercut*, mengukur sudut bevel, mengukur ketebalan kaki pada las fillet, dan memeriksa celah akar sebelum pengelasan.
7. *Drill chuck* digunakan untuk mengencangkan dan mengendorkan mata bor pada *chuck*.
8. 4 alat keselamatan kerja mesin gerinda potong yaitu kaca mata pengaman, masker, sarung tangan, *earmuff*.
9. 3 kekurangan mesin potong gas lurus :
 - a. Logam harus dipanaskan terlebih dahulu (*pre-heated*) sebelum dipotong
 - b. Terbatas hanya untuk memotong lurus dan miring
 - c. Tidak mampu untuk memotong dengan beberapa mata potong
10. *Stopper* pada proses pemotongan pelat berfungsi sebagai penahan agar sewaktu terjadinya proses pengguntingan pelat tidak mengalami gaya balik.

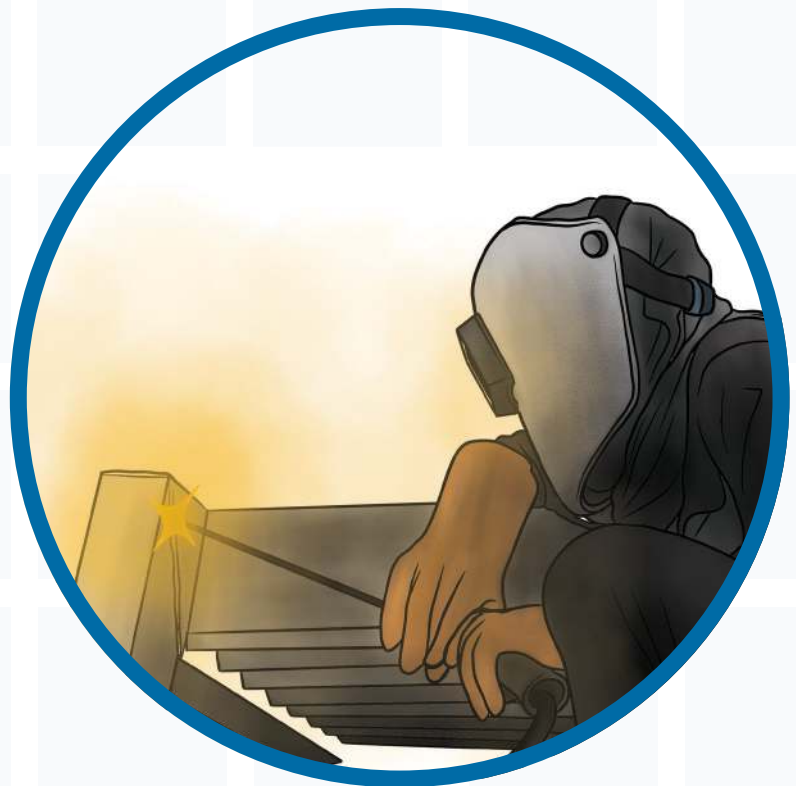
KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA, 2023

Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Pengelasan dan Fabrikasi Logam
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis: Kurniawan Susanta, Khusni Syauqi
ISBN: 978-623-194-533-4 (PDF)

BAB 8

PENGELASAN SMAW



Materi 8. Pengelasan SMAW

Alokasi waktu 10 JP (5 Pertemuan)

Guru dapat mengadaptasi situasi pembelajaran yang sedang berlangsung dengan mempertimbangkan perbedaan kondisi, kemampuan, dan potensi setiap peserta didik.

A. Deskripsi Materi

Pengelasan dengan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) adalah salah satu metode pengelasan yang paling umum digunakan. Metode ini melibatkan pemanasan elektroda dan bahan kerja dengan menggunakan arus listrik, sehingga elektroda meleleh dan membentuk sambungan pada bahan kerja. Proses pengelasan SMAW melibatkan tiga komponen utama: elektroda, arus listrik, dan bahan kerja. Elektroda SMAW terdiri dari inti logam dan lapisan *fluks* yang berfungsi untuk menghasilkan gas pelindung, membersihkan permukaan bahan kerja, dan menghilangkan oksida. Catu daya digunakan untuk menghasilkan arus listrik yang diperlukan untuk memanaskan elektroda dan bahan kerja. Bahan kerja biasanya terbuat dari baja atau logam lainnya yang akan disambungkan. Pada materi ini akan dibahas mengenai pemilihan elektroda, mengoperasikan mesin SMAW, mengatur parameter SMAW, macam-macam cacat dalam pengelasan, pemeriksaan hasil pengelasan secara visual.

Guru dapat menyampaikan kepada peserta didik tentang materi dalam bab maupun sub-bab tentang pengelasan SMAW. Peserta didik dapat mengaitkan pengelasan SMAW sesuai dengan perkembangan yang ada di lingkungan sekitar. Hal ini dapat memberikan gambaran, pengalaman, maupun pengertian kepada peserta didik tentang proses pengelasan SMAW yang ada di lingkungannya. Selain itu, perbedaan pengelasan SMAW pada setiap wilayah akan memperkaya pengetahuan peserta didik sesuai dengan karakter wilayahnya masing-masing.

B. Tujuan Pembelajaran dan Indikator Capaian

Tujuan Pembelajaran	Indikator Pencapaian
Peserta didik mampu memahami rutinitas pengelasan dasar dengan proses SMAW (<i>Shielded Metal Arc Welding</i>) sesuai dengan WPS (<i>Welding Procedure Specification</i>).	1. Peserta didik mampu mengidentifikasi spesifikasi mesin SMAW dengan baik dan benar
	2. Peserta didik mampu menyiapkan mesin SMAW di bengkel fabrikasi logam dengan baik dan benar
	3. Peserta didik mampu menyiapkan bahan las sebelum pengelasan dimulai dengan tepat sesuai <i>Welding Procedure Specification</i> (WPS)
	4. Peserta didik mampu mengidentifikasi elektroda SMAW dengan benar dengan baik dan benar sesuai <i>Welding Procedure Specification</i> (WPS)
	5. Peserta didik mampu melaksanakan pengelasan pelat baja karbon posisi bawah tangan (1G/1F) dengan baik dan benar sesuai <i>Welding Procedure Specification</i> (WPS)
	6. Peserta didik mampu melaksanakan pemeriksaan hasil pengelasan secara visual dengan baik dan benar sesuai <i>Welding Procedure Specification</i> (WPS)

C. Pendahuluan

Pendahuluan dalam pembelajaran bertujuan untuk membangkitkan minat dan motivasi peserta didik, memberikan gambaran umum tentang topik yang akan dipelajari, dan mempersiapkan peserta didik untuk menerima informasi lebih lanjut. Pendahuluan dalam pembelajaran bisa berupa pengenalan tentang topik yang akan dibahas, mengaitkan topik dengan kehidupan sehari-hari peserta didik, mengenalkan guru atau fasilitator pembelajaran, dan memberikan gambaran tentang bagaimana pembelajaran akan berlangsung. Hal-hal ini dapat membantu

peserta didik merasa tertarik, termotivasi, dan mempersiapkan diri secara mental agar dapat lebih mudah mengikuti pembelajaran yang akan disampaikan.

Pendahuluan pada pertemuan materi ini, guru dapat melakukan kegiatan sebagai berikut.

1. Guru memberikan sambutan dengan memberi salam kepada peserta didik.
2. Guru melakukan presensi kehadiran kepada peserta didik
3. Guru dapat melakukan kegiatan yang menyenangkan untuk membangkitkan semangat peserta didik seperti memberikan kuis, tebak kata, yel-yel, maupun permainan singkat.
4. Apersepsi

Guru menjelaskan bahwa peran *welder* yang kompeten sangat penting karena memastikan kualitas dan keamanan produk yang dibuat dari pengelasan. Seorang *welder* yang kompeten mampu melakukan pengelasan sesuai standar kualitas dan keamanan yang diperlukan. Jika seorang *welder* tidak kompeten, ada risiko bahwa produk yang dihasilkan dari pengelasan tersebut tidak memenuhi standar kualitas dan keamanan yang diperlukan. Hal ini dapat berdampak negatif pada keselamatan dan kesehatan pekerja yang menggunakannya, serta konsumen yang menggunakan produk tersebut. Kemudian guru melakukan tanya jawab tentang pengelasan SMAW, contohnya, “Bagaimanakah cara pengelasan yang tepat dengan SMAW?” Selanjutnya guru memberikan informasi kepada peserta didik untuk memahami lebih jauh mengenai pengelasan SMAW.

5. Guru menjelaskan kata kunci untuk menekankan pada topik yang dibahas yaitu pengelasan dan SMAW.
6. Guru menjelaskan tujuan pembelajaran pada pembahasan materi ini yaitu peserta didik mampu memahami rutinitas pengelasan dasar dengan proses SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) sesuai dengan WPS (*Welding Procedure Specification*).
7. Guru dapat mengakhiri kegiatan pendahuluan dengan membuka kesempatan bertanya dan menjawab kepada peserta didik untuk membantu memperjelas konsep atau topik yang belum dipahami dan menciptakan lingkungan pembelajaran yang interaktif.

D. Kegiatan Inti

Pada kegiatan inti, guru memberikan penjelasan dan mensimulasikan proses pengelasan SMAW. Peserta didik diberikan penjelasan terkait pemilihan elektroda, cara mengoperasikan mesin SMAW, cara mengatur parameter SMAW, macam-macam cacat dalam pengelasan, dan pemeriksaan hasil pengelasan secara visual. Dengan demikian, peserta didik akan memiliki pengetahuan dan keterampilan dalam mengelas dengan SMAW serta mampu menguji hasil lasnya secara visual.

Pada kegiatan inti pembelajaran, guru dapat memberikan materi dan pokok bahasan dengan menekankan pada aspek berikut.

1. Pemilihan elektroda

Elektroda SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) adalah elektroda yang digunakan dalam proses pengelasan SMAW. Elektroda ini biasanya terdiri dari inti kawat pengelasan, lapisan pelindung, dan ujung kawat. Identifikasi elektroda SMAW dapat dilakukan dengan melihat kode pada kemasannya.



Gambar 8.1 Contoh kode huruf dan angka pada elektroda

Sumber: Farnsworth, 2022

Kode ini biasanya terdiri dari beberapa huruf dan angka yang memberikan informasi tentang jenis elektroda, bahan inti kawat, lapisan pelindung, dan arus pengelasan yang digunakan. Berikut adalah beberapa contoh kode elektroda SMAW dan arti dari kode tersebut:

a. E6010

Jenis elektroda ini umum digunakan untuk pengelasan pipa dan pelat baja karbon. Lapisan pelindungnya mengandung bahan kimia yang membantu dalam pengelasan dan menghasilkan sedikit *spatter*. Arus pengelasan yang digunakan adalah DC (*Direct Current*) dengan polaritas positif.

- E = Elektroda
- 60 = Tegangan kerja minimum (60.000 psi)
- 1 = Kategori pengelasan (1 untuk baja karbon semua posisi)
- 3 = Kategori pengelasan (3 untuk jenis *coating*)

b. E7018

Jenis elektroda ini digunakan untuk pengelasan pelat baja karbon, baja tahan karat, dan baja tahan api. Lapisan pelindungnya mengandung bahan kimia yang membantu dalam pengelasan dan menghasilkan sedikit *spatter*. Arus pengelasan yang digunakan adalah AC (*Alternating Current*) atau DC dengan polaritas negatif.

- E = Elektroda
- 70 = Tegangan kerja minimum (70.000 psi)
- 1 = Kategori pengelasan (1 untuk baja karbon semua posisi)
- 8 = Kategori pengelasan (8 untuk jenis *coating*)

c. E308L-16

Jenis elektroda ini digunakan untuk pengelasan baja tahan karat. Inti kawatnya terbuat dari baja tahan karat jenis 308L, sedangkan lapisan pelindungnya mengandung bahan kimia yang membantu dalam pengelasan dan menghasilkan sedikit splatter. Arus pengelasan yang digunakan adalah DC dengan polaritas negatif.

- E = Elektroda
- 30 = Tegangan kerja minimum (30.000 psi)
- 8 = Kategori pengelasan (8 untuk *stainless steel*)
- L = Jenis kawat pengisi (L untuk kawat pengisi rendah karbon)
- 16 = Jenis coating (16 untuk jenis *coating*)

Dalam kode-kode ini, huruf-huruf yang ditampilkan dapat bervariasi tergantung pada jenis elektroda dan standar yang digunakan. Kode elektroda biasanya tertera pada kotak atau bungkusan elektroda dan dapat membantu untuk memilih elektroda yang tepat untuk proyek pengelasan. Selain itu, pada elektroda SMAW terdapat kode warna yang digunakan untuk membedakan jenis dan karakteristik pengelasan yang dihasilkan. Berikut adalah beberapa contoh kode warna pada elektroda SMAW:

- a. Elektroda SMAW dengan kode warna merah: digunakan untuk pengelasan baja karbon, dengan karakteristik pengelasan *DC reverse*.
- b. Elektroda SMAW dengan kode warna hijau: digunakan untuk pengelasan baja tahan karat, dengan karakteristik pengelasan *DC reverse* atau *AC*.
- c. Elektroda SMAW dengan kode warna biru: digunakan untuk pengelasan baja tahan karat yang lebih tebal, dengan karakteristik pengelasan *DC reverse* atau *AC*.
- d. Elektroda SMAW dengan kode warna putih: digunakan untuk pengelasan baja tahan karat yang lebih tipis, dengan karakteristik pengelasan *DC reverse* atau *AC*.

Kode warna elektroda SMAW dapat bervariasi tergantung pada produsen elektroda yang berbeda. Oleh karena itu, penting untuk membaca label dan petunjuk penggunaan elektroda sebelum menggunakannya. Identifikasi elektroda SMAW dapat dilakukan dengan melihat kode yang tertera pada elektroda. Kode ini mengandung informasi penting tentang sifat elektroda dan jenis pengelasan yang paling cocok dengan elektroda tersebut.



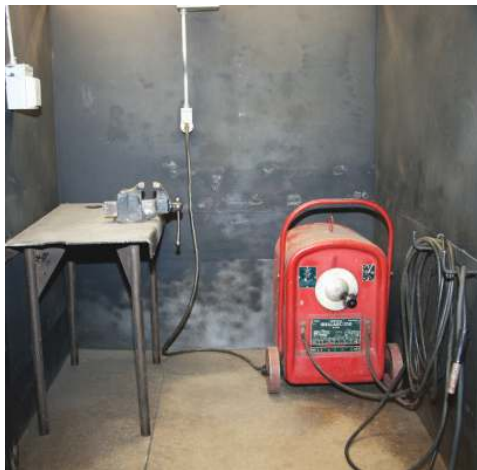
Gambar 8.2 Identifikasi kode warna pada elektroda

Sumber: Althouse et al., 2020

2. Mengoperasikan mesin SMAW

Bengkel *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) biasanya terdiri dari peralatan dan persediaan berikut:

- a. Sumber daya arus listrik yang konstan
- b. Kabel elektroda
- c. Pemegang elektroda
- d. Pemegang benda kerja
- e. Konektor/kabel benda kerja
- f. Elektroda
- g. Helm las
- h. Palu terak dan sikat kawat
- i. Peralatan opsional: kamar las, meja kerja, bangku, dan sistem ventilasi.



Gambar 8.3 Peralatan SMAW dan pendukungnya.

Sumber: Farnsworth 2022

Pengoperasian mesin SMAW harus sesuai dengan SOP yang berlaku di bengkel. Oleh karena itu, sebelum melakukan proses pengelasan dengan SMAW, ada beberapa hal yang perlu dipersiapkan, antara lain:

- a. Menyiapkan alat dan perlengkapan yang diperlukan, seperti mesin las SMAW, elektroda las, *grounding clamp*, sikat kawat, kaca mata las, sarung tangan, apron, dan sebagainya.
- b. Menyiapkan benda kerja yang akan dilas, pastikan permukaannya bersih dari kotoran, karat, dan minyak.

- c. Menentukan posisi pengelasan yang tepat, baik itu posisi vertikal, horizontal, atau *overhead*.
- d. Mempersiapkan keamanan dan keselamatan, seperti memakai alat pelindung diri (APD), seperti kacamata las, sarung tangan, dan apron. Pastikan juga area sekitar tempat las aman dan bebas dari bahan yang mudah terbakar.
- e. Memilih elektroda las yang sesuai dengan bahan yang akan dilas, ukuran dan jenis elektroda sangat penting untuk mendapatkan hasil las yang baik.
- f. Mempersiapkan kekuatan arus las yang tepat sesuai dengan jenis elektroda dan bahan yang akan dilas. Pastikan juga polaritas yang digunakan pada mesin las SMAW sudah benar.
- g. Memeriksa kondisi mesin las SMAW dan memastikan sudah siap digunakan. Pastikan semua kabel dan konektor sudah terpasang dengan benar.
- h. Memulai praktik pengelasan SMAW, mulailah dengan mengatur kekuatan arus las yang tepat, lalu posisikan elektroda pada benda kerja dan mulailah melakukan pengelasan dengan gerakan yang tepat. Pastikan arus las dan kecepatan pengelasan terus dijaga agar hasilnya maksimal.

3. Mengatur parameter SMAW

Pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) memerlukan pengaturan parameter yang tepat untuk menghasilkan hasil pengelasan yang baik. Berikut adalah beberapa parameter yang perlu diperhatikan dalam pengelasan SMAW:

a. Jenis elektroda

Pilih elektroda yang sesuai dengan jenis logam yang akan disambungkan. Misalnya, elektroda baja karbon digunakan untuk mengelas baja karbon, sementara elektroda baja tahan karat digunakan untuk mengelas baja tahan karat. Pemilihan jenis elektroda dapat dilakukan sesuai dengan kode yang tertera pada batang elektroda.

b. Ukuran elektroda

Ukuran elektroda harus dipilih sesuai dengan ketebalan material yang akan disambungkan. Semakin besar ketebalan material, semakin besar juga ukuran elektroda yang diperlukan. Elektroda berdiameter lebih besar menggunakan arus pengelasan yang lebih tinggi sehingga laju

deposisi dan kedalaman penetrasi meningkat seiring dengan peningkatan diameter kawat elektroda. Tingkat deposisi yang lebih rendah dan kedalaman penetrasi diperoleh dengan diameter kawat elektroda yang lebih kecil karena arus pengelasan yang digunakan lebih rendah.

E60XX Electrode Required Amperage									
Suggested metal thickness		Electrode size		E6010 and E6011	E6012	E6013	E6020	E6022	E6027
in	mm	in	mm						
1/16 & less	1.6 & less	1/16	1.6		20-40	20-40			
1/16-5/64	1.6-2.0	5/64	2.0		25-60	25-60			
5/64-1/8	2.0-3.2	3/32	2.4	40-80	35-85	45-90			
1/8-1/4	3.2-6.4	1/8	3.2	75-125	80-140	80-130	100-150	110-160	125-185
1/4-3/8	6.4-9.5	5/32	4.0	110-170	110-190	105-180	130-190	140-190	169-240
3/8-1/2	9.5-12.7	3/16	4.8	140-215	140-240	150-230	175-250	170-400	210-300
1/2-3/4	12.7-19.1	7/32	5.6	170-250	200-320	210-300	225-310	370-520	250-350
3/4-1	19.1-25.4	1/4	6.4	210-320	250-400	250-350	275-375		300-420
≥1	≥25.4	5/16	8.0	275-425	300-500	320-430	340-450		375-475

Gambar 8.4 Tabel kebutuhan ampere untuk elektroda seri E60XX

Sumber: Althouse et al. 2020

E70XX Electrode Required Amperage									
Suggested metal thickness		Electrode size		E7014	E7015 and E7016	E7018	E7024 and E7028	E7027	E7048
in	mm	in	mm						
5/64-1/8	2.0-3.2	3/32*	2.4*	80-125	65-110	70-100	100-145		
1/8-1/4	3.2-6.4	1/8	3.2	110-160	100-150	115-165	140-190	125-185	80-140
1/4-3/8	6.4-9.5	5/32	4.0	150-210	140-200	150-220	180-250	160-240	150-220
3/8-1/2	9.5-12.7	3/16	4.8	200-275	180-255	200-275	230-305	210-300	210-270
1/2-3/4	12.7-19.1	7/32	5.6	260-340	240-320	260-340	275-365	250-350	
3/4-1	19.1-25.4	1/2	6.4	330-415	300-390	315-400	335-430	300-420	
≥1	≥25.4	5/16*	8.0*	390-500	375-475	375-470	400-525	375-475	

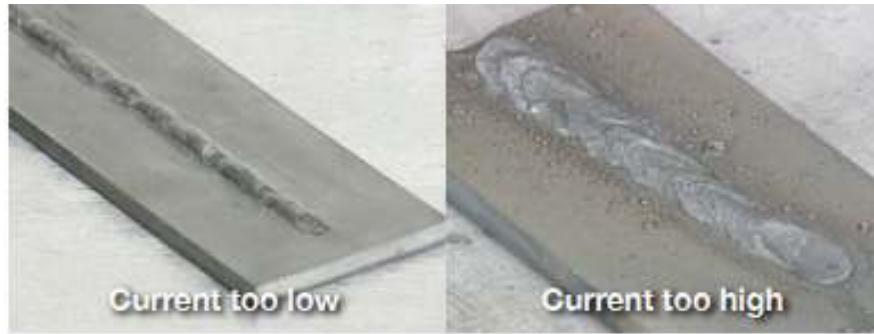
Note: When welding vertically up, currents near the lower limit of the range are generally used.
 *: These diameters are not manufactured in the E7028 classification.

Gambar 8.5 Tabel kebutuhan ampere untuk elektroda seri E70XX

Sumber: Althouse et al. 2020

c. Arus pengelasan

Arus pengelasan dipilih berdasarkan ukuran elektroda dan ketebalan material yang akan disambungkan. Arus yang terlalu besar dapat menyebabkan patahan pada logam, sementara arus yang terlalu kecil dapat menghasilkan pengelasan yang tidak kuat. Besarnya arus yang digunakan ditentukan oleh jenis elektroda, ukuran elektroda, posisi dan desain sambungan. Arus pengelasan adalah variabel terbaik yang digunakan untuk mengontrol kedalaman penetrasi dan volume logam las. Arus las yang berlebihan dapat menghasilkan *spatter* yang banyak, *undercut*, dan deposit las yang tidak teratur. Arus las yang sangat rendah dapat menghasilkan penumpukan logam las yang berlebihan dan kurangnya fusi dengan logam dasar.



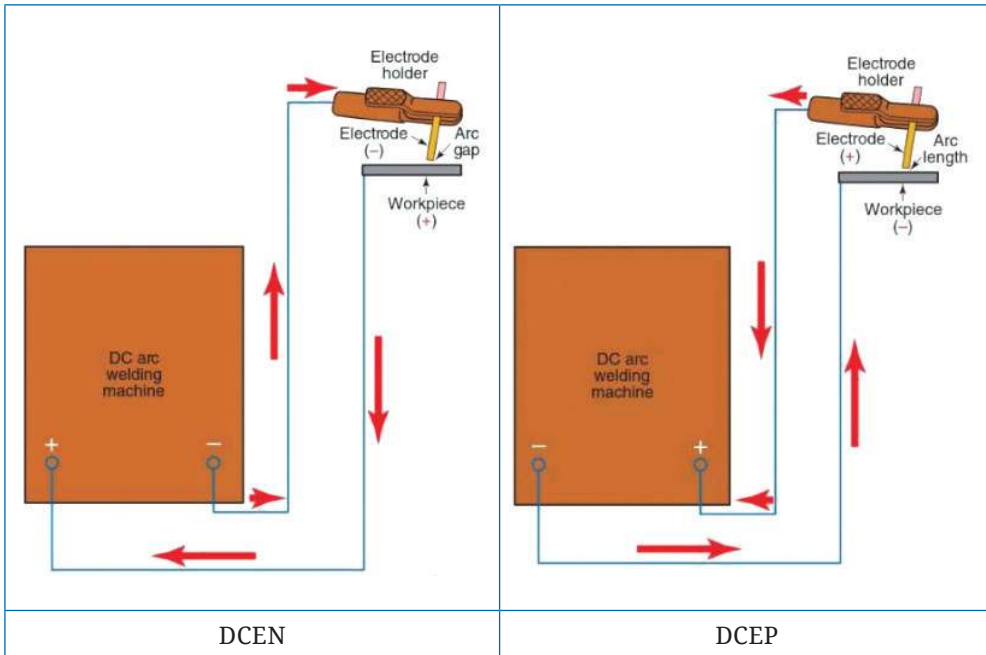
Gambar 8.6 Perbedaan arus terlalu tinggi dan terlalu rendah

Sumber: Hobart Institute of Welding Technology, 2012

d. **Polaritas**

Pengelasan SMAW menggunakan arus searah, dan ada dua jenis polaritas yang bisa digunakan, yaitu polaritas DCEN (*Direct Current Elektroda Negatif*) dan DCEP.

- 1) Polaritas DCEN atau disebut juga sebagai *Direct Current Straight Polarity* (DCSP) adalah salah satu jenis arus listrik searah (DC) pada pengelasan dengan menggunakan mesin las listrik. Pada DCEN, arus listrik mengalir dari elektroda (yang merupakan kutub positif) ke benda kerja (yang merupakan kutub negatif). Penggunaan DCEN biasanya dilakukan pada material yang memiliki konduktivitas termal yang tinggi seperti logam besi dan baja. Hal ini disebabkan oleh DCEN yang menghasilkan panas yang lebih sedikit pada elektroda dan lebih banyak pada benda kerja, sehingga dapat mengurangi risiko terjadinya *overheating* pada elektroda.
- 2) DCEP atau disebut juga sebagai *Direct Current Reverse Polarity* (DCRP) adalah jenis arus listrik searah (DC) pada pengelasan dengan menggunakan mesin las listrik. Pada DCEP, arus listrik mengalir dari benda kerja (yang merupakan kutub positif) ke elektroda (yang merupakan kutub negatif). Penggunaan DCEP biasanya dilakukan pada material yang memiliki konduktivitas termal yang rendah seperti *stainless steel*, nikel, dan krom. Hal ini terjadi karena DCEP menghasilkan panas yang lebih banyak pada elektroda dan lebih sedikit pada benda kerja, sehingga dapat mengurangi risiko terjadinya deformasi pada benda kerja.



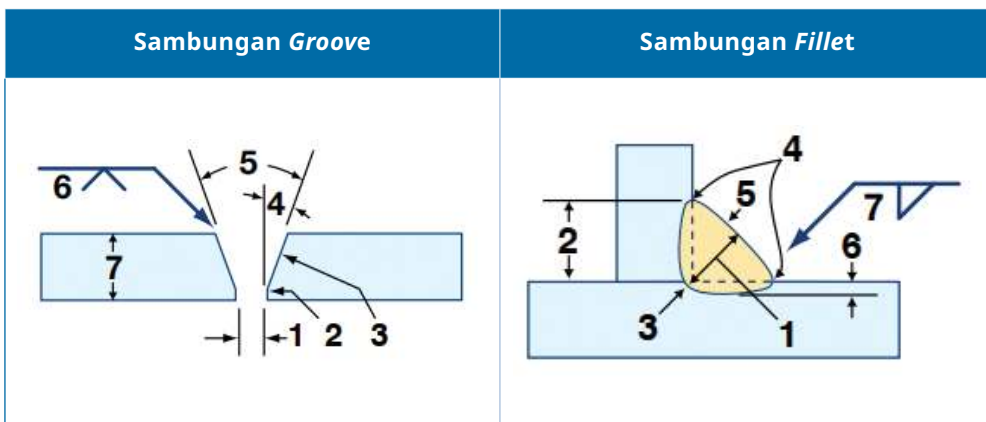
Gambar 8.7 Contoh polaritas DCEN dan DCEP

Sumber: Althouse et al. 2020

e. Persiapan sambungan

Persiapan sambungan yang tidak sesuai dapat mengakibatkan hasil las menjadi cacat, seperti tidak adanya penetrasi karena kurangnya jarak *root face* antarlogam dasar.

Tabel 8.1 Persiapan sambungan



Sambungan <i>Groove</i>	Sambungan <i>Fillet</i>
<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Root Opening</i>, pemisahan antar-benda kerja yang akan disambung pada <i>root joint</i>. 2. <i>Root Face</i>, alur muka yang berdekatan dengan akar sambungan. 3. <i>Groove Face</i>, bagian permukaan termasuk dalam alur. 4. <i>Bevel Angle (A)</i>: sudut yang terbentuk antara tepi yang disiapkan dari sisi benda kerja dan bidang yang tegak lurus terhadap permukaan sisi benda kerja. 5. <i>Groove Angle (A)</i>: total luas termasuk sudut alur antara bagian-bagian yang akan disambung dengan las alur. 6. <i>Size of Weld (S)</i>: penetrasi sambungan (kedalaman bevel ditambah penetrasi akar bila ditentukan). 7. <i>Plate Thickness (T)</i>, tebal pelat yang dilas. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Actual Throat of a Fillet Weld</i>, jarak terpendek dari akar lasan <i>fillet</i> ke permukaan las. 2. <i>Leg of a Fillet Weld</i>, jarak dari pangkal sambungan ke ujung lasan <i>fillet</i>. 3. <i>Root of a Weld</i>, titik-titik di mana bagian belakang lasan memotong permukaan benda kerja. 4. <i>Toe of a Weld</i>, persimpangan antara permukaan las dan benda kerja. 5. <i>Face of Weld</i>, permukaan las yang terbuka di sisi tempat pengelasan dilakukan. 6. <i>Deep of Fusion</i>, jarak luas fusi ke logam dasar atau jalur las dari permukaan yang meleleh selama pengelasan. 7. <i>Size of Weld (S)</i>, panjang kaki <i>fillet</i>.

f. Voltage

Tegangan pada mesin pengelasan harus diatur sedemikian rupa sehingga elektroda dapat mencair dan menghasilkan busur pengelasan yang stabil.

g. Kecepatan pengelasan

Kecepatan pengelasan ditentukan oleh tukang las, yang secara manual mengontrol laju perjalanan busur sepanjang proses pengelasan berlangsung. Meningkatkan kecepatan akan menurunkan penetrasi. Kecepatan pengelasan yang berlebihan akan menghasilkan *weld bead* yang terlalu kecil dengan kontur yang tidak beraturan. Sementara itu, kecepatan pengelasan yang sangat lambat dapat mengakibatkan penumpukan logam las yang berlebihan dan kurangnya fusi di tepi las.



Gambar 8.8 Perbedaan kecepatan pengelasan tinggi dan rendah

Sumber: Hobart Institute of Welding Technology, 2012

h. Jarak antara elektroda dan material (*arc length*)

Jarak antara elektroda dan material harus dijaga agar tetap konstan selama pengelasan. Jarak yang terlalu jauh dapat menghasilkan busur yang tidak stabil, sementara jarak yang terlalu dekat dapat menyebabkan elektroda menempel pada material. Idealnya jarak antara elektroda dan material sebesar diameter elektrodanya.

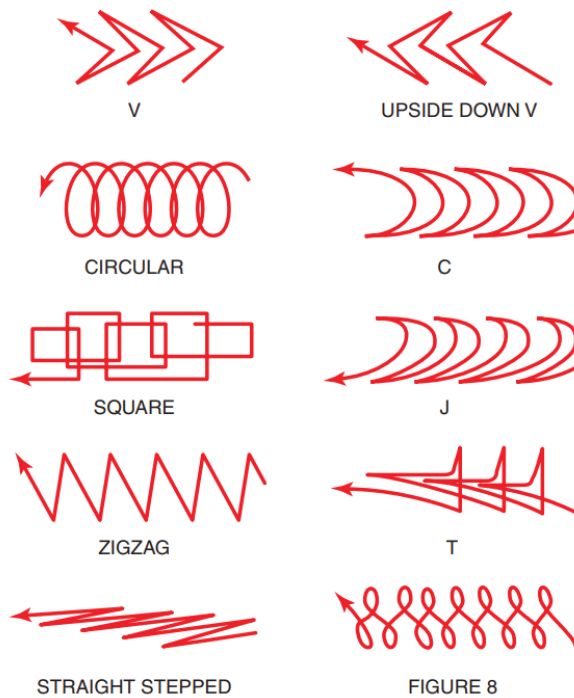


Gambar 8.9 *Arc length*

Sumber: Hobart Institute of Welding Technology, 2012

i. Teknik Ayunan

Teknik ayunan pengelasan adalah metode pengelasan yang melibatkan gerakan mundur-maju (*back-and-forth*) dari elektroda selama proses pengelasan. Teknik ini juga dikenal sebagai teknik "*weaving*". Gerakan ayunan pengelasan harus sejajar dengan sumbu sambungan las untuk memastikan adanya penetrasi yang cukup pada kedalaman pengelasan. Teknik ayunan pengelasan digunakan untuk pengelasan pada bahan tebal dan lebar. Hal yang perlu diperhatikan bahwa penggunaan teknik ayunan yang salah dapat menyebabkan cacat pengelasan seperti kekurangan penetrasi, pengisian berlebihan, dan distorsi. Teknik ayunan pengelasan yang disarankan adalah zig-zag atau circular. Berikut ini merupakan macam-macam teknik ayunan elektroda dalam pengelasan.



Gambar 8.10 Macam-macam gerakan elektroda
Sumber: Jeffus, 2012

4. Macam-macam cacat dalam pengelasan

Teknik pengelasan yang buruk dan pemilihan parameter pengelasan yang tidak tepat dapat menyebabkan cacat las. Ada beberapa jenis cacat dalam pengelasan, di antaranya:

a. Porositas

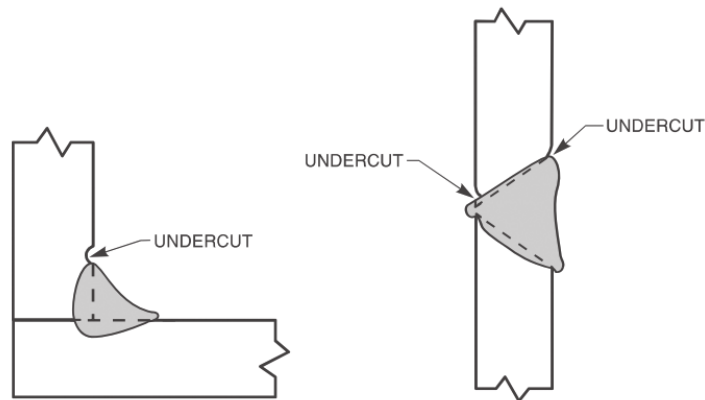
Cacat ini terjadi ketika terdapat lubang-lubang kecil atau pori-pori di dalam logam hasil pengelasan. Hal ini dapat disebabkan oleh gas yang terperangkap di dalam logam atau karena penggunaan elektrode yang tidak sesuai.



Gambar 8.11 Cacat porositas
Sumber: American Welding Society 2015

b. Undercut

Undercut adalah lekukan yang dilelehkan pada logam dasar di samping kaki atau akar las yang tidak terisi oleh logam las. *Undercut* menyebabkan sambungan menjadi lebih lemah dan dapat menyebabkan retak. Cacat ini biasanya disebabkan oleh arus pengelasan yang berlebihan.

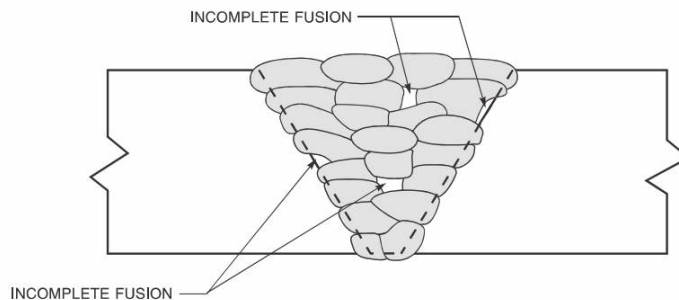


Gambar 8.12 Cacat *undercut*.

Sumber: American Welding Society 2015

c. Incomplete fusion

Cacat ini terjadi ketika pengelasan tidak mencairkan logam dasar yang ada di bawahnya sehingga logam pengisi tidak menyatu sempurna dengan logam dasar.

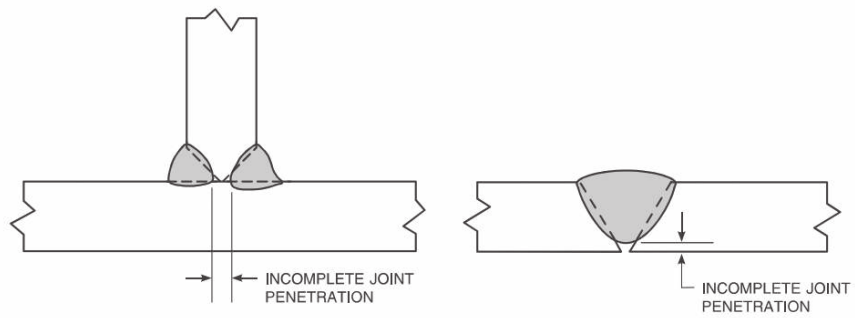


Gambar 8.13 Cacat *incomplete fusion*

Sumber: American Welding Society 2015

d. Incomplete joint penetration

Cacat ini terjadi ketika logam pengisi tidak menembus ke dalam logam dasar, sehingga hanya terbentuk pengelasan di permukaan logam saja.

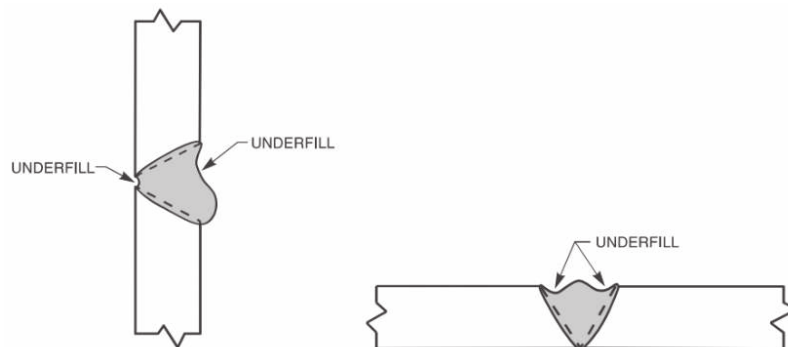


Gambar 8.14 Cacat *incomplete joint penetration*

Sumber: American Welding Society 2015

e. Underfill

Underfill adalah kondisi alur permukaan las atau permukaan akar las berada di bawah permukaan yang berdekatan dari logam dasar. Cacat ini disebabkan oleh kegagalan tukang las untuk mengisi sambungan las sepenuhnya.

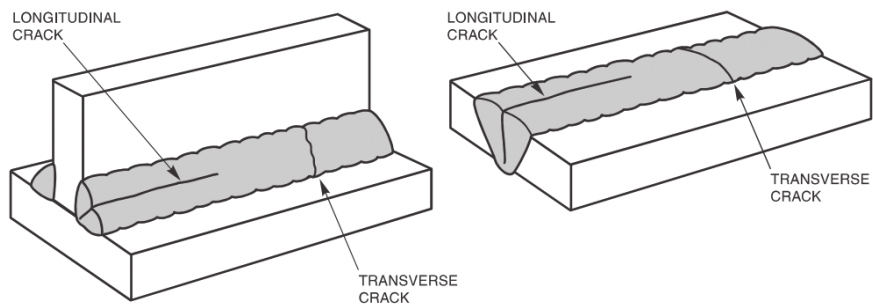


Gambar 8.15 Cacat *underfill*

Sumber: American Welding Society 2015

f. Retak (crack)

Cacat ini terjadi ketika logam hasil pengelasan mengalami patah atau retak pada saat atau setelah proses pengelasan. Retak dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kecepatan pendinginan yang terlalu cepat atau karena logam dasar yang kurang kuat.



Gambar 8.16 Cacat retak

Sumber: American Welding Society 2015

g. Distorsi

Cacat ini terjadi ketika logam hasil pengelasan mengalami perubahan bentuk atau posisi. Hal ini biasanya terjadi karena perbedaan suhu antara logam dasar dan logam pengisi. Cacat distorsi dalam pengelasan ada tiga jenis yaitu longitudinal, transversal, dan angular.

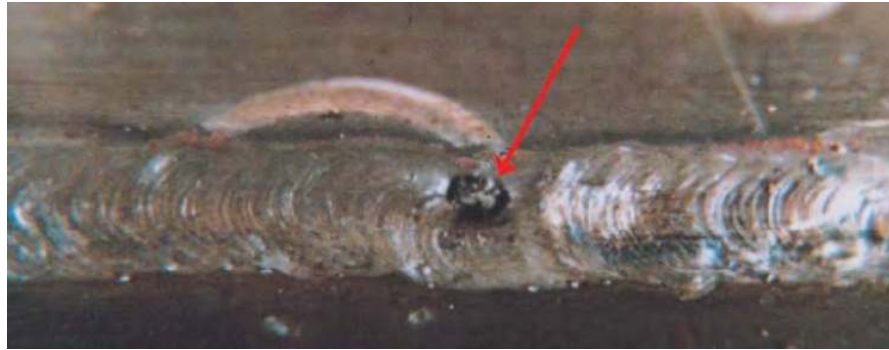


Gambar 8.17 Cacat distorsi transversal.

Sumber: Hobart Institute of Welding Technology, 2012

h. Slag Inclusion

Cacat ini disebabkan karena partikel asing seperti oksida atau debu yang terperangkap dalam logam las dan dapat melemahkan kekuatan las.

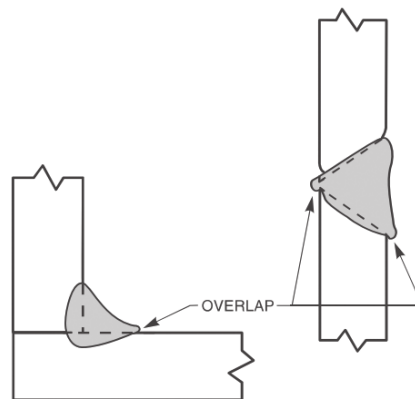


Gambar 8.18 Cacat *slag inclusion*

Sumber: American Welding Society 2015

i. **Overlap**

Cacat ini terjadi ketika dua permukaan logam yang akan dilas tidak saling bersentuhan secara penuh, sehingga terbentuk area yang tidak terlas dengan baik.



Gambar 8.19 Cacat *overlap*.

Sumber: American Welding Society 2015

j. **Arc Strikes**

Arc strike merupakan jenis cacat las yang terjadi ketika busur listrik secara tidak sengaja dipukul pada permukaan logam dasar atau di luar jalur las. Untuk mencegah cacat ini, posisikan elektroda dengan benar dan mempertahankan panjang busur yang konsisten selama proses pengelasan.



Gambar 8.20 Cacat *arc strike*.
 Sumber: American Welding Society 2015

k. Spatter

Spatter yang berlebihan akan memberikan tampilan las yang buruk, membuang-buang elektroda, membuat pembuangan terak sulit dan dapat menyebabkan kurangnya fusi. *Spatter* biasanya dihasilkan oleh panjang busur elektroda yang terlalu panjang terhadap logam dasar, atau oleh arus pengelasan yang terlalu tinggi.



Gambar 8.21 Cacat *spatter*.
 Sumber: American Welding Society 2015

5. Pemeriksaan hasil pengelasan secara visual

Pemeriksaan hasil pengelasan secara visual dilakukan dengan memeriksa keadaan fisik pengelasan dengan mata telanjang atau menggunakan alat bantu seperti kaca pembesar atau boroskop. Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk memastikan bahwa pengelasan telah dilakukan dengan benar dan sesuai dengan standar yang berlaku.

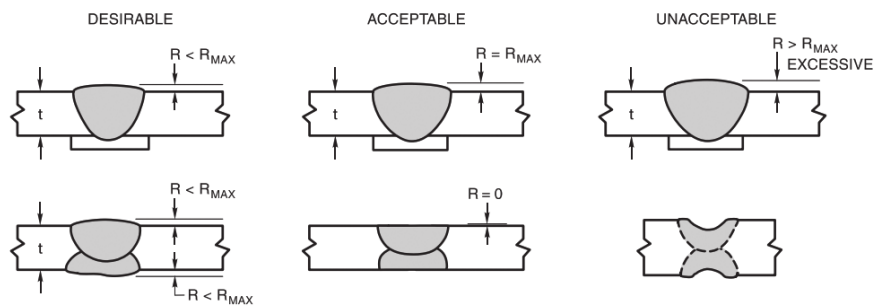
Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pemeriksaan hasil pengelasan secara visual antara lain:

a. Penampilan lasan

Periksa permukaan pengelasan untuk mengevaluasi apakah terdapat retakan, porositas, keroposan, atau kecacatan lainnya. Pastikan juga bahwa pengelasan telah dihaluskan dengan baik dan tidak terdapat kekasaran atau cacat permukaan.

b. Geometri lasan

Pastikan bahwa pengelasan dilakukan dengan sudut, jarak, dan kedalaman yang tepat. Periksa juga apakah pengelasan sejajar dengan permukaan atau sudut pengelasan.



Gambar 8.22 Contoh profil sambungan untuk *butt joints*

Sumber: American Welding Society, 2020

c. Dimensi lasan

Pastikan bahwa dimensi pengelasan sesuai dengan spesifikasi dan gambar desain. Periksa juga apakah pengelasan telah dilakukan dengan kedalaman dan panjang yang sesuai.

d. Penggunaan bahan

Pastikan bahwa bahan pengelasan dan filler yang digunakan sesuai dengan standar dan spesifikasi yang ditetapkan. Periksa juga apakah pengelasan telah dilakukan dengan benar pada bahan yang berbeda, seperti baja atau aluminium.

Pengujian hasil las secara visual biasanya dilakukan untuk mengevaluasi kualitas las permukaan dan keberadaan cacat atau ketidaksempurnaan pada las. Berikut adalah beberapa langkah yang dapat diikuti dalam prosedur pengujian hasil las secara visual:

- a. Persiapkan permukaan las yang akan diperiksa dengan membersihkannya dari kotoran, debu, dan minyak.
- b. Gunakan alat bantu seperti kaca pembesar, lampu sorot, atau sumber cahaya lainnya untuk membantu melihat detail hasil las.

- c. Periksa hasil las secara menyeluruh dan teliti. Fokus pada area las yang dianggap kritis, seperti sambungan las atau daerah dengan ketebalan yang berbeda.
- d. Perhatikan adanya tanda-tanda cacat pada las, seperti retakan, porositas, patahan, dan tumpukan logam.
- e. Tentukan jenis dan tingkat keparahan cacat, dan catat temuan dalam laporan hasil pengujian.
- f. Berikan tanda pada area yang ditemukan cacat untuk memudahkan tindakan perbaikan.
- g. Evaluasi hasil las berdasarkan standar kualitas yang telah ditetapkan, seperti standar kualitas las dari *American Welding Society* (AWS) atau standar internasional lainnya. Contoh kriteria keberterimaan menurut AWS seperti terlihat pada tabel berikut.

Tabel 8.2 Kriteria keberterimaan untuk pengujian visual
(*American Welding Society* 2020b)

No	Jenis Diskontinyu	Kriteria
1	<i>Crack Prohibition</i> (larangan retak).	Semua retak tidak bisa diterima di posisi manapun dan dengan ukuran sebarang (tidak boleh ada retak).
2	<i>Weld/Base Metal Fusion</i> (logam las menyatu sempurna).	Teliti fusi tidaknya antara lapisan las/logam las dengan permukaan logam induk (tidak boleh ada yang tidak fusi).
3	<i>Crater Cross Section</i> (bagian kawah las)	Adakah kawah las selain di ujung benda kerja atau bagian yang diabaikan (tidak boleh ada kawah las)?
4	<i>Weld Profile</i> (bentuk profil las)	<p>Bentuk las <i>filet</i> yang diinginkan adalah bentuk profil las dengan kaki las setebal logam induk dan leher las 0,7 x tebal logam induk.</p> <p>Bentuk las <i>grove</i> dapat diterima apabila pembusungan profil las maksimal 2 mm melebihi leher las untuk <i>plate</i> setebal dibawah 25,4 mm dan minimal 0 mm di atas permukaan.</p> <p>Bentuk las <i>corner</i> dapat diterima apabila pembusungan profil las maksimal 1 mm melebihi leher las untuk <i>plate</i> setebal dibawah 25,4 mm dan minimal - 0,5 mm di atas permukaan.</p>

No	Jenis Diskontinyu	Kriteria
5	<i>Time of Inspection</i> (waktu pengujian)	Pengujian untuk baja dapat dimulai setelah pengelasan selesai dan benda telah dingin. Kriteria diterimanya pengujian menurut ASTM A514, A517 dan A709 grade 100 dan 100W maksimal waktu pengujiannya adalah 48 jam setelah pengelasan selesai.
6	<i>Undersized Weld</i> (bentuk las dibawah ukuran standar).	Ukuran bentuk las boleh kurang dari standar dengan ketentuan untuk tebal logam induk diatas 8 mm pengurangan pada leher las yang diijinkan 3 mm sepanjang 10% dari total panjang pengelasan.
7	<i>Undercut</i>	Untuk material dengan ketebalan di bawah 25 mm <i>undercut</i> yang diijinkan tidak melebihi 1 mm, dengan ketentuan akumulasi kedalaman <i>undercut</i> tidak melebihi 2 mm di benda sepanjang 50 mm. Untuk material dengan ketebalan di atas 25 mm <i>undercut</i> yang diijinkan tidak melebihi 2 mm sepanjang jalur pengelasan.
8	<i>Porosity</i>	Pada sambungan <i>Complete Joint Penetration</i> (CJP) kedalaman porositas yang diizinkan tidak melebihi 1 mm dengan diameter tidak melebihi 10 mm. Untuk porositas yang liner (akumulasi porositas yang memanjang) tidak boleh melebihi panjang 20 mm untuk pengelasan sepanjang 300 mm.
9.	<i>Time of Inspection</i> (waktu pengujian)	Pengujian untuk baja dapat dimulai setelah pengelasan selesai dan benda telah dingin. Kriteria di terimanya pengujian menurut ASTM A514, A517 dan A709 grade 100 dan 100W maksimal waktu pengujiannya adalah 48 jam setelah pengelasan selesai.
10.	Kerusakan Mekanis dan <i>Arc Strike</i>	<i>None</i> / tidak diizinkan karena merusak permukaan benda.

- h. Jika ditemukan cacat yang tidak dapat diperbaiki, evaluasi kembali dan tinjau apakah las masih dapat digunakan atau harus dianggap gagal.
- i. Akhiri pengujian dengan membuat laporan hasil pengujian dan merekomendasikan tindakan perbaikan atau penolakan hasil las jika diperlukan. Contoh lembar laporan pengujian visual sebagai berikut.

E. Aktivitas Peserta Didik

Peserta didik melakukan pengamatan pada gambar maupun video yang ditayangkan dan dijelaskan oleh guru. Peserta didik memperhatikan dengan cermat apa yang disampaikan guru. Selain itu, guru dapat memfasilitasi dan membantu peserta didik untuk memperoleh pemahaman dan pengetahuan melalui penerapan model pembelajaran praktik.

Model pembelajaran praktik yang dapat dilakukan melalui beberapa langkah, antara lain:

a. Pengenalan

Guru atau mentor memperkenalkan materi atau topik yang akan dipelajari peserta praktik yaitu proses pengelasan SMAW. Tahap ini juga termasuk memberikan penjelasan teori dasar dan memberikan gambaran umum tentang praktik yang akan dilakukan.

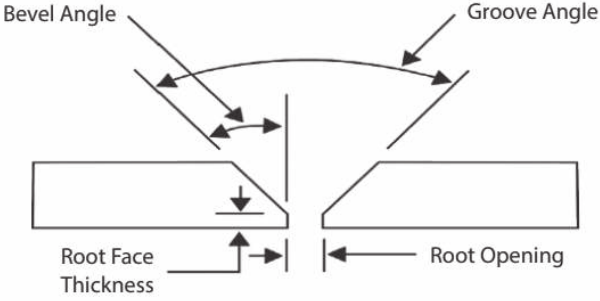
b. Demonstrasi

Guru atau mentor melakukan demonstrasi tentang cara melakukan proses pengelasan SMAW dengan benar. Pada tahap ini, guru dapat memperlihatkan/mempraktikkan secara langsung, atau melalui video atau presentasi.

c. Praktik

Setelah demonstrasi, peserta praktik melakukan praktik mandiri dengan menggunakan pengetahuan dan keterampilan yang telah dipelajari. Selama praktik, guru atau mentor memberikan bimbingan dan umpan balik, seperti meminta peserta mengerjakan *jobsheet*, contohnya *lakukanlah pengelasan sebanyak lima sambungan berturut-turut sampai hasil las dapat diterima/lolos uji visual*. Contoh lembar praktik peserta didik sebagai berikut.

Material	Pelat baja karbon dengan ketebalan 6 mm
Persiapan sambungan	<i>Single V-groove butt weld</i> <i>Bevel angle 30°</i> <i>Groove angle 60°</i>
Jenis elektroda dan diameter	E 6010 Diameter 2.4 mm

Jenis pengaturan (set-up)	1 G (<i>flat position</i>), <i>Root opening</i> : 1 to 1,2 mm <i>Root face</i> : 1 – 1.2 mm
Arus dan polaritas	70–85 amper DCEP
Desain sambungan	 <p>The diagram illustrates a butt joint with a V-groove. It shows two rectangular pieces of metal being joined. The joint is characterized by a central groove. Labels include: 'Bevel Angle' pointing to the slope of the groove walls; 'Groove Angle' pointing to the angle at the bottom of the groove; 'Root Face Thickness' pointing to the width of the flat bottom surface of the groove; and 'Root Opening' pointing to the gap between the two pieces of metal at the root of the joint.</p>

d. Refleksi

Setelah praktik, peserta praktik melakukan refleksi tentang apa yang telah dipelajari. Tahap ini juga termasuk mengevaluasi kekuatan dan kelemahan peserta didik serta merencanakan langkah selanjutnya untuk meningkatkan kemampuan mereka.

e. Evaluasi

Guru atau mentor mengevaluasi kemampuan siswa atau peserta praktik selama praktik dan memberikan umpan balik tentang apa yang telah dilakukan dengan benar dan apa yang masih perlu ditingkatkan.

f. Peningkatan

Peserta praktik memperbaiki keterampilan dan pengetahuan mereka berdasarkan umpan balik yang diberikan oleh guru atau mentor. Tahap peningkatan juga melibatkan praktik tambahan dan refleksi yang lebih lanjut.

g. Aplikasi

Peserta praktik mengaplikasikan keterampilan dan pengetahuan yang telah dipelajari pada situasi dunia nyata. Tahap aplikasi dapat dilakukan melalui tugas, proyek, atau pekerjaan lapangan.

F. Penutup

Pada kegiatan penutup, guru dapat melakukan kegiatan dengan merefleksikan, mengonsolidasikan, dan mengevaluasi apa yang telah dipelajari oleh peserta didik. Langkah-langkah kegiatan penutup dapat dilakukan di antaranya:

1. Guru dapat memberikan ringkasan materi yang telah dipelajari di kelas. Peserta didik dapat diminta untuk menyebutkan kembali beberapa poin penting yang telah dipelajari untuk memastikan tentang memahami materi dengan baik. Sebagai contoh, “Apa saja parameter pengelasan SMAW?”.
2. Guru dapat memberikan tes berupa soal pilihan ganda atau soal uraian yang telah tersedia pada buku siswa untuk mengevaluasi pemahaman peserta didik terhadap materi yang telah dipelajari.
3. Guru dapat meminta peserta didik untuk merenungkan apa yang telah dipelajari dalam materi pengelasan SMAW kemudian guru menanyakan kepada peserta didik. Contoh pertanyaan “Setelah praktik pengelasan ini selesai, sertifikasi apa yang akan diambil?”
4. Guru dapat memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk bertanya atau mengajukan pertanyaan terkait dengan materi proses pengelasan SMAW.

G. Penilaian

Penilaian dapat dilakukan baik secara lisan maupun tertulis melalui tes berupa soal pilihan ganda, soal uraian, maupun hasil praktik peserta didik. Penekanan penilaian ditumpukan pada pengetahuan, sikap, dan hasil praktik yang dihasilkan peserta didik selama proses belajar berlangsung. Contoh lembar penilaian produk sebagai berikut.

Nama Siswa/ Kelompok :
Kelas :
Semester :
Tahun pelajaran :
Mata Pelajaran :
Judul Proyek :

No.	Aspek yang dinilai	Skor
1	Menerapkan K3	
2	Menerapkan prosedur kerja dengan benar	

No.	Aspek yang dinilai	Skor
3	Menggunakan alat sesuai fungsinya	
4	Meletakkan peralatan pada tempatnya	
5	Membersihkan tempat kerja	
6	Kualitas hasil las	
Maksimal skor		100

H. Sumber Belajar yang Digunakan

1. Sumber belajar utama

- Video dan gambar penggunaan perkakas bengkel.
- Kemendikbudristek. 2023. *Dasar-Dasar Teknik Pengelasan Dan Fabrikasi Logam*. Buku Siswa Kelas X, Jakarta: Pusat Kurikulum dan Perbukuan.
- Laptop dan proyektor
- Peralatan dan perlengkapan las SMAW

2. Sumber belajar alternatif

Sumber belajar alternatif dapat dilakukan guru dengan menggunakan dan atau mengaitkan materi yang sedang dijelaskan dengan lingkungan atau industri yang ada di sekitar, contohnya kunjungan ke usaha/industri bidang pengelasan dan fabrikasi logam atau lainnya.

3. Sumber belajar tambahan

Guru dapat menambah sumber belajar tambahan memberikan materi berupa gambar atau video proses-proses pengelasan SMAW untuk konstruksi kapal maupun perpipaan.

KUNCI JAWABAN

Pilihan ganda

No	Jawaban	No	Jawaban
1	A Diameter inti kawat	11	C Mendapatkan penetrasi cairan las yang baik
2	C 300 mm - 450 mm	12	D Untuk mengeluarkan oksigen berlebih dan mendorong logam mencair
3	C <i>Lack of fusion</i>	13	A 120 – 150 Kg/Cm ²
4	D 70 A – 120 A	14	C Jarak elektroda dengan <i>base metal</i> terlalu jauh
5	B Menstabilkan busur las	15	B Mengurangi kecepatan pengelasan
6	C <i>Undercut</i>		
7	D C – 92,3% H – 7,7%		
8	B <i>Spatter</i>		
9	E Jenis <i>flux coating</i>		
10	B 4 Menit		

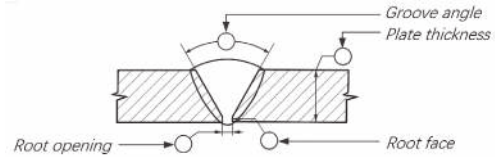
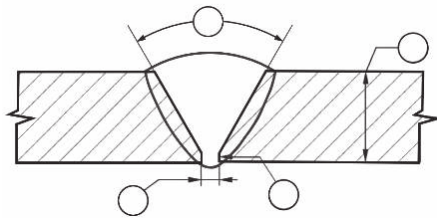
Soal esai

1. *Reference line, arrow, basic weld symbols, dimensions and other data, supplementary symbols, finish symbols, tail, and specification, process, or other reference.*
2. Urutan proses pengelasan sebelum dan sesudah pengelasan yaitu memilih APD las → persiapan benda kerja → *fit-up* → memilih elektroda yang sesuai → mengatur parameter las → melakukan pengelasan → membersihkan hasil lasan → memberi identitas hasil lasan → menyerahkan hasil lasan kepada guru.
3. Makna 500A *duty cycle* 60% yaitu mesin las yang menggunakan arus 500 A, mesin tersebut bisa digunakan selama 6 menit dan harus diistirahatkan selama 4 menit pada siklus/periode pertama dan setelah istirahat mesin bisa digunakan untuk periode berikutnya.
4. Tujuan *tack weld* pada sambungan kampuh las yaitu untuk menahan dua atau lebih logam bersama selama proses fabrikasi.
5. Sudut kerja (*work angle*) yaitu sudut yang terbentuk dari garis horisontal tegak lurus terhadap arah pengelasan sedangkan sudut laju pengelasan (*travel angle*) adalah sudut antara elektroda dan lasan pada bidang yang sejajar dengan arah gerak.

Soal uraian

1. Pendinginan yang terlalu cepat, *travel speed* terlalu tinggi, tidak dilakukan pemanasan awal (*pre-heat*) dan arus pengelasan terlalu rendah
2. Fungsi *tack weld* yaitu untuk mencegah terjadinya distorsi pada kedua benda kerja (melengkung perubahan ukuran celah antara kedua benda kerja).
3. Tujuan pembersihan selama proses pelaksanaan pengelasan bertujuan untuk menghilangkan semua jenis kotoran yang ada pada daerah sambungan dan tepi sambungan yang akan dilas sehingga didapatkan hasil pengelasan yang berkualitas.
4. Cara menyimpan elektroda las yang benar :
 - a. Simpan elektroda pada tempat yang kering dengan kemasan yang masih tertutup rapi.
 - b. Jangan meletakkan dilantai tanpa alas langsung pada lantai. Beri alas sehingga ada jarak dari lantai.
 - c. Pastikan udara dapat bersirkulasi di bawah tempat penyimpanan (rak).

- d. Hindarkan dari benda-benda lain yang memungkinkan terjadinya kelembaban.
 - e. Atur temperatur ruangan penyimpanan sekitar 5°C di atas temperatur rata-rata udara luar.
5. Simbol elektroda las AWS E7015 yaitu elektroda busur listrik dengan kekuatan tarik 70 ksi (70.000 psi) digunakan pada semua posisi pengelasan (datar, horisontal, vertikal dan *overhead*), jenis flux *low hydrogen sodium* dan polaritas pengelasan DCEP.
 6. Hal-hal yang perlu dilakukan agar hasil pengelasan yang baik yaitu mengatur parameter pengelasan sesuai yang ditentukan diantaranya yaitu tegangan busur las, besarnya arus las, kecepatan pengelasan, besarnya penembusan, jenis polaritas listrik dan juga kecepatan pendinginan.
 7. *Slag inclusion* yaitu cacat hasil lasan yang terjadi karena adanya penangkapan dan penyisipan material kotoran atau terak dalam logam yang dilas.
 8. Akibatnya arus pengelasan terlalu rendah (kecil) yaitu busur listrik sulit untuk dinyalakan, panas yang dihasilkan terjadi tidak cukup untuk melelehkan elektroda dan bahan dasar sehingga rigi-rigi las yang kecil dan tidak rata serta penembusan kurang dalam.
 9. *Root opening* yaitu jarak pemisah antara dua logam/komponen yang akan digabung atau disambung sedangkan *root face* yaitu bagian dari sisi logam/komponen yang disiapkan untuk disambung dengan las (bidang permukaan akar las).
 10. Keterangan gambar.



Glosarium

Buku guru merupakan panduan sumber inspirasi guru, mulai dari perancangan pembelajaran hingga pelaksanaan dan penilaian pembelajaran.

Soft skill peserta didik harus memiliki kompetensi penguasaan pengetahuan dan sikap.

Hard skill peserta didik harus memiliki kompetensi berupa penguasaan keterampilan.

Aspek kognitif dalam pembelajaran mencakup kemampuan untuk memperoleh, menyimpan, mengolah, dan menggunakan informasi atau pengetahuan.

Aspek afektif dalam pembelajaran berkaitan dengan emosi, sikap, dan nilai-nilai individu dalam menghadapi dan merespons pengalaman pembelajaran.

Aspek psikomotor dalam pembelajaran merujuk pada kemampuan fisik atau gerakan tubuh yang terkait dengan pembelajaran dan pengalaman belajar seperti keterampilan motorik kasar dan halus, koordinasi anggota tubuh, dan kemampuan untuk mengontrol dan mengarahkan gerakan.

Tujuan pembelajaran (*learning objectives*) merupakan pernyataan yang harus dimiliki peserta didik setelah mempelajari materi pada setiap bab. Pernyataan dalam tujuan pembelajaran harus mencakup apa yang diharapkan, dilakukan, dan diketahui oleh peserta didik setelah mempelajari materi.

Peta konsep merupakan sebuah diagram atau peta yang merepresentasikan sebuah hubungan antara satu materi dengan materi pembelajaran lainnya yang saling berkaitan secara holistik dan komprehensif pada buku.

Apersepsi adalah langkah mengaitkan apa yang telah diketahui oleh peserta didik dengan apa yang akan dipelajari.

Uji kompetensi merupakan penilaian pada setiap bab yang dilakukan pada peserta didik di akhir pembelajaran.

Refleksi merupakan kunci untuk mengubah pengalaman konkret peserta didik menjadi suatu konsep yang abstrak sesuai dengan pengalaman peserta didik.

Strategi pembelajaran dapat diartikan sebagai sebuah cara untuk menjembatani antara kompetensi yang harus peserta didik pelajari dan lakukan dengan proses yang peserta didik lalui untuk mencapai tujuan pembelajarannya.

Problem-based learning merupakan pembelajaran yang memusatkan pada peserta didik agar mampu memecahkan suatu masalah dalam suatu topik tertentu untuk belajar berpikir kritis dalam memecahkan masalah, berbagi informasi dengan teman lain, mempresentasikan, dan mereview apa yang telah dipelajari.

Project-based learning merupakan proses pembelajaran melalui penyelesaian proyek selama periode waktu tertentu. Proyek dapat berupa tugas yang kompleks dan menantang dengan akhir pembelajaran menghasilkan produk.

Inquiry-based learning merupakan pembelajaran yang melibatkan peserta didik secara aktif dalam menyelidiki dan mencari sesuatu secara kritis, logis, dan sistematis sehingga peserta didik dapat merumuskan penemuannya sendiri.

Discovery inquiry merupakan proses pembelajaran yang menugaskan peserta didik untuk mengatur dirinya sendiri agar peserta didik dapat mengembangkan pengetahuan dan keterampilannya untuk memecahkan masalah.

Contextual learning adalah sebuah pendekatan pembelajaran yang berfokus pada pembelajaran melalui pengalaman nyata dan situasi nyata di lingkungan sekitar.

Penilaian merupakan serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk memperoleh, menganalisis, serta menafsirkan data sebelum, saat, dan/atau setelah proses pembelajaran terhadap peserta didik sehingga menjadi informasi yang bermakna sesuai tujuan tertentu.

Konstruksi pada pemipipaan adalah pembuatan dan pemasangan sistem pipa untuk transportasi fluida seperti air, gas, dan minyak dari satu tempat ke tempat lain.

Bisnis konstruksi baja adalah bisnis yang berkaitan dengan produksi, penjualan, dan pemasangan struktur baja untuk berbagai jenis proyek konstruksi.

Keterampilan teknologi meliputi pemahaman tentang teknologi terbaru yang digunakan dalam industri, seperti perangkat lunak dan peralatan.

Keterampilan produksi mencakup kemampuan untuk memproduksi produk dengan kualitas yang tinggi dan efisien.

Keterampilan manajemen proyek meliputi kemampuan untuk merencanakan, mengatur, dan mengelola proyek dengan efektif.

Keterampilan analitis meliputi kemampuan untuk menganalisis data dan membuat keputusan berdasarkan informasi yang dikumpulkan.

Pengelasan MIG/MAG menggunakan gas pelindung untuk melindungi area pengelasan dari oksidasi dan kontaminasi.

Pengelasan TIG menggunakan elektroda *non-consumable* yang terbuat dari tungsten untuk membentuk busur listrik yang kemudian melelehkan bahan pengelas.

Pengelasan resistance melibatkan pemanasan dua bagian logam yang akan digabungkan dengan arus listrik dan tekanan.

Pengelasan laser menggunakan sinar laser untuk melelehkan bagian-bagian logam yang akan digabungkan.

Technopreneurship adalah praktik menggunakan teknologi dan inovasi untuk mengembangkan dan meluncurkan bisnis baru.

Welder adalah seorang profesional yang terampil dalam pengelasan logam dan bahan lainnya.

Welder operator adalah seseorang yang memiliki keahlian dan kemampuan untuk mengoperasikan mesin las dan melakukan proses pengelasan pada berbagai jenis material seperti logam dan baja.

Welding foreman adalah seorang profesional di bidang pengelasan yang bertanggung jawab untuk memimpin, mengawasi, dan mengatur aktivitas pengelasan dalam proyek konstruksi atau manufaktur.

Welding supervisor adalah seorang profesional yang bertanggung jawab untuk mengawasi dan memimpin aktivitas pengelasan pada proyek konstruksi atau manufaktur.

Welding inspector adalah seorang profesional yang bertanggung jawab untuk melakukan pengawasan dan inspeksi terhadap pekerjaan pengelasan yang dilakukan pada proyek konstruksi atau manufaktur.

Welding engineer adalah seorang profesional yang memiliki pengetahuan yang luas dan kemampuan teknis dalam bidang pengelasan dan teknologi material.

Welding educator adalah seorang profesional yang mengajar dan melatih peserta didik atau pelatih tentang teknik pengelasan, bahan, dan prosedur keselamatan yang berhubungan dengan pengelasan.

K3LH berkaitan dengan upaya untuk menjaga kesehatan dan keselamatan para pekerja, serta menjaga lingkungan agar tetap aman dan terlindungi dari dampak negatif yang dihasilkan dari proses produksi.

Budaya kerja industri mencakup nilai-nilai, sikap, dan perilaku yang dianut oleh pekerja di dalam lingkungan kerja.

Kecelakaan kerja adalah kejadian yang tidak diinginkan yang terjadi saat melakukan pekerjaan atau aktivitas terkait pekerjaan, yang dapat menyebabkan cedera atau kematian.

Budaya Kerja Industri 5R (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, dan Rajin) merupakan sebuah konsep yang berkaitan dengan pengelolaan lingkungan kerja dan alat produksi yang baik dan benar.

OAW (Oxy-Acetylene Welding) teknik pengelasan yang menggunakan panas yang dihasilkan oleh api yang berasal dari bahan bakar gas dan oksigen.

SMAW (Shielded Metal Arc Welding) adalah proses pengelasan manual yang menggunakan elektroda dengan lapisan pelindung (*shielding*) untuk menghasilkan busur listrik dan melelehkan logam yang akan disambungkan.

GMAW adalah mesin las yang menggunakan metode pengelasan *Gas Metal Arc Welding (GMAW)*, juga dikenal sebagai *Metal Inert Gas (MIG) welding*. Metode pengelasan ini melibatkan penggunaan kawat elektroda dan gas pelindung untuk menghubungkan dua buah benda logam.

GTAW adalah mesin las yang menggunakan metode pengelasan *Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)*, juga dikenal sebagai *Tungsten Inert Gas (TIG) welding*. Metode pengelasan ini melibatkan penggunaan elektroda tungsten yang tidak berlapis dan gas pelindung untuk menghubungkan dua benda logam.

FCAW adalah mesin las yang menggunakan metode pengelasan *Flux-Cored Arc Welding (FCAW)*. Metode pengelasan ini adalah pengembangan dari metode pengelasan *MIG (Gas Metal Arc Welding atau GMAW)*, yang menggunakan kawat elektroda yang mengandung *fluks* yang meleleh selama pengelasan dan membentuk gas pelindung serta slag (lapisan tipis) di atas daerah pengelasan.

Resistance Spot Welding (RSW) adalah mesin las yang menggunakan metode pengelasan dengan resistansi listrik untuk menghubungkan dua atau lebih benda logam.

SAW (Submerged Arc Welding) adalah mesin las yang menggunakan metode pengelasan busur listrik terendam (*submerged arc*) di bawah lapisan bahan tambahan. Metode pengelasan ini melibatkan elektroda kawat baja yang disalut dengan serbuk *fluks*, dan dioperasikan dalam kondisi terendam oleh lapisan *fluks* yang menutupi daerah pengelasan.

Brazing adalah metode pengelasan yang melibatkan pemanasan logam dasar dengan suhu yang cukup tinggi sehingga logam dasar menjadi meleleh, lalu ditambahkan logam pengisi yang memiliki titik lebur lebih rendah.

Soldering adalah mesin yang digunakan untuk melakukan proses penyolderan, yaitu proses penggabungan dua atau lebih benda logam dengan menggunakan logam solder (logam pengisi) yang meleleh pada suhu yang lebih rendah dari titik leleh logam dasar.

Perkakas bertenaga adalah alat-alat yang digunakan dalam pengelasan dan fabrikasi logam yang menggunakan tenaga listrik, bahan bakar, atau tekanan udara untuk melakukan tugas-tugas tertentu.

Gambar teknik pengelasan merupakan gambar atau ilustrasi yang menginformasikan dan menunjukkan cara dan metode pengelasan yang digunakan dalam sebuah proyek.

Proyeksi ortogonal adalah jenis proyeksi gambar teknik yang objeknya diproyeksikan ke media dua dimensi menggunakan garis-garis yang saling tegak lurus yang disebut garis proyeksi.

Proyeksi isometrik adalah jenis proyeksi gambar teknik yang objeknya diproyeksikan ke media dua dimensi menggunakan garis-garis yang saling tegak lurus dengan sudut 120 derajat.

Proyeksi perspektif adalah jenis proyeksi gambar teknik yang objeknya diproyeksikan ke media dua dimensi seperti yang terlihat dari sudut pandang tertentu.

Simbol dasar pengelasan adalah sebuah notasi yang digunakan untuk menggambarkan proses pengelasan yang akan dilakukan.

Garis referensi (*reference line*) merupakan garis horizontal yang berfungsi sebagai tanda atau lokasi simbol, seperti jenis kampuh, ukuran las, jenis proses pengelasan, dan simbol-simbol las lainnya.

Anak panah (*arrow*) merupakan simbol yang menunjukkan titik atau posisi tempat akan dilakukan pengelasan.

Simbol dasar pengelasan (*basic welding symbol*) merupakan simbol yang mewakili jenis pengelasan yang dibutuhkan, umumnya untuk simbol pengelasan sambungan *fillet*, *spot*, *seam*, maupun *plug* yang dikhususkan pada permukaan (*cover*) atau bagian *root*.

Simbol pengelasan tambahan (*supplementary weld symbols*) merupakan simbol tambahan yang dicantumkan jika membutuhkan informasi tambahan dalam gambar kerja.

Finish symbols merupakan pemberian instruksi tentang informasi pengerjaan setelah dilakukan proses pengelasan seperti penyelesaian permukaan menggunakan penggerindaan maupun *gouging* pada bagian permukaan daerah hasil las.

Ukuran (*dimensions*) merupakan pemberian ukuran yang bertujuan agar dimensi hasil pengelasan dan persiapan sambungan sesuai dengan gambar kerja.

Ekor (*tail*) merupakan bagian yang dapat digunakan untuk melakukan penambahan instruksi yang spesifik seperti proses pengelasan, prosedur yang digunakan, ataupun perintah tambahan lainnya.

Alat ukur adalah alat yang digunakan untuk mengukur atau menghitung suatu parameter dalam proses teknik atau inspeksi.

Jangka sorong adalah alat yang digunakan untuk mengukur dimensi jarak, ketebalan, dan diameter benda kerja.

Bevel protractor adalah alat pengukur sudut yang digunakan mengukur dan membuat sudut yang tepat, mengukur sudut pada permukaan datar, dan membuat sudut miring.

Jangka atau *divider* adalah alat yang digunakan untuk mengukur dan membagi-bagi jarak atau ukuran dalam proses pengerjaan teknik.

Welding gauge adalah alat ukur yang digunakan dalam proses pengelasan untuk mengukur dimensi dan karakteristik dari sambungan las atau proses pengelasan yang sedang dilakukan.

Perkakas tangan adalah alat-alat atau instrumen yang digunakan oleh tangan untuk melakukan tugas atau pekerjaan tertentu.

Alat potong mekanik adalah alat yang digunakan untuk memotong benda dengan menggunakan tenaga mekanik, seperti tangan atau kekuatan mesin.

Daftar Pustaka

- Afifah, Tutik, Andreas Priyono Budi Prasetyo, and Lisdiana. 2016. "Buku Guru Dan Buku Siswa Terintegrasi Literasi Sains Untuk Membubuhkan Kesadaran Konsumsi Makanan Sehat." *Journal of Innovative Science Education* 5(1):36–44.
- Althouse, Andrew D., Carl H. Turnquist, William A. Bowditch, Kevin E. Bowditch, and Mark A. Bowditch. 2020. *Modern Welding*. 12th ed. United States of America: The Goodheart-Willcox Company, Inc.
- Amaludin, La. 2022. *Model Pembelajaran Problem Base Learning Penerapan Dan Pengaruhnya Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Dan Hasil Belajar*. Tangerang Selatan: Pascal Books.
- American Welding Society. 2015. *AWS B1.11:2000 Guide for the Visual Inspection of Welds*. 3rd Editio. United States of America: American Welding Society.
- American Welding Society. 2020a. *AWS A2.4:2020-Standard Symbols for Welding, Brazing, and Nondestructive Examination*. Vol. 161. 8th Edition. United States of America: American Welding Society.
- American Welding Society. 2020b. *AWS D1.1/D1.1M:2020, Structural Welding Code-Steel*. 24th ed. United States of America: American Welding Society.
- American Welding Society. 2022. "The Complete Welding Career Parth Guide for Parents." *American Welding Society*.
- Aprilya, Prajnaparamita Anggia. 2020. *Penggunaan Model Inquiry Learning Dalam Pembelajaran*. Malang: Ahlimedia Book: Malang.
- Atila, Aufa. 2021. "Pengertian Sumber Daya Manusia Dan Manajemen SDM." Retrieved March 29, 2023 (<https://www.jojonomic.com/blog/sumber-daya-manusia/>).
- Barr, Ed. 2013. *Professional Sheet Metal Fabrication*. edited by J. Wiklund. Minneapolis: Motorbooks.
- Bloom, Benjamin Samuel. 1953. *Taxonomy of Educational Objectives : The Classification of Educational Goals. Handbook I*. Canada: Canada: David McKay Company.Inc.
- Bohnart, Edward R. 2018. *Welding Principles and Practices*. Fifth Edit. New York: McGraw-Hill Education.
- Crowe, Steve. 2018. "ABB Acquiring AB Rotech to Bolster Automotive Robotic Welding." Retrieved March 29, 2023 (<https://www.therobotreport.com/abb-acquiring-ab-rotech-robotic-welding/>).

- Davtyan, Ruzanna. 2014. "Contextual Learning." *ASEE 2014 Zone I Conference* 1(3):1–6.
- Direktorat Sekolah Menengah Kejuruan. 2021. *Norma & Standar Laboratorium/ Bengkel Smk Kompetensi Keahlian Teknik Pengelasan*. Jakarta: Direktorat Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Pendidikan Vokasi, Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan.
- Estabillo, James Aldrin S. 2020. *Use Basic Hand Tools and Equipmen*. First Edit. Pasig City: Department of Education - Bureau of Learning Resources (DepEd-BLR).
- Farnsworth, Steven Robert. 2022. *Welding For Dummies*. Vol. 21. 2nd Editio. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Federal Aviation Administration. 2016. *Instrument Flying Handbook*. Oklahoma: Federal Aviation Administration.
- Firmansyah. 2021. "Sejarah Pengelasan Dan Perkembangan Teknologinya." Retrieved March 29, 2023 (<https://www.allpro.co.id/pengelasan/sejarah/>).
- Goldiez, Rob. 2021. "Welding Robots: Types, Advantages, and Limitations." *Hirebotics*. Retrieved March 29, 2023 (<https://blog.hirebotics.com/guide-to-welding-robots>).
- Gregory, E. N., and A. A. Armstrong. 2005. *Welding Symbols on Drawings*. 1st Editio. Cambridge: Woodhead Publishing Ltd and.
- Hearn, Jessica, and James H. McMillan. 2008. "Student Self-Assessment: The Key to Stronger Student Motivation and Higher Achievement." *Educational Horizons* 87(1):40–49.
- Hermita, Neni, Zetra Hainul Putra, Jesi Alexander Alim, Mike Fitriani, Dewi Nasien, and Khoiro Mahbubah. 2022. "Analysis of the Among System-Based Discovery and Inquiry Learning Models." *Journal of Teaching and Learning in Elementary Education (Jtle)* 5(2):216. doi: 10.33578/jtle.v5i2.7939.
- Jeffus, Larry. 2012. *Welding and Metal Fabrication*. edited by J. Borden. New York: Delmar, Cengage Learning.
- Jeffus, Larry. 2016. *Welding: Principles and Applications*. New York: Delmar Cengage Learning.
- Karra, Sahitya. 2021. "Welding in Shipbuilding: Skills, Training, and Careers." *National Skills Network*. Retrieved March 29, 2023 (<https://www.nationalskillsnetwork.in/welding-in-shipbuilding-skills-training-and-careers/>).
- Keane, Phillips. 2018. "Shipbuilding Sets Sail with CAD." Retrieved March 29, 2023 (<https://www.engineersrule.com/shipbuilding-sets-sail-cad/>).

- Kementrian Ketenagakerjaan. 2018. *Buku Informasi-Melakukan Inspeksi Visual Pengelasan*. Jakarta: Kementerian Ketenagakerjaan, Direktorat Jenderal Pembinaan Pelatihan Dan Produktivitas, Direktorat Bina Standardisasi Kompetensi Dan Pelatihan Kerja.
- Krathwohl, D. R., Bloom, B. S., Masia, B. B. 1973. *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals. Handbook II*. New York: New York: David McKay Co., Inc.
- Lin, Xiaodong, Cindy Hmelo, Charles K. Kinzer, and Teresa J. Secules. 1999. "Designing Technology to Support Reflection." *Educational Technology Research and Development* 47(3):43–62. doi: 10.1007/BF02299633.
- Manz, August F. 2009. *Safety and Health of Welders*. Ohio: Hobart Institute of Welding Techology.
- Mariani, Luciano. 2002. "Learning Strategies, Teaching Strategies and New Curricular Demands: A Critical View." *A Journal of TESOL - Italy* XXIX(2):45–56.
- Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia. 2021. "SKKNI 27-2021 Dan SKKNI 98-2018 Tentang Pengelasan."
- Orr, Rebecca B., Melissa M. Csikari, Scott Freeman, and Michael C. Rodriguez. 2022. "Writing and Using Learning Objectives." *CBE Life Sciences Education* 21(3). doi: 10.1187/cbe.22-04-0073.
- Perdana, Ryzal .., Budiyono., Sajidan., and Sukarmin. 2020. *Model Pembelajaran ISC (Inquiry Social Complexity)*. Klaten: Penerbit Lakeisha: Klaten.
- Puspita, Reny Rika, and Suyatno Suyatno. 2020. "Teacher Observation Assessment for Primary Education." *ETERNAL (English Teaching Journal)* 11(2):78–82. doi: 10.26877/eternal.v11i2.7565.
- Rahman, M. Taufiq. 2016. "Peta Konsep (Concept Map)." *Makalah Kketua Jurusan Sosiologi FISIP UIN SGD Bandung* 1–12.
- Satria, Rizky, Pia Adiprima, Kandi Sekar Wulan, and Tracey Yani Harjatanaya. 2022. *Panduan Pengembangan Proyek Penguatan Profil Pelajar Pancasila*. Jakarta.
- Sedarmayanti. 2009. *Sumber Daya Manusia Dan Produktivitas Kerja*. Bandung: CV Manda Maju.
- Simpson, Elizabeth Jane. 1972. "The Classification of Educational Objectives in the Psychomotor Domain." *Behavioral Objectives in Curriculum Development: Selected Readings and Bibliography* 60(2):1–35.

- Stanley, Todd. 2021. *Project-Based Learning for Gifted Students*. Second Edi. New York: Routledge.
- Susanta, Kurniawan. 2018. *Pengelasan Gas Tungsten Arc Welding (GTAW): Untuk SMK/MAK Program Keahlian Teknik Mesin*. Malang: PT Latif Kitto Mahesa.
- Technology, Hobart Institute of Welding. 2012. *Shielded Metal Arc Welding*. Ohio: Hobart Institute of Welding Technology.
- Thornton, James R. 2011. "Ship and Boat Construction and Repair." Retrieved March 29, 2023 (<https://www.iloencyclopaedia.org/part-xv-26011/ship-and-boat-building-and-repair/item/481-ship-and-boat-construction-and-repair>).
- Timings, Roger. 2008. *Fabrication and Welding Engineering*. United States of America: Elsevier's Science & Technology.
- UNECE. 2021. *Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS)*. Ninth revi. New York and Geneva: United Nations Economic Commission for Europe.
- Woo, Seongwoo. 2020. "Reliability Design of Mechanical Systems." in *Reliability Design of Mechanical Systems*. Seoul.

Indeks

A

Afektif, 4, 8, 9, 31, 34

Alat potong, 21, 44, 151, 186, 188-189, 200-204

Apersepsi, 25-26, 50, 72, 89, 113, 136, 166, 188, 212

Arus, 76, 137, 141, 143, 145-146, 210, 213-214, 216-219, 224, 228, 234

ASME, 171

AWS, 21, 138, 164, 167, 171, 173-177, 182, 230

B

Brazing, 138, 140, 147-148, 182

C

Contextual learning, 31, 33, 127

D

Discovery-based learning, 31

Discovery-Inquiry, 31, 33, 63, 82

E

Elektroda, 3, 18, 22, 74-75, 78, 137, 140-146, 153, 164, 179, 210, 211, 213-219, 221-223, 227, 228, 233

F

Fabrikasi logam, 81, 93, 137

FCAW, 78-79, 138, 144-145

G

Gambar teknik, 3, 18, 21, 23, 44, 53, 94, 160, 164-171, 180-181

GMAW, 78-79, 142-144, 172, 174

GTAW, 78-79, 138, 143-144, 172, 174

H

Hard skill, 4, 13

I

Indeks, 245

Indikator Pencapaian, 49, 71, 89, 112, 135, 165, 187, 211

Inquiry-based learning, 31

K

Kata kunci, 24

Kegiatan Inti, 51-52, 64, 73, 82, 91, 114, 137, 167, 189, 213

Keterampilan, 4-5, 8, 10-14, 16-17, 19, 25, 28, 29, 34, 36, 38-42, 60-64, 88, 90-91, 93-99, 101, 103, 113, 126, 129, 171, 180-181, 204-205, 213, 233-234

Kewirausahaan, 20, 23-24, 43, 88-92, 101-104, 180

Klasifikasi pengelasan, 138

Kognitif, 4-6, 25, 31, 34

O

OAW, 139, 141

P

Pengayaan, 28-29

Pengelasan, 1-4, 6-7, 11-14, 17-24, 26-31, 34, 40, 43-55, 61-62, 65-84, 86-103, 105-107, 109, 120-122, 128-130, 133-138, 140-150, 152-154, 158, 160-167, 172-175, 180-186, 188-189, 194, 196, 201-204, 207, 209-215, 217-226, 228-232, 234, 236-238, 241-246

Pengetahuan, 6

Penilaian, 2-3, 7, 26-27, 34-42, 53, 66, 84, 105, 117, 130, 161, 183, 206, 237, 239-240

Perkakas bertenaga, 21, 24, 44, 136-137, 149-150, 154, 158, 186-189, 198-200, 243

Perkakas tangan, 3, 12, 18, 21, 23-24, 44, 135-137, 149-150, 154, 158, 160, 162, 186-189, 196-198, 205, 244

Peta konsep, 24-25, 239

Problem base learning, 31

Project-based learning, 30-32, 240

Proses bisnis, 18, 20, 22-23, 43, 47-49, 51-55, 57, 59-60, 65-66, 68

R

Refleksi, 13, 16, 29, 42, 104, 159-160, 182, 205, 235-236

RSW, 139, 145-146, 242

S

Sambungan, 79, 134, 137, 140, 164, 166, 172-178, 180, 194-196, 210, 219-221, 223-225, 230, 232, 234-235, 243-244

SAW, 79, 139, 146-147, 242, 246

Sikap, 4, 8, 13-16, 29, 34-38, 66, 84, 105, 110, 130, 161, 183, 206, 237, 239, 241, 246

SMAW, 4, 18, 22-24, 44, 78, 80, 95, 136-137, 139, 141-142, 159, 161, 173, 175, 209-217, 219, 234, 236-238, 242

Soft skill, 239

Soldering, 38, 140, 148-149, 243

Standar gambar, 21, 44, 164-167, 172-173, 182

Strategi pembelajaran, 25, 30-31, 239

T

Teknologi fabrikasi, 73, 81-82, 134

Teknologi pengelasan, 2, 17-20, 28-30, 43-44, 70-73, 75-81, 83-84, 86, 92, 98, 133-137, 161-162

Tujuan pembelajaran, 2-3, 23, 239

U

Uji kompetensi, 26, 239

W

Welder, 18, 20, 28, 43, 88-91, 94-96, 99, 101, 105, 107, 138, 166, 212, 241

WPS, 4, 18, 23-24, 211-212

PROFIL PELAKU PERBUKUAN

PROFIL PENULIS

Riwayat Pekerjaan/ Profesi (10 tahun terakhir)

Guru Teknik Permesinan SMKS Binawiyata Karangmalang Sragen (2010 s.d sekarang)

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

D3: Universitas Negeri Yogyakarta (2002-2005)

S1: Universitas Negeri Yogyakarta (2005-2007)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. Hidrolik Alat Berat (2022)
PT. Lini Suara Nusantara
2. Pekerjaan Dasar Teknik Otomotif (2021)
PT. Dinamika Astrapedia Sejahtera
3. E-Modul Pekerjaan Dasar Teknik Otomotif X (2021)
PT Kuantum Buku Sejahtera
4. Pengetahuan Bahan Tekstil (2021)
PT Kuantum Buku Sejahtera
5. Teknik Pemesinan Bubut XII (C3) (2019)
PT Kuantum Buku Sejahtera
6. Pekerjaan Dasar Teknik Mesin X (C1) (2018)
PT Latif Kitto Mahesa
7. Pengelasan Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) XI, XII (2018)
PT Latif Kitto Mahesa

Informasi Lain dari Penulis

1. Pendidikan Profesi Guru (PPG) (2 Juli - 23 November 2018)
2. Finalis Lomba Ketrampilan Guru Tingkat Nasional (30 - 5 Oktober 2019)
3. Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) Moda Daring Kompetensi Keahlian Teknik Energi Terbarukan (13 Mei - 23 Juni 2020)
4. Diklat Daring Guru Vokasi Operator Mesin CNC pada Kompetensi Keahlian Teknik Pemesinan CNC (31 Mei - 12 Juni 2021)
5. Pendidikan dan Latihan CNC Basic Operation For HKI-Tech Control (6 - 18 Juni 2022)



**Kurniawan
Susanta, S.Pd.T.,
Gr.**

Email

*kurniawansusanta17@guru.smk.
belajar.id*

Instansi

SMKS Binawiyata Karangmalang
Sragen

Alamat Instansi

Jl Abimanyu No 18, Taman Asri,
Karangmalang, Sragen 57221

Bidang Keahlian

Teknik Mesin

PROFIL PENULIS

Riwayat Pekerjaan/ Profesi dalam 10 tahun terakhir

Dosen di Program Studi Pendidikan Teknik Mesin,
Universitas Negeri Yogyakarta (2019-sekarang)
Reviewer Jurnal Pendidikan Vokasi (2022-sekarang)
Editor Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin
(2022-sekarang)
Reviewer di jurnal internasional The Qualitative Report
(2023-sekarang)

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

S1: Universitas Negeri Yogyakarta, Pendidikan Teknik
Mesin, Lulus Tahun 2012
S2: Universitas Negeri Yogyakarta, Pendidikan Teknologi
dan Kejuruan, Lulus Tahun 2015
S3: Universitas Negeri Yogyakarta, Pendidikan Teknologi
dan Kejuruan, Lulus Tahun 2022

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. Buku Pemetaan *Supply and Demand* Pendidikan Vokasi (2022), Direktorat Mitras DUDI
2. Buku Daya Saing SMK dalam Bursa Pasar Tenaga Kerja (2019), Direktorat Pendidikan SMK
3. Buku Desain Pengembangan Fasilitas Sekolah di Era Revolusi Industri 4.0 (2018), Direktorat Pendidikan SMK

Informasi Lain dari Penulis

1. Dosen pembimbing Lapangan Program MSIB (2022 dan 2023)
2. Training of Trainer Keterampilan Kewirausahaan Bagi Dosen LPTK (2021)
3. Sertifikasi dan Pelatihan Liquid Magnetic Test (2020)
4. Sertifikasi dan Pelatihan Magnetic Particle Test (2020)
5. Sertifikasi dan Pelatihan Welding Inspektur (2020)



**Dr. Khusni
Syauqi, S.Pd.,
M.Pd.**

Email

khusnisyauqi@uny.ac.id

Instansi

Fakultas Teknik, Universitas
Negeri Yogyakarta

Alamat Instansi

Kampus Karang Malang, Jl.
Colombo No.1, Karang Gayam,
Caturtunggal, Kec. Depok,
Kabupaten Sleman, Daerah
Istimewa Yogyakarta 55281

Bidang Keahlian

Fabrikasi, Non-Destructive
Test, Welding Inspektur, Media
Interaktif Digital

PROFIL PENELAAH



Drs. Riswan
Dwi Djatmiko, M.Pd.

Riwayat Pekerjaan/ Profesi

1. Dosen Tetap Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
2. Ketua TUK 075 Lembaga Sertifikasi Kompetensi Logam Mesin Indonesia (LSP-LMI)
3. Asesor Welding BNSP
4. Asesor Guru Las Nasional
5. Jury Asean Skill Competition (ASC)
6. Konsultan Mechanical Electrical (ME)

Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Teknik Mesin (S1) tahun 1983-1987
2. Pendidikan Teknologi dan Kejuruan (S2) tahun 2000-2004
3. Sertifikasi *Welder* HLO 45 & PH (*International Institut of Welding / IIW*)
4. Sertifikasi *Welding Inspector* BNSP
5. Sertifikasi *Building facilities* (ITE / Singapore)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. Riswan DJ, (2016). Teknik Pengelasan Sumber Belajar Penunjang PLPG, Jakarta: Kemendiknas.
2. Riswan DJ, (2016). Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Yogyakarta: Deepublish.
3. Riswan DJ, (2023). *Multiple intelligence welding competency during the Covid-19 pandemic*. Cite as: AIP Conference Proceedings 2671, 020009 (2023); <https://doi.org/10.1063/5.0118128>

PROFIL PENELAAH

Riwayat Pekerjaan/ Profesi dalam 10 tahun terakhir

1. 2014-sekarang : Dosen di Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara, Institut Teknologi Bandung
2. 2018-sekarang: Koordinator program kelas internasional Teknik Mesin di Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara, Institut Teknologi Bandung
3. 2022-sekarang : Tim Penelaah Penerbitan Jurnal Sains Keolahragaan dan Kesehatan (JSKK) Sekolah Farmasi ITB
4. 2023-sekarang : Manager di ITB de Labo, Nakayama Iron Works, Ltd.
5. 2022: Pemateri dalam *Data Application and Machine Learning Training with R Language for Engineering Applications*
6. 2022: Tenaga ahli di PT. Badak LNG dalam kegiatan analisis kegagalan baut pada kompresor
7. 2021-2022 : Associate Manager di ITB de Labo, Nakayama Iron Works, Ltd.
8. 2020: Tenaga ahli di PT. Komatsu, Ltd dalam pekerjaan *Planetary Gear Remaining Life Estimate*–Komatsu Jepang
9. 2019: Narasumber Kegiatan Litbang Internet of Things (IOT) COR Balai Besar Logam dan Mesin
10. 2019: Tim dalam Pengembangan Bogie untuk Kereta Light Trail Transit (LRT) dan Tram PT. INKA
11. 2018-2019: Tim inti dalam Kerjasama Industry-University Link: Conceptual Framework for Industry 4.0 Implementation in Indonesia's Manufacturing Industry Case Study: PT. INKA Madiun
12. 2018: Pemateri dalam Program Pendidikan dan Pelatihan untuk Pengembangan Kompetensi SDM dalam Bidang Rekayasa Manufaktur Kereta Api antara PT. Industri Kereta Api (Persero) dan FTMD ITB

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

- S1: Institut Teknologi Bandung, Teknik Mesin, Lulus Tahun 2011
S2: Institut Teknologi Bandung, Teknik Mesin, Lulus Tahun 2012
S3: Tokyo Institute of Technology, *Department of System and Control Engineering*, Lulus Tahun 2023



Dr.Eng. Ir.
FERRYANTO,
S.T., M.T.

Email

f.ferryanto@itb.ac.id

Instansi

Kelompok keahlian Perancangan Mesin
Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara
Institut Teknologi Bandung

Alamat Instansi

Jalan Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia

Bidang Keahlian

Perancangan Mesin, Mekanika Kekuatan Material, Kinematika dan Dinamika, Biomekanika, *Sport engineering*

PROFIL ILUSTRATOR

Riwayat Pekerjaan/ Profesi (10 tahun terakhir)

1. 2018–2022 : Staff Multimedia Sekolah Bogor Raya
2. 2016–2018 : Visual Art Officer Lippo Plaza Bogor
3. 2013–sekarang : Freelancer Pusat Kurikulum dan Perbukuan

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

S1: Desain Komunikasi Visual (DKV), TriSakti Jakarta (2011)

Pengalaman Mengilustrasi Buku

1. Buku Guru dan Siswa PJOK kelas 9 Kemendikbud
2. Buku Guru dan Siswa Agama Buddha kelas 2 Kemendikbud
3. Buku Guru dan Siswa Agama Hindu kelas 10 Kemendikbud
4. Buku Suplemen Kelas 4 SD Kemendikbud
5. Buku Guru Prakarya SMP Kelas 7 Kemendikbud



Kevin
Richard Budiman

Email

kevinramone@rocketmail.com

Instansi

Sekolah Bogor Raya

Bidang Keahlian

Ilustrasi

PROFIL EDITOR



Nazarudin, M. A.

Email

nazarudin.hum@ui.ac.id

Instansi

Fakultas Ilmu Pengetahuan Budaya
Universitas Indonesia (FIB UI)

Alamat Instansi

Jalan Kampus UI, Depok

Bidang Keahlian

Linguistik

Riwayat Pekerjaan/ Profesi (10 tahun terakhir)

1. Dosen Tetap di Program Studi Indonesia FIB UI
2. Dosen Luar Biasa di Universitas Prasetiya Mulya
3. Editor untuk Jurnal Linguistik Indonesia

Riwayat Pendidikan Tinggi dan Tahun Belajar

S1: Universitas Indonesia (2001-2005)

S2: Inha University, Incheon, Korea Selatan (2007-2010)

Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir)

1. Soewarsono, Leolita Masnun, dan Nazarudin. 2013.
Revitalisasi budaya & bahasa Oirata di Pulau Kisar, Maluku Barat Daya, Maluku.
Jakarta : PMB-LIPI Pusat Penelitian Kemasyarakatan dan Kebudayaan, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia ;
PT. Gading Inti Prima
2. Leolita Masnun, Nazarudin, dan Soewarsono. 2014.
Strategi pengembangan dan perlindungan kebahasaan dan kebudayaan : revitalisasi budaya dan bahasa Oirata berbasis masyarakat.
Jakarta : PMB-LIPI Pusat Penelitian Kemasyarakatan dan Kebudayaan, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia ;
PT. Gading Inti Prima
3. Nazarudin, & A van Engelenhoven, A. T. P. G. (2021).
On Language, Education, Politics, and Identity: A Cross-Linguistics Perspective.
Nova Science Publishers, Inc.

PROFIL DESAINER

Riwayat Pekerjaan/ Profesi (10 tahun terakhir)

Pekerja Lepas:

- Musik: *Composer & Arranger, Sound Designer* (2010-Sekarang)
- *Web Designer* (2012-2018)
- *Desainer Grafis* (2012-Sekarang)
- *Fotografer* (2015-Sekarang)

Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar

SD Negeri Ciracas 05 Jakarta-Timur (1989–1995)

SMP Negeri 208 Jakarta (1995–1998)

SMU Negeri 58 Jakarta (1998–2001)

D3 Teknik Elektro-Elektronika, Instrumentasi dan Kendali,
Universitas Negeri Jakarta (2001-2004)

Portfolio:

[youtube.com/@LutviBinsimin](https://www.youtube.com/@LutviBinsimin)



Mohamad Lutvi

Email

lulutvi28@gmail.com

Instansi

Praktisi

Alamat Instansi

Jakarta

Bidang Keahlian

Desain Grafis, Multimedia

