

GURU PEMBELAJAR

MODUL PELATIHAN GURU

Program Keahlian : Teknik Mesin
Paket Keahlian : Teknik Fabrikasi Logam
Sekolah Menengah Kejuruan (SMK)

KELOMPOK
KOMPETENSI

H

Profesional :

PERENCANAAN DAN PEMBUATAN KONSTRUKSI LIGHT METAL

Pedagogik :

PENGEMBANGAN EVALUASI PEMBELAJARAN

DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

2016

Penulis:

1. Drs. H. Ariyano, M.T., 081313703279, email: ariyano_ivan@yahoo.co.id
2. Dr. Rizal Sani, M.M., 08156163882, email: rizalsani60@yahoo.co.id
3. Dr. Edison Ginting, M.M., 0817212762, email: gintngedison@yahoo.com
4. Dr. Yanto Permana, M.Pd., 08992257039, email: yantopermana@gmail.com

Penelaah:

1. Drs. H. Sabri, 08122125657, email: sabri_zen@yahoo.co.id
2. Dra. Lies Kartikawaty, 08172343456, email: liesk315@yahoo.com
3. Dr. Suryana Iskandar, M.Pd., 08122363561, email: suryanaiskandar@yahoo.com
4. Dra. Kusmarini, M.Pd., 08112290061, email: k_rien61@yahoo.com

Copyright @ 2016

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan
Bidang Mesin dan Teknik Industri Bandung,
Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang menyalin sebagian atau keseluruhan isi buku ini untuk kepentingan komersial tanpa izin tertulis dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

KATA SAMBUTAN

Peran guru profesional dalam proses pembelajaran sangat penting sebagai kunci keberhasilan belajar siswa. Guru profesional adalah guru yang kompeten membangun proses pembelajaran yang baik sehingga dapat menghasilkan pendidikan yang berkualitas. Hal tersebut menjadikan guru sebagai komponen yang menjadi fokus perhatian pemerintah pusat maupun pemerintah daerah dalam peningkatan mutu pendidikan terutama menyangkut kompetensi guru.

Pengembangan profesionalitas guru melalui program Guru Pembelajar (GP) merupakan upaya peningkatan kompetensi untuk semua guru. Sejalan dengan hal tersebut, pemetaan kompetensi guru telah dilakukan melalui uji kompetensi guru (UKG) untuk kompetensi pedagogi dan profesional pada akhir tahun 2015. Hasil UKG menunjukkan peta kekuatan dan kelemahan kompetensi guru dalam penguasaan pengetahuan. Peta kompetensi guru tersebut dikelompokkan menjadi 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Tindak lanjut pelaksanaan UKG diwujudkan dalam bentuk pelatihan guru paska UKG melalui program Guru Pembelajar. Tujuannya untuk meningkatkan kompetensi guru sebagai agen perubahan dan sumber belajar utama bagi peserta didik. Program guru pembelajar dilaksanakan melalui pola tatap muka, daring (*online*), dan campuran (*blended*) tatap muka dengan *online*.

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK), Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kelautan Perikanan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LP3TK KPTK), dan Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Kepala Sekolah (LP2KS) merupakan Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan yang bertanggung jawab dalam mengembangkan perangkat dan melaksanakan peningkatan kompetensi guru sesuai bidangnya. Adapun perangkat pembelajaran yang dikembangkan tersebut adalah modul untuk program Guru Pembelajar (GP) tatap muka dan GP *online* untuk semua mata pelajaran dan kelompok kompetensi. Dengan modul ini diharapkan program GP memberikan sumbangan yang sangat besar dalam peningkatan kualitas kompetensi guru.

Mari kita sukseskan program GP ini untuk mewujudkan Guru Mulia karena Karya.

Jakarta, Februari 2016
Direktur Jenderal
Guru dan Tenaga Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D
NIP. 19590801 198503 2 001

KATA PENGANTAR

Undang–Undang Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen mengamanatkan adanya pembinaan dan pengembangan profesi guru secara berkelanjutan sebagai aktualisasi dari profesi pendidik. Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) dilaksanakan bagi semua guru, baik yang sudah bersertifikat maupun belum bersertifikat. Untuk melaksanakan PKB bagi guru, pemetaan kompetensi telah dilakukan melalui Uji Kompetensi Guru (UKG) bagi semua guru di Indonesia sehingga dapat diketahui kondisi objektif guru saat ini dan kebutuhan peningkatan kompetensinya.

Modul ini disusun sebagai materi utama dalam program peningkatan kompetensi guru mulai tahun 2016 yang diberi nama Diklat PKB sesuai dengan mata pelajaran/paket keahlian yang diampu oleh guru dan kelompok kompetensi yang di indikasi perlu untuk ditingkatkan. Untuk setiap mata pelajaran/paket keahlian telah dikembangkan sepuluh modul kelompok kompetensi yang mengacu pada kebijakan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan tentang pengelompokan kompetensi guru sesuai jabaran Standar Kompetensi Guru (SKG) dan indikator pencapaian kompetensi (IPK) yang ada di dalamnya. Sebelumnya, soal UKG juga telah dikembangkan dalam sepuluh kelompok kompetensi. Sehingga Diklat PKB yang ditujukan bagi guru berdasarkan hasil UKG akan langsung dapat menjawab kebutuhan guru dalam peningkatan kompetensinya.

Sasaran program strategi pencapaian target RPJMN tahun 2015–2019 antara lain adalah meningkatnya kompetensi guru dilihat dari *Subject Knowledge* dan *Pedagogical Knowledge* yang diharapkan akan berdampak pada kualitas hasil belajar siswa. Oleh karena itu, materi yang ada di dalam modul ini meliputi kompetensi pedagogi dan kompetensi profesional. Dengan menyatukan modul kompetensi pedagogi dalam kompetensi profesional diharapkan dapat mendorong peserta Diklat agar dapat langsung menerapkan kompetensi pedagoginya dalam proses pembelajaran sesuai dengan substansi materi yang diampunya. Selain dalam bentuk *hard-copy*, modul ini dapat diperoleh juga dalam bentuk digital, sehingga guru dapat lebih mudah mengaksesnya kapan saja dan di mana saja meskipun tidak mengikuti Diklat secara tatap muka.

Kepada semua pihak yang telah bekerja keras dalam penyusunan modul diklat PKB ini, kami sampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Jakarta, Februari 2016
Direktur Jenderal
Guru dan Tenaga Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D

NIP. 19590801 198503 2 0

DAFTAR ISI

KATA SAMBUTAN	I
KATA PENGANTAR.....	II
DAFTAR ISI.....	IV
DAFTAR GAMBAR.....	VII
DAFTAR TABEL.....	XI
PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL.....	XII
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan.....	2
C. Peta Kompetensi	3
D. Ruang Lingkup.....	4
E. Saran Penggunaan Modul	4
BAB II KEGIATAN PEMBELAJARAN	5
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 : ANALISIS KONSTRUKSI BAJA	5
A. Tujuan Pembelajaran.....	5
B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK).....	5
C. Uraian Materi	5
D. Aktivitas Pembelajaran	39
E. Rangkuman	42
F. Formatif	43
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 :PEMILIHAN JENIS SAMBUNGAN SESUAI DENGAN JENIS PEKERJAAN.....	44
A. Tujuan Pembelajaran.....	44
B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK).....	44
C. Uraian Materi	44
D. Aktivitas Pembelajaran	81
E. Rangkuman	85
F. Formatif	88
KEGIATAN PEMBELAJARAN 3 : GAMBAR KERJA KONSTRUKSI LOGAM.....	89
A. Tujuan Pembelajaran.....	89

B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK).....	89
C. Uraian Materi	89
D. Aktivitas Pembelajaran	101
E. Rangkuman	103
F. Formatif	103
KEGIATAN PEMBELAJARAN 4 : PERHITUNGAN KONSTRUKSI BAHAN	106
A. Tujuan Pembelajaran.....	106
B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK).....	106
C. Uraian Materi	106
D. Aktivitas Pembelajaran	113
E. Rangkuman	115
F. Formatif	116
KEGIATAN PEMBELAJARAN 5 : PEMBUATAN BENDA KERJA KONSTRUKSI LOGAM.....	118
A. Tujuan Pembelajaran.....	118
B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK).....	118
C. Uraian Materi	118
D. Aktivitas Pembelajaran	134
E. Rangkuman	136
F. Formatif	137
KEGIATAN PEMBELAJARAN 6 : PENILAIAN HASIL PEKERJAAN KONSTRUKSI	138
A. Tujuan Pembelajaran.....	138
B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK).....	138
C. Uraian Materi	138
D. Aktivitas Pembelajaran	151
E. Rangkuman	153
F. Formatif	153
KUNCI JAWABAN	158
EVALUASI.....	162
BAB III PENUTUP	171
GLOSARIUM.....	172

DAFTAR PUSTAKA 173

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Macam-macam Truss	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2. Batang Dua Gaya	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3. Truss Sederhana	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4. Contoh Truss	Error! Bookmark not defined.
Gambar 5. Poligon gaya	Error! Bookmark not defined.
Gambar 6. Pemotongan Sederhana	Error! Bookmark not defined.
Gambar 7. Gaya pada permukaan balok	Error! Bookmark not defined.
Gambar 8. Tegangan Geser Oleh Gaya Lintang	Error! Bookmark not defined.
Gambar 9. Tegangan Linear	Error! Bookmark not defined.
Gambar 10. Pemotongan Miring	Error! Bookmark not defined.
Gambar 11. Tegangan Dalam Bidang	Error! Bookmark not defined.
Gambar 12. Titik Tangkap Garis Sumbu Nol dengan Garis Sumbu Terkonjungsi	Error! Bookmark not defined.
Gambar 13. Gaya	Error! Bookmark not defined.
Gambar 14. Diagram Wohler	Error! Bookmark not defined.
Gambar 15. Poligon Batang Tarik	Error! Bookmark not defined.
Gambar 16. Penarikan Titik Simpul	Error! Bookmark not defined.
Gambar 17. Cremona	Error! Bookmark not defined.
Gambar 18. Cullmann	Error! Bookmark not defined.
Gambar 19. Gaya Batang Menurut A. Ritter	Error! Bookmark not defined.
Gambar 20. DBB	Error! Bookmark not defined.
Gambar 21. Poligon Gaya Cremona	Error! Bookmark not defined.
Gambar 22. Resultan Gaya	Error! Bookmark not defined.
Gambar 23. Jenis Sambungan Las	Error! Bookmark not defined.
Gambar 24. Macam-Macam Kampuh Las	Error! Bookmark not defined.
Gambar 25. Sambungan Temu	Error! Bookmark not defined.
Gambar 26. Beban Las. A. Beban Geser pada Sambungan Tumpang; B. Kerusakan Geser; C. Dimensi Tebal Lasan	Error! Bookmark not defined.
Gambar 27. Sambungan T dengan Beban F	Error! Bookmark not defined.

Gambar 28. Sambungan T dengan Beban F Dan Momen	Error! Bookmark not defined.
Gambar 29. Sambungan T Silinder	Error! Bookmark not defined.
Gambar 30. Macam-Macam Sambungan Las	56
Gambar 31. Sambungan dengan Pembebanan Eksentrik	58
Gambar 32. Gelagar Persegi Empat yang Dilas pada Tumpuan	59
Gambar 33. Jenis Baut.....	63
Gambar 34. <i>Carriage Bolts</i>	63
Gambar 35. <i>Flange Bolts</i>	64
Gambar 36. <i>Hex bolts</i>	64
Gambar 37. <i>Lag Bolts</i>	65
Gambar 38. <i>Shoulder Bolts</i>	65
Gambar 39. Macam-Macam Mur	66
Gambar 40. Nomenklatur Ulir	67
Gambar 41. Bentuk Kepala Sekrup atau Baut	68
Gambar 42. Sekrup Mesin.....	70
Gambar 43. Sekrup Penetap	71
Gambar 44. Tipe Sambungan Paku Keling.....	75
Gambar 45. Sambungan Keling.....	76
Gambar 46. Sambungan Rantai	77
Gambar 47. Sambungan Zig-zag.....	77
Gambar 48. Robek Pinggiran Plat	78
Gambar 49. Robek Sumbu Lubang	78
Gambar 50. Kerusakan Karena Beban Geser	78
Gambar 51. Cara Pemasangan Keling	80
Gambar 52. Dasar Konstruksi Kuda-Kuda.....	89
Gambar 53. Pembebanan pada Kuda-Kuda.....	90
Gambar 54. Lendutan Akibat Pembebanan.....	90
Gambar 55. Penyangga Kuda-Kuda.....	90
Gambar 56. Kaki Kuda-Kuda Melentur ke Dalam	91
Gambar 57. Balok Sokong Desak.....	91
Gambar 58. Batang Penjepit	91

Gambar 59. Batang-Batang Konstruksi Kuda-Kuda.....	92
Gambar 60. Sambungan Sudut Tepi	92
Gambar 61. Kuda-Kuda Tipe <i>Pratt</i>	92
Gambar 62. Kuda-Kuda Tipe <i>Howe</i>	93
Gambar 63. Kuda-Kuda Tipe <i>Fink</i>	93
Gambar 64. Kuda-Kuda Tipe <i>Bowstring</i>	93
Gambar 65. Kuda-Kuda Tipe <i>Sawtooth</i>	93
Gambar 66. Kuda-Kuda Tipe <i>Waren</i>	93
Gambar 67. Kuda-Kuda Bentang 3-4 Meter	94
Gambar 68. Kuda-Kuda Bentang 4 – 8 Meter.....	94
Gambar 69. Kuda-Kuda Bentang 9 – 16 Meter.....	94
Gambar 70. Kuda-Kuda Bentang 20 Meter.....	94
Gambar 71. Kuda-Kuda Baja Profil Siku-Siku.....	95
Gambar 72. Konstruksi Kuda-Kuda	106
Gambar 73. Konstruksi Kursi Panjang.....	107
Gambar 74. Konstruksi Tempat Tidur.....	108
Gambar 75. Konstruksi Tralis Jendela.....	109
Gambar 76. Konstruksi Pagar	111
Gambar 77. Konstruksi Menara Air.....	111
Gambar 78. Penggores	118
Gambar 79. Cap.....	119
Gambar 80. Penitik.....	119
Gambar 81. Jangka Tusuk	120
Gambar 82. Bagian-Bagian Kikir	121
Gambar 83. Kikir Gepeng atau Plat	121
Gambar 84. Kikir Persegi Empat (<i>Square</i>).....	121
Gambar 85. Kikir Persegi Tiga (<i>Triangle</i>).....	121
Gambar 86. Kikir Setengah Bulat (<i>Half Round</i>)	121
Gambar 87. Kikir Bulat (<i>Round</i>).....	122
Gambar 88. Gergaji Tangan	122
Gambar 89. Gergaji Pembelah	122
Gambar 90. Gergaji Pemotong.....	122

Gambar 91. Gergaji Punggung.....	123
Gambar 92 .Mata Bor.....	123
Gambar 93. <i>Reamer</i>	123
Gambar 94. Pemotong Ulir Luar.....	124
Gambar 95. Tap Tangan.....	124
Gambar 96. Gunting Tangan.....	126
Gambar 97. Palu Keras.....	126
Gambar 98. Palu Lunak.....	127
Gambar 99. Ragum.....	128
Gambar 100. Tang Tangan.....	128
Gambar 101. Kunci Pas.....	129
Gambar 102. Kunci Ring.....	129
Gambar 103. Kunci Allen.....	129
Gambar 104. Obeng.....	130
Gambar 105. Mistar Baja.....	130
Gambar 106. <i>Height Gauge</i>	131
Gambar 107. Penyiku.....	131
Gambar 108. Sambungan Dua Arah Menggunakan Sambungan Baut Mur.....	140
Gambar 109. Sambungan Balok Kolom.....	141
Gambar 110. Sambungan Balok dengan Balok.....	141

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Gaya Batang 5 Yang Timbul (Lihat Diagram Cremona)	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2. Sifat Minimum Logam Las	60
Tabel 3. Tegangan-Tegangan yang Diizinkan Oleh Kode AISC untuk Logam Las ..	61
Tabel 4. Faktor Konstruksi Tegangan Lelah	61

PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

Modul ini dirancang agar pengguna modul ini dapat belajar sendiri tanpa bimbingan langsung atau melalui diklat jarak jauh (*distance learning* atau *training*), namun untuk materi yang bersifat praktik atau keterampilan (*skills*) masih diperlukan bimbingan, demonstrasi ataupun bimbingan secara tutorial agar tercapai standar yang telah ditetapkan.

Agar dapat menguasai materi modul ini, maka beberapa hal yang harus Anda perhatikan adalah:

1. Pahami terlebih dahulu tujuan yang hendak dicapai setelah Anda mempelajari modul ini.
2. Pelajari dan kuasai yakinkan dari Anda bahwa Anda telah benar-benar menguasai kompetensi tersebut sebelum Anda mempelajari kompetensi selanjutnya.
3. Jika Anda mempelajari modul ini melalui bimbingan maka Anda boleh bertanya dan meminta mendemonstrasikan hal-hal yang belum Anda pahami.
4. Kerjakanlah latihan/ tugas/ evaluasi yang diberikan setelah Anda mempelajari dan kuasai materi tersebut, agar Anda dapat mengukur kemampuan Anda.
5. Untuk memberikan kebenaran dari hasil latihan/ tugas/ evaluasi Anda, gunakan kunci jawaban yang disediakan.
6. Untuk kegiatan praktik, gunakan format penilaian yang disediakan, agar kompetensi yang diharapkan dapat tercapai.
7. Semua tugas wajib diselesaikan oleh semua peserta pelatihan. Pengerjaan tugas yang bersifat teori ditulis pada lembar jawaban terpisah. Pengerjaan tugas yang bersifat praktik dikerjakan di laboratorium, bengkel, atau di lapangan.



PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sekolah merupakan salah satu wahana pendidikan dalam sistem pendidikan nasional Indonesia. Untuk itu, sekolah memiliki tugas memberikan pelayanan terbaik kepada peserta didik agar mereka memperoleh sejumlah kompetensi untuk mengembangkan diri, baik pengetahuan (*knowledge*), keterampilan (*skill*), maupun sikap (*attitude*) atau etos kerja yang profesional.

Pendidik adalah tenaga kependidikan yang berkualifikasi sebagai guru, dosen, konselor, pamong belajar, widyaiswara, tutor, instruktur, fasilitator, dan sebutan lain yang sesuai dengan kekhususannya, serta berpartisipasi dalam menyelenggarakan pendidikan. Guru dan tenaga kependidikan wajib melaksanakan kegiatan pengembangan keprofesian secara berkelanjutan agar dapat melaksanakan tugas profesionalnya. Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) adalah pengembangan kompetensi Guru dan Tenaga Kependidikan yang dilaksanakan sesuai kebutuhan, bertahap, dan berkelanjutan untuk meningkatkan profesionalitasnya.

Kegiatan PKB adalah kegiatan keprofesian yang wajib dilakukan secara terus menerus oleh guru dan tenaga kependidikan agar kompetensinya terjaga dan terus ditingkatkan. Salah satu kegiatan PKB sesuai yang diamanatkan dalam Peraturan Menteri Negara dan Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Nomor 16 Tahun 2009 tentang Jabatan Fungsional Guru dan Angka Kreditnya adalah kegiatan Pengembangan Diri. Kegiatan Pengembangan diri meliputi kegiatan diklat dan kegiatan kolektif guru.

Pengembangan keprofesian berkelanjutan sebagai salah satu strategi pembinaan guru dan tenaga kependidikan diharapkan dapat menjamin guru dan tenaga kependidikan mampu secara terus menerus memelihara, meningkatkan, dan mengembangkan kompetensi sesuai dengan standar yang telah ditetapkan.

Pelaksanaan kegiatan PKB akan mengurangi kesenjangan antara kompetensi yang dimiliki guru dan tenaga kependidikan dengan tuntutan profesional yang dipersyaratkan.

Guru dan tenaga kependidikan wajib melaksanakan PKB baik secara mandiri maupun kelompok. Khusus untuk PKB dalam bentuk diklat dilakukan oleh lembaga pelatihan sesuai dengan jenis kegiatan dan kebutuhan guru. Penyelenggaraan diklat PKB dilaksanakan oleh PPPPTK dan LPPPTK KPTK atau penyedia layanan diklat lainnya. Pelaksanaan diklat tersebut memerlukan modul sebagai salah satu sumber belajar bagi peserta diklat. Modul merupakan bahan ajar yang dirancang untuk dapat dipelajari secara mandiri oleh peserta diklat berisi materi, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi yang disajikan secara sistematis dan menarik untuk mencapai tingkatan kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya.

Modul ini disusun tidak terlepas dari kerangka penyelenggaraan pelatihan yang diperlukan guru dalam melaksanakan kegiatan PKB serta pengembangan kualitas tenaga kerja, karena penguasaan kompetensi peserta didik yang akan memasuki dunia kerja sangat ditentukan oleh kompetensi tenaga pengajarnya (guru).

B. Tujuan

Secara umum, setelah mempelajari modul ini diharapkan peserta pelatihan agar memiliki pengetahuan, keterampilan dan sikap dalam melakukan Perencanaan dan Pembuatan Konstruksi Light Metal dengan mempertimbangkan hal-hal yang menjadi dasar perencanaan maupun hasil yang akan dibuat.

Secara khusus, dengan mempelajari modul ini diharapkan peserta pelatihan mampu:

1. Menganalisis jenis-jenis beban apa saja yang terjadi pada konstruksi.
2. Menganalisis jenis-jenis tegangan yang terjadi pada konstruksi.
3. Memperhitungkan kekuatan konstruksi.

4. Secara bijak dapat melakukan pemilihan jenis sambungan sesuai dengan jenis pekerjaan (las, mur dan baut, sekrup dan keling).
5. Memahami gambar-gambar kerja konstruksi logam, seperti konstruksi kuda-kuda, konstruksi tangga lipat, konstruksi kursi panjang, konstruksi tempat tidur, konstruksi *tralis*, konstruksi pagar dan konstruksi menara.
6. Melakukan perhitungan keperluan bahan untuk pembuatan benda kerja sesuai gambar kerja.
7. Memahami pembuatan benda kerja konstruksi logam dengan menggunakan peralatan tangan.
8. Memahami pembuatan benda kerja konstruksi logam dengan menggunakan mesin fabrikasi.
9. Melakukan penilaian hasil pekerjaan konstruksi dari sisi kekuatan secara visual, estetika, kebutuhan pasar/ekonomis

C. Peta Kompetensi

Adapun Kompetensi yang harus dicapai melalui modul ini adalah sebagai berikut :

20.19 Membuat gambar kerja konstruksi logam	20.19.1	Menentukan kekuatan konstruksi (persambungan) logam sesuai referensi.
	20.19.2	Memilih jenis sambungan yang sesuai dengan pekerjaan/ referensi/ SOP yang ditentukan.
	20.19.1	Membuat gambar kerja berbagai benda kerja konstruksi logam sesuai kaidah gambar teknik..
20.30 Membuat berbagai benda kerja dasar konstruksi logam	20.30.1	Menghitung kebutuhan bahan sesuai gambar kerja dan jenis bahan.
	20.30.2	Membuat berbagai benda benda kerja konstruksi logam menggunakan peralatan tangan dan mesin-mesin fabrikasi (<i>light metal work</i>) sesuai gambar kerja.

	20.30.3 Menilai hasil pekerjaan sesuai referensi atau kriteria yang ditetapkan.
--	---

D. Ruang Lingkup

Modul Perencanaan dan Pembuatan Konstruksi Light Metal ini berisikan Bab Pendahuluan, Bab Kegiatan Pembelajaran yang terdiri dari 7 Kegiatan Pembelajaran, Bab Penutup, Daftar Pustaka, serta Glosarium.

E. Saran Penggunaan Modul

Agar dapat menguasai materi modul ini, maka beberapa hal yang harus Anda perhatikan adalah:

1. Pahami terlebih dahulu tujuan yang hendak dicapai setelah Anda mempelajari modul ini.
2. Pelajari dan kuasai yakinkan dari Anda bahwa Anda telah benar-benar menguasai kompetensi tersebut sebelum Anda mempelajari kompetensi selanjutnya.
3. Jika Anda mempelajari modul ini melalui bimbingan maka Anda boleh bertanya dan meminta mendemonstrasikan hal-hal yang belum Anda pahami.
4. Kerjakanlah latihan/ tugas/ evaluasi yang diberikan setelah Anda mempelajari dan kuasai materi tersebut, agar Anda dapat mengukur kemampuan Anda.
5. Untuk memberikan kebenaran dari hasil latihan/ tugas/ evaluasi Anda, gunakan kunci jawaban yang disediakan.
6. Untuk kegiatan praktik, gunakan format penilaian yang disediakan, agar kompetensi yang diharapkan dapat tercapai.
7. Semua tugas wajib diselesaikan oleh semua peserta pelatihan. Pengerjaan tugas yang bersifat teori ditulis pada lembar jawaban terpisah. Pengerjaan tugas yang bersifat praktik dikerjakan di laboratorium, bengkel, atau di lapangan.



KEGIATAN PEMBELAJARAN

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 : ANALISIS KONSTRUKSI BAJA

A. Tujuan Pembelajaran

Disediakan bahan ajar (modul), maka setelah mempelajari kegiatan belajar ini, peserta diharapkan mampu

1. Memahami jenis-jenis beban yang terjadi pada konstruksi.
2. Memahami jenis-jenis tegangan yang terjadi pada konstruksi.
3. Melakukan perhitungan kekuatan pada konstruksi.

Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

20.19.1 Menentukan kekuatan konstruksi (persambungan) logam sesuai referensi.

C. Uraian Materi

1. Analisis jenis-jenis beban yang terjadi pada konstruksi

Beban pada konstruksi batang dan rangka batang kita bedakan atas beban yang tetap, yang selalu berada dan beban yang bergerak atau berubah, yang tidak selalu ada atau berubah bebannya.

a. Beban yang tetap:

Berat atau bobot sendiri. Beban yang tetap seperti konstruksi lantai atau mesin yang dipasang tetap dsb.

Beban tanah pada turap batu-batu, batu beton dsb.

Tekanan air

b. Beban yang bergerak:

Beban lalu lintas, kereta api, mobil, truk dsb. pada konstruksi jembatan.

Beban berguna pada konstruksi bangunan. Gaya-gaya rem pada lalu

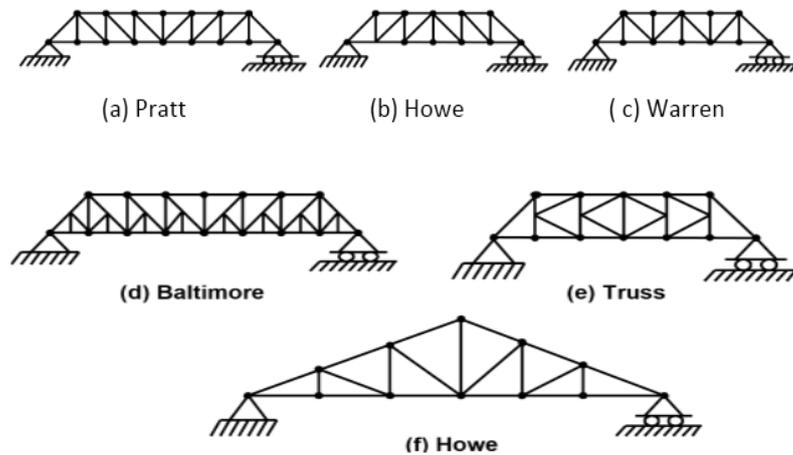
lintas, tekanan angin, pengaruh gempa. Semua nilai beban yang bergerak ditentukan dalam peraturan muatan Indonesia dalam N.I - 18/1970.

Konstruksi bangunan menerima juga beban-beban yang lain daripada beban yang tetap dan yang bergerak, yaitu: Perubahan bentuk oleh perubahan suhu, Perubahan bentuk oleh penyusunan bahan bangunan. Pergeseran atau penurunan tumpuan oleh fondasi yang kurang kuat atau oleh gempa. Pada konstruksi batang atau rangka batang sebagai balok tunggal dsb. Perubahan bentuk tidak mengalami pembebanan konstruksi. Tetapi balok terjepit atau terjepit elastis menerima tambahan pembebanan oleh perubahan bentuk.

Pada konstruksi batang atau rangka batang yang statis tertentu dengan syarat-syarat keseimbangan kita bisa menentukan gaya dalam dan gaya luar (reaksi pada tumpuan). Pada konstruksi yang statis tidak tertentu kita harus juga memperhatikan perubahan bentuk elastis yang mengalami penentuan gaya luar.

c. Analisis beban pada struktur

Struktur adalah sistem yang tersusun dari batang – batang untuk menyangga atau mentransfer gaya yang dikenakan pada struktur tersebut. Struktur dapat berupa *truss* ataupun rangka. *Truss* adalah struktur yang semua batangnya hanya menerima beban aksial saja. Sedangkan rangka adalah struktur yang sedikitnya mempunyai sebuah batang yang menerima beban lentur atau puntir. Contoh dari *truss* terlihat seperti gambar 1.

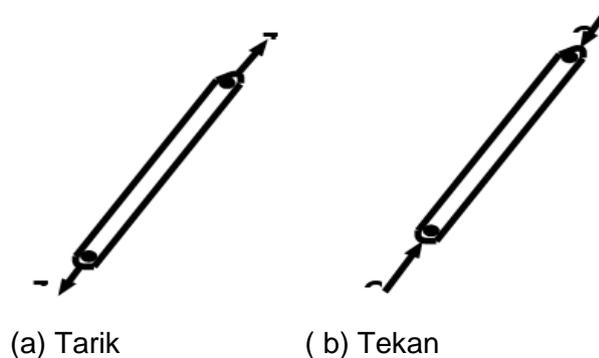


Gambar 1. Macam-macam Truss

Elemen dasar dari *truss* bidang adalah segi tiga. Bila terdapat jumlah batang yang lebih banyak untuk menjaga supaya tidak runtuh, maka rangka-rangka tersebut menjadi statis tak tentu. Batang atau tumpuan yang berlebihan disebut *redundum*.

Rancangan sebuah rangka batang meliputi penentuan gaya-gaya pada batang, pemilihan ukuran dan bentuk struktur yang sesuai. Asumsi-asumsi yang digunakan dalam analisa gaya rangka adalah sebagai berikut:

- 1) Semua batang adalah batang dua gaya, yaitu batang yang berada dalam kesetimbangan di bawah aksi dua gaya saja. (Gambar 2)
- 2) Sambungan adalah sambungan engsel.
- 3) Semua gaya luar dikenakan pada sambungan engsel.



Gambar 2. Batang Dua Gaya

Truss

Truss adalah struktur yang semua batangnya berupa batang dua gaya. Batang-batang pada *truss* disambungkan dengan sambungan engsel dan berat batang diabaikan.

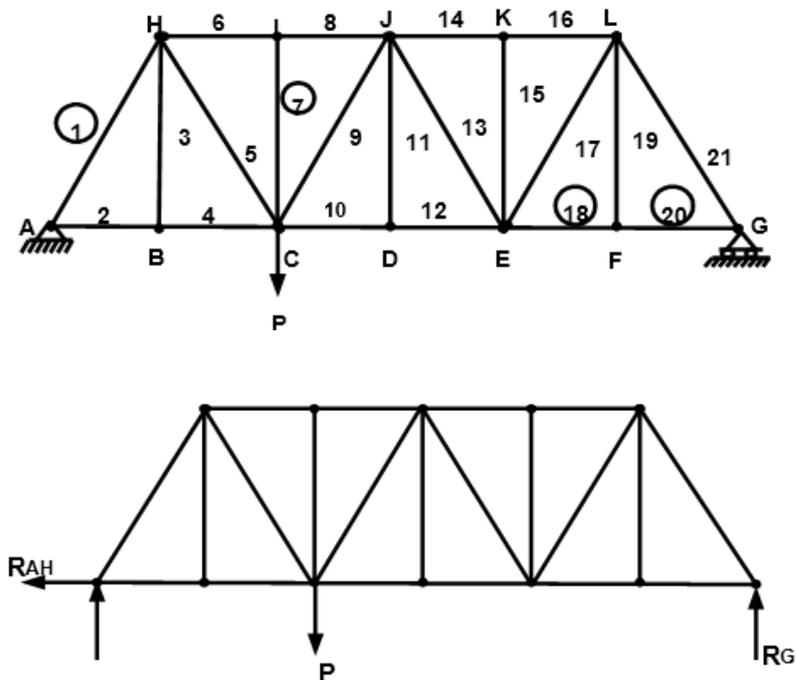
Truss dikelompokkan menjadi dua yaitu *truss* sederhana dan *truss* tidak sederhana.

1) *Truss* sederhana

Dua metode yang digunakan dalam analisis *truss* sederhana, yaitu metode keseimbangan simpul dan metode potongan.

➤ Metode Keseimbangan Simpul

Simpul merupakan titik sambung antar batang pada *truss*. analisis dapat dilakukan secara grafis atau analitis.



Gambar 3. Truss Sederhana

Suatu *truss* seperti gambar 3 dikenakan beban P. Tumpuan A adalah engsel dan tumpuan B adalah rol. Untuk mendapatkan reaksi pada tumpuan A dan B dapat dilakukan dengan penerapan persamaan kesetimbangan:

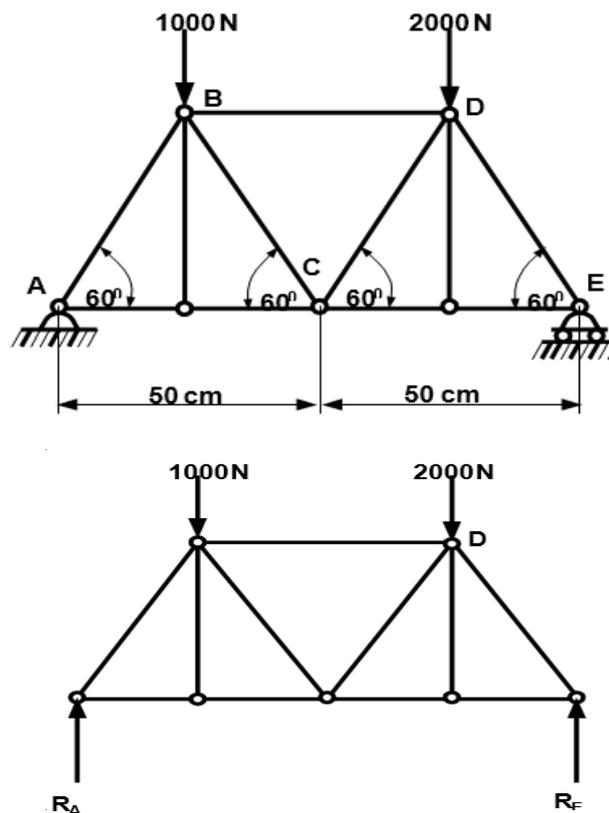
$$\Sigma M_x = 0$$

$$\Sigma F_y = 0$$

$$\Sigma F_x = 0$$

Contoh :

Suatu *truss* sederhana seperti gambar 4. Mendukung gaya 1000 N dan 2000 N seperti ditunjukkan. Tentukan reaksi dan gaya tiap-tiap batang.



Gambar 4. Contoh Truss

Penyelesaian :

Diagram benda bebas yang diperlukan untuk menentukan reaksi RA dan RE. Reaksi di tumpuan A hanya satu komponen (RA), karena kedua beban adalah vertikal.

$$\Sigma Mx = 0$$

$$1000.25 + 2000.75 - 100 R_t = 0$$

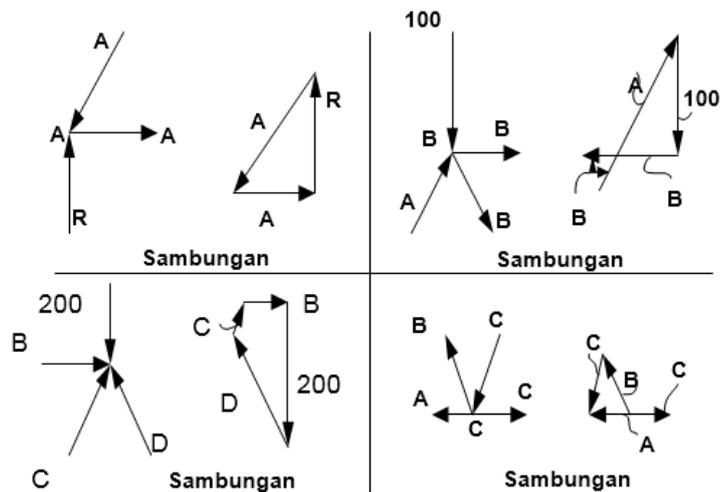
$$R_t = 175000/100 = 1750$$

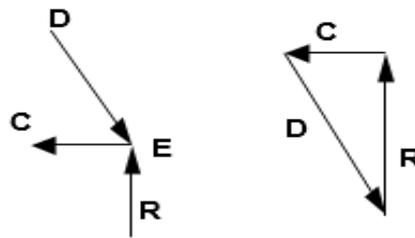
$$\Sigma Fy = 0$$

$$R_A = 1000 + 2000 - 1750 = 1250 \text{ N}$$

Gambar 5 merupakan diagram benda bebas dan poligon. Gaya yang menggambarkan secara grafis dua kondisi kesetimbangan $\Sigma Fx = 0$ dan $\Sigma Fy = 0$. Perhitungan dapat dimulai dari sambungan sembarang dengan syarat:

- paling sedikit terdapat sebuah beban yang diketahui.
- tidak terdapat lebih dari dua gaya yang tak diketahui.





Sambungan

Gambar 5. Poligon Gaya

Setiap simpul berada dalam kesetimbangan, maka resultan gaya yang bekerja pada setiap simpul harus nol. Gaya-gaya pada masing-masing batang dapat diperoleh dengan mengukur panjang vektor yang sesuai dengan batang tersebut. Soal di atas dapat diselesaikan dengan cara grafis. Setiap simpul menggambarkan komponen-komponen gaya dengan kondisi kesetimbangan dari $\Sigma F_x = 0$ dan $\Sigma f_y = 0$

➤ Simpul A

$$\begin{aligned} \Sigma f_y &= 0 \\ RA - AB \sin 60 &= 0 \\ AB &= \frac{1250}{\sin 60} = 1443 \\ &\text{N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma F_x &= 0 \\ AC - AB \cos 60 &= 0 \\ AC &= 1443 \cdot \cos 60 = 722 \text{ N} \end{aligned}$$

➤ Simpul B

$$\begin{aligned} \Sigma F_x &= 0 \\ AB \cos 60 + BD + BC \cos 60 &= 0 \\ 1443 \cdot \cos 60 + BD + BC \cos 60 &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma f_y &= 0 \\ 1443 \sin 60 - BC \sin 60 - 1000 &= 0 \\ BC &= \frac{1443 \sin 60 - 1000}{\sin 60} \\ &= 289 \text{ N} \\ BD &= -722 - 289 \cos 60 \\ &= -866 \text{ N} \end{aligned}$$

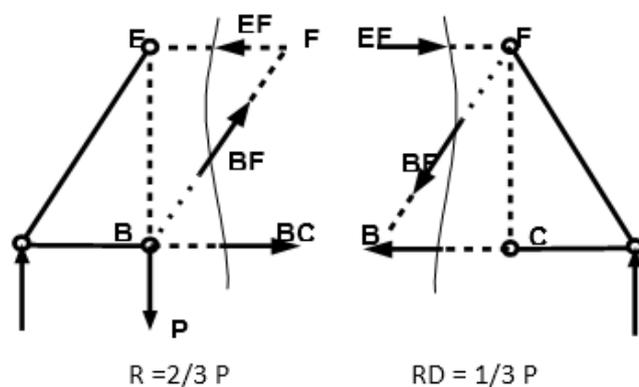
➤ Simpul C

$$\begin{aligned} \Sigma F_x &= 0 \\ CE - AC - BC \cos 60 - CD \cos 60 &= 0 \\ CE &= 722 + 289 \cos 60 + CD \cos 60 \dots\dots\dots(1) \\ \Sigma f_y &= 0 \\ BC &= CD = 289 \text{ N} \\ CE &= 722 + 289 \cos 60 + 289 \cos 60 \\ &= 1010 \text{ N} \end{aligned}$$

Tanda f (-) dari hasil perhitungan berarti bahwa arah yang sebenarnya adalah berlawanan dengan arah pemisalan.

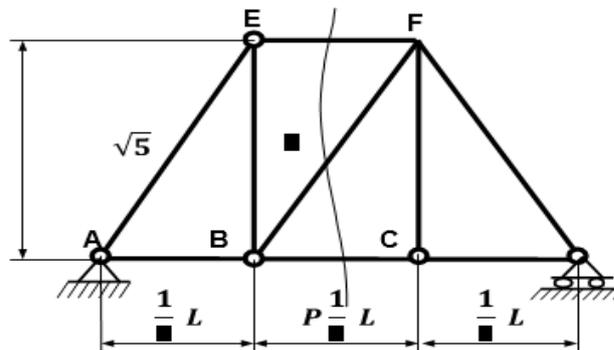
b) Metode Potongan

Selain metode keseimbangan simpul gaya pada *truss* sederhana dapat dihitung dengan metode potongan. Metode ini menggunakan persamaan momen kesetimbangan dengan memilih seluruh bagian *truss* sebagai benda bebas. Keuntungan metode potongan ini adalah dapat menghitung gaya setiap batang yang diinginkan secara langsung dari potongan batang tersebut. Setiap pemotongan hanya terdapat tiga buah batang yang terpotong.



Gambar 6. Potongan Sederhana

Gambar 6 menunjukkan *truss* sederhana yang dibebani gaya P . Sebagai contoh, gaya batang BF akan dihitung sebagai potongan khayalan, dinyatakan dengan garis bebas melalui batang tersebut. Reaksi luar dapat dihitung dengan meninjau *truss* secara keseluruhan.



Gambar 6 (b) menunjukkan diagram benda bebas potongan kiri dari *truss* yang dalam keadaan setimbangan di bawah aksi beban P , reaksi R_a , dan tiga gaya yang dikenakan pada batang oleh potongan sebelah kanan yang dilepas. Jadi, terdapat tiga besaran yang belum diketahui. Ketiga gaya ini dapat dihitung dengan menggunakan kesetimbangan gaya dan satu persamaan keseimbangan momen. Bila kita lihat potongan kiri didapat :

$$\begin{aligned} \sum M_B = 0 \\ \frac{2}{3}P \cdot \frac{1}{2}L - EF \cdot L = 0 \\ EF = \frac{1}{3}P \end{aligned} \qquad \begin{aligned} \sum F_y = 0 \\ \frac{2}{3}P - P + \frac{2}{\sqrt{5}} \cdot BF = 0 \\ BF = \left(1 \frac{2}{3}\right)P \cdot \frac{\sqrt{5}}{2} \\ BF = \frac{\sqrt{5}}{6}P \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum F_x = 0 \\ BC = \frac{1}{\sqrt{5}BF - EF} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 BC &= \frac{1}{3}P - \frac{1}{\sqrt{5}} \cdot \frac{\sqrt{5}}{6}P \\
 &= \frac{1}{3}P - \frac{1}{6}P \\
 &= \frac{1}{6}
 \end{aligned}$$

Jika terdapat benda negatif (-) dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa arah sesungguhnya dari gaya batang tersebut adalah kebalikan dari arah gaya yang digambarkan. Dari hasil perhitungan di atas dapat diketahui bahwa batang EF merupakan batang tekan, batang BE batang tarik, dan batang BC juga batang tarik. Perhatikan bahwa setiap pemotongan sebanyak-banyaknya hanya tiga batang yang terpotong.

2. Analisis jenis-jenis tegangan yang terjadi pada konstruksi

Hukum Newton pertama tentang aksi dan reaksi, bila sebuah balok terletak di atas lantai, balok akan memberikan aksi pada lantai, demikian pula sebaliknya lantai akan memberikan reaksi yang sama, sehingga benda dalam keadaan seimbang. Gaya aksi sepusat (F) dan gaya reaksi (F^{''}) dari bawah akan bekerja pada setiap penampang balok tersebut. Jika kita ambil penampang A-A dari balok, gaya sepusat (F) yang arahnya ke bawah, dan di bawah penampang bekerja gaya reaksinya (F^{''}) yang arahnya ke atas.

a. Tegangan normal

Tegangan normal terjadi akibat adanya reaksi yang diberikan pada benda. Jika gaya dalam diukur dalam N, sedangkan luas penampang dalam m², maka satuan tegangan adalah N/m² atau dyne/cm².

1) Ketentuan keseimbangan

a) Ketentuan keseimbangan

Suatu batang yang lurus, berbentuk prisma dan langsing akan mengubah bentuknya sampai gaya dalamnya menjadi seimbang dengan gaya luarnya. Kejadian keseimbangan akan

kita perhatikan dengan ketentuan agar perubahan bentuknya itu kecil sekali dan pengaruh atas titik tangkap gaya luar dan jurusannya begitu kecil agar pada perhitungan kita abaikan pengaruhnya. Dengan potongan siku pada garis sumbu kita membagi batang yang kita perhatikan atas dua potongan.

Pada potongan seluas F ini kita memperhatikan bagian yang sebelah kiri. Sebagai gaya luar timbul:

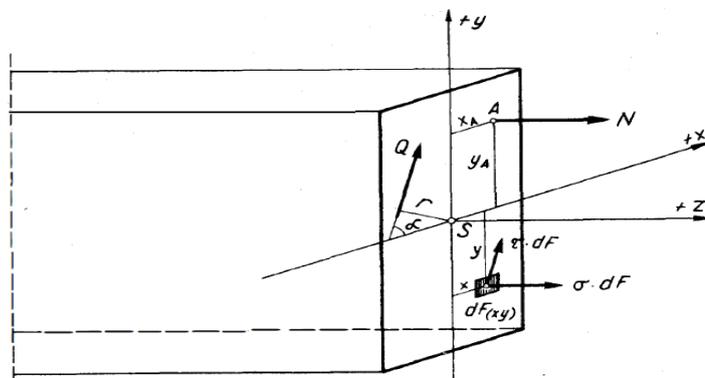
N = gaya normal searah garis sumbu batang (z)

Q = gaya lintang siku pada garis sumbu batang (z)

Oleh bagian kanan yang kita potong pada batang ini, pada bagian kiri timbul sebagai gaya dalam:

a = tegangan normal pada bagian dF dari F (kg/cm^2)

T = tegangan geser pada bagian dF dari F (kg/cm^2)



Gambar 7. Gaya pada Permukaan Blok

Resultan tegangan normal a dan resultan tegangan T harus seimbang dengan gaya normal N dan gaya lintang Q .

Pada tegangan normal a dan gaya normal N kita dapat menentukan ketentuan keseimbangan berikut:

$$N = \int \sigma \cdot dF$$

$$N \cdot X_A = \int \sigma \cdot x \cdot dF$$

$$N \cdot Y_A = \int \sigma \cdot y \cdot dF$$

Ketentuan-ketentuan keseimbangan tersebut. sebetulnya belum mencukupi. Untuk menentukan pembagian tegangan normal pada luasnya batang kita memerlukan juga ketentuan perubahan bentuk selanjutnya.

b) Ketentuan perubahan bentuk

Oleh Jakob Bernoulli 1654 - 1705 dan Louis Navier 1785 - 1836 ditemukan asas tentang potongan datar, yaitu "Potongan dari batang yang datar harus juga menjadi datar sesudah mengalami perubahan bentuk."

Asas ini dalam praktek hanya bisa diterapkan pada batang dari bahan bangunan yang seragam, misalnya bahan besi, baja dsb. Pada batang dari bahan bangunan yang tidak seragam, seperti kayu atau batang dari beberapa bahan yang disambung seperti misalnya bahan beton bertulang, asas ini hanya cocok pada perhitungan tegangan linear.

Ketentuan perubahan bentuk pada prakteknya berbunyi: bagian batang dz yang dipotong mengubah panjangnya x dan y oleh beban σ sebesar $\epsilon \cdot dz$. Jikalau potongan batang ini menjadi datar sebelum dan sesudah perubahan bentuk, kita dapat menentukan penguluran ϵ sebagai:

$$\epsilon = A + B \cdot x + C \cdot y$$

Hubungan antara penguluran ϵ ini dengan tegangan normal σ kita dapatkan pada ketentuan Hook rumus yang menentukan:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} = \frac{\sigma}{E}$$

Perbandingan antara tegangan normal dan penguluran bisa ditentukan dengan menggunakan faktor perbandingan E (modul elastis).

Modul elastis E bisa ditentukan menurut bahan bangunan pada:

- baja ST 37 2.100.000kg/cm²
- kayu kelas II 100.000 kg/cm²
- beton bertulang 210.000 kg/cm²
- dinding bata dengan plester semen 50.000 kg/cm²

c) Hubungan antara masing-masing tegangan

Kita dapat menentukan pada bahan bangunan dengan E = tetap, tegangan normal σ sebagai:

$$\sigma = a + b \cdot x + c \cdot y$$

Jikalau kita menggambar tegangan a siku pada bidang potongan F, hasilnya merupakan bidang datar yang memotong bidang potongan F pada garis sumbu a = 0. Dalam rumus masih ada tiga nilai (a, b, c) yang belum diketahui akan tetapi bisa ditentukan dengan bantuan rumus seperti berikut:

Kita menentukan persamaan penentuan gaya normal N sebagai:

$$N = a \cdot F + b \cdot S_y + c \cdot S_x$$

$$N \cdot x_A = a \cdot S_y + b \cdot I_y + c \cdot Z_{xy}$$

$$N \cdot y_A = b \cdot Z_{xy} + c \cdot I_x$$

Jikalau kita memilih sistem koordinat x, y sebagai garis sumbu titik berat, persamaan rumus menjadi:

$$N = a \cdot F$$

$$N \cdot x_A = b \cdot I_y + c \cdot Z_{xy}$$

$$N \cdot y_A = b \cdot Z_{xy} + c \cdot I_x$$

kemudian koefisien a, b dan c menjadi:

$$a = \frac{N}{F} \quad b = \frac{N(x_A \cdot I_x - y_A \cdot Z_{xy})}{I_x \cdot I_y - Z_{xy}^2} \quad c = \frac{N(y_A \cdot I_y - x_A \cdot Z_{xy})}{I_x \cdot I_y - Z_{xy}^2}$$

Atas dasar pengetahuan ini kita dapat menentukan, bahwa tegangan normal a pada sistem koordinat bertitik tangkap pada titik berat menurut rumus menjadi:

$$\sigma = \frac{N}{F} + \frac{N(x_A \cdot I_x - y_A \cdot Z_{xy})}{I_x \cdot I_y - Z_{xy}^2} \cdot x + \frac{N(y_A \cdot I_y - x_A \cdot Z_{xy})}{I_x \cdot I_y - Z_{xy}^2} \cdot y$$

d) Gaya tekan dan gaya tarik

Jikalau gaya normal mempunyai titik tangkap pada titik berat kita dapat mengatakan $X_A = 0$, $Y_A = 0$ dan tegangan selanjutnya berbunyi:

$$\sigma = \frac{N}{F}$$

Catatan:

Gaya tarik selalu menjadi positif (+) dan gaya tekan menjadi negatif (-) .

e) Momen lentur

Oleh karena momen lentur yang bekerja pada bagian kiri pada balok yang dipotong, momen dengan jurusan putaran berlawanan dengan jarum jam menjadi positif (+), dan kita menentukan:

$$M_x = -N \cdot y_A; M_y = +N \cdot x_A$$

Atas dasar ketentuan ini kita boleh mengubah rumus menjadi:

$$\sigma = \frac{N}{F} + \frac{M_y}{I_y} \cdot x - \frac{M_x}{I_x} \cdot y$$

Jikalau momen saja yang mengena dan gaya normal $N=0$, kita mendapatkan:

$$\sigma = \frac{M_y}{I_y} \cdot y + \frac{M_x}{I_x} \cdot x$$

Persamaan garis sumbu nol,

Jikalau pada $N = 0$ garis sumbu nol bertitik tangkap pada titik berat $X_n Y_n = 0$.

Jikalau kemudian juga $M_y = 0$ kita dapat menentukan:

$$\sigma = -\frac{M_x}{I_x} \cdot y$$

Pada umumnya kita hanya mencari nilai σ yang tertinggi. Kita mendapat nilai σ tertinggi ini pada Y_{\max} , yaitu pada sisi atas Y_o dan sisi bawah Y_u pada batang yang diperhatikan. Ordinatnya menjadi:

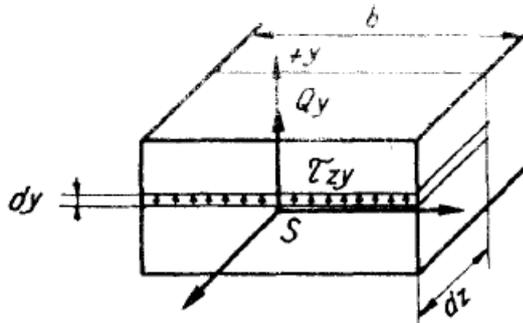
$$y_o = e_o \text{ dan } -y_u = e_u$$

Kemudian tegangan σ pada sisi atas σ_o dan pada sisi bawah σ_u menjadi:

$$\sigma_o = -\frac{M_x}{I_x} \cdot e_o \text{ dan } \sigma_u = \frac{M_x}{I_x} \cdot e_u$$

Pada prakteknya perhitungan ini bisa dimudahkan dengan menggunakan pengetahuan tentang momen tahanan W .

- 2) Ketentuan perubahan bentuk
 - a) Tegangan geser oleh gaya lintang



Gambar 9. Tegangan Geser Oleh Gaya Lintang

Perhatikan potongan Z dari segi empat tersebut. Gaya lintang Q_y pada potongan Z bekerja titik berat S. Oleh karena ketentuan keseimbangan ($Q_v = \int \tau_y \cdot dF$) saja belum menentukan pembagian tegangan geser T pada seluruh potongan, kita harus menentukan selanjutnya, bahwa: "Tegangan geser τ menjadi sejajar pada gaya lintang dan pembagian pada lebarnya potongan z menjadi merata."

Kita memperhatikan bagian batang yang kecil, sebesar $b \cdot dy \cdot dz$. Supaya bagian ini menjadi seimbang, tegangan geser τ_{xy} pada bidang horisontal dari bagian itu. (Index dari τ yang pertama menentukan garis sumbu yang siku pada τ itu, dan index yang kedua menentukan jurusan τ). Selanjutnya kita menentukan:

$$(\tau_{zy} \cdot b \cdot dy) \cdot dz = (\tau_{yz} \cdot b \cdot dz) \cdot dy$$

dengan ketentuan keseimbangan tegangan geser:

$$\tau_{zy} = \tau_{yz}$$

b) Tegangan geser oleh gaya torsi

Oleh momen torsi T kita mendapat tegangan geser τ menurut batang sebesar:

- Batang berbentuk lingkaran (misalnya besi beton):

$$\tau = \frac{2.T}{\pi.r^2} \quad \left(\tau = \frac{T.r}{I_p}\right) \quad I_p = \frac{\pi.r^4}{2}$$

- Batang berbentuk elips:

$$\tau_{max} = \frac{2.T}{\pi a.b^2} \quad (a > b)$$

- Batang berbentuk cincin (misalnya pipa besi):

$$\tau_{max} = \frac{2.T.r_a}{\pi(r_a^4 - r_i^4)}$$

atau pada batang berbentuk cincin dengan tebalnya h yang tipis:

$$\tau = \frac{T}{h.2\pi.r_m^2}$$

- Batang berbentuk persegi empat:

$$\tau_{max} = \frac{T.b}{I_d} \text{ dengan } I_d = \frac{h.b^3}{3} \text{ jikalau } h > 3b$$

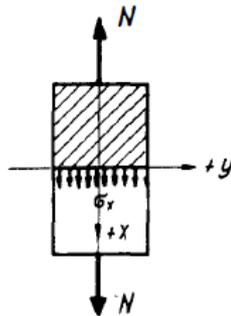
dengan hasil berikut:

$$\tau_{max} = \frac{3.T}{h.b^2}$$

3) Tegangan-tegangan

a) Tegangan linear

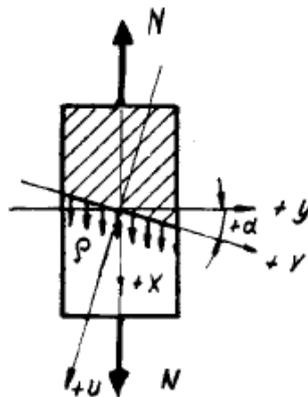
Kita memperhatikan batang tarik dengan gaya normal N garis sumbu x :



Gambar 10. Tegangan Linier

Jikalau kita memotong batang tarik ini siku pada garis sumbu x kita mendapat tegangan normal σ_x sebesar:

$$\sigma_x = \frac{N}{F}$$



Gambar 11. Pemotongan Miring

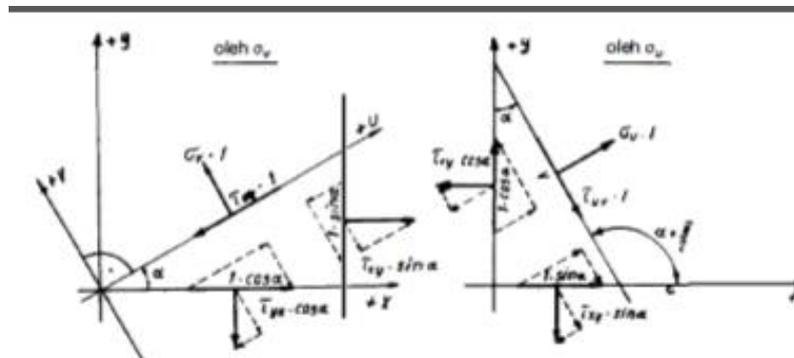
Jikalau kita memotong batang miring pada garis sumbu x kita membesarkan bidang potongan F sebagai:

$$F_u = \frac{F}{\cos \alpha}$$

Selanjutnya kita mendapat tegangan sebesar Q seperti berikut:

$$Q = \frac{N}{F_u} = \frac{N}{F} \cdot \cos \alpha = \sigma_x \cdot \cos \alpha$$

b) Tegangan dalam bidang



Gambar 12. Tegangan dalam Bidang

Kita menentukan ketentuan keseimbangan pada benda prisma dengan lebarnya 1 (satu) yang mengalami tegangan-tegangan pada bidang x - y. Ketentuan keseimbangan $\sum u = 0$ dan $\sum v = 0$.

4) Garis sumbu nol

Pada $a = 0$ kita dapat menentukan menurut rumus:

$$0 = \frac{I}{F} + \frac{x_A \cdot x}{I_y} + \frac{y_A \cdot y}{I_x}$$

Titik tangkap garis sumbu nol dengan garis sumbu terkonjugsi x, y mempunyai koordinat berikut:

Jikalau kita menggeser titik tangkap A bagi gaya normal N pada garis kerjanya (garis sumbu terkonjugsi u), A - S, perbandingan $X_A : Y_A$ menjadi tetap dan kemudian juga:

$$\frac{x_n}{y_n} = \frac{i_y^2}{i_x^2} \cdot \frac{y_A}{i_x^2} = \text{tetap}$$

Rumus ini menentukan, bahwa kita telah menggeser garis sumbu nol sejajar, akan tetapi jurusannya masih tetap sama.

5) Gaya tekan dan gaya tarik

Jikalau gaya normal mempunyai titik tangkap pada titik berat kita dapat mengatakan $X_A = 0$, $Y_A = 0$ dan tegangan selanjutnya berbunyi:

$$\sigma = \frac{N}{F}$$

Catatan:

Gaya tarik selalu menjadi positif (+) dan gaya tekan menjadi negatif (-)

Oleh karena $x_n = -\frac{i_y^2}{x_A} = \infty$

Dan $y_n = -\frac{i_x^2}{y_A} = \infty$

Dengan ($a_A = 0$, $y_a = 0$)

Kita mengetahui, bahwa garis sumbu nol berada di titik tak terhingga dan tegangan σ menjadi tetap pada seluruh potongan yang seluas F.

6) Momen lentur

Oleh karena momen lentur yang bekerja pada bagian kiri pada balok yang dipotong, momen dengan jurusan putaran berlawanan dengan jarum jam menjadi positif (+), dan kita menentukan:

$$M_x = -N \cdot y_A; M_y = +N \cdot x_A$$

Atas dasar ketentuan ini kita boleh mengubah rumus sebagai:

$$\sigma = \frac{N}{F} + \frac{M_y}{I_y} \cdot x - \frac{M_x}{I_x} \cdot y$$

Jikalau momen saja yang mengena dan gaya normal $N = 0$, kita mendapatkan:

$$\sigma = \frac{M_y}{I_y} \cdot y + \frac{M_x}{I_x} \cdot x$$

Persamaan garis sumbu nol, rumus kemudian menjadi:

$$0 = -\frac{M_x}{I_x} \cdot y_n + \frac{M_y}{I_y} \cdot x_n$$

Jikalau pada $N = 0$ garis sumbu nol bertitik tangkap pada titik berat $X_n = 0$ dan $Y_n = 0$. Jikalau kemudian juga $M_y = 0$ kita dapat menentukan:

$$\sigma = -\frac{M_x}{I_x} \cdot y$$

Pada umumnya kita hanya mencari nilai σ yang tertinggi. Kita mendapat nilai σ tertinggi ini pada Y_{\max} , yaitu pada sisi atas Y_o dan sisi bawah Y_u pada batang yang diperhatikan. Ordinatnya menjadi:

$$y_o = e_o \text{ dan } -y_u = e_u$$

kemudian tegangan σ pada sisi atas σ_o dan pada sisi bawah σ_u menjadi:

$$\sigma_o = -\frac{M_x}{I_x} \cdot e_o \qquad \sigma_u = +\frac{M_y}{I_y} \cdot e_u$$

Pada prakteknya perhitungan ini bisa dimudahkan dengan menggunakan pengetahuan tentang momen tahanan W .

7) Momen tahanan

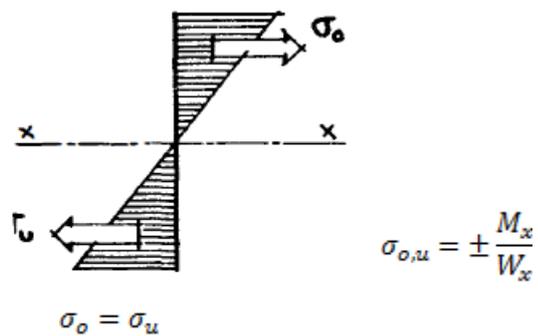
Pada prakteknya kita menentukan σ_u dan σ_o dengan menggunakan momen tahanan W_x . Menurut ketentuan σ_u dan σ_o kita boleh berkata:

$$W_{xo} = \frac{I_x}{e_o} \qquad W_{xu} = \frac{I_x}{e_u}$$

Tegangan σ_{\max} pada sisi atas dan sisi bawah pada batang sekarang menjadi:

$$\sigma_o = -\frac{M_x}{W_{xo}} \qquad \sigma_u = +\frac{M_x}{W_{xu}}$$

Jikalau potongan menjadi simetris pada garis sumbu x , W_{x0} dan W_{xu} menjadi sama dan tegangan σ_{max} pada sisi bawah dan sisi atas ditentukan sebagai:



Gambar 13. Gaya

a) Penggunaan dan keamanan

➤ Keamanan

Jikalau kita memperhatikan diagram perubahan panjang ϵ dan tegangan σ pada suatu batang tarik dari baja, kita akan melihat dua tingkat yang berbahaya, yaitu:

batas mengecil (*vloeien*) σ_v dan

batas titik patah σ_s

Tegangan-tegangan yang diperbolehkan σ selanjutnya harus memenuhi suatu faktor keamanan n supaya bahan bangunan yang dibebani tidak mendapat beban sampai σ_v atau σ_s . Kita boleh menentukan:

$$\sigma = \frac{\sigma_v}{n_1} \text{ atau } \sigma = \frac{\sigma_s}{n_2}$$

Dengan ketentuan ini kita mempunyai dua angka keamanan n_1 terhadap batas mengecil (*vloeien*) σ_v dan n_2 terhadap batas titik

patah σ_s . Pada bahan bangunan baja misalnya $n_1 = 1.5$ dan $n_2 = 2.0$.

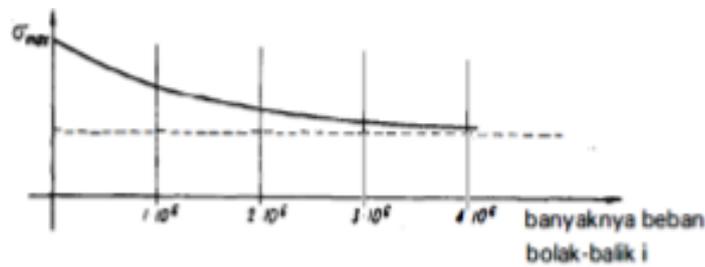
Angka-angka keamanan menutupi keluang telitian pada perhitungan tegangan, yang berasal dari perubahan beban, perubahan nilai inersia, perubahan tahanan bahan bangunan (misalnya kayu), keluang telitian pekerjaan pada pemasangan konstruksi tsb., atau sistem statis yang disederhanakan pada perhitungan (misalnya rangka batang) dsb.

Jikalau bahan bangunan mendekati bahan bangunan Hook angka keamanan boleh ditentukan agak kecil, sebaliknya angka keamanan menjadi agak besar. Oleh karena itu baja mempunyai angka keamanan yang agak kecil dibandingkan dengan misalnya beton atau kayu.

➤ **Beban yang berulang-ulang**

Jikalau kita membebani bahan bangunan tidak dari nol sampai titik patah, melainkan dengan beban yang berulang-ulang sebesar $\Delta\sigma = \sigma_{\max} - \sigma_{\min}$ kita boleh menentukan titik patah dengan nilai $\sigma_{\max} < \sigma_B$. August Wohler 1819 - 1914 menentukan perbandingan antara banyaknya beban bolak-balik i dengan ukuran beban yang berulang-ulang $\Delta\sigma$ dan σ_{\max} yang diperbolehkan.

Pada bahan bangunan baja diagram Wohler tampak sebagai berikut:



Gambar 14. Diagram Wohler

Dengan membesarkan nilai $\Delta\sigma$ kita mengurangi nilai σ_{max} . Sebagai tegangan kerja σ_a kita menentukan pada umumnya nilai σ_{max} yang bisa ditanggung beban bolak-balik paling sedikitnya dua juta kali. Pada tegangan kerja σ_a kita menentukan:

Tegangan asal $= \sigma_u$ dengan $\sigma_{min} = 0$

Tegangan bolak-balik $= \sigma_w$ dengan $\sigma_{min} = -\sigma_{max}$.

➤ Teori-teori titik patah

Kekakuan bahan bangunan pada umumnya ditentukan dalam keadaan tegangan linear (gaya tarik atau gaya tekan). Dengan pertimbangan bahaya oleh tegangan linear atau tegangan dalam ruang kita memerlukan teori titik patah. Kebenaran teori titik patah itu hanya bisa dipertimbangkan pada percobaan-percobaan dan oleh pengalaman.

Pada umumnya kita membedakan lima teori titik patah, yaitu:

- Teori menurut tegangan utama yang terbesar
- Teori menurut penguluran terbesar
- Teori menurut tegangan geser yang terbesar
- Teori titik patah menurut *Mohr*
- Teori titik patah menurut pekerjaan perubahan bentuk yang tetap (Huber, v. Mises, Hencky).

Oleh karena luasnya buku ini terbatas kita mengabaikan keterangan tentang teori titik patah masing-masing selanjutnya.

3. Perhitungan kekuatan konstruksi

a. Perhitungan gaya batang menurut Cremona

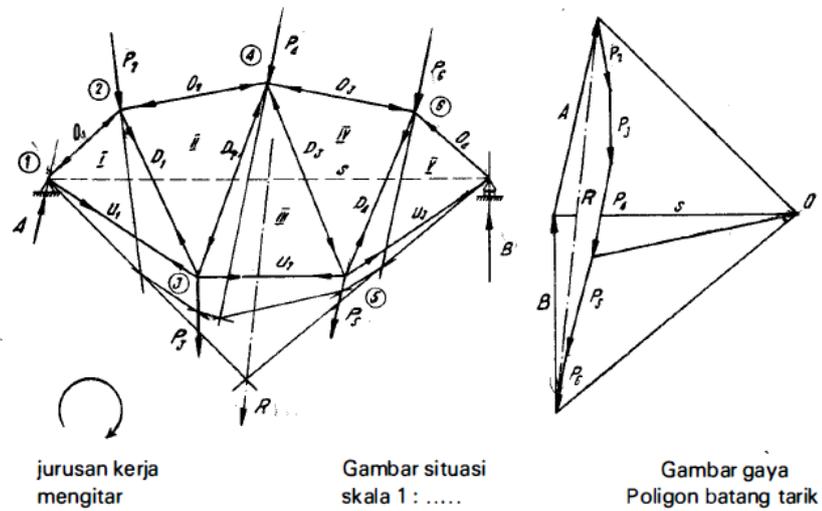
Menurut ketentuan keseimbangan yang bisa dilakukan secara grafis dengan menggambar satu poligon batang tarik untuk setiap titik simpul, kita dapat menentukan gaya batang pada titik simpul sembarang, jikalau kita ketahui satu gaya batang dan dapat mencari dua gaya batang. Dengan memperhatikan ketentuan keseimbangan secara grafis ini kita dapat menutup poligon batang tarik pada tiap-tiap titik simpul.

Menurut Cremona kita dapat menggunakan pengetahuan ini dengan memperhatikan jurusan pemasangan gaya pada poligon batang tarik, misalnya selalu dalam arah jarum jam, dan untuk poligon batang tarik pada titik simpul berikut digunakan sebagian dari poligon batang tarik yang sebelumnya.

Dengan begitu dapat kita peroleh selalu gambar poligon batang tarik yang tertutup (yang seimbang), dan bisa diketahui apakah hasilnya betul atau salah.

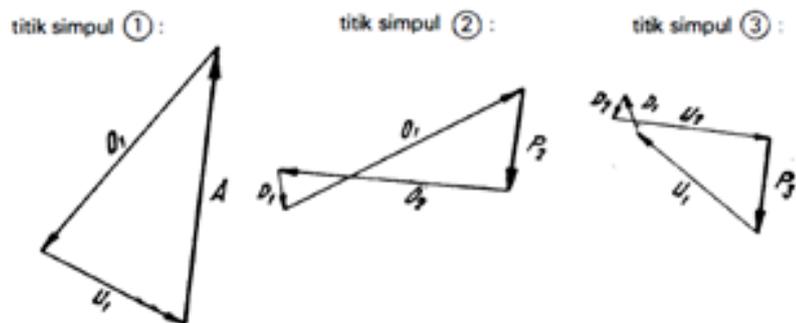
Penyelesaian secara Cremona:

- 1) Penentuan reaksi tumpuan masing-masing seperti pada balok tunggal dengan gambar situasi dan gambar gaya (poligon batang tarik) atau secara analitis.



Gambar 15. Poligon Batang Tarik

- 2) Penentuan jurusan yang akan dilakukan pada penyelesaian pekerjaan. Menurut pengetahuan keseimbangan dapat satu poligon batang tarik setiap titik simpul.

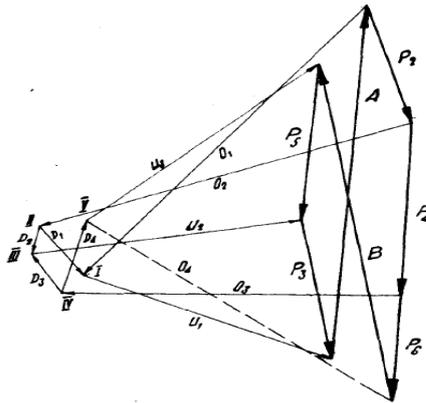


Gambar 16. Penarikan Titik Simpul

- 3) Kita dapat memudahkan pekerjaan dengan menggunakan gambar Cremona. Kita pasang semua gaya luar sesuai dengan jurusan yang dipilih sebagai batang poligon tarik, selanjutnya kita mulai misalnya dengan titik simpul 1 :

Reaksi tumpuan A sudah diketahui tinggal dibagi atas O dan U dengan jurusan yang diambil pada gambar situasi 4. 3. 1 . a. Beri

tanda mata panah jurusan gaya itu dan ukuran nilainya menurut skala gambar Cremona. Selanjutnya sambung pada titik simpul 2, kemudian titik simpul 4 dan seterusnya. Pada akhirnya gambar Cremona harus menjadi tertutup:

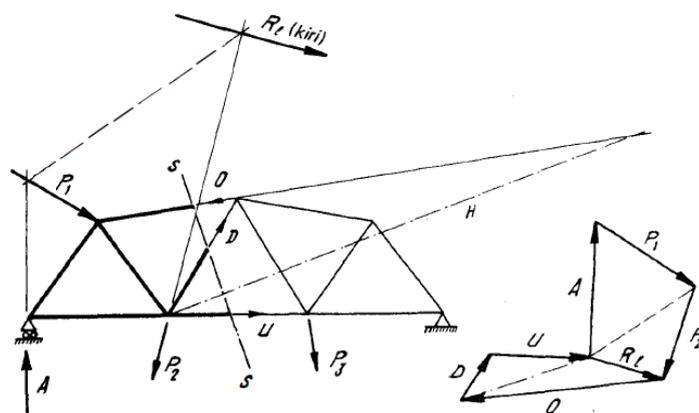


skala 1 cm = t

Gambar 17. Cremona

b. Perhitungan gaya batang menurut Cullmann

Pembagian satu gaya R pada tiga garis kerja secara grafis menurut Karl Cullmann (1821 – 1881).



Gambar situasi dengan skala 1 :

Gambar gaya, skala 1 :

Gambar 18. Cullmann

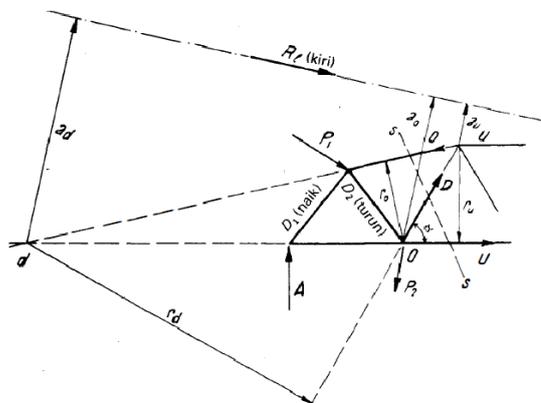
Kita memotong konstruksi rangka batang ini dengan potongan s-s sembarang atas dua bagian. Pada kedua bagian itu gaya batang 0, D dan U harus seimbang.

Penyelesaiannya selangkah demi selangkah:

- 1) Penentuan reaksi tumpuan masing-masing seperti pada balok tunggal secara gratis atau analitis.
- 2) Pilih potongan s-s demikian rupa, tiga gaya batang yang belum diketahui dikenai.
- 3) Tentukan resultan R (gaya-gaya P dan reaksi tumpuan) pada bagian dipotong.
- 4) Bagi resultan R ke tiga gaya 0, D dan U yang belum diketahui. Karena titik potong garis kerja gaya U dan 0 tidak berada di atas kertas, pilih gaya pertolongan H.
- 5) Dengan memilih potongan s-s yang lain kita dapat menentukan semua gaya batang yang ada, akan tetapi cara ini akan gagal jikalau pada potongan s-s ada lebih dari tiga gaya batang.

c. Perhitungan gaya batang menurut A. Ritter

Pembagian satu gaya R pada tiga garis kerja secara analitis, cara itu adalah: Kita memilih titik kutub sedemikian, sehingga hanya satu dari tiga gaya batang yang dicari menimbulkan momen terhadap titik kutub yang dipilih itu. Kemudian gaya itu dapat ditentukan dengan rumus $M = 0$ dan seterusnya.



Gambar 19. Gaya Batang menurut A. Ritter

Gaya batang 0 kita tentukan dengan pilihan titik kutub o pada titik potong garis kerja gaya batang D dan U. Dengan resultan R pada bagian rangka batang yang dipotong kita selanjutnya dapat menentukan:

$$R_t \cdot a_o - o \cdot r_o = 0 \text{ dan kemudian } 0 = \frac{R_t \cdot a_o}{r_o}$$

Dengan titik kutub u titik potong garis kerja gaya batang 0 dari D kita mendapatkan:

$$R_t \cdot a_u - U \cdot r_u = 0 \text{ dan kemudian } U = \frac{R_t \cdot a_u}{r_u}$$

Dan titik kutub d pada titik potong garis kerja gaya batang 0 dan U kita dapatkan:

$$R_t \cdot a_d - D \cdot r_d = 0 \text{ dan kemudian } D = + \frac{R_t \cdot a_d}{r_d}$$

Jikalau batang tepi atas dan tepi bawah menjadi sejajar, tidak dapat digunakan lagi. Lebih baik kita gunakan ketentuan keseimbangan $\sum V = 0$. Kemudian kita menentukan gaya lintang Q pada sistem dasar (balok tunggal) pada titik potongan s-s. Gaya batang D yang dicari dapat ditentukan:

Jikalau D berjurusan naik, maka $D = -\frac{Q}{\sin \alpha}$ (gaya tekan)

Jikalau D berjurusan turun, maka $D = +\frac{Q}{\sin \alpha}$ (gaya tarik)

Jikalau pada konstruksi rangka batang dengan tepi atas dan tepi bawah sejajar ada batang yang vertikal dengan kependekan V, maka kita dapat menentukan gaya batang V sebagai berikut:

jikalau D berjurusan naik, $V = + Q$ (gaya tarik)

jikalau D berjurusan turun, $V = - Q$ (gaya tekan)

d. Contoh-contoh

Pada konstruksi rangka batang segitiga Belgia dari bahan baja dengan jarak 6.00 m dan lebar bentang 15.60 m menurut gambar berikut, dicari gaya batang masing-masing oleh muatan mati dan oleh tekanan angin.

Penyelesaian (bagian muatan mati):

Beban oleh konstruksi atap (reng + genteng) = 60 kg/m² denah

Beratnya konstruksi rangka batang dan peran² = 20 kg/m² denah

Beban total (sebagai beban merata) = 80 kg/m² denah

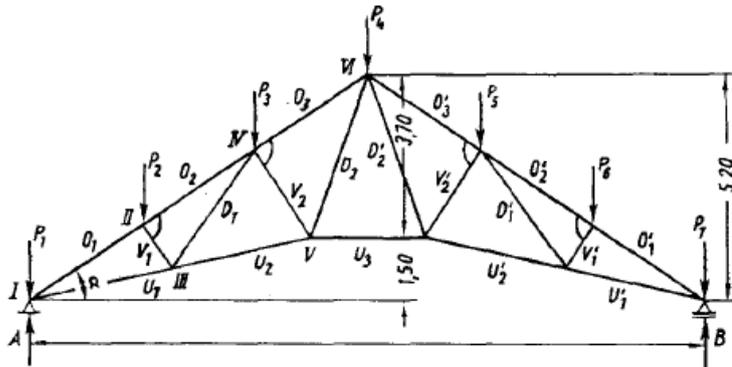
Penentuan gaya P pada titik simpul batang tepi atas: (dengan atap irisan di samping sebesar 80 cm)

$$P_1 = P_7 = \left(\frac{2,60}{2} + 0,80 \right) \cdot 6 \cdot 80 = 1010 \text{ kg}$$

$$P_2 \text{ s.d. } P_6 = 2,60 \cdot 0,6 \cdot 80 = 1250 \text{ kg}$$

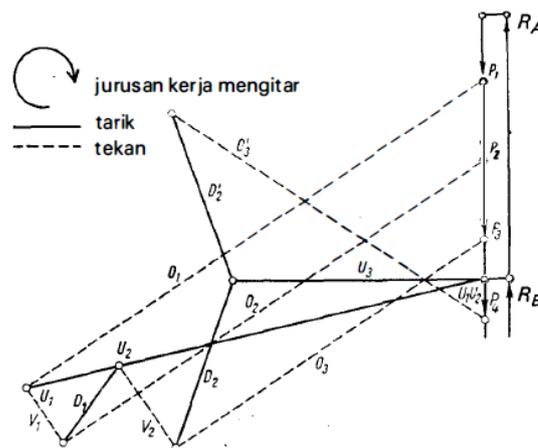
Karena konstruksi rangka batang segitiga ini menjadi simetris, reaksi tumpuan masing-masing menjadi:

$$R_A = R_B = \frac{\Sigma P}{2} = 1'010 + (5/2 \cdot 1'250) = 4'135 \text{ kg}$$



Gambar situasi
skala 1:200

Gambar 20. DBB



Gambar Cremona
skala 1 cm = 1 t

Gambar 21. Poligon Gaya Cremona

Oleh karena beban dan konstruksi rangka batang menjadi simetris, cukup jikalau digambar separuh dari konstruksi dan dari gambar Cremona.

Penyelesaian (bagian muatan angin):

Penentuan muatan angin menurut peraturan muatan Indonesia N. I. - 18/ 1970 (dalam jarak 5 km dari pantai laut) menjadi sebagai dasar 40

kg/m² siku pada bidang atap. Sebagai tekanan (0,02σ - 0,4) dan sebagai tarikan (- 0,4).

Bagian tekanan W_d selanjutnya menjadi:

$$(0,02 \cdot 33,68 - 0,4) \cdot 40 = 11,0 \text{ kg/m}^2$$

Bagian tarikan W, selanjutnya menjadi:

$$(-0,4) \cdot 40 = - 16,0 \text{ kg/m}^2 \text{ (isapan)}$$

Dengan nilai-nilai ini baru kita menentukan tekanan dan tarikan pada titik simpul:

Dengan nilai-nilai ini baru kita menentukan tekanan dari masing-masing:

$$W_1 = \frac{1,3 + 0,8}{0,832} \cdot 6 \cdot 11 = 165 \text{ kg}$$

$$W_2 = W_3 = \frac{2,6}{0,832} \cdot 6 \cdot 11 = 205 \text{ kg}$$

$$W_4 = \frac{W_3}{2} = 100 \text{ kg}$$

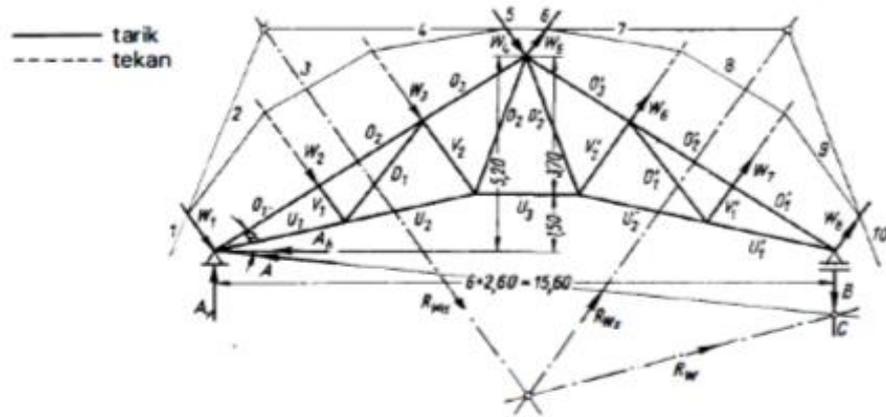
$$W_5 = \frac{3,13}{2} \cdot 6 \cdot (-16) = -150 \text{ kg}$$

$$W_6 = W_7 = 2 \cdot W_5 = -300 \text{ kg}$$

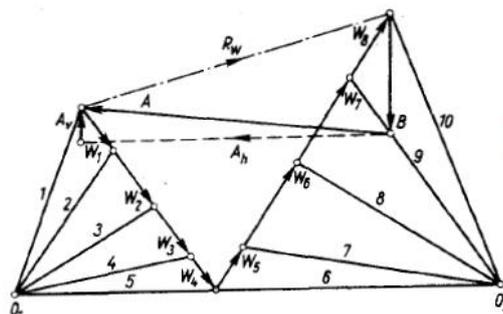
$$W_8 = 2,52 \cdot 6 \cdot (-16) = -240 \text{ kg}$$

Dengan nilai-nilai ini kita menentukan resultan R_{wd} tekanan angin sebelah kiri dan R_{ws} isapan angin sebelah kanan dan dapat ditentukan reaksi tumpuan masing-masing secara gratis seperti terlihat pada gambar berikut, dengan hasil:

$$R_A = 880 \text{ kg} \quad \left\{ \begin{array}{l} R_{Av} = 100 \text{ kg} \\ R_{Ah} = 880 \text{ kg} \end{array} \right. \quad ; \quad R_B = 340 \text{ kg}$$



Gambar situasi
skala 1:200



Gambar gaya
skala 1 cm = 200 kg

jurusan kerja mengitar

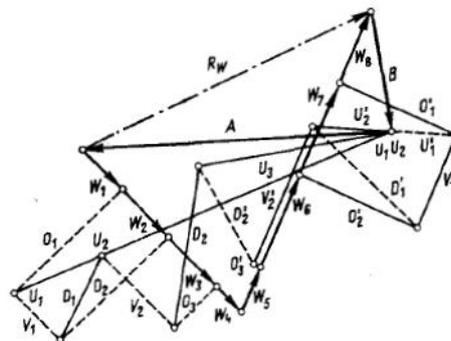


Diagram Cremona
skala 1 cm = 200 kg

Gambar 22. Resultan Gaya

Tabel 1. Gaya Batang 5 yang timbul (Lihat Diagram Cremona)

batang	muatan mati	muatan angin kiri	angin kanan'	total gaya S
$O_1 \quad O_1'$	- 8'150 kg	- 420 kg	+ 360 kg	- 8'570 kg
$O_2 \quad O_2'$	7'500 kg	- 420 kg	+ 360 kg	- 7'920 kg
$O_3 \quad O_3'$	- 5'500 kg	- 160 kg	+ 20 kg	- 5'660 kg
$U_1 \quad U_1'$	+ 6'900 kg	+ 1'170 kg	- 180 kg	+ 8'070 kg
$U_2 \quad U_2'$	+ 5'500 kg	+ 900 kg	+ 220 kg	+ 6'400 kg
U_3	+ 3'700 kg	+ 560 kg		+ 4,260 kg
$V_1 \quad V_1'$	- 950 kg	- 180 kg	+ 290 kg	- 1'130 kg
$V_2 \quad V_2'$	- 1'450 kg	- 300 kg	+ 420 kg	- 1'750 kg
$D_1 \quad D_1'$	+ 1'400 kg	+ 260 kg	- 400 kg	+ 1'660 kg
$D_2 \quad D_2'$	+ 2'600 kg	+ 460 kg	- 310 kg	+ 3,060 kg

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok)

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut :

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh anda sebelum mempelajari materi analisis konstruksi baja? Sebutkan!
2. Bagaimana anda mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
3. Apa topik yang akan anda pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh anda sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
5. Apa bukti yang harus di unjuk kerjakan oleh anda sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan LK-00. Jika anda bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka anda bisa melanjutkan pembelajaran.

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh Anda sebelum mempelajari materi analisis konstruksi baja? Sebutkan!

.....
.....
.....

2. Bagaimana Anda mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....
.....
.....

3. Apa topik yang akan Anda pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....
.....
.....

4. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh Anda sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....
.....
.....

5. Apa bukti yang harus dikerjakan oleh Anda sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....
.....
.....

Aktivitas 1. Menganalisis jenis-jenis beban yang terjadi pada konstruksi

Apa yang anda temukan setelah mengamati kegiatan analisis jenis-jenis beban yang terjadi pada konstruksi tersebut? Apakah ada hal-hal yang kurang dimengerti atau sebaliknya yang Anda temukan? Diskusikan hasil pengamatan Anda dengan anggota kelompok Anda.

Hasil diskusi dapat Saudara tuliskan pada kertas polio dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan.

Aktivitas 2. Analisis jenis-jenis tegangan yang terjadi pada konstruksi

Setelah Anda mencermati materi kegiatan Menganalisis jenis-jenis beban yang terjadi pada konstruksi pada aktivitas 1, maka pada aktivitas 2 ini Anda akan mendiskusikan bagaimana Analisis jenis-jenis tegangan yang terjadi pada konstruksi.

Aktivitas 3. Perhitungan kekuatan konstruksi

Setelah Anda mencermati materi-materi kegiatan pada aktivitas 1 dan dua, maka pada aktivitas 3 ini Anda akan melakukan perhitungan kekuatan konstruksi dengan mendiskusikan dengan kelompok Anda. Untuk kegiatan ini Saudara harus menjawab pertanyaan yang di sediakan di sub judul Formatif.

F. Rangkuman

1. Beban pada konstruksi batang/rangka bisa di bedakan menjadi 2 yaitu :
 - a. Beban tetap
 - b. Beban bergerak

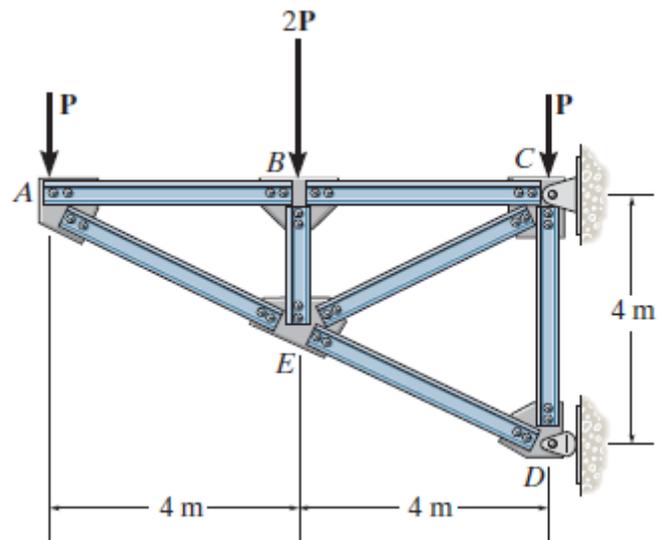
2. Analisis yang dilakukan pada struktur yaitu : menghitung *truss* dengan berbagai metode seperti *truss* sederhana dan metode potongan.

3. Tegangan yang terjadi pada konstruksi yaitu:
 - a. Tegangan normal
 - b. Tegangan geser
 - c. Tegangan linear

4. Perhitungan kekuatan konstruksi:
 - a. Perhitungan gaya batang menurut Cremona
 - b. Perhitungan gaya batang menurut Culman
 - c. Perhitungan gaya batang menurut A. Ritter

G. Formatif

Hitung gaya-gaya pada *truss* seperti pada gambar dibawah, jika $P = 4 \text{ kN}$.



KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 :PEMILIHAN JENIS SAMBUNGAN SESUAI DENGAN JENIS PEKERJAAN

A. Tujuan Pembelajaran

Tujuan yang diharapkan setelah Anda mempelajari topik ini adalah :

- Memahami pemilihan jenis sambungan untuk sebuah konstruksi sesuai dengan pengerjaannya.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

20.29.2. Memilih jenis sambungan yang sesuai dengan pekerjaan/ referensi/ SOP yang ditentukan.

C. Uraian Materi

1. Sambungan Las

Proses pengelasan adalah proses penyambungan logam dengan menggunakan energi panas. Sambungan las mempunyai tingkat kerapatan yang baik serta mempunyai kekuatan sambungan yang memadai. Sambungan las ini juga mempunyai tingkat efisiensi kekuatan sambungan yang relatif lebih baik jika dibandingkan dengan sambungan yang lainnya.

Di samping itu segi operasional pengerjaan sambungan konstruksi las lebih sederhana dan relatif murah. Sedangkan menurut adalah Thomas A. Eddison (1903), pengelasan adalah proses penyambungan logam di mana logam menjadi satu akibat panas dengan atau tanpa pengaruh tekanan.

Berbagai proses pengelasan telah dikembangkan, tergantung cara pemanasan dan peralatan yang di gunakan, yaitu :

- a. Pengelasan Patri
 - 1) Nyala
 - 2) Busur
 - 3) Busur
 - 4) Celup

- 2) Dapur
 - 3) Induksi
 - 4) Infra Merah
 - 5) Infra Merah
- b. Pengelasan Tempa
- 1) Dikerjakan dengan manual
 - 2) Dikerjakan dengan mesin
- c. Pengelasan Gas
- 1) Udara Astelis
 - 2) Oksi Astelis
 - 3) Oksi Hidrogen
 - 4) Tekanan
- d. Pengelasan Tahanan
- 1) Titik
 - 2) Kampuh
 - 3) Proyeksi
 - 4) Nyala
- e. Pengelasan Induksi
- f. Pengelasan Busur
- g. Elektron Karbon
- 1) Terlindung
 - 2) Tanpa Lindungan
- h. *Elektroda* Logam
- 1) Terlindung
 - a) Busur Terlindung
 - b) Titik Busur
 - c) Atom Hidrogen
 - d) Gas *Inert*
 - e) Busur Terendam
 - f) Terak Elektro

- 2) Tanpa Pelindung
 - a) Logam Polos
 - b) *Limitak*

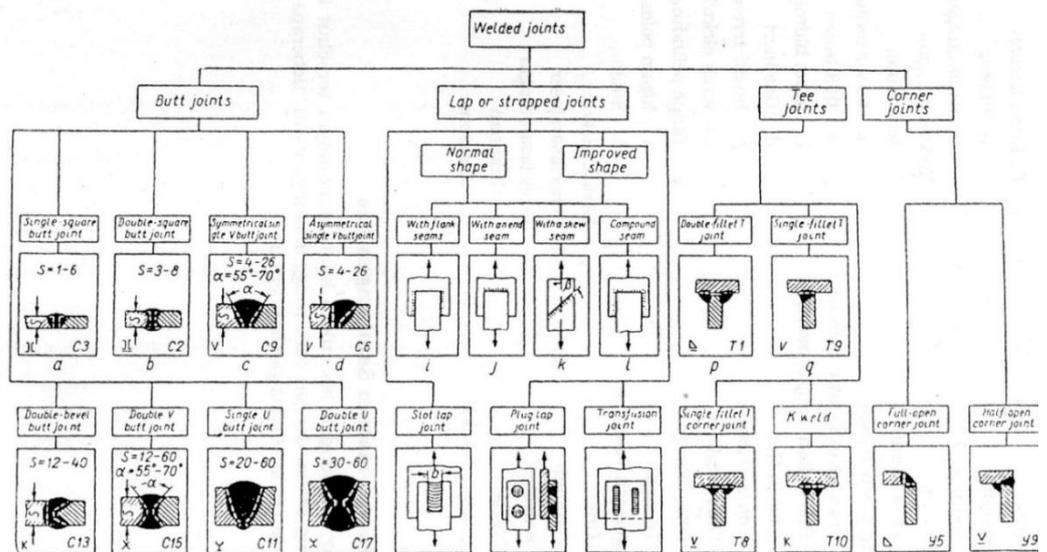
i. Berkas Elektron

j. Pengelasan Laser

k. Pengelasan Dingin

- 1) Tekanan
- 2) Ultrasonik

Agar sambungan las menjadi kuat, sambungan tersebut harus dirancang sesuai dengan cara penggunaannya nanti. Beberapa jenis sambungan dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 23. Jenis Sambungan Las

Ada beberapa macam jenis pengelasan yang dilakukan untuk menyambung logam, yaitu:

a. Las Resistansi Listrik (Tahanan)

Las resistansi listrik adalah cara pengelasan di mana permukaan pelat yang disambung ditekankan satu sama lain dan pada saat yang sama arus listrik dialirkan sehingga permukaan tersebut menjadi panas dan mencair karena adanya resistansi listrik. Sambungan las resistansi listrik dibagi atas dua kelompok sambungan yaitu sambungan tumpang dan sambungan tumpul. Las resistansi listrik ini sangat baik digunakan untuk menyambung pelat-pelat tipis sangat.

Proses pengelasan dengan las resistansi listrik untuk penyambungan pelat-pelat tipis yang biasa digunakan terdiri dari 2 jenis yakni :

1) Las Titik (*Spot Welding*)

Pengelasan dengan las titik ini hasil pengelasannya membentuk seperti titik. *Elektroda* penekan terbuat dari batang tembaga yang dialiri arus listrik yakni, *elektroda* atas dan bawah. *Elektroda* sebelah bawah sebagai penumpu plat dalam keadaan diam dan *elektroda* atas bergerak menekan pelat yang akan disambung. Agar pelat yang akan disambung tidak sampai bolong sewaktu proses terjadinya pencairan maka kedua ujung *elektroda* diberi air pendingin.

2) Las Resistansi Rol (*Rolled Resistance Welding*)

Proses pengelasan resistansi tumpang ini dasarnya sama dengan las resistansi titik, tetapi dalam pengelasan tumpang ini kedua batang *elektroda* diganti dengan roda yang dapat berputar sesuai dengan alur atau garis pengelasan yang dikehendaki.

b. Las Busur Listrik

Energi masukan panas las busur listrik bersumber dari beberapa alternatif di antaranya energi dari panas pembakaran gas, atau energi

listrik. Panas yang ditimbulkan dari hasil proses pengelasan ini melebihi dari titik lebur bahan dasar dan *elektroda* yang di las. Kisaran temperatur yang dapat dicapai pada proses pengelasan ini mencapai 2000-3000° C. Pada temperatur ini daerah yang mengalami pengelasan melebur secara bersamaan menjadi ikatan metalurgi logam lasan.

Salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam pengelasan las busur listrik adalah pemilihan *elektroda* yang tepat. Secara umum semua *elektroda* diklasifikasikan menjadi lima kelompok utama yaitu *mild steel*, *high carbon steel*, *special alloy steel*, *cast Iron*, dan *non ferrous*. Rentangan terbesar dari pengelasan busur nyala dilakukan dengan elektroda dalam kelompok mild steel (baja lunak).

c. Penyambungan dengan Las Oxy-Asetilen

Pengelasan dengan gas *oksi-asetilen* dilakukan dengan membakar bahan bakar gas $C_2 H_2$ dengan O_2 , sehingga menimbulkan nyala api dengan suhu yang dapat mencair logam induk dan logam pengisi. Sebagai bahan bakar dapat digunakan gas-gas *asetilen*, profan, atau hidrogen.

Di antara ketiga bahan bakar ini yang paling banyak digunakan adalah *asetilen*, sehingga las pada umumnya diartikan sebagai las *oksi-asetilen*.

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

Pengelasan dengan gas pelindung Argon (*Tungsten Iner Gas*) merupakan salah satu pengembangan dari pengelasan yang telah ada yaitu pengembangan dari pengelasan secara manual yang khususnya untuk pengelasan *non ferro* (aluminium, magnesium kuningan dan lain-lain, baja spesial (*stainless steel*) dan logam-logam anti korosi lainnya. Pengelasan *Tungsten Inert Gas* (TIG) ini tidak menggunakan proses *elektroda* sekali habis (*non consumable electrode*). Temperatur yang dihasilkan dari proses pengelasan ini adalah 3000°F atau 1664,8°C dan

fungsi gas pelindung adalah menghindari oksidasi udara luar terhadap cairan logam yang dilas.

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

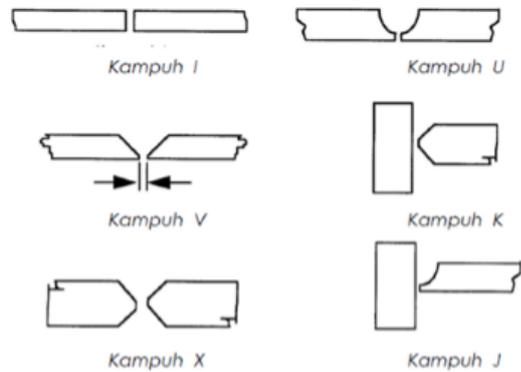
Gas Metal Arc Welding (GMAW) adalah proses pengelasan yang energinya diperoleh dari busur listrik. Busur las terjadi di antara permukaan benda kerja dengan ujung kawat *elektroda* yang keluar dari *nozzle* bersama-sama dengan gas pelindung.

Bentuk-bentuk kampuh las

Kampuh las adalah bentuk persiapan pada sambungan. Umumnya hanya ada pada sambungan tumpul, namun ada juga pada beberapa bentuk sambungan sudut tertentu, yaitu untuk memenuhi persyaratan kekuatan sambungan sudut.

Bentuk kampuh las yang banyak dipergunakan pada pekerjaan las dan fabrikasi logam adalah:

- 1) Kampuh I (*open square butt*)
- 2) Kampuh V (*single Vee butt*)
- 3) Kampuh X (*double Vee butt*)
- 4) Kampuh U (*single U butt*)
- 5) Kampuh K/ sambungan T dengan penguatan pada kedua kampuh J/ sambungan T dengan penguatan satu sisi (*single J-butt weld*).



Gambar 24. Macam-macam kumpul Las

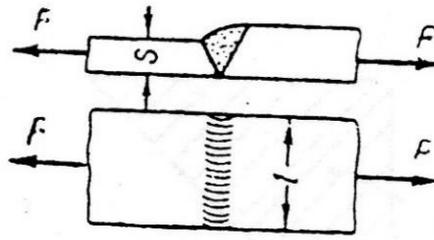
Perhitungan Sambungan Las untuk Beban Statis

Di dalam perhitungan pengelasan diasumsikan bahwa :

1. Beban terdistribusi sepanjang lasan
2. Tegangan yang terjadi menyebar di setiap titik dari penampang efektif.

a) Sambungan Temu (*Butt Jointed*)

Pada gambar 25. memperlihatkan sebuah alur las berbentuk V tunggal yang dibebani oleh gaya tarik F untuk pembebanan tarik ataupun tekan, dengan tegangan normal rata-rata adalah :



Gambar 25. Sambungan Temu

$$\sigma_t \leq |\sigma_t|$$

$$\frac{F}{h \cdot l} \leq |\sigma_t|$$

Di mana $|\sigma_t|$ = tegangan tarik yang diizinkan (psi).

F = gaya normal (lb)

h = tebal plat (in)

l = panjang lasan (in)

b) Sambungan Tumpang (*Lap Jointed*)

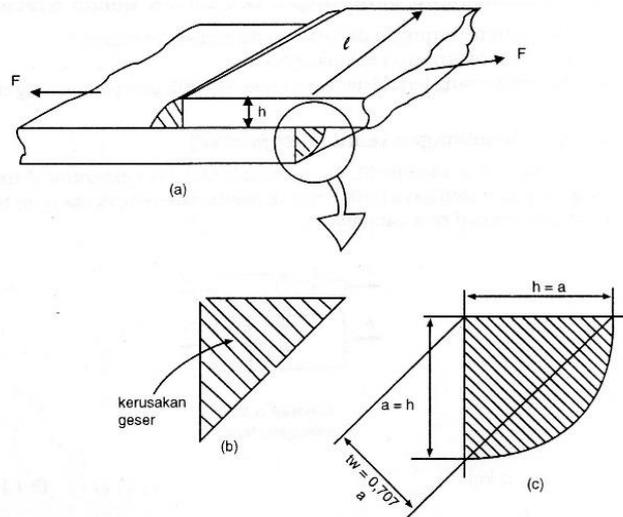
Pada gambar 26. menunjukkan sambungan tumpang yang bekerja gaya F yang akan menimbulkan tegangan geser pada lasan adalah :

$$\tau_s \leq |\tau_s|$$

$$\frac{F}{A} \leq |\tau_s|$$

Di mana A = luas penampang geser (in)

$$2 t_w l = 2 \times 0,707a \times l$$



Gambar 26. Beban Las A. Beban Bergeser pada Sambungan Tumpang;
B Kerusakan Geser; C. Dimensi Tebal Lasan

c) Sambungan T (*Tee Jointed*)

Bila gaya F bekerja sejajar dengan panjang logam dan eksentrik, maka pada sambungan logam akan terjadi momen *bending* dan gaya geser, sehingga di dapat rumus tegangan total sebagai berikut :

Tegangan geser

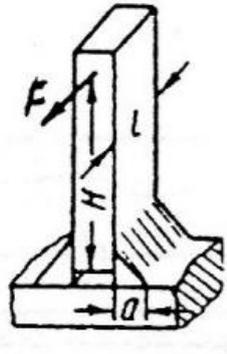
$$\tau_1 = \frac{F}{0,7 A} \text{ dimana } A = 2.a.l$$

Tegangan *bending* akibat momen *bending*

$$\sigma_2 = \frac{P.H}{0,7 W} \text{ dimana } W = A \frac{l}{6}$$

sehingga tegangan totalnya:

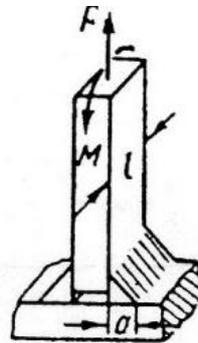
$$\tau = \sqrt{\tau_1^2 + \sigma_2^2} = \frac{F}{0,7 A} \sqrt{1 + \left(\frac{6H}{l}\right)^2} \leq |\tau|$$



Gambar 27. Sambungan T dengan Beban F

Bila pada sambungan tersebut bekerja gaya \$F\$ dan momen seperti gambar 27., maka menimbulkan tegangan pada logam adalah :

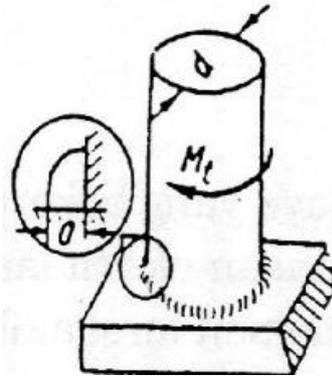
$$\tau = \frac{M}{0,7 W} + \frac{F}{0,7 A} \leq |\tau|$$



Gambar 28. Sambungan T dengan Beban F dan Momen

Untuk sambungan T dengan elemen yang berbentuk silinder dan momen puntir yang bekerja pada silinder tersebut adalah \$Mt\$, sehingga menimbulkan tegangan geser seperti yang ditunjukkan pada gambar 28.

$$\tau_s = \frac{2Mt}{0,7 a d^2} \leq |\tau_s|$$



Gambar 29. Sambungan T Silinder

Ada beberapa macam jenis-jenis Sambungan Las yang dilakukan untuk menyambung logam. Jenis sambungan tergantung pada faktor-faktor seperti ukuran dan profil batang yang bertemu di sambungan, jenis pembebanan, besarnya luas sambungan yang tersedia untuk pengelasan, dan biaya relatif dari berbagai jenis las. Sambungan las terdiri dari lima jenis dasar dengan berbagai macam variasi dan kombinasi yang banyak jumlahnya. Kelima jenis dasar ini adalah sambungan sebidang (*butt*), lewatan (*lap*), tegak (T), sudut, dan sisi.

a. Sambungan Sebidang

Sambungan sebidang dipakai terutama untuk menyambung ujung-ujung plat datar dengan ketebalan yang sama atau hampir sama. Keuntungan utama jenis sambungan ini ialah menghilangkan *eksentrisitas* yang timbul pada sambungan lewatan tunggal. Bila digunakan bersama dengan las tumpul penetrasi sempurna (*full penetration groove weld*), sambungan sebidang menghasilkan ukuran sambungan minimum dan biasanya lebih estetik dari pada sambungan bersusun. Kerugian utamanya ialah ujung yang akan disambung biasanya harus disiapkan secara khusus (diratakan atau dimiringkan) dan dipertemukan secara hati-hati sebelum dilas. Hanya sedikit penyesuaian dapat dilakukan, dan potongan yang akan disambung harus diperinci dan dibuat secara teliti. Akibatnya, kebanyakan sambungan

sebidang dibuat di bengkel yang dapat mengontrol proses pengelasan dengan akurat.

b. Sambungan Lewatan

Sambungan lewatan pada merupakan jenis yang paling umum. Sambungan ini mempunyai dua keuntungan utama:

- 1) Mudah disesuaikan. Potongan yang akan disambung tidak memerlukan ketepatan dalam pembuatannya bila dibanding dengan jenis sambungan lain. Potongan tersebut dapat digeser untuk mengakomodasi kesalahan kecil dalam pembuatan atau untuk penyesuaian panjang.
- 2) Mudah disambung. Tepi potongan yang akan disambung tidak memerlukan persiapan khusus dan biasanya dipotong dengan nyala (api) atau geseran. Sambungan lewatan menggunakan las sudut sehingga sesuai baik untuk pengelasan di bengkel maupun di lapangan. Potongan yang akan disambung dalam banyak hal hanya dijepit (di klem) tanpa menggunakan alat pemegang khusus. Kadang-kadang potongan-potongan diletakkan ke posisinya dengan beberapa baut pemasangan yang dapat.
- 3) Keuntungan lain sambungan lewatan adalah mudah digunakan untuk menyambung plat yang tebalnya berlainan.

c. Sambungan Tegak

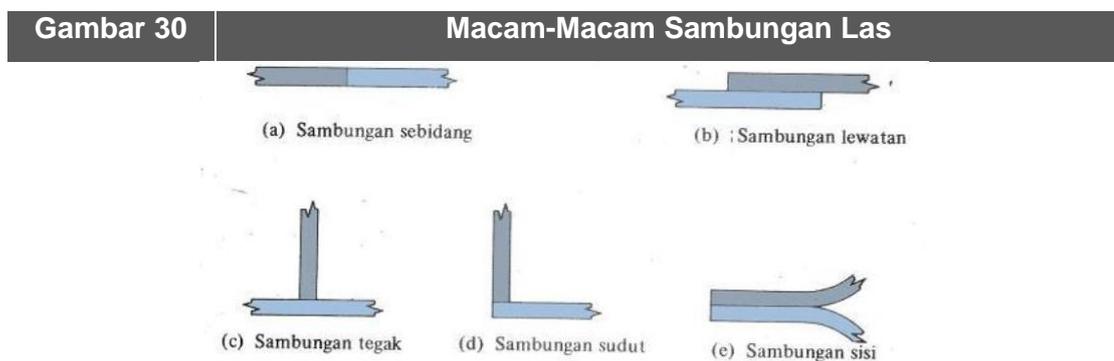
Jenis sambungan ini dipakai untuk membuat penampang bentukan (*built-up*) seperti profil T, profil I, gelagar plat (*plat girder*), pengaku tumpuan atau penguat samping (*bearing stiffener*), penggantung, konsol (*bracket*). Umumnya potongan yang disambung membentuk sudut tegak lurus. Jenis sambungan ini terutama bermanfaat dalam pembuatan penampang yang dibentuk dari plat datar yang disambung dengan las sudut maupun las tumpul.

d. Sambungan Sudut

Sambungan sudut dipakai terutama untuk membuat penampang berbentuk boks segi empat seperti kolom dan balok yang memikul momen puntir yang besar.

e. Sambungan Sisi

Sambungan sisi umumnya tidak struktural tetapi paling sering dipakai untuk menjaga agar dua atau lebih plat tetap pada bidang tertentu atau untuk mempertahankan kesejajaran (*alignment*) awal. Variasi dan kombinasi kelima jenis sambungan las dasar sebenarnya sangat banyak.



Keuntungan Sambungan Las:

- Pertemuan baja pada sambungan dapat melumer bersama elektrode las dan menyatu dengan lebih kokoh (lebih sempurna).
- Konstruksi sambungan memiliki bentuk lebih rapi.
- Konstruksi baja dengan sambungan las memiliki berat lebih ringan.
- Dengan las berat sambungan hanya berkisar 1 – 1,5% dari berat konstruksi, sedangkan dengan paku keling atau baut berkisar 2,5 – 4% dari berat konstruksi.
- Pengerjaan konstruksi relatif lebih cepat.
- Luas penampang batang baja tetap utuh karena tidak dilubangi, sehingga kekuatannya utuh.

Kerugian Sambungan Las :

- Kekuatan sambungan las sangat dipengaruhi oleh kualitas pengelasan. Jika pengelasannya baik maka kekuatan sambungan akan baik, tetapi jika pengelasannya jelek atau tidak sempurna maka kekuatan konstruksi juga tidak baik bahkan membahayakan dan dapat berakibat fatal. Salah satu sambungan las cacat lambat laun akan merembet rusaknya

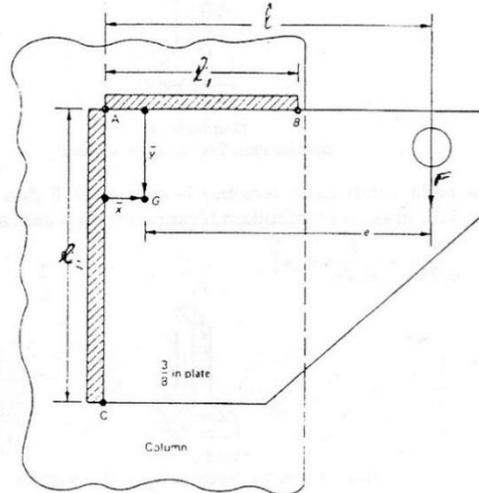
- sambungan yang lain dan akhirnya bangunan dapat runtuh yang menyebabkan kerugian materi yang tidak sedikit bahkan juga korban jiwa.
- b. Konstruksi sambungan tak dapat dibongkar pasang.

Perhitungan Sambungan Las dengan Pembebanan Eksentrik

1. Puntiran pada sambungan las

Gambar 31

Sambungan dengan Pembebanan Eksentrik



Pada gambar 31. memperlihatkan konstruksi sambungan las dengan gaya F yang bekerja di luar daerah logam dengan jarak l terhadap lasan AC, sehingga tegangan yang terjadi adalah akibat beban F terhadap titik G kelompok lasan.

$$\tau = \frac{F}{A} + \frac{Mt}{J}$$

di mana : F = gaya yang bekerja
 A = luas efektif las
 Mt = momen torsi akibat beban F terhadap titik berat lasan
 r = jarak terhadap titik berat daerah lasan
 J = momen tahanan Polar

Titik berat G kelompok lasan terhadap koordinat \bar{x} dan \bar{y} dapat ditulis

$$\bar{x} = \frac{\sum Lix_i}{\sum Li}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum Liy_i}{\sum Li}$$

Jika pusat berat sebagai dasar referensi, maka momen inersia Polar dapat dihitung. Untuk lasan tunggal yang sejajar dengan sumbu x .

$$I_{x(i)}^1 = Liy_i^2$$

$$I_{y(i)}^1 = \frac{Li^3}{12} + Li\bar{x}^2i$$

Jadi momen tahanan Polar untuk lasan tunggal

$$J = I_{x(i)}^1 + I_{y(i)}^1$$

Untuk menghitung tegangan geser pada komponen vertikal dan horizontal dan kombinasi dari keduanya adalah :

$$\tau_{v}^1 = \frac{Fv}{L} + \frac{lF_rH}{\pi}$$

$$\tau_{H}^1 = \frac{Fv}{L} + \frac{lF_rV}{\pi}$$

$$\tau^1 = \sqrt{(\tau_v^1)^2 + \tau_H^1}$$

di mana : F_v = komponen gaya vertikal

F_H = komponen gaya horizontal

r_v = jarak komponen gaya vertikal terhadap titik berat

r_H = jarak komponen gaya horizontal terhadap titik berat

Kaki lasan dapat dihitung dengan membandingkan tegangan geser yang terjadi τ^1 dengan tegangan yang diizinkan dari material lasan yang diketahui dari elektrode yang digunakan, sehingga :

$$U = \frac{\tau^1}{0,707 |\tau|}$$

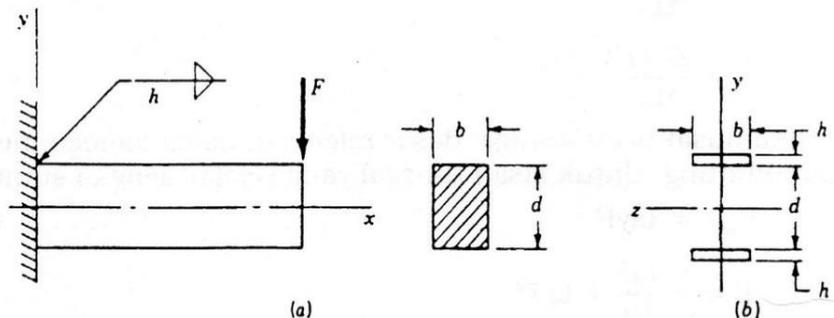
di mana : U = kaki lasan (in)

τ^1 = tegangan geser yang terjadi (lb/in)

$|\tau|$ = tegangan geser yang diizinkan (psi)

2. Lenturan pada Sambungan Las

Gambar 32 Gelagar Persegi Empat yang Dilas pada Tumpuan



Pada gambar 32. menunjukkan bahwa batang yang dilas pada sebuah tumpuan dengan sambungan sudut di sebelah atas dan bawah. Diagram

benda bebas dari gelagar tersebut akan memperlihatkan reaksi gaya geser V dan reaksi momen M . Gaya geser menghasilkan geser pada lasan sebesar :

$$\tau^1 = \frac{V}{A}$$

Momen M menghasilkan tegangan lentur normal σ_b pada lasan, walaupun tidak besar biasanya dalam analisa tegangan las dianggap bahwa tegangan ini bekerja normal pada luas. Dengan memperlakukan kedua tegangan pada gambar 32.b. kita akan mendapatkan momen inersia sebagai berikut :

$$I_n = \frac{b \cdot d^2}{12}$$

Maka momen inersia berdasarkan panjang lasan :

$$I = 0,707 a \cdot \frac{b \cdot d^2}{2}$$

Tegangan normal sekarang didapatkan :

$$\sigma = \frac{M_x}{I} = \frac{M \left(\frac{d}{2} \right)}{0,707 a b \cdot d^2 / 2} = \frac{1,414 M}{b \cdot d \cdot a}$$

Kekuatan Sambungan Las

Pada tabel di bawah terdapat sifat-sifat *elektroda* dari beberapa elektrode :

Tabel 1		Sifat Minimum Logam Las		
Nomor Elektroda	Kekuatan Tarik	Kekuatan Lulus	Persentase Pemanjangan	
AWS	Ksi	Ksi		
E60xx	62	56	17-25	
E70xx	70	57	12	
E80xx	80	67	19	
E90xx	90	77	14-17	
E100xx	100	87	13-16	
E120xx	120	107	14	

AWS = American Welding Society untuk elektroda

Perencana dapat memiliki faktor keamanan atau tegangan yang diizinkan secara mantap, apabila perencana mengetahui standar-standar yang

ditentukan di dalam perencanaan. Salah satu standar yang terbaik adalah kode AISC (*American Institute of Steel Construction*) untuk konstruksi bangunan. Dan kode tersebut mengizinkan pemakaian beberapa konstruksi ASTM (*American Society of Testing and Material*) yang mempunyai kekuatan luluh sekitar 33 – 55 Ksi.

Pada Tabel 3. berisi rumus yang ditetapkan oleh kode tersebut untuk menghitung tegangan yang diizinkan pada kondisi pembebanan:

Tabel 2 Tegangan-Tegangan yang Diizinkan Oleh Kode AISC untuk Logam Las

Jenis Beban	Jenis Sambungan Las	Tegangan yang Diizinkan	Faktor Keamanan N
Tarik	Las Temu	$0,6 \sigma_y$	1,67
Bantalan	Las Temu	$0,9 \sigma \sigma_y$	1,11
Lenturan	Las Temu	$0,6-0,66 \sigma_y$	1,52-1,67
Tekan	Las Temu	$0,6 \sigma_y$	1,67
Geser	Las Temu	$0,4 \sigma_y$	1,44

Sumber: ASTM Hand Book (*American Society of Testing and Material*)

Faktor konsentrasi tegangan lelah terdapat pada tabel 4. sebagaimana yang diusulkan oleh ASTM. Faktor-faktor ini harus dipakai untuk logam yang dilas maupun untuk logam lasnya.

Tabel 3 Faktor Konstruksi Tegangan Lelah

Jenis Sambungan	Kf
Sambungan temu yang diperkuat	1,2
Ujung dari las sudut yang melintang	1,5
Ujung dari las sudut yang sejajar	2,7
Las temu bentuk T dengan sudut tajam	2,0

Sumber: ASTM Hand Book (*American Society of Testing and Material*)

2.2 Sambungan Mur dan Baut

Sambungan mur dan baut adalah sambungan yang menggunakan konstruksi ulir untuk mengikat dua atau lebih komponen permesinan. Sambungan

mur dan baut merupakan jenis dari sambungan semi permanen (dapat dibongkar pasang). Sambungan ulir terdiri dari 2 (dua) bagian, yakni Baut (Inggris = *Bolt*, yakni yang memiliki ulir di bagian luar) dan Mur (Inggris = *Nut*, yakni yang memiliki ulir di bagian dalam).

Fungsi Sambungan mur dan baut dilihat dari konstruksi yang memiliki ulir (yang dapat di bongkar pasang) sambungan mur dan baut memiliki fungsi teknis utama, yaitu digunakan untuk bagian mesin yang memerlukan sambungan dan pelepasan tanpa merusak bagian mesin perawatan. Untuk memegang dan penyesuaian dalam perakitan. Macam-macam baut (*Bolts*) dan mur (*Nuts*), yaitu:

a. Baut

Baut digunakan secara luas dalam industri kendaraan bermotor. Pada kendaraan bermotor terdapat banyak sekali komponen yang dibuat secara terpisah, kemudian disatukan menggunakan baut dan mur agar memudahkan dilakukan pelepasan kembali saat diperlukan, misalnya untuk melakukan pekerjaan perbaikan atau penggantian komponen. Baut biasanya digunakan berpasangan dengan mur. Bagian batang baut yang berulir dimaksudkan untuk menepatkan dengan celah lubang mur.

Untuk mengurangi efek gesekan antara kepala baut dengan benda kerja dapat ditambahkan ring atau *washer* di antara kepala baut dan permukaan benda kerja. *Washer* berbentuk spiral dapat digunakan pada baut untuk membantu mencegah kekuatan sambungan berkurang yang disebabkan baut mengendur akibat getaran.

Konstruksi baut terdiri atas batang berbentuk silinder yang memiliki kepala pada salah satu ujungnya, dan terdapat alur di sepanjang (ataupun hanya di bagian ujung) batang silinder tersebut. Baut terbuat dari bahan baja lunak, baja paduan, baja tahan karat ataupun kuningan. Dapat pula baut dibuat dari bahan logam atau paduan logam lainnya untuk keperluan khusus.

Jenis baut berdasarkan bentuk kepala baut :

1. Segi enam (*hexagon head*)

Kepala baut berbentuk segi enam merupakan bentuk yang paling banyak digunakan.

2. Segi empat (*square head*).

Baut dengan kepala berbentuk segi empat pada umumnya digunakan untuk industri berat dan pekerjaan konstruksi.

Jenis baut berdasarkan fungsinya :

1. Baut tembus

Baut tembus digunakan untuk mengikat dua elemen atau bagian melalui lubang tembus. Jepitan dapat diikat dengan memutar mur sebagai pasangan baut.

2. Baut tap

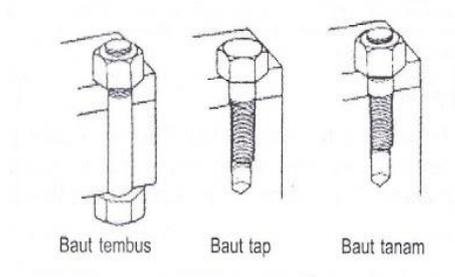
Baut ini digunakan untuk menjepit dua bagian elemen mesin. Untuk mengeratkan penjepitan kita dapat memutar kepala baut yang ulirnya ditapkan.

3. Baut tanam

Baut ini tidak memiliki kepala, namun ada ulir di kedua sisinya. Untuk dapat digunakan sebagai pengikat, baut ditanam (ulir) kemudian pengencangan dengan menggunakan mur pengikat.

Gambar 33

Jenis Baut



Berbagai jenis baut yang umum terdapat di pasaran adalah sebagai berikut :

1. *Carriage bolts/plow bolts*

Plow bolts banyak digunakan pada kayu. Bagian kepala *carriage bolts* berbentuk kubah dan pada bagian leher baut berbentuk empat persegi. Pada saat baut dikencangkan, konstruksi leher baut yang berbentuk empat persegi tersebut akan menekan masuk ke dalam kayu sehingga menghasilkan ikatan yang kuat.

Carriage bolts dibuat dari berbagai bahan logam dan terdapat berbagai ukuran yang memungkinkan penggunaannya dalam berbagai pekerjaan.

Gambar 34

Carriage Bolts



2. *Flange bolts*

Flange bolts merupakan jenis baut yang pada bagian bawah kepala bautnya terdapat bubungan (*flens*). *Flens* yang terdapat pada bagian bawah kepala baut didesain untuk memberikan kekuatan baut seperti bila menggunakan *washer*.

Dengan kelebihanannya tersebut maka penggunaan *flange bolts* akan memudahkan mempercepat selesainya pekerjaan.

Gambar 35

Flange Bolts



3. *Hex bolts*

Hex bolts merupakan baut yang sangat umum digunakan pada pekerjaan konstruksi maupun perbaikan. Ciri umum dari *hex bolts* adalah bagian kepala baut berbentuk segi enam (*hexagonal*).

Hex bolts dibuat dari berbagai jenis bahan, dan setiap bahan memiliki karakter dan kemampuan yang berbeda. Cara terbaik yang dapat dilakukan dalam memilih *hex bolts* yang akan digunakan adalah dengan memilih bahan *hex bolts* disesuaikan dengan persyaratan-persyaratan teknis dari konstruksi yang akan dikerjakan. Beberapa bahan yang digunakan untuk *hex bolts* di antaranya : *stainless steel*, *carbon steel*, dan *alloy steel* yang disepuh atau *cadmium* atau *zinc* untuk mencegah karat.

Gambar 36

Hex bolts



4. *Lag bolts*

Lag bolts merupakan baut dengan ujung baut berbentuk lancip, menyerupai konstruksi sekrup. *Lag bolts* kebanyakan digunakan pada pekerjaan konstruksi lapangan.

Gambar 37

Lag Bolts



5. *Shoulder bolts*

Shoulder bolts merupakan baut yang pada umumnya digunakan sebagai sumbu putar. Konstruksi *shoulder bolts* memungkinkan digunakan pada sambungan maupun aplikasi yang dapat bergerak, bergeser, bahkan berputar. *Shoulder bolts* dapat digunakan pada berbagai komponen yang terbuat dari logam, kayu, dan bahan-bahan lainnya. Dikarenakan sering digunakan sebagai sumbu tumpuan, maka *shoulder bolts* dibuat dari bahan logam yang memiliki ketahanan terhadap gesekan.

Gambar 38

Shoulder Bolts



b. Mur

Mur adalah berbentuk persegi, bulat, atau heksagonal logam blok dengan alur sekrup di dalam. mur digunakan untuk membantu mengencangkan objek bersama-sama dan digunakan bersama dengan sekrup atau baut.

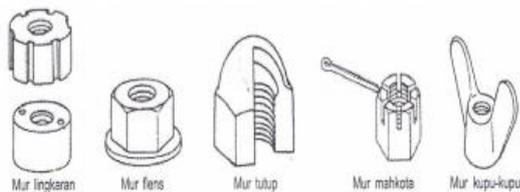
Mur biasanya terbuat dari baja lunak, meskipun untuk keperluan khusus dapat juga digunakan beberapa logam atau paduan logam lain.

Jenis mur yang umum digunakan adalah :

1. Mur segi enam (*hexagonal plain nut*). Digunakan pada semua industri,
2. Mur segi empat (*square nut*). Digunakan pada industri berat dan pada pembuatan bodi kereta ataupun pesawat.
3. Mur dengan mahkota atau dengan *slot* pengunci (*castellated nut and slotted nut*), merupakan jenis mur yang dilengkapi dengan mekanisme penguncian. Tujuannya adalah mengunci posisi mur agar tidak berubah sehingga mur tetap kencang.
4. Mur pengunci (*lock nut*), merupakan mur yang ukurannya lebih tipis dibandingkan mur pada umumnya. Mur pengunci biasanya dipasangkan di bawah mur utama, berfungsi sebagai pengunci posisi mur utama.

Gambar 39

Macam-Macam Mur



Keuntungan dan Kerugian Sambungan mur dan baut

Ditinjau dari sisi teknik sambungan mur dan baut memiliki keuntungan dan kerugian sebagai berikut :

a. Keuntungan Sambungan Ulir

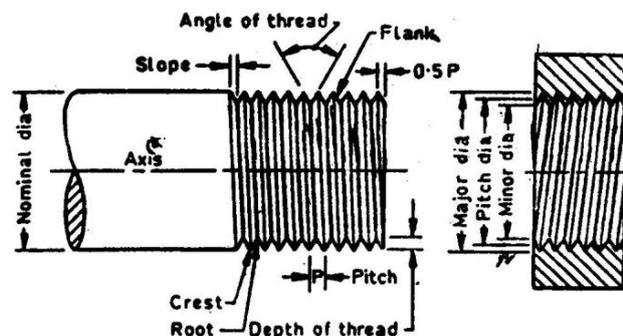
1. Mempunyai reliabilitas (kehandalan) tinggi dalam operasi.
2. Sesuai untuk perakitan dan pelepasan komponen.
3. Suatu lingkup yang luas dari sambungan baut diperlukan untuk beberapa kondisi operasi.
4. Lebih murah untuk diproduksi dan lebih efisien.
5. Lebih mudah dalam pemasangan/penyetelan konstruksi di lapangan.

6. Konstruksi sambungan dapat dibongkar pasang.
 7. Dapat dipakai untuk menyambung dengan jumlah tebal baja $> 4d$ (tidak seperti paku keling dibatasi maksimum $4d$).
 8. Dengan menggunakan jenis baut pas maka dapat digunakan untuk konstruksi berat atau jembatan.
- b. Kerugian Sambungan mur dan baut
1. Konsentrasi tegangan yang pada bagian ulir yang tidak mampu menahan berbagai kondisi beban.
 2. Baut mudah mengakibatkan baja menjadi pecah karena kuat tekannya terlalu tinggi.
 3. Baut mudah mengalami pencicilan leher pada kepala bautnya (*Necked Out*).
 4. Berbicara mengenai tenaga pemasangan yang dilakukan manual, sangat mudah mengalami kesalahan teknis, mulai dari pengencangan baja sampai kelonggaran baut pada sambungan.

Nomenklatur Ulir

Gambar 40

Nomenklatur Ulir



Keterangan :

- a. Mayor diameter
Diameter terbesar pada bagian ulir luar atau bagian ulir dalam dari sebuah sekrup.
- b. Minor diameter
Bagian terkecil dari bagian ulir dalam atau bagian ulir luar atau diameter *root*.

c. *Pitch diameter*

Disebut juga diameter efektif, bagian yang berhubungan baut dan mur.

d. *Pitch*

Jarak dari satu ujung ulir ke ujung ulir berikutnya. Juga dapat diartikan jarak yang ditempuh ulir dalam satu kali putaran.

Bentuk Ulir

a. *British Standard Whitworth (BSW) Thread*

Mata ulir berbentuk segitiga. Aplikasi: untuk menahan vibrasi, aerob, dan *automobil*.

b. *British Association (BA) Thread*

Mata ulir berbentuk segitiga dengan puncak tumpul. Aplikasi: Untuk mengulir pekerjaan yang presisi.

c. *Square Thread*

Mata ulir berbentuk segi empat. Aplikasi: *power transmisi, machine tools, valves, screw jacks*.

d. *Acme thread*

Mata ulir berbentuk trapesium. Aplikasi: *cutting lathe, brass valves, benchvices*.

e. *Knuckle Thread* Mata Ulir Berbentuk Bulat.

Aplikasi: digunakan tugas berat, *railway carriage couplings, hydrant*, dll,

f. *Buttress Thread*

Mata ulir berbentuk gergaji. Aplikasi: memindah daya satu arah, *bench vices*.

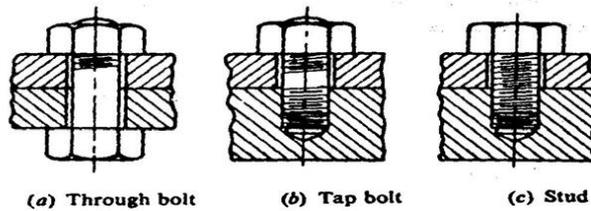
g. *Metric Thread*

Aplikasi: *general purpose*.

Tipe Umum Penyambungan Ulir

Gambar 41

Gambar 42. Bentuk Kepala Sekrup atau Baut



Tegangan yang terjadi pada Baut/Sekrup:

- a. Tegangan yang terjadi akibat beban statis
 1. Tegangan dalam akibat gaya pengencangan.
 2. Tegangan akibat gaya luar
 3. Kombinasi gaya (1) dan (2)
- b. Tegangan internal akibat gaya pengencangan
 1. Tegangan tarik disebabkan pelonggaran baut.
 2. Tegangan geser puntir akibat tahan gesek selama pengencangan.
 3. Tegangan geser pada ulir.
 4. Tegangan tekan pada ulir.
 5. Tegangan tekuk, jika permukaan di bawah kepala baut atau *screw* tidak dalam posisi sempurna terhadap sumbu baut.

Ulir digolongkan menurut bentuk profil penampangnya sebagai berikut : ulir segi tiga, persegi, trapesium, gigi gergaji, dan bulat, bentuk persegi, trapesium, dan gigi gergaji, pada umumnya dipakai untuk penggerak atau penerus gaya , sedangkan ulir bulat dipakai untuk menghindari kemacetan karena kotoran . tetapi bentuk yang paling banyak dipakai adalah ulir segitiga.

Ulir segitiga diklasifikasikan lagi menurut jarak baginya dalam ukuran *metris* dan *inch*, dan menurut ulir kasar dan lembut dan lainnya.

Ukuran ulir uar dinyatakan dengan diameter luar, diameter efektif (diameter di mana tebal profil dan tebal alur dalam arah sumbu adalah sama), dan diameter inti. Untuk ulir dalam, ukuran tersebut dinyatakan dengan diameter efektif , ukuran pembatas yang diizinkan, dan toleransi.

Atas dasar besarnya toleransi, ditetapkan kelas ketelitian sebagai berikut:

Untuk ulir *metris* : kelas 1,2 dan 3. Untuk ulir UNC, UNF UNEF : kelas 3A, 2A, dan 1A, untuk ulir luar. Kelas 3B, 2B, dan 1B untuk ulir dalam. Perlu diterangkan bahwa

ketelitian tertinggi dalam standar JTS adalah kelas 1, dan dalam standar Amerika adalah 3A atau 3B .

Patokan yang dipakai untuk pemilihan kelas adalah sebagai berikut:

- i. Kelas teliti (kelas 1 dalam JTS) untuk ulir teliti
- ii. Kelas sedang (kelas 2 dalam JTS) untuk pemakaian umum.
- iii. Kelas kasar (kelas 3 dalam JTS) untuk ulir yang sukar dikerjakan, misalnya ulir dalam dari lubang yang panjang

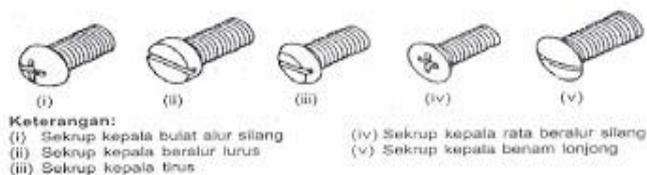
2.3 Sambungan Sekrup

Selain baut yang digunakan sebagai pengikat dengan aplikasi ulir, terdapat pengikat berdimensi kecil, dengan aplikasi ulir untuk jenis beban yang kecil. Pengikatan ini lazim disebut sekrup. *Screw* (sekrup) adalah pengikat berulir luar yang dapat dimasukkan ke dalam lubang bagian rakitan yang telah ada *preform* ulir dalam atau ulir yang dibentuk langsung, dikencangkan atau dilepas dengan memuntir kepalanya. Sebuah sekrup adalah batang dengan ulir terbentuk di permukaannya. Sekrup digunakan untuk mengikat dua benda bersamaan, dan obeng adalah salah satu yang digunakan sebagai alat untuk memutar sekrup pada objek yang akan dipasang sekrup. Beberapa jenis sekrup dapat dipelajari:

a. Sekrup Mesin

Gambar 43

Sekrup Mesin



Sekrup mempunyai bagian ulir dan kepala, biasanya ulir *screws* penuh dari ujung hingga ke bagian bawah kepala *screw*. *Screw drivers* atau obeng adalah digunakan untuk memutar kepala *screws*. Alat pengikat ini digunakan untuk memegang dua atau lebih komponen-komponen bersama-sama dengan beban yang kecil dan

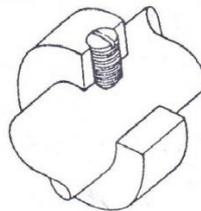
komponen yang paling ujung harus mempunyai lobang dengan ulir yang sama dengan ulir *screw* yang digunakan.

b. Sekrup Penetap

Fungsi sekrup ini hampir sama dengan pasak. Sekrup penetap digunakan untuk menetapkan naf pada poros. Karena menerima beban yang cukup besar sementara dimensinya kecil maka ujung sekrup ini dibuat keras.

Gambar 44

Sekrup Penetap



c. Sekrup Pengetap

Sekrup jenis bentuknya sama dengan baut pengetap, hanya ukurannya kecil. Walaupun ukurannya kecil, tetapi tingkat kekerasannya tinggi. Hal ini bertujuan agar sewaktu dipasang pada lembaran pelat tipis atau lunak, sekrup dapat masuk dan menembus ke dalam.

d. Cap Screw

mempunyai bentuk kepala yang cembung, biasanya heksagonal, dirancang untuk dapat digerakkan oleh sebuah kunci pas atau kunci ring.

e. Sekrup kayu

memiliki tangkai runcing untuk menembus kayu yang belum di tancapkan sekrup.

f. Self-tapping screw

memiliki poros silindris dan pisau tajam yang memotong lubang sendiri, sering digunakan dalam lembaran logam atau plastik.

g. Drywall screw

adalah sekrup yang menekan sendiri.

h. Sekrup set,

tidak memiliki kepala, dan dirancang untuk dimasukkan ke permukaan benda.

i. Sekrup ulir ganda

adalah sekrup kayu dengan dua ujung runcing dan tidak ada kepala, digunakan untuk membuat sambungan tersembunyi di antara dua potong kayu.

Jenis Screw Drive (obeng)

- a. *Spoiler for Screwdrive*: Berbagai alat ada untuk mendorong sekrup ke dalam material yang akan dipasang sekrup. alat tangan yang digunakan untuk memutar sekrup yang tipe *slot-headed* dan *cross-headed* disebut obeng. alat Tangan untuk mengemudi topi sekrup dan jenis lainnya disebut kunci pas (UK penggunaan).
- b. Kepala berbentuk *slot* diputar oleh obeng pipih. kepala berbentuk silang atau x, atau disebut sekrup Phillips memiliki *slot* berbentuk X dan didorong oleh obeng berkepala x, dirancang awalnya pada 1930-an untuk digunakan dengan mesin pemutar mekanis, sengaja dibuat agar pengemudi akan keluar sendiri untuk mencegah pengencangan yang terlalu berlebihan.
- c. *Pozidriv* : telah dipatenkan, mirip dengan kepala silang tapi dengan ketahanan yang lebih baik untuk meleset.
- d. *Hexagonal* atau kepala sekrup *hex*, memiliki lubang dan didorong oleh sebuah kunci heksagonal (kita mengenal sebagai kunci L), kadang-kadang disebut kunci Allen.
- e. pemutar baut *Robertson head*, memiliki lubang persegi dan didorong oleh kekuatan khusus alat-bit atau obeng (ini adalah biaya rendah versi kepala *hex* untuk penggunaan domestik).
- f. *Torx driver*, memiliki *socket splined* dan menerima kunci dengan poros *splined*.
- g. *Tamper-proof torx*, mirip dengan *drive torx*.
- h. *Tri-Wing screw*, yang digunakan oleh *Nintendo* pada *Gameboy*. Ini mempersulit *user* melakukan perbaikan sendiri di rumah.

Perancangan sambungan dengan menggunakan sekrup:

- a. Sekrup atau ulir dibentuk melalui pemotongan alur *helical* secara kontinu pada permukaan silinder. Bila dilakukan pemotongan alur tunggal pada permukaan silinder maka dinamakan *single thread screw* dan jika dilakukan pemotongan alur lainnya pada jarak antar alur pertamanya disebut *double thread screw*.

- b. Sambungan sekrup (*screw joints*) terdiri dari 2 elemen yaitu: mur dan baut. Sambungan sekrup digunakan bila: Untuk bagian mesin yang memerlukan sambungan dan pelepasan tanpa mengakibatkan kerusakan pada komponen mesin, Untuk memegang dan penyesuaian dalam perakitan dan perawatan.

Keuntungan

1. Mempunyai reliabilitas tinggi dalam operasi.
2. Sesuai untuk perakitan dan pelepasan komponen.
3. Suatu lingkup yang luas dari sambungan baut diperlukan untuk beberapa kondisi operasi
4. Lebih murah untuk diproduksi dan lebih efisien.

2.4 Sambungan Keling

Paku keling atau *rivet* adalah salah satu metode penyambungan yang sederhana. Sambungan keling umumnya diterapkan pada jembatan, bangunan, ketel, tangki, kapal dan pesawat terbang. Penggunaan metode penyambungan dengan paku keling ini juga sangat baik digunakan untuk penyambungan pelat-pelat aluminium. Pengembangan penggunaan *rivet* dewasa ini umumnya digunakan untuk pelat-pelat yang sukar dilas dan dipatri dengan ukuran yang relatif kecil. Setiap bentuk kepala *rivet* ini mempunyai kegunaan, masing-masing jenis mempunyai kekhususan dalam penggunaannya.

Sambungan dengan paku keling ini umumnya bersifat permanen dan sulit untuk melepaskannya karena bagian ujung pangkalnya lebih besar dari batang paku kelingnya.

Bagian utama paku keling adalah :

1. Kepala
2. Badan
3. Ekor
4. Kepala lepas

Bahan paku keling

Yang biasa digunakan antara lain adalah baja, *brass*, aluminium, dan tembaga tergantung jenis sambungan/ beban yang diterima oleh sambungan.

Penggunaan umum bidang mesin: *ductile (low carbon), steel, wrought iron*.

Penggunaan khusus : *weight, corrosion, or material constraints apply : copper (+alloys) aluminium (+alloys), monel, All*.

a. Penggunaan Paku Keling

Pemakaian paku keling ini digunakan untuk :

- 1) Sambungan kuat dan rapat, pada konstruksi *boiler (boiler, tangki, dan pipa-pipa tekanan tinggi)*.
- 2) Sambungan kuat, pada konstruksi baja (bangunan, jembatan dan *crane*).
- 3) Sambungan rapat, pada tabung dan tangki (tabung pendek, cerobong, pipa-pipa tekanan).
- 4) Sambungan pengikat, untuk penutup *chassis* (misalnya: pesawat terbang, kapal).

b. Jenis Pembebanan Dalam Paku Keling

Bila dilihat dari bentuk pembebanannya, sambungan paku keling ini dibedakan yaitu: Pembebanan *tangensial* dan Pembebanan eksentrik.

1) Pembebanan *Tangensial*

Pada jenis pembebanan *tangensial* ini, gaya yang bekerja terletak pada garis kerja resultannya, sehingga pembebanannya terdistribusi secara merata ke setiap paku keling yang digunakan.

2) Pembebanan Eksentrik

c. Tipe Sambungan Paku Keling

1) Berdasarkan Penyambungan Plat

- a) *Lap joint* (Sambungan Berimpit) : sambungan yang menempatkan pelat yang akan disambung saling berimpitan dan kedua pelat tersebut disambung dengan paku keling
- b) Pemasangan tipe lap joint biasanya digunakan pada plat yang *overlaps* satu dengan yang lainnya.
- c) *Butt joint* (Sambungan Bilah): sambungan yang menempatkan kedua ujung pelat yang akan disambung saling berdekatan, lalu kedua pelat tersebut ditutup dengan bilah (*strap*), kemudian masing-masing pelat disambungkan dengan bilah menggunakan paku keling

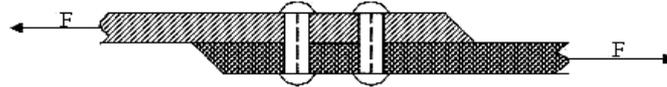
Gambar 45

Tipe Sambungan Paku Keling

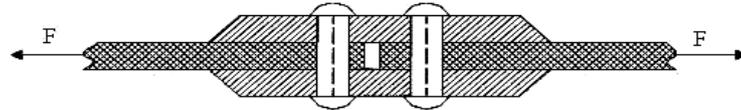
1. Kampuh Bilah Tunggal dikeling Tunggal



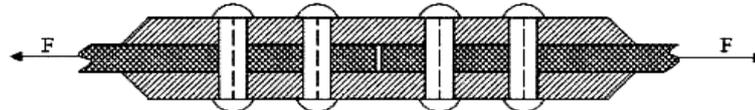
2. Kampuh Bilah Tunggal dikeling Ganda



3. Kampuh Bilah Ganda dikeling Tunggal



4. Kampuh Bilah Ganda dikeling Ganda



2) Berdasarkan Jumlah Baris

a) Sambungan baris tunggal (*single riveted joint*)

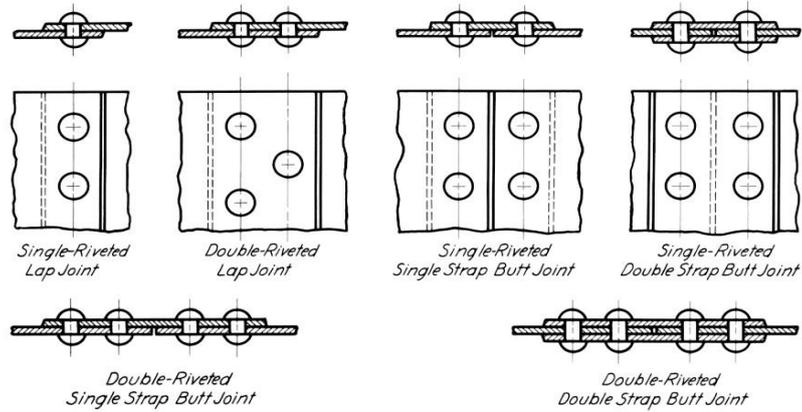
Pada sambungan berimpit, sambungan baris tunggal adalah sambungan yang menggunakan satu baris paku keling pada sistem sambungan. Sedangkan pada sambungan bilah, sambungan baris tunggal adalah sambungan menggunakan satu baris paku masing-masing sisi sambungan.

b) Sambungan baris ganda (*double riveted lap joint*)

Pada sambungan berimpit, sambungan baris ganda adalah sambungan yang menggunakan dua baris paku keling pada sistem sambungan. Sedangkan pada sambungan bilah, sambungan baris ganda adalah sambungan menggunakan dua baris paku masing-masing sisi sambungan

Gambar 46

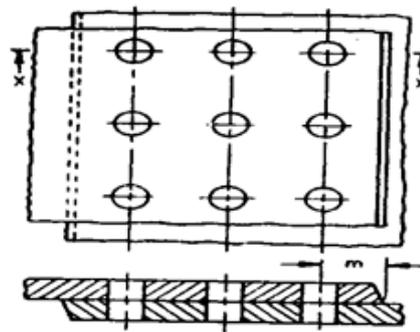
Sambungan Keling



Forms of riveted joints.

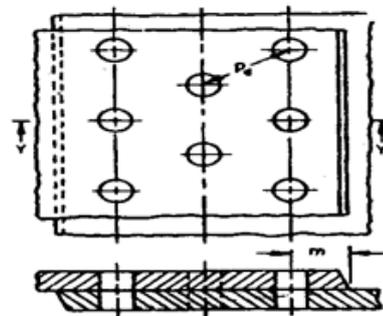
- 3) Berdasarkan Susunan Paku
 - a) Sambungan Rantai

Gambar 47 **Sambungan Rantai**



- b) Sambungan Zig-zag

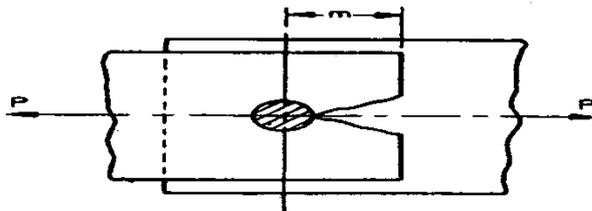
Gambar 48 **Sambungan Zig-zag**



- d. Jenis Kerusakan

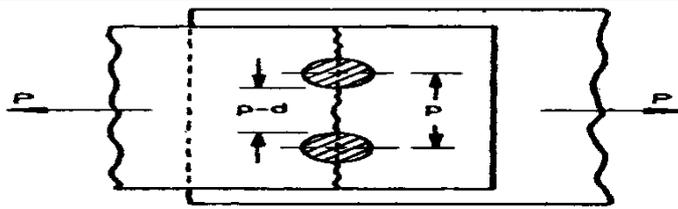
- 1) *Tearing of the plate at ende*: robek pada bagian pinggir dari plat yang dapat terjadi jika margin (m) kurang dari $1.5 d$, dengan d ialah diameter paku keling.

Gambar 49 Robek Pinggiran Plat



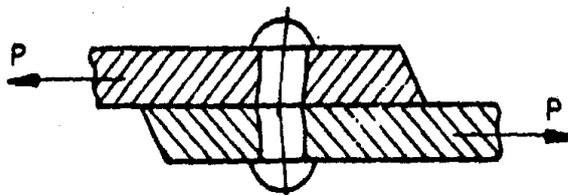
- 2) *Tearing of the plate a cross a row of rivets*: robek pada garis sumbu lubang paku keling dan bersilangan dengan garis gaya.

Gambar 50 Robek Sumbu Lubang



- 3) *Shearing of the rivets*: kerusakan sambungan paku keling karena beban geser.

Gambar 51 Kerusakan Karena Beban Geser



Desain Teknis Keling

- 1) *Pitch*: Jarak dari pusat satu keling ke pusat keling yang sejajar, dinotasikan dengan p .
- 2) *Diagonal pitch*: Jarak antara pusat keling baris berikutnya sambungan keling zig-zag.
- 3) *Back pitch*: Jarak tegak lurus di antara garis pusat dari baris berikutnya.
- 4) *Margin*: Merupakan jarak antara pusat dari lubang keling tepi dari pelat, notasi m .

e. Perhitungan Dalam Paku Keling

1) Perhitungan Kekuatan

- a. Area sobekan per panjang *pitch*

$$At = (p - d) \times t$$

- b. Ketahanan sobek per panjang *pitch*

$$Pt = ft \times At$$

di mana :

p = *pitch* dari keling

d = diameter keling

t = ketebalan plat

ft = tegangan tarik yang diizinkan dari bahan plat

2) Pergeseran pada Keling

- c. Area geser per keling atau luas penampang

$$A_s = \frac{\pi}{4} d^2$$

- d. Tegangan geser

$$\tau_g = \frac{F}{A} \quad N/mm^2$$

sehingga

$$\tau_g = \frac{F}{\frac{\pi}{4} d^2} = \frac{4F}{\pi \cdot d^2} \quad N/mm^2$$

- e. Diameter paku keling

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot \tau_g}}$$

- f. Ketahanan geser keling per panjang *pitch*

$$P_s = \frac{\pi}{4} d^2 f_s n$$

3) Patah (*Crush*) pada Keling

- g. Area patah per *rivet*

$$Ac = d \cdot t$$

- h. Total area patah

$$Ac = n \cdot d \cdot t$$

i. Ketahanan patah keling per panjang *pitch*

$$P_c = n.d.t.f_c$$

di mana :

n : jumlah keling per panjang *pitch*

f_c : tegangan patah yang diizinkan bahan keling

4) Efisiensi Sambungan Keling

j. *Strength of The Riveted Joint* (*P_t*, *P_s*, *P_c*)

k. *Strength of Plate*, $P = p \times t \times f_t$

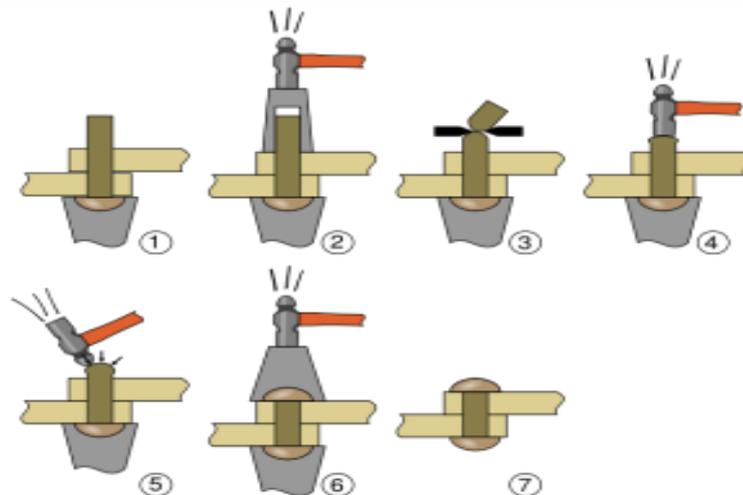
l. Efisiensi Sambungan

$$\eta = \frac{\text{Least of } P_t, P_s, P_c}{P \times t \times f_t}$$

f. Cara Pemasangan

Gambar 52

Cara Pemasangan Keling



keterangan:

1. Plat yang akan disambung dibuat lubang, sesuai diameter paku keling yang akan digunakan. Biasanya diameter lubang dibuat 1.5 mm lebih besar dari diameter paku keling.
2. Paku keling dimasukkan ke dalam lubang plat yang akan disambung.
3. Bagian kepala lepas dimasukkan ke dalam lubang plat yang akan disambung.
4. Dengan menggunakan alat atau mesin penekan (palu), tekan bagian kepala lepas masuk ke bagian ekor paku keling dengan suaian paksa.

5. Setelah rapat/kuat, bagian ekor sisa kemudian dipotong dan dirapikan.
6. Mesin/alat pemasang paku keling dapat digerakkan dengan udara, hidrolik atau tekanan uap tergantung jenis dan besar paku keling yang akan dipasang.
7. Sambungan keling di dapatkan.

g. Keuntungan Dan Kelemahan

1) Keuntungan

Sambungan paku keling ini dibandingkan dengan sambungan las mempunyai keuntungan yaitu :

- a) Bahwa tidak ada perubahan struktur dari logam disambung. Oleh karena itu banyak dipakai pada pembebanan-pembebanan dinamis.
- b) Sambungan keling lebih sederhana dan murah untuk dibuat.
- c) Pemeriksaannya lebih mudah
- d) Sambungan keling dapat dibuka dengan memotong kepala dari *rivet*.

2) Kelemahan

- a) Hanya satu kelemahan bahwa ada pekerjaan mula berupa pengeboran lubang paku kelingnya di samping kemungkinan terjadi karat di sekeliling lubang tadi selama paku keling dipasang. Adapun pemasangan paku keling bisa dilakukan dengan tenaga manusia, tenaga mesin dan bisa dengan peledak (dinamit) khususnya untuk jenis-jenis yang besar.
- b) Paku keling dalam ukuran yang kecil dapat digunakan untuk menyambung dua komponen yang tidak membutuhkan kekuatan yang besar, misalnya peralatan rumah tangga, furnitur, alat-alat elektronika, dll.

Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok)

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut :

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh anda sebelum mempelajari materi pemilihan jenis sambungan? Sebutkan!
2. Bagaimana anda mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
3. Apa topik yang akan anda pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh anda sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
5. Apa bukti yang harus diunjuk kerjakan oleh anda sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan LK-01. Jika anda bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka anda bisa melanjutkan pembelajaran.

LK – 01

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh Anda sebelum mempelajari materi pemilihan sambungan sesuai jenis pekerjaan? Sebutkan!

.....

2. Bagaimana Anda mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....

3. Apa topik yang akan Anda pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....
.....
.....
.....

4. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh Anda sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....

5. Apa bukti yang harus dikerjakan oleh Anda sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....

Aktivitas 1. Memilih Jenis Sambungan

Apa yang anda temukan setelah mengamati kegiatan Mengetahui jenis sambungan? Setiap sambungan terdiri dari jenis sambungan apa saja? Bagaimana memilih sambungan yang tepat sesuai dengan fungsi konstruksi dan karakteristik dari tiap sambungan? Apakah ada hal-hal yang kurang dimengerti atau sebaliknya yang Anda temukan? Diskusikan hasil pengamatan Anda dengan anggota kelompok Anda.

Hasil diskusi dapat Saudara tuliskan pada kertas polio dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanda..

Aktivitas 2. Mengetahui jenis sambungan las

Apa yang anda temukan setelah mengamati kegiatan Mengetahui jenis sambungan las tersebut? Apakah ada hal-hal yang kurang dimengerti atau sebaliknya yang Anda temukan? Diskusikan hasil pengamatan Anda dengan anggota kelompok Anda.

Hasil diskusi dapat Saudara tuliskan pada kertas polio dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan.

Aktivitas 3. Mengetahui jenis sambungan Mur dan Baut

Setelah Anda mencermati materi kegiatan Menganalisis jenis sambungan las pada aktivitas 1, maka pada aktivitas 2 ini Anda akan mendiskusikan jenis sambungan Mur dan Baut.

Hasil diskusi dapat Saudara tuliskan pada kertas polio dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan.

Aktivitas 4. Mengetahui jenis sambungan Sekrup

Setelah Anda mencermati materi-materi kegiatan pada aktivitas 1 dan dua, maka pada aktivitas 3 ini Anda akan melakukan kegiatan mengetahui jenis sambungan sekrup dengan mendiskusikan dengan kelompok Anda.

Hasil diskusi dapat Anda tuliskan pada kertas polio dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan

Aktivitas 5. Mengetahui jenis sambungan Keling

Setelah Anda mencermati materi-materi kegiatan pada aktivitas satu dua dan tiga, maka pada aktivitas 4 ini Anda akan melakukan kegiatan mengetahui sambungan keling dengan mendiskusikan dengan kelompok Anda.

Hasil diskusi dapat Anda tuliskan pada kertas polio dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan

Untuk aktivitas pembelajaran pada kegiatan ini Anda harus menjawab pertanyaan yang di sediakan di sub judul formatif untuk mengetahui apakah Anda sudah menguasai materi secara keseluruhan.

Rangkuman

1. Jenis sambungan yang umum digunakan dalam konstruksi logam di antaranya:
 - a. sambungan las
 - b. sambungan mur dan baut
 - c. sambungan sekrup
 - d. sambungan keling
2. sambungan las dilakukan dengan berbagai cara di antaranya:
 - a. Las resistansi listrik
Las resistansi listrik adalah cara pengelasan di mana permukaan pelat yang disambung ditekankan satu sama lain dan pada saat yang sama arus listrik dialirkan sehingga permukaan tersebut menjadi panas dan mencair karena adanya resistansi listrik
 - b. Las busur listrik
las busur listrik adalah cara pengelasan yang menggunakan *elektroda* sebagai bahan yang akan di cairkan.
 - c. Las *Oxy-Asetilen*
Pengelasan dengan gas *oksi-asetilen* dilakukan dengan membakar bahan bakar gas C_2H_2 dengan O_2 , sehingga menimbulkan nyala api dengan suhu yang dapat mencair logam induk dan logam pengisi. Sebagai bahan bakar dapat digunakan gas-gas *asetilen*, propana atau hidrogen
 - d. Las TIG
Pengelasan dengan gas pelindung argon (*Tungsten Iner Gas*) merupakan salah satu pengembangan dari pengelasan yang telah ada yaitu pengembangan dari pengelasan secara manual yang khususnya untuk pengelasan *non ferro* (aluminium, magnesium kuningan dan lain-lain, baja spesial (*stainless steel*) dan logam-logam anti korosi lainnya
 - e. Las MIG
Gas Metal Arc Welding (GMAW) adalah proses pengelasan yang energinya diperoleh dari busur listrik.
3. Kampuh las adalah bentuk persiapan pada sambungan. Umumnya hanya ada pada sambungan tumpul, namun ada juga pada beberapa bentuk sambungan sudut tertentu, yaitu untuk memenuhi persyaratan kekuatan sambungan sudut

4. Jenis-jenis sambungan Las
 - a. sambungan sebidang
 - b. sambungan lewatan
 - c. sambungan tegak
 - d. sambungan sudut
 - e. sambungan sisi
5. Sambungan mur dan baut adalah sambungan yang menggunakan konstruksi ulir untuk mengikat dua atau lebih komponen permesinan. Sambungan mur dan baut merupakan jenis dari sambungan semi permanen (dapat dibongkar pasang)
6. Baut digunakan untuk menyatukan dengan diapaki bersama mur agar memudahkan dilakukan pelepasan kembali saat diperlukan, misalnya untuk melakukan pekerjaan perbaikan atau penggantian komponen
7. Mur adalah berbentuk persegi, bulat, atau heksagonal logam blok dengan alur sekrup di dalam. mur digunakan untuk membantu mengencangkan objek bersama-sama dan digunakan bersama dengan sekrup atau baut
8. *Screw* (sekrup) adalah pengikat berulir luar yang dapat dimasukkan ke dalam lubang bagian rakitan yang telah ada *perform* ulir dalam atau ulir yang dibentuk langsung, dikencangkan atau dilepas dengan memuntir kepalanya
9. Jenis-jenis sekrup :
 - a. sekrup mesin
 - b. sekrup penetap
 - c. sekrup pengetap
 - d. *cap screw*
 - e. sekrup kayu
 - f. *self-tapping screw*
 - g. *drywall screw*
 - h. sekrup set
 - i. sekrup ulir ganda
10. sambungan keling Paku keling atau *rivet* adalah salah satu metode penyambungan yang sederhana. Penggunaan metode penyambungan dengan paku keling ini juga sangat baik digunakan untuk penyambungan pelat-pelat

aluminium. Pengembangan Penggunaan *rivet* umumnya digunakan untuk pelat-pelat yang sukar dilas dan dipatri dengan ukuran yang relatif kecil. Setiap bentuk kepala *rivet* ini mempunyai kegunaan tersendiri, masing-masing jenis mempunyai kekhususan dalam penggunaannya. Sambungan dengan paku keling ini umumnya bersifat permanen dan sulit untuk melepaskannya karena pada bagian ujung pangkalnya lebih besar daripada batang paku kelingnya.

11. Pembebanan yang terjadi pada paku keling yaitu
 - a. Pembebanan *tangensial*
 - b. Dan pembebanan eksentrik
12. Tipe sambungan paku keling
 - I. Berdasarkan penyambungan pelat
 - a. *Lap Joint*
 - b. *Butt joint*
 - II. Berdasarkan jumlah baris
 - a. Sambungan baris tunggal
 - b. Sambungan baris ganda
 - III. Berdasarkan susunan paku
 - a. Sambungan rantai
 - b. Sambungan zig-zag
13. Jenis kerusakan paku keling
 1. Robek pada pinggir dari plat biasanya dapat terjadi jika margin (m) kurang dari $1.5 d$, dengan d ialah diameter paku keling.
 2. robek pada garis sumbu lubang paku keling dan bersilangan dengan garis gaya.
 3. kerusakan sambungan paku keling karena beban geser.
14. Keuntungan dan Kelemahan
 - 1)Keuntungan

Sambungan paku keling ini dibandingkan dengan sambungan las mempunyai keuntungan yaitu :

 - a) Bahwa tidak ada perubahan struktur dari logam disambung. Oleh karena itu banyak dipakai pada pembebanan-pembebanan dinamis.
 - b) Sambungan keling lebih sederhana dan murah untuk dibuat.

- c) Pemeriksaannya lebih mudah
- d) Sambungan keling dapat dibuka dengan memotong kepala dari paku keling tersebut

2) Kelemahan

- a) Hanya satu kelemahan bahwa ada pekerjaan mula berupa pengeboran lubang paku kelingnya di samping kemungkinan terjadi karat di sekeliling lubang tadi selama paku keling dipasang. Adapun pemasangan paku keling bisa dilakukan dengan tenaga manusia, tenaga mesin dan bisa dengan peledak (dinamit) khususnya untuk jenis-jenis yang besar.
- b) Paku keling dalam ukuran yang kecil dapat digunakan untuk menyambung dua komponen yang tidak membutuhkan kekuatan yang besar, misalnya peralatan rumah tangga, furnitur, alat-alat elektronika, dll.

Formatif

1. Jelaskan fungsi dari tiap jenis sambungan!
2. Jelaskan perbedaan sekrup dan baut!
3. Jelaskan jenis-jenis sambungan las!
4. Apa yang dimaksud dengan kampuh las?
5. Jelaskan kelebihan masing-masing sambungan!

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3 : GAMBAR KERJA KONSTRUKSI LOGAM

1. Tujuan Pembelajaran

Tujuan yang diharapkan setelah Anda mempelajari topik ini adalah :

1. Mengetahui gambar kerja dari berbagai konstruksi seperti konstruksi kuda-kuda, tangga lipat, kursi panjang, tempat tidur, *tralis*, pagar dan menara.

Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

20.19.3 Membuat gambar kerja berbagai benda kerja konstruksi logam sesuai kaidah gambar teknik.

Uraian Materi

3.1 Konstruksi Kuda-kuda

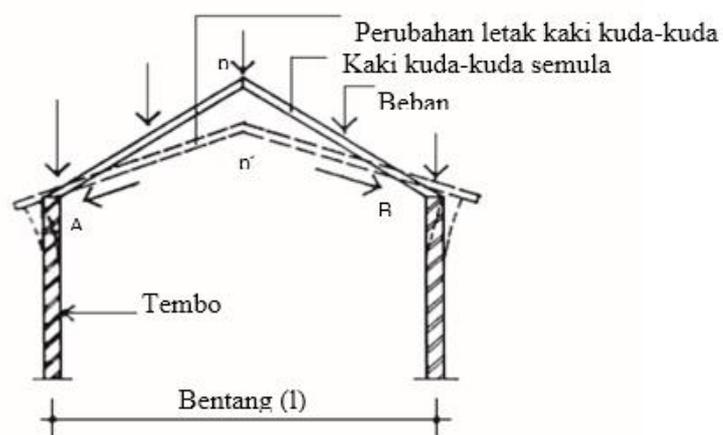
a. Dasar Konstruksi Kuda-Kuda

Ide dasar untuk mendapatkan bentuk konstruksi kuda-kuda seperti urutan gambar di bawah ini:

1. Akibat adanya beban maka titik pertemuan kedua kaki kuda-kuda bagian atas (P) mengalami perubahan letak yaitu turun ke P', sehingga kaki kuda-kuda menekan kedua tembok ke arah samping. Bila tembok tidak kokoh maka akan roboh.

Gambar 53

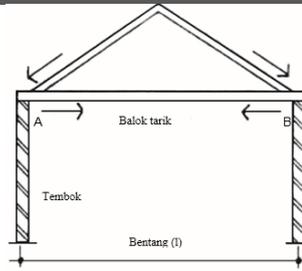
Dasar Konstruksi Kuda-Kuda



2. Untuk mencegah agar kaki kuda-kuda tidak bergerak ke samping perlu dipasang balok horizontal untuk menahan kedua ujung bawah balok kaki

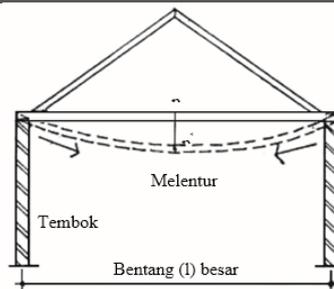
kuda-kuda tersebut. Batang horizontal tersebut dinamakan balok tarik (AB).

Gambar 54 | **Pembebanan pada Kuda-Kuda**



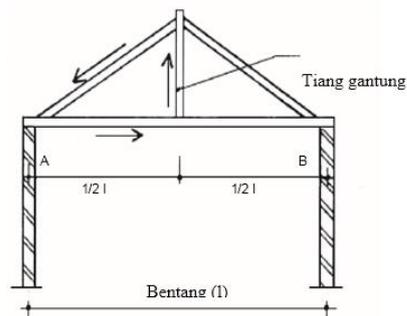
3. Karena bentangan menahan beban yang bekerja dan beban berat sendiri kuda-kuda, maka batang tarik AB akan melentur. Titik P bergerak turun ke titik P', dengan adanya pelenturan, tembok seolah-olah ke dalam.

Gambar 55 | **Lendutan Akibat Pembebanan**



4. Untuk mengatasi adanya penurunan pada batang tarik di ujung atas kaki kuda-kuda dipasang tiang dan ujung bawah tiang menggantung tengah-tengah batang tarik AB yang disebut tiang gantung.

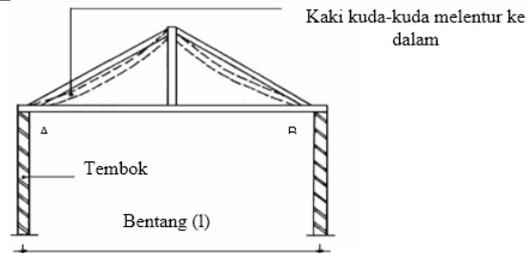
Gambar 56 | **Penyangga Kuda-Kuda**



5. Semakin besar beban yang bekerja dan bentangan yang panjang, sehingga kaki kuda-kuda yang miring mengalami pelenturan. Dengan

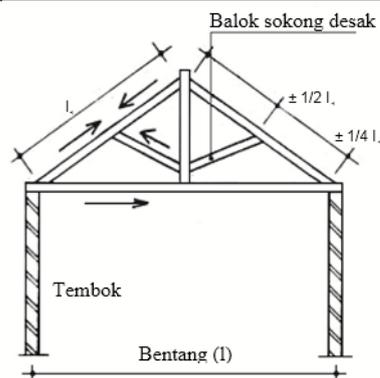
adanya pelenturan pada kaki kuda-kuda maka bidang atap akan kelihatan cekung ke dalam, ini tidak boleh terjadi.

Gambar 57 Kaki Kuda-Kuda Melentur ke Dalam



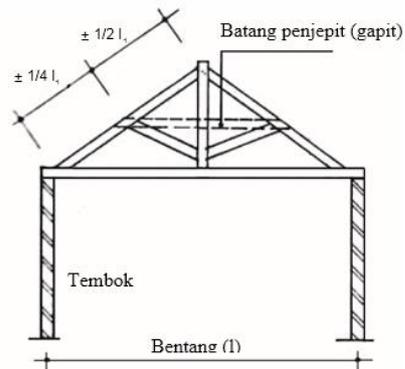
6. Untuk mencegah pelenturan pada kaki kuda-kuda perlu dipasang batang sokong atau *skoor* di mana ujung bawah *skoor* memancang pada bagian bawah tiang gantung ujung atas *skoor* menopang bagian tengah kuda-kuda. Dengan demikian pelenturan dapat dicegah.

Gambar 58 Balok Sokong Desak



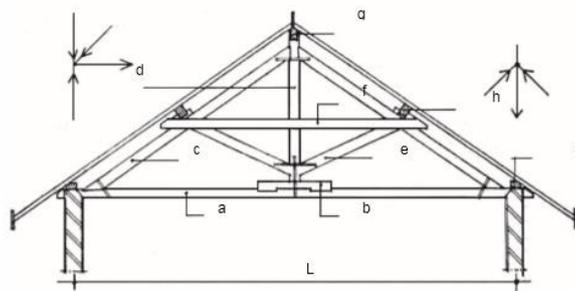
7. Pada bangunan-bangunan yang berukuran besar, kemungkinan konstruksi kuda-kuda melentur pada bidangnya karena kurang begitu kaku. Untuk itu perlu diperkuat dengan dua batang kayu horizontal yang diletakkan kira kira di tengah-tengah tinggi tiang gantung.

Gambar 59 Batang Penjepit



Gambar 60

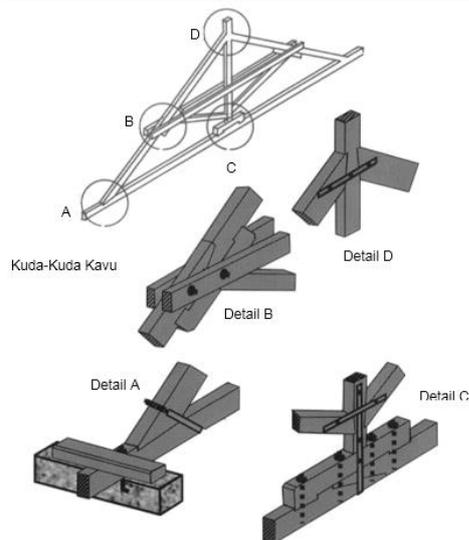
Batang-Batang Konstruksi Kuda-Kuda



- a. Balok tarik
- b. Balok kunci
- c. Kaki kuda-kuda
- d. Tiang gantung
- e. Batang sokong
- f. Balok gapit
- g. Balok bubungan
- h. Balok gording
- i. Balok tembok
- j. Balok bubungan miring
- k. Balok tunjang
- l. Tiang pincang
- m. Balok pincang

Gambar 61.

Sambungan Sudut Tepi



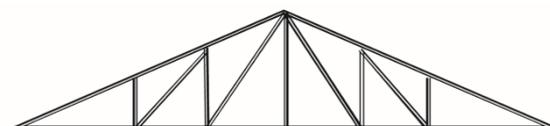
b. Tipe Kuda-Kuda

2.

Tipe Pratt

Gambar 62

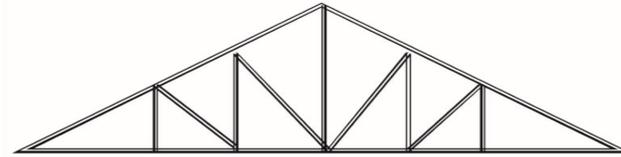
Kuda-Kuda Tipe Pratt



3. Tipe *Howe*

Gambar 63

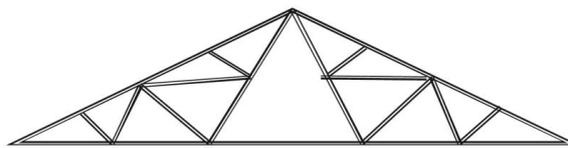
Kuda-Kuda Tipe *Howe*



4. Tipe *Fink*

Gambar 64

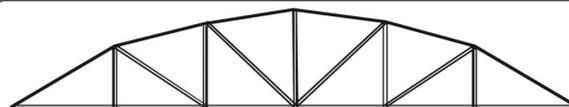
Kuda-Kuda Tipe *Fink*



5. Tipe *Bowstring*

Gambar 65

Kuda-Kuda Tipe *Bowstring*



6. Tipe *Sawtooth*

Gambar 66

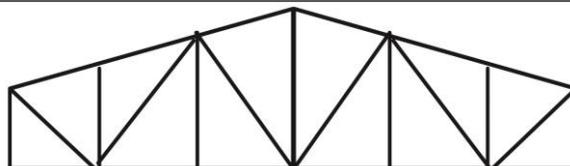
Kuda-Kuda Tipe *Sawtooth*



7. Tipe *Waren*

Gambar 67

Kuda-Kuda Tipe *Waren*



c. Bentuk-Bentuk Kuda-Kuda

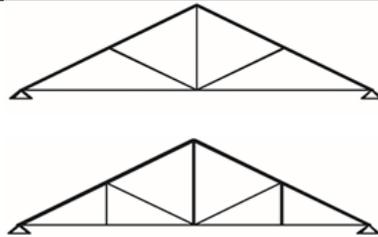
Berikut ditampilkan kuda-kuda berdasarkan bentang dan jenis bahannya, yaitu:

1. Bentangan 3 – 4 meter

Digunakan pada bangunan rumah bentang sekitar 3 sampai dengan 4 meter, bahannya dari kayu, atau beton bertulang.

Gambar 68

Kuda-Kuda Bentang 3-4 Meter



2. Bentang 4 – 8 meter

Untuk bentang sekitar 4 – 8 meter, bahan dari kayu beton bertulang.

Gambar 69

Kuda-Kuda Bentang 4 – 8 Meter

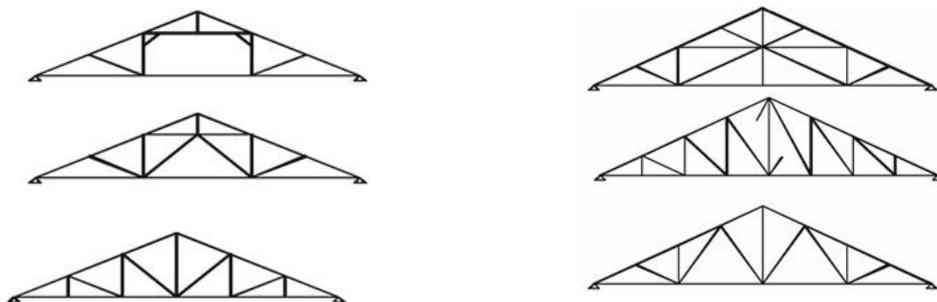


3. Bentangan 9-16 meter

Untuk bentang 9 sampai dengan 16 meter, bahan dari baja (*double angle*)

Gambar 70

Kuda-Kuda Bentang 9 – 16 Meter

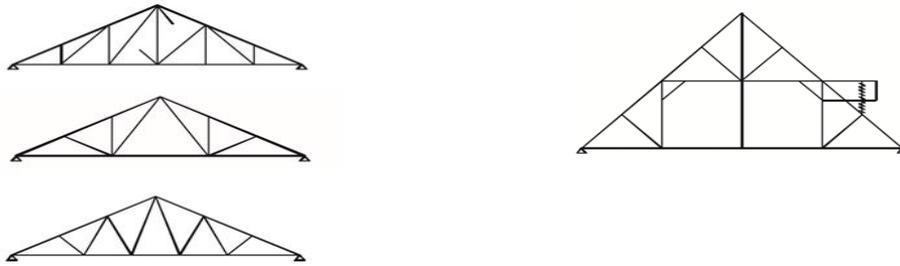


4. Bentangan 20 Meter

Bentang maksimal sekitar 20 m, bahan dari baja (*double angle*) dan kuda-kuda atap sebagai loteng, bahan dari kayu.

Gambar 71

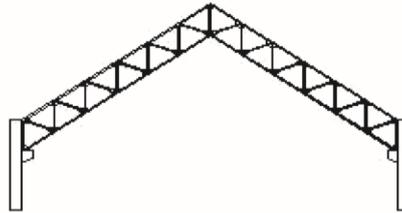
Kuda-Kuda Bentang 20 Meter



5. Kuda-Kuda Baja Profil Siku

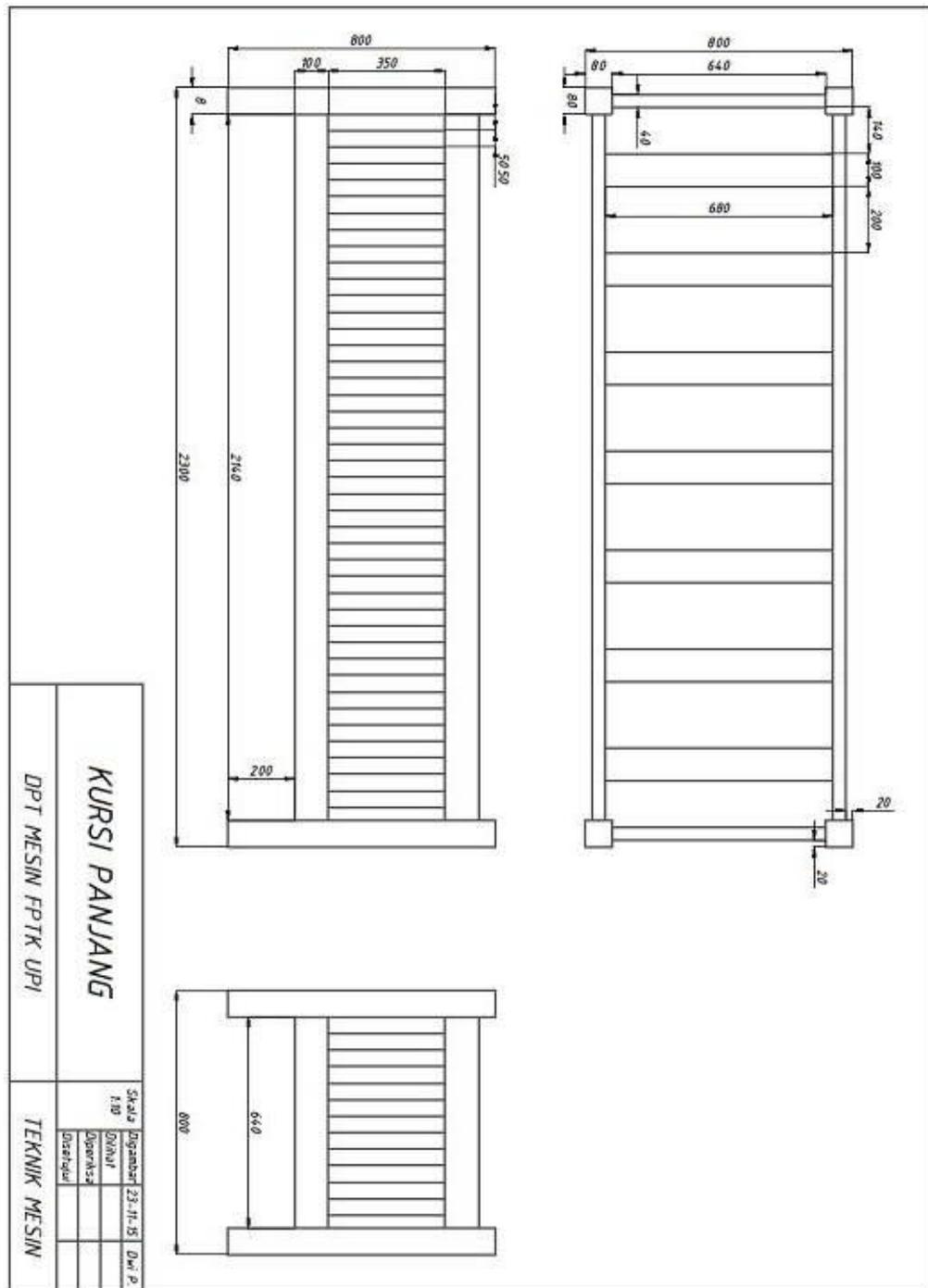
Gambar 72

Kuda-Kuda Baja Profil Siku-Siku

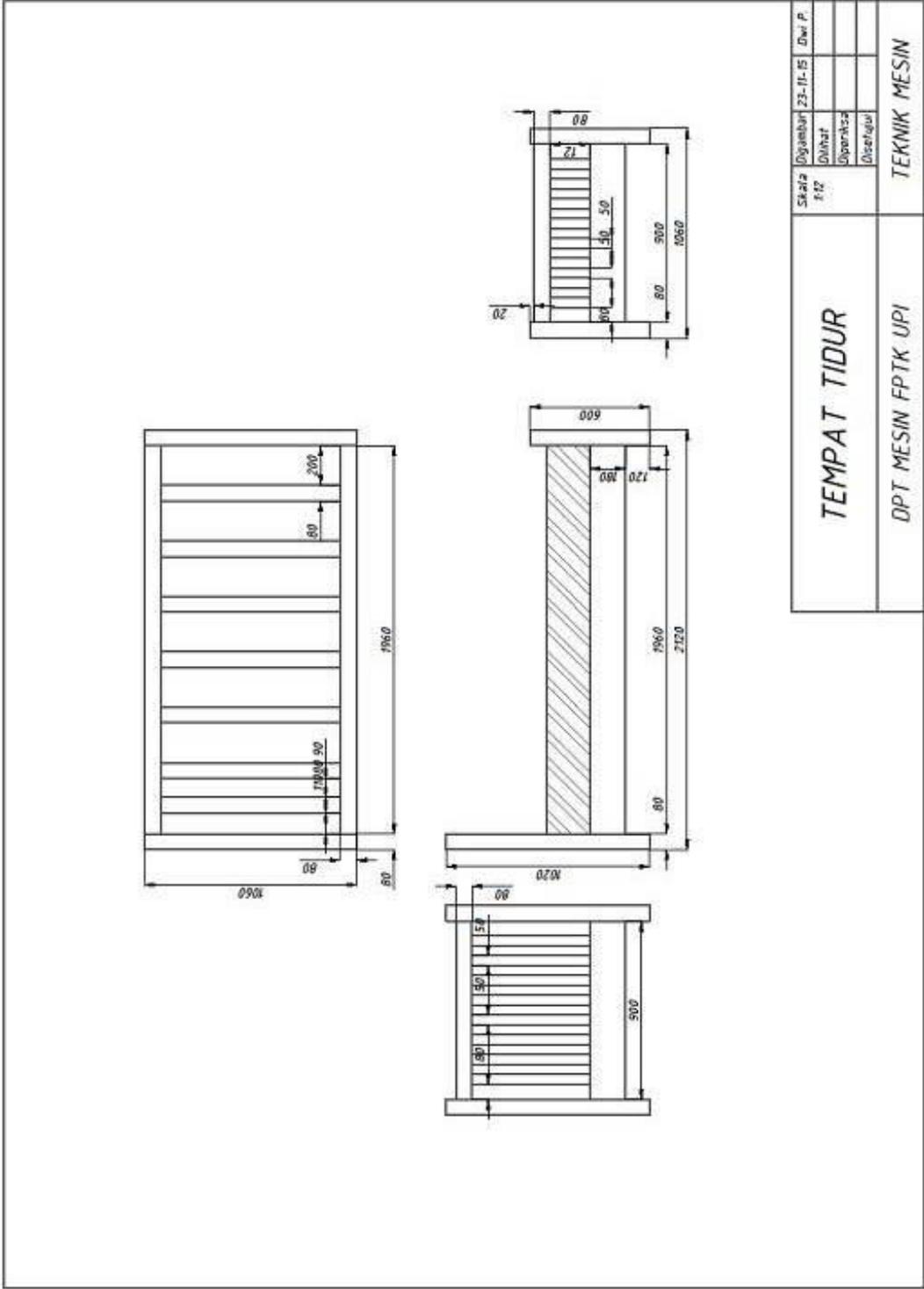


3.2 Gambar Kerja

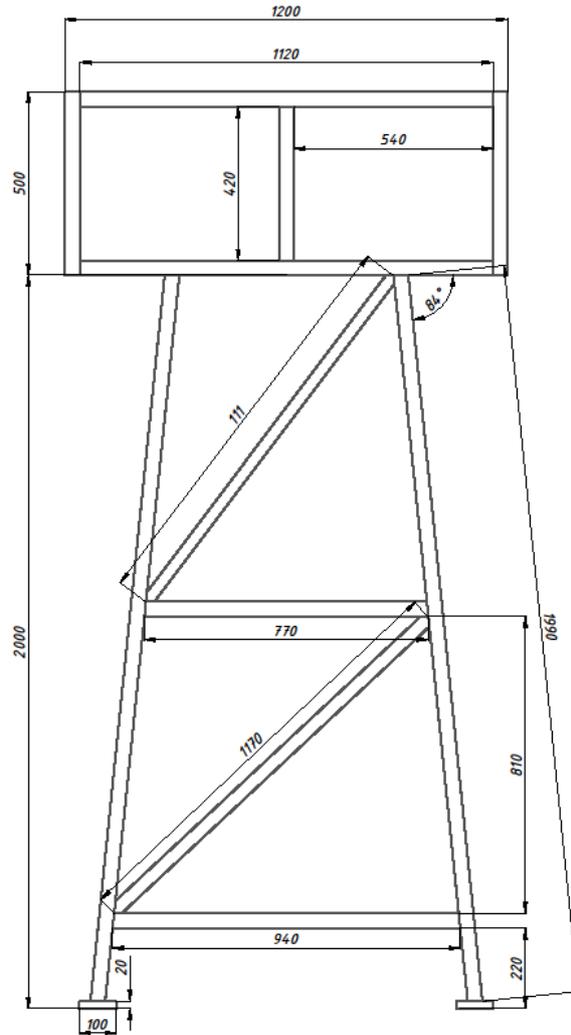
Selain konstruksi kuda-kuda, penerapan konstruksi logam bisa dilihat untuk konstruksi kursi, tempat tidur, terali, pagar, dan menara. Seperti pada gambar



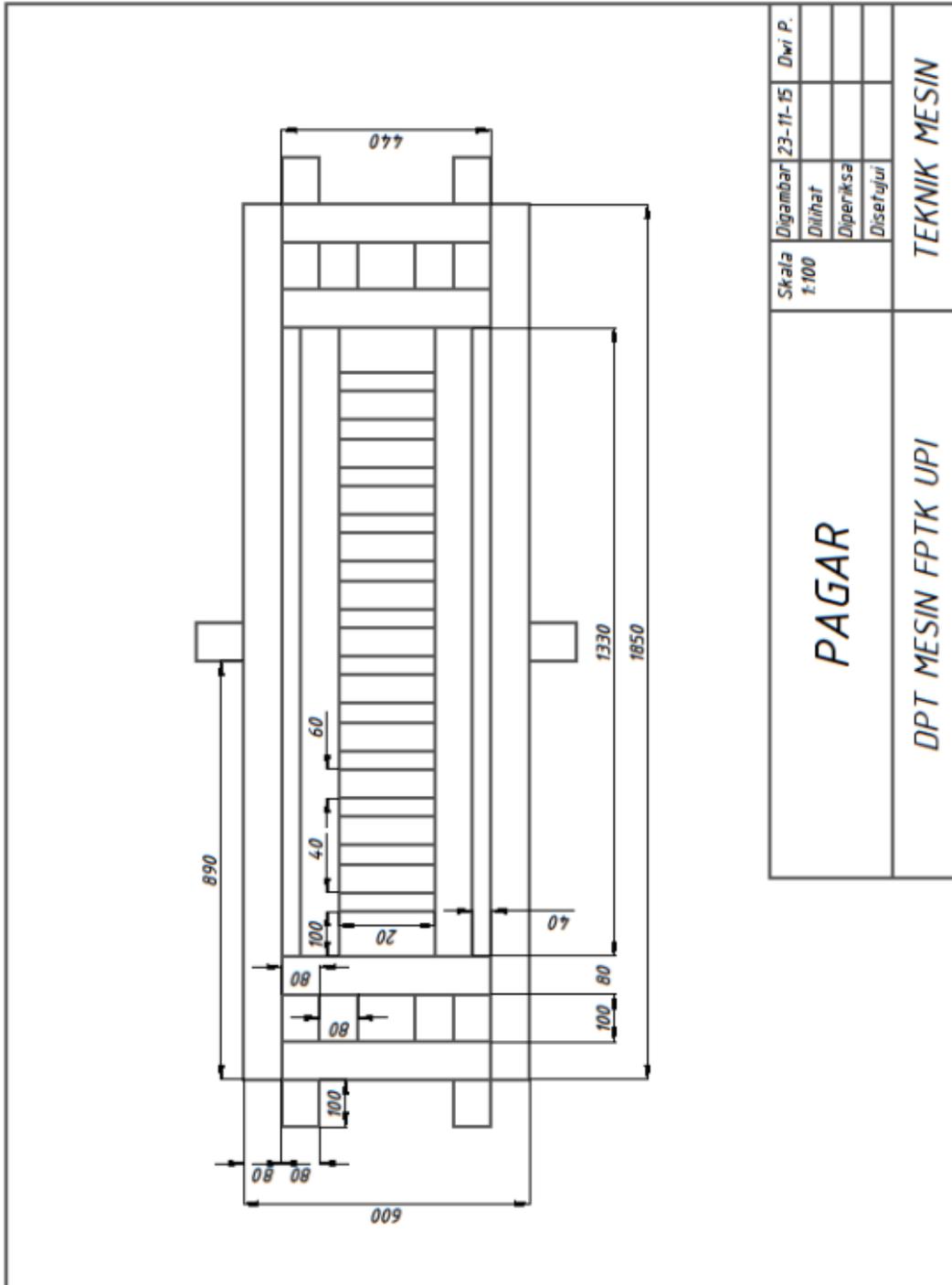
berikut:



Skala 1:12	Digambar	23-11-15	Dwi P.
	Dibuat		
	Diperiksa		
	Ditandatangani		
TEMPAT TIDUR		TEKNIK MESIN	
DPT MESIN FPTK UPI			



MENARA AIR	Skala	Digambar	23-11-15	Dwi P.
	1:10	Dilihat		
		Diperiksa		
		Disetujui		
DPT MESIN FPTK UPI		TEKNIK MESIN		



Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok)

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut :

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh anda sebelum mempelajari materi gambar kerja konstruksi logam? Sebutkan!
2. Bagaimana anda mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
3. Apa topik yang akan anda pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh anda sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
5. Apa bukti yang harus diunjuk kerjakan oleh anda sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan LK-02. Jika anda bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka anda bisa melanjutkan pembelajaran.

LK – 02

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh Anda sebelum mempelajari materi gambar kerja konstruksi logam? Sebutkan!

.....
.....
.....
.....

2. Bagaimana Anda mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....

3. Apa topik yang akan Anda pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....
.....
.....
.....

4. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh Anda sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....

5. Apa bukti yang harus dikerjakan oleh Anda sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....

Aktivitas 1. Mengetahui jenis konstruksi Kuda-kuda

Apa yang anda temukan setelah mengamati kegiatan Mengetahui jenis konstruksi Kuda-kuda tersebut? Apakah ada hal-hal yang kurang dimengerti atau sebaliknya yang Anda temukan? Diskusikan hasil pengamatan Anda dengan anggota kelompok Anda.

Hasil diskusi dapat Saudara tuliskan pada kertas polio dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan.

Aktivitas 2. Membuat gambar kerja dari berbagai konstruksi

Setelah Anda mencermati materi kegiatan Mengetahui konstruksi Kuda-kuda pada aktivitas 1, maka pada aktivitas 2 ini Anda akan mendiskusikan Mengenai jenis-jenis gambar kerja untuk konstruksi pagar, kursi panjang, menara, tangga lipat, terali

jendela. Buatlah gambar kerja dari konstruksi tersebut sesuai dengan standarisasi gambar teknik.

Hasil gambar kerja yang Saudara buat dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan.

Untuk aktivitas pembelajaran pada kegiatan ini Anda harus mengakhiri menjawab pertanyaan yang di sediakan di sub judul Formatif untuk mengetahui apakah Anda sudah menguasai materi secara keseluruhan.

Rangkuman

1. Dasar konstruksi kuda-kuda
 - a. kaki kuda-kuda menekan kedua tembok ke arah samping
 - b. untuk mencegah agar kaki kuda-kuda tidak bergerak ke samping
 - c. karena bentangan menahan beban yang bekerja dan beban berat sendiri sehingga mengalami lenturan
 - d. untuk mengatasi adanya penurunan pada batang tarik di ujung atas
 - e. mencegah kaki kuda-kuda melentur ke dalam
 - f. pemasangan sokong di ujung bawah agar menahan bagian tengah kuda-kuda
2. Tipe kuda-kuda
 - a. tipe *pratt*
 - b. tipe *howe*
 - c. tipe *fink*
 - d. tipe *bowstring*
 - e. tipe *sawtooth*
 - f. tipe *waren*
3. konstruksi lain seperti konstruksi tangga lipat konstruksi kursi, tempat tidur, terali, pagar, dan menara menggunakan dasar-dasar konstruksi seperti konstruksi kuda-kuda hanya saja di sesuaikan dengan kebutuhan sehingga

Formatif

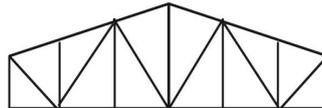
1. Fungsi utama Balok sokong desak ...
 - a. Menahan konstruksi agar tidak roboh
 - b. Menopang bagian tengah kuda-kuda
 - c. Mengatasi adanya penurunan pada batang tarik di ujung atas kaki kuda-kuda dipasang tiang dan ujung bawah tiang menggantung

d. Menahan beban yang bekerja dan beban berat sendiri kuda-kuda

2. Yang bukan jenis kuda-kuda adalah ...

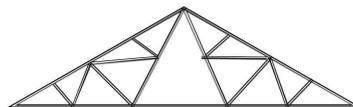
- a. *Howe*
- b. *Waren*
- c. *Fink*
- d. *Stringtooth*

3. Gambar di bawah ini termasuk jenis profil kuda-kuda tipe ...



- a. *Howe*
- b. *Waren*
- c. *Fink*
- d. *Pratt*

4. Gambar di bawah ini termasuk jenis profil kuda-kuda tipe ...



- a. *Howe*
- b. *Waren*
- c. *Fink*
- d. *Pratt*

5. Buatlah konstruksi logam pada tangga lipat.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 4 : PERHITUNGAN KONSTRUKSI BAHAN

1. Tujuan Pembelajaran

Tujuan yang diharapkan setelah Anda mempelajari topik ini adalah :

1. Mampu memperhitungkan keperluan bahan untuk pembuatan benda sesuai gambar

Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

20.30.1 Menghitung kebutuhan bahan sesuai gambar kerja dan jenis bahan.

Uraian Materi

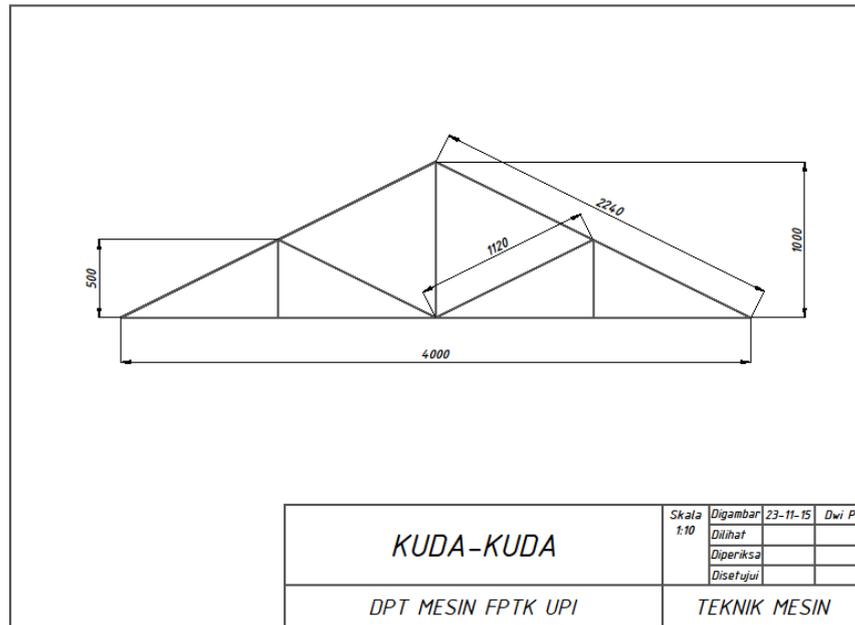
4.1 Perhitungan Keperluan Bahan untuk Pembuatan Benda Kerja sesuai Gambar

Perhitungan bahan yang harus dihitung akan menentukan jumlah bahan yang harus disediakan oleh pembuat konstruksi logam tersebut. Perhitungan yang tepat akan meminimalisasi kesalahan bahkan pemborosan yang akan terjadi akibat dari kesalahan pada perencanaan pembuatan konstruksi. Berikut akan dibahas tentang perhitungan keperluan bahan untuk pembuatan benda kerja sesuai dengan gambar kerja untuk konstruksi kuda-kuda, kursi panjang, tempat tidur, *tralis*, pagar, dan menara.

- a. Perhitungan bahan untuk konstruksi kuda-kuda ukuran bentang 3 – 4 meter

Gambar 73

Konstruksi Kuda-Kuda



Pada gambar 72 telah tertera ukuran yang diperlukan untuk membuat konstruksi kuda-kuda dengan bentang 4 m. Jadi bahan yang diperlukan adalah:

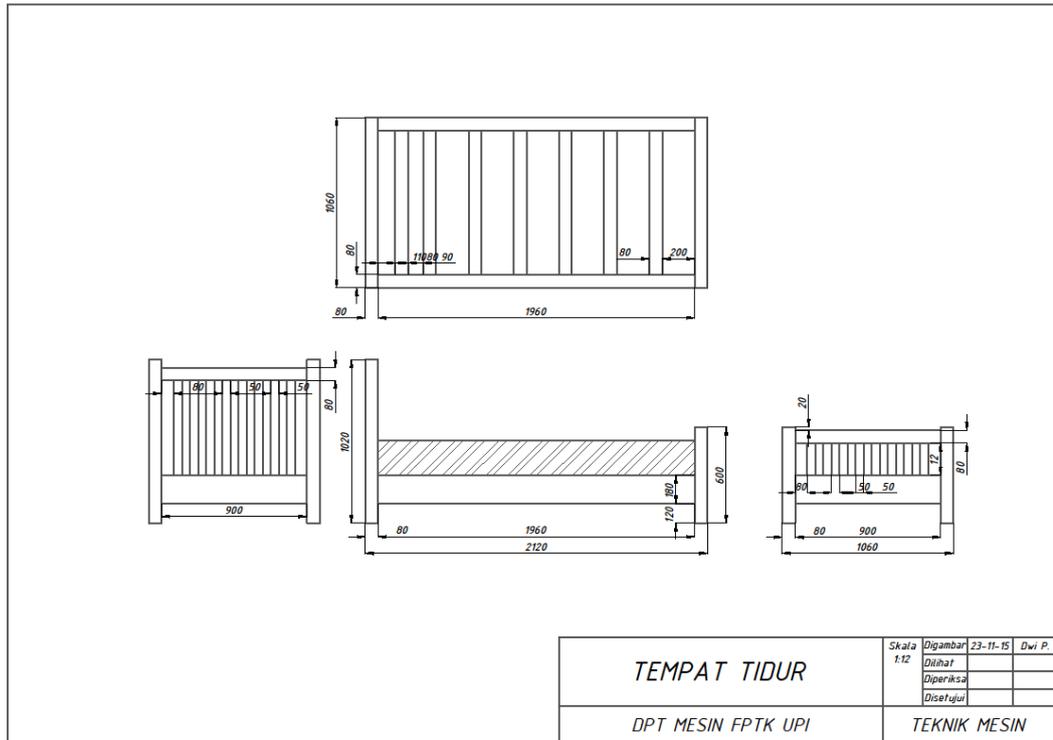
1. Baja karbon ukuran 8 x 8 cm dengan panjang 400 cm = 1 buah
2. Baja karbon ukuran 8 x 8 cm dengan panjang 100 cm = 1 buah
3. Baja karbon ukuran 8 x 8 cm dengan panjang 50 cm = 2 buah
4. Baja karbon ukuran 8 x 8 cm dengan panjang 224 cm = 2 buah
5. Baja karbon ukuran 8 x 8 cm dengan panjang 112 cm = 2 buah

Sehingga keseluruhan bahan yang diperlukan untuk membuat kuda-kuda dengan bentang 4m sesuai gambar 72 adalah Baja karbon ukuran 8 x 8 cm dengan panjang 1272 cm.

b. Perhitungan bahan untuk konstruksi kursi panjang

Gambar 74

Konstruksi Kursi Panjang



Pada gambar 74 telah tertera ukuran yang diperlukan untuk membuat konstruksi tempat tidur. Jadi bahan yang diperlukan adalah:

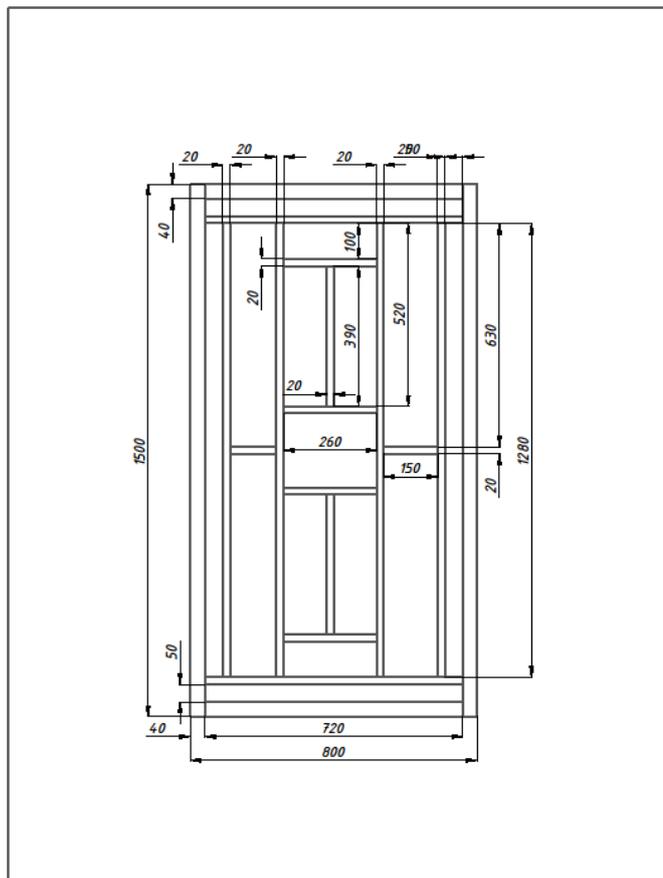
1. Baja karbon ukuran 8 x 8 cm dengan panjang 102 cm = 2 buah
2. Baja karbon ukuran 8 x 8 cm dengan panjang 60 cm = 2 buah
3. Baja karbon ukuran 8 x 8 cm dengan panjang 90 cm = 9 buah
4. Baja karbon ukuran 18 x 8 cm dengan panjang 196 cm = 2 buah
5. Baja karbon ukuran 18 x 8 cm dengan panjang 90 cm = 2 buah
6. Baja karbon ukuran 5 x 3 cm dengan panjang 59 cm = 8 buah
7. Baja karbon ukuran 5 x 3 cm dengan panjang 12 cm = 8 buah

Sehingga keseluruhan bahan yang diperlukan untuk membuat tempat tidur sesuai gambar 74 adalah :

1. Baja karbon ukuran 8 x 8 cm = 1134 cm
2. Baja karbon ukuran 18 x 8 cm = 572 cm
- Baja karbon ukuran 5 x 3 cm = 568 cm

d. Perhitungan bahan untuk konstruksi *tralis*

Gambar 76 Konstruksi Tralis Jendela



TERALIS JENDELA

Skala	Digambar	23-11-15	Dwi P.
1:10	Dilihat		
	Dikerjakan		
	Disetujui		

Pada gambar 75 teralis jendela ukuran yang diperlukan untuk membuat konstruksi teralis jendela menjadi bahan yang diperlukan adalah:

1. Baja karbon ukuran 4 x 4 cm dengan panjang 150 cm = 2 buah
2. Baja karbon ukuran 4 x 4 cm dengan panjang 72 cm = 2 buah
3. Baja karbon ukuran 4 x 2 cm dengan panjang 72 cm = 2 buah
4. Baja karbon ukuran 4 x 2 cm dengan panjang 128 cm = 4 buah
5. Baja karbon ukuran 4 x 2 cm dengan panjang 26 cm = 4 buah
6. Baja karbon ukuran 4 x 2 cm dengan panjang 39 cm = 2 buah
7. Baja karbon ukuran 4 x 2 cm dengan panjang 15 cm = 2 buah

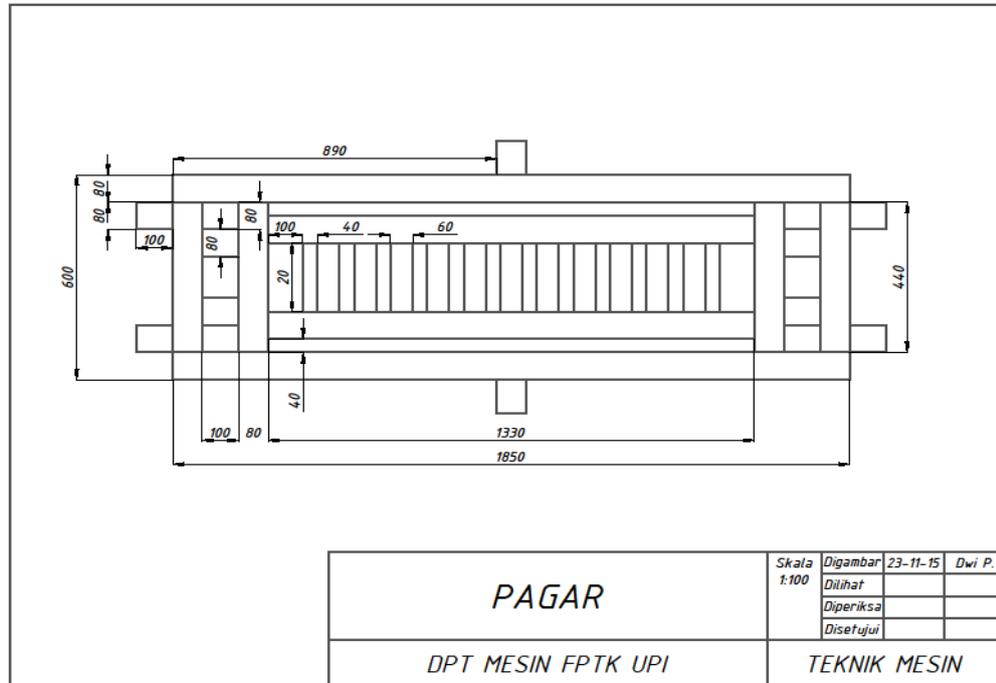
Sehingga keseluruhan bahan yang diperlukan untuk membuat teralis jendela sesuai gambar 75 adalah :

1. Baja karbon ukuran 4 x 4 cm = 444 cm
2. Baja karbon ukuran 4 x 2 cm = 868 cm

e. Perhitungan bahan untuk konstruksi pagar

Gambar 77

Konstruksi Pagar



Pada gambar 76 telah tertera ukuran yang diperlukan untuk membuat konstruksi pagar. Jadi bahan yang diperlukan adalah:

1. Baja karbon ukuran 8 x 8 cm dengan panjang 10 cm = 10 buah
2. Baja karbon ukuran 8 x 8 cm dengan panjang 185 cm = 2 buah
3. Baja karbon ukuran 8 x 8 cm dengan panjang 44 cm = 2 buah
4. Baja karbon ukuran 8 x 8 cm dengan panjang 133 cm = 2 buah
5. Baja karbon ukuran 4 x 4 cm dengan panjang 20 cm = 12 buah

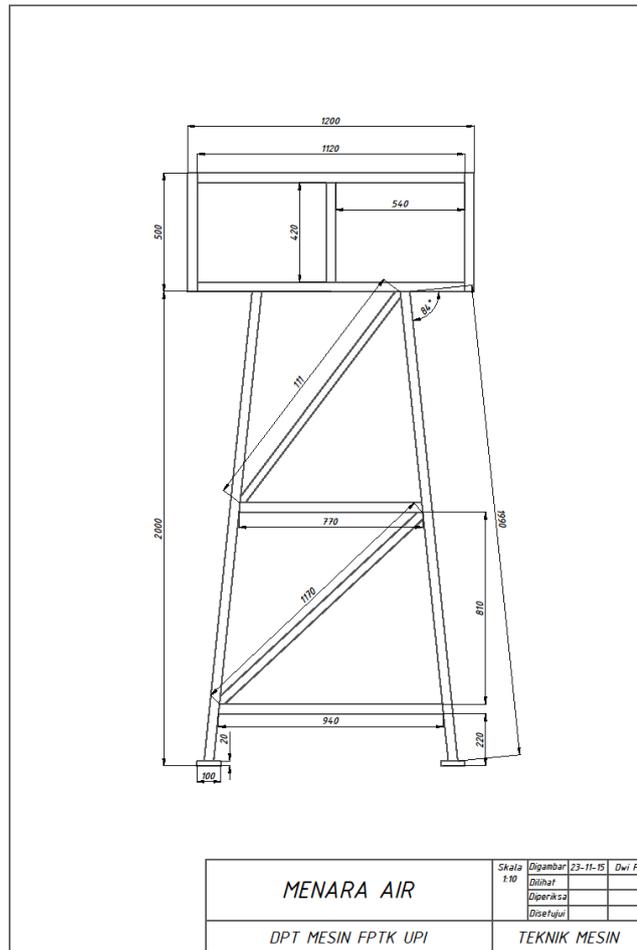
Sehingga keseluruhan bahan yang diperlukan untuk pagar sesuai gambar 76 adalah :

1. Baja karbon ukuran 8 x 8 cm = 824 cm
2. Baja karbon ukuran 4 x 4 cm = 240 cm

f. Perhitungan bahan untuk konstruksi menara

Gambar 78

Konstruksi Menara Air



Pada gambar 77 telah tertera ukuran yang diperlukan untuk membuat konstruksi menara air. Jadi bahan yang diperlukan adalah:

1. Baja karbon siku ukuran 4 x 4 cm dengan panjang 199 cm = 4 buah
2. Baja karbon siku ukuran 4 x 4 cm dengan panjang 94 cm = 4 buah
3. Baja karbon siku ukuran 4 x 4 cm dengan panjang 117 cm = 2 buah
4. Baja karbon siku ukuran 4 x 4 cm dengan panjang 77 cm = 4 buah
5. Baja karbon siku ukuran 4 x 4 cm dengan panjang 11 cm = 2 buah
6. Baja karbon siku ukuran 4 x 4 cm dengan panjang 112 cm = 10 buah
7. Baja karbon siku ukuran 4 x 4 cm dengan panjang 50 cm = 4 buah
8. Baja karbon siku ukuran 4 x 4 cm dengan panjang 42 cm = 4 buah
9. Baja karbon ukuran 10 x 2 cm dengan panjang 10 cm = 4 buah

Sehingga keseluruhan bahan yang diperlukan untuk membuat menara air sesuai gambar 77 adalah :

1. Baja karbon ukuran 8 x 8 cm = 3224 cm
2. Baja karbon ukuran 10 x 2 cm = 40 cm

Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok)

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut :

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh anda sebelum mempelajari materi perhitungan konstruksi bahan? Sebutkan!
2. Bagaimana anda mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
3. Apa topik yang akan anda pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh anda sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
5. Apa bukti yang harus diunjuk kerjakan oleh anda sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan LK-03. Jika anda bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka anda bisa melanjutkan pembelajaran.

LK – 03

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh Anda sebelum mempelajari materi perhitungan untuk konstruksi bahan? Sebutkan!

.....
.....
.....
.....

2. Bagaimana Anda mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....

3. Apa topik yang akan Anda pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....
.....
.....
.....

4. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh Anda sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....

5. Apa bukti yang harus dikerjakan oleh Anda sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....

Aktivitas 1. Memperhitungkan keperluan bahan untuk pembuatan benda kera sesuai gambar kerja yang telah anda buat.

Apa yang anda temukan setelah mengamati kegiatan Mengetahui jenis konstruksi Kuda-kuda tersebut? Apakah ada hal-hal yang kurang dimengerti atau sebaliknya yang Anda temukan? Diskusikan hasil pengamatan Anda dengan anggota kelompok Anda.

Hasil diskusi dapat Saudara tuliskan pada kertas polio dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan.

Aktivitas 2. Mengetahui gambar kerja dari berbagai konstruksi

Setelah Anda mencermati materi kegiatan Mengetahui konstruksi Kuda-kuda pada aktivitas 1, maka pada aktivitas 2 ini Anda akan mendiskusikan Mengenai jenis-jenis gambar kerja untuk konstruksi pagar, kursi panjang, menara, tangga lipat, terali jendela. Buatlah gambar kerja dari konstruksi tersebut sesuai dengan standarisasi gambar teknik.

Hasil gambar kerja yang Saudara buat dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan.

Gambar kerja dari hasil diskusi tersebut dirancang untuk dibuat bendanya. Buatlah rencana tentang kebutuhan bahan dan alat serta mesin fabrikasi apa yang digunakan untuk membuat konstruksi tersebut.

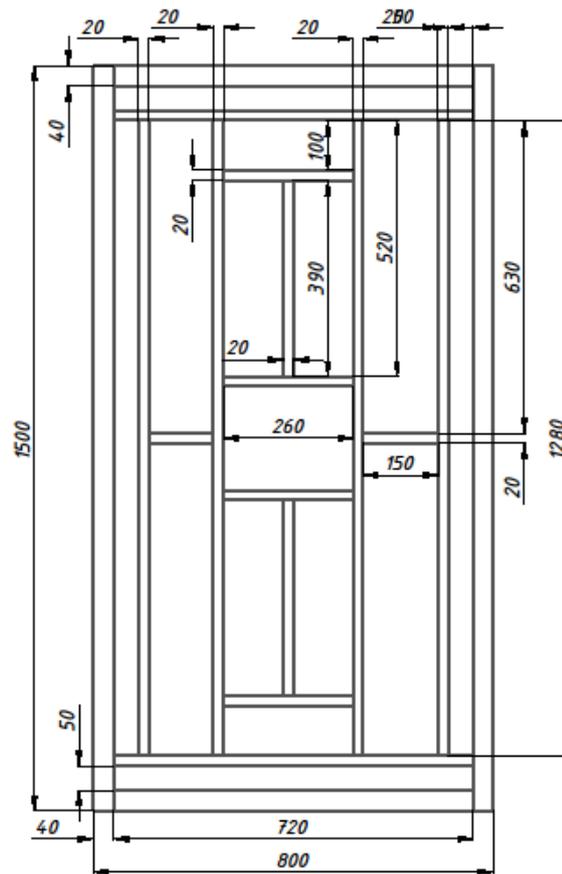
Untuk aktivitas pembelajaran pada kegiatan ini Anda harus mengakhiri menjawab pertanyaan yang di sediakan di sub judul Formatif untuk mengetahui apakah Anda sudah menguasai materi secara keseluruhan.

Rangkuman

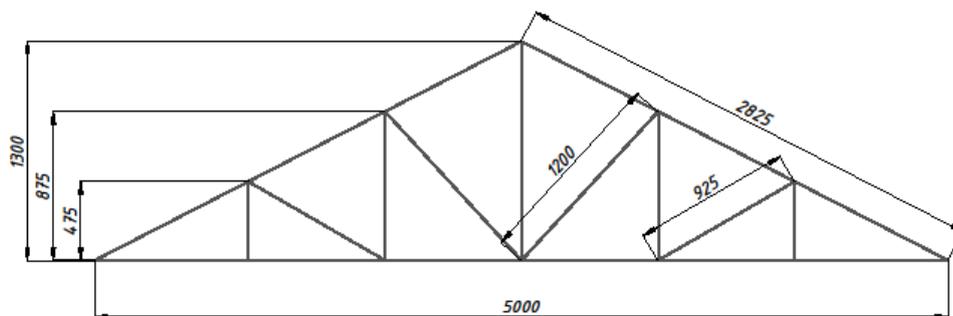
1. Perhitungan bahan diperhatikan dengan baik sesuai gambar kerja agar proses pabrikasi dari benda konstruksi tidak membuat kebutuhan benda kerja awal yang berlebihan.
2. Harus memperhitungkan benda kerja secara teliti agar penggunaan bahan bisa lebih efektif.

Formatif

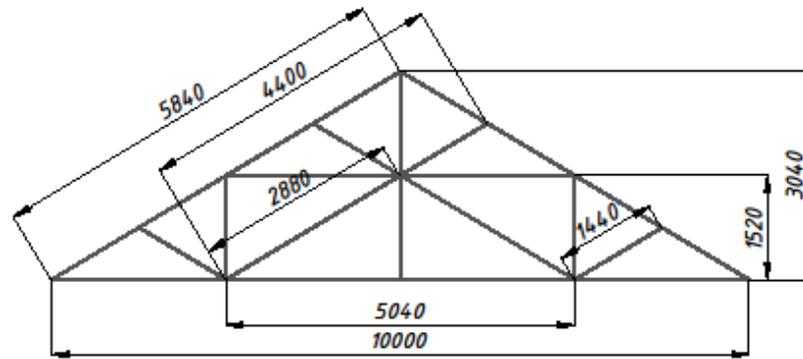
1. Hitunglah bahan yang diperlukan untuk membuat *tralis* seperti gambar berikut:



2. Hitunglah panjang bahan yang diperlukan untuk membuat kuda-kuda seperti gambar berikut:



3. Hitunglah bahan yang diperlukan untuk membuat kuda-kuda seperti gambar berikut:



KEGIATAN PEMBELAJARAN 5 : PEMBUATAN BENDA KERJA KONSTRUKSI LOGAM

1. Tujuan Pembelajaran

Tujuan yang diharapkan setelah Anda mempelajari topik ini adalah :

1. Mengetahui pembuatan benda kerja konstruksi logam dengan menggunakan peralatan tangan
2. Mengetahui pembuatan benda kerja konstruksi logam dengan menggunakan mesin pabriksi.

Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

20.30.2 Membuat berbagai benda benda kerja konstruksi logam menggunakan peralatan tangan dan mesin-mesin fabrikasi (*light metal work*) sesuai gambar kerja.

Uraian Materi

5.1 Pembuatan Benda Kerja Konstruksi Logam dengan Menggunakan Peralatan Tangan

Beberapa pembuatan benda konstruksi menggunakan peralatan tangan. Di antaranya :

a. Macam-macam alat penanda

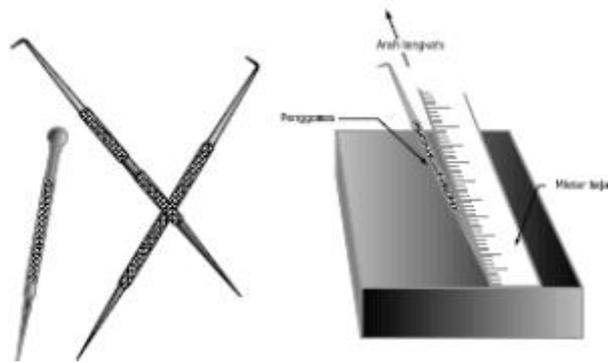
Berikut beberapa alat penanda beserta fungsinya yang umum digunakan dalam fabrikasi logam :

1. Penggores

Fungsi penggores adalah untuk membuat garis, khususnya penandaan garis pada permukaan logam benda kerja.

Gambar 79

Penggores



Macam penggores yang sering digunakan di bengkel, antara lain:

- a) Penggores sederhana
- b) Penggores dengan salah satu ujungnya bengkok
- c) Penggores yang dapat diubah-ubah ujungnya
- d) Penggores dengan ketinggian yang dapat diatur sesuai skala yang penggunaannya dilakukan di atas meja pengukur kerataan.

2. Cap (*Stamp*)

Cap digunakan untuk menandai logam dan beberapa bahan bukan logam dengan nomor, huruf, angka, angka tanda-tanda lainnya.

Gambar 80

Cap

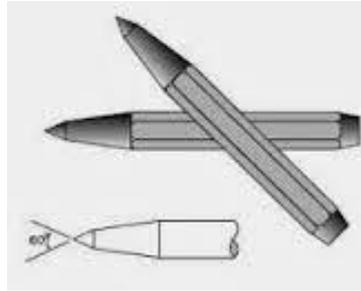


3. Penitik

Penitik adalah alat yang digunakan untuk membuat lubang pada benda kerja. Penitik terbuat dari besi yang ujungnya runcing membentuk sudut 30 – 90° .

Gambar 81

Penitik



4. Jangka

Macam-macam jangka, antara lain:

- a) Jangka tusuk, dipergunakan untuk melukis busur dan lingkaran dengan teliti.
- b) Jangka hati, dipergunakan untuk membuat garis pada permukaan logam sejajar dengan sisi benda.

Gambar 82

Jangka Tusuk



b. Macam-macam alat pemotong

Berikut beberapa alat pemotong beserta fungsinya yang umum digunakan dalam kerja bangku:

1. Pahat

Pahat (*chisel*) digunakan untuk keperluan-keperluan seperti memotong, membuat alur, meratakan bidang, membentuk sudut dsb. Macam-macam pahat, antara lain:

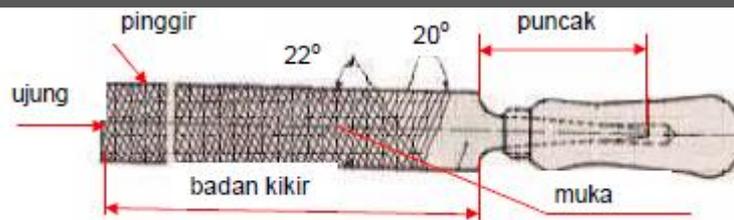
- a) Pahat pelat, digunakan untuk meratakan bidang, memotong pelat logam.
- b) Pahat alur atau *roreh*; digunakan untuk membuat alur dan *sponeng*.
- c) Pahat setengah bulat, digunakan untuk membuat alur setengah bulat saluran minyak dalam bantalan.

2. Kikir

Kikir terbuat dari baja karbon tinggi yang ditempa yang disesuaikan dengan ukuran panjang, bentuk, jenis, dan gigi pemotongnya. Macam-macam kikir serta kegunaannya, antara lain:

Gambar 83

Bagian-Bagian Kikir

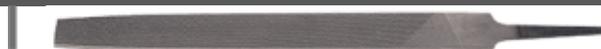


a) Kikir gepeng (*plat*)

Kikir ini berguna untuk meratakan membuat bidang sejajar tegak lurus

Gambar 84

Kikir Gepeng atau Plat



b) Kikir persegi empat (*square*)

Kikir ini berguna untuk membuat bidang rata agar siku, antara bidang yang satu dengan yang lain

Gambar 85

Kikir Persegi Empat (*Square*)



c) Kikir persegi tiga (*triangle*)

Kikir ini berguna untuk meratakan serta menghaluskan bidang yang berbentuk sudut 60 derajat, atau lebih besar

Gambar 86

Kikir Persegi Tiga (*Triangle*)



d) Kikir setengah bulat (*half round*)

Kikir ini berguna untuk , menghaluskan atau meratakan bidang cekung

Gambar 87

Kikir Setengah Bulat (*Half Round*)



e) Kikir bulat (*round*)

Kikir bulat untuk menghaluskan serta menambah diameter lubang bulat

Gambar 88

Kikir Bulat (Round)



3. Gergaji tangan

Gambar 89

Gergaji Tangan



Gergaji digunakan untuk memotong benda kerja yang selanjutnya untuk dikerjakan kembali. Beberapa jenis gergaji tangan yang umum digunakan dalam proses kerja bangku, antara lain:

a) Gergaji pembelah

Gergaji pembelah adalah gergaji dengan gerigi dirancang untuk membelah kayu. Digunakan untuk penggergajian searah jaringan serat kayu dan mempunyai $3\frac{1}{2}$ – 4 pucuk gigi per 25 mm. Panjang daun 500 – 700 mm.

Gambar 90

Gergaji Pembelah

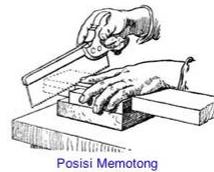


b) Gergaji pemotong

Gergaji pemotong adalah gergaji dengan gerigi dirancang untuk memotong kayu. Digunakan untuk penggergajian melintang jaringan serat kayu dan mempunyai 5 – 7 pucuk gigi per 25 mm. Panjang daun 550 – 700 mm.

Gambar 91

Gergaji Pemotong

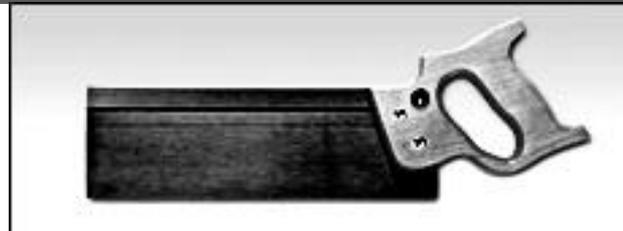


c) Gergaji punggung

Terdapat punggung dari bahan baja yang dipasang pada daun gergaji. Mempunyai 12 – 14 pucuk gigi per 25 mm. Digunakan untuk pengerjaan kecil dan halus.

Gambar 92

Gergaji Punggung



4. Mata bor

Mata bor atau bor spiral terdiri dari sudut tatal dan sudut bebas yang biasa terdapat pada alat-alat potong. Besar sudut mata bor tergantung pada bahan yang akan dibor:

Gambar 93

Mata Bor



5. Reamer tangan (peluas)

Reamer (peluas) adalah alat potong untuk memperhalus permukaan lubang dan memperbesar lubang yang telah kita siapkan sebelumnya.

Reamer terdiri dari alur spiral dan alur lurus.

Gambar 94

Reamer



6. Pemotong ulir luar (*sney*)

Untuk memotong ulir pada bagian luar atau pada batang baut dengan tangan, dipergunakan sejenis alat yang dinamakan pengulir luar. Alat bantu untuk memutar *sney* adalah rumah *sney* atau tangkai *sney*.

Gambar 95

Pemotong Ulir Luar



7. Tap tangan

Tap adalah alat untuk membuat ulir dalam dengan tangan, tap tangan terdiri dari 3 buah dalam 1 set, yaitu tap *konis*, tap antara, dan tap rata. Sedangkan sebagai alat pemegang dan pemutar pada waktu pelaksanaan mengulir, dipergunakan tangkai tap (batang pemutar).

Gambar 96

Tap Tangan



8. Gunting tangan

Ada berbagai macam bentuk gunting tangan yang dapat digunakan untuk memotong pelat-pelat tipis, yaitu:

a) Gunting tangan lurus

Gunting tangan lurus digunakan untuk menggunting lurus.

b) Gunting tangan kombinasi

Gunting tangan kombinasi memungkinkan untuk memotong lengkung, sehingga dapat digunakan untuk memotong bentuk-bentuk tidak beraturan.

c) Gunting tangan paruh burung

Gunting ini dapat digunakan untuk memotong lengkung luar ataupun lengkung dalam berdiameter kecil dan untuk memotong pipa

d) Gunting tangan dirgantara

Gunting tangan dirgantara terdiri atas tiga bentuk, yakni: lurus, kiri, dan kanan. Sisi potongnya bergerigi dan dikeraskan, sehingga dapat memotong pelat yang relatif tebal ($\pm 0,8$ mm).

e) Gunting tangan *bulldog*

Gunting tangan *bulldog* digunakan untuk pemotongan pelat agak tebal (maksimal 1,5 mm) baik lurus maupun bentuk-bentuk tak teratur atau lengkung.

f) Gunting tangan lingkaran

Gunting tangan lingkaran digunakan untuk pemotong bentuk lingkaran karena sisi potongnya lengkung.

g) Gunting tangan *trojan*

Gunting ini dapat digunakan untuk memotong lurus dan lengkung.

Gambar 97

Gunting Tangan



c. Alat-alat bantu lainnya

Berikut alat-alat bantu lain yang pada umumnya digunakan proses kerja bangku:

1. Palu

Berdasarkan jenisnya palu dibedakan menjadi:

a) Palu keras, jenis-jenisnya, antara lain: palu *pen* searah (*straight hammer*), palu konde (*ball pan hammer*), dan palu *pen* melintang (*cross hammer*).

Gambar 98

Palu Keras



- b) Palu lunak, digunakan untuk meratakan, membentuk pelat dengan tanpa ada bekas pemukulan pada permukaan pelat. Kepala palu lunak terbuat dari bahan plastik, kayu, karet, kulit, tembaga, timah, dll.
- Palu kayu, digunakan untuk membentuk pelat dari bahan *stainless steel*.
 - Palu plastik dan karet, digunakan untuk menghasilkan bentuk dengan bekas pemukulan pada permukaan pelat aluminium atau tembaga.
 - Palu kulit, digunakan pada pembentukan pelat lunak yang relatif tebal.

Gambar 99

Palu Lunak



- c) Palu pembentuk, dirancang untuk keperluan tertentu. Macam-macam palu pembentuk beserta fungsinya adalah:
- Palu pengeling, digunakan untuk membentuk kepala paku keling.
 - Palu pelipat, digunakan untuk merapatkan ujung pelat dan pada pekerjaan pengawatan tepi.
 - Palu pelengkung, digunakan untuk membuat cekungan pada pelat
 - Palu peregang, digunakan untuk meregang atau memperpanjang pelat.
 - Palu penipis, digunakan untuk menipiskan ketebalan pelat.
 - Palu perata, digunakan untuk pekerjaan penyelesaian.

2. Ragum (Penjepit)

Gambar 100

Ragum



Ragum adalah alat yang digunakan untuk menjepit benda kerja pada waktu pekerjaan mekanik, seperti mengikir, memahat, memotong, dll. Pada penggunaannya ragum umumnya terbuat dari besi tuang, kenyal atau tempa yang dipasang pada bangku kerja dengan kuat.

3. Tang

Tang (*Plier*) digunakan untuk memotong, membengkokkan, memegang, dll.

Gambar 101

Tang Tangan



4. Kunci

Kunci digunakan untuk memutar baut dengan kepala soket ukuran tertentu. Jenis-jenis kunci yang biasa digunakan adalah:

- a) Kunci pas, digunakan untuk memutar baut kepala segi enam dengan ukuran tertentu sesuai dengan ukuran kepala baut.

Gambar 102

Kunci Pas



- b) Kunci ring (*box wrench*), digunakan untuk membuka baut kepala segi enam yang mempunyai 12 sudut kunci pada tempat-tempat yang sempit.

Gambar 103

Kunci Ring



- c) Kunci Allen (*hexagon screw drivers*), digunakan untuk memutar baut dengan kepala soket yang berbentuk segi enam.

Gambar 104

Kunci Allen



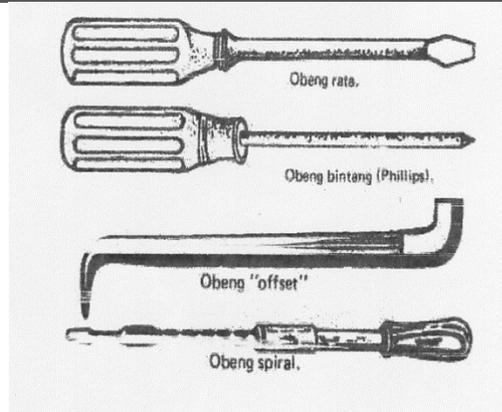
5. Obeng

Obeng digunakan untuk memutar baut yang mempunyai kepala beralur, baik yang beralur lurus maupun yang beralur silang. Pada bagian

pangkal obeng dilengkapi dengan pemegang yang biasanya terbuat dari kayu ataupun plastik.

Gambar 105

Obeng



6. Meja datar

Meja datar digunakan sebagai landasan untuk penggambaran benda, meja datar adalah alat dengan permukaan rata dan keras sangat baik untuk penandaan yang teliti dan memeriksa benda kerja.

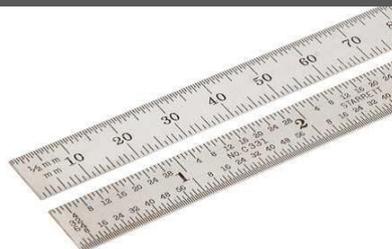
Biasanya meja perata (*surface table*) terbuat dari besi tuang, keramik atau batu granit. Alat ini dipergunakan sebagai landasan untuk memukul atau meratakan benda kerja yang bengkok. Harus diusahakan agar permukaan meja datar ini tidak rusak atau cacat, dan hasil lukisan atau pekerjaan yang dikerjakan tetap baik.

7. Mistar Baja (*Steel Ruler*)

Mistar baja adalah alat ukur yang terbuat dari baja tahan karat. Permukaan dan bagian sisinya rata dan halus, di atasnya terdapat guratan-guratan ukuran, ada yang dalam satuan inci, sentimeter dan ada pula yang gabungan inci dan sentimeter/milimeter.

Gambar 106

Mistar Baja



8. *Height Gauge*

Height gauge adalah sebuah alat pengukuran yang berfungsi mengukur tinggi benda terhadap bidang acuan atau bisa juga untuk memberikan tanda goresan secara berulang terhadap benda kerja sebagai acuan dalam proses permesinan. *Height gauge* memiliki dua buah kolom berulir di mana kepala pengukur bergerak naik turun akibat putaran ulir kasar dan halus yang digerakkan oleh pengukur. *Height Gauge* digunakan untuk mengukur tinggi sekaligus menarik garis sejajar dan juga dapat untuk memeriksa ukuran tinggi. Selain itu dengan penambahan *probe* dua arah, *height gauge* mampu mengukur diameter luar dan dalam dari sebuah lubang dalam posisi horizontal.

Gambar 107

Height Gauge



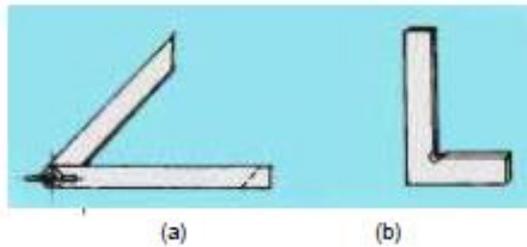
9. Penyiku

Penyiku adalah siku-siku yang digunakan untuk menyiku benda kerja. Siku-siku geser digunakan untuk mengetahui kesikuan atau pembanding kesikuan sudut yang tidak membentuk 90 derajat sedangkan siku-siku dipergunakan untuk mengetahui sudut yang dibentuk adalah tepat 90 derajat.

Siku-siku geser adalah bentuk lain siku-siku di mana salah satu sisi siku-sikunya dapat digeser, jenis ini dipergunakan agar dapat menyesuaikan dengan bidang yang akan diperiksa kesikuannya.

Gambar 108

Penyiku



5.2 Pembuatan Benda Kerja Konstruksi Logam dengan Menggunakan Mesin Fabrikasi

Fabrikasi adalah rangkaian pekerjaan dari beberapa komponen material baik berupa pelat, pipa ataupun baja profil dirangkai dan dibentuk setahap demi setahap berdasarkan barang-barang tertentu sampai menjadi bentuk yang dapat dipasang menjadi sebuah rangkaian alat produksi maupun konstruksi.

Workshop Fabrications adalah proses fabrikasi dan konstruksi yang dilakukan di dalam bangunan atau gedung yang di dalamnya sudah dipersiapkan segala macam alat dan mesin-mesin untuk melakukan proses produksi dan pekerjaan-pekerjaan fabrikasi lainnya, misalnya: mesin las, mesin potong plat, mesin *bending*, *overhead crane* dll.

Site Fabrications adalah proses fabrikasi dan konstruksi yang dikerjakan di luar bangunan atau *workshop* lebih tepatnya pekerjaan dilakukan di area lapangan terbuka, di lokasi di mana bangunan akan didirikan. Di situlah segala macam proses produksi fabrikasi dilakukan, dari penimbunan stok material, memotong dan mengebor material, proses *assembling*, proses pengelasan, proses *finishing*, proses *sandblast*, dan *painting* serta proses pemasangan konstruksi.

Dalam proses fabrikasi banyak terpasang mesin-mesin yang berfungsi sebagai penunjang kelancaran pekerjaan fabrikasi antara lain : Mesin pemotong, mesin *bending*, mesin *roll*, mesin *shoring*, mesin las, mesin *shotblast*, mesin pengecatan dan lain-lain.

Rangkaian Pekerjaan Fabrikasi

Proses fabrikasi meliputi beberapa tahap yaitu:

- a. Proses *marking*, yaitu proses pengukuran dan pembentukan sketsa langsung di material dari semua *item* berdasarkan *shop drawing*.

- b. Proses *cutting*, yaitu proses pemotongan material menggunakan *cutting torch* atau mesin potong yang ada.
- c. Proses *drilling*, yaitu proses pengeboran dan pembuatan lubang baut sesuai ukuran.
- d. Proses *assembling*, yaitu proses penyetelan dan perakitan material.
- e. Proses *welding*, yaitu proses pengelasan semua *item* berdasarkan prosedur
- f. Proses *finishing*, yaitu proses pembersihan dan penggerindaan semua permukaan material dari bekas *tagweld* dan lain-lain.
- g. Proses *blasting*, yaitu proses penyemprotan pasir menggunakan tekanan udara ke semua bagian permukaan material menghilangkan kotoran, kerak dan lapisan logam.
- h. Proses *painting*, yaitu proses pengecatan material sesuai prosedur yang ditentukan.

Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok)

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut :

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh anda sebelum mempelajari pembuatan benda kerja konstruksi logam? Sebutkan!
2. Bagaimana anda mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
3. Apa topik yang akan anda pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh anda sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
5. Apa bukti yang harus diunjuk kerjakan oleh anda sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan LK-04. Jika anda bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka anda bisa melanjutkan pembelajaran.

LK – 04

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh Anda sebelum mempelajari pembuatan benda kerja konstruksi logam? Sebutkan!

.....
.....
.....
.....

2. Bagaimana Anda mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....

3. Apa topik yang akan Anda pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....
.....
.....
.....

4. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh Anda sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....

5. Apa bukti yang harus dikerjakan oleh Anda sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....

Aktivitas 1. Pembuatan benda kerja konstruksi logam dengan menggunakan peralatan tangan.

Apa yang anda temukan setelah mengamati kegiatan Mengetahui Pembuatan benda kerja konstruksi logam dengan menggunakan peralatan tangan tersebut? Apakah ada hal-hal yang kurang dimengerti atau sebaliknya yang Anda temukan? Diskusikan hasil pengamatan Anda dengan anggota kelompok Anda.

Hasil diskusi dapat Saudara tuliskan pada kertas polio dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan.

Aktivitas 2. Pembuatan benda kerja konstruksi logam dengan menggunakan mesin fabrikasi.

Setelah Anda mencermati materi kegiatan Pembuatan benda kerja konstruksi logam dengan menggunakan peralatan tangan pada aktivitas 1, maka pada aktivitas 2 ini Anda akan mendiskusikan Mengenai Pembuatan benda kerja konstruksi logam dengan menggunakan mesin fabrikasi

Hasil diskusi dapat Saudara tuliskan pada kertas polio dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan.

Untuk aktivitas pembelajaran pada kegiatan ini Anda harus mengakhiri menjawab pertanyaan yang di sediakan di sub judul Formatif untuk mengetahui apakah Anda sudah menguasai materi secara keseluruhan.

Rangkuman

1. Peralatan tangan yang digunakan untuk konstruksi logam
 - a. alat penanda :penggores, *stamp*, penitik, jangka
 - b. alat pemotong : pahat, kikir, gergaji tangan, mata bor, *reamer* tangan, *sney*, tap, gunting tangan.
 - c. alat bantu lain : palu, ragam, tang, kunci, obeng, meja, mistar baja, *height gauge*, penyiku
2. Fabrikasi adalah rangkaian pekerjaan dari beberapa komponen material baik berupa pelat, pipa ataupun baja profil dirangkai dan dibentuk setahap demi setahap berdasarkan *item-item* tertentu sampai menjadi bentuk yang dapat dipasang menjadi sebuah rangkaian alat produksi maupun konstruksi
3. Mesin-mesin fabrikasi :
 - a. mesin pemotongan, Pemotongan adalah tahap pekerjaan pemotongan bahan baku profil dan pelat baja sesuai dengan tanda potong yang telah ditetapkan pada proses penandaan. Mesin fabrikasi : mesin potong hidrolik, pemotongan dengan *oxy flame cutting*, Pemotongan dengan menggunakan CNC *cutting*, gerinda potong, gergaji mesin,
 - b. mesin penekuk, Penekukan adalah sebuah proses yang sering digunakan dalam dunia proses fabrikasi agar sesuai dengan bentuk dari

rancangannya yang berkaitan dengan fungsi dan tujuan benda itu dibuat. Mesin yang biasa di gunakan adalah mesin *press brake*.

- c. Mesin Pelipatan, melipat bahan konstruksi sesuai dengan kebutuhan. mesin lipat bangku, mesin lipat universal, mesin lipat kotak
 - d. Mesin Pengerol, Pembentukan rol adalah metode lain untuk menghasilkan bentuk bentuk lengkung yang panjang, menggunakan mesin pengerolan.
4. *Deep drawing, drawing* adalah salah satu jenis proses pembentukan logam, di mana bentuk umumnya berupa silinder dan selalu mempunyai kedalaman tertentu, bisa juga disebut pembentukan logam dari lembaran logam ke dalam bentuk tabung

Formatif

1. Sebutkan 5 alat tangan yang digunakan untuk membuat konstruksi logam, serta kegunaannya.
2. Apa yang dimaksud fabrikasi?
3. Sebutkan proses-proses dari fabrikasi konstruksi logam!
4. Sebutkan mesin yang digunakan pada proses *cutting*!
5. Apa yang dimaksud dengan *buckling*!

KEGIATAN PEMBELAJARAN 6 : PENILAIAN HASIL PEKERJAAN KONSTRUKSI

1. Tujuan Pembelajaran

Disediakan bahan ajar (modul), maka setelah mempelajari kegiatan belajar ini, peserta diharapkan mampu

1. Melakukan penilaian hasil pekerjaan konstruksi dari sisi kekuatan, secara visual, estetika, kebutuhan pasar/ekonomis.

Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)

20.30.3 Menilai hasil pekerjaan sesuai referensi/ kriteria yang ditetapkan.

Uraian Materi

Ada tiga istilah yang sering digunakan dalam evaluasi, yaitu tes, pengukuran, dan penilaian. (*test, measurement, and assessment*). Tes adalah salah satu cara untuk menaksir besarnya kemampuan konstruksi secara tidak langsung, yaitu melalui respons konstruksi terhadap stimulus atau pemberian beban. Tes merupakan salah satu alat untuk melakukan pengukuran, yaitu alat untuk mengumpulkan informasi karakteristik objek.

Pengukuran adalah kuantifikasi atau penetapan angka tentang karakteristik atau keadaan konstruksi menurut aturan-aturan tertentu.

Pemeriksaan dan pengujian hasil kerja bertujuan untuk mengetahui kualitas konstruksi. Konstruksi dengan kualitas yang jelek akan menyebabkan penambahan biaya untuk mengerjakan ulang, kehilangan kepuasan langganan dan berisiko terhadap keselamatan.

Seluruh konstruksi harus sering diperiksa selama proses pembuatan atau fabrikasi. Selanjutnya tergantung pada penggunaan komponen tersebut dan mungkin memerlukan tes khusus. Misalnya bahan benda kerja dan hasil las perlu di tes baik secara merusak maupun dengan tidak merusak.

Tujuan pengujian adalah untuk mengetahui apakah hasil pekerjaan telah sesuai dengan standar yang diakui.

Jadi konstruksi yang sudah di dirikan dapat di tes, dilakukan pengukuran dan dapat dinilai baik secara kasat mata ataupun tidak dengan menggunakan metode tertentu.

6.1 Konstruksi Kuda-kuda

Secara visual konstruksi kuda-kuda mungkin membuat bangunan atap terasa lebih kokoh dengan menggunakan konstruksi yang saling menopang. Dilihat dari segi bentuk, konstruksi kuda-kuda terbagi atas 2 konstruksi yaitu :

- a. Atap *lanang* (atap curam)
- b. Atap *wedok* (atap landai)

Secara estetika atap *lanang* dan atap *wedok* mempunyai kelebihan dan kekurangannya masing-masing, juga pemilihan bahan atap (kuda-kuda) antara baja ringan dan kayu yang menjadi pilihan masyarakat mempunyai kelebihan dan kekurangannya masing-masing.

Dari segi kebutuhan pasar/ekonomi, atap baja ringan bisa dipilih karena untuk pemilihan kayu berkualitas untuk atap memakan biaya yang lebih besar. Namun hal ini bisa di sesuaikan dengan kebutuhan rangka atap yang diinginkan oleh konsumen.

6.2 Konstruksi Tangga Lipat, Menara Air, Pagar, Kursi dan Tempat Tidur

Secara visual tangga lipat terlihat lebih kokoh dibandingkan dengan tangga kayu tradisional. Namun pemilihan bahan untuk tangga lipat menjadi fokus utama agar tangga lipat tidak hanya kokoh namun juga bisa menarik perhatian pembeli.

Estetika dari penggunaan tangga lipat adalah tangga lipat bisa di simpan dengan rapi karena di buat untuk menghemat penggunaan ruang penyimpanan dan menambah nilai keamanan karena tangga lipat ditumpu oleh 4 kaki sedangkan tangga tradisional di tumpu oleh 2 kaki Penggunaan *stainless steel* pada tangga lipat di maksudkan agar tangga lipat lebih ringan dan tidak gampang berkarat. Namun biasanya harga pasaran menjadi lebih mahal dibandingkan dengan tangga lipat berbahan jenis kayu.

Metode-metode yang biasa dilakukan dalam memeriksa dan menguji hasil las dirancang untuk dapat memeriksa kualitas hasil pengelasan baik pada bagian luar maupun bagian dalam tanpa merusak (*non destructive/NDT*) benda kerja. Adapun pemeriksaan dan pengujian tersebut terdiri dari :

1. Pemeriksaan secara Visual (*visual inspection*)

Dalam pemeriksaan visual ini, operator atau petugas pemeriksa perlu menggunakan alat-alat bantu sederhana seperti yang ditunjukkan pada gambar: Contoh memeriksa ukuran hasil kerja konstruksi.

2. Pengujian dengan beban

Dalam pengujian ini biasanya di perhitungkan dari segi bahan yang dipakai sehingga perkiraan untuk beban bisa di estimasi. Contohnya untuk konstruksi menara air, tangga, kursi maupun tempat tidur kekuatan bahan bisa diuji sesuai dengan estimasi sehingga bisa di masukan dalam spesifikasi dalam segi penjualan.

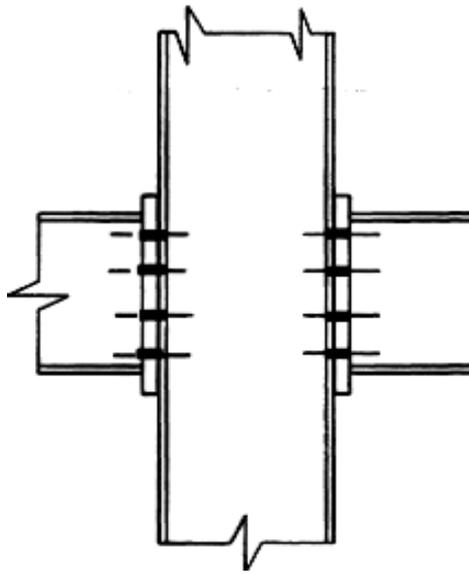
Pada proses pengerjaan konstruksi baja dikembangkan berbagai teknik penyambungan profil baja, di mana penerapan jenis dan bentuk sambungannya akan sangat tergantung pada kebutuhan konstruksi tersebut, baik dari segi kekuatan sambungan maupun dari segi kemudahan dalam pemasangan atau perakitan konstruksi yang dibuat.

Secara umum pada konstruksi penyambungan baja profil diterapkan sambungan las, baut mur dan sambungan paku keling.

Berikut ini adalah contoh-contoh bentuk sambungan pada pengerjaan konstruksi baja :

1. Sambungan Dua Arah Menggunakan Sambungan Baut Mur

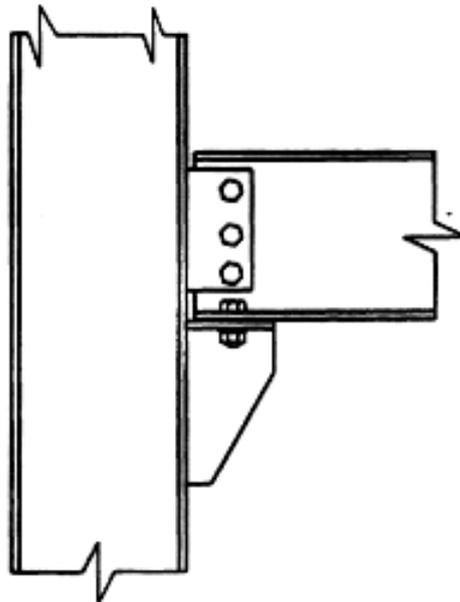
Gambar 109 Sambungan Dua Arah Menggunakan Sambungan Baut Mur



2. Sambungan Balok Kolom

Gambar 110

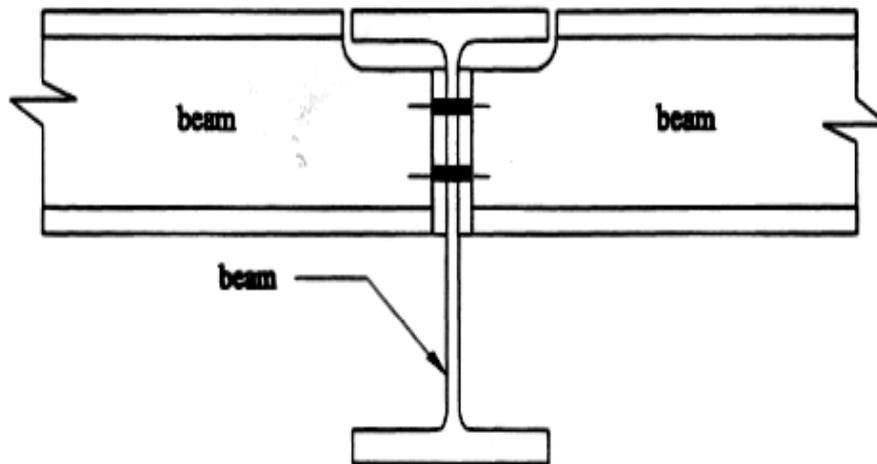
Sambungan Balok Kolom



3. Sambungan Balok dengan Balok

Gambar 111

Sambungan Balok dengan Balok



Di bawah ini merupakan contoh format penilaian yang dapat dilakukan pada pembuatan juga perakitan pekerjaan konstruksi sekaca keseluruhan dan secara per bagian.

Menyambung Besi Kanal-1

A. Tujuan Instruksional

Setelah mempelajari dan berlatih dengan tugas ini, peserta diharapkan mampu membuat sambungan lurus pada besi kanal 150 PFC menggunakan peralatan potong gas dan las busur manual/ GMAW dengan memenuhi kriteria:

- Penyimpangan dimensi $\pm 2,0\text{mm}$
- Penimpangan kelurusan $\pm 2,0\text{mm}$
- Hasil potongan lurus dan bersih
- Lebar sambungan las $13 \pm 1\text{mm}$
- Tidak terjadi perubahan bentuk
- Konstruksi sambungan siku dan simetris dengan penyimpangan maksimum 5%

B. Alat dan Bahan

1. Alat

- Seperangkat alat potong gas manual (*Flame Cutting*)
- Seperangkat mesin las busur manual (SMAW) atau GMAW
- Satu set alat keselamatan dan kesehatan kerja pemotongan dengan gas dan las busur .
- Satu set alat bantu las busur manual/ GMAW

2. Bahan

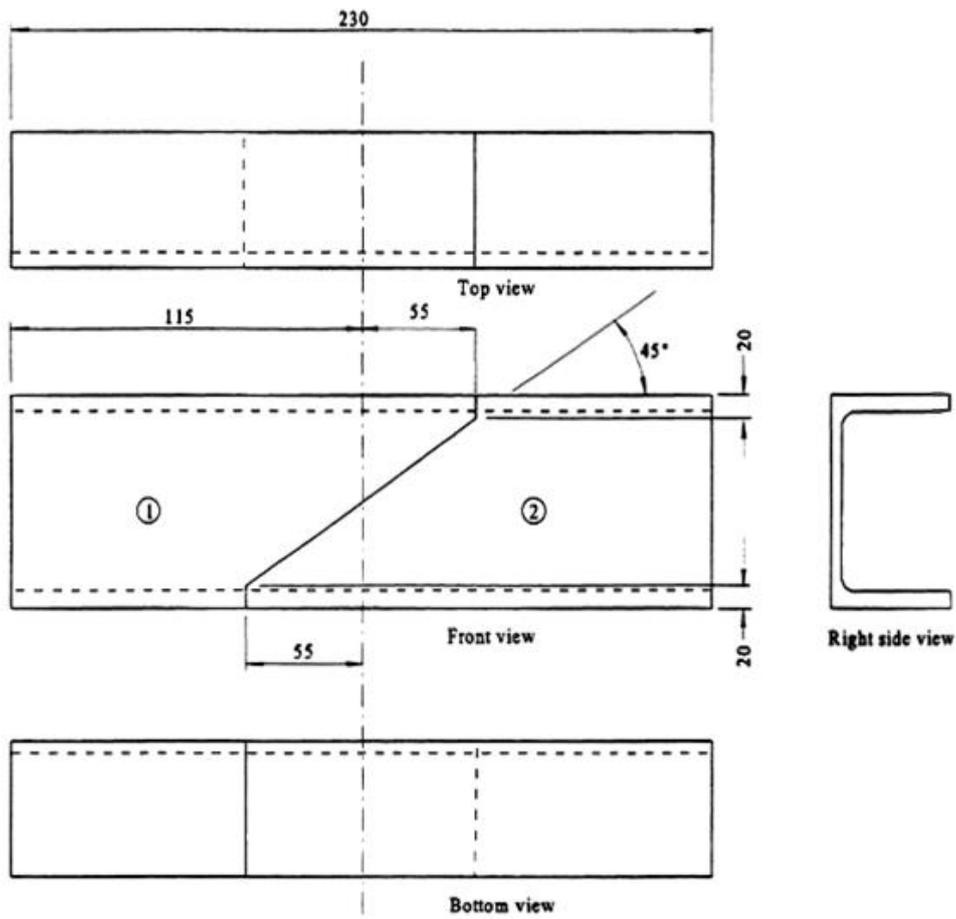
- Besi kanal 150 PFC x 200 (2 buah)
- Satu set gas *asetilin* dan oksigen
- *Elektroda* AWS - E 6013 $\varnothing 3,2\text{mm}$ atau AWS A5. 18 ER70 S - 6 $\varnothing 0,9\text{mm}$.

C. Keselamatan dan Kesehatan Kerja

1. Pakailah pakaian kerja (APD) yang aman dan sesuai dengan jenis pekerjaan, antara lain sepatu kerja (*safety shoes*), apron dan sarung tangan yang sesuai.
2. Gunakan kaca mata yang sesuai (*shade* 4-5 untuk pemotongan dan *shade* 10-11 untuk pengelasan).
3. Rapihan sisi-sisi tajam pelat dengan gerinda atau kikir.
4. Gantilah kaca *filter* jika sudah rusak.

5. Hati-hati dengan benda panas hasil pemotongan, dan beri tanda “ **PANAS** ” jika benda kerja tersebut belum cukup dingin untuk diletakkan atau disimpan.

D. Gambar Kerja



E. Langkah kerja

1. Siapkan peralatan potong gas dan mesin las busur manual atau GMAW serta alat-alat bantu.
2. Siapkan dua buah besi kanal 150 PFC x 200mm
3. Lukis garis potong sesuai dengan gambar kerja.
4. Lakukan pemotongan menggunakan pemotong gas manual dan periksa hasil potong, agar sesuai dengan gambar kerja.
5. Buat persiapan kampuh las V pada *flens*-nya dan kampuh I terbuka pada *web*.
6. Lakukan las catat pada beberapa tempat dan periksa kelurusan konstruksi sambungan.
7. Lakukan pengelasan bertumpuk pada kedua sisi besi kanal.
8. Lanjutkan pengelasan sampai selesai, dan bertanyalah pada pembimbing bila ada hal-hal yang kurang dipahami, terutama tentang teknik pengelasannya.
9. Bersihkan dan dinginkan benda kerja .
10. Serahkan benda kerja pada pembimbing untuk diperiksa.
11. Ulangi pekerjaan jika belum mencapai kriteria yang ditetapkan.

F. Lembar Penilaian Hasil

NO	ASPEK YANG DINILAI	KRITERIA	CHECK LIST		Rekomendasi
			Benar	Salah	
1.	Penyimpangan dimensi	$\pm 2,0\text{mm}$			
2.	Penimpangan kelurusan	$\pm 2,0\text{mm}$			
3.	Hasil potongan	80 % lurus dan bersih			
4.	Lebar jalur las	13mm, $\pm 1\text{mm}$			
5.	Perubahan bentuk	Maksimal 5%			
6.	Cacat las	Maksimum 4 mm ²			
7.	Kerapian pekerjaan	Bersih dan bebas terak			

..... ,20
 Penilai,

Menyambung Besi Kanal-2

A. Tujuan Instruksional

Setelah mempelajari dan berlatih dengan tugas ini, peserta diharapkan mampu membuat sambungan lurus pada besi kanal 150 PFC menggunakan peralatan potong gas dan las busur manual/ GMAW dengan memenuhi kriteria:

- Penyimpangan dimensi $\pm 2,0\text{mm}$
- Penyimpangan kelurusan $\pm 2,0\text{mm}$
- Sudut konstruksi 135°
- Hasil potongan lurus dan bersih
- Lebar sambungan las $13 \pm 1\text{mm}$
- Tidak terjadi perubahan bentuk
- Konstruksi sambungan siku dan simetris dengan penyimpangan maksimum 5%

B. Alat dan Bahan

1. Alat

- Seperangkat alat potong gas manual (*Flame Cutting*)
- Seperangkat mesin las busur manual (SMAW) atau GMAW
- Satu set alat keselamatan dan kesehatan kerja pemotongan dengan gas dan las busur .
- Satu set alat bantu las busur manual/ GMAW

2. Bahan

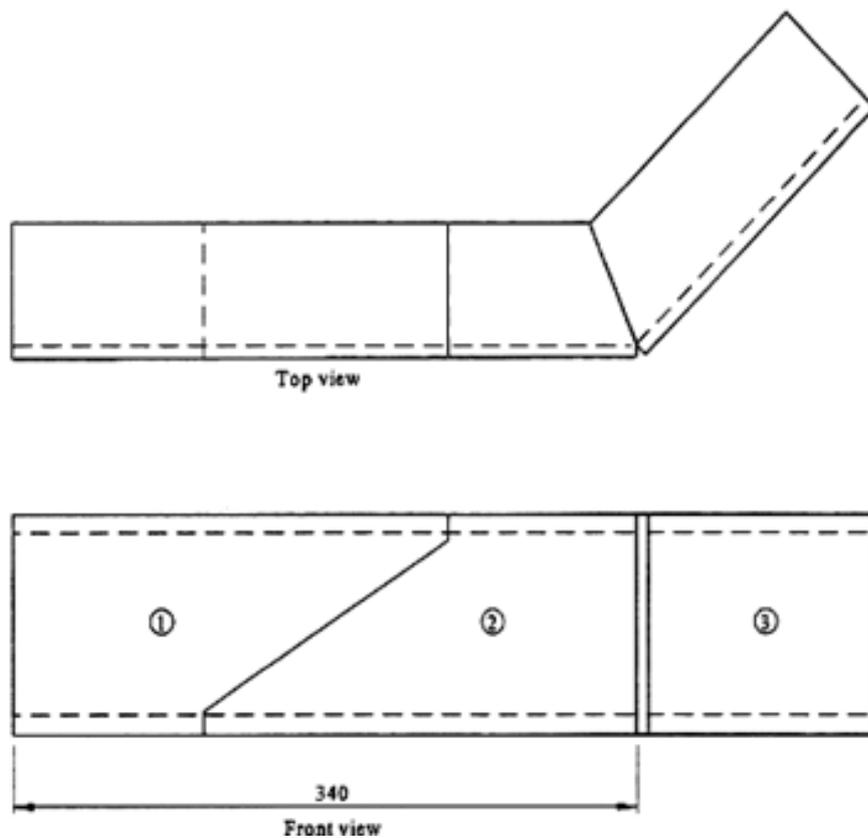
- Besi kanal 150 PFC x 250 (2 buah) dan 150 PFC x 140 (1 buah)
- Satu set gas *asetilin* dan oksigen
- *Elektroda* AWS - E 6013 $\varnothing 3,2\text{mm}$ atau AWS A5. 18 ER70 S - 6 $\varnothing 0,9\text{mm}$.

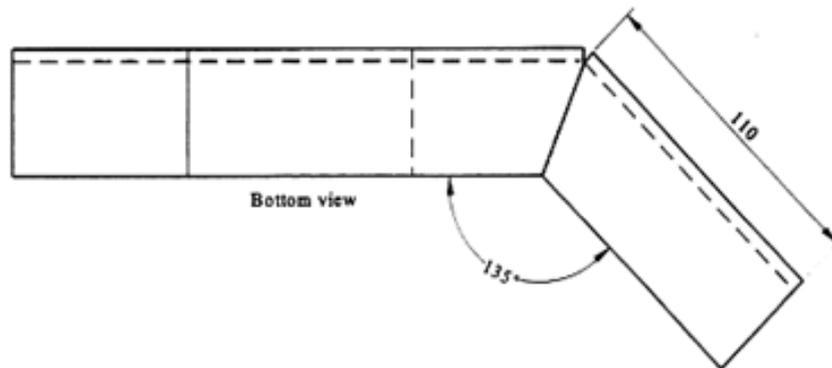
C. Keselamatan dan Kesehatan Kerja

1. Pakailah pakaian kerja (APD) yang aman dan sesuai dengan jenis pekerjaan, antara lain sepatu kerja (*safety shoes*), apron dan sarung tangan yang sesuai.

2. Gunakan kaca mata yang sesuai (*shade* 4-5 untuk pemotongan dan *shade* 10 – 11 untuk pengelasan).
3. Rapikan sisi-sisi tajam pelat dengan gerinda atauikir.
4. Gantilah kaca *filter* jika sudah rusak.
5. Hati-hati dengan benda panas hasil pemotongan, dan beri tanda “ **PANAS** “ jika benda kerja tersebut belum cukup dingin untuk diletakkan atau disimpan.

D. Gambar Kerja





E. Langkah kerja.

1. Siapkan peralatan potong gas dan mesin las busur manual atau GMAW serta alat-alat bantu.
2. Siapkan dua buah besi kanal ukuran 150 PFC x 200mm dan satu buah ukuran 140mm.
3. Lukis garis potong sesuai dengan gambar kerja.
4. Lakukan pemotongan menggunakan pemotong gas manual dan periksa hasil potong, agar sesuai dengan gambar kerja.
5. Buat persiapan kampuh las V pada *flens*-nya dan kampuh I terbuka pada *web*.
6. Sambung bagian 1 dan 2 terlebih dahulu dengan cara yang sama dengan tugas 2
7. Lakukan las catat pada beberapa tempat dan periksa kelurusan konstruksi sambungan.
8. Lakukan pengelasan bertumpuk pada kedua sisi besi kanal.
9. Lanjutkan penyambungan bagian 3 dengan menggunakan proses yang sama.
10. Lanjutkan pengelasan sampai selesai, dan bertanyalah pada pembimbing bila ada hal-hal yang kurang dipahami, terutama tentang teknik pengelasannya.
11. Bersihkan dan dinginkan benda kerja .
12. Serahkan benda kerja pada pembimbing untuk diperiksa.
13. Ulangi pekerjaan jika belum mencapai kriteria yang ditetapkan.

F. Lembar Penilaian Hasil

NO	ASPEK YANG DINILAI	KRITERIA	CHECK LIST		Rekomendasi
			Benar	Salah	
1.	Penyimpangan dimensi	$\pm 2,0\text{mm}$			
2.	Penimpangan kelurusan	$\pm 2,0\text{mm}$			
3.	Hasil potongan	80 % lurus dan bersih			
4.	Lebar jalur las	13mm, $\pm 1\text{mm}$			
5.	Sudut konstruksi	135° , penyimpangan maksimal 2mm			
6.	Perubahan bentuk	Maksimal 5%			
7.	Cacat las	Maksimum 4 mm ²			
8.	Kerapian pekerjaan	Bersih dan bebas terak			

.....,200
 Penilai,

Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok)

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat di kelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut :

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh anda sebelum mempelajari pembuatan benda kerja konstruksi logam? Sebutkan!
2. Bagaimana anda mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
3. Apa topik yang akan anda pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh anda sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
5. Apa bukti yang harus diunjuk kerjakan oleh anda sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan LK-05. Jika anda bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka anda bisa melanjutkan pembelajaran.

LK – 05

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh Anda sebelum mempelajari materi penilaian hasil konstruksi? Sebutkan!

.....
.....
.....
.....

2. Bagaimana Anda mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....

3. Apa topik yang akan Anda pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....
.....
.....
.....

4. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh Anda sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....

5. Apa bukti yang harus dikerjakan oleh Anda sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....
.....
.....
.....

Aktivitas 2: Penilaian benda kerja Konstruksi

Selanjutnya dalam kegiatan ini adalah berupa pengamatan dan penilaian terhadap benda kerja yang telah dibuat berdasarkan jawaban tes formatif pada kegiatan 4 (penggambaran konstruksi tangga lipat) yang telah dibuat sesuai dengan kriteria penilaian yang telah ditentukan.

Rangkuman

1. Konstruksi kuda-kuda terbagi atas 2 konstruksi yaitu :
 - a. Atap *lanang* (atap curam)
 - b. Atap *wedok* (atap landai)
2. Adapun pemeriksaan dan pengujian tersebut terdiri dari :
 - a. Pemeriksaan secara Visual (*visual inspection*)

Dalam pemeriksaan visual ini, operator atau petugas pemeriksa perlu menggunakan alat-alat bantu sederhana seperti yang ditunjukkan pada gambar: Contoh memeriksa ukuran hasil kerja konstruksi.
 - b. Pengujian dengan beban

Dalam pengujian ini biasanya di perhitungkan dari segi bahan yang dipakai sehingga perkiraan untuk beban bisa di estimasi. Contohnya untuk konstruksi menara air, tangga, kursi maupun tempat tidur kekuatan bahan bisa diuji sesuai dengan estimasi sehingga bisa di masukan dalam spesifikasi dalam segi penjualan.

Formatif

Berikut ini adalah tes dalam bentuk pembuatan benda kerja dan penilaiannya dari sambungan pada pengerjaan konstruksi baja. Buatlah benda kerja sesuai dengan gambar kerjanya dan lakukan penilaian sesuai dengan kriteria yang ada pada tabel penilaian.

1. Menyambung Besi Kanal dan Besi Siku

A. Tujuan Instruksional

Setelah mempelajari dan berlatih dengan tugas ini, peserta diharapkan mampu membuat sambungan lurus pada besi kanal 150 PFC dan besi siku 50 x 50 menggunakan peralatan potong gas dan las busur manual/ GMAW dengan memenuhi kriteria:

- Penyimpangan dimensi $\pm 2,0\text{mm}$
- Sudut konstruksi 60°
- Hasil potongan lurus dan bersih
- Lebar sambungan las $13 \pm 1\text{mm}$
- Tidak terjadi perubahan bentuk

- Konstruksi sambungan siku dan simetris dengan penyimpangan maksimum 5%

B. Alat dan Bahan

1) Alat

- Seperangkat alat potong gas manual (*Flame Cutting*)
- Seperangkat mesin las busur manual (SMAW) atau GMAW
- Satu set alat keselamatan dan kesehatan kerja pemotongan dengan gas dan las busur .
- Satu set alat bantu las busur manual/ GMAW

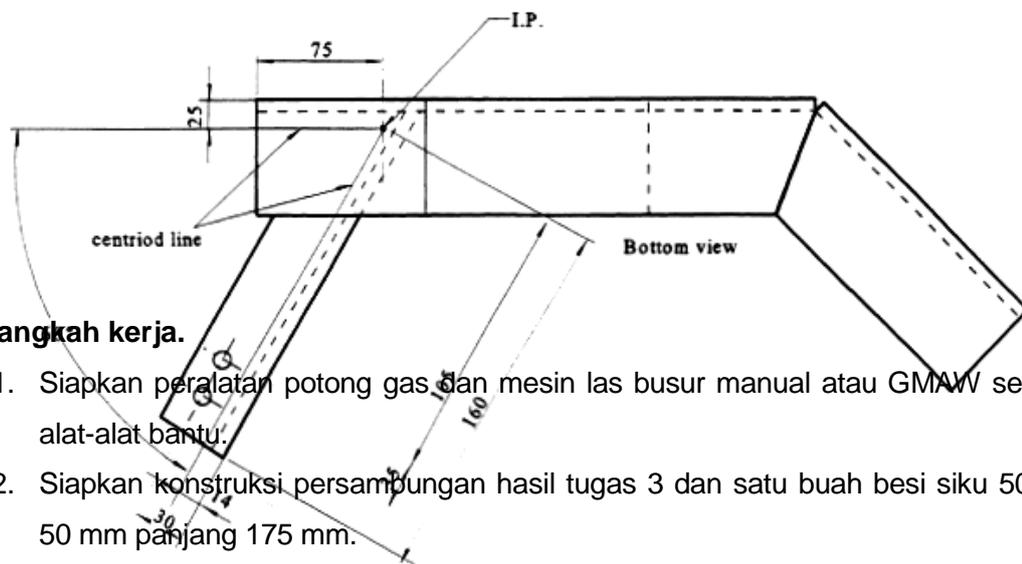
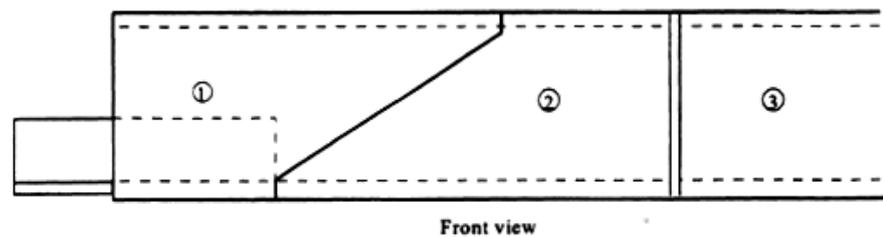
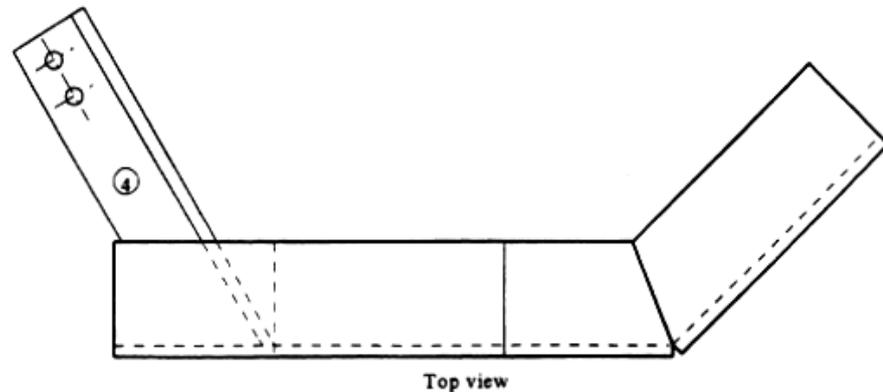
2) Bahan

- Besi kanal 150 PFC hasil **tugas 3** (Menyambung besi kanal-2) dan besi siku 50 x 50 panjang 175mm
- Satu set gas *asetilin* dan oksigen
- *Elektroda* AWS - E 6013 \varnothing 3,2mm atau AWS A5. 18 ER70 S - 6 \varnothing 0,9 mm.

C. Keselamatan dan Kesehatan Kerja

- a) Pakailah pakaian kerja (APD) yang aman dan sesuai dengan jenis pekerjaan, antara lain sepatu kerja (*safety shoes*), apron dan sarung tangan yang sesuai.
- b) Gunakan kaca mata yang sesuai (*shade* 4 – 5 untuk pemotongan dan *shade* 10 – 11 untuk pengelasan).
- c) Rapikan sisi-sisi tajam pelat dengan gerinda atau kikir.
- d) Gantilah kaca *filter* jika sudah rusak.
- e) Hati-hati dengan benda panas hasil pemotongan, dan beri tanda “PANAS” jika benda kerja tersebut belum cukup dingin untuk diletakkan atau disimpan.

D. Gambar Kerja



E. Langkah kerja.

1. Siapkan peralatan potong gas dan mesin las busur manual atau GMAW serta alat-alat bantu.
2. Siapkan konstruksi persambungan hasil tugas 3 dan satu buah besi siku 50 x 50 mm panjang 175 mm.
3. Potong besi siku sesuai dengan gambar kerja dan buatlah lubang menggunakan mesin bor (2 x \varnothing 10mm)

4. Lakukan las catat pada beberapa tempat dan periksa sudut konstruksi sambungan sebelum dilas.
5. Sambungkan bagian besi siku pada hasil kerja pada tugas 3 dengan menggunakan las busur manual atau GMAW. Yakinkan bahwa sudut konstruksi adalah 60°
6. Lakukan pengelasan bertumpuk pada kedua sisi besi kanal.
7. Lanjutkan pengelasan sampai selesai, dan bertanyalah pada pembimbing bila ada hal-hal yang kurang dipahami, terutama tentang teknik pengelasannya.
8. Bersihkan dan dinginkan benda kerja .
9. Serahkan benda kerja pada pembimbing untuk diperiksa.
10. Ulangi pekerjaan jika belum mencapai kriteria yang ditetapkan.

F. Lembar Penilaian Hasil

NO	ASPEK YANG DINILAI	KRITERIA	CHECK LIST		Rekomendasi
			Benar	Salah	
1.	Penyimpangan dimensi	$\pm 2,0\text{mm}$			
2.	Hasil potongan	80 % lurus dan bersih			
3.	Lebar jalur las	13mm, $\pm 1\text{mm}$			
4.	Sudut konstruksi	60° , penyimpangan maksimal 2mm			
5.	Perubahan bentuk	Maksimal 5%			
6.	Cacat las	Maksimum 4 mm ²			
7.	Kerapian pekerjaan	Bersih dan bebas terak			

..... ,200
 Penilai,

KUNCI JAWABAN

A. TES FORMATIF 1

$$F_{AE} = 8,94 \text{ kN (Tekan)}$$

$$F_{AB} = 8 \text{ kN (Tarik)}$$

$$F_{BC} = 8 \text{ kN (Tarik)}$$

$$F_{BE} = 8 \text{ kN (Tekan)}$$

$$F_{EC} = 8,94 \text{ kN (Tarik)}$$

$$F_{ED} = 17,9 \text{ kN (Tekan)}$$

$$F_{DC} = 8 \text{ kN (Tarik)}$$

$$F_{DX} = 16 \text{ kN}$$

B. TES FORMATIF 2

1. Sambungan pada konstruksi baja bisa dilakukan dengan sambungan las, sambungan ulir yaitu yang terdiri dari sambungan mur dan baut dan sambungan sekrup
2. Perbedaan sekrup dan baut adalah terletak dari perlunya penggunaan mur atau tidak. Sekrup bisa digunakan dengan atau tanpa mur. lalu biasanya sekrup mempunyai ujung yang lebih runcing dibandingkan dengan baut. *Driver* untuk sekrup biasanya obeng yang disesuaikan dengan bentuk alur pada sekrup sedangkan baut mempunyai *driver* kunci pas.
3. Jenis-jenis sambungan las yaitu Sambungan Sebidang, Sambungan Lewatan, Sambungan Tegak, Sambungan sudut dan sambungan sisi.
4. Kampuh las adalah bentuk persiapan pada sambungan. Umumnya hanya ada pada sambungan tumpul, namun ada juga pada beberapa bentuk sambungan sudut tertentu, yaitu untuk memenuhi persyaratan kekuatan sambungan sudut
5. Keuntungan Sambungan Las:
 - a. Pertemuan baja pada sambungan dapat melumer bersama elektrode las.
 - b. Konstruksi sambungan memiliki bentuk lebih rapi.

- c. Konstruksi baja dengan sambungan las memiliki berat lebih ringan.
- d. Dengan las berat sambungan hanya berkisar 1 – 1,5% dari berat konstruksi, sedangkan paku keling berkisar 2,5 – 4% dari berat konstruksi.
- e. Pengerjaan konstruksi relatif lebih cepat (tak perlu membuat lubang-lubang baut, tidak perlu memasang potongan baja siku / pelat penyambung).
- f. Luas penampang batang baja tetap utuh karena tidak dilubangi, sehingga kekuatannya utuh.

Keuntungan sambungan ulir (mur dan baut dan sekrup)

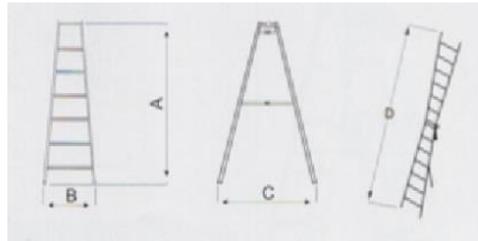
- a. Mempunyai reliabilitas (kehandalan) tinggi dalam operasi.
- b. Sesuai untuk perakitan dan pelepasan komponen.
- c. Suatu lingkup yang luas dari sambungan baut diperlukan untuk kondisi operasi.
- d. Lebih murah untuk diproduksi dan lebih efisien.
- e. Lebih mudah dalam pemasangan/penyetelan konstruksi di lapangan.
- f. Konstruksi sambungan dapat dibongkar – pasang.
- g. Dapat dipakai untuk menyambung dengan jumlah tebal baja > 4d.
- h. Menggunakan jenis baut pas digunakan untuk konstruksi berat atau jembatan.

Keuntungan sambungan paku keling

- a. Bahwa tidak ada perubahan struktur dari logam disambung. Oleh karena itu banyak dipakai pada pembebanan-pembebanan dinamis.
- b. Sambungan keling lebih sederhana dan murah untuk dibuat.
- c. Pemeriksaannya lebih mudah.
- d. Sambungan keling dapat dibuka dengan memotong kepala dari paku keling tersebut

C. TES FORMATIF 3

1. B
2. D
3. B
4. C
5. Konstruksi tangga lipat



D. TES FORMATIF 4

1. Baja karbon ukuran 4 x 4 cm = 444 cm
2. Baja karbon ukuran 4 x 2 cm = 868 cm
3. 18900 cm

E. TES FORMATIF 5

1. Penggaris baja untuk mengukur benda konstruksi sebelum di potong, Penggores untuk menunjukkan batas dari bahan konstruksi yang ingin di potong, Gergaji untuk memotong bahan konstruksi, kikir untuk menghaluskan permukaan yang sudah dipotong, obeng sebagai *driver* dari sekrup
2. Fabrikasi adalah rangkaian pekerjaan dari beberapa komponen material baik berupa plat, pipa ataupun baja profil dirangkai dan dibentuk setahap demi setahap berdasarkan barang-barang tertentu sampai menjadi bentuk yang dapat dipasang menjadi sebuah rangkaian alat produksi maupun konstruksi.
3. Proses *marking*, yaitu proses pengukuran dan pembentukan sketsa langsung di material dari semua barang berdasarkan *shop drawing*.
 - a. Proses *cutting*, yaitu proses pemotongan material menggunakan *cutting torch* atau mesin potong yang ada.

- b. Proses *drilling*, yaitu proses pengeboran dan pembuatan lubang baut sesuai ukuran.
 - c. Proses *assembling*, yaitu proses penyetulan dan perakitan material menjadi bentuk jadi.
 - d. Proses *welding*, yaitu proses pengelasan semua barang berdasarkan prosedur
 - e. Proses *finishing*, yaitu proses pembersihan dan penggerindaan semua permukaan material dari bekas *tag weld* dan lain-lain.
 - f. Proses *blasting*, yaitu proses penyemprotan pasir menggunakan tekanan udara ke semua bagian permukaan material untuk menghilangkan kotoran, kerak dan lapisan logam tertentu.
 - g. Proses *painting*, yaitu proses pengecatan material sesuai prosedur yang ditentukan.
4. *Band Saw, Circular Saw*, mesin gergaji bolak-balik (*Hacksaw Machine*), mesin gerinda.
 5. Penekukan adalah sebuah proses yang menggunakan mesin pres (*Press Brake*) untuk membengkokkan atau menekuk pelat yang relatif tebal, membentuk radius, pelengkungan awal sebelum dirol dan pembentukan sudut-sudut tertentu pada bahan konstruksi logam.

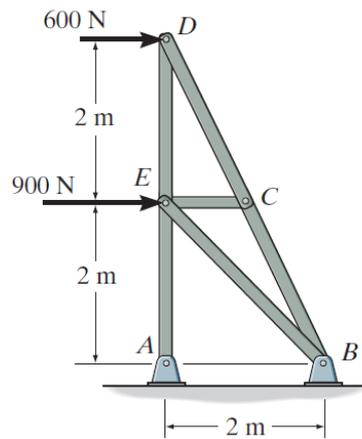
F. EVALUASI

- | | | |
|------|-------|-------|
| 1. D | 6. A | 11. A |
| 2. A | 7. A | 12. B |
| 3. B | 8. D | 13. A |
| 4. C | 9. A | 14. A |
| 5. D | 10. B | 15. A |

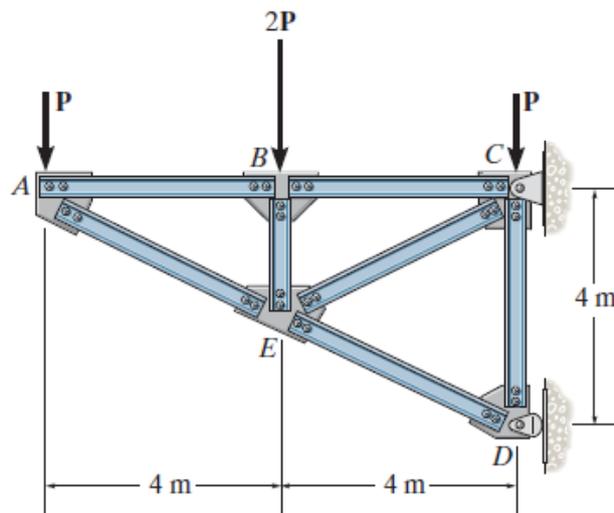
EVALUASI

Pilihlah jawaban yang tepat!

1. Tentukan gaya F_{DE} truss, dan dalam ketegangan atau kompresi? pada gambar di bawah ini!

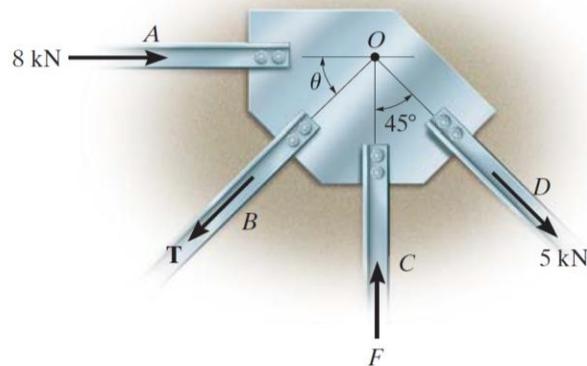


- a. 1,34 kN (C)
 - b. 1,34 kN (T)
 - c. 1,20 kN (C)
 - d. 1,20 kN (T)
2. Tentukan gaya F_{AB} dan F_{BC} truss dan dalam ketegangan atau kompresi) Asumsikan setiap sendi sebagai pin, dan besarnya $P = 4$ kN.



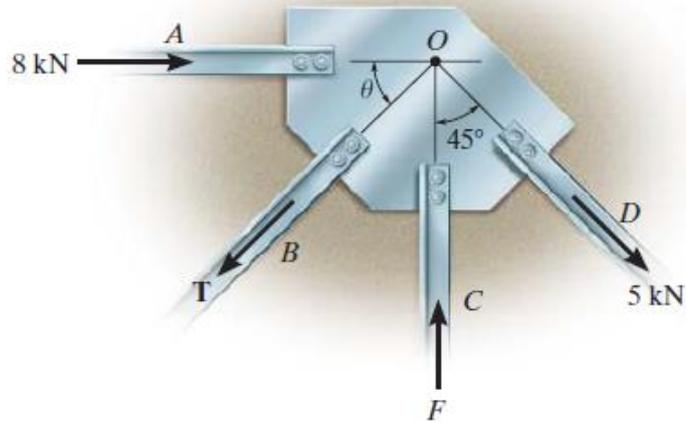
- a. 8 kN (T) dan 8 kN (T)
- b. 8 kN (T) dan 8 kN (C)
- c. 7,3 kN (C) dan 8 kN (T)
- d. 8 kN (T) dan 7,3 kN (C)

3. Batang *truss* terhubung ke plat. Jika gaya diberikan secara bersamaan pada titik O, Tentukan besaran F dan T pada rangka . Ambil $\theta = 30^\circ$.



- a. 8 kN dan 12 kN
- b. 10,2 kN dan 13,3 kN
- c. 9,3 kN dan 11,5 kN
- d. 10,3 kN dan 7,3 kN

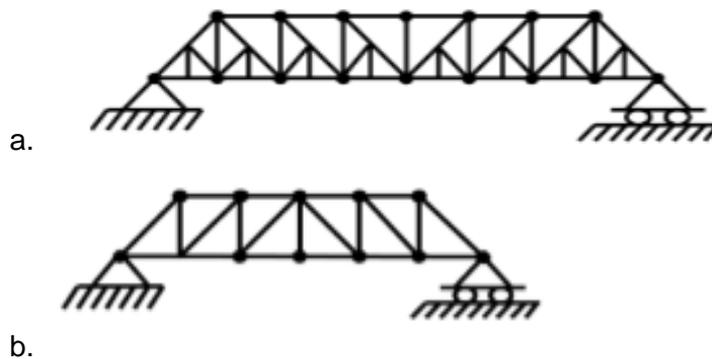
4. Plat dikenai gaya pada empat bagiannya. Tentukan gaya di bagian B dan orientasi yang tepat untuk keseimbangan. Gaya yang bersamaan pada titik O. Anggaphlah $F = 12$ kN.

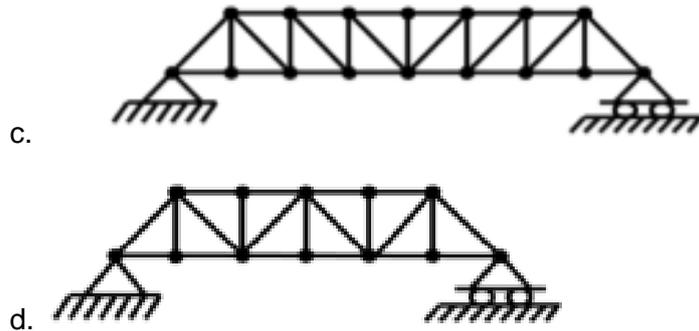


- a. $13,3\text{ kN}$ dan $30,5^\circ$
- b. $10,2\text{ kN}$ dan $33,3^\circ$
- c. $14,3\text{ kN}$ dan $36,3^\circ$
- d. $10,3\text{ kN}$ dan 36°

5. Berikut ini merupakan jenis sambungan yang diterapkan pada rangka baja ringan, kecuali
- a. Sambungan las
 - b. Sambungan mur baut
 - c. Sambungan rivet
 - d. Sambungan penutup

6. Jenis *truss* yang merupakan jenis Baltimore adalah ...





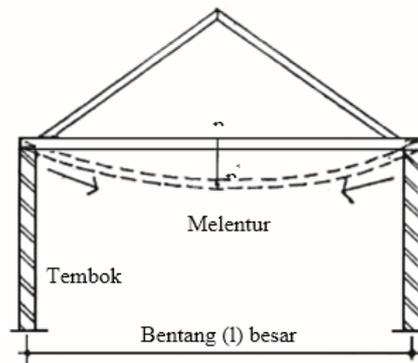
7. Pengertian *truss* adalah ...

- Struktur yang semua batangnya berupa batang dua gaya
- Struktur yang sedikitnya mempunyai sebuah batang yang menerima beban lentur atau puntir
- Struktur yang semua batangnya hanya menerima beban aksial saja
- konstruksi batang atau rangka batang yang statis tertentu dengan syarat-syarat keseimbangan kita bisa menentukan gaya dalam dan gaya luar

8. Untuk mendapatkan reaksi pada tumpuan-tumpuan pada *truss* dapat dilakukan dengan penerapan persamaan kesetimbangan, kecuali ...

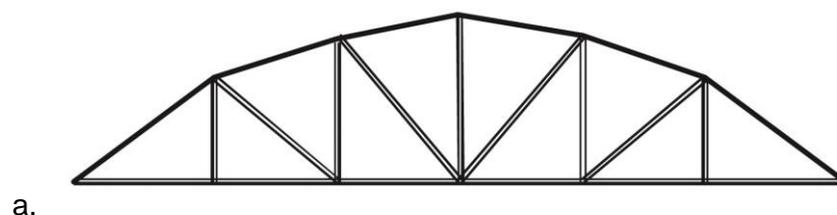
- $\sum M_x = 0$
- $\sum F_y = 0$
- $\sum F_x = 0$
- $\sum Z = 0$

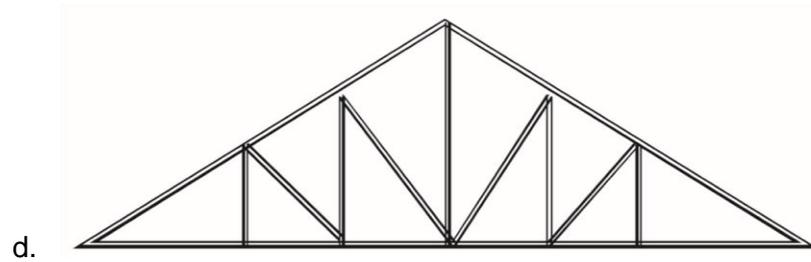
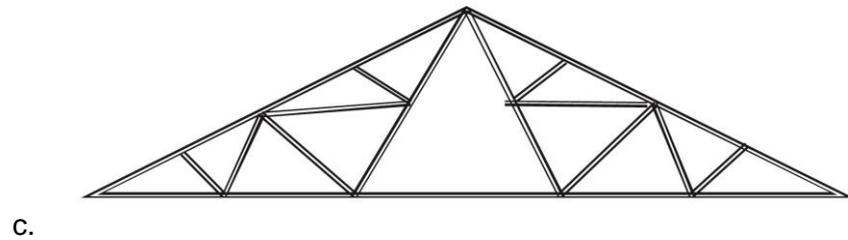
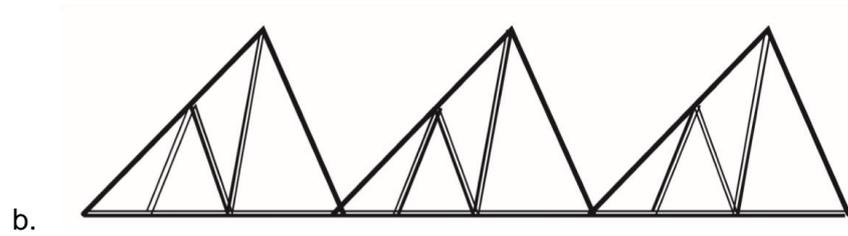
9. Ada beberapa syarat ketika merancang sebuah kuda-kuda, antara lain seperti gambar di bawah ini. Pernyataan yang paling tepat untuk menyimpulkan salah satu syarat perancangan kuda-kuda yang ditunjukkan oleh gambar adalah ...



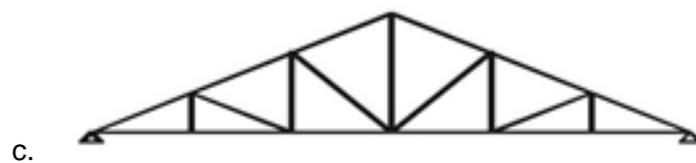
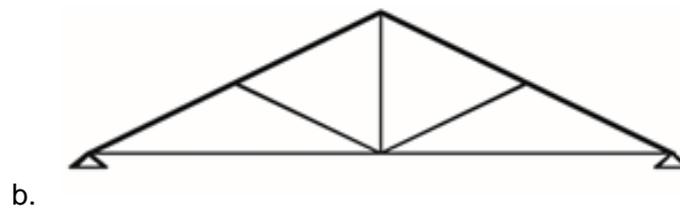
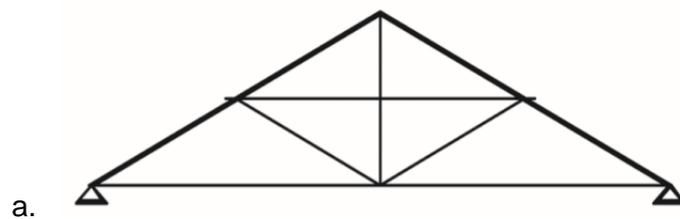
- a. Untuk mengatasi adanya penurunan pada batang tarik di ujung atas kaki kuda-kuda dipasang tiang dan ujung bawah tiang menggantung tengah-tengah batang tarik AB yang disebut tiang gantung
- b. Semakin besar beban yang bekerja dan bentangan yang panjang, sehingga kaki kuda-kuda yang miring mengalami pelenturan. Dengan adanya pelenturan pada kaki kuda-kuda maka bidang atap akan kelihatan cekung ke dalam, ini tidak boleh terjadi
- c. Karena bentangan menahan beban yang bekerja dan beban berat sendiri kuda-kuda, maka batang tarik AB akan melentur. Titik P bergerak turun ke titik P', dengan adanya pelenturan, tembok seolah-olah ke dalam
- d. Untuk mencegah pelenturan pada kaki kuda-kuda perlu dipasang batang sokong atau *skoor* di mana ujung bawah *skoor* memancang pada bagian bawah tiang gantung ujung atas *skoor* menopang bagian tengah kuda-kuda. Dengan demikian pelenturan dapat dicegah

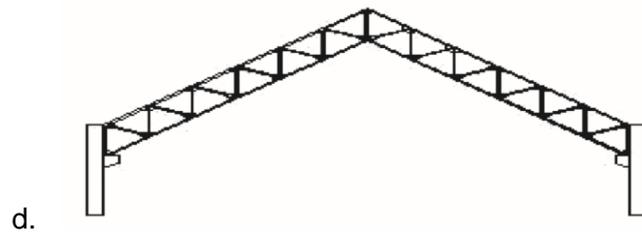
10. Kuda-kuda jenis *Sawtooth* ditunjukkan pada gambar ...



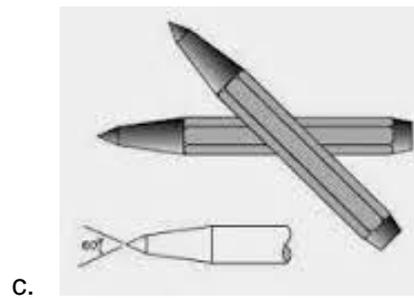


11. Jenis kuda-kuda bentangan 4 – 8 meter dirancang dengan cara ...





12. Berikut beberapa alat penanda yang umum digunakan dalam fabrikasi logam, kecuali ...





d.

13. Di bawah ini pernyataan yang tepat untuk fungsi *reamer* adalah ...
- Alat potong untuk memperhalus permukaan lubang dan memperbesar lubang yang telah kita siapkan sebelumnya
 - Untuk memotong ulir pada bagian luar atau pada batang baut dengan tangan, dipergunakan sejenis alat yang dinamakan pengulir luar
 - Alat potong yang digunakan untuk membuat lubang pada permukaan benda kerja
 - Alat yang digunakan untuk membuat ulir dalam dengan tangan
14. Yang dimaksud dengan *height gauge* adalah ...
- Sebuah alat pengukuran yang berfungsi mengukur tinggi benda terhadap bidang acuan atau bisa juga untuk memberikan tanda goresan secara berulang terhadap benda kerja sebagai acuan dalam proses permesinan
 - Sebuah alat pengukuran yang berfungsi mengukur kedalaman benda terhadap bidang acuan atau bisa juga untuk memberikan tanda goresan secara berulang terhadap benda kerja sebagai acuan dalam proses permesinan
 - Sebuah alat pengukuran yang berfungsi mengukur jari-jari benda terhadap bidang acuan atau bisa juga untuk memberikan tanda goresan secara berulang terhadap benda kerja sebagai acuan dalam proses permesinan
 - Sebuah alat pengukuran yang berfungsi mengukur lebar lubang benda terhadap bidang acuan atau bisa juga untuk memberikan tanda goresan

secara berulang terhadap benda kerja sebagai acuan dalam proses permesinan

15. Pernyataan yang paling tepat dari pengukuran adalah
- a. Kuantifikasi atau penetapan angka tentang karakteristik atau keadaan konstruksi menurut aturan-aturan tertentu
 - b. Salah satu cara untuk menaksir besarnya kemampuan konstruksi secara tidak langsung, yaitu melalui respons konstruksi terhadap stimulus atau pemberian beban
 - c. Serangkaian langkah kerja yang bertujuan untuk mengetahui kualitas konstruksi
 - d. Cara yang digunakan untuk mempertahankan kualitas benda



BAB III PENUTUP

Melalui pembelajaran berbasis modul, diharapkan akan membantu para peserta pelatihan akan dapat belajar secara mandiri, mengukur kemampuan diri sendiri, dan menilai dirinya sendiri. Tidak terkecuali dalam memahami konsep dasar dan implementasinya. Semoga modul ini dapat digunakan sebagai referensi tambahan dalam proses pembelajaran pada kegiatan belajar mengajar, baik teori maupun praktik. Peserta pelatihan lebih diharapkan mendalami materi lain di samping materi yang ada di modul ini melalui berbagai sumber. Semoga modul ini bermanfaat bagi peserta pelatihan di bidang paket keahlian fabrikasi logam khususnya yang mengambil bidang Perencanaan dan Pembuatan Konstruksi *Light Metal*.

Tidak lupa dalam kesempatan ini, penulis mohon saran dan kritik yang membangun terhadap modul ini, demi sempurnanya penyusunan modul di masa-masa yang akan datang. Semoga modul ini memberikan manfaat bagi para peserta pelatihan dan pembaca lainnya.

GLOSARIUM

Truss	: Struktur yang semua batangnya berupa batang dua gaya
Proses pengelasan	: Proses penyambungan logam dengan menggunakan energi panas
Kampuh las	: Bentuk persiapan pada sambungan
Fabrikasi	: Suatu rangkaian pekerjaan dari beberapa komponen material baik berupa pelat, pipa ataupun baja profil dirangkai dan dibentuk setahap demi setahap berdasarkan <i>item-item</i> tertentu sampai menjadi bentuk yang dapat dipasang menjadi sebuah rangkaian alat produksi maupun konstruksi
Workshop Fabrications	: Proses fabrikasi dan konstruksi yang dilakukan di dalam bangunan atau gedung yang di dalamnya sudah dipersiapkan segala macam alat dan mesin-mesin untuk melakukan proses produksi dan pekerjaan-pekerjaan fabrikasi lain
Site Fabrications	: Proses fabrikasi dan konstruksi yang dikerjakan di luar bangunan atau <i>workshop</i> lebih tepatnya pekerjaan dilakukan di area lapangan terbuka, di lokasi di mana bangunan akan didirikan

DAFTAR PUSTAKA

Construction Material, their Nature and Behavior. Edited by. J.M. ILLSTON, E&FN
Spon An Imprint of Chapman& Hall.

Structure, Daniel. Schoedeck. ____ .Konstruksi Baja, Podma: ____

Daryanto (1987).Mesin Pengerjaan Logam, Bandung: Tarsito.

Josep .(2013). Pemasangan Baja ringan. [Online]. Tersedia :

<http://architecturebanten.blogspot.com/2013/01/tata-cara-pemasangan-baja-ringan.html> [20 November 2015]

Rahman. (2013). Sambungan las, paku keling dan baut. [Online] tersedia :

<http://srcivilengineering.blogspot.co.id/2013/12/sambungan-las-paku-keling-dan-baut-pada.html> [20 November 2015]

Asdy, Saeful. (2012). Perhitungan konstruksi tangga. [Online]. Tersedia :

<http://saefulasdy.blogspot.co.id/2012/06/perhitungan-konstruksi-tangga.html>
[20 November 2015]

Agung. (2011). Dasar sambungan. [Online] tersedia :

<http://fteknikindustri.blogspot.co.id/2011/11/materi-kuliah-fisika-dasar-sambungan.html> [20 November 2015]

Danis. (2011). Perencanaan sambungan sekrup dan baut. [Online] tersedia :

<http://dani-rock.blogspot.co.id/2011/10/perencanaan-sambungan-sekrupbaut.html>

