



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN  
2016

## MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian  
**Teknik Konstruksi Baja**

Pedagogik : Penentuan Aspek-Aspek Hasil Belajar  
Profesional : Merencanakan Gambar Kerja dan Pemeriksaan  
Pekerjaan Bangunan Baja

**KELOMPOK  
KOMPETENSI**





## MODUL GURU PEMBELAJAR

# Paket Keahlian Teknik Konstruksi Baja

Penyusun :  
Ir. Torang Sitorus, MT  
USU Medan  
[torangs02@gmail.com](mailto:torangs02@gmail.com)  
081370688181

Reviewer :  
Ivan Indrawan, ST., MT  
USU Medan  
[ivandrawan76@gmail.com](mailto:ivandrawan76@gmail.com)  
081264563715

KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
PUSAT PENGEMBANGAN DAN PEMBERDAYAAN  
PENDIDIK DAN TENAGA KEPENDIDIKAN  
BIDANG BANGUNAN DAN LISTRIK  
MEDAN  
2016



## KATA PENGANTAR

Profesi guru dan tenaga kependidikan harus dihargai dan dikembangkan sebagai profesi yang bermartabat sebagaimana diamanatkan Undang-undang Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen. Hal ini dikarenakan guru dan tenaga kependidikan merupakan tenaga profesional yang mempunyai fungsi, peran, dan kedudukan yang sangat penting dalam mencapai visi pendidikan 2025 yaitu “Menciptakan Insan Indonesia Cerdas dan Kompetitif”. Untuk itu guru dan tenaga kependidikan yang profesional wajib melakukan pengembangan keprofesian berkelanjutan.

Pedoman Penyusunan Modul Diklat Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan Bagi Guru dan Tenaga Kependidikan merupakan petunjuk bagi penyelenggara pelatihan di dalam melaksakan pengembangan modul. Pedoman ini disajikan untuk memberikan informasi tentang penyusunan modul sebagai salah satu bentuk bahan dalam kegiatan pengembangan keprofesian berkelanjutan bagi guru dan tenaga kependidikan.

Pada kesempatan ini disampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan kepada berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi secara maksimal dalam mewujudkan pedoman ini, mudah-mudahan pedoman ini dapat menjadi acuan dan sumber informasi bagi penyusun modul, pelaksanaan penyusunan modul, dan semua pihak yang terlibat dalam penyusunan modul diklat PKB.

Jakarta, Agustus 2015

Direktur Jenderal Guru dan  
Tenaga Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D,

NIP 19590801 198503 1002

## **DAFTAR ISI**

Kata Pengantar .....	i
Daftar Isi .....	ii
Daftar Gambar .....	ix
Daftar Tabel .....	xii

<b>PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Tujuan .....	5
C. Peta kompetensi .....	5
D. Ruang Lingkup .....	8
E. Saran Cara Penggunaan Modul .....	9

### **Kompetensi Profesional**

#### **TEKNIK KONSTRUKSI BAJA, KOMPETENSI "H" . 11**

##### **KEGIATAN PEMBELAJARAN. 1**

###### **Menguraikan Prinsip-Prinsip Perhitungan Pada Sambungan**

<b>Sambungan struktur Konstruksi baja .....</b>	<b>12</b>
A. Tujuan .....	12
B. Indikator Pencapaian Kompetensi .....	12
C. Uraian Materi .....	12
C.1 Penjelasan .....	12
C.2 Pengurangan luas akibat lobang baut .....	13
C.2.1 Luas netto .....	13
C.2.2 Luas netto efektif .....	14
D. Aktivitas Pembelajaran .....	16
E. Latihan/Kasus/Tugas .....	18

F.	Rangkuman .....	19
G.	Umpan balik dan Tindak lanjut .....	20

## KEGIATAN PEMBELAJARAN. 2

<b>Merancang Konsep Proyek Konstruksi baja</b> .....	22	
A.	Tujuan .....	22
B.	Indikator Pencapaian Kompetensi .....	22
C.	Uraian Materi .....	22
C.1	Persyaratan perencanaan .....	22
C.2	Batang Tarik Aksial .....	25
C.2.1	Kuat tarik rencana .....	25
C.2.2	Luas penampang netto batang tarik rencana .....	25
C.2.3	Kontrol Tahanan Tarik Batang dan Sambungan .....	26
C.2.4	Kelangsingan batang tarik .....	26
C.3	Batang Tekan Aksial .....	26
C.3.1	Panjang Efektif Kolom .....	26
C.3.2	Perencanaan akibat gaya tekan .....	28
C.3.3	Daya dukung nominal komponen struktur tekan .....	28
C.3.4	Daya dukung nominal komponen struktur tekan tersusun prismatis dengan elemen yang dihubungkan oleh pelat melintang dan memikul gaya sentries .....	29
D.	Aktivitas Pembelajaran .....	32
E.	Latihan/Kasus/Tugas .....	34
F.	Rangkuman .....	35
G.	Umpan balik dan Tindak lanjut .....	36

## KEGIATAN PEMBELAJARAN. 3

<b>Menentukan Dimensi Profil Baja Yang Digunakan Pada Struktur Konstruksi baja</b> .....	39	
A.	Tujuan .....	39
B.	Indikator Pencapaian Kompetensi .....	39
C.	Uraian Materi .....	39
C.1	Data perencanaan .....	39

C.2	Menggunakan Operasional MS-Excel .....	40
C.3	Program perhitungan dengan Software Excel .....	44
D.	Aktivitas Pembelajaran .....	45
E.	Latihan/Kasus/Tugas .....	59
F.	Rangkuman .....	60
G.	Umpulan dan Tindak lanjut .....	60

## KEGIATAN PEMBELAJARAN. 4

<b>Merencanakan Gambar Kerja (<i>Shop Drawing</i>) Konstruksi baja</b>		
<b>Dengan Menggunakan Perangkat Lunak (Software)</b> .....	64	
A.	Tujuan .....	64
B.	Indikator Pencapaian Kompetensi .....	64
C.	Uraian Materi .....	64
C.1.	Menjalankan Program AutoCad .....	64
C.2	Memulai gambar baru dan membuka gambar yang sudah ada	66
C.3	Menyimpan Gambar .....	67
C.4	Keluar dari Auto-CAD .....	67
C.5	Perintah Menggambar (draw) .....	68
C.5.1	Menggambar Garis ( <i>Line</i> ) .....	68
C.5.2	Membuat Text (Teks) .....	68
C.5.3	Menggambar Circle (Lingkaran) .....	69
C.5.4	Menggambar Ellipse .....	69
C.5.5	Menggambar Multiline .....	70
C.5.6	Menggambar Polyline .....	70
C.5.7	Menggambar Polygon (Segi Banyak) .....	71
C.5.8	Menggambar Rectangle (segi empat) .....	71
C.5.9	Menggambar Busur (Arc) .....	71
C.5.10	Membuat Titik (Point) .....	72
C.6	Membuat Hatch (arsiran) .....	72
C.7	Membuat Dimensi .....	73
C.8	Mengatur Layer .....	73
C.9	Perintah editing ( <i>modify</i> ) .....	74

C.9.1	Erase .....	74
C.9.2	Menggandakan Objek (Copy) .....	74
C.9.3	Memindah Objek (Move) .....	75
C.9.4	Menggandakan Objek secara Paralel (Offset) .....	75
C.9.5	Menggunakan Array .....	76
C.9.6	Mencerminkan Objek (Mirror) .....	77
C.9.7	Memotong garis dengan garis pemotong (Trim) .....	77
C.9.8	Memperpanjang objek menuju objek lain (Extend) .....	78
C.9.9	Mempertemukan dua garis (Fillet) .....	78
C.9.10	Memotong garis dengan Break .....	79
C.9.11	Memutar objek ( <i>Rotate</i> ) .....	79
C.9.12	Chamfer .....	79
C.9.13	Menggunakan Stretch .....	80
C.9.14	Merubah skala objek (Scale) .....	81
C.9.15	Zoom .....	81
C.9.16	Menggunakan Block dan WBlock .....	81
C.9.17	Memasukkan Block (Insert) .....	82
C.9.18	Menentukan jarak dan luasan .....	84
C.10	Ketentuan ketentuan penggambaran .....	84
C.10.1	Ukuran kertas .....	84
C.10.2	Jenis garis dan tebal garis .....	85
C.10.3	Cara menggambar .....	85
C.10.4	Skala gambar .....	86
C.11	Lembar kerja .....	86
C.12	Informasi yang harus ditunjukan pada gambar .....	86
C.13	Contoh penggambaran yang menjadi shop drawing .....	87
D.	Aktivitas pembelajaran .....	89
E.	Latihan/Kasus/Tugas .....	92
F.	Rangkuman .....	93
G.	Umpulan dan Tindak lanjut .....	94

## KEGIATAN PEMBELAJARAN. 5

### **Menganalisis Harga Satuan Pada Pekerjaan Konstruksi baja .97**

A.	Tujuan .....	97
B.	Indikator Pencapaian Kompetensi .....	97
C.	Uraian Materi .....	98
C.1	Pendahuluan .....	98
C.2	Khusus pekerjaan konstruksi baja .....	99
C.3	Rencana Anggaran Biaya .....	99
C.3.1	Estimasi Anggaran Biaya Tahap desain .....	100
C.3.2	Anggaran Biaya Teliti .....	101
C.3.3	Cara Menyusun Anggaran Biaya Teliti .....	101
C.4	Menghitung Material konstruksi baja .....	103
C.5	Indeks Komponen Harga Satuan Pekerjaan .....	106
C.6	Indeks Komponen Harga Satuan Pekerjaan .....	107
D.	Aktivitas Pembelajaran .....	113
E.	Latihan/Kasus/Tugas .....	115
F.	Rangkuman .....	116
G.	Umpulan dan Tindak lanjut .....	117

## KEGIATAN PEMBELAJARAN. 6

<b>Merancang Perakitan Dan Pengelasan Konstruksi .....</b>	<b>120</b>	
A.	Tujuan .....	120
B.	Indikator Pencapaian Kompetensi .....	120
C.	Uraian Materi .....	120
C.1	Perubahan Sifat Logam Setelah Proses Las .....	120
C.2	Pengaruh Posisi Proses Las Terhadap Keterampilan Juru Las .....	123
C.3	Beberapa Variabel yang Berkaitan dengan Pekerjaan Las ...	124
C.4	Persiapan Material untuk Pengelasan .....	125
C.4.1	Persiapan secara teoritis .....	126
C.4.2	Persiapan secara praktis .....	127
C.4.3	Persiapan Kampuh Las .....	128
C.4.4	Bentuk Sambungan Las .....	130
C.4.5	Sambungan Las .....	132
C.4.6	Macam-macam las .....	132

C.5	Pemilihan Elektroda .....	133
C.6	Pergerakan Elektroda .....	136
C.7	Tehnik Menghindari Distorsi Sewaktu Pengelasan .....	136
D.	Aktivitas Pembelajaran .....	138
E.	Latihan .....	140
F.	Rangkuman .....	140
G.	Umpam balik dan Tindak lanjut .....	141

## KEGIATAN PEMBELAJARAN. 7

<b>Merencanakan Pekerjaan Pemeriksaan Bangunan Baja .....</b>	<b>146</b>
A Tujuan .....	146
B Indikator Pencapaian Kompetensi .....	146
C Uraian Materi .....	146
C.1 Korosi .....	146
C.1.1 Korosi Celah .....	147
C.2 Pemeriksaan .....	150
C.3 Kerusakan Tipikal Struktur Konstruksi Baja .....	151
C.4 Peralatan pemeriksaan .....	156
C.5 Langkah langkah pelaksanaan pemeriksaan .....	157
C.6 Persiapan Pengecekan .....	157
C.7 Mengecek Sambungan-sambungan .....	158
D Aktivitas Pembelajaran .....	158
E Latihan .....	160
F Rangkuman .....	160
G Umpam balik dan Tindak lanjut .....	162
KUNCI JAWABAN LATIHAN .....	165
PENUTUP .....	172
UJI KOMPETENSI .....	173
DAFTAR PUSTAKA .....	178
GLOSARIUM .....	179

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Komponen sambungan baut .....	13
Gambar 1.2. Efek lobang pada tampang netto .....	13
Gambar 1.3 Efek lobang berselang seling pada tampang netto .....	13
Gambar 1.4 Jarak u, pada tampang profil yang bengkok .....	14
Gambar 1.5 Sambungan robek akibat tegangan geser .....	15
Gambar 1.6 Nilai  untuk Profil Siku .....	15
Gambar 1.7 Eksentrisitas sambungan  untuk profil WF .....	16
Gambar 2.1 Elemen batang tekan terusun dengan plat Koppel .....	30
Gambar 2.2 Plat Koppel batang tekan terusun jarak L <sub>1</sub> .....	30
Gambar 4.1 Tampilan awal Auto-CAD .....	66
Gambar 4.2. Kotak dialog untuk pilihan file yang akan dibuka .....	67
Gambar 4.3 Kotak dialog untuk menyimpan gambar .....	67
Gambar 4.4.Toolbar format teks dan area penulisan teks .....	68
Gambar 4.5 Teknik menggambar lingkaran .....	69
Gambar 4.6 Kotak dialog menentukan jenis multiline .....	70
Gambar 4.7 Kotak dialog penentuan jenis arsiran .....	73
Gambar 4.8 Kotak dialog pemilihan jenis tampilan dimensi .....	73
Gambar 4.9 Kotak dialog penentuan atribut objek dengan layer .....	74
Gambar 4.10.Teknik menggandakan objek .....	75
Gambar 4.11 Teknik memindah objek .....	75
Gambar 4.12 Teknik menggandakan objek dengan offset .....	76
Gambar 4.13. Teknik melakukan perintah array .....	77
Gambar 4.14 Teknik mencerminkan objek dengan mirror .....	77
Gambar 4.15 Teknik memotong objek dengan trim .....	78
Gambar 4.16 Teknik memperpanjang objek dengan extend .....	78
Gambar 4.17 Teknik mempertemukan garis dengan fillet .....	79
Gambar 4.18 Teknik mempertemukan garis dengan chamfer .....	80
Gambar 4.19 Teknik memperpanjang objek dengan stretch .....	80

Gambar 4.20 Kotak dialog menentukan objek sebagai block .....	82
Gambar 4.21 Kotak dialog memanggil (insert) block yang telah tersimpan ....	83
Gambar 4.22 Kotak dialog dan toolbar penentuan objek snap .....	83
Gambar 4.23 Detal Balok portal gable atap .....	87
Gambar 4.24 Potongan melintang rangka baja atap .....	88
Gambar 4.25. Detail gording, bubungan dan buhul c) .....	88
Gambar 4.26 Gelagar utama dengan pengaku badan .....	89
Gambar 5.1 Tahapan Analisa Harga Satuan Pekerjaan .....	102
Gambar 6.1 Kerja Las Listrik .....	121
Gambar 6.2. Distribusi Temperatur Saat Pengelasan .....	121
Gambar 6.3 Macam-macam Distorsi pada pengelasan .....	122
Gambar 6.4. Kode ISO Posisi Las Flat dan pipa .....	123
Gambar 6.5 Variabel yang berpengaruh pada pengelasan logam .....	124
Gambar 6.6 Kampuh Las V dan X .....	128
Gambar 6.7 Kampuh Las U dan J .....	129
Gambar 6.8 pengelasan sambungan sudut ( T ) .....	129
Gambar 6.9 Posisi plat sambungan rata .....	130
Gambar 6.10 Sambungan las yang baik atau buruk berdasarkan bending momen .....	131
Gambar 6.11 Sambungan las tumpul antara dua logam yang berbeda ketebalan .....	131
Gambar 6.12 Type type sambungan las .....	132
Gambar 6.13 Macam-macam las sudut .....	133
Gambar :6.14 Penulisan Kode Elektroda .....	134
Gambar 6.15. Bentuk gerakan elektroda .....	136
Gambar 6.16. Las titik titik sebagai klem waktu mengelas .....	137
Gambar 6.17. las titik pada keempat arah seimbang .....	137
Gambar 6.18. Bertahap dengan berlapis lapis .....	138
Gambar 7.1 Proses pengkorosian logam .....	147
Gambar 7.2 <i>Crevice corrosion</i> pada baut .....	148
Gambar 7.3 Proses tahap awal korosi celah .....	149
Gambar 7.4 Proses selanjutnya dari korosi celah .....	150
Gambar 7.5 Mekanisme Korosi Permukaan Baja Struktural .....	152

Gambar 7.6 Mekanisme Penyelesaian Masalah Korosi Celah dalam Lapisan Kontak antara Dua Unsur dari Elemen Bagian Baja Struktural .....	152
Gambar 7.7 Perkembangan Kehilangan Bahan Akibat Korosi Permukaan sebagai Fungsi dari Waktu dan Kondisi Lingkungan .....	154
Gambar 7.8 Penampang yang Terbuka dari Rangka Bawah dengan Akumulasi Pencemaran .....	155
Gambar 7.9 Penampang Struktur Jembatan dari Tipe Jembatan Rangka dengan Ikatan Angin di Bagian Atas dengan Lokasi yang Sensitif .....	155
Gambar 7.10 Lokasi Retak Fatik Tipikal di Dalam Bangunan Atas Konstruksi Baja .....	156
Gambar 7.11 Lokasi yang Memungkinkan dari Retak Fatik di Dalam Konstruksi baja Rangka .....	156

## **DAFTAR TABELØ**

Tabel 2.1 Faktor reduksi ( $\emptyset$ ) untuk keadaan kekuatan batas .....	24
Tabel 2.2 Panjang tekuk tumpuan tumpuan ideal sederhana .....	27
Tabel 3.1 Program dimensi Excel Batang tarik .....	49
Tabel 3.2 Formula dimensi Excel Batang tarik .....	53
Tabel 3.3 Program dimensi Excel Batang tekan .....	55
Tabel 4.1.Ukuran Kertas gambar .....	85
Tabel 4.2 Gambar jenis garis dan tebal garis .....	85
Tabel 5.1 Berat besi baja H beam .....	104
Tabel 5.2 Berat besi baja WF (Wide Flange) .....	105
Tabel 5.3 Berat besi baja kanal C CNP .....	106
Tabel 5.4 Index komponen harga satuan pekerjaan .....	107
Tabel 5.5 Daftar harga satuan bahan dan upah .....	108
Tabel 5.6 Analisa harga satuan pekerjaan (AHSP) .....	109
Tabel 5.7 Daftar kwantitas dan harga .....	117
Tabel 5.8 Rekapitulasi harga pekerjaan .....	117
Tabel 6.1. Hubungan Diameter Elektroda dengan Arus Pengelasan .....	133
Tabel 6.2 Daftar dalam menentukan dan menetapkan jenis elektroda yang akan digunakan dalam pengelasan .....	135
Tabel 7.1 Nilai-nilai Koefisien Statistik A dan B Menurut A. Nowak .....	153



# **PENDAHULUAN**

## **A Latar belakang**

Modul ini berjudul “Modul Diklat Pasca Uji Kompetensi Guru Teknik Konstruksi Baja Kompetensi “H” merupakan salah satu bagian dari keseluruhan 10 judul modul sesuai dengan kompetensi yang disiapkan untuk kegiatan Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB). Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan adalah pengembangan kompetensi Guru dan Tenaga Kependidikan yang dilaksanakan sesuai kebutuhan, bertahap dan berkelanjutan untuk meningkatkan professionalitasnya. Sepuluh kompetensi judul modul ini diturunkan melalui analisis kebutuhan pembelajaran dari kisi-kisi professional Uji Kompetensi Guru (UKG) Teknik Konstruksi Baja.

Pengembangan isi modul ini diarahkan sedemikian rupa, sehingga materi pembelajaran yang terkandung di dalamnya disusun berdasarkan kompetensi inti guru untuk mencapai kompetensi dalam Teknik Konstruksi Baja. Dengan mempelajari modul ini secara teori dan praktik, peserta diklat diharapkan mampu merencanakan proyek Konstruksi Baja. Dalam modul ini peserta Diklat dilatih menghitung dan melakukan praktik langsung pembelajaran yang ada dalam modul ini.

Kiranya pedoman penyusunan modul diklat PKB bagi guru Mata pelajaran Konstruksi Baja ini dapat menjadi acuan bagi penyelenggara pendidikan dan pelatihan dalam keprofesionalan peserta Diklat.

Modul ini dibuat dengan dasar hukum :

- 1 Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional.
- 2 Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen.
- 3 Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 101 Tahun 2000 tentang Pendidikan dan Pelatihan Jabatan Pegawai Negeri Sipil.

- 4 Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan sebagaimana diubah dengan Peraturan Pemerintah Nomor 32 Tahun 2013.
- 5 Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 74 Tahun 2008 tentang Guru;
- 6 Peraturan Menteri Negara Pemberdayaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Nomor 16 Tahun 2009 tentang Jabatan Fungsional Guru dan Angka Kreditnya.
- 7 Peraturan Bersama Menteri Pendidikan Nasional dan Kepala Badan Kepegawaian Negara Nomor 14 Tahun 2010 dan Nomor 03/V/PB/2010 tentang Petunjuk Pelaksanaan Jabatan Fungsional dan Angka Kreditnya.
- 8 Peraturan Menteri Negara Pemberdayaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Nomor 14 tahun 2010 tentang Jabatan Fungsional Penilik dan Angka Kreditnya
- 9 Peraturan Menteri Negara Pemberdayaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Nomor 21 tahun 2010 tentang Jabatan Fungsional Pengawas dan Angka Kreditnya.
- 10 Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 12 tahun 2007 tentang Standar Pengawas Sekolah
- 11 Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 13 tahun 2007 tentang Standar Kepala Sekolah/Madrasah
- 12 Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 16 tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru.
- 13 Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 24 tahun 2008 tentang Standar Tenaga Administrasi Sekolah/Madrasah
- 14 Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 25 tahun 2008 tentang Standar Tenaga Perpustakaan
- 15 Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor No 26 tahun 2008 tentang Standar Tenaga Laboran

- 16 Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor No 27 tahun 2008 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Konselor;
- 17 Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 63 Tahun 2009 tentang Sistem Penjaminan Mutu Pendidikan.
- 18 Peraturan Menteri Negara Pemberdayaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Nomor 16 tahun 2009 tentang Jabatan Fungsional Guru dan Angka Kreditnya.
- 19 Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 40 Tahun 2009 tentang Standar Penguji pada Kursus dan Pelatihan
- 20 Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 2009 tentang Standar Pembimbing pada Kursus dan Pelatihan
- 21 Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 42 Tahun 2009 tentang Standar Pengelola Kursus
- 22 Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia No 43 tahun 2009 tentang Standar Tenaga Administrasi Pendidikan pada Program Paket A, Paket B, dan Paket C.
- 23 Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia No 44 tahun 2009 tentang Standar Pengelola Pendidikan pada Program Paket A, Paket B, dan Paket C.
- 24 Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 45 Tahun 2009 tentang Standar Teknisi Sumber Belajar pada Kursus dan Pelatihan
- 25 Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 35 Tahun 2010 tentang Petunjuk Teknis Pelaksanaan Jabatan Fungsional Guru dan Angka Kreditnya.
- 26 Peraturan Menteri Negara Pemberdayaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Nomor 21 tahun 2010 tentang Jabatan Fungsional Pengawas dan Angka Kreditnya.

- 27 Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 11 Tahun 2011 tentang Sertifikasi Guru dalam Jabatan.
- 28 Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 1 tahun 2012 tentang Organisasi dan Tata Kelola Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.
- 29 Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 41 tahun 2012 tentang Organisasi dan Tata Kerja PPPPTK.
- 30 Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2013 tentang Petunjuk Teknis Jabatan Fungsional Penilik dan Angka Kreditnya.
- 31 Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2013 Tentang Juknis Jabatan Fungsional Pamong Belajar dan Angka Kreditnya.
- 32 Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia Nomor 72 tahun 2013 tentang Penyelenggaraan Pendidikan Layanan Khusus
- 33 Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 152 Tahun 2014 Tentang Standar Kualifikasi Akademik Dan Kompetensi Pamong Belajar.
- 34 Peraturan Menteri Pendidikan Kebudayaan Nomor 143 tahun 2014 tentang Petunjuk Teknis Pelaksanaan Jabatan Fungsional Pengawas dan Angka Kreditnya..
- 35 Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 137 tahun 2014 tentang Standar Nasional Pendidikan Anak Usia Dini.
- 36 Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 143 tahun 2014 tentang Petunjuk Teknis Pelaksanaan Jabatan Fungsional Pengawas dan Angka Kreditnya.
- 37 Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 11 tahun 2015 tentang Organisasidana Tata Kerja Kementerian dan Pendidikan dan Kebudayaan

38 Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 16 tahun 2015 tentang Organisasid dan Tata Kerja Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan.

## B Tujuan

Setelah mengikuti / menyelesaikan kegiatan belajar dari modul Pembelajaran Teknik Konstruksi baja Kompetensi "H" ini, peserta diklat diharapkan memiliki pengetahuan dan ketrampilan yang profesional tentang sebagian cara cara perancangan sebuah bangunan konstruksi baja, sebagai berikut tentang :

- 1 Menguraikan prinsip-prinsip perhitungan pada sambungan-sambungan struktur konstruksi baja
- 2 Merancang konsep proyek konstruksi baja
- 3 Menentukan dimensi profil baja yang digunakan pada struktur konstruksi baja menggunakan perangkat lunak (*software*)
- 4 Merencanakan gambar kerja (shop drawing) konstruksi baja dengan menggunakan perangkat lunak (*software*)
- 5 Menganalisis harga satuan pada pekerjaan konstruksi baja.
- 6 Merancang perakitan dan pengelasan konstruksi.
- 7 Merencanakan pekerjaan pemeriksaan bangunan baja

## C Peta kompetensi "TEKNIK KONSTRUKSI BAJA"

<i>K</i>	<i>. Menganalisis faktor yang mempengaruhi struktur bangunan berdasarkan kriteria desain dan pembebanan</i>	<i>K</i>	<i>Menganalisis macam-macam gaya dalam struktur bangunan</i>
<i>O</i>		<i>O</i>	
<i>M</i>	<i>. Menganalisis macam-macam gaya dalam struktur bangunan</i>	<i>M</i>	<i>Menguraikan prinsip-prinsip struktur konstruksi baja</i>
<i>P</i>		<i>P</i>	
<i>E</i>	<i>Menguraikan prinsip-prinsip struktur konstruksi baja</i>	<i>E</i>	<i>Menganalisis jenis dan fungsi struktur bangunan berdasarkan karakteristik</i>
<i>T</i>		<i>T</i>	
<i>E</i>	<i>Menerapkan peraturan Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Lingkungan Hidup K3LH</i>	<i>E</i>	<i>Menerapkan teknik pengoperasian alat sifat datar (leveling) dan alat sifat ruang (theodolit).</i>
<i>N</i>		<i>N</i>	

<p><b>S</b></p> <p><b>I</b></p> <p>Melakukan pekerjaan konstruksi baja dengan menggunakan alat survey dan pemetaan sederhana</p>	<p><b>S</b></p> <p><b>I</b></p> <p>Menguraikan berbagai prinsip dasar dan peraturan-peraturan terkait dengan teknologi konstruksi baja .(SNI)</p>
<p><b>A</b></p> <p>Menguraikan berbagai prinsip dasar dan peraturan-peraturan terkait dengan teknologi konstruksi baja</p>	<p><b>B</b></p> <p>Menganalisis kebutuhan peralatan dan bahan yang dibutuhkan dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi baja.</p>
<p>.Menganalisis kebutuhan peralatan dan bahan yang dibutuhkan dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi baja.</p>	<p>Menerapkan peraturan Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Lingkungan Hidup K3LH.</p>

<p><b>K</b></p> <p><b>O</b></p> <p><b>M</b></p> <p><b>P</b></p> <p><b>E</b></p> <p><b>T</b></p> <p><b>E</b></p> <p><b>N</b></p> <p><b>S</b></p> <p><b>I</b></p> <p><b>C</b></p> <p>Menganalisis gaya batang pada struktur konstruksi baja sederhana</p>	<p><b>K</b></p> <p><b>O</b></p> <p><b>M</b></p> <p><b>P</b></p> <p><b>E</b></p> <p><b>T</b></p> <p><b>E</b></p> <p><b>N</b></p> <p><b>S</b></p> <p><b>I</b></p> <p><b>D</b></p> <p>Menganalisis gaya batang pada struktur konstruksi baja sederhana</p>
<p>2 Menganalisis jenis dan fungsi struktur bangunan berdasarkan karakteristik</p>	<p>Menganalisis tegangan pada struktur konstruksi baja</p>
<p>Mengkategorisasi macam-macam pekerjaan konstruksi baja</p>	<p>Merancang model struktur konstruksi baja.</p>
<p>Menerapkan teknik pengoperasian alat sifat datar (levelling) dan alat sifat ruang (theodolit).</p>	<p>Menganalisis gambar arsitektur, gambar rencana, gambar kerja (shop drawing) dan gambar pelaksanaan (as built drawing).</p>
<p>Menguraikan berbagai prinsip dasar dan peraturan-peraturan terkait dengan teknologi konstruksi baja .(SNI)</p>	<p>Merencanakan estimasi biaya pelaksanaan pekerjaan</p>
<p>Merencanakan estimasi biaya pelaksanaan pekerjaan</p>	<p>Merencanakan pekerjaan persiapan fabrikasi.</p>
<p>Menerapkan peraturan Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Lingkungan Hidup K3LH.</p>	<p>Merencanakan sarana dan prasarana Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Lingkungan Hidup K3LH</p>

<p><b>K</b></p> <p><b>O</b></p> <p>Menganalisis tegangan pada struktur konstruksi baja</p>	<p><b>K</b></p> <p><b>O</b></p> <p>Mengevaluasi hasil pengujian mutu baja pada pekerjaan konstruksi baja.</p>
<p>Menguraikan prinsip-prinsip perencanaan konstruksi baja.</p>	<p>Menguraikan prinsip-prinsip perencanaan konstruksi baja.</p>

<b>M</b>	<i>Merancang model struktur konstruksi baja.</i>	<b>M</b>	<i>Merancang dimensi konstruksi baja</i>
<b>P</b>		<b>P</b>	
<b>E</b>	<i>Menganalisis gambar arsitektur, gambar rencana, gambar kerja (shop drawing) dan gambar pelaksanaan (as built drawing).</i>	<b>E</b>	<i>Menentukan beban dan pembebanan pada struktur konstruksi baja.</i>
<b>T</b>		<b>T</b>	
<b>E</b>		<b>E</b>	
<b>N</b>	<i>Merencanakan pengawasan pekerjaan pengukuran dan leveling</i>	<b>N</b>	<i>Merencanakan gambar kerja (shop drawing) konstruksi baja dari terjemahan gambar arsitektur secara manual</i>
<b>S</b>		<b>S</b>	
<b>I</b>	<i>Merencanakan jadwal proses pemeliharaan bangunan konstruksi baja.</i>	<b>I</b>	<i>Merencanakan pengawasan pengadaan material, peralatan dan tenaga kerja.</i>
<b>E</b>		<b>F</b>	
	<i>Menerapkan tindakan darurat pada Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Lingkungan Hidup K3LH.</i>		<i>Merencanakan pengecatan ulang bangunan.</i>

<b>K</b>	<i>. Mengevaluasi hasil pengujian mutu baja pada pekerjaan konstruksi baja.</i>	<b>K</b>	<i>Menguraikan prinsip-prinsip perhitungan pada sambungan-sambungan struktur konstruksi baja</i>
<b>O</b>	<i>. Merancang dimensi konstruksi baja</i>	<b>O</b>	<i>Merancang konsep proyek konstruksi baja</i>
<b>M</b>		<b>M</b>	
<b>P</b>	<i>Menguraikan gaya-gaya yang bekerja pada sambungan-sambungan konstruksi baja</i>	<b>P</b>	<i>Menentukan dimensi profil baja yang digunakan pada struktur konstruksi baja</i>
<b>E</b>		<b>E</b>	
<b>T</b>	<i>Mengevaluasi perhitungan volume pekerjaan konstruksi baja.</i>	<b>T</b>	<i>Merencanakan gambar kerja (shop drawing) konstruksi baja dengan menggunakan</i>
<b>E</b>		<b>E</b>	
<b>N</b>	<i>Merancang gambar pelaksanaan (as built drawing).</i>	<b>N</b>	<i>Menganalisis harga satuan pada pekerjaan konstruksi baja</i>
<b>S</b>		<b>S</b>	
<b>I</b>	<i>Merencanakan pengawasan pekerjaan fabrikasi komponen.</i>	<b>I</b>	<i>Merancang perakitan dan pengelasan konstruksi.</i>
<b>G</b>	<i>. Merencanakan pekerjaan penggantian elemen struktur.</i>	<b>H</b>	<i>Merencanakan pekerjaan pemeriksaan bangunan baja</i>

<i>K</i>	<i>Merancang proyek konstruksi baja.</i>	<i>K</i>	<i>Merancang sambungan struktur konstruksi baja</i>
<i>O</i>		<i>O</i>	
<i>M</i>	<i>. Menentukan dimensi profil baja yang digunakan pada struktur konstruksi baja</i>	<i>M</i>	<i>Mengevaluasi model proyek konstruksi baja.</i>
<i>P</i>		<i>P</i>	
<i>E</i>	<i>Merencanakan gambar kerja (<i>shop drawing</i>) konstruksi baja dengan menggunakan perangkat lunak (<i>software</i>)</i>	<i>E</i>	<i>Menganalisis harga satuan pada pekerjaan konstruksi baja.</i>
<i>T</i>		<i>T</i>	
<i>E</i>	<i>Menganalisis harga satuan pada pekerjaan konstruksi baja.</i>	<i>E</i>	<i>Mengevaluasi perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) pekerjaan konstruksi baja.</i>
<i>N</i>		<i>N</i>	
<i>S</i>	<i>Mengevaluasi perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) pekerjaan konstruksi baja</i>	<i>S</i>	
<i>I</i>		<i>I</i>	<i>Mendirikan (<i>erection</i>) konstruksi struktur baja.</i>
<i>I</i>	<i>. Mendirikan (<i>erection</i>) konstruksi struktur baja</i>	<i>J</i>	<i>Merancang pekerjaan finishing konstruksi struktur baja.</i>

Kompetensi utama para Guru Konstruksi Baja pada Modul kompetensi H ini mempunyai target untuk peserta supaya dapat menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran konstruksi baja dalam hal : Dapat merancang dan menguraikan prinsip-prinsip perhitungan pada sambungan-sambungan struktur konstruksi baja. Dapat merancang konsep proyek konstruksi baja, dengan alat bantu software dapat menentukan dimensi profil baja yang digunakan pada struktur konstruksi baja.. Sanggup merencanakan gambar kerja (*shop drawing*) konstruksi baja dengan menggunakan perangkat lunak (*software*). Merencanakan dan Menganalisis Rencana Anggaran Biaya (RAB) pekerjaan konstruksi baja. Merancang pelaksanaan perakitan dan pengelasan pada pendirian (*erection*) konstruksi baja. Merencanakan proses pemeriksaan untuk pemeliharaan bangunan konstruksi baja.

## D Ruang Lingkup

Ruang lingkup modul Kompetensi “H” ini adalah : menggambarkan berbagai permasalahan yang harus ditempuh dalam penanganan penyelesaian sebuah proyek yang menggunakan konstruksi baja seperti penyambungan komponen

struktur baja, perhitungan biaya, penggambaran konstruksi dan pemeriksaan yang diperlukan pada pemeliharaan struktur konstruksi baja. Isi modul ini terdiri dari tujuh kompetensi kegiatan pembelajaran professional antara lain :

1. Menguraikan prinsip-prinsip perhitungan pada sambungan-sambungan struktur konstruksi baja
2. Merancang konsep proyek konstruksi baja
3. Menentukan dimensi profil baja yang digunakan pada struktur konstruksi baja
4. Merencanakan gambar kerja (*shop drawing*) konstruksi baja dengan menggunakan perangkat lunak (*software*)
5. Menganalisis harga satuan pada pekerjaan konstruksi baja.
6. Merancang perakitan dan pengelasan konstruksi.
7. Merencanakan pekerjaan pemeriksaan bangunan baja

## E Saran Cara Penggunaan Modul

Modul pembelajaran ini menggunakan system pelatihan berbasis Kompetensi. Pelatihan berdasarkan Kompetensi adalah pelatihan yang memperhatikan pengetahuan, ketrampilan dan sikap yang diperlukan ditempat kerja agar dapat melakukan pekerjaan dengan kompeten. Penekanan utamanya adalah tentang apa yang dapat dilakukan seseorang setelah mengikuti pelatihan. Salah satu karakteristik yang paling penting dari pelatihan berdasarkan kompetensi adalah penguasaan pengetahuan dan ketrampilan secara individu dan nyata ditempat kerja. Dalam system Pelatihan Berbasis Kompetensi, fokusnya tertuju kepada pencapaian kompetensi dan bukan pada pencapaian atau pemenuhan waktu tertentu, dengan demikian maka dimungkinkan setiap peserta pelatihan memerlukan atau menghabiskan waktu yang berbeda beda dalam mencapai suatu kompetensi tertentu. Jika peserta belum mencapai kompetensi pada usaha atau kesempatan pertama, maka pelatih akan mengatur rencana pelatihan dengan peserta. Rencana ini memberikan kesempatan kembali kepada peserta untuk meningkatkan level kompetensinya sesuai dengan level yang diperlukan. Jumlah usaha atau kesempatan yang dsarankan adalah tiga kali.

- a. Petunjuk bagi peserta

- Baca petunjuk kegiatan belajar pada modul kegiatan belajar

- Baca tujuan dari modul kegiatan belajar
- Pelajari setiap materi yang diuraikan / dijelaskan pada modul kegiatan belajar
- Pelajari rangkuman yang terdapat pada akhir modul kegiatan belajar
- Tanyakan kepada instruktur yang mengajarkan materi pembelajaran apa saja yang belum jelas dan tidak dimengerti.
- Baca dan kerjakan setiap tugas yang harus dilaksanakan pada modul kegiatan belajar
- Kerjakan dan jawablah dengan singkat dan jelas setiap ada ujian kegiatan belajar (*test formatif*)
- Lebih baik jangan dilihat lebih dahulu hasil rencana dan kunci jawaban pada modul. Rencanakan / kerjakan terlebih dahulu setiap tugas baru diamati kunci jawaban dan gambar yangsudah selesai.

b. Peran Instruktur

- Menjelaskan petunjuk petunjuk kepada peserta yang belum mengerti
- Mengawasi dan memandu peserta apabila ada yang masih kurang jelas
- Menjelaskan materi materi pembelajaran yang ditanyakan oleh peserta yang masih kurang dimengerti
- Membuat pertanyaan dan memberikan penilaian kepada setiap peserta diklat.

## **Kompetensi Profesional**

### **TEKNIK KONSTRUKSI BAJA, KOMPETENSI. H**

Penulisan isi modul ini ditulis sedemikian rupa, sehingga materi pembelajaran yang terkandung di dalamnya disusun berdasarkan kompetensi inti guru untuk mencapai kompetensi dalam Teknik Konstruksi Baja. Dengan mempelajari modul ini secara teori dan praktik, peserta diklat diharapkan mampu merancang sambungan konstruksi baja. Dalam modul ini peserta diklat dilatih merancang dan mengerjakan sambungan konstruksi baja, yang terdiri dari tiga kegiatan pembelajaran sebagai berikut :

1. Kegiatan Pembelajaran 1: Menguraikan prinsip-prinsip perhitungan pada sambungan-sambungan struktur konstruksi baja
2. Kegiatan Pembelajaran 2 : Merancang konsep proyek konstruksi baja
3. Kegiatan Pembelajaran 3: Menentukan dimensi profil baja yang digunakan pada struktur konstruksi baja
4. Kegiatan Pembelajaran 4 : Merencanakan gambar kerja (*shop drawing*) konstruksi baja dengan menggunakan perangkat lunak (*software*)
5. Kegiatan Pembelajaran 5: Menganalisis harga satuan pada pekerjaan konstruksi baja.
6. Kegiatan Pembelajaran 6: Merancang perakitan dan pengelasan konstruksi.
7. Kegiatan Pembelajaran 7: Merencanakan pekerjaan pemeriksaan bangunan baja

## **KEGIATAN PEMBELAJARAN. 1**

### **Menguraikan Prinsip-Prinsip Perhitungan Pada Sambungan-Sambungan struktur Konstruksi baja**

#### **A Tujuan**

Setelah membaca materi merancang sambungan konstruksi baja pada modul ini, peserta diklat mampu :

1. Menjelaskan system sebuah sambungan baut salah satu alat pengencang sambungan konstruksi baja
2. Menjelaskan pengurangan luas akibat baut atau disebut luas netto
3. Menjelaskan luas netto efektif akibat hanya sebagian penampang yang tersambung pada komponen sambungan

#### **B Indikator Pencapaian Kompetensi**

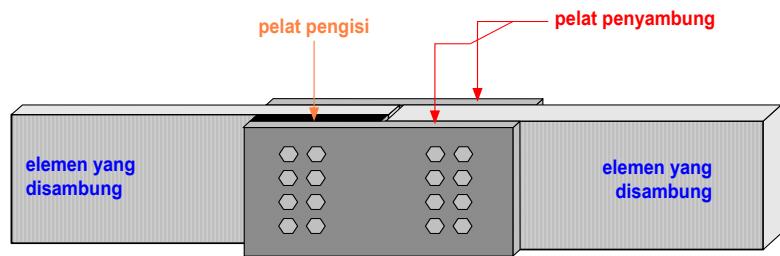
Indikator pencapaian kompetensi setelah mengikuti kegiatan pembelajaran ini peserta diklat :

1. Dapat menjelaskan system sebuah sambungan baut salah satu alat pengencang sambungan konstruksi baja
2. Dapat menjelaskan pengurangan luas akibat baut atau disebut luas netto
3. Dapat menjelaskan luas netto efektif akibat hanya sebagian penampang yang tersambung pada komponen sambungan

#### **C Uraian Materi**

##### **C.1 Penjelasan**

Sambungan terdiri dari komponen sambungan (pelat buhul atau pelat penyambung) dan alat pengencang baut. Apabila elemen yang disambung tebalnya tidak sama maka untuk menyamakan kedudukan plat penyambung ditambahkan pelat pengisi.

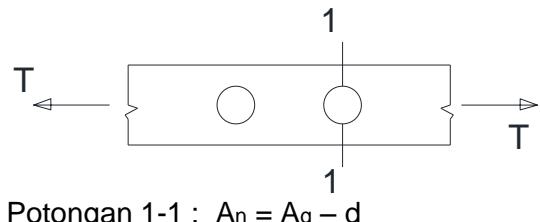


Gambar 1.1 Komponen sambungan baut

Pada titik buhul rangka baja pelat buhul penyambung disebut plat buhul atau plat pendukung

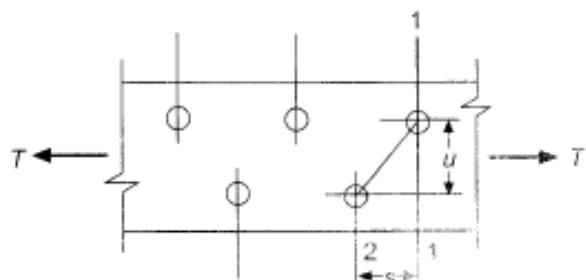
## C.2 Pengurangan luas penampang akibat lobang baut

### C.2.1 Luas netto



Gambar 1.2 Efek lobang pada tampang netto

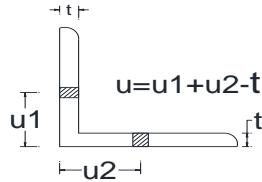
Bila lubang dibuat selang-seling, luas yang dikurangkan setidaknya harus sama dengan jumlah luas lubang dalam irisan zig-zag yang dibuat dikurangi  $\sum \frac{s^2 t}{4u}$  untuk setiap spasi antara dua lubang yang terpotong irisan tersebut, dengan  $t$  adalah tebal pelat yang dilubangi serta  $s$  dan  $u$  dapat dilihat pada Gambar 1.3.



Gambar 1.3 Efek lobang berselang seling pada tampang netto

Jika Lubang selang-seling didapatkan beberapa kemungkinan irisan penampang (termasuk irisan lubang tidak selang-seling) maka harus dipilih irisan penampang

yang menghasilkan pengurangan luas yang maksimum Untuk penampang seperti siku dengan lubang dalam kedua kaki,  $u$  diambil sebagai jumlah jarak tepi ke tiap lubang, dikurangi tebal kaki (lihat Gambar 1.4).



Gambar 1.4 Jarak  $u$ , pada tampang profil yang bengkok

$A_n$ , adalah luas penampang neto terkecil antara potongan 1-1 dan potongan 1-2

Potongan 1-1 :  $A_n = A_g - n d t$

Potongan 1-2 :  $A_n = A_g - n d t + \sum \frac{s^2 t}{4u}$

$A_g$  adalah luas penampang bruto,  $\text{mm}^2$

$t$  adalah tebal penampang,  $\text{mm}$

$d$  adalah diameter lubang,  $\text{mm}$

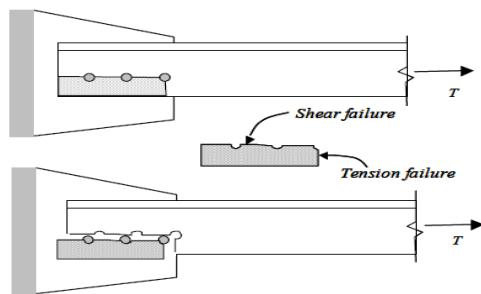
$n$  adalah banyaknya lubang dalam garis potongan

$s$  adalah jarak antara sumbu lubang pada arah sejajar sumbu komponen struktur,  $\text{mm}$

$u$  adalah jarak antara sumbu lubang pada arah tegak lurus sumbu komponen struktur. Dalam suatu potongan jumlah luas lubang tidak boleh melebihi 15% luas penampang utuh.

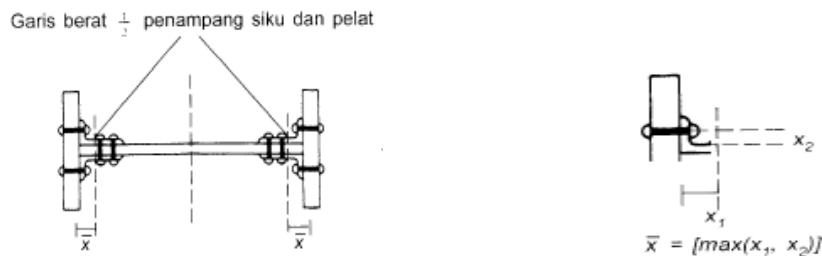
### C.2..2 Luas netto efektif

Kinerja suatu batang tarik dapat dipengaruhi oleh beberapa hal, namun hal yang perlu diperhatikan adalah masalah sambungan karena adanya sambungan pada suatu batang tarik akan memperlemah batang tersebut. Efisiensi suatu sambungan merupakan fungsi dari daktilitas material, jarak antar alat pengencang lihat Gambar 1.5, konsentrasi tegangan pada lubang baut serta suatu fenomena yang sering disebut dengan istilah *shear lag*.



Gambar 1.5 Sambungan robek akibat tegangan geser

*Shear lag* timbul jika suatu komponen struktur tarik hanya disambung sebagian saja, sebagai contoh adalah sambungan untuk profil siku dalam Gambar 1.6. Profil siku tersebut hanya disambung pada salah satu kakinya saja, sehingga bagian yang disambung akan mengalami beban yang berlebihan sedangkan bagian lainnya tidak menerima tegangan yang sama besarnya. Salah satu cara mengatasi masalah *shear lag* adalah dengan memperpanjang sambungan. Masalah *shear lag* dalam perhitungan diantisipasi dengan menggunakan istilah luas netto efektif yang dapat ditetapkan pada sambungan baut maupun las. Pasal 10.2 SNI 03- 1729-2002 mengatur masalah perhitungan luas netto efektif. Dinyatakan bahwa luas penampang efektif komponen struktur yang mengalami gaya tarik harus ditentukan sebagai berikut:



Gambar 1.6 Nilai  $\bar{x}$  untuk Profil Siku

$L$  = panjang sambungan dalam arah gaya tarik

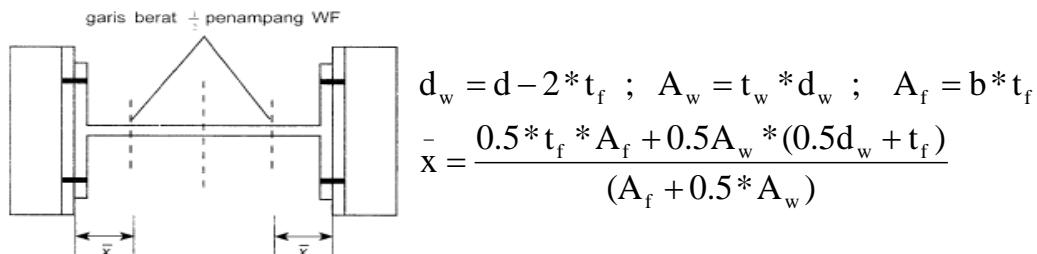
$$A_e = U \cdot A_n$$

Dengan:  $A_e$  = Luas efektif penampang

$A_n$  = luas netto penampang

$$U = \text{koefisien reduksi} = 1 - \frac{x}{L} \leq 0,9 \quad , \quad x = \text{eksentritas sambungan}$$

Pada gambar 1.7 besar eksentrisitas gaya  $x$  dari bidang geser sambungan baut dengan perhitungan titik berat setengah bagian profil IWF



Gambar 1.7 Nilai  $x$  untuk Profil IWF

Dimana ;  $b_f$  = lebar flens,  $t_f$  = tebal flens,  $d$  = tinggi profil,  $t_w$  = tebal badan

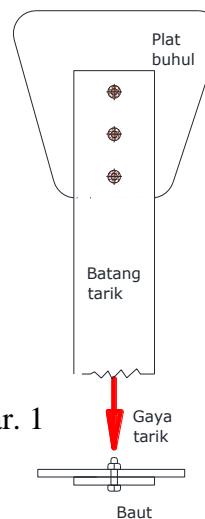
## D Aktivitas Pembelajaran

### Mengidentifikasi Isi Materi Pebelajaran

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama guru kejuruan di kelompok saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh guru kejuruan sebelum mempelajari materi pembelajaran Prinsip-Prinsip Perhitungan Luas Penampang Pada Sambungan Baut ? Sebutkan !
2. Bagaimana guru kejuruan mempelajari materi pembelajaran ini ? Jelaskan !
3. Ada berapa prinsip yang ada di dalam Materi pembelajaran ini ? Sebutkan !
4. Apa topik yang akan dipelajari oleh guru kejuruan di materi pembelajaran ini ? Sebutkan !
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini ? Jelaskan !
6. Apa bukti yang harus dikerjakan oleh guru kejuruan bahwa dia telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

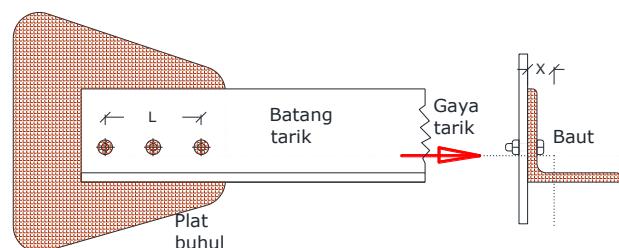
Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan LK-10. Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Saudara bisa melanjutkan pembelajaran dengan mengamati gambar berikut ini.



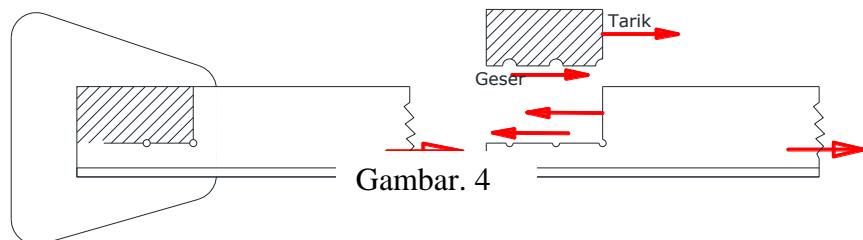
Gambar. 1



Gambar. 2



Gambar. 3



Gambar. 4

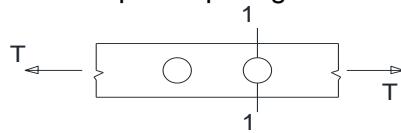
### Aktivitas 1. Mengamati Sambungan baut pada batang baja

Saudara diminta untuk mengamati sambungan baut pada gambar diatas. Saudara mungkin mempunyai pandangan yang berbeda dari teman-teman lain tentang sambungan pada gambar. Apa yang Saudara temukan setelah mengamati gambar tersebut? Apakah ada hal-hal yang baik atau sebaliknya yang Saudara temukan? Diskusikan hasil pengamatan Saudara dengan anggota kelompok Saudara. Selanjutnya isilah tabel pada LK-11 dengan dipandu pertanyaan berikut.

1. Apa yang saudara amati pada susunan baut dan bentuk batang tarik yang disambungkan pada pelat buhul ? Tuliskan !,
2. Menurut Saudara berapa luas gross penampang batang yang disambung sebelum dibuat lobang baut ?
3. Menurut Saudara berapa luas netto penampang batang yang disambung sesudah dibuat lobang baut ?
4. Menurut Saudara berapa luas netto efektif penampang batang yang disambung jika batang tersambung sejauh X dari garis gaya tarik ?

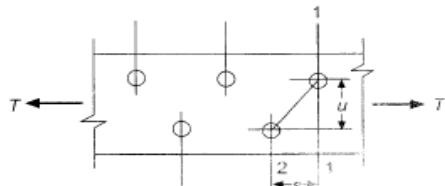
### E Soal Latihan

- 1.1. Sebuah plat seperti gambar berapa luas netto dengan adanya lobang.



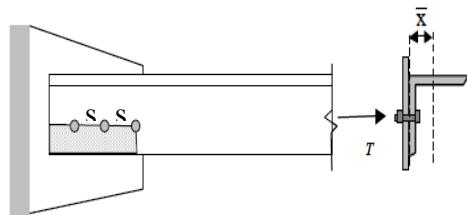
Ukuran tampang plat : 50 mm x 10 mm, dia baut 19 mm

- 1.2. Sebuah plat seperti gambar berapa luas netto dengan adanya lobang.



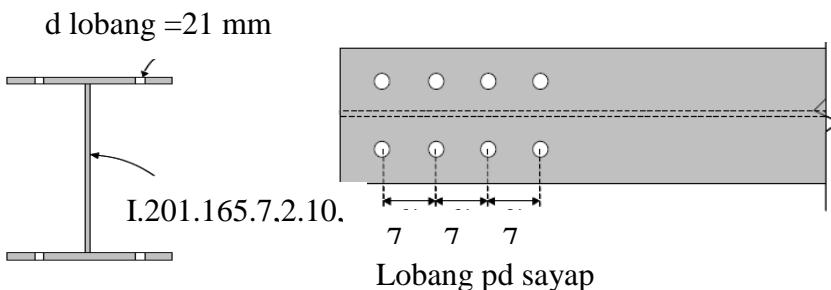
Ukuran tampang plat : 120 mm x 10 mm, dia baut 19 mm,  $s = 30 \text{ mm}$ ,  $u = 60 \text{ mm}$

- 1.3. Sebuah profil baja siku seperti gambar berapa luas netto dengan adanya lobang dan luas netto efektif karena sebagian saja profil yang disambung



Jarak baut  $s = 60 \text{ mm}$ ,  $\bar{x} = 28,9 \text{ mm}$  ( jarak titik berat baja siku ), dan luas profil siku,  $A_g = 1845 \text{ mm}^2$ , dia baut = 19 mm, tebal baja siku = 9,5 mm ( baja siku 100.100.9,5 )

- 1.4. Sebuah profil baja IWF seperti gambar berapa luas netto dengan adanya lobang dan luas netto efektif karena sebagian saja profil yang disambung



## F Rangkuman

- 1) Sebuah batang tarik atau batang tekan dengan dimensinya memiliki luas penampang batang.  $A = A_g$ , dimana,  $A_g$  = Luas gross (total) profil baja.
- 2) Sebuah batang tarik atau batang tekan yang disambungkan dengan alat penyambung akan mengalami perlemahan kekuatan Karena berkurangnya luas penampang batang. Maka,  $A_n = A_g - A_b$ , dimana,  $A_b$  = Luas potongan lobang baut atau luas potongan lobang barisan baut.
- 3) Apabila penampang profil batang baja yang disambungkan hanya tersambung pada sebahagian penampang, misalnya profil baja siku hanya disambung pada satu sisinya saja, maka hal ini juga akan memperlemah kekuatan batang tarik tersebut. Artinya efeknya ada pengurangan pada efektifitas luas netto penampang atau  $A_e = U.A_n$ , dimana,  $U$  = koefisien reduksi  $= 1 - \frac{\bar{x}}{L} \leq 0,9$ ,  $\bar{x}$  = eksentrisitas sambungan

- 4) Catatan ; Perencanaan yang ekonomis adalah usaha merencanakan supaya kekuatan system sambungan harus sama atau hampir sama besar keuatannya.

## G Umpulan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah Anda selesai mempelajari modul ini, saudara membentuk kelompok-kelompok kecil dalam kelas, lalu diskusikan berbagai hal yang ada dalam materinya. Setelah itu setiap juru bicara kelompok menyajikan hasil diskusi kelompoknya untuk diberikan tanggapan balik oleh anggota kelompok lainnya.

Anda secara individu atau kelompok harus menulis resume pembelajaran ini yang diserahkan pada waktu penutupan diklat ini.

### LEMBAR KERJA KP-1

#### LK-10

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh guru kejuruan sebelum mempelajari materi pembelajaran Prinsip-Prinsip Perhitungan Luas Penampang Pada Sambungan Baut ? Sebutkan !  
.....  
.....  
.....

2. Bagaimana guru kejuruan mempelajari materi pembelajaran ini ? Jelaskan !  
.....  
.....  
.....

3. Ada berapa prinsip yang ada di dalam Materi pembelajaran ini ? Sebutkan !  
.....  
.....  
.....

4. Apa topik yang akan dipelajari oleh guru kejuruan di materi pembelajaran ini ? Sebutkan !

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

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

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

6. Apa bukti yang harus dikerjakan oleh guru kejuruan bahwa dia telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

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

#### LK-11

1. Apa yang saudara amati pada susunan baut dan bentuk batang tarik yang disambungkan pada pelat buhul ? Tuliskan !,

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

2. Menurut Saudara berapa luas gross penampang batang yang disambung sebelum dibuat lobang baut?

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

3. Menurut Saudara berapa luas netto penampang batang yang disambung sesudah dibuat lobang baut ?

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

4. Menurut Saudara berapa luas netto efektif penampang batang yang disambung jika batang tersambung sejauh X dari garis gaya tarik ?

## **KEGIATAN PEMBELAJARAN. 2**

### **Merancang Konsep Proyek Konstruksi baja**

#### **A Tujuan**

Dengan mempelajari modul ini secara teori dan praktik, peserta diklat diharapkan mampu dan menguasai ilmu tentang perencanaan yang dibutuhkan pada struktur konstruksi baja. Dalam modul ini peserta diklat dilatih membuat konsep dan mempelajari syarat-syarat rancangan konstruksi baja, yang terdiri dari dua kegiatan pembelajaran sebagai berikut :

1. Menjelaskan syarat perencanaan konstruksi baja dengan metode LRFD (*Load and Resistance Factor Design*)
2. Menjelaskan perencanaan batang tarik dengan sambungan baut supaya memiliki kekuatan yang seimbang
3. Menjelaskan perencanaan sebuah batang tekan dengan pengaruh tekuknya

#### **B Indikator Pencapaian Kompetensi**

Indikator pencapaian kompetensi setelah mengikuti kegiatan pembelajaran ini peserta diklat :

1. Dapat menjelaskan syarat perencanaan konstruksi baja dengan metode LRFD (*Load and Resistance Factor Design*)
2. Dapat menjelaskan perencanaan batang tarik dengan sambungan baut supaya memiliki kekuatan yang seimbang
3. Dapat menjelaskan perencanaan sebuah batang tekan dengan pengaruh tekuknya

#### **C Uraian materi**

##### **C.1 Persyaratan perencanaan**

- a. Ketentuan umum (SNI 03 – 1729 – 2002, Butir 6.1)
  - Tujuan perencanaan struktur adalah untuk menghasilkan suatu struktur yang stabil, cukup kuat, mampu-layan, awet, dan memenuhi tujuan-tujuan lainnya seperti ekonomi dan kemudahan pelaksanaan

- Suatu struktur disebut stabil bila ia tidak mudah terguling, miring, atau tergeser, selama umur bangunan yang direncanakan
  - Suatu struktur disebut cukup kuat dan mampu-layan bila kemungkinan terjadinya kegagalan-struktur dan kehilangan kemampuan layan selama masa hidup yang direncanakan adalah kecil dan dalam batas yang dapat diterima.
  - Suatu struktur disebut awet bila struktur tersebut dapat menerima keausan dan kerusakan yang diharapkan terjadi selama umur bangunan yang direncanakan tanpa pemeliharaan yang berlebihan.
- b. Beban/Kombinasi pembebanan LRFD (SNI 03 – 1729 – 2002, Butir 6.2.2)

Berdasarkan beban-beban tersebut di atas maka struktur baja harus mampu memikul semua kombinasi pembebanan di bawah ini:

$$1,4D \text{ (6.2-1)}$$

$$1,2D + 1,6 L + 0,5 (\text{La atau H}) \text{ (6.2-2)}$$

$$1,2D + 1,6 (\text{La atau H}) + (\gamma L L \text{ atau } 0,8W) \text{ (6.2-3)}$$

$$1,2D + 1,3 W + \gamma L L + 0,5 (\text{La atau H}) \text{ (6.2-4)}$$

$$1,2D \pm 1,0E + \gamma L L \text{ (6.2-5)}$$

$$0,9D \pm (1,3W \text{ atau } 1,0E) \text{ (6.2-6)}$$

Keterangan:

D adalah beban mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, partisi tetap, tangga, dan peralatan layan tetap

L adalah beban hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung, termasuk kejut, tetapi tidak termasuk beban lingkungan seperti angin, hujan, dan lain-lain

La adalah beban hidup di atap yang ditimbulkan selama perawatan oleh pekerja, peralatan, dan material, atau selama penggunaan biasa oleh orang dan benda bergerak

H adalah beban hujan, tidak termasuk yang diakibatkan genangan air

W adalah beban angin

E adalah beban gempa, yang ditentukan menurut SNI 03–1726–1989, atau pengantinya

c. Keadaan kekuatan batas

Komponen struktur beserta sambungannya harus direncanakan untuk keadaan kekuatan batas sebagai berikut:

- beban-beban keadaan kekuatan batas harus ditentukan sesuai dengan (SNI 03 – 1729 – 2002, Butir 6.2.2)
- pengaruh-pengaruh aksi terfaktor ( $R_u$ ) sebagai akibat dari bebanbeban keadaan batas harus ditentukan dengan analisis sesuai Butir 7;
- kuat rencana ( $\Phi R_n$ ) harus ditentukan dari kuat nominal ( $R_n$ ) yang ditentukan berdasarkan Butir 8 sampai dengan Butir 12, dikalikan dengan faktor reduksi ( $\Phi$ ) yang tercantum pada Tabel 2.1;
- semua komponen struktur dan sambungan harus direncanakan sedemikian rupa sehingga kuat rencana ( $\Phi R_n$ ) tidak kurang dari pengaruh aksi terfaktor ( $R_u$ ), yaitu:  $R_u < \Phi R_n$ .

Tabel 2.1 Faktor reduksi ( $\Phi$ ) untuk keadaan kekuatan batas

Kuat rencana untuk	Butir	Faktor reduksi
Komponen struktur yang memikul lentur:		
• balok	8.1, 8.2 & 8.3	0,90
• balok pelat berdinding penuh	8.4	0,90
• pelat badan yang memikul geser	8.8 & 8.9	0,90
• pelat badan pada tumpuan	8.10	0,90
• pengaku	8.11, 8.12, & 8.13	0,90
Komponen struktur yang memikul gaya tekan aksial:		
• kuat penampang	9.1 & 9.2	0,85
• kuat komponen struktur	9.1 & 9.3	0,85
Komponen struktur yang memikul gaya tarik aksial:		
• terhadap kuat tarik leleh	10.1 & 10.2	0,90
• terhadap kuat tarik fraktur	10.1 & 10.2	0,75
Komponen struktur yang memikul aksi-aksi kombinasi:		
• kuat lentur atau geser	11.3 & 11.4	0,90
• kuat tarik	11.3 & 11.4	0,90
• kuat tekan	11.3 & 11.4	0,85

Komponen struktur komposit:		
• kuat tekan	12.3	0,85
• kuat tumpu beton	12.3.4	0,60
• kuat lentur dengan distribusi tegangan plastik	12.4.2.1 & 12.4.2.3	0,85
• kuat lentur dengan distribusi tegangan elastik	12.4.2.1 & 12.4.3	0,90
Sambungan baut:		
• baut yang memikul geser	13.2.2.1	0,75
• baut yang memikul tarik	13.2.2.2	0,75
• baut yang memikul kombinasi geser dan tarik	13.2.2.3	0,75
• lapis yang memikul tumpu	13.2.2.4	0,75
Sambungan las:		
• las tumpul penetrasi penuh	13.5.2.7	0,90
• las sudut dan las tumpul penetrasi sebagian	13.5.3.10	0,75
• las pengisi	13.5.4	0,75

## C.2 Batang Tarik Aksial

### C.2.1 Kuat tarik rencana

Komponen struktur yang memikul gaya tarik aksial terfaktor  $N_u$  harus memenuhi:  $N_u \leq \Phi N_n$

dengan  $\Phi N_n$  adalah kuat tarik rencana yang besarnya diambil sebagai nilai terendah di antara dua perhitungan menggunakan harga-harga  $\Phi$  dan  $N_n$  di bawah ini:

$$\Phi = 0,9, \quad N_n = A_g f_y \quad \text{dan} \quad \Phi = 0,75, \quad N_n = A_e f_u$$

Keterangan:

$A_g$  adalah luas penampang bruto,  $\text{mm}^2$

$A_e$  adalah luas penampang efektif menurut SNI 2002 Butir 10.2,  $\text{mm}^2$

$f_y$  adalah tegangan leleh, MPa

$f_u$  adalah tegangan tarik putus, MPa

### C.2.2 Luas penampang netto batang tarik rencana

Luas nerto penampang batang tarik tidak boleh diambil lebih besar dari pada 85% luas brutonya,  $A_n < 0,85 A_g, \quad A_g > A_n / 0,85, \quad A_g > N_u / (0,85 \cdot \Phi \cdot f_y)$

### C.2.3 Kontrol Tahanan Tarik Batang dan Sambungan

Syarat yang harus dipenuhi

Beban tarik terfaktor  $\leq$  Tahanan tarik tereduksi

$$N_u \leq N_n, \quad N_u \leq \varnothing * f_y * A_g$$

Beban tarik terfaktor  $\leq$  Tahanan sambungan tereduksi

$$N_u \leq N_n, \quad N_u \leq \varnothing * f_u * A_e$$

Kontrol Tahanan Geser Blok Sambungan

- ✓ Geser leleh - tarik fraktur ( $f_u * A_{nt} \geq 0,6 * f_u * A_{nv}$ )
- ✓  $\varnothing N_n = 0,9 * f_u * A_{nt} + 0,75 * 0,6 * f_y * A_{gv} > N_u$
- ✓ Geser fraktur - tarik leleh ( $f_u * A_{nt} < 0,6 * f_u * A_{nv}$ )
- ✓  $\varnothing T_n = \varnothing (f_y * A_{gt} + 0,6 * f_u * A_{nv}) > N_u$

### C.2.4 Kelangsungan batang tarik

Untuk mengurangi problem yang terkait dengan lendutan besar dan vibrasi, maka komponen struktur tarik harus memenuhi syarat kekakuan. Syarat ini berdasarkan pada rasio kelangsungan,  $\lambda = L/r$ . dengan  $\lambda$  adalah angka kelangsungan struktur,  $L$  adalah panjang komponen struktur, sedangkan  $r$  adalah jari-jari girasi. Nilai  $\lambda$  diambil maksimum 240 untuk batang tarik utama, dan 300 untuk batang tarik sekunder.

## C.3 Batang Tekan Aksial

Batang tekan meliputi beberapa pemahaman antara lain :

- Memahami kondisi-kondisi dalam merencanakan suatu komponen struktur tekan
- Memahami pengaruh tegangan sisa, panjang tekuk dan tekuk lokal dalam merencanakan komponen struktur tekan
- Melakukan analisis dan desain penampang untuk memikul beban tekan aksial

### C.3.1 Panjang Efektif Kolom

Pembahasan tentang panjang efektif kolom beberapa nilai  $K$  yang disarankan diberikan dalam Tabel 2.2. Tabel tersebut hanya berlaku untuk kondisi tumpuan

ideal yang tidak sesuai dengan kenyataan. Cara ini dinilai cukup untuk prarencana dan untuk kondisi goyangan dikekang.

Tabel 2.2 Panjang tekuk tumpuan tumpuan ideal sederhana

Garis putus menunjukkan posisi kolom pada saat tertekuk					
	0,5	0,7	1,0	1,0	2,0
	0,65	0,80	1,2	1,0	2,10
	<i>K</i> desain				
Keterangan	jepit	sendi			
			rol tanpa rotasi		
				ujung bebas	

Panjang efektif suatu kolom secara sederhana dapat didefinisikan sebagai jarak di antara dua titik pada kolom tersebut yang mempunyai momen sama dengan nol, atau didefinisikan pula sebagai jarak di antara dua titik belok dari kelengkungan kolom. Dalam perhitungan kelangsungan komponen struktur tekan ( $\lambda = L/r$ ), panjang komponen struktur yang digunakan harus dikalikan suatu faktor panjang tekuk  $k$  untuk mendapatkan panjang efektif dari kolom tersebut. Besarnya faktor panjang efektif sangat tergantung dari kondisi perletakan pada ujung-ujung komponen struktur tersebut. Prosedur penentuan nilai  $k$  dilakukan dengan analisa tekuk terhadap suatu kolom, dan cara analisa tersebut tidak dibahas dalam buku ini. SNI 03-1729-2002 pasal 7.6.3.1 memberikan daftar nilai faktor panjang tekuk untuk berbagai kondisi tumpuan ujung dari suatu kolom. Nilai  $k$  ini diperoleh dengan mengasumsikan bahwa kolom tidak mengalami goyangan atau translasi pada ujung-ujung tumpuannya

Nilai  $\lambda$  untuk komponen struktur tekan dengan dengan kondisi-kondisi tumpuan ujung yang ideal seperti dalam Tabel 2.2 dapat ditentukan secara mudah dengan menggunakan ketentuan-ketentuan di atas,

### C.3.2 Perencanaan batang tekan

Suatu komponen struktur yang mengalami gaya tekan konsentris akibat beban terfaktor,  $N_u$ , harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

$$N_u \leq \Phi \cdot N_n$$

Keterangan:

$\Phi$ , adalah faktor reduksi kekuatan (lihat SNI Tabel 6.4-2)

$N_n$ , adalah kuat tekan nominal komponen struktur yang ditentukan berdasarkan Butir 7.6.2 dan 9.2, N

### C.3.3 Daya dukung nominal komponen struktur tekan

Tahanan nominal sebuah batang tekan sangat dipengaruhi oleh faktor

$$\text{kelangsingannya } (\lambda = L_k/r) \text{ dan pada keadaan critis, } \lambda_c = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{f_y}{E}}$$

Dan besaran  $\lambda_c$  akan menjadi penentu besar faktor tekuk  $\omega$

Faktor tekuk kolom dihitung dengan rumus sebagai berikut :

a. Untuk nilai  $\lambda_c \leq 0.25$  maka termasuk kolom pendek :

$$\omega = 1$$

b. Untuk nilai  $0.25 < \lambda_c \leq 1.20$  maka termasuk kolom sedang :

$$\omega = \frac{1,43}{(1,6 - 0,67 \cdot \lambda_c)}$$

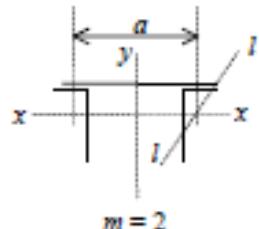
c. Untuk nilai  $\lambda_c > 1.20$  maka termasuk kolom langsing :

$$\omega = 1,25 * \lambda_c^2$$

Sehingga tahanan nominal batang tekan harus ditentukan oleh faktor tekuknya →

$$N_n = A_g f_{cr} = A_g \frac{f_y}{\omega}$$

C.3.4 Daya dukung nominal komponen struktur tekan tersusun prismatis dengan elemen yang dihubungkan oleh pelat melintang dan memikul gaya sentris



Gambar 2.1 Elemen batang tekan terusun dengan plat koppel

- ✓ Komponen struktur tersusun dari beberapa elemen yang disatukan pada seluruh panjangnya boleh dihitung sebagai komponen struktur tunggal;
- ✓ Pada komponen struktur tersusun yang terdiri dari beberapa elemen yang dihubungkan pada tempat-tempat tertentu, kekuatannya harus dihitung terhadap sumbu bahan dan sumbu bebas bahan. Sumbu bahan adalah sumbu yang memotong semua elemen komponen struktur itu; sedangkan, sumbu bebas bahan adalah sumbu yang sama sekali tidak, atau hanya memotong sebagian dari elemen komponen struktur itu. Sumbu bahan adalah sumbu yang memotong semua elemen komponen struktur (lihat Gambar 2.1):
  - x-x adalah sumbu bahan,
  - y-y adalah sumbu bebas bahan,
  - I/I adalah sumbu minimum dari elemen komponen struktur, adalah pelat kopel.
- ✓ Kelangsungan pada arah tegak lurus sumbu x-x dihitung dengan persamaan:

$$\lambda_x = \frac{L_{kx}}{r_x}$$

Keterangan:

$L_{kx}$  adalah panjang tekuk komponen struktur tersusun pada arah tegak lurus sumbu x-x, dengan memperhatikan pengekang lateral yang ada, dan kondisi jepitan ujung-ujung komponen struktur, mm

$r_x$  adalah jari-jari girasi komponen struktur tersusun terhadap sumbu x-x, mm

Pada arah tegak lurus sumbu bebas bahan  $y-y$ , harus dihitung kelangsungan ideal  $\lambda_{iy}$  dengan persamaan:

$$\lambda_{iy} = \sqrt{\lambda_y^2 + \frac{m}{2} \lambda_l^2} \quad \lambda_y = \frac{L_{ky}}{r_y} \quad \lambda_l = \frac{L_l}{r_{min}}$$

Keterangan:

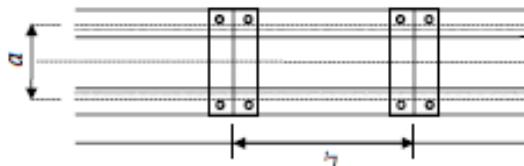
$m$  adalah konstanta seperti tercantum pada Gambar 2.1  $L_{ky}$  adalah panjang tekuk komponen struktur tersusun pada arah tegak lurus sumbu  $y-y$ , dengan memperhatikan pengekang lateral yang ada dan kondisi jepitan ujungujung komponen struktur, mm

$r_y$  adalah jari-jari girasi dari komponen struktur tersusun terhadap sumbu  $y-y$ , mm

$L_l$  adalah spasi antar pelat kopel pada arah komponen struktur tekan, mm

$r_{min}$  adalah jari-jari girasi elemen komponen struktur terhadap sumbu yang memberikan nilai yang terkecil (sumbu  $I-I$ ),mm

Agar persamaan kelangsungan ideal  $\lambda_{iy}$  dapat dipakai, harus dipenuhi syarat-syarat sebagai berikut :



Gambar 2.2 Plat Koppel batang tekan terusun jarak  $L_1$

- Pelat-pelat kopel membagi komponen struktur tersusun menjadi beberapa bagian yang sama panjang atau dapat dianggap sama panjang,
- Banyaknya pembagian komponen struktur minimum adalah 3,
- Hubungan antara pelat kopel dengan elemen komponen struktur tekan harus kaku,
- Pelat kopel harus cukup kaku, sehingga memenuhi persamaan:

$$\frac{I_p}{a} \geq 10 \frac{I_l}{L_l}$$

Keterangan:

$I_p$  adalah momen inersia pelat kopel; untuk pelat kopel di muka dan di belakang yang tebalnya  $t$  dan tingginya  $h$ , maka:

$$I_p = 2 \times \frac{1}{12} t h^3, \text{ mm}^4$$

$I$  adalah momen inersia elemen komponen struktur terhadap sumbu  $I-I$ , mm<sup>4</sup>  
 $a$  adalah jarak antara dua pusat titik berat elemen komponen struktur (lihat Gambar 2.2), mm

Koefisien tekuk  $\omega_x$  dan  $\omega_{iy}$  selanjutnya ditentukan oleh harga harga  $\lambda_x$  dan  $\lambda_{iy}$  , sehingga kuat tekan nominal diambil sebagai nilai yang terkecil di antara:

$$N_n = \frac{A_g f_y}{\omega_x} \quad N_n = \frac{A_g f_y}{\omega_{iy}}$$

Selanjutnya, perencanaan komponen struktur tersusun ini dihitung sesuai dengan persamaan  $N_u \leq \Phi N_n$

Untuk menjaga kestabilan elemen-elemen penampang komponen struktur tersusun maka harga-harga  $\lambda_x$  dan  $\lambda_{iy}$  pada persamaan diatas harus memenuhi antara lain :

$$\lambda_x \geq 1,2 \lambda_l \quad , \quad \lambda_{iy} \geq 1,2 \lambda_l \quad , \quad \lambda_l \leq 50$$

Pelat-pelat kopel harus dihitung dengan menganggap bahwa pada seluruh panjang komponen struktur tersusun itu bekerja gaya lintang sebesar:

$$D_u = 0,02 N_u$$

dengan  $N_u$  adalah kuat tekan perlu komponen struktur tersusun akibat beban-beban terfaktor. Anggapan di atas tidak boleh dipakai apabila komponen struktur yang ditinjau dibebani oleh gaya-gaya tegak lurus sumbu komponen struktur atau dibebani oleh momen. Jadi tidak berlaku untuk komponen struktur tersusun yang bebannya bukan hanya tekan sentris saja. Dalam hal ini komponen struktur tersebut harus direncanakan terhadap gaya lintang yang terbesar di antara yang dihitung dengan persamaan di atas dan gaya lintang yang sebenarnya terjadi.

## D Aktivitas Pembelajaran

### Aktivitas Pengantar

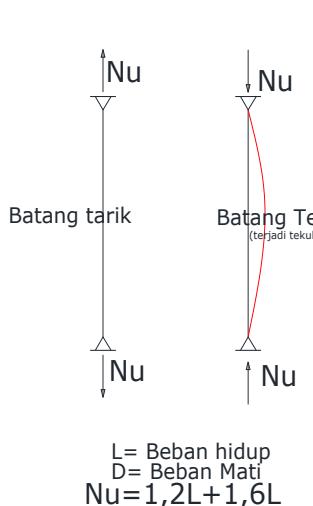
Diskusikanlah secara berkelompok topik-topik yang berkaitan dengan Konsep Metode perencanaan LRFD, batang tarik dan batang tekan. Kemudian presentasi kan di depan kelas, sehingga ditanggapi oleh teman-teman Anda (buat kelompok dalam anggota terbatas).

### Mengidentifikasi Isi Materi Pebelajaran

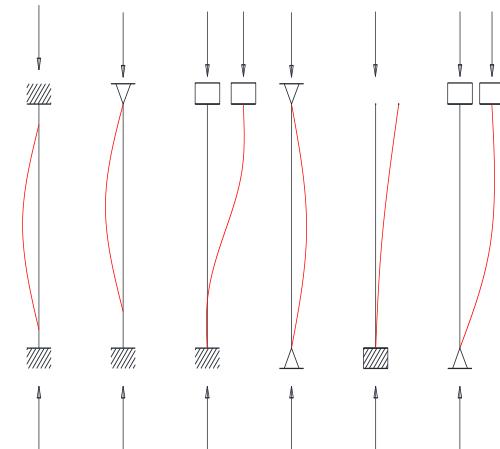
Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama guru kejuruan di kelompok saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh guru kejuruan sebelum mempelajari materi pembelajaran Merancang Konsep Proyek Konstruksi baja ? Sebutkan !
2. Bagaimana guru kejuruan mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan !
3. Ada berapa prinsip yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan !
4. Apa topik yang akan dipelajari oleh guru kejuruan di materi pembelajaran ini ? Sebutkan !
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini ? Jelaskan !
6. Apa bukti yang harus dikerjakan oleh guru kejuruan bahwa dia telah mencapai kompetensi yang ditargetkan ? Jelaskan !

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan LK-20.Jika Saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Saudara bisa melanjutkan pembelajaran dengan mengamati gambar berikut ini.



Gambar. 1



Gambar. 2

### Aktivitas 1. Memahami pembebanan dan kombinasi beban

Anda diminta untuk memahami berbagai macam beban yang bekerja pada batang harus difaktorkan sesuai dengan factor beban yang telah ditetapkan pada SNI lihat contoh pada gambar diatas. Anda mungkin mempunyai pandangan yang berbeda dari teman-teman lain tentang pembebanan terfaktor dan pemahaman batang barik dan tekan pada gambar. Apa yang Saudara temukan setelah mengamati gambar tersebut ? Apakah ada hal-hal penting didiskusikan bersama yang Anda temukan? Diskusikan hasil pengamatan Anda dengan anggota kelompok. Selanjutnya isilah tabel pada LK-21 dengan dipandu pertanyaan berikut.

1. Apa yang Anda pahami tentang pembebanan yang harus difaktorkan ?  
Tuliskan !,
2. Menurut Anda berapa besar faktor-faktor beban dan pada tabel mana didapat pada SNI, mengapa besarnya faktor tersebut  $\geq 1$  ?
3. Menurut Anda apa perbedaan faktor beban dengan faktor reduksi tahanan, mengapa besarnya faktor tersebut  $< 1$  ?
4. Dimana Anda mendapatkan faktor reduksi tahanan ?

### Aktivitas 2. Memahami perilaku batang tarik pada baja

Saudara diminta untuk mengamati batang tarik pada gambar diatas. Saudara mungkin mempunyai pandangan yang berbeda dari teman-teman lain tentang arah gaya pada gambar. Apa yang Saudara temukan setelah mengamati gambar tersebut ? Apakah ada hal-hal yang baik atau sebaliknya yang Saudara temukan? Diskusikan hasil pengamatan Saudara dengan anggota kelompok Saudara. Selanjutnya isilah tabel pada LK-22 dengan dipandu pertanyaan berikut.

1. Apa yang Anda amati tentang arah gaya beban pada batang tarik, apa alasannya ? Tuliskan !,
2. Apa perbedaan arah beban batang tarik dengan batang tekan ?

### Aktivitas 3. Memahami perilaku batang tekan pada baja

Saudara diminta untuk mengamati batang tekan pada gambar diatas. Saudara mungkin mempunyai pandangan yang berbeda dari teman-teman lain tentang arah gaya pada gambar. Apa yang Saudara temukan setelah mengamati gambar tersebut ? Apakah ada hal-hal yang baik atau sebaliknya yang Saudara temukan ? Diskusikan hasil pengamatan Saudara dengan anggota kelompok Saudara. Selanjutnya isilah tabel pada LK-23 dengan dipandu pertanyaan berikut.

1. Apa yang Anda amati tentang arah gaya beban pada batang tekan, apa alasannya ? Tuliskan !,
2. Apa yang terjadi pada batang tekan, jelaskan pengertian tekuk?
3. Apakah ada pengaruh panjang tekuk dengan tumpuan batang ? jelaskan !

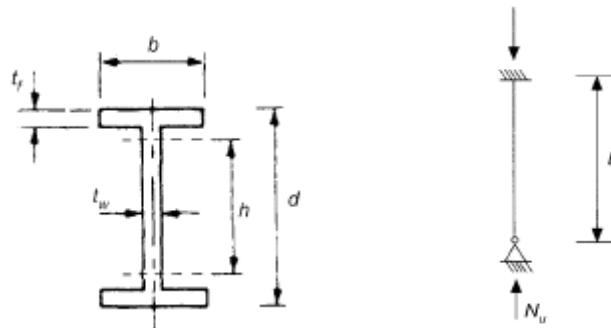
## E Latihan/Kasus/Tugas

Lakukan pembacaan langkah-langkah pembelajaran sebagaimana dijelaskan di atas. Diskusikanlah secara berkelompok topik-topik yang berkaitan dengan peraturan peraturan SNI untuk perencanaan komponen konstruksi baja. Kemudian presentasi kan di depan sekolah, sehingga ditanggapi oleh teman-teman Anda (buat kelompok dalam anggota terbatas). Lakukan latihan

langsung penulisan ulang materi yang ada pada pembelajaran diatas. Kasus, buat beberapa klipping tentang bangunan struktur baja.

Soal Latihan :

1. Sebuah batang tarik menerima beban mati  $DL = 100 \text{ kN}$ . Dan beban hidup  $LL = 150 \text{ kN}$ . Tentukan besar beban terfaktor yang bekerja pada batang tersebut.
2. Apakah batang tekan seperti tergambar disamping sanggup menahan beban tekan  $N_u = 1200 \text{ kN}$ , apabila profil WF 300.200.9.14 Mutu baj BJ 37 atau  $f_y = 240 \text{ MPa}$  dan  $f_u = 370 \text{ MPa}$ , tinggi  $= L = 4500 \text{ mm}$ , tumpuan jepit-sendi, jari-jari inersia,  $r_x = 126 \text{ mm}$  dan  $r_y = 47,7 \text{ mm}$



3. Apabila pada soal.1 bahwa  $N_u = 1200 \text{ kN}$  menjadi gaya tarik maka berapa Luas gross penampang batang tarik tersebut yang aman.

## F Rangkuman

- 1) Perencanaan konstruksi baja sekarang ini dilakukan dengan metode LRFD (Load and Resistance Factor Design), artinya sebuah konstruksi pembebanannya difaktorkan dengan faktor perbesaran atau dengan faktor yang  $\geq 1$ , dan sebaliknya kekuatan atau besar tahanan difaktorkan dengan faktor reduksi yang besarnya  $\leq 1$ .
- 2) Sebuah batang tarik yang disambungkan dengan alat penyambung, Luas nerto penampang batang tidak boleh diambil lebih besar dari pada **85% luas brutonva.  $A_n \leq 0,85 A_g$** .
- 3) Tahanan rencana batang tekan yang aman terhadap tekuk

$$N_u \leq N_n \rightarrow N_u \leq \emptyset * f_y * A_g \rightarrow A_g > N_u / (0,85 \cdot \emptyset \cdot f_y)$$

- 3) Tahanan rencana batang tekan yang aman terhadap tekuk

Tahanan nominal batang tekan harus ditentukan oleh faktor tekuknya

$$N_n = A_g f_{cr} = A_g \frac{f_y}{\omega} \rightarrow \text{Tahanan tekan nominal tereduksi} = \emptyset \cdot N_n$$

- 4) Catatan ; Perencanaan yang ekonomis adalah usaha merencanakan supaya kekuatan sistem sambungan harus sama atau hampir sama besarnya dengan kekuatan batangnya.

Peraturan atau kode pada perencanaan sebuah proyek konstruksi baja adalah hal yang sangat dibutuhkan. Pekerjaan ini hanya dapat dilakukan apabila telah menguasai perihal persyaratan dan kemudian memakai spesifikasi perencanaan sekiranya dibutuhkan. Untuk itu rangkuman ini juga mencakup penguasaan SNI konstruksi baja yang berlaku di Indonesia.

## G Umpam Balik dan Tindak Lanjut

Setelah Anda selesai mempelajari modul ini, saudara membentuk kelompok-kelompok kecil dalam kelas, lalu diskusikan berbagai hal yang ada dalam materinya. Setelah itu setiap juru bicara kelompok menyajikan hasil diskusi kelompoknya untuk diberikan tanggapan balik oleh anggota kelompok lainnya.

Anda secara individu atau kelompok harus menulis resume pembelajaran ini dan hasil latihan langsung di Perbengkelan, yang diserahkan pada waktu penutupan diklat ini.

### **LEMBAR KERJA KP-2**

#### **LK-20**

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh guru kejuruan sebelum mempelajari materi pembelajaran Merancang Konsep Proyek Konstruksi baja ? Sebutkan !

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

2. Bagaimana guru kejuruan mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan !

- .....  
.....  
.....
3. Ada berapa prinsip yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan !

- .....  
.....  
.....
4. Apa topik yang akan dipelajari oleh guru kejuruan di materi pembelajaran ini ? Sebutkan !

- .....  
.....  
.....
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini ? Jelaskan !

- .....  
.....  
.....
6. Apa bukti yang harus dikerjakan oleh guru kejuruan bahwa dia telah mencapai kompetensi yang ditargetkan ? Jelaskan !

#### LK-21

1. Apa yang saudara pahami tentang pembebanan yang harus difaktorkan ? Tuliskan !,

- .....  
.....  
.....
2. Menurut Saudara berapa besar faktor faktor beban dan pada tabel mana didapat pada SNI, mengapa besarnya faktor tersebut  $\geq 1$  . ?

3. Menurut Saudara apa perbedaan factor beban dengan factor reduksi tahanan, mengapa besarnya factor tersebut  $< 1$  ?

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

4. Dimana Saudara mendapatkan factor reduksi tahanan ?

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

#### LK-22

1. Apa yang saudara amati tentang arah gaya beban pada batang tarik, apa alasannya ? Tuliskan !,

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

2. Apa perbedaan arah beban batang tarik dengan batang tekan ?

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

#### LK-23

1. Apa yang saudara amati tentang arah gaya beban pada batang tekan, apa alasannya ? Tuliskan !,

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

2. Apa yang terjadi pada batang tekan, jelaskan pengertian tekuk?

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

3. Apakah ada pengaruh panjang tekuk dengan tumpuan batang ? jelaskan !

.....

## **KEGIATAN PEMBELAJARAN. 3**

### **Menentukan Dimensi Profil Baja Yang Digunakan Pada Struktur Konstruksi baja**

#### **A Tujuan**

Dengan mempelajari modul ini secara teori dan praktek, peserta diklat diharapkan mampu dan mengerjakan pendimensian yang dibutuhkan pada struktur konstruksi baja. Dalam modul ini peserta diklat dilatih membuat program dan mempergunakan software Excel mendimensi komponen konstruksi baja, yang terdiri dari tiga kegiatan pembelajaran sebagai berikut :

1. Menjelaskan cara-cara mengoperasikan computer dengan software Excel
2. Menjelaskan program formula Excel untuk pendimensian batang tarik dengan sambungan baut dan memiliki kekuatan yang seimbang
3. Menjelaskan program formula Excel untuk pendimensian batang tekan yang aman terhadap bahaya tekuk.

#### **B Indikator Pencapaian Kompetensi**

Indikator pencapaian kompetensi setelah mengikuti kegiatan pembelajaran ini peserta diklat :

1. Dapat menjelaskan cara-cara mengoperasikan computer dengan software Excel
2. Dapat menjelaskan program formula Excel untuk pendimensian batang tarik dengan sambungan baut dan memiliki kekuatan yang seimbang
3. Dapat menjelaskan program formula Excel untuk pendimensian batang tekan yang aman terhadap bahaya tekuk.

#### **C Uraian materi**

##### **C.1 Data perencanaan**

Nomor rujukan dan tanggal standar perencanaan yang digunakan (yang masih berlaku);

- Data geometrik konstruksi
- Beban-beban terfaktor / gaya-gaya yang telah dihitung terpisah
- Mutu dan jenis baja yang digunakan.

Gambar-gambar kerja atau spesifikasi atau kedua-duanya untuk komponen struktur atau struktur baja secara keseluruhan harus mencantumkan hal-hal berikut:

- ukuran dan peruntukan tiap-tiap komponen struktur;
- ukuran dan kategori baut dan pengelasan yang digunakan pada sambungan-sambungan;
- Ukuran-ukuran komponen sambungan;
- Lokasi dan detail titik kumpul, serta sambungan dan sambungan lewatan yang direncanakan;
- Setiap kendala pada saat pelaksanaan yang diasumsikan dalam perencanaan;
- Ketentuan-ketentuan lainnya.

## C.2 Menggunakan Operasional MS-Excel

### ➤ Menghapus isi Sel atau Range

Gunakan tombol *delete*, atau Menu Edit → *Clear All*: untuk menghapus semuanya. *Formats*: untuk menghapus format sel. *Contents*: untuk menghapus isi sel. *Comment*: untuk menghapus komentar sel

### ➤ Memperbaiki data

Menggunakan tombol F2 atau *double click* sel yang akan diperbaiki

### ➤ Membuat buku kerja baru

Pilih menu **File** → New atau klik ikon **New**

### ➤ Menyimpan buku kerja baru

Klik **file** → **save**

Ketikkan nama *file* pada kotak *file name*

Dalam kotak *Save in*, tentukan di mana *file* akan disimpan

Klik tombol *save*

Gunakan kotak **Save as type** untuk menyimpan *file* dalam format lain (lakukan prosedur ini jika menginginkan ekspor *file* tersebut sehingga bisa dibuka oleh program *spreadsheet* lain)

- Menyimpan buku kerja dengan nama lain

Pilih menu **File** → pilih menu **Save as**

- Membuka buku kerja yang telah tersimpan

Klik **File** → **Open**

Klik *file* yang akan dibuka jika *file* tidak ada cek di kotak **look in**.

Dalam kotak *look in* klik *Directories* atau *drives*, dimana *file* yang akan dibuka berada., Klik tombol **open**

- Menutup lembar kerja

Menu **File** → **Close**

- Menyisipkan kolom

Menu **insert** → **columns**

- Menghapus kolom

Pilih kolomnya, menu **Edit** → **Delete...**, *Entire column*.

- Memperlebar dan memperkecil kolom

Menu format → **column** → **width** atau

Klik kolomnya kemudian drag ke kanan (untuk memperlebar), dan drag ke kiri (untuk memperkecil)

- Menyisipkan baris

Menu **insert** → **rows**

- Menghapus baris

Pilih barisnya, menu **Edit** → **delete**

- Mengubah tinggi baris

Menu **format** → **row** → **height**

klik baris yang akan diubah, kemudian drag ke bawah atau drag ke atas

- Menyisipkan lembar kerja

Menu **insert** → **worksheet**

- Menghapus lembar kerja (*sheet*)

Pilih *sheet*-nya, menu **edit** → **delete sheet**

- Menyisipkan sel

Menu **insert** → **cells**

*Shift cells right*

*Shift cells down*

- Menghapus sel

Menu **edit** → **delete**

*Shift cells left*

*Shift cells up*

- Memberi nama sel atau *range*

Menu **insert** → **name** → **define**, ketik *name range* → klik *add* → klik *ok*

atau Pilih sel atau *range*

Klik tempat daftar nama range, kemudian ketik nama *range*

Tekan tombol *enter*

- Mengubah ukuran huruf

Klik *toolbar font size* → selanjutnya ubah ukuran huruf yang sesuai

- Mengubah efek-efek teks

Klik *toolbar bold, italic, underline*

- Mengubah jenis huruf

Klik *toolbar font* → selanjutnya pilih huruf yang sesuai

- Memformat angka

Letakan penunjuk (*pointer*) pada *cell* → klik kanan → **format cel**  
→ *number*

- Formula (rumus)

Rumus merupakan bagian terpenting dari MS Excel, karena setiap tabel dan dokumen yang diketik akan selalu berhubungan dengan rumus-rumus operasi matematika. Operator matematika yang sering digunakan adalah:

lambang + untuk fungsi penjumlahan

lambang – untuk fungsi pengurangan

lambang \* untuk fungsi perkalian

lambang / untuk fungsi pembagian

lambang ^ untuk fungsi perpangkatan

lambang % untuk fungsi persentase

Proses perhitungan akan dilakukan sesuai dengan derajat urutan operasi, yang dimulai dari pangkat (^), kali (\*), atau bagi (/), serta

tambah (+) atau kurang (-).

*Untuk menulis rumus dapat dilakukan dengan:*

- ✓ menulis rumus dengan mengetikkan angka langsung  
letakkan penunjuk pada sel tempat hasil rumus akan ditampilkan  
pada *formula bar* ketikkan = angka + angka  
digunakan untuk rumus yang sederhana, pendek dan angkanya tetap
  - ✓ Menulis rumus dengan menggunakan alamat sel letakkan penunjuk pada sel tempat hasil rumus akan ditampilkan  
pada *formula bar* ketikkan = posisi sel + posisi sel  
digunakan untuk rumus yang datanya berubah mengikuti sel
  - ✓ menulis rumus dengan bantuan *mouse*  
letakkan penunjuk pada sel tempat hasil rumus akan ditampilkan  
ketik =, kemudian pilih dan klik sel dengan *mouse*  
ketik +, kemudian pilih sel lainnya  
tekan tombol enter  
penulisan yang dianjurkan untuk menghindari kesalahan  
penulisan alamat sel
- Menggunakan fungsi

Sebenarnya fungsi adalah rumus yang telah disediakan oleh MSExcel, yang akan membantu dalam proses perhitungan. Salah satu fungsi yang paling banyak digunakan misalnya SUM yang merupakan fungsi penjumlahan sesuai *range* sel. Fungsi-fungsi ini dikategorikan sesuai bidang-bidang tertentu seperti: finansial, matematika dan trigonometri, statistik, hingga fungsi logika.

- Fungsi logika

Fasilitas operasi logika dalam MS-Excel memberikan kemampuan untuk melakukan penilaian apakah suatu pernyataan TRUE (benar) atau FALSE (salah). Sebagai contoh, isilah sel A1 dengan angka 10 dan sel A2 dengan angka 15. Selanjutnya isikan pada sel A3 dengan ekspresi logika =A1<A2. Dengan ekspresi ini MS-Excel akan memberikan penilaian apakah isi sel A1 lebih kecil dari isi sel A2, bila ya MS-Excel akan menampilkan TRUE yang berarti pernyataan itu

benar. Bila isi sel A1 diubah menjadi 20, maka sel A3 menampilkan FALSE yang berarti pernyataan itu sekarang salah.

➤ Mencetak buku kerja

Mencetak buku kerja merupakan langkah penting yang perlu dilakukan. Pencetakan lembar kerja dimaksudkan untuk membuat output dalam bentuk laporan atau untuk keperluan pengarsipan. Gunakan *print preview* untuk melihat hasil cetakan. Langkah yang dapat dilakukan:

1. jika akan mencetak *range* tertentu, maka sorot terlebih dahulu *range* yang akan dicetak.
2. pilih menu *File* dan klik *Print*, maka kotak dialog akan tampil.
3. pilih tipe printer yang akan digunakan
4. pilihan ***print range*** yang akan dicetak, misalnya halaman 1 sampai halaman 5, ataupun pilihan ***print what*** untuk menentukan apakah keseluruhan ***Active sheet*** atau bagian yang disorot saja (***selection***)
5. Isi Number of copies
6. Klik OK

➤ Keluar dari Windows Excel

Untuk keluar dari S-Excel, pilih menu File, Exit. MS-Excel akan menanyakan apakah lembar kerja yang terbuka ingin disimpan. Dapat dipilih salah satu dari tiga tombol untuk menjawabnya

### C.3 Program perhitungan dengan Software Excel

Alasan memilih program Excel yang demikian sederhana dapat dilakukan dengan mudah dan penyesuaian dilakukan secara mendasar apabila ada perbedaan perbedaan dalam peraturan peraturan perencanaan dibanding dengan software lainnya yang telah diacu kepada aturan si pembuat program tersebut

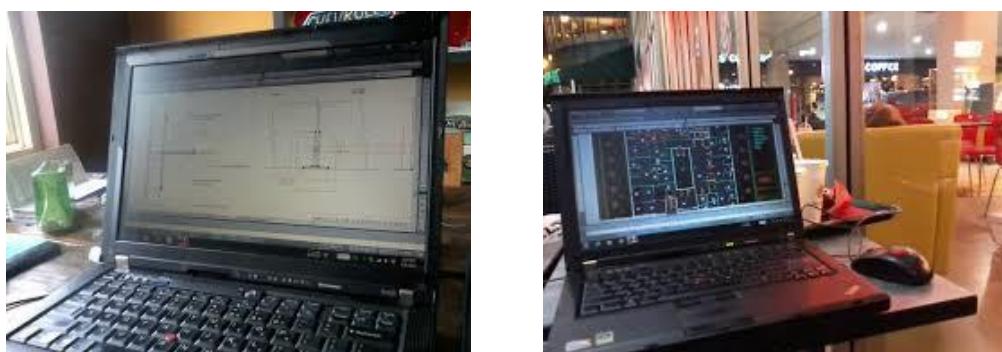
## D Aktivitas Pembelajaran:

### Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok)

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

1. Apa saja hal yang harus saudara persiapkan sebelum mempelajari materi mendimensi batang baja ? Sebutkan !
2. Bagaimana cara Saudara untuk mempelajari materi pendimensian ini ? Jelaskan !
3. Berapa perintah utama perangkat lunak pada bahan bacaan yang ada dalam materi pembelajaran ini ? Sebutkan !
4. Apa topik yang saudara pelajari dalam materi pembelajaran ini ? Sebutkan !
5. Kompetensi apa yang harus saudara capai sebagai guru kejuruan dalam mempelajarai materi pembelajaran ini ? Jelaskan
6. Apa bukti yang harus diunjuk kerjakan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan ? Jelaskan !

Jawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan LK-30. Jika saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka saudara bias melanjutkan pembelajaran dengan mengamati gambar berikut ini.



Gambar. Perangkat computer LAPTOP



### Aktivitas 1. Aplikasi program Excel dalam mendimensi penampang baja

Excel merupakan perangkat lunak komputer yang memberikan kemudahan dalam proses perhitungan melalui otomatisasi yang dimilikinya. Excel juga mengantikan tugas-tugas yang membosankan dan memakan waktu lama, misalnya pengulangan perkalian dan lain-lain perhitungan dalam jumlah besar. Excel juga menawarkan kecermatan dan ketepatan hitungan yang pasti, kemampuan menghitung yang tidak terbatas, sehingga memudahkan kita melihat bagian-bagian rumus dengan cepat dan tepat. Selanjutnya selesaikan LK-31 dengan mengikuti panduan pertanyaan berikut.

1. Bagaimana penulisan perhitungan seperti perkalian, penjumlahan, pembagian dan pengurangan pada sel excel ? Lakukan
2. Bagaimana menghubungkan perhitungan seperti perkalian, penjumlahan, pembagian dan pengurangan antar sel excel ? Lakukan

3. Setelah memahami cara penulisan penulisan diatas , silahkan saudara praktekkan penggunaan untuk menguji hasil perhitungan melalui rumus rumus yang saudara uji berdasarkan penulisan program excel tersebut !

Hasil diskusi saudara dapat dituliskan pada kertas polio dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan. Saudara dapat membaca bahan bacaan uraian materi diatas dan Tabel 3.2 sebagai referensi

#### Aktivitas 2. Menjalankan Program Excel

Untuk menjalankan papan program formula Excel dapat dilihat pada lembar berikut yang digunakan untuk mendimensi batang tarik dan batang tekan , isi sel sel yang disediakan untuk data awal kemudian perhatikan kotak resume dimensi apakah semua syarat yang dibutuhkan sudah terpenuhi antara lain :

**Batang tarik** bahwa : Tahanan tarik tereduksi untuk dimensi batang dan tahanan tarik sambungan tereduksi harus sama sama AMAN (OK) dan juga control terhadap geser blok juga harus AMAN(OK), Lihat Tabel 3.1 Program dimensi Excel Batang tarik dan Tabel 3.2 Layout Program dimensi Excel Batang tarik

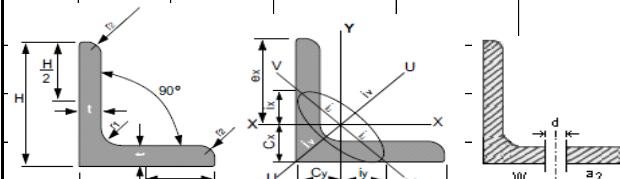
**Batang tekan** bahwa : Tahanan aksial tekan tereduksi harus AMAN (OK) dan semua kelangsungan terhadap 4 (empat) macam yaitu Kelangsungan ke arah sb-bahan (sb-x), sb-bebas bahan (sb-y), sumbu minimum profil tunggal dan sumbu ideal gabungan batang tekan. Artinya apabila hal-hal tersebut diatas sudah terpenuhi maka dimensi tersebut telah aman untuk digunakan, namun persentase keamanan jangan terlampaui besar agar dimensi tidak terlalu besar. Lihat Tabel 3.3 Program dimensi Excel Batang tekan

Selanjutnya selesaikan LK-32 dengan mengikuti panduan pertanyaan berikut.

1. Sebutkan data yang akan di input pada lembar program excel untuk batang tarik dan batang tekan ?
2. Tuliskan apa saja resume perencanaan batang tarik yang sudah aman ?
3. Tuliskan apa saja resume perencanaan batang tekan yg sudah aman ?

Hasil diskusi saudara dapat dituliskan pada kertas polio dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan. Saudara dapat membaca bahan bacaan uraian materi diatas dan Lakukan pemrograman seperti Tabel 3.1 pada perangkat lunak Excel sebagai latihan

PERHITUNGAN BATANG TARIK/SAMBUNGAN BAUT						
Tabel 3.1 Program dimensi Excel Batang Tarik						
<b>1. DATA BEBAN DAN MATERIAL BAJA</b>						
<b>1.1 BEBAN TARIK</b>						
Gaya tarik akibat beban terfaktor,				$T_u =$	250000	N
Faktor tahanan untuk batang dengan gaya tarik				$\phi =$	0.90	
<b>1.2. BAUT PENYAMBUNG</b>						
Jenis baut yang digunakan,				Tipe baut :	A-325	
Tegangan tarik putus baut,				$f_u^b =$	825	MPa
<b>1.3. PLAT SAMBUNG DAN PROFIL</b>						
Tegangan leleh plat,				$f_y =$	240	MPa
Tegangan tarik putus plat,				$f_u =$	370	MPa
<b>RESUME PERENCANAAN BATANG TARIK</b>						
<b>DIMENSI BATANG TARIK</b>						
Baja siku JL <b>65 x 65 x 8</b>						
<b>JUMLAH DAN Ø BAUT SAMBUNGAN</b>						
2 bh, d = <b>17</b> mm						
<b>KONTROL TAHANAN TARIK BTG DAN SAMBUNGAN</b>						
1.Tahanan tarik Batang tereduksi, <b>AMAN (OK)</b> 169%						
2. Tahanan sambungan tereduksi, <b>AMAN (OK)</b> 151%						
<b>KONTROL KEKUATAN TAHAN GESET BLOK SAMBUNGAN</b>						
Geser fraktur - tarik leleh, <b>AMAN (OK)</b> 100%						
<b>2. DIMENSI BATANG TARIK DAN DIAMETER BAUT</b>						
Luas kotor penampang batang tarik, $A_g \geq T_u / (0,85 * \phi * f_y) \geq$ <b>1361.66</b> mm <sup>2</sup>						
Coba pakai profil, L <b>65 x 65 x 8</b> A = <b>976.1</b> mm <sup>2</sup>						

					$B = H = 65$ mm
					$t = 8$ mm
					$I_x = I_y = 368000$ mm <sup>4</sup>
					$i_x = i_y = 19.4$ mm
					$C_x = C_y = 18.8$ mm
					$a_2 = 30$ mm
					$w = 35$ mm
					$\bar{x} = 18.80$ mm
<b>Sehingga, <math>A_g = 2 * A = 1952.2</math> mm<sup>2</sup></b>					$\rightarrow$ <b>CUKUP (OK)</b>
		$t_{pro} = 2 * t = 16$ mm			
Diameter maximum baut, $d > (15\% * A_g / t_{pro}) - 2 > 16.30$ mm					
					Pakai $d = 17$ mm
Tebal plat sambung					$t_{pl} = 16.00$ mm
Tebal total profil yang disambung,					$t_{pro} = 2t = 16.00$ mm
Maka diameter baut dipakai (yang paling kecil dari ketiga hasil diatas), atau $d = 17$ mm					
Syarat yang harus dipenuhi :	$A_n \leq 0,85 * A_g$				
$A_n = A_g - t_{pro} * (d + 2)$	$\leq$	$0,85 * A_g$			
1648.20	<	1659.37			$\rightarrow$ <b>MEMENUHI SYARAT (OK)</b>
<b>3. MENGHITUNG JUMLAH BAUT DAN GAMBAR SAMBUNGAN</b>					
		$jika baut teriris, = 2$		$m = 2$	
		faktor tahanan geser baut, $\phi = 0.85$			
		$r_1 = 0.5$		$r_1 = 0.50$	
baut teriris adalah yg tak ber ulir atau yg ber ulir, $r_1$			$A_b = \pi * d^2 / 4 = 227.07$		
		faktor tahanan tumpu plat, $\phi = 0.75$			
		Tahanan geser baut = $\phi * m * r_1 * f_u^b * A_b = 159233.84$ N			
		Tahanan tumpu plat buhul = $\phi * t_{pl} * d * (2,4 * f_u) = 181152.00$ N			
		Tahanan tumpu profil = $\phi * t_{pro} * d * (2,4 * f_u) = 181152.00$ N			
		Kekuatan sambungan adalah yang paling lemah dari hasil diatas, $P_{samb} = 159233.84$ N			
		Maka jumlah baut adalah = $T_u / P_{samb} = 1.57$ bh			

			dan baut yang dibutuhkan, $n =$			2	bh			
						<b>TDK LEBIH 5 BRS (OK)</b>				
<b>Jarak pemasangan baut :</b>										
			Jarak baut ke baut = $s \geq 3d =$			51	mm			
						Ambil, $s =$	60 mm			
			Jarak baut ke tepi plat = $s_1 \geq 1,5d =$			25.50	mm			
						Ambil, $s_1 =$	30 mm			
			Panjang shear blok sambungan $L = (n-1)*S =$			60.00	mm			
<b>4. KONTROL TAHANAN TARIK BATANG DAN SAMBUNGAN</b>										
Syarat yang harus dipenuhi :										
Beban tarik terfaktor,		$\leq$	Tahanan tarik tereduksi,							
	$T_u$	$\leq$	$\phi_t * T_n = \phi_t * f_y * A_g$							
	250000	$<$	421675	→	<b>AMAN (OK)</b>					
Beban tarik terfaktor,		$\leq$	Tahanan sambungan tereduksi,							
	$T_u$	$\leq$	$\phi_t * T_n = \phi_t * f_u * A_e$							
	250000	$<$	376877	→	<b>AMAN (OK)</b>					
<b>5. KONTROL KEKUATAN TAHANAN GESEN BLOK SAMBUNGAN</b>										
			$A_e = U * A_n =$	1131.76	mm <sup>2</sup>					
			dimana, $A_e$ = Luas efektif penampang							
			$A_n$ = Luas netto penampang							
			$U$ = koef reduksi							
				$U = 1 - \frac{x}{L} \leq 0,9$						
			$x =$	18.80	mm					
			-							
	$U = 1 - \frac{x}{L} =$		0.69	mm	→ <b>(OK) &lt; 0,9</b>					
Luas bid geser netto = $A_{nv} = \{ (n-1)*S + S_1 \} - (n-0,5)*(d+2) * t_{pro} =$ 984.00 mm <sup>2</sup> .										
	Luas tamp tarik netto = $A_{nt} = \{ (b-w) - 0,5*(d+2) \} * t_{pro} =$			328.00	mm <sup>2</sup> .					
		Luas bid geser gross = $A_{gv} = \{ (n-1)*S + S_1 \} * t_{pro} =$			1440.00	mm <sup>2</sup> .				
		Luas tamp tarik gross = $A_{gt} = (b-w) * t_{pro} =$			480.00	mm <sup>2</sup> .				
	Kemungkinan pd sambungan :									

		$f_u * A_{nt} =$	121360	N					
		$0,6 * f_u * A_{nv} =$	218448	N					
<b>Geser fraktur - tarik leleh ( <math>f_u * A_{nt} &lt; 0,6 * f_u * A_{nv}</math> )</b>								$\phi = 0,75 \rightarrow$	
		$\phi T_n = \phi(f_y * A_{gt} + 0,6 * f_u * A_{nv}) =$	250236	N					
		$\phi T_n \geq T_u$							
		250236	>	250000		$\rightarrow$	<b>AMAN (OK)</b>		

Tabel 3.2 Layout Formula dimensi Excel Batang Tarik						
	Gaya tarik akibat beban terfaktor,			$T_u =$	250000	N
	Faktor tahanan untuk batang dengan gaya tarik			$\phi =$	0.90	
	Jenis baut yang digunakan,			Tipe baut :	A-325	
	Tegangan tarik putus baut,			$f_u^b =$	825	MPa
	Tegangan leleh plat,			$f_y =$	240	MPa
	Tegangan tarik putus plat,			$f_u =$	370	MPa
				Baja siku JL	\$A\$13	
			ROUNDUP(\$E\$40,0)	bh, d =	\$E\$28	
				IF(\$B\$49<\$E\$49,"AMAN (OK)","BAHAYA")		E49/B49
				IF(\$B\$51<\$E\$51,"AMAN (OK)","BAHAYA")		E51/B51
				IF(\$B\$64>\$D\$64,"AMAN (OK)","BAHAYA")		B64/D64
	$A_g \geq T_u / (0,85 * \phi * f_y) \geq H1 / (0,85 * H2 * H5)$					
65.65.8	$A =$	VLOOKUP(\$A\$13,'Tabel baja siku'!\$A\$114:\$Q\$157,7, FALSE)*100				
	$B = H =$	baja siku'!\$A\$114:\$Q\$157,2, FALSE)				
	$t =$	baja siku'!\$A\$114:\$Q\$157,4, FALSE)				
	$I_x = I_y =$	a siku'!\$A\$114:\$Q\$157,10, FALSE)*10^4				
	$i_x = i_y =$	a siku'!\$A\$114:\$Q\$157,13, FALSE)*10				
	$C_x = C_y =$	a siku'!\$A\$114:\$Q\$157,9, FALSE)*10				
	$a_2 =$	C14-C20				
	$W =$	baja siku'!\$A\$114:\$Q\$157,16, FALSE)				
	$x =$	C18				
	$Ag = 2*A =$	2*H13	→	IF(C22>H12,"CUKUP (OK)","ULANG !")		
	$t_{pro} = 2*t =$	2*H15				
	$d > (15%*Ag/t_{pro}) - 2 >$	(0.15*C22/C23)-2				
		Pakai d = ROUNDUP(E24,0)				
		$t_{pl} =$	16.00			
		$t_{pro} = 2t =$	C23			
		$d =$	MAX(H25:H27)			
	$A_n = A_g - t_{pro} * (d + 2)$	≤	0,85*A_g			
	C22-C23*(E28+2)	IF(C30<=E30,"<",">")	0.85*C22	→	IF(C30<E30,"(OK)","(ULANG)")	
	jika baut teriris, =	2	$m =$	2		
			$\phi =$	0.85		
	$r1 =$	0.5	$r1 =$	0.50		
		$A_b = \pi * d^2 / 4 = 22/7 * E28^2 / 4$				
			$\phi =$	0.75		
		$\phi * m * r_1 * f_u^b * A_b =$	E32*E31*E33*H4*E34			

	$\phi * t_{pl} * d * (2,4 * f_u) =$	E35 * E26 * E28 * (2.4 * H6)			
	$\phi * t_{pro} * d * (2,4 * f_u) =$	E35 * C23 * E28 * (2.4 * H6)			
	$P_{samb} =$	MIN(H36:H38)			
	$T_u / P_{samb} =$	H1/E39			
	$n =$	ROUNDUP(\$E\$40,0)			
		IF(E41<=5, "TDK LEBIH 5 BRS (OK)", "(ULANG)")			
	$s \geq 3d =$	3 * E28			
	$s =$	FLOOR(E43,10)+10			
	$s_1 \geq 1,5d =$	1.5 * E28			
	$s_1 =$	FLOOR(E45,10)+10			
	$L = (n-1)*S =$	(E41-1)*E44			
	$T_u \leq$	$\phi_t * T_n = \phi_t * f_y * A_g$			
H1	IF(B49<=E49, "<", ">")	H2 * H5 * C22	→	IF(\$C\$49<\$E\$49, "AMAN (OK)", "BAHAYA")	
	$T_u \leq$	$\phi_t * T_n = \phi_t * f_u * A_e$			
H1	IF(C51<=E51, "<", ">")	H2 * H6 * E52	→	IF(\$C\$51<\$E\$51, "AMAN (OK)", "BAHAYA")	
	$A_e = U * A_n =$	E54 * C30			
	$x =$	H18			
	$U = 1 - \frac{x}{l} =$	1-E53/E47		pakai(0.9)	
$A_{nv} = \{ (n-1)*S + S1 \} - (n-0.5)*(d+2) * t_{pro} =$	(((E41-1)*E44+E46)-((E41-0.5)*(E28+2)))*C23				
$A_{nt} = \{ (b-w) - 0.5*(d+2) \} * t_{pro} =$	((H14-H20)-0.5*(E28+2))*C23				
$A_{gv} = \{ (n-1)*S + S1 \} * t_{pro} =$	((E41-1)*E44+E46)*C23				
$A_{gt} = (b-w) * t_{pro} =$	(H14-H20)*C23				
$f_u * A_{nt} =$	H6 * F56				
$0,6 * f_u * A_{nv} =$	0.6 * H6 * F55				
Geser fraktur - tarik leleh ( $f_u * A_{nt} < 0,6 * f_u * A_{nv}$ )	$\emptyset = 0,75 \rightarrow$				
$\emptyset T_n = \emptyset (f_y * A_{gt} + 0,6 * f_u * A_{nv}) =$	0.75 * (H5 * F58 + 0.6 * H6 * F55)				
$\emptyset T_n \geq T_u$					
E62	<	H1	→	IF(\$C\$64>\$E\$64, "AMAN (OK)", "BAHAYA")	

**PERHITUNGAN KOLOM DARI ELEMEN TERSUSUN PRISMATIS**  
**YANG DIHUBUNGKAN DENGAN PLAT KOPEL**

Tabel 3.3 Program dimensi Excel Batang Tekan						
<b>A. DATA BAHAN</b>						
sb y, sb bebas bahan 						
Baja siku 						
- - - + + + sb x, sb bahan 	Tegangan leleh baja (yield stress),	$f_y =$	240	MPa		
+ + + - - - plat koppel 	Modulus elastik baja (modulus of elasticity),	$E =$	200000	MPa		
+ + + - - -	Angka Poisson (Poisson's ratio),	$\nu =$	0.3			
	Modulus geser (shear modulus),	$G=E / [ 2*(1+\nu) ] =$	76923	MPa		
L1 						
h 	<b>DATA INPUT BATANG TEKAN</b>					
		Jarak plat koppel =	900	mm		
Nu 		Tebal plat koppel =	12	mm		
		Lebar plat koppel =	90	mm		
		tebal plat buhul =	10	mm		
		Gaya tekan aksial	390000	N		
	Panjang batang tekan arah, x	5000	mm			
m=2	Panjang batang tekan arah, y	5000	mm			
<b>RESUME PERENCANAAN BATANG TEKAN</b>						
kelangsingantunggal, $\lambda_l$	$\leq$	50	memenuhi syarat (OK)			93%
kelangsingan sb bahan, $\lambda_x$	$\geq$	1.2 * $\lambda_l$	memenuhi syarat (OK)			274%
kelangsingan sb tanpa bahan, $\lambda_{iy}$	$\geq$	1.2 * $\lambda_l$	memenuhi syarat (OK)			190%
kekakuan plat koppel, $I_p / a$	$\geq$	10 * $I_p / L_l$	memenuhi syarat (OK)			132%
	TAHANAN AKSIAL TEKAN			AMAN (OK)		106%
<b>B. DATA ELEMEN STRUKTUR TERSUSUN</b>						
<b>Tebal Plat buhul</b>				$t =$	10	mm
COBA Profil baja :		100.100.20*	siku sama kaki			
Luas penampang (satu elemen),				$A_1 =$	3620	mm <sup>2</sup>

Momen inersia penampang (satu elemen) thd. sb. x,	$I_{x1} =$	3110000	mm <sup>4</sup>
Momen inersia penampang (satu elemen) thd. sb. y,	$I_{y1} =$	3110000	mm <sup>4</sup>
Momen inersia penampang (satu elemen) minimum,	$I_{\min} =$	1340000	mm
Jari-jari girasi (satu elemen) thd. sb. x,	$r_{x1} =$	29.3	mm
Jari-jari girasi (satu elemen) thd. sb. y,	$r_{y1} =$	29.3	mm
Jari-jari girasi minimum (satu elemen),	$r_{\min} =$	19.3	mm
Panjang kolom thd. sb. x,	$L_x =$	5000	mm
Panjang kolom thd. sb. y,	$L_y =$	5000	mm
Faktor panjang tekuk efektif thd. sb. x,	$k_x =$	0.9	
Faktor panjang tekuk efektif thd. sb. y,	$k_y =$	0.9	
Konstanta struktur tersusun ( m = 2, atau 3, atau 4 )	$m =$	2	
Titik berat profil	$e =$	32	mm
Jarak antara titik berat elemen struktur,	$a =$	74	mm
Lebar plat melintang (kopel),	$h =$	90	mm
Tebal plat melintang (kopel),	$t =$	12	mm
Jarak antara plat melintang (kopel),	$L_I =$	900	mm
Faktor reduksi kekuatan untuk aksial tekan,	$\phi_n =$	0.85	
Gaya aksial tekan akibat beban terfaktor,	$N_u =$	390000	N

## C. PERHITUNGAN KEKUATAN

### 1. KELANGSINGAN ELEMEN TERSUSUN

Jarak antara plat kopel,	$L_I =$	900	mm
Kelangsungan satu elemen tersusun,	$\rightarrow l = L_I / r_{\min} =$	46.63	
Syarat yang harus dipenuhi,			
$\lambda_l \leq 50$			
46.63	$<$	50	$\rightarrow$ memenuhi syarat (OK)
Panjang tekuk efektif thd. sb. x,	$L_{kx} = k_x * L_x =$	4500	mm
Jari-jari girasi struktur tersusun thd. sb. x,	$r_x = r_{x1} =$	29.30	mm
Kelangsungan struktur tersusun thd. sb. x, $\lambda_x = L_{kx} / r_x =$	153.58		
Syarat yang harus dipenuhi,			
$\lambda_x \geq 1.2 * \lambda_l$			

		153.58	>	55.96	→	memenuhi syarat (OK)	
Panjang tekuk efektif thd. sb. y,			$L_{ky} = k_y * L_y =$	4500	mm		
Momen inersia penampang struktur tersusun thd. sb. y,							
Untuk nilai, $m = 2$ $I_y = m * I_{y1} + 1/4 * m * A_1 * a^2 =$			16131560	mm <sup>4</sup>			
Untuk nilai, $m = 3$ $I_y = m * I_{y1} + (m - 1) * A_1 * a^2 =$			-	mm <sup>4</sup>			
Untuk nilai, $m = 4$ $I_y = m * I_{y1} + 5/4 * m * A_1 * a^2 =$			-	mm <sup>4</sup>			
			→ $I_y =$	16131560	mm <sup>4</sup>		
Luas penampang struktur tersusun, $A = m * A_1 =$			7240	mm <sup>2</sup>			
Jari-jari girasi struktur tersusun thd. sb. y $r_y = \sqrt{(I_y / A)} =$			47.20	mm			
Kelangsungan struktur tersusun thd. sb. y, $\lambda_y = L_{ky} / r_y =$			95.33				
Kelangsungan ideal struktur tersusun thd. sb. y,							
		→ $\lambda_{iy} = \sqrt{[\lambda_y^2 + m / 2 * \lambda_l^2]} =$	106.13	mm			
Syarat yang harus dipenuhi,							
		$\lambda_{iy} \geq 1.2 * \lambda_l$					
		106.13	>	55.96	→	memenuhi syarat (OK)	
<b>2. KONTROL KEKAKUAN PLAT KOPEL</b>							
Plat kopel harus cukup kaku, sehingga memenuhi persamaan :							
		$I_p / a \geq 10 * I_l / L_l$					
Momen inersia penampang plat kopel, $I_p = 2 * 1/12 * t * h^3 =$			1458000	mm <sup>4</sup>			
Momen inersia satu elemen,			$I_l = I_{min} =$	1340000	mm <sup>4</sup>		
Syarat yang harus dipenuhi,							
		$I_p / a \geq 10 * I_l / L_l$					
		19702.70	>	14888.89	→	memenuhi syarat (OK)	
<b>3. TAHANAN AKSIAL TEKAN</b>							
Faktor tekuk kolom dihitung dengan rumus sebagai berikut :							
a. Untuk nilai $\lambda_c \leq 0.25$ maka termasuk kolom <b>pendek</b> :							
			→	$\omega = 1$			
b. Untuk nilai $0.25 < \lambda_c \leq 1.20$ maka termasuk kolom <b>sedang</b> :							

			$\rightarrow$		$\omega = 1.43 / ( 1.6 - 0.67 * \lambda_c )$	
c. Untuk nilai $\lambda_c > 1.20$ maka termasuk kolom <b>langsing</b> :						
			$\rightarrow$		$\omega = 1.25 * \lambda_c^2$	
Parameter kelangsungan thd. sb. x,						
					$\lambda_{cx} = 1/\pi * \lambda_x * \sqrt{f_y/E} = 1.6935$	
a. Kolom pendek :					$\omega = -$	
b. Kolom sedang :					$\omega = 1.43 / ( 1.6 - 0.67 * \lambda_c ) = -$	
c. Kolom langsing :					$\omega = 1.25 * \lambda_c^2 = 3.5849$	
Faktor tekuk thd. sb. x,				$\rightarrow$	$\omega_x = 3.5849$	
Parameter kelangsungan thd. sb. y,					$\lambda_{cy} = 1/\pi * \lambda_y * \sqrt{f_y/E} = 1.1702$	
a. Kolom pendek :					$\omega = -$	
b. Kolom sedang :					$\omega = 1.43 / ( 1.6 - 0.67 * \lambda_c ) = 1.7526$	
c. Kolom langsing :					$\omega = 1.25 * \lambda_c^2 = -$	
Faktor tekuk thd. sb. y,				$\rightarrow$	$\omega_y = 1.7526$	
Tahanan aksial tekan nominal thd. sb. x,					$N_n = A * f_y / \omega_x = 484695$	N
Tahanan aksial tekan nominal thd. sb. y,					$N_n = A * f_y / \omega_y = 991469$	N
Tahanan aksial tekan nominal terkecil,				$\rightarrow$	$N_n = 484695$	N
Tahanan aksial tekan,					$\phi_n * N_n = 411991$	N
Gaya aksial tekan akibat beban terfaktor,					$N_u = 390000$	N
Syarat yang harus dipenuhi,						
			$N_u$	$\leq$	$\phi_n * N_n$	
			390000	<	411991	$\rightarrow$ AMAN (OK)
<b>4. TAHANAN GESER PLAT KOPEL</b>						
Gaya geser pada plat kopel akibat beban terfaktor, diperhitungkan sebagai berikut :						
					$D_u = 0.02 * N_u = 7800$	N
Faktor reduksi kekuatan geser plat,					$\phi_f = 0.75$	
Luas penampang plat kopel,					$A_v = h * t = 1080$	mm <sup>2</sup>
$\text{Tahanan geser penampang } \phi_f * V_n = \phi_f * 0.60 * f_y * A_v = 116640$						N
Syarat yang harus dipenuhi,						
			$D_u$	$\leq$	$\phi_f * V_n$	
			7800	<	116640	$\rightarrow$ AMAN (OK)

## E Latihan/Kasus/Tugas

Lakukan pembacaan langkah-langkah pembelajaran sebagaimana dijelaskan di atas. Diskusikanlah secara berkelompok topik-topik yang berkaitan dengan mempraktekkan penyusunan dan penulisan langsung program excel di wokshop sekolah. Kemudian presentasi kan di depan workshop, sehingga ditanggapi oleh teman-teman Anda (buat kelompok dalam anggota terbatas). Lakukan latihan langsung pada komputer anda untuk setiap perintah yang ada pada materi pembelajaran diatas. Kasus, Hitunglah beberapa penampang profil baja pada konstruksi rangka atap. Tugas, Menyelesaikan sebuah sambungan buhul melalui Modul pendimensian yang ada.

### Tes Formatif

1. Jelaskan perbedaan sel  $=E62$  dan sel  $=$E$62$
2. Jelaskan  $= IF($C$97<=$E$97;"<";">")$
3. Jelaskan  $= ($H$39-$H$45)*$E$48$
4. Jelaskan arti sel  $= \$H\$17$
5. Jelaskan  $= IF($C$49<$E$48,"AMAN (OK)","BAHAYA")$
6. Pakai d = ROUNDUP(E24,0)
7. Jelaskan arti d = MAX(H25:H27)

### Soal soal

- 1) Hitunglah dimensi penampang profil dobel baja siku batang tarik  
Beban terfaktor Nu = 650 kN, Baja BJ 37 , Baut A325 , tebal plat buhul = 16 mm → Dengan program Excel tabel 3.1 didapat hasil sbb : Baut **4 Ø 19 mm** dan Profil baja **75.75.12**
- 2) Hitunglah dimensi penampang profil dobel baja siku batang tekan  
Beban terfaktor Nu = 300 kN, Baja BJ 37 , Baut A325 , tebal plat buhul = 10 mm → Dengan program Excel tabel 3.3 didapat hasil sbb : **Baut 2 Ø 19 mm, plat Koppel jarak 1000 mm ukuran 10x80 mm** dan **Profil baja 110.110.10**

## F Rangkuman

- 1) Excel merupakan perangkat lunak komputer yang memberikan kemudahan dalam proses perhitungan melalui otomatisasi yang dimilikinya. Excel juga menggantikan tugas-tugas yang membosankan dan memakan waktu lama, misalnya pengulangan perkalian dan lain-lain perhitungan dalam jumlah besar. Excel juga menawarkan kecermatan dan ketepatan hitungan yang pasti, kemampuan menghitung yang tidak terbatas, sehingga memudahkan kita melihat bagian-bagian rumus dengan cepat dan tepat. Kesederhanaan operasional Excel dibanding dengan software lainnya menjadi pilihan yang tepat untuk pendimensian ini.
- 2) Syarat yang harus dipenuhi Perencanaan batang tarik :  
Tahanan tarik tereduksi untuk dimensi batang dan tahanan tarik sambungan tereduksi harus sama sama AMAN (OK) dan juga control terhadap geser blok juga harus AMAN(OK),
- 3) Syarat yang harus dipenuhi Perencanaan batang tekan  
Tahanan aksial tekan tereduksi harus AMAN (OK) dan semua kelangsungan terhadap 4 (empat) macam yaitu Kelangsungan ke arah sb-bahan (sb-x), sb-bebas bahan (sb-y), sumbu minimum profil tunggal dan sumbu ideal gabungan batang tekan. Artinya apabila hal-hal tersebut diatas sudah terpenuhi maka dimensi tersebut telah aman untuk digunakan, namun persentase keamanan jangan terlampaui besar agar dimensi tidak terlalu besar.

## G Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah Anda selesai mempelajari modul ini, saudara membentuk kelompok-kelompok kecil dalam kelas, lalu diskusikan berbagai hal yang ada dalam materinya. Setelah itu setiap juru bicara kelompok menyajikan hasil diskusi kelompoknya untuk diberikan tanggapan balik oleh anggota kelompok lainnya.

Anda secara individu atau kelompok harus menulis resume pembelajaran ini dan hasil latihan langsung dengan Excel yang diserahkan pada waktu penutupan diklat ini.

### **LEMBAR KERJA KP-3**

#### **LK-30**

1. Apa saja hal yang harus saudara persiapkan sebelum mempelajari materi mendimensi batang baja ? Sebutkan !

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

2. Bagaimana cara Saudara untuk mempelajari materi pendimensian ini ? Jelaskan !

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

3. Berapa perintah utama perangkat lunak pada bahan bacaan yang ada dalam materi pembelajaran ini ? Sebutkan !

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

4. Apa topik yang saudara pelajari dalam materi pembelajaran ini ? Sebutkan !

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

5. Kompetensi apa yang harus saudara capai sebagai guru kejuruan dalam mempelajarai materi pembelajaran ini ? Jelaskan

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

6. Apa bukti yang harus diunjuk kerjakan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan ? Jelaskan !

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

**LK-31**

1. Bagaimana penulisan perhitungan seperti perkalian, penjumlahan, pembagian dan pengurangan pada sel excel ? Lakukan

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

2. Bagaimana menghubungkan perhitungan seperti perkalian, penjumlahan, pembagian dan pengurangan antar sel excel ? Lakukan

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

3. Setelah memahami cara penulisan penulisan diatas , silahkan saudara praktekkan penggunaan untuk menguji hasil perhitungan melalui rumus rumus yang saudara uji berdasarkan penulisan program excel tersebut !

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

**LK-32**

1. Sebutkan data yang akan di input pada lembar program excel untuk batang tarik dan batang tekan ?

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

2. Tuliskan apa saja resume perencanaan batang tarik yang sudah aman ?

.....  
.....

.....

3. Tuliskan apa saja resume perencanaan batang tekan yg sudah aman ?

.....

.....

.....

## **KEGIATAN PEMBELAJARAN. 4**

### **Merencanakan Gambar Kerja (*Shop Drawing*)**

### **Konstruksi baja Dengan Menggunakan Perangkat Lunak (*Software*)**

#### **A Tujuan**

Dengan mempelajari modul ini secara teori dan praktik, peserta diklat diharapkan mampu dan mengerjakan penggambaran yang dibutuhkan pada struktur konstruksi baja. Dalam modul ini peserta diklat dilatih mempergunakan software Autocad untuk menggambar komponen konstruksi baja, yang terdiri dari tiga kegiatan pembelajaran sebagai berikut :

1. Menjelaskan cara-cara mengoperasikan computer dengan software Autocad
2. Menjelaskan software Autocad untuk penggambaran detail gambar kerja dan sambungan sambungan (*shop drawing*) konstruksi baja
3. Menjelaskan cara-cara membaca gambar dan spesifikasi teknis untuk kebutuhan penggambaran.

#### **B Indikator Pencapaian Kompetensi**

Indikator pencapaian kompetensi setelah mengikuti kegiatan pembelajaran ini peserta diklat :

1. Dapat menjelaskan cara-cara mengoperasikan komputer dengan software Autocad
2. Dapat menjelaskan software Autocad untuk penggambaran detail gambar kerja dan sambungan sambungan (*shop drawing*) konstruksi baja
3. Dapat menjelaskan cara-cara membaca gambar dan spesifikasi teknis untuk kebutuhan penggambaran..

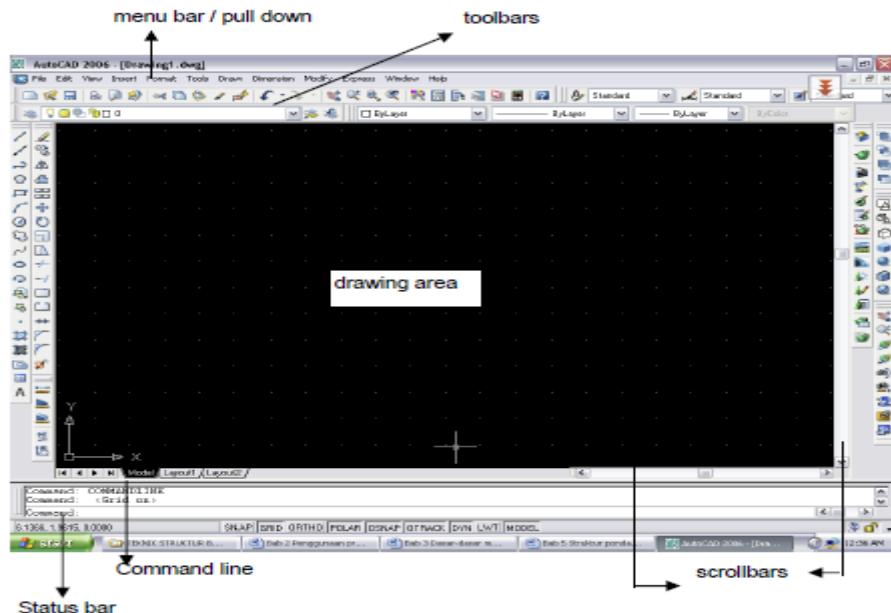
#### **C Uraian Materi**

##### **C.1. Menjalankan Program AutoCad**

Untuk menjalankan AutoCAD, mula-mula klik tombol ‘Start’ pada sudut kiri bawah tampilan Windows, kemudian arahkan kursor pada item ‘ All Programs’ dan pilihlah Autodesk → AutoCAD. Tampilan AutoCAD yang pertama kali atau disebut AutoCAD Screen akan muncul seperti pada Gambar 4.1 baik pada saat memulai suatu file baru maupun membuka file yang telah ada.

Keterangan :

- **Command Window / Command Line**, adalah tempat memasukkan perintah melalui *keyboard* dan melihat pesan-pesan atau penuntun tiap perintah yang diberikan oleh AutoCAD. Command Line ini dapat diubah ukuran dan letaknya sesuai dengan kemauan kita.
- **Status Bar**, selalu terletak di sebelah bawah dari menu AutoCAD, menunjukkan informasi koordinat dan setting yang bekerja pada saat kita menggambar seperti *grid*, *snap*, dan *model/paperspace*
- **Drawing Area**, merupakan area tempat kita menggambar atau mengedit gambar
- **Scrollbars**, untuk menggeser tampilan, baik secara vertikal maupun horisontal
- **Menu Bar**, berisi *pull-down menus*, yang dapat diaktifkan dengan menggerakkan kursor menuju menu bar dan menentukan pilihan dengan menekan tombol kiri mouse. Ketika anda memilih salah satu menu, menu tersebut akan memperlihatkan berbagai pilihan dimana anda dapat memilih satu dari berbagai pilihan tersebut.
- **Floating Toolbar**, merupakan menu atau perintah yang berbentuk gambar. Ketika kursor terletak di atas gambar, akan tampil keterangan perintah dari gambar tersebut. Jika pada gambar tersebut terdapat tanda segitiga di sebelah kanan bawah (*flyout indicator*), hal itu menandakan gambar tersebut mempunyai gambar atau perintah berikutnya (*sub-command*).



Gambar 4.1 Tampilan awal Auto-CAD, Sumber: AutoCad 2006

- *Cursor Menu*, merupakan menu yang tampil jika kita menggabungkan tombol keyboard dengan tombol mouse, misalnya Shift + tombol kanan mouse untuk menampilkan *Object Snap Mode* dan *Filters Menu*
- *Dialogue Boxes*, merupakan tampilan pendukung perintah yang kita masukkan melalui keyboard atau melalui menu pick
- *Crosshairs Cursor*, merupakan alat gambar dan alat pemilih objek
- *UCS Icon*, merupakan tanda letak bidang gamba

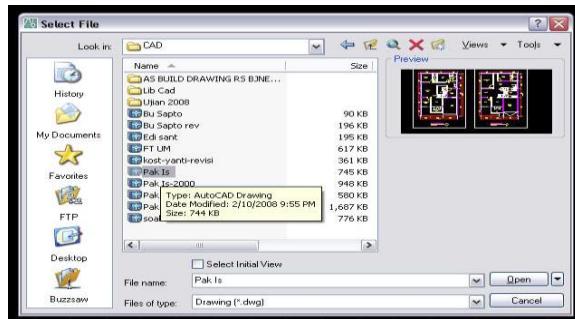
### C.2 Memulai gambar baru dan membuka gambar yang sudah ada.

Dengan menggunakan perintah ‘*File-New*’ pada menu bar, kita dapat memluai gambar baru dengan beberapa alternatif :

- Menggunakan setting yang sudah ada (*use a wizard*)
- Menggunakan setting pada basic unit dan area (*limits*) – (*Quick Setup*)
- Menggunakan *setting lengkap* (*advanced setup*) pada basic unit, sudut, arah, block dan border pada paperspace dan modelspace, pola dasar (*template*), serta satuan standar ukuran pada system metrik atau Inggris (*english/metric*)

Dengan menggunakan perintah ‘File-Open’ pada menu bar, kita dapat memanggil gambar yang sudah ada dengan melihat kotak dialog seperti pada gambar 4.2

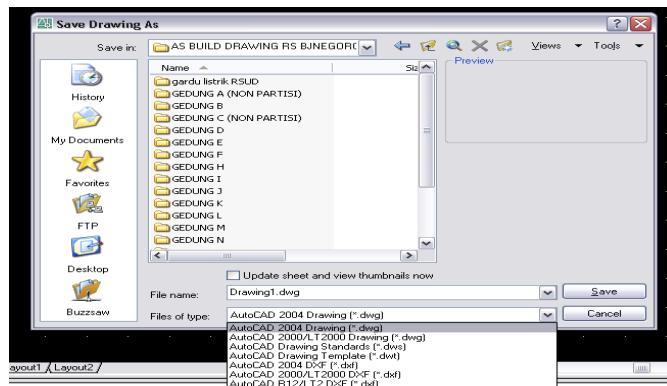
Jika dalam layar *preview* terdapat tampilan gambar yang di butuhkan, klik tombol ‘OK’ untuk menyetujuinya



Gambar 4.2. Kotak dialog untuk pilihan file yang akan dibuka, *Sumber: AutoCad 2006*

### C.3 Menyimpan Gambar

Perintah ‘File-Save’ atau ‘qsave’ pada command line, membutuhkan nama file dan menyimpan dengan nama tersebut. Jika sudah memiliki nama file pada saat memulai file baru, perintah ini akan menyimpan file yang dibuat secara otomatis, seperti terlihat pada gambar 4.3



Gambar 4.3 Kotak dialog untuk menyimpan gambar, *Sumber: AutoCad 2006*

### C.4 Keluar dari Auto-CAD

Klik ‘File-Exit’ atau ketikkan ‘quit’ pada command line atau klik pada tanda silang di sudut kanan atas layar

Command : quit (enter) Pada layar akan tampil menu yang memberi pilihan pada kita untuk menyimpan, mengabaikan, atau membatalkan perintah.

Keterangan :

- save changes : menyimpan gambar
- discard changes : mengabaikan penyimpanan
- cancel command : membatalkan perintah untuk keluar

## C.5 Perintah Menggambar (*draw*)

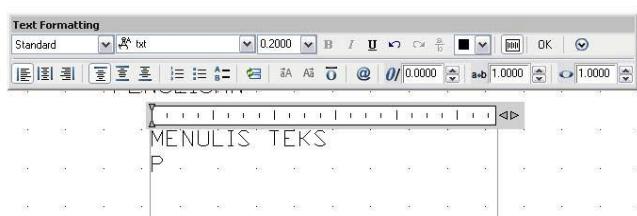
Beberapa perintah yang banyak digunakan untuk gambar konstrksi bangunan, antara lain:

### C.5.1 Menggambar Garis (*Line*)

Garis merupakan objek paling dasar dalam AutoCAD. Kita dapat membuat bermacam-macam garis seperti : *single line*, *multiple line*, *segments*, *multiple parallel lines*, dan *freehand sketch lines*. Secara umum kita dapat menggambar garis dengan spesifikasi koordinat dalam besaran panjang dan arahnya. command : LINE (enter) From point : tentukan titik awal garis (klik) To point : tentukan titik berikutnya (klik) To point : tentukan titik berikutnya (klik), bila selesai, tekan enter. Untuk menghubungkan titik akhir dari proses pembuatan line dengan titik awal proses tersebut, kita cukup mengetikkan 'C' pada prompt 'To point tersebut.

### C.5.2 Membuat Text (Teks)

Teks dapat dibuat atau ditambahkan dalam gambar melalui perintah 'Text', 'Dtext', dan 'Mtext'. Teks dapat dibuat dengan berbagai macam tipe dan ukuran huruf, seperti dalam gambar 4.4.



Gambar 4.4.Toolbar format teks dan area penulisan teks, Sumber: AutoCad 2006

Start point or Align/Center/Fit/Middle/Right/Style : tentukan titik awal penulisan atau sifat rata text (tengah, kiri, kanan, atau kiri-kanan) (enter)

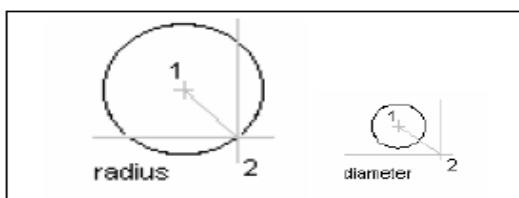
Rotation angle <0> : tentukan sudut kemiringan text (enter) Text : ketikkan text yang dimaksud (enter)

Perintah Mtext digunakan untuk membuat paragraf teks seperti pada *Word Processor* pada umumnya, dimana dapat dilakukan format teks, menentukan jenis huruf, copy, cut, dan paste. Pada gambar AutoCAD, Mtext ditampilkan dalam kotak persegi empat dimana kotak tersebut tidak akan tampil ketika dicetak/diplot.

### C.5.3 Menggambar Circle (Lingkaran)

Terdapat lima cara pembuatan lingkaran :

- center, radius
- center, diameter
- 3P (3 point)
- 2P (2 point, dimana kedua titik merupakan diameter lingkaran)
- TTR atau Tangent Tangent Radius, dimana Tangent adalah titik singgung command : CIRCLE (enter) 3p/2p/TTR/<Center point> : tentukan titik pusat lingkaran (klik) Diameter/<Radius> : tentukan jari-jari lingkaran (enter)



Gambar 4.5 Teknik menggambar lingkaran

Sumber: AutoCad 2006

### C.5.4 Menggambar Ellipse

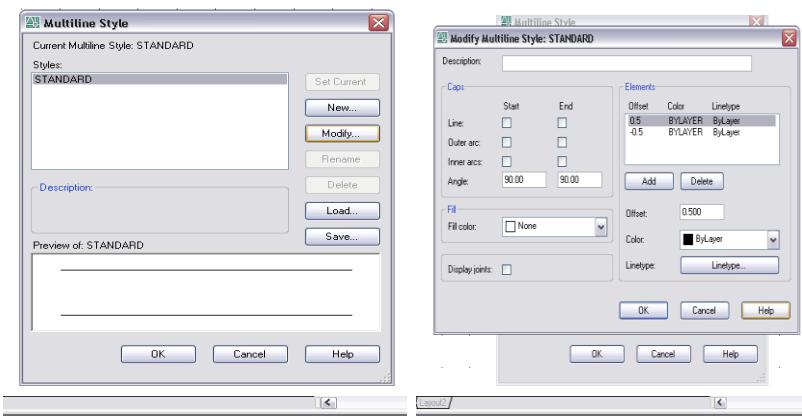
Elips yang kita buat dapat berbentuk utuh (*full ellipse*) dan busur elips. Elips terbuat dari tiga acuan, yaitu :

- *mid point of first axis* atau titik pusat elips
- *end point of first axis* atau jarak antara dua ujung sumbu elips pertama

- *distance* atau setengah jarak antara dua ujung sumbu elips kedua atau dengan :
- *major axis* atau sumbu utama elips
- *minor axis* atau sumbu kedua elips
- *distance* atau setengah jarak sumbu utama elips command : ELLIPSE (enter) <Axis and point 1>/Center : pilih C (enter) Center of ellipse : tentukan titik pusat elips (klik) Axis end point : tentukan panjang sumbu pertama (enter) <other axis distance>/Rotation : tentukan panjang  $\frac{1}{2}$  sumbu kedua (enter)

#### C.5.5 Menggambar Multiline

Multiple Line (Multiline) digunakan untuk membuat garis parallel dengan maksimal 16 garis sejajar. Jarak masing-masing garis dapat ditentukan. Masing-masing garis dapat mempunyai *properties* yang berlainan, misalnya : jenis garis, warna, dan sebagainya. Untuk menentukan sifat dan karakter garis tersebut dapat digunakan menu ‘Format-Multiline Style...’ seperti pada gambar 4.6.



Gambar 4.6 Kotak dialog menentukan jenis multiline, Sumber: AutoCad 2006  
command : MULTILINE (enter)  
Justification/Scale/Style/<from point> : tentukan titik awal garis (klik)  
To point : tentukan titik berikutnya (klik)  
Close/Undo/<to point> : tentukan titik berikutnya (klik), bila selesai, tekan enter

#### C.5.6 Menggambar Polyline

Sebuah polyline merupakan sebuah hubungan yang berurutan dari garis atau busur menjadi sebuah objek (*single object*). Prosedur dalam pembuatan polyline hampir sama dengan pembuatan line.

From point : tentukan titik awal (klik)

Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width/<Endpoint of line> : tentukan titik berikutnya (klik)

Arc/Close/Halfwidth/Length/Undo/Width/<Endpoint of line> : tentukan titik berikutnya (klik), bila selesai, tekan enter

Untuk mengubah polyline menjadi garis-garis tunggal atau *individual line*, kita dapat menggunakan perintah ‘Explode’.

#### C.5.7 Menggambar Polygon (Segi Banyak)

Polygon merupakan polyline tertutup, mempunyai sisi yang berjumlah antara 3 sampai 1024. Pilihan bentuk polygon adalah sebagai berikut :

- circumscribed : diameter lingkaran dalam
- inscribed : diameter lingkaran luar
- edge : panjang sisi segi banyak

command : POLYGON (enter)

Polygon number of sides <4> : tentukan jumlah sisi segi banyak (enter)

Edge/<Center of polygon> : tentukan titik pusat polygon (klik)

Inscribed in circle/Circumscribed about circle (I/C) < I > : tekan enter

Radius of circle : tentukan jari-jari (enter)

#### C.5.8 Menggambar Rectangle (segi empat)

Rectangle merupakan polyline tertutup yang berbentuk segiempat.

command : RECTANGLE (enter)

Specify first corner point : tentukan titik sudut diagonal awal (klik)

Specify other corner point : tentukan titik sudut diagonal berikutnya (klik)

#### C.5.9 Menggambar Busur (Arc)

Kita dapat membuat busur dalam beberapa cara. Metoda utama adalah dengan 3 titik, yaitu : starting point, second point, dan end point. Kita dapat juga

membuat spesifikasi dengan menggunakan sudut (*angle*), radius, arah (*direction*), dan *length of chord*.

command : ARC (enter)

Arc center/<Start point> : tentukan titik awal busur (klik)

Center/End/<Second point> : tentukan titik kedua (klik)

Endpoint : tentukan titik akhir busur (klik)

#### C.5.10 Membuat Titik (Point)

Dalam membuat titik, yang harus diperhatikan adalah menentukan jenis titik. Pemilihan jenis titik (*point style*) melalui option menu, display, kemudian pilih point style. Setelah menentukan jenis titik, kita tentukan besar dari tanda titik. Perintah ini terhadap pada menu ‘Format-Point Style’ .

Ada dua macam cara untuk menentukan besar dari tanda titik, yaitu :

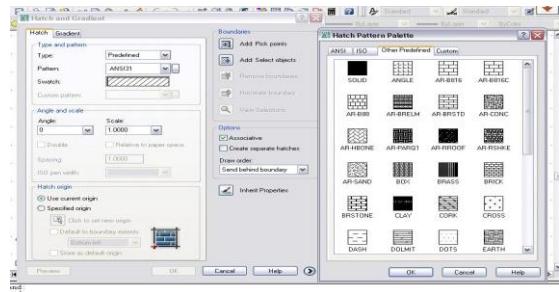
- persentase ukuran dibanding layar, dan
- persentase ukuran dibanding unit

#### C.6 Membuat Hatch (arsiran)

Perintah Hatch dapat ditampilkan dengan memilih ‘Hatch Tool’ pada menu Draw (Draw Toolbar). Untuk memilih pola arsiran, kita dapat menekan gambar pola yang terdapat pada hatch dialogue box (gambar 4.7) atau menekan ‘Pattern’ pada dialogue box tersebut, maka akan keluar tabel berisi beragam tampilan pola hatch.

Untuk meletakkan hatch pada gambar, terdapat beberapa cara :

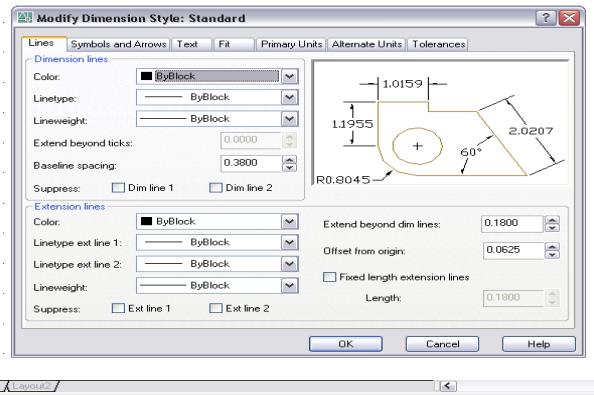
- *pick points*, batas hatch secara otomatis akan ditampilkan mengelilingi titik hatch yang kita maksud
- *select objects*, batas hatch kita tentukan sendiri dengan memilih batas secara tertutup atau langsung memilih objek tunggal dengan batas-batas yang jelas.



Gambar 4.7 Kotak dialog penentuan jenis arsiran, Sumber: AutoCad 2006

### C.7 Membuat Dimensi

Dimensi menunjukkan ukuran geometris dari objek, jarak atau sudut antara 2 objek atau koordinat X dan Y. AutoCAD mempunyai tiga dasar dimensi, yaitu linier, radial, dan angular. Dimensi linier meliputi : horizontal, vertical, aligned, rotated, ordinate, baseline, dan continue dimension.

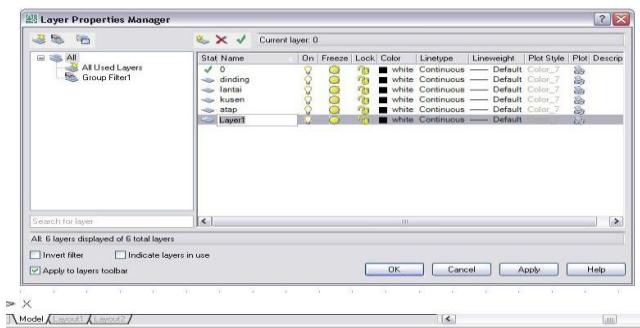


Gambar 4.8 Kotak dialog pemilihan jenis tampilan dimensi, Sumber: AutoCad 2006

### C.8 Mengatur Layer

Layer merupakan salah satu bentuk manajemen gambar yang sangat penting dan dapat dipergunakan pada semua tipe gambar. Pada keadaan standar (*default*), kita sudah memakai layer, yaitu layer 0 yang tidak dapat dihapus. Layer dapat didefinisikan sebagai tumpukan kertas transparan yang masing-masing lembarnya berisi informasi-informasi secara khusus. Untuk mengontrol keadaan layer dengan mempergunakan *Layer Control Dialogue Box* seperti pada gambar 4.9 atau dengan *Layer Drop Down Menu*.command : LAYER (enter) ?/ Make/Set/New/On/Off/Color/Ltype/Freeze/Thaw : tentukan perintah editing terhadap layer yang sudah ada dengan memilih M, S, N, On,

Off, L, F, atau T (enter) M untuk membuat layer baru sebagai current layer (layer yang aktif) S untuk menentukan atribut layer N untuk membuat layer baru On/Off untuk menghidupkan atau mematikan layer tertentu (bukan current layer). L untuk menentukan jenis tipe garis layer. F untuk non-aktifkan layer (selain current layer). T untuk mengaktifkan layer (selain current layer)



Gambar 4.9 Kotak dialog penentuan atribut objek dengan layer,

Sumber: AutoCad 2006

## C.9 Perintah editing (*modify*)

### C.9.1 Erase

Perintah untuk menghapus obyek:

command : ERASE (enter)

Select object : tentukan objek yang akan dihapus (klik)

Select object : tentukan objek lainnya (klik), bila tidak ada lagi, tekan enter.

Objek yang akan diedit dapat dipilih dengan beberapa macam cara :

- dipilih langsung dengan cara meng-klik objek yang dimaksud nda yang masuk maupun dilewati kotak cross akan terpilih
- window (w), hanya benda yang masuk kotak/window yang akan terpilih
- fence (f), benda yang dilewati garis fence akan terpilih

### C.9.2 Menggandakan Objek (Copy)

Dengan perintah ‘Copy’ dari menu ‘Modify’, kita dapat memindahkan objek, baik dengan jarak, maupun dengan bantuan objek snap.

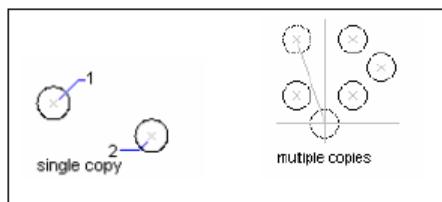
command : COPY (enter)

Select object : tentukan objek yang akan dihapus (klik)

Select object : tentukan objek lain yang akan dihapus (klik), bila tidak ada lagi, tekan enter

<Base point or displacement>/Multiple : tentukan titik acuan perpindahan – pada objek (klik)

Second point of displacement : tentukan titik tujuan perpindahan (klik)



Gambar 4.10.Teknik menggandakan objek, *Sumber: AutoCad 2006*

#### C.9.3 Memindah Objek (Move)

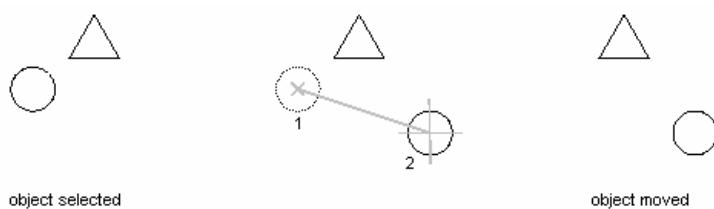
Dengan perintah ‘Move’ dari menu Modify, kita dapat memindahkan objek, baik dengan jarak, maupun dengan bantuan object snap.

command : MOVE (enter)

Select object : tentukan objek yang akan dipindah (klik)

Select object : tentukan objek yang lainnya (klik), bila tidak ada lagi, tekan enter. Base point or displacement : tentukan titik acuan perpindahan pada objek (klik)

Second point of displacement : tentukan titik tujuan perpindahan (klik)



Gambar 4.11 Teknik memindah objek, *Sumber: AutoCad 2006*

#### C.9.4 Menggandakan Objek secara Paralel (Offset)

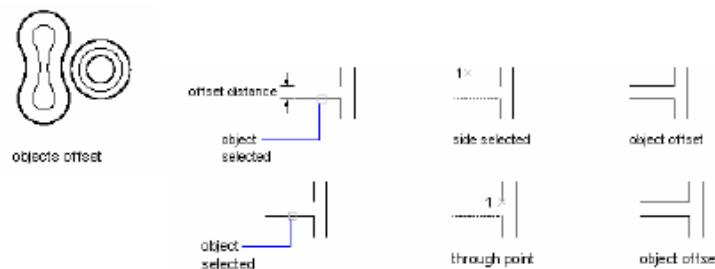
Perintah untuk menggandakan objek / garis dengan jarak tertentu secara parallel. Kita dapat menggandakan lines, arcs, circles, 2Dpolylines, ellipses, elliptical arcs, Xlines, Rays, dan planar splines.

command : OFFSET (enter)

Offset distance : (tentukan jarak antar objek) (enter)

Select object to offset : (pilih objek yang dimaksud) (enter)

Side to offset : (letakkan kursor untuk menentukan arah offset) (klik)



Gambar 4.12 Teknik menggandakan objek dengan offset, Sumber: AutoCad 2006

#### C.9.5 Menggunakan Array

Obyek dapat digandakan dengan mempergunakan Array. Perintah Array terdapat dalam menu Modify. Terdapat dua macam Array, yaitu Rectangular dan Polar seperti pada gambar 4.13

Select object : tentukan objek yang akan di-array (klik)

Select object : tentukan objek lainnya (klik), bila tidak ada lagi, tekan enter. Rectangular/Polar array (R/P) : pilih R untuk array menurut sumbu x dan y, atau P untuk array menurut titik pusat sebuah lingkaran (enter)

Bila Rectangular yang dipilih : Enter number of raws (--)<1> : tentukan jumlah perbanyak dalam sumbu y (enter) Enter number of columns (III)<1> : tentukan jumlah perbanyak dalam sumbu x (enter) Unit cell or distance between raws : tentukan jarak antar objek dalam sumbu y (enter). Distance between columns : tentukan jarak antar objek dalam sumbu x (enter). Bila Polar yang dipilih :

Select object : tentukan objek yang akan di-array (klik)

Select object : tentukan objek lain (klik), bila tidak ada lagi, tekan enter

Specify center point of array : tentukan titik pusat lingkaran imajiner sebagai acuan perbanyak (klik)

Enter the number of items in the array : tentukan jumlah perbanyak (enter)

Specify the angle to fill (+=ccw, -=cw)<360> : tentukan sudut perputaran array (enter)

Rotate arrayed objects ? [Yes/No] <Y> : apakah semua objek yang di-array diputar juga menurut pusat array-nya ?



Gambar 4.13. Teknik melakukan perintah array, Sumber: AutoCad 2006

#### C.9.6 Mencerminkan Objek (Mirror)

Perintah untuk mencerminkan objek terhadap garis tertentu sebagai cerminnya. Dalam mengoperasikan mirror, kita membutuhkan *mirror line* yang terdiri dari dua buah titik. Dengan mirror kita dapat menghapus objek asli. Untuk Tekst, mirror mempunyai variabel untuk mengatur jenis pencerminan. Variabel tersebut adalah *Mirrtext*, dimana nilai 0 menghasilkan teks yang tidak terbalik (tidak tercermin) dan nilai 1 menghasilkan teks yang terbalik.

command : MIRROR (enter)

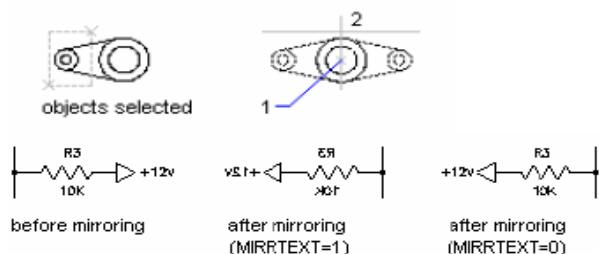
Select object : (pilih objek yang akan di-mirror) (klik)

Select object : pilih objek lain, bila tida ada lagi, tekan enter

First point of mirror line : (tentukan titik pertama cermin) (klik)

Second point : (tentukan titik kedua cermin) (klik)

Delete old object ? (apakah objek lama dihapus atau tidak ?) (enter)



Gambar 4.14 Teknik mencerminkan objek dengan mirror, Sumber: AutoCad 2006

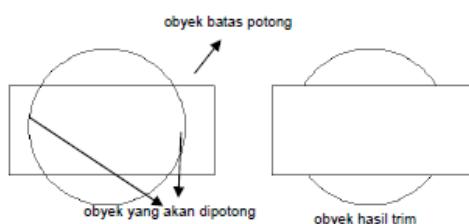
#### C.9.7 Memotong garis dengan garis pemotong (Trim)

Dengan perintah ‘Trim’ dari menu Modify, kita dapat memotong objek dengan bantuan satu atau lebih objek pemotong. Objek pemotong dapat berupa : lines, arcs, circles, polylines, ellipses, splines, xlines, rays, dan viewports pada paperspace.

command : TRIM (enter)

Select cutting edges : (Projmode = UCS, Edgemode = No extend) : tentukan objek atau garis yang menjadi pemotong (klik)

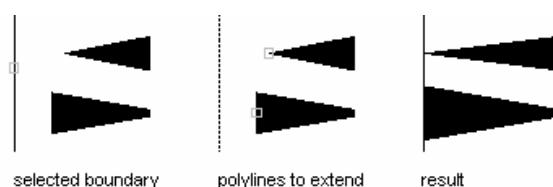
Select objects : tentukan objek lain yang menjadi pemotong, bila tidak ada lagi, tekan enter. <Select object to trim>/Project/Edge/Undo : tentukan garis/objek/ atau bagian objek yang hendak dipotong



Gambar 4.15 Teknik memotong objek dengan trim, Sumber: AutoCad 2006

#### C.9.8 Memperpanjang objek menuju objek lain (Extend)

Dengan perintah ‘extend’ yang terdapat dalam menu Modify, kita dapat memperpanjang sebuah objek menuju objek lain. Prosedur perintah Extend hampir sama dengan perintah Trim



Gambar 4.16 Teknik memperpanjang objek dengan extend, Sumber: AutoCad 2006

#### C.9.9 Mempertemukan dua garis (Fillet)

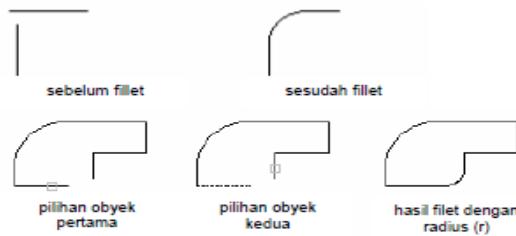
Perintah untuk mempertemukan dua garis tidak sejajar yang tidak bertemu atau yang saling melebihi titik potongnya

command : FILLET (enter)

Select object : (pilih objek pertama) (klik)

Select object : (pilih objek kedua) (klik)

Pertemuan kedua obyek garis merupakan obyek lengkung (arc) dengan radius sebesar nilai yang diisikan untuk r.. Jika nilai r = 0, maka pertemuan obyek akan merupakan sebuah sebuah titik pertemuan atau tanpa ada obyek baru.



Gambar 4.17 Teknik mempertemukan garis dengan fillet, *Sumber: AutoCad 2006*

#### C.9.10 Memotong garis dengan Break

Perintah untuk menghilangkan sebagian garis dengan jarak pemotongan yang diinginkan

command : BREAK (enter)

Select object : (pilih objek yang akan dipenggal) (klik)

Enter second point (or F for first point) : pilih F

Enter first point : (tentukan titik pemotongan pertama) (klik)

Enter second point : (tentukan titik pemotongan kedua) (klik)

#### C.9.11 Memutar objek (*Rotate*)

Perintah untuk memutar objek dengan sudut tertentu dan menggunakan reference atau acuan jika kita tidak mengetahui besar sudutnya.

command : ROTATE (enter)

Select object : (tentukan objek yang akan diputar) (klik)

Select object : tentukan objek lain, bila tidak ada lagi tekan enter

Base point : (tentukan titik perputarannya / poros) (klik)

<Rotation angle>/Reference : (tentukan sudut perputarannya) (enter)

#### C.9.12 Chamfer

Seperti pada Fillet, dimana kita dapat membuat perpanjangan dua objek dengan atau tanpa radius. Kita dapat pula membuat perpotongan dua objek dengan atau tanpa jarak. Chamfer ditemukan pada Feature Flyout dalam Modify Toolbar. Jarak pertama yang kita masukkan akan merupakan nilai dari edge pertama yang kita pilih. Prosedur pemakaian perintah Chamfer mirip dengan perintah Fillet.

command : CHAMFER (enter)

Select first line : (tentukan garis pertama) (klik)

Select second line : (tentukan garis kedua) (klik)



Gambar 4.18 Teknik mempertemukan garis dengan chamfer, Sumber: AutoCad 2006

### C.9.13 Menggunakan Stretch

Perintah untuk merubah besaran/ukuran suatu objek dengan memindahkan satu koordinat ke koordinat lain. Stretch terdapat dalam Resize Flyout dalam Modify Toolbar. Dalam melakukan perintah. Stretch, pemilihan objek harus menggunakan Cross atau Cross Polygon, dimana semua titik ujung yang akan kita Stretch harus masuk ke dalamnya.

command : STRETCH

Select object : (tentukan objek yang dimaksud) (klik)

Base point : (tentukan titik basis perubahannya) (klik)

Second point of displacement : (tentukan titik/arah perubahannya) (klik)



Gambar 4.19 Teknik memperpanjang objek dengan stretch, *Sumber: AutoCad 2006*

#### C.9.14 Merubah skala objek (Scale)

Dengan Scale kita dapat mengubah besaran objek (skala) secara proporsional menurut arah X dan Y.

command : SCALE (enter)

Select object : (tentukan objek yang dimaksud) (klik)

Base point : (tentukan titik basis / pusat pembesaran atau perkecilannya) (klik) <Scale factor>/Reference : (tentukan skala perubahannya) (enter)

#### C.9.15 Zoom

Zoom digunakan untuk memperbesar atau memperkecil tampilan tanpa merubah skala benda.

- command : ZOOM (enter)  
All/Center/Dynamic/Extents/Left/Previous/Window/<Scale(x)> : tentukan sifat pembesaran dengan memilih A, C, D, E, L, P, W, atau S (enter)
- zoom all, untuk melihat seluruh objek beserta limits yang telah dibuat
- zoom center, untuk membuat display baru dengan meletakkan center point sebagai titik acuan
- zoom extents, untuk melihat seluruh objek tanpa limits
- zoom previous, kembali pada tampilan zoom sebelumnya
- zoom windows, untuk memperbesar tampilan objek dengan window yang akan menjadi tampilan penuh

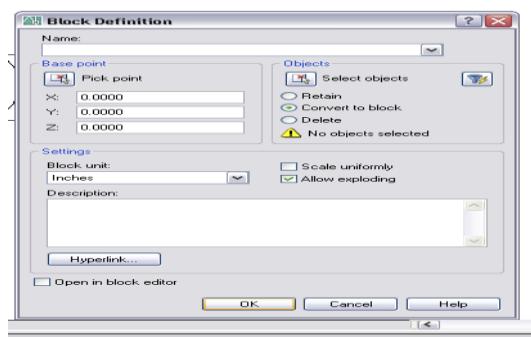
#### C.9.16 Menggunakan Block dan WBlock

Block dapat mempercepat proses menggambar. Sebagai aplikasi, kita dapat menggunakan Block untuk :

- membuat standar library dari simbol-simbol yang sering dipakai
- revisi gambar yang efisien dengan memasukkan, meletakkan, dan menggandakan Block sebagai komponen lebih dari sekadar objek yang berdiri sendiri

- menghemat ruang harddisk dengan menyimpan semua bentuk Block yang sama sebagai sebuah Block di dalam manajemen gambar.

Ketika kita measukkan Block ke dalam gambar, kita dapat menentukan skala X, Y, dan Z dari Block. Nama layer, warna, dan tipe garis dari Block akan terselip secara otomatis ke dalam gambar. Jika kita membuat Block, sebaiknya kita bekerja dalam layer 0 karena semua informasi warna dan tipe garis akan sesuai dengan layernya jika dipanggil (*Insert*)



Gambar 4.20 Kotak dialog menentukan objek sebagai block, *Sumber: AutoCad 2006*

Terdapat dua cara dalam membuat Block, yaitu :

- **BLOCK**, jika objek hanya dipergunakan dalam gambar yang sedang aktif
- **WBLOCK**, jika objek dipergunakan untuk file gambar lain  
command : BLOCK (enter)  
Block name (or?) : ketikkan nama block yang diinginkan (enter)  
Insertion base point : tentukan titik acuan block pada objek bila nanti hendak dipanggil (di-insert) (klik)  
Select object : tentukan objek yang hendak di-block (klik)  
Select object : tentukan objek lainnya (klik), bila tidak ada, tekan enter  
Objek akan hilang dan tersimpan sebagai block dengan nama yang diketikkan tadi. Bila hendak menampilkan kembali objek masukkan perintah : Oops

#### C.9.17 Memasukkan Block (Insert)

command : INSERT (enter)

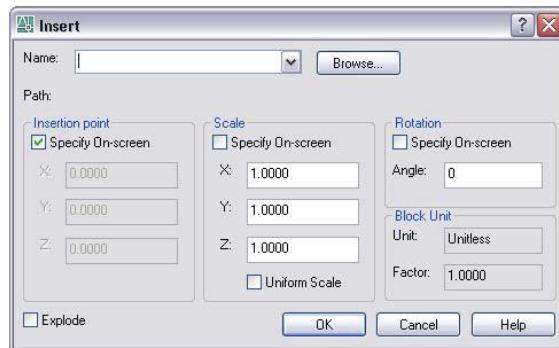
Block name (or ?) : masukkan nama block yang hendak ditampilkan(enter)

Insertion point : tentukan titik tujuan (sesuaikan dengan titik acuan objeknya) (klik)

X scale factor <1>/Corner/XYZ : enter

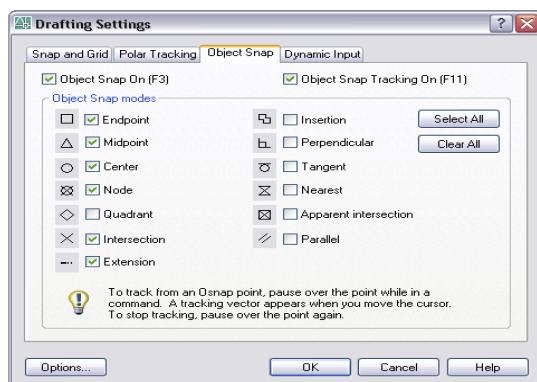
Y scale factor (default = x) : enter

Rotation angle <0> : tentukan sudut perputarannya, atau langsung enter



Gambar 4.21 Kotak dialog memanggil (insert) block yang telah tersimpan

Sumber: AutoCad 2006



Gambar 4.22 Kotak dialog dan toolbar penentuan objek snap, Sumber: AutoCad 2006

Object snaps digunakan pada saat AutoCAD membuat atau mendefinisikan sebuah titik. Object snaps dapat ditampilkan melalui tombol shift + tombol kanan mouse atau memilih dari object snaps toolbar (gambar 4.22 ), atau memakai AutoSnap, atau memakai perintah 'DDOsnap'. Object snap meliputi:

*endpoint, midpoint, center, node, quadrant, intersection, extension, insertion, perpendicular, tangent, nearest, apparent intersection, dan parallel.*

#### C.9.18 Menentukan jarak dan luasan

Panjang dan sudut dari satu titik ke titik lain dapat ditentukan dengan menggunakan perintah ‘Dist’ atau memilih ‘Distance’ pada Object Properties Toolbar. Luas suatu area dapat dihitung minimal dari tiga titik dengan menggunakan perintah ‘Area’, atau memilih ‘Area’ dari Object Properties Toolbar.

### C.10 Ketentuan ketentuan penggambaran

Menggambar merupakan salah satu cara komunikasi antara seseorang dengan yang lainnya, sehingga dengan melihat suatu gambar maka seseorang akan dapat mengerti arti gambar itu. Karena gambar teknis merupakan suatu alat komunikasi, maka gambar teknis tidak boleh menimbulkan tafsiran yang berbeda bagi orang yang melihatnya. Oleh karena itu perlu ada tanda-tanda atau patokan tertentu atau standar sebagai suatu perjanjian bersama.

Dengan demikian, gambar teknis harus:

- 1) Memakai tanda-tanda gambar standar dan seragam
- 2) Selengkap mungkin agar dapat memberikan pengertian yang lengkap
- 3) Mudah dimengerti oleh orang lain.

Gambar teknis bisa digambarkan dalam bentuk:

- 1) Gambar proyeksi ortogonal atau gambar dua dimensi
- 2) Gambar perspektif atau gambar tiga dimensi
- 3) Gambar proyeksi dua dimensi atau disebut juga gambar proyeksi tegak lurus inilah yang dipakai untuk gambar teknis, terutama gambar-gambar detail.

#### C.10.1 Ukuran kertas

Untuk membuat gambar yang membutuhkan beberapa kertas sekaligus, dianjurkan memakai kertas dengan ukuran yang sama. Untuk menentukan

ukuran-ukuran kertas tersebut dipakai patokan atau ukuran standar yaitu: A0, A1,A2, A3 atau A4.

Tabel 4.1.Ukuran Kertas gambar

Kertas	Lebar	Panjang
A0	841	1189
A1	594	840
A2	420	594
A3	297	420
A4	210	297

Catatan : A0 dan A1, Garis tepi = 20 mm  
A2,A3 dan A4 Garis tepi = 10 mm

#### C.10.2 Jenis garis dan tebal garis

Macam-macam garis yang biasa dipakai dalam gambar teknis adalah sebagai berikut:

- 1) Garis kontinu: untuk melukiskan bagian-bagian benda yang terlihat, dan untuk tepi garis kertas.
- 2) Garis strip-strip: untuk melukiskan bagian-bagian yang tidak terlihat/ dibelakang irisan
- 3) Garis strip titik: untuk garis-garis sumbu, dan tempat irisan
- 4) Garis-titik-titik: menyatakan bangunan yang akan dibongkar

Tabel 4.2 Gambar jenis garis dan tebal garis

Garis Kontinu	
Garis Strip-Strip	
Garis Strip Titik	
Garis Tipis	
Garis Titik-Titik	

#### C.10.3 Cara menggambar

Dalam menggambar konstruksi baja perlu mendapatkan perhatian tentang garis sistem yaitu:

- 1 Garis sistem profil yang mempunyai bentuk profil yang simetris dipakai garis beratnya
- 2 Garis sistem untuk profil yang tidak simetris, ada 2 cara yaitu apabila baut dan paku keling yang dipakai
- 3 Garis sistemnya dibuat pada garis berat profil
- 4 Garis sistemnya dibuat tepat pada garis berat paku keling/baut

Pada gambar konstruksi baja bentuk-bentuk penguatnya digambarkan dengan simbol-simbol sesuai dengan diameter penguat yang dipakai. Apabila penguatnya dari las biasanya dengan kode arsiran dan diberi keterangan las

#### C.10.4 Skala gambar

Pakailah skala dengan angka-angka yang bulat dan mudah yaitu sebagai berikut:

- Gambar situasi skala 1:5.000 sampai 1:10.000
- Gambar potongan dan denah skala 1:50 sampai 1:100
- Gambar detail skala 1:1 sampai 1:10

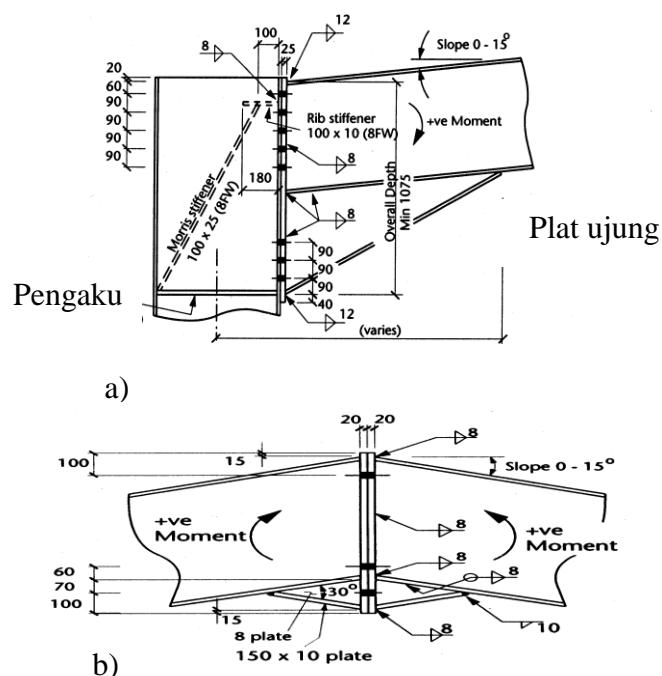
#### C.11 Lembar Kerja

Gambar shop drawing adalah sebagian dokumen gambar yang sangat penting dalam pelaksanaan pembangunan sebuah proyek. Tata cara penggambaran untuk gambar rencana,gambar kerja, gambar lapangan, dan gambar pelaksanaan. Gambar-gambar harus dipersiapkan sesuai dengan standar-standar mengenai tata cara pembuatan gambar teknik yang diakui. Demikian juga penggunaan simbol-simbol untuk pengelasan harus mengikuti pedoman dan standar-standar yang diakui.

#### C.12 Informasi yang harus ditunjukan pada gambar

Gambar-gambar harus memberikan informasi mengenai dimensi, bentuk penampang, dan posisi relatif setiap komponen struktur. Gambar-gambar

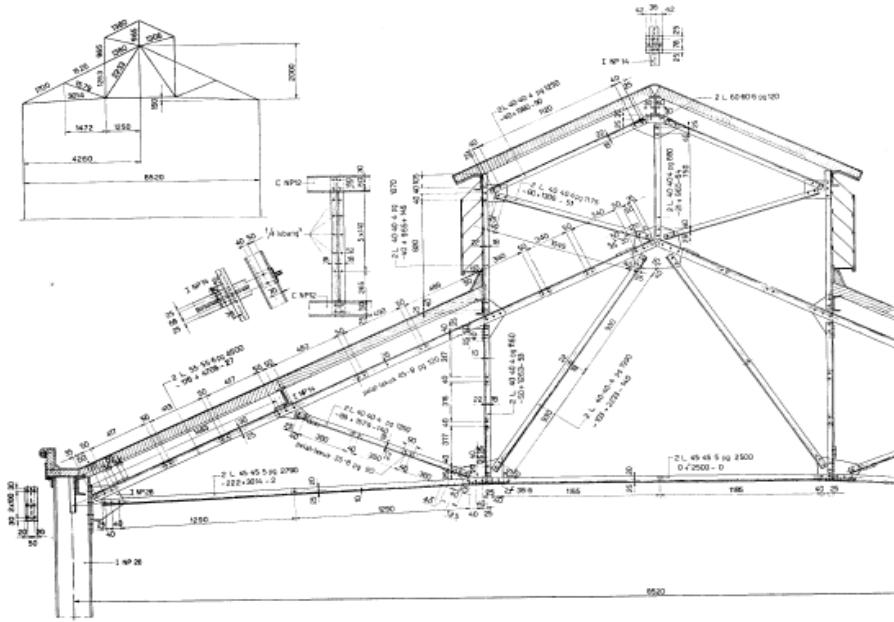
tersebut juga harus menunjukkan dimensi, ketinggian lantai, sumbu-sumbu kolom, dan titik-titik kumpul serta sambungan-sambungan dari setiap komponen struktur. Gambar-gambar harus disiapkan dengan skala yang cukup sehingga dapat menyampaikan informasi dengan jelas. Bila diperlukan, gambar-gambar harus menunjukkan mutu material baja yang harus digunakan. Bila digunakan baut atau baut mutu tinggi, mutu baut harus diperlihatkan secara jelas pada gambar. Lawan lendut struktur rangka batang dan balok-balok harus diperlihatkan pada gambar. Pada bagian-bagian yang di rencanakan untuk kontak logam dengan logam seperti pada pelat landas kolom, sambungan lapis kolom atau pada tumpuan pengaku pada sayap balok, besarnya pemesinan atau pembubutan yang diperlukan pada ujung-ujung bagian tersebut harus diperlihatkan secukupnya, Lihat Gambar 4.23 a) dan b)



Gambar 4.23 Detal Balok portal gable

### C.13 Contoh penggambaran yang menjadi shop drawing

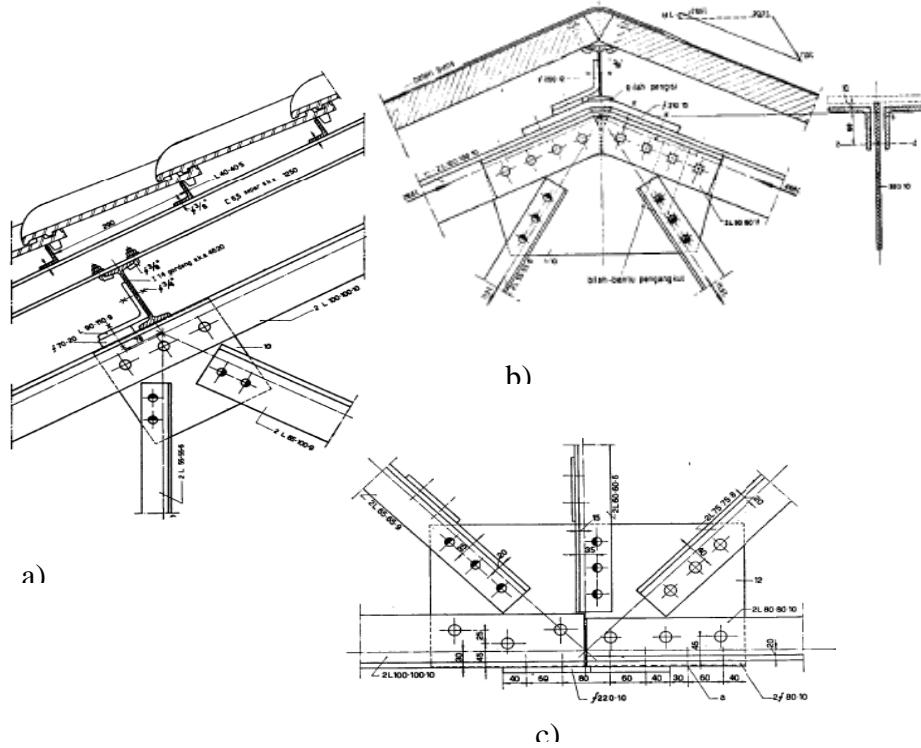
Sebuah konstruksi rangka untuk atap gudang Lihat Gambar 4.24 Yang menunjukkan potongan rangka bangunan sebagai dasar untuk



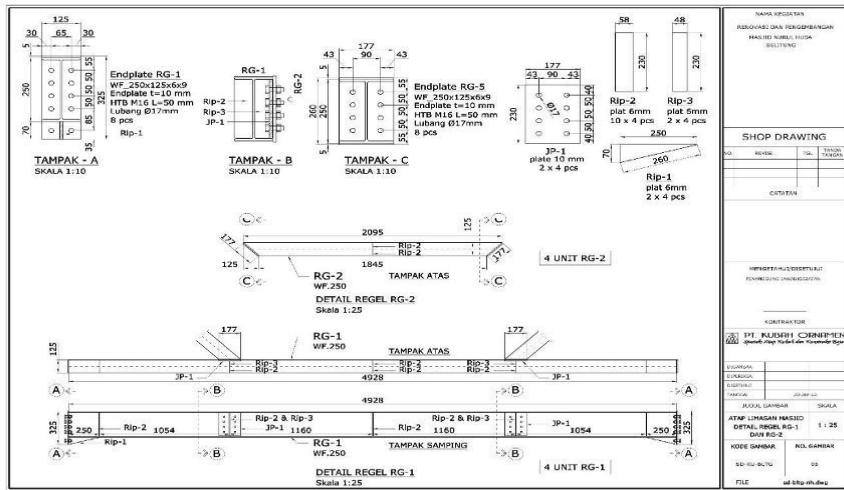
Gambar 4.24 Potongan melintang rangka baja atap gudang (sumber Konstruksi baja Ir A P Potma dan Ir J E De Vries)

menggambarkan detail sambungan sambungan dan atap.

Lihat Gambar 4.25.a). b). c). Gambar 4.25a) dapat menjadi dasar pelaksanaan gording dan atap, Gambar 4.25.b) untuk bubungan dan Gambar 4.25c) untuk buhul buhul yang lainnya.



Gambar 4.25. Detail aordinia, bubungan dan buhul c)



Gambar 4.26 Gelagar utama dengan pengaku badan  
( sumber,Konstruksi baja )

## D Aktivitas Pembelajaran

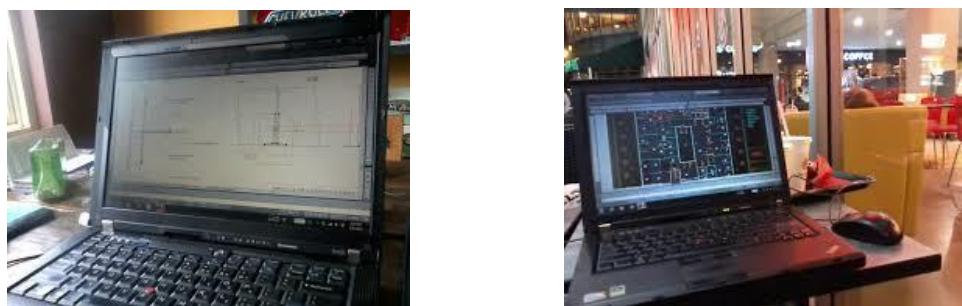
### Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok)

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

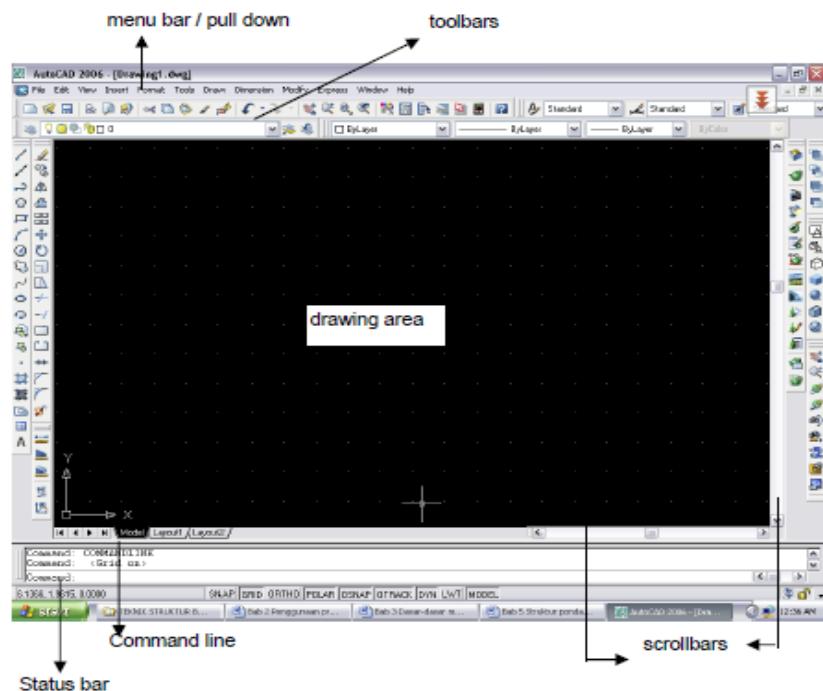
1. Apa saja hal yang harus saudara persiapkan sebelum mempelajari materi Merencanakan Gambar Kerja (*Shop Drawing*) Konstruksi baja Dengan Menggunakan Perangkat Lunak (*Software*) ? Sebutkan !
2. Bagaimana cara Saudara untuk mempelajari materi penggambaran ini ? Jelaskan !
3. Berapa perintah utama perangkat lunak pada bahan bacaan yang ada dalam materi pembelajaran ini ? Sebutkan !
4. Apa topik yang saudara pelajari dalam materi pembelajaran ini ? Sebutkan !
5. Kompetensi apa yang harus saudara capai sebagai guru kejuruan dalam mempelajarai materi pembelajaran ini ? Jelaskan

6. Apa bukti yang harus diunjuk kerjakan oleh saudara sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan ? Jelaskan !

Jawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan LK-40. Jika saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka saudara bisa melanjutkan pembelajaran dengan mengamati gambar berikut ini.



Gambar. Perangkat computer LAPTOP



Gambar. Tampilan layar MS AutoCAD

Aktivitas 1. Mengenal perangkat lunak AutoCAD dan menghidupkan program pada Komputer.

**MS AutoCAD** merupakan perangkat lunak komputer yang memberikan kemudahan dalam proses penggambaran melalui otomatisasi yang dimilikinya., Selanjutnya selesaikan LK-41 dengan mengikuti panduan pertanyaan berikut.

1. Berapa Versi Perangkat lunak AutoCAD yang Anda ketahui ?
2. Bagaimana cara menginstall MS AutoCAD pada computer Anda ?
3. Bagaimana membuka dan menghidupkan Komputer Anda untuk penggunaan perangkat lunak program AutoCAD.?

Jawaban Anda dapat dituliskan pada kertas polio dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan. Anda dapat membaca bahan bacaan uraian materi diatas sebagai referensi.

#### Aktivitas 2. Menggambar dengan Program MS AutoCAD

Menggambar dengan MS AutoCAD harus mengetahui dan melatih penggunaan perintah perintah yang ada pada materi pembelajaran sebelumnya dan Selanjutnya selesaikan LK-42 dengan mengikuti panduan pertanyaan berikut.

1. Sebutkan berapa macam perintah utama penggambaran yang ada pada pembelajaran AutoCAD ini ? Tuliskan !
2. Tuliskan beberapa perintah yang menghasilkan gambar ? Tuliskan !
3. Tuliskan cara menyimpan gambar setelah berhenti menggambar ? Tulis!
4. Tuliskan cara membuka kembali file gambar yang akan dilanjutkan kembali? Tuliskan !

*Hasil diskusi* saudara dapat dituliskan pada kertas polio dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan. Anda dapat membaca bahan bacaan uraian materi diatas.

### Aktivitas 3. Menggambar Shop drawing konstruksi Baja.

Menggambar merupakan salah satu cara komunikasi antara seseorang dengan yang lainnya, sehingga dengan melihat suatu gambar maka seseorang akan dapat mengerti arti gambar itu. Selanjutnya selesaikan LK-43 dengan mengikuti panduan pertanyaan berikut.

1. Sebutkan beberapa hal yang paling penting pada saat memulai penggambaran ? Tuliskan !
2. Tuliskan beberapa skala yang lazim digunakan untuk gambar ? Tuliskan !
3. Tuliskan ukuran kertas sebagai standard yang umum digunakan ? Tulis!
4. Tuliskan Informasi apa saja yang perlu jelas tercantum pada gambar? Tuliskan !

Hasil diskusi saudara dapat dituliskan pada kertas polio dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan. Anda dapat membaca bahan bacaan uraian materi diatas.

### E Latihan/Kasus/Tugas

Lakukan pembacaan langkah-langkah pembelajaran sebagaimana dijelaskan di atas. Diskusikanlah secara berkelompok topik-topik yang berkaitan dengan mempraktekkan langsung pada perangkat lunak AutoCAD di workshop sekolah. Kemudian presentasi kan di depan workshop, sehingga ditanggapi oleh teman-teman Anda (buat kelompok dalam anggota terbatas). Lakukan latihan langsung pada komputer anda untuk setiap perintah yang ada pada materi pembelajaran diatas. Kasus, Gambarlah beberapa penampang profil baja pada konstruksi rangka atap.

#### Tes Formatif

1. Gambarlah garis panjang 250 dengan sudut 30 derajat
2. Gambarlah Lingkaran diameter 100
3. Gambarkanlah kotak 400x400
4. Potonglah satu garis yang berpotongan dengan garis lain.
5. Pindahkan dan duplikat sebuah gambar sejauh 125.

Soal kasus :

- 1 Latihan menggambar minimum 3 macam penampang profil baja
- 2 Latihan menggambar minimum 2 macam sambungan baja
- 3 Latihan menggambar minimum 1 macam gambar kerja konstruksi baja  
*(shop drawing)*

## F Rangkuman

- 1) Pembelajaran ini mengandung dasar dasar pengoperasian software AutocaD, salah satu perangkat yang lazim digunakan untuk menggambar teknis perencanaan bangunan, langkah langkah dan pengenalan perintah perintah pengoperasian secara mendasar.
- 2) Pembelajaran ini memuat cara cara melangkah dalam penggambaran konstruksi baja. Misalnya pada rangka batang semua titik berat profil harus bertemu pada satu titik dalam titik buhul (sambungan). Setiap penggambaran memiliki skala, jenis garis, dan tebal garis tergantung pada kegunaan garis tersebut.
- 3) Penggambaran untuk induk, potongan dilakukan dengan skala 1:100 yang mana hal hal yang belum jelas pada induk akan ditunjukkan dalam gambar detail dengan skala yang lebih kecil antara 1:1 s/d 1:10
- 4) Gambar detail dapat menunjukkan sejelas jelasnya tentang spesifikasi teknis baik jenis bahan, ukuran ukuran lengkap, mutu bahan dan lain lain yang dianggap perlu.
- 5) Gambar shop drawing atau gambar yang digunakan sebagai acuan pelaksanaan pekerjaan. Shop drawing mengandung gambar induk bagian yang akan dilaksanakan bersama dengan detail detailnya.

## G Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah Anda selesai mempelajari modul ini, saudara membentuk kelompok-kelompok kecil dalam kelas, lalu diskusikan berbagai hal yang ada dalam materinya. Setelah itu setiap juru bicara kelompok menyajikan hasil diskusi kelompoknya untuk diberikan tanggapan balik oleh anggota kelompok lainnya.

Anda secara individu atau kelompok harus menulis resume pembelajaran ini dan hasil latihan langsung dengan autocad yang diserahkan pada waktu penutupan diklat ini.

### LEMBAR KERJA KP- 4

#### LK-40

1. Apa saja hal yang harus Anda persiapkan sebelum mempelajari materi Merencanakan Gambar Kerja (*Shop Drawing*) Konstruksi baja Dengan Menggunakan Perangkat Lunak (*Software*) ? Sebutkan !

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

2. Bagaimana cara Anda untuk mempelajari materi penggambaran ini ? Jelaskan !

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

3. Berapa perintah utama perangkat lunak pada bahan bacaan yang ada dalam materi pembelajaran ini ? Sebutkan !

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

4. Apa topik yang Anda pelajari dalam materi pembelajaran ini ? Sebutkan!

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

5. Kompetensi apa yang harus Anda capai sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini ? Jelaskan

.....

.....

.....

6. Apa bukti yang harus diunjuk kerjakan oleh Anda sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan ?Jelaskan!

.....

.....

.....

#### **LK-41**

1. Berapa Versi Perangkat lunak AutoCAD yang Anda ketahui ?

.....

.....

.....

2. Bagaimana cara menginstall MS AutoCAD pada computer Anda ?

.....

.....

.....

3. Bagaimana membuka dan menghidupkan Komputer Anda untuk penggunaan perangkat lunak program AutoCAD.?

.....

.....

.....

#### **LK-42**

1. Sebutkan berapa macam perintah utama penggambaran yang ada pada pembelajaran AutoCAD ini ? Tuliskan !

.....

.....

2. Tuliskan beberapa perintah yang menghasilkan gambar ? Tuliskan !

.....

.....

.....

3. Tuliskan cara menyimpan gambar setelah berhenti menggambar ? Tulis!

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

4. Tuliskan cara membuka kembali file gambar yang akan dilanjutkan kembali? Tuliskan !

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

**LK-43**

1. Sebutkan beberapa hal yang paling penting pada saat memulai penggambaran ? Tuliskan !

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

2. Tuliskan beberapa skala yang lazim digunakan untk gambar ?Tuliskan !

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

3. Tuliskan ukuran kertas sebagai standard yang umum digunakan ? Tulis!

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

4. Tuliskan Informasi apa saja yang perlu jelas tercantum pada gambar? Tuliskan !

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

## **KEGIATAN PEMBELAJARAN. 5**

### **Menganalisis Harga Satuan Pada Pekerjaan Konstruksi baja**

#### **A Tujuan**

Dengan mempelajari modul ini secara teori dan praktek, peserta diklat diharapkan mampu dan mengerjakan rencana anggaran biaya yang dibutuhkan pada struktur konstruksi baja. Dalam modul ini peserta diklat dilatih mempergunakan software Excel untuk menghitung biaya pemasangan komponen konstruksi baja, yang terdiri dari tiga kegiatan pembelajaran sebagai berikut :

1. Menjelaskan langkah langkah yang harus ditempuh untuk mendapatkan harga bahan dan upah pekerjaan bangunan konstruksi baja.
2. Menjelaskan langkah langkah yang harus ditempuh untuk mendapatkan volume pekerjaan dalam hal ini jumlah berat pekerjaan baja yang akan dianggarkan.
3. Menjelaskan cara cara membuat perhitungan harga satuan pekerjaan dengan menggunakan harga upah dan bahan, kemudian menghitung harga total pekerjaan dengan memakai harga satuan pekerjaan dan volume pekerjaan.

#### **B Indikator Pencapaian Kompetensi**

1. Dapat menjelaskan langkah langkah yang harus ditempuh untuk mendapatkan harga bahan dan upah pekerjaan bangunan konstruksi baja.
2. Dapat menjelaskan langkah langkah yang harus ditempuh untuk mendapatkan volume pekerjaan dalam hal ini jumlah berat pekerjaan baja yang akan dianggarkan.
3. Dapat menjelaskan cara cara membuat perhitungan harga satuan pekerjaan dengan menggunakan harga upah dan bahan, kemudian menghitung harga total pekerjaan dengan memakai harga satuan pekerjaan dan volume pekerjaan.

Untuk ketiga hal diatas peserta diklat harus telah menguasai yaitu :

- Penjelasan kerangka manajemen proyek
- Penjelasan tentang isi dokumen proyek
- Penjelasan tentang isi gambar rencana

## C Uraian Materi

### C.1 Pendahuluan

Estimasi biaya awal digunakan untuk studi kelayakan, alternatif desain yang mungkin, dan pemilihan desain yang optimal untuk sebuah proyek. Hal yang penting dalam pemilihan metode estimasi biaya awal haruslah akurat, mudah, dan tidak mahal dalam penggunaannya. Jumlah dan luas lantai memperlihatkan karakteristik dan ukuran fisik dari suatu proyek pembangunan gedung yang dalam kepraktisannya informasi ini bisa tersedia dengan mudah pada tahap desain pembangunan gedung. Estimasi biaya konstruksi merupakan hal penting dalam dunia industri konstruksi. ketidak akuratan estimasi dapat memberikan efek negatif pada seluruh proses konstruksi dan semua pihak yang terlibat. Estimasi biaya berdasarkan spesifikasi dan gambar kerja yang disiapkan *owner* harus menjamin bahwa pekerjaan akan terlaksana dengan tepat dan kontraktor dapat menerima keuntungan yang layak

Estimasi biaya konstruksi dikerjakan sebelum pelaksanaan fisik dilakukan dan memerlukan analisis detail dan kompilasi dokumen penawaran dan lainnya. Estimasi biaya mempunyai dampak pada kesuksesan proyek dan perusahaan pada umumnya. Keakuratan dalam estimasi biaya tergantung pada keahlian dan ketelitian estimator dalam mengikuti seluruh proses pekerjaan dan sesuai dengan informasi terbaru. Proses analisis biaya konstruksi adalah suatu proses untuk mengestimasi biaya langsung yang secara umum digunakan sebagai dasar penawaran. Salah satu metode yang digunakan untuk melakukan estimasi biaya konstruksi adalah menghitung secara detail harga satuan pekerjaan berdasarkan nilai indeks atau koefisien untuk analisis biaya bahan dan upah kerja. Hal lain yang perlu dipelajari pula dalam kegiatan ini adalah pengaruh produktivitas kerja dari para tukang yang melakukan pekerjaan sama yang berulang. Hal ini sangat penting dan tentu saja dapat mempengaruhi jumlah biaya konstruksi yang diperlukan apabila tingkat ketrampilan tukang dan kebiasaan tukang berbeda. Seiring perkembangan ilmu pengetahuan dan

teknologi pada saat ini berdampak pada kemajuan di berbagai bidang, termasuk teknik sipil. Dengan memperhitungkan efisiensi kerja dan waktu dewasa ini elemen struktur tidak hanya diproses di lapangan. Hanya dengan mengirimkan gambar dan denah strukturnya saja, kontraktor dapat memesan kebutuhan baja dan ketika tiba di lapangan hanya tinggal dirakit saja. Dalam setiap proyek konstruksi, selalu terdapat tiga *constraint* yaitu waktu, kualitas pekerjaan, dan biaya. Masalah yang sering terjadi adalah bagaimana mencapai kualitas pekerjaan yang baik dengan biaya seminimal mungkin. Untuk mencapai tujuan ini, seorang kontraktor pelaksana harus dapat memilih sebuah alternatif pelaksanaan konstruksi yang optimal.

### C.2 Khusus pekerjaan konstruksi baja

Dalam optimasi biaya proyek konstruksi baja, ada beberapa alternatif yang dapat diperhitungkan. Pada Modul ini dibandingkan alternatif pekerjaan fabrikasi, yaitu alternatif pertama pekerjaan fabrikasi dan *erection* dilakukan oleh pihak pabrik, alternatif kedua pekerjaan fabrikasi sampai dengan *cutting list* dilakukan di pabrik, *erection* dilakukan oleh sendiri (kontraktor), dan alternatif ketiga memesan bahan mentah dari pabrik, pekerjaan fabrikasi dan *erection* dilakukan oleh sendiri (kontraktor). Analisis biaya struktur baja yang diperhitungkan antara lain biaya bahan, biaya fabrikasi (pemotongan, pengelasan, pelubangan, pengecatan), biaya peralatan, biaya transportasi, biaya pembongkaran material dan biaya keseluruhan.

Dari analisis perhitungan biasanya bahwa alternatif pekerjaan fabrikasi sampai dengan *cutting list* dilakukan di pabrik memberikan hasil optimal. Jadi, alternatif pekerjaan fabrikasi sampai dengan *cutting list* dilakukan di pabrik merupakan alternatif yang efektif dilihat dari segi optimasi biaya konstruksi

### C.3 Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya merupakan perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan proyek pembangunan.

$$RAB = \Sigma (\text{Volume} \times \text{Harga Satuan Pekerjaan})$$

( Sumber : Adminstrasi Kontrak dan Anggaran Borongan )

Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda-beda di masing-masing daerah, hal ini disebabkan perbedaan harga satuan bahan dan upah tenaga kerja. Ada dua faktor yang berpengaruh terhadap penyusunan anggaran biaya suatu bangunan yaitu faktor teknis dan non teknis.

Faktor teknis antara lain berupa ketentuan-ketentuan dan persyaratan yang harus dipenuhi dalam pelaksanaan pembangunan serta gambargambar kontruksi bangunan. Sedangkan factor non teknis berupa harga-harga bahan bangunan dan upah tenaga kerja.

Dalam melakukan anggaran biaya dapat dilakukan dengan dua cara yaitu anggaran biaya kasar (taksiran) dan anggaran biaya teliti.

### C.3.1 Estimasi Anggaran Biaya Tahap Desain

Desain merupakan proses pembuatan deskripsi atau gambaran dari suatu fasilitas, dan biasanya dilengkapi dengan detail perencanaan dan spesifikasi, yang kemudian di implementasikan pada tahap kontruksi.

Tahap desain merupakan tahap berikutnya setelah tahap perencanaan konseptual, namun masih termasuk di dalam tahap prakontruksi.

Tahap desain ini ada 2 (dua) bagian, yaitu :

- Desain Skematik, tim desain (yang terdiri dari arsitek dan engineer) menginvestigasikan alternatif desain, material, dan sistem.
- Detail Desain, tim desain mengevaluasi, memilih, menyelesaikan sistem utama dan komponen proyek. Jadwal proyek dan anggaran terus dikembangkan dan dimonitor selama tahap ini.

#### Dasar Pertimbangan Dalam Estimasi Biaya Proyek Tahap Desain

- Sumber informasi, pengalaman di masa lampau
- Data-data proyek terdahulu dan laporan yang akurat
- Laporan maupun standar yang berlaku
- Kondisi perekonomian, baik dalam skala makro maupun mikro
- Kondisi sosial yang sedang terjadi di sekitar
- Kondisi lingkungan, khususnya lingkungan di sekitar proyek yang bersangkutan

### C.3.2 Anggaran Biaya Teliti

Bahan-bahan yang diperlukan dalam penyusunan anggaran biaya teliti, antara lain :

- Peraturan dan syarat-syarat ( Bestek )
- Gambar rencana atau Gambar Bestek
- Buku analisa BOW.
- Peraturan-peraturan normalisasi yang bersangkutan
- Peraturan-peraturan bangunan Negara dan bangunan setempat.
- Syarat-syarat lain yang diperlukan.

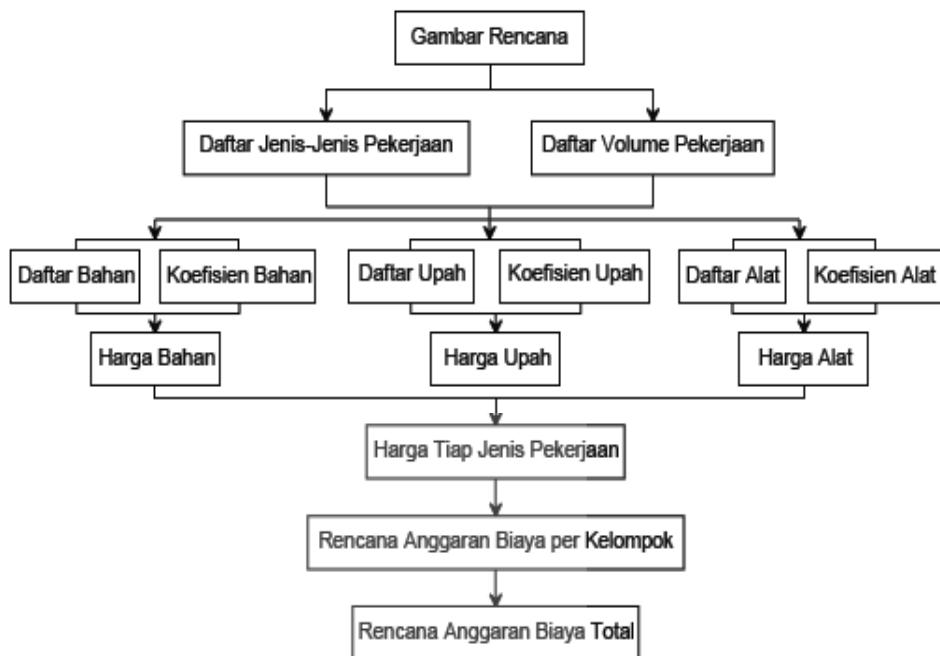
### C.3.3 Cara Menyusun Anggaran Biaya Teliti

Perhitungan yang dibuat untuk menyusun anggaran biaya teliti akan menghasilkan suatu biaya atau harga bangunan dan dengan biaya atau harga tersebut untuk pelaksanaan, bangunan akan terwujud sesuai dengan yang direncanakan. Oleh karena itu anggaran biaya teliti harus disusun dengan teliti, rinci dan selengkapnya. Sebelum mulai menghitung anggaran biaya teliti perlu diperhatikan ketentuan sebagai berikut:

- Semua bahan untuk menyusun anggaran biaya teliti supaya dikumpulkan dan diatur dengan rapi.
- Gambar-gambar rencana atau gambar bestek dan penjelasan atau keterangan yang tercantum dalam peraturan dan syarat-syarat atau bestek, berita acara atau risalah penjelasan pekerjaan harus selalu dicocokan satu sama lain.
- Membuat catatan sebanyak mungkin yang perlu, baik mengenai gambar bestek ataupun bestek.
- Menentukan sistem yang tepat dan teratur yang akan dipakai dalam perhitungan. (*Sumber : Adminstrasi Kontrak dan Anggaran Borongan*)

**Harga Satuan Pekerjaan:** Harga satuan pekerjaan adalah jumlah harga bahan dan upah tenaga kerja atau harga yang harus dibayar untuk menyelesaikan suatu pekerjaan konstruksi berdasarkan perhitungan analisis.. Analisis disini adalah ketentuan umum yang ditetapkan oleh Dinas Pekerjaan Umum Dalam

Analisis Satuan Komponen, telah ditetapkan koefisien (indeks) jumlah tenaga kerja, bahan dan alat untuk satu satuan pekerjaan.



Gambar 5.1 Tahapan Analisa Harga Satuan Pekerjaan

( Sumber : Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum )

Proses analisis harga satuan bahan/material pada dasarnya adalah menghitung banyaknya volume masing-masing bahan serta besarnya biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan per-satuan pekerjaan kontruksi. Analisis harga satuan bahan/material mengandung dua unsur yaitu:

- Harga satuan bahan, merupakan harga satuan bahan/material bangunan yang berlaku di pasar pada saat anggaran biaya bangunan tersebut disusun,
- Koefisien bahan, yaitu koefisien yang menunjukkan kebutuhan bahan/material bangunan untuk setiap satuan jenis pekerjaan.

Proses analisis harga satuan upah tenaga pada dasarnya adalah menghitung banyaknya tenaga serta biaya yang dibutuhkan, untuk menyelesaikan per-satuan pekerjaan kontruksi.

Analisis harga satuan upah tenaga mengandung dua unsur yaitu:

- Harga satuan upah tenaga, merupakan upah yang diberikan kepada tenaga kerja kontruksi perharinya atas jasa tenaga yang dilakukan sesuai dengan keterampilannya,
- Koefisien tenaga, yaitu koefisien yang menunjukkan kebutuhan tenaga kerja untuk tiap-tiap posisi. Sementara itu analisis harga satuan sewa alat pada dasarnya adalah menghitung banyaknya alat yang digunakan serta besarnya biaya sewa alat, untuk menyelesaikan per-satuan pekerjaan kontruksi.

Analisis harga satuan sewa alat mengandung dua unsur, yaitu:

- Harga satuan sewa alat, merupakan harga satuan sewa alat yang berlaku di pasar pada saat anggaran biaya bangunan tersebut disusun,
- Koefisien alat, yaitu koefisien yang menunjukkan kebutuhan alat untuk setiap satuan jenis pekerjaan.

#### C.4 Menghitung Material konstruksi baja

Yang akan di gunakan dalam proyek **konstruksi** baja perlu adanya perhitungan yang matang untuk menentukan berapa jumlah material untuk bangunan struktur baja, terutama saat menghitung volume material baja yang akan di gunakan, pertama kita harus mengetahui material komponen pokok atau yang diperlukan untuk pembentuk struktur baja tersebut. Ada beberapa material komponen pokok yang pasti di perlukan dalam pekerjaan struktur baja (di luar pondasi, tie beam/sloof, dan pelat lantai beton bertulang) diantaranya :

- Pelat baja biasanya digunakan untuk base plate kolom, pengaku, dan pada sambungan.
- Trekstang atau sagrod biasa berupa besi polos dia. 12 mm.
- Kolom biasanya menggunakan material baja WF
- Balok biasanya menggunakan material baja WF
- Gording biasanya menggunakan material baja CNP
- Ikatan angin atau bracing biasa berupa besi polos dia. 16 mm.
- Jarum keras atau turn buckle.
- Finishing baja biasanya menggunakan cat zinchromate dan cat finish.
- Baut-baut.

- Penutup atap menggunakan atap spandek atau atap metal lainnya.
- Talang datar dan rangka besi siku.
- Penutup dinding menggunakan cladding atau pasangan bata.

Pada dasarnya setelah mengetahui material utamanya kita hitung volume nya sesuai skema gambar. Biasanya volume baja dalam satuan kg, maka hitunglah dulu panjang materialnya berapa lalu lihat tabel baja berapa beratnya / m (kg/m). Dari situ kita akan mengetahui volume material baja dalam satuan per/kg. Dibawah ini kami sediakan beberapa tabel berat komponen material konstruksi besi baja yang dapat anda jadikan sebagai referensi sebelum membangun gedung:

Tabel 5.1 Berat besi baja H beam

<b>Tabel Berat Besi Baja H Beam</b>				
No	UKURAN (mm)	PANJANG (M)	Weight (Kg)	BERAT /M1 (Kg)
1	L 100x100x6x8	12	206	17.167
2	L 125x125x5x7	12	222	18.500
3	L 125x125x6.5x9	12	286	23.833
4	L 150x150x7x10	12	378	31.500
5	L 175x175x7x11	12	482	40.167
6	L 200x200x8x12	12	599	49.917
7	L 250x250x9x14	12	869	72.417
8	L 300x300x10x15	12	1128	94.000
9	L 250x350x12x19	12	1644	137.000
10	L 400x400x13x21	12	2064	172.000

Cara membaca tabel berat besi baja H Beam diatas adalah : Sebagai Contoh : L 100X100X6X8mm-12 M' 206 kg 17.167 Artinya dimensi besi H beam tersebut adalah : Panjang 12 M , Tinggi 10 cm , Lebar 10 cm, Tebal Badan 6 mm, Tebal sayap 8 mm , Mempunyai berat total 206 kg Sedangkan berat per M : 206 / 12 = 17.167

Tabel 5.2 Berat besi baja WF (Wide Flange)

Tabel Berat Besi Baja WF ( Wide Flange )				
NO.	UKURAN (mm)	PANJANG (M)	Weight (Kg)	BERAT /M1 (Kg)
1	WF 100X50X5 X7	12	112	9.333
2	WF 125X60X6 X8	12	158	13.200
3	WF 148X100X6X9	12	253	21.100
4	WF 150X75X5X7	12	168	14.000
5	WF 175X90X5X8	12	217	18.100
6	WF 198X99X4,5X7	12	218	18.200
7	WF 200X100X3,2X4,5	12	143	11.917
8	WF 200X100X5,5X8	12	256	21.333
9	WF 248X124X5X8	12	308	25.700
10	WF 250X125X6X9	12	355	29.600
11	WF 298X149X6X8	12	384	32.000
12	WF 300X150X6,5X9	12	440	36.700
13	WF 346X174X6X9	12	497	41.417
14	WF 350X175X7X11	12	595	49.600
15	WF 396X199X7X11	12	680	56.625
16	WF 400X200X8 X13	12	792	66.000
17	WF 446X199X8X12	12	794	66.200
18	WF 450X200X9X14	12	912	76.000
19	WF 500X200X10X16	12	1075	89.583
20	WF 588X300X10X16	12	1812	151.000
21	WF 600X200X11X17	12	1272	106.000
22	WF 700X300X13X24	12	2220	185.000
23	WF 800X300X14X26	12	2520	210.000

Cara membaca tabel berat besi baja WF ( Wide Flange) diatas adalah :  
 Sebagai Contoh : WF 100x50x5x7mm-12 M' 112 kg 9.333, Artinya dimensi besi WF tersebut adalah :Panjang 12 m, Tinggi 10 cm, Lebar 5 cm, Tebal badan 5 mm, Tebal sayap 7 mm, Mempunyai berat total 112 kg, Sedangkan berat per M :  $112/12 = 9.333 \text{ kg}$

Tabel 5.3 Berat besi baja kanal C CNP

Tabel Berat Besi Baja kanal C/ CNP				
No	UKURAN (mm)	PANJANG (M)	Weight (Kg)	BERAT /M1 (Kg)
1	L 60X30X10X1,6	6	9.76	1.627
2	L 75X35X15X1,6	6	12.4	2.067
3	L 75 X45X15X1,6	6	13.9	2.320
4	L 75X45X15X2,3	6	19.5	3.250
5	L 100X50X20X1,6	6	17.5	2.917
6	L 100X50X20X2,3	6	24.4	4.067
7	L 100X50X20X3,2	6	33	5.500
8	L 125X50X20X2,3	6	27.1	4.517
9	L 125X50X20X3,2	6	36.8	6.133
10	L 150X50X20X2,3	6	29.8	4.967
11	L 150X50X20X3,2	6	40.6	6.767
12	L 150X65X20X2,3	6	33	5.500
13	L 150X65X20X3,2	6	45.1	7.517
14	L 200X75X20X3,2	6	55.6	9.270

Cara membaca tabel berat besi baja canal C diatas adalah : Sebagai Contoh : L 60x30x10x1.6 mm-6 M' 9.76 kg 1.627, Artinya dimensi besi Canal C tersebut adalah : Panjang 6 m, Tinggi 6 cm, Lebar 3 cm, Bibir 1 cm, Tebal badan 1.6 cm, Mempunyai berat total adalah 9.76 kg, Sedangkan berat per M : 206/6 = 1.627 kg

### C.5 Indeks Komponen Harga Satuan Pekerjaan

Menurut SNI 7393:2008 Tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan besi dan aluminium untuk konstruksi bangunan gedung dan perumahan, bahwa pekerjaan besi baja Harga satuan pekerjaannya dihitung dengan indeks dibawah ini :

Tabel 5.4 Index komponen harga satuan pekerjaan

6.1 Memasang 1 kg besi profil

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Bahan	Besi profil	Kg	1,150
	Pekerja	OH	0,060
	Tukang las Konstruksi	OH	0,060
	Kepala tukang	OH	0,006
	Mandor	OH	0,003

6.2 Memasang 1 kg rangka kuda-kuda baja IWF

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Bahan	Besi baja IWF	Kg	1,150
	Pekerja	OH	0,060
	Tukang las Konstruksi	OH	0,060
	Kepala tukang	OH	0,006
	Mandor	OH	0,003

6.5 Mengerjakan 10 cm pengelasan dengan las listrik

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Bahan	Kawat las listrik	Kg	0,400
	Solar	Liter	0,300
	Minyak pelumas	Liter	0,040
Tenaga kerja	Pekerja	OH	0,040
	Tukang besi Konstruksi	OH	0,020
	Kepala tukang	OH	0,002
	Mandor	OH	0,002
Alat	Sewa alat	Jam	0,170

6.3 Mengerjakan 100 kg pekerjaan perakitan

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Bahan	Solar	Liter	1,000
	Minyak pelumas	Liter	0,100
Tenaga kerja	Pekerja	OH	0,100
	Tukang besi Konstruksi	OH	0,100
	Kepala tukang	OH	0,001
	Mandor	OH	0,005
	Sewa alat	Jam	0,800

## C.6 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya ( RAB )

Pada umumnya semua laporan dibuat dalam bentuk tabelaris disusun sesuai dengan item item pembuatan table yang dibutuhkan antara lain :

1. Daftar harga bahan dan upah
2. Daftar Analisa Harga Satuan Pekerjaan ( A H S P )
3. Daftar Harga Pekerjaan = ( Volume x Harga ) Pekerjaan
4. Rekapitulasi Biaya Bangunan

Untuk keperluan diatas perlu dilakukan tindakan sebagai berikut :

- Mencari data data harga bahan dan upah
- Menghitung Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)
- Menghitung Volume Pekerjaan sesuai jenis pekerjaan yang ada pada konstruksi tersebut.
- Membuat perhitungan biaya dengan membuat daftar volume dan harga satuan pekerjaan (*Bill Of Quantities*)
- Membuat daftar Rekapitulasi biaya total dari seluruh pekerjaan proyek

**Tabel 5.5 DAFTAR HARGA SATUAN BAHAN DAN UPAH**

NO.	URAIAN	SATUAN	HARGA SATUAN Rp.
1	2	3	4
<b>A. UPAH TENAGA :</b>			
1	Pekerja	OH	62,400
2	Mandor	OH	91,100
3	Tukang cat besi	OH	85,200
6	Tukang Besi /las Profil	OH	85,200
7	Kepala Tukang Besi Profil	OH	91,100
8	Mekanik	OH	45,000
9	Penjaga malam	OH	37,500
<b>B. BAHAN :</b>			
<i>Kelompok Besi / Baja :</i>			
1	Baja struktur	kg	16,000
2	Kawat Las	kg	19,000
3	Kawat Las Listrik RD 26	kg	23,000
4	Kawat Las Listrik RB 26	kg	25,000
5	Baja plat	kg	16,000
6	Baja baud - baud/ baud beugel	kg	18,000
7	Besi kanal L 50	kg	21,000
8	Besi siku L 50.50.4	kg	15,000
9	Besi IWF	kg	18,000
<i>Kelompok Cat / Minyak :</i>			
1	Cat Warna ( besi ).	kg	50,000
2	Cat dasar ( meni besi )	kg	26,160
3	Minyak cat	kg	13,000
4	Minyak Terpentin	kg	13,000
5	Solar	ltr	7,100
6	Minyak pelumas	ltr	23,850
7	Bensin / premium	ltr	7,800
8	Kuas cat	bahan	26,260
9	Kayu Punak : Balok 8/15	m <sup>3</sup>	4,306,760

Tabel 5.6 ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN (AHSP)

A.4.2.1 HARGA SATUAN PEKERJAAN BESI DAN ALUMUNIUM

**A.4.2.1.1. Pemasangan 1 kg besi profil**

NO	Uraian	Kode	Satuan	Koef	Harqa Satuan (Rp)	Jumlah Harqa (Rp)
<b>A</b>	<b>Tenaga Pekerja</b> Tukang Las konstruksi Kepala tukang Mandor	L01	OH	0.0600	62,400.00	3,744.00
		L02	OH	0.0600	85,200.00	5,112.00
		L03	OH	0.0060	91,100.00	546.60
		L04	OH	0.0030	91,100.00	273.30
					Jumlah Tenaga Kerja	9,675.90
<b>B</b>	<b>Bahan</b> Besi profil	-	kg	1.150	18,000.00	20,700.00
					Jumlah Bahan	20,700.00
<b>C</b>	<b>Peralatan</b>	-	-	0.000	-	-
					Jumlah Peralatan	-
<b>D</b>	<b>Jumlah (A+B+C)</b>					30,375.90
<b>E</b>	<b>Overhead &amp; Profit</b>					-
<b>F</b>	<b>Harga Satuan Pekerjaan (D+E)</b>					30,375.90

**A.4.2.1.2. Pemasangan 1 kg rangka kuda-kuda baja IWF**

NO	Uraian	Kode	Satuan	Koef	Harqa Satuan (Rp)	Jumlah Harqa (Rp)
<b>A</b>	<b>Tenaga Pekerja</b> Tukang Las konstruksi Kepala tukang Mandor	L01	OH	0.0600	62,400.00	3,744.00
		L02	OH	0.0600	85,200.00	5,112.00
		L03	OH	0.0060	91,100.00	546.60
		L04	OH	0.0030	91,100.00	273.30
					Jumlah Tenaga Kerja	9,675.90
<b>B</b>	<b>Bahan</b> Besi Baja IWF	-	kg	1.150	18,000.00	20,700.00
					Jumlah Bahan	20,700.00
<b>C</b>	<b>Peralatan</b>	-	-	0.000	-	-
					Jumlah Peralatan	-
<b>D</b>	<b>Jumlah (A+B+C)</b>					30,375.90
<b>E</b>	<b>Overhead &amp; Profit</b>					-
<b>F</b>	<b>Harga Satuan Pekerjaan (D+E)</b>					30,375.90

**A.4.2.1.3. Pengeraian 100 kg pekerjaan perakitan**

NO	Uraian	Kode	Satuan	Koef	Harqa Satuan (Rp)	Jumlah Harqa (Rp)
<b>A</b>	<b>Tenaga</b>					
	Pekerja	L01	OH	0.1000	62,400.00	6,240.00
	Tukang Las konstruksi	L02	OH	0.1000	85,200.00	8,520.00
	Kepala tukang	L03	OH	0.0010	91,100.00	91.10
	Mandor	L04	OH	0.0050	91,100.00	455.50
					Jumlah Tenaga Kerja	15,306.60
<b>B</b>	<b>Bahan</b>					
	Solar	-	Liter	1.000	7,100.00	7,100.00
	Minyak pelumas	-	Liter	0.100	23,850.00	2,385.00
					Jumlah Bahan	9,485.00
<b>C</b>	<b>Peralatan</b>					
	1. Sewa alat	-	Jam	0.800	-	-
					Jumlah Peralatan	-
<b>D</b>	<b>Jumlah (A+B+C)</b>					24,791.60
<b>E</b>	<b>Overhead &amp; Profit</b>					-
<b>F</b>	<b>Harga Satuan Pekerjaan (D+E)</b>					24,791.60

**A.4.2.1.5. Pengeraian 10 cm pengelasan dengan las listrik**

NO	Uraian	Kode	Sat	Koef	Harqa Satuan (Rp)	Jumlah Harqa (Rp)
<b>A</b>	<b>Tenaga</b>					
	Pekerja	L01	OH	0.0400	62,400.00	2,496.00
	Tukang Las konstruksi	L02	OH	0.0200	85,200.00	1,704.00
	Kepala tukang	L03	OH	0.0020	91,100.00	182.20
	Mandor	L04	OH	0.0020	91,100.00	182.20
					Jumlah Tenaga Kerja	4,564.40
<b>B</b>	<b>Bahan</b>					
	Kawat las listrik	-	Kg	0.400	23,000.00	9,200.00
	Solar	-	Liter	0.300	7,100.00	2,130.00
	Minyak pelumas	-	Liter	0.040	23,850.00	954.00
					Jumlah Bahan	12,284.00
<b>C</b>	<b>Peralatan</b>					
	1. Sewa alat	-	Jam	0.170	-	-
					Jumlah Peralatan	-
<b>D</b>	<b>Jumlah (A+B+C)</b>					16,848.40
<b>E</b>	<b>Overhead &amp; Profit</b>					-
<b>F</b>	<b>Harga Satuan Pekerjaan (D+E)</b>					16,848.40

**A.4.7.1 HARGA SATUAN PEKERJAAN PENGECATAN**

**A.4.7.1.16. Pengecatan 1 m<sup>2</sup> permukaan baia dengan menie besi**

NO	Uraian	Kode	Sat	Koef	Harqa Satuan (Rp)	Jumlah Harqa (Rp)
<b>A</b>	<b>Tenaga</b>					
	Pekerja	L01	OH	0.0200	62,400.00	1,248.00
	Tukang Cat	L02	OH	0.2000	85,200.00	17,040.00
	Kepala Tukang	L03	OH	0.0200	91,100.00	1,822.00
	Mandor	L04	OH	0.0025	91,100.00	227.75
					Jumlah Tenaga Kerja	20,337.75
<b>B</b>	<b>Bahan</b>					
	Menie besi	-	Kg	0.100	26,160.00	2,616.00
	Kwas	-	Bh	0.010	26,260.00	262.60
					Jumlah Bahan	2,878.60
<b>C</b>	<b>Peralatan</b>					
		-	-	-	-	-
					Jumlah Peralatan	-
<b>D</b>	<b>Jumlah (A+B+C)</b>					23,216.35
<b>E</b>	<b>Overhead &amp; Profit</b>					-
<b>F</b>	<b>Harga Satuan Pekrjaan (D+E), dibulatkan</b>					23,216.35

**A.4.7.1.17. Pengecatan 1 m<sup>2</sup> permukaan baja dengan menie besi dengan perancah**

'	Uraian	Kode	Sat	Koef	Harqa Satuan (Rp)	Jumlah Harqa (Rp)
<b>A</b>	<b>Tenaga</b>					
	Pekerja	L01	OH	0.2500	62,400.00	15,600.00
	Tukang Cat	L02	OH	0.2250	85,200.00	19,170.00
	Kepala Tukang	L03	OH	0.0225	91,100.00	2,049.75
	Mandor	L04	OH	0.0075	91,100.00	683.25
					Jumlah Tenaga Kerja	37,503.00
<b>B</b>	<b>Bahan</b>					
	Menie besi	-	kg	0.100	26,160.00	2,616.00
	Pengencer	-	L	0.010	13,000.00	130.00
	Kwas	-	bh	0.010	26,260.00	262.60
	Perancah kayu	-	m <sup>3</sup>	0.0020	4,306,760.00	8,613.52
					Jumlah Bahan	11,622.12
<b>C</b>	<b>Peralatan</b>					
		-	-	-	-	-
					Jumlah Peralatan	-
<b>D</b>	<b>Jumlah (A+B+C)</b>					49,125.12
<b>E</b>	<b>Overhead &amp; Profit</b>					-
<b>F</b>	<b>Harga Satuan Pekrjaan (D+E), dibulatkan</b>					49,125.12

Tabel 5.7 DAFTAR KUANTITAS DAN HARGA

NO.	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	ANALISA	HARGA ATUAN (R)	JUMLAH HARGA (Rp)
<b>D</b>	<b>PEKERJAAN RANGKA BAJA</b>				
1	Pek. Tiang baja IWF 300 x 150 x 6.5	6165.60 Kg	A.4.2.1.1.	30,375.90	187,285,649.04
2	Pek. Span kuda kuda baja IWF 250 x 125 x 6	5196.58 Kg	A.4.2.1.1.	30,375.90	157,850,794.42
3	Pek. Balok gelagar baja IWF 200 x 100 x 5.5	3432.52 Kg	A.4.2.1.1.	30,375.90	104,265,884.27
4	Pek. Gording baja canal C 150 x 65 x 20	8118.36 Kg	A.4.2.1.1.	30,375.90	246,602,491.52
5	Pek. Pemasangan baut angkur dia. 1" x 500 mm	112.00 Bh	Ls	41,500.00	4,648,000.00
6	Pek. Pemasangan baut baja dia. 5/8" x 35 mm	468.00 Bh	Ls	15,000.00	7,020,000.00
7	Pek. Pemasangan ikatan angin dia. 16	495.44 Kg	A.4.2.1.1.	30,375.90	15,049,435.90
8	Pek. Pemasangan plat tapak dan sambungan	105.50 Kg	A.4.2.1.1.	30,375.90	3,204,657.45
9	Pek. Pemasangan rangka tombak layar CNP 100 x 50 x 3.2	199.87 Kg	A.4.2.1.1.	30,375.90	6,071,231.13
11	Pek. Profil besi lisplank, talang dan jalusi L 40 x 40 x 4	471.90 Kg	A.4.2.1.1.	30,375.90	14,334,387.21
<b>SUB JUMLAH - I ( Pekerjaan Rangka Baja )</b>					<b>746,332,530.94</b>
<b>E</b>	<b>PEKERJAAN KANOPI</b>				
1	Pek. Span kuda kuda kanopi IWF 250 x 125 x 6	828.80 Kg	A.4.2.1.1.	30,375.90	25,175,545.92
2	Pek. Gording baja canal C 100 x 50 x 20	3731.20 Kg	A.4.2.1.1.	30,375.90	113,338,558.08
3	Pek. Pemasangan baut baja dia. 5/8" x 35 mm	336.00 Bh	Ls	15,000.00	5,040,000.00
4	Pek. Pemasangan plat tapak dan sambungan	105.50 Kg	A.4.2.1.1.	30,375.90	3,204,657.45
<b>SUB JUMLAH - II ( Pekerjaan Kanopi )</b>					<b>146,758,761.45</b>
<b>G</b>	<b>PEKERJAAN PENGECHATAN</b>				
1	Pek. Pengecatan permukaan besi	1146.14 M <sup>2</sup>	A.4.7.1	16,848.40	19,310,625.18
<b>JUMLAH TOTAL ( PEKERJAAN MEALOST )</b>					<b>912,401,917.57</b>
PPN 10%					<b>91,240,191.76</b>
<b>JUMLAH TOTAL + PPN</b>					<b>1,003,642,109.33</b>
<b>DIBULATKAN</b>					<b>1,003,642,000.00</b>
<b>TERBILANG : # SATU MILYAR TIGA JUTA ENAM RATUS EMPAT PULUH DUA RIBU RUPIAH #</b>					

Tabel 5.8 REKAPITULASI HARGA PEKERJAAN

NO	SUB BAGIAN PEKERJAAN	JUMLAH (Rp)
1	SUB JUMLAH - I ( Pekerjaan Rangka Baja )	746,332,530.94
2	SUB JUMLAH - II ( Pekerjaan Kanopi )	146,758,761.45
3	SUB JUMLAH PEKERJAAN PENGECHATAN	19,310,625.18
	<b>JUMLAH TOTAL PEKERJAAN</b>	<b>912,401,917.57</b>
	PPN 10%	91,240,191.76
	<b>JUMLAH TOTAL + PPN</b>	<b>1,003,642,109.33</b>
	<b>DIBULATKAN</b>	<b>1,003,642,000.00</b>
<b>TERBILANG : # SATU MILYAR TIGA JUTA ENAM RATUS EMPAT PULUH DUA RIBU RUPIAH #</b>		

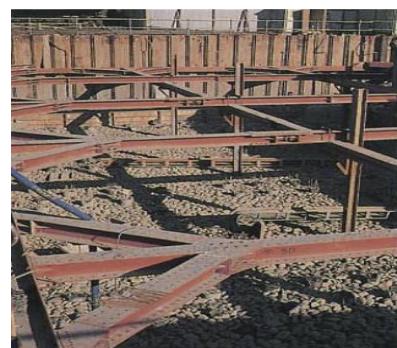
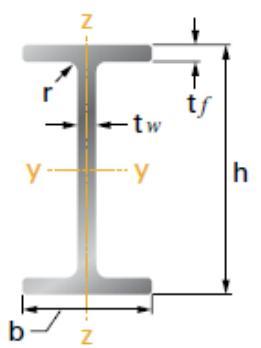
## D Aktivitas Pembelajaran

### Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok)

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

1. Apa saja hal yang harus Anda persiapkan sebelum mempelajari materi Menganalisis Harga Satuan Pada Pekerjaan Konstruksi baja
2. Bagaimana cara Anda untuk mempelajari materi penganalisaan ini ? Jelaskan !
3. Apa topik yang Anda pelajari dalam materi pembelajaran ini ? Sebutkan !
4. Kompetensi apa yang harus Anda capai sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini ? Jelaskan
5. Apa bukti yang harus Anda kerjakan sebagai guru kejuruan bahwa saudara telah mencapai kompetensi yang ditargetkan ? Jelaskan !

Jawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan LK-50. Jika saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka saudara bias melanjutkan pembelajaran dengan mengamati gambar berikut ini.



Gambar. Baja dan konstruksi bangunan baja



### Aktivitas 1. Menghitung berat baja yang dibutuhkan bangunan

Perhitungan biaya pekerjaan baja terlebih dahulu harus menghitung jumlah berat baja yang dibutuhkan pada bangunan tersebut Selanjutnya selesaikan LK-51 dengan mengikuti panduan pertanyaan berikut.

1. Apasaja yang dibutuhkan untuk menghitung volume/berat baja pada suatu bangunan ? Tuliskan !
2. Bagaimana caranya menghitung berat baja ?
3. Apakah perhitungan ini sudah termasuk biaya ereksi.? Jelaskan !

Jawaban Anda dapat dituliskan pada kertas polio dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan. Anda dapat membaca bahan bacaan uraian materi diatas sebagai referensi.

### Aktivitas 2. Menganalisa harga satuan pekerjaan baja

Harga satuan pekerjaan baja adalah tergantung harga bahan dan harga upah yang berlaku pada tempat pekerjaan dimana pekerjaan baja tersebut dikerjakan. Selanjutnya selesaikan LK-52 dengan mengikuti panduan pertanyaan berikut.

1. Darimana harga bahan dan upah tenaga kerja yang digunakan untuk perhitungan biaya harga satuan pekerjaan didapatkan ? Tuliskan !
2. Analisa biaya dengan SNI 7393:2008 Tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan besi dan aluminium ? jelaskan !
3. Apa yang dimaksud dengan angka indeks bahan dan tenaga kerja pada analisis BOW anggaran biaya pekerjaan ? Tuliskan !

Hasil diskusi saudara dapat dituliskan pada kertas polio dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan. Anda dapat membaca bahan bacaan uraian materi diatas.

### Aktivitas 3. Menghitung rekapitulasi biaya total.

Harga total pekerjaan baja adalah tergantung jumlah volume berat dan harga satuan pekerjaan yang dianalisis. Selanjutnya selesaikan LK-53 dengan mengikuti panduan pertanyaan berikut.

1. Menurut Anda apakah harga biaya pekerjaan pemasangan per kg pekerjaan baja sama besarnya untuk semua tempat (lokasi) ? Jelaskan !
2. Mengapa harga bahan baja dan harga upah tenaga kerja tidak sama pada seturuh tempat ? Jelaskan !
3. Jelaskan bagaimana menghitung biaya total pekerjaan baja pada sebuah proyek yang menggunakan konstruksi baja ? Tuliskan !

Hasil diskusi saudara dapat dituliskan pada kertas polio dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan. Anda dapat membaca bahan bacaan uraian materi diatas.

## E Latihan/Kasus/Tugas

Lakukan pembacaan langkah-langkah pembelajaran sebagaimana dijelaskan di atas. Diskusikanlah secara berkelompok topik-topik yang berkaitan dengan langkah langkah pencarian data harga bahan dan upah dilapangan atau kantor kantor yang berkompeten misalnya Dinas Tarukim Pemerintah, dari took baja bangunan. Kemudian presentasi kan di depan kelas, sehingga ditanggapi oleh teman-teman Anda (buat kelompok dalam anggota terbatas). Lakukan latihan langsung pada komputer anda untuk setiap perintah yang ada pada materi pembelajaran 4 (software Excel).

Latihan :

1. Hitung jumlah berat 3 macam penampang profil baja  
Dengan data : WF = 346 m , C CNP = 234 m dan H = 28 m
2. Untuk soal No.1 diatas, Hitung berapa AHSP jika Upah : pekerja Rp.70.000,Tukang Rp 100.000, Kep tukang Rp 140.000, Mandor Rp 150.000.dan harga baja Rp 20.550 / kg.
3. Kasus, Hitunglah berat baja yang ada pada gambar 4.3 pembelajaran 4. Jika bahan penyambung adalah 15 % dari berat total rangka tersebut.

## F Rangkuman

- 1) Harga bahan dan upah adalah tergantung tempat dan lokasi pembangunan, yang dipengaruhi banyak faktor, secara situasional akan mempengaruhi besar nilai harga bahan dan upah secara regional dan umumnya ditetapkan pemerintah setempat ( via Kimprawil oleh pemerintah )
- 2) Per Men P U No. 11/PRT/M/2013 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan atau SNI 7393:2008 Tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan, menetapkan nilai nlai indeks AHSP (Analisa Harga Satuan Pekerjaan ) untuk Bahan dan Upah yang berlaku sama untuk referensi dan menjadi standard penghitungan terhadap biaya pemasangan konstruksi baja.
- 3) Harga biaya yang dibutuhkan untuk mengerjakan satu satuan berat baja adalah = Volume x AHSP dan AHSP = ((indeks upah x Harga upah) + ( indeks bahan x Harga bahan )), yang dibutuhkan untuk melaksanakan suatu pekerjaan membutuhkan team dan masing masing orang mempunyai besar indeks yang baku dan besar upahnya sesuai ketrampilannya dan indeks bahan adalah nilai yang telah baku menjadi standart dalam analisis BOW maka pembelajaran ini mencakup peran tenaga kerja dan bahan yang digunakan kemudian volume pekerjaan yang akan dikerjakan
- 4) Biaya total pekerjaan pemasangan konstruksi baja (Rencana Anggaran Biaya) adalah :

$$RAB = \Sigma (\text{Volume} \times \text{Harga Satuan Pekerjaan})$$

## G Umpulan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah Anda selesai mempelajari modul ini, saudara membentuk kelompok-kelompok kecil dalam kelas, lalu diskusikan berbagai hal yang ada dalam materinya. Setelah itu setiap juru bicara kelompok menyajikan hasil diskusi kelompoknya untuk diberikan tanggapan balik oleh anggota kelompok lainnya.

Anda secara individu atau kelompok harus menulis resume pembelajaran ini dan hasil latihan langsung dengan Excel yang diserahkan pada waktu penutupan diklat ini.

### LEMBAR KERJA KP-5

#### LK-50

1. Apa saja hal yang harus Anda persiapkan sebelum mempelajari materi Menganalisis Harga Satuan Pada Pekerjaan Konstruksi baja

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

2. Bagaimana cara Anda untuk mempelajari materi penganalisaan ini ? Jelaskan !

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

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

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

4. Kompetensi apa yang harus Anda capai sebagai guru kejuruan dalam mempelajarai materi pembelajaran ini ? Jelaskan

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

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

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

**LK-51**

1. Apasaja yang dibutuhkan untuk menghitung volume/berat baja pada suatu bangunan ? Tuliskan !

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

2. Bagaimana caranya menghitung berat baja ?

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

**LK-52**

1. Darimana harga bahan dan upah tenaga kerja yang digunakan untuk perhitungan biaya harga satuan pekerjaan didapatkan ? Tuliskan !

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

2. Analisa biaya dengan SNI 7393:2008 Tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan besi dan aluminium ? jelaskan !

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

3. Apa yang dimaksud dengan angka indeks bahan dan tenaga kerja pada analisis BOW anggaran biaya pekerjaan ? Tuliskan !

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

**LK-53**

1. Menurut Anda apakah harga biaya pekerjaan pemasangan per kg pekerjaan baja sama besarnya untuk semua tempat (lokasi) ? Jelaskan !

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

2. Mengapa harga bahan baja dan harga upah tenaga kerja tidak sama pada setiap tempat ? Jelaskan !

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

3. Jelaskan bagaimana menghitung biaya total pekerjaan baja pada sebuah proyek yang menggunakan konstruksi baja ? Tuliskan !

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

## **KEGIATAN PEMBELAJARAN. 6**

### **Merancang Perakitan Dan Pengelasan Konstruksi**

#### **A Tujuan**

Dengan mempelajari modul ini secara teori dan praktik, peserta diklat diharapkan mampu dan mengerjakan perakitan dan pengelasan yang dibutuhkan pada sambungan sambungan struktur konstruksi baja. Dalam modul ini peserta diklat dilatih melakukan pengelasan komponen konstruksi baja, yang terdiri dari tiga kegiatan pembelajaran sebagai berikut :

1. Menjelaskan langkah-langkah persiapan yang terbaik pada perakitan struktur bangunan konstruksi baja.
2. Menjelaskan pelaksanaan pengelasan yang terbaik mutu kekuatan dan lebih efektif menguntungkan, macam-macam sambungan las.
3. Menjelaskan cara-cara, membentuk kampuh las dan melakukan pengelasan

#### **B Indikator Pencapaian Kompetensi**

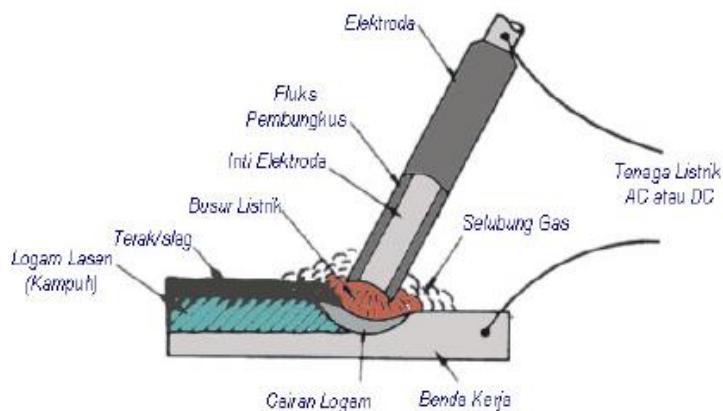
1. Dapat menjelaskan langkah-langkah persiapan yang terbaik pada perakitan struktur bangunan konstruksi baja.
2. Dapat menjelaskan pelaksanaan pengelasan yang terbaik mutu kekuatan dan lebih efektif menguntungkan, macam-macam sambungan las.
3. Dapat menjelaskan cara-cara, membentuk kampuh las dan melakukan pengelasan

#### **C Uraian Materi**

##### **C.1 Perubahan Sifat Logam Setelah Proses Las**

Pencairan logam saat pengelasan menyebabkan adanya perubahan fasa logam dari padat hingga mencair. Ketika logam cair mulai membeku akibat pendinginan cepat, maka akan terjadi perubahan struktur mikro dalam deposit logam las dan logam dasar yang terkena pengaruh panas (*Heat affected zone/HAZ*). Struktur mikro dalam logam lasan biasanya berbentuk columnar, sedangkan pada daerah HAZ terdapat perubahan yang sangat bervariasi.

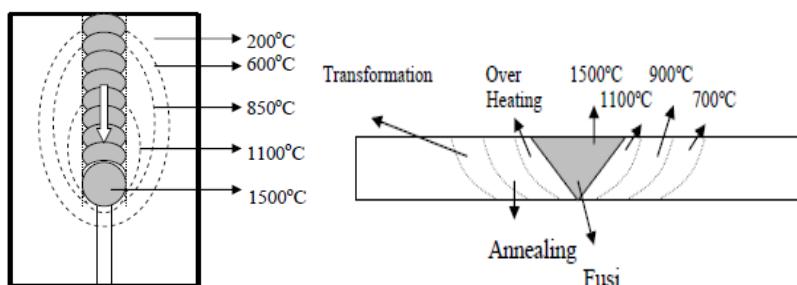
Sebagai contoh, pengelasan baja karbon tinggi sebelumnya berbentuk *pearlite*, maka seelah pengelasan struktur mikronya tidak hanya *pearlite*,



Gambar 6.1 Kerja Las Listrik

tetapi juga terdapat *bainite* dan *martensite* (lihat Gambar 6.1). Perubahan ini mengakibatkan perubahan pula sifat-sifat logam dari sebelumnya. Struktur mikro *pearlite* memiliki sifat liat dan tidak keras, sebaliknya *martensite* mempunyai sifat keras dang etas. Biasanya keretakan sambungan las berasal dari struktur mikro ini.

Gambar 6.2a mendeskripsikan distribusi temperatur pada logam dasar yang sangat bervariasi telah menyebabkan berbagai macam perlakuan panas terhadap daerah HAZ logam tersebut. Logam lasan mengalami pemanasan hingga temperatur  $1500^{\circ}\text{C}$  dan daerah HAZ bervariasi mulai  $200^{\circ}\text{C}$  hingga  $1100^{\circ}\text{C}$  (lihat Gambar 6.2 b). Temperatur  $1500^{\circ}\text{C}$  pada logam lasan menyebabkan pencairan dan ketika membeku membentuk struktur mikro *columnar*. Temperatur  $200^{\circ}\text{C}$  hingga  $1100^{\circ}\text{C}$  menyebabkan perubahan struktur mikro pada logam dasar baik ukuran maupun bentuknya.



Gambar 6.2. Distribusi Temperatur Saat Pengelasan

Setiap logam yang dipanaskan mengalami pemuaian dan ketika pendinginan akan mengalami penyusutan. Fenomena ini menyebabkan adanya ekspansi dan konstraksi pada logam yang dilas. Ekspansi dan konstraksi pada logam yang dilas ini menurut istilah metalurgi dinamakan distorsi.

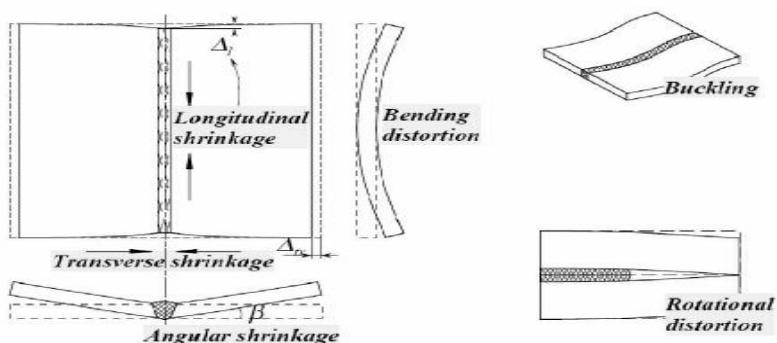
Distorsi dikategorikan menjadi tiga macam, yaitu: 1) distorsi longitudinal, 2) distorsi transfersal, dan 3) distorsi angular. Distorsi longitudinal terjadi akibat adanya ekspansi dan konstraksi deposit logam las di sepanjang jalur las yang menyebabkan tarikan dan dorongan pada logam dasar yang dilas. Distorsi transfersal terjadi tegak lurus terhadap jalur las yang dapat mengakibatkan tarikan ke arah sumbu tegak jalur las.

Distorsi angular menyebabkan efek gerakan sayap burung yang biasanya terjadi karena pengelasan di satu sisi logam dasar (lihat Gambar 6.3).

Industri manufaktur tidak dapat terlepas dari penyambungan logam. Penyambungan logam dilakukan dengan berbagai tujuan, diantaranya adalah untuk membuat suatu barang yang tidak mungkin dilakukan dengan teknik lain, memudahkan pekerjaan, serta dapat menekan biaya produksi.

Proses penyambungan logam yang banyak digunakan dalam industri manufaktur adalah las. Pengelasan logam merupakan pilihan yang cukup tepat. Pengelasan tidak membutuhkan waktu lama, konstruksi ringan, kekuatan sambungan cukup baik, serta biaya relatif murah.

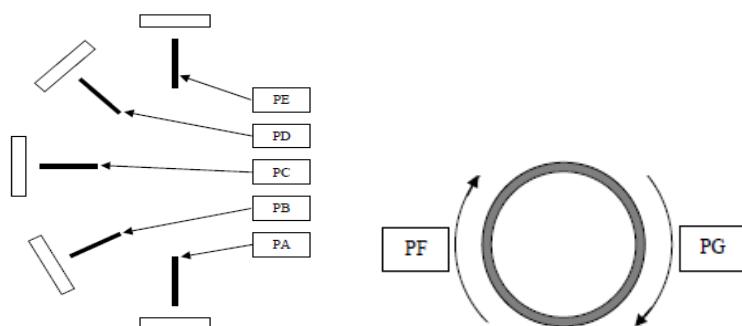
Penerapan sambungan las sangat luas. Sambungan las banyak digunakan pada konstruksi jembatan, gedung, industri otomotif, industri peralatan rumah tangga, bahkan industri barang dengan bahan plastikpun banyak menggunakan proses las tersebut,



Gambar 6.3 Macam-macam distorsi pada pengelasan(AWS vol II, 1996)

## C.2 Pengaruh Posisi Proses Las Terhadap Keterampilan Juru Las

Sebagian besar pekerjaan las dilakukan dengan proses LSW (*Liquid state welding*) atau proses las dalam kondisi cair. Proses las yang dilakukan dengan kondisi cair ini, posisi saat pengelasan berlangsung sangat berpengaruh terhadap bentuk deposit logam las yang terbentuk. Tidak semua juru las mahir di semua posisi, posisi di bawah tangan (down hand) merupakan posisi yang paling mudah untuk dilakukan, namun ketika mengelas pipa logam dengan posisi miring akan sangat sulit dilakukan. Juru las yang dapat melakukan pengelasan ini adalah juru las kelas satu yang dilengkapi dengan sertifikat standar internasional. Dalam dunia industri posisi las diberi kode tertentu agar pada saat pengelasan dilakukan tidak terjadi kekeliruan menentukan juru las dan prosedur pengelasan. Ada dua sistem pengkodean yang banyak dikenal, yaitu sistem yang ditetapkan oleh *American Welding Society* (AWS) dan sistem *International Standard Organisation* (ISO). Berdasarkan kode yang ditetapkan oleh AWS, posisi las dikaitkan pada jenis teknik sambungan las, jika sambungan berkampuh (groove) maka kode posisinya dengan huruf **G**, untuk posisi *down-hand* 1G, horizontal 2G, vertikal 3G, *over-head* 4G, pipa dengan sumbu horizontal 5G, dan pipa miring  $45^\circ$  6G. Jika sambungan las tidak berkampuh/tumpul (*fillet*) maka kodennya adalah F, untuk posisi *down-hand* 1F, horizontal 2F, vertikal 3F, dan *over-head* 4F. Sistem kode posisi las yang ditetapkan ISO berbeda dengan AWS. Kode posisi las menurut ISO didasarkan pada posisi elektroda saat pengelasan dilakukan, untuk pengelasan plat diberi kode PA, PB, PC, PD, dan PE, sedangkan pengelasan pipa naik PF dan pipa turun PG, lihat Gambar 6.4.

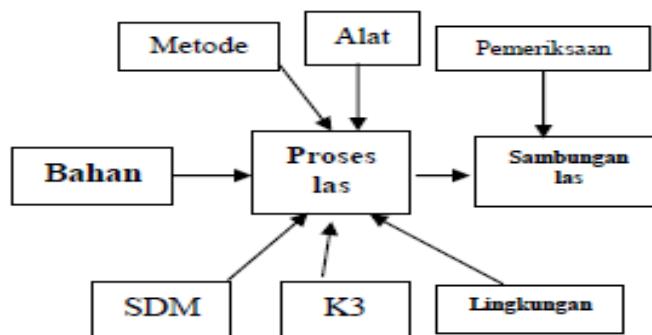


Gambar 6.4. Kode ISO Posisi Las Flat dan pipa

### C.3 Beberapa Variabel yang Berkaitan dengan Pekerjaan Las.

Penyambungan logam dengan proses pengelasan tidak dapat dilakukan sembarangan, banyak variabel yang harus diperhatikan agar kualitas sambungan sesuai standar yang dipersyaratkan oleh suatu lembaga internasional yang berkaitan dengan pekerjaan las. Variabel tersebut adalah bahan, proses, metode, keselamatan dan kesehatan kerja, peralatan, sumber daya manusia, lingkungan, serta pemeriksaan kualitas sambungan las. Lihat Gambar 6.7

Dalam proses pengelasan logam, bahan yang akan disambung harus diidentifikasi dengan baik. Dengan dikenalinya bahan yang akan dilas, dapat ditentukan prosedur pengelasan yang benar, pemilihan juru las yang sesuai, serta pemilihan mesin dan alat yang tepat



Gambar 6.5 Variabel yang berpengaruh pada pengelasan logam

Metode pengelasan logam yang meliputi prosedur pengelasan, prosedur perlakuan panas, desain sambungan, serta teknik pengelasan disesuaikan dengan jenis bahan, peralatan, serta posisi pengelasan saat sambungan las dibuat. Aspek efektifitas, efisiensi proses, dan pertimbangan ekonomis berkaitan erat dengan pemilihan peralatan las. Pengelasan logam stainless steel akan berkualitas bagus jika menggunakan las TIG, namun akan lebih murah bila ddilas dengan las listrik, sehingga pemilihan mesin dan peralatan las sebaiknya disesuaikan dengan tujuan pengelasan serta biaya operasionalnya. Dalam pelaksanaan pekerjaan las dibutuhkan Sumber daya manusia yang memenuhi kualifikasi sesuai standar yang ada. Kualifikasi harus mengikuti

standar-standar internasional seperti *International Institut of Welding (IIW)*, *American Welding Society (AWS)*, dan masih banyak lembaga-lembaga international di bidang pengelasan logam yang lain. Berdasarkan standar *International Institut of Welding (IIW)*, profesi las terdiri dari *Welding Engineer (WE)*, *WeldingTechnologist (WT)*, *Welding Practitioneer (WP)*, serta *Welder (W)*.

Profesi *Welding Engineer* mempunyai tugas untuk menentukan prosedur pengelasan dan prosedur pengujian. Seorang *Welding Technologist* bertugas untuk menterjemahkan prosedur-prosedur tersebut kepada profesi las yang mempunyai level di bawahnya. Untuk melatih juru las (*Welder*) dibutuhkan seorang *Welding Practitioneer* dan yang melakukan pengelasan adalah *Welder* (juru las). Lingkungan pada waktu pengelasan dilakukan merupakan faktor yang mempengaruhi kualitas las. Pengelasan yang dilaksanakan pada kondisi lingkungan sangat ekstrim, diperlukan prosedur khusus agar kualitas sambungan terjamin dengan baik. Pengelasan kapal yang terpaksa dilakukan di dalam air memerlukan mesin las yang dilengkapi dengan satu unit peralatan yang dapat melindungi elektroda dari sentuhan air. Disamping itu juga dibutuhkan *Welder* yang sesuai dengan pekerjaan tersebut, pengelasan dalam air cukup sulit dilakukan karena adanya tekanan gas pelindung terhadap dinding kapal.

Keselamatan dan kesehatan kerja (K3) juga perlu dipertimbangkan dalam melaksanakan pengelasan. Seorang juru las tidak dapat bekerja dengan baik jika dia tidak menggunakan pakaian dan peralatan keamanan kerja yang pada gilirannya sambungan las yang dihasilkan akan berkualitas tidak baik. Disamping itu jika peralatan K3 kurang memadahi apabila terjadi kecelakaan tidak dapat diantisipasi secara tepat dan cepat.

Sambungan las yang telah dibuat harus diperiksa agar dapat diketahui kualitasnya. Sambungan las harus dibongkar jika terjadi cacat-cacat yang melampaui batas yang dipersyaratkan. Pemeriksaan dilakukan oleh seorang *Welding Inspector (WI)*. Pemeriksaan las menggunakan uji visual, sinar-X, Ultrasonic, serta masih banyak metode lainnya.

#### C.4 Persiapan Material untuk Pengelasan

Dalam melakukan pengelasan, hal yang penting harus dilakukan sebelumnya adalah persiapan-persiapan untuk mendukung kelancaran dan keselamatan dalam pelaksanaan pengelasan tersebut. Mutu dan hasil pengelasan disamping tergantung dari pengerjaan hasil lasnya juga sangat tergantung dari persiapan sebelum pelaksanaan pengelasan. Kelancaran dan efektivitas hasil pengelasan juga ditentukan oleh persiapan pelaksanaan pengelasan, karena itu diperlukan persiapan yang matang, tersedianya peralatan / perlengkapan dan mudah dijangkau perlengkapan disekitar tempat kerja las. Karena itu persiapan pengelasan harus mendapat perhatian dan pengawasan dalam pelaksanaan pengerjaan pengelasan. Persiapan tersebut antara lain terdiri dari :

#### C.4.1 Persiapan secara teoritis

Untuk menghasilkan sambungan las yang baik, maka sebagai pelaksana pengelasan secara teoritis harus sudah diketahui atau dipahami hal-hal sebagai benikut yaitu antara lain:

- Pengertian dasar pengelasan yang baik. Misalnya: Mengetahui berbagai jenis kampuh las dan segala ukurannya, mengetahui cara pengaturan arus pada setiap alur las dan segala akibatnya, dapat memilih elektroda sesusi dengan maksud dan tujuan dari pengelasan.
- Pengertian tentang segi-segi keselamatan kerja sehubungan dengan pelaksanaan pengelasan. Misalnya: segi-segi yang menyangkut keselamatan manusia dan langkah-langkah pencegahan kecelakaan dan hal-hal lain yang perlu untuk menjamin cara pengelasan yang memenuhi syarat-syarat kesehatan. Segisegi keselamatan yang menyangkut manusia disini adalah termasuk resiko pelaksanaan pengelasan yang membahayakan masyarakat umum.
- Pengertian secukupnya cara membaca gambar konstruksi, membuat sketsa, mengukur konstruksi dan sebagainya.
- Pengertian/pengetahuan tentang ilmu bahan. Misalnya: penyambungan yang benar antara dua bahan yang berbeda, mengetahui jenis-jenis elektroda sesusi dengan penggunaannya, pergerakan bahan akibat panas (*up-setting*) dan penghapusan tegangan sisa (*residual stress*)

#### C 4.2 Persiapan secara praktis

Persiapan secara praktis yang dimaksud adalah persiapan-persiapan yang harus dilakukan sebelum pelaksanaan / praktik las dilakukan. Persiapan praktis ini antara lain adalah persiapan peralatan, yang meliputi alat-alat baku (utama), alat-alat keselamatan dan alat-alat bantu (tidak pokok).

- Alat-alat baku, misalnya: Mesin las (transformer dan generator), tangkai / pemegang elektroda, penjepit benda kerja, kabel las dan elektroda las.
- Alat-alat keselamatan/perlengkapan kerja personal, misalnya: topeng las dengan kaca hitam nomor 10 - 12, sarung tangan las, pelindung dada / apron dari kulit, katel pak dengan leher yang dapat ditutup, tempat elektroda, palu, palu terak, sikat baja, kapur las, waterpas, sikat baja, tang las.
- Alat-alat keselamatan umum, seperti blower (untuk menghisap asap las), alat pemadam kebakaran, tabir air (water screen), lampu sorot, alat pelindung nyala dan lain-lain.
- Alat-alat bantu lainnya, seperti gerinda listrik dan sumber listriknya, botol oksigen, botol acetylene, dongkrak pipa, tang pengukur arus, pengatur arus dan lain-lainnya.

Semua peralatan yang dipersiapkan tersebut di atas harus diperiksa terlebih dahulu dengan teliti dan hati-hati, sehingga kita sudah merasa yakin bahwa semua peralatan dalam kondisi sebaik-baiknya dan siap untuk digunakan. Seperti pemeriksaan kabel-kabel las listrik dan sambungan-sambungan kabel las. Kabel las tidak boleh bocor, karena kabel yang bocor bila menempel pada logam dapat menimbulkan loncatan busur listrik. Loncatan busur listrik ditempat yang tidak bergeser akan mencairkan metal ditempat loncatan busur listrik tersebut berada dan lama-kelamaan dapat menembus metal tersebut. Begitu juga sambungan-sambungan kabel las harus dalam kondisi sebaik-baiknya sehingga tidak menimbulkan kebocoran busur listrik yang membahayakan.

Persiapan selanjutnya berupa pembersihan tempat kerja, pengaturan peralatan-peralatan sedemikian rupa sehingga memudahkan pelaksanaan pengelasan. Tidak kalah pentingnya adalah pemeriksaan daerah tempat bekerja. Apakah daerah tempat bekerja benar-benar sudah aman dari berbagai

kemungkinan terjadinya kecelakaan akibat pelaksanaan pengelasan seperti bahaya kebakaran misalnya, harus benar-benar diperhatikan juga oleh pihak instruktor/pengawas maupun pelaksana pengelasan. Setelah semua persiapan tersebut di atas siap untuk dilaksanakan, kampuh las dibersihkan dari berbagai jenis kotoran, seperti karat, cat, air, garam dan lain-lain, sebab kampuh yang kotor menyebabkan pengelasan tidak sempurna, bahan yang dilas tidak dapat menyatu dengan baik.

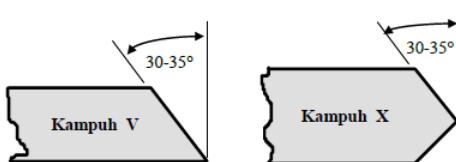
#### C 4.3 Persiapan Kampuh Las

Pembuatan persiapan las dapat di lakukan dengan beberapa teknik, tergantung bentuk sambungan dan kampuh las yang akan dikerjakan. Teknik yang biasa dilakukan dalam membuat persiapan las, khususnya untuk sambungan tumpul dilakukan dengan mesin atau alat pemotong oksi asetilen (brander potong). Mesin pemotong oksi asetilen lurus (*Straight Cutting Machine*) dipakai untuk pemotongan pelat, terutama untuk kampuh-kampuh las yang di bevel, seperti kampuh V atau X, sedang untuk membuat persiapan pada pipa dapat dipakai Mesin pemotong oksi asetilen lingkaran ( brander potong). Namun untuk keperluan sambungan sudut yang tidak memerlukan kampuh las dapat digunakan mesin potong pelat (guletin) berkemampuan besar, seperti *Hidrolic Shearing Machine*.

Adapun pada sambungan tumpul perlu persiapan yang lebih teliti, karena tiap kampuh las mempunyai ketentuan-ketentuan tersendiri, kecuali kampuh I yang tidak memerlukan persiapan kampuh las, sehingga cukup dipotong lurus saja.

- Kampuh - V dan X ( Single Vee and Double Vee )

Untuk membuat kampuh - V dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut. Potong sisi pelat dengan sudut ( *bevel* ) antara  $30^\circ$  –  $35^\circ$  dengan menggunakan pemotong oksiasetilen lurus (*Straight Cutting Machine*).

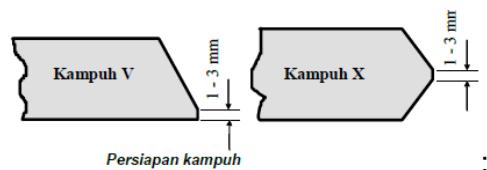


Gambar 6.6 Kampuh V dan X

Buat "root face" selebar 1 - 2 mm secara merata dengan menggunakan mesin gerinda dan atau kikir rata. Kesamaan tebal / lebar permukaan "root face" akan menentukan hasil penetrasi pada akar ( root )

- Kampuh U dan J.

Pembuatan kampuh U dan J dapat dilakukan dengan dua cara



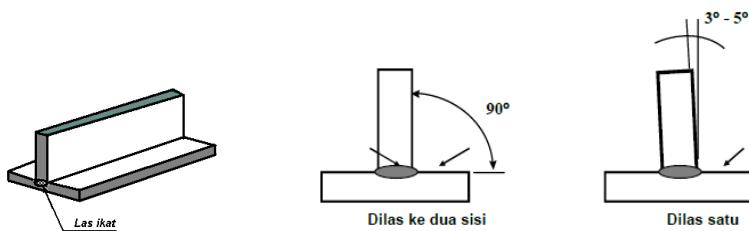
Gambar 6.7 Kampuh U dan J

Melanjutkan pembuatan kampuh V (*Single Vee*) dengan mesin gerinda sehingga menjadi kampuh U atau J.

Dibuat dengan menggunakan teknik "las potong/gas gouging", kemudian dilanjutkan dengan gerinda dan atau kikir.

Setelah dilakukan persiapan kampuh las, baru dirakit (dilas ikat) sesuai dengan bentuk sambungan yang dikerjakan. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan las ikat (*tack weld*) adalah sebagai berikut :Pada sambungan sudut cukup di las ikat pada kedua ujung sepanjang penampang sambungan atau dengan jarak tiap 150mm.

Bila dilakukan pengelasan sambungan sudut ( T ) pada kedua sisi, maka konstruksi sambungan harus  $90^{\circ}$  terhadap bidang datarnya. Bila hanya satu sisi saja, maka sudut perakitannya adalah  $3^{\circ} - 5^{\circ}$  menjauhi sisi tegak sambungan, yakni untuk mengantisipasi tegangan penyusutan / distorsi setelah pengelasan.



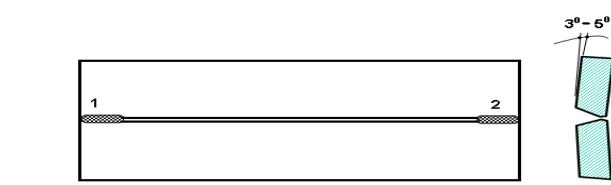
Gambar 6.8 pengelasan sambungan sudut ( T )

Pada sambungan tumpul kampuh V, X, U atau J perlu dilas ikat pada beberapa tempat, tergantung panjang benda kerja. Untuk panjang benda kerja yang standar untuk uji profesi las (300 mm) dilakukan dua las ikat, yaitu kedua ujung dengan panjang las catat antara 15 - 20 mm.

#### C.4.4 Bentuk Sambungan Las

Disaat pembuatan produk-produk pengelasan, penting untuk merencanakan material pengelasan dan sambungan-sambungan las secara hati-hati agar hasilnya sesuai dengan yang diharapkan, menampilkan fungsi-fungsi model perencanaan. Disaat merancang sebuah sambungan las, tentukan rencana-rencana tersebut didalam format gambar.

Retak-retak pada struktur las disebabkan karena material, prosedur pengelasan dan rencana yang kurang baik, dsb. Dari penyebabpenyebab tersebut, rencana yang kurang baik menyebabkan hamper 50% keretakan. Perencanaan yang kurang baik yang menyebabkan retak, dapat disebabkan perhitungan kekuatan yang salah (perhitungan penentuan muatan dan tegangan), dan rencana struktur yang tidak tepat (jenis sambungan yang tidak tepat, garis bentuk yang terputus, dan material yang tidak tepat), dsb. Berikut ini adalah hal-hal yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan dan yang harus diperhatikan ketika merancang sambungan

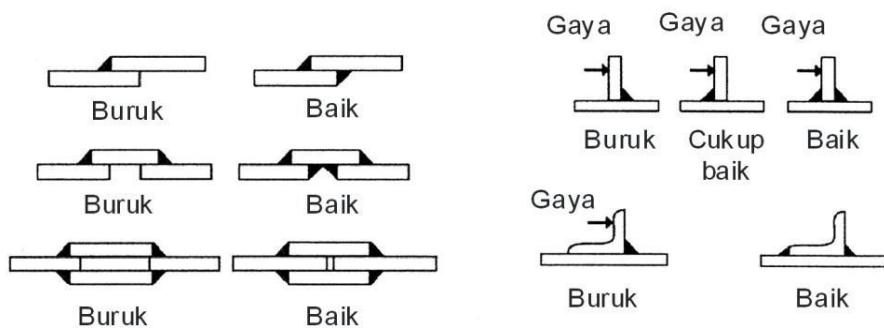


Gambar 6.9 Posisi plat sambungan rata

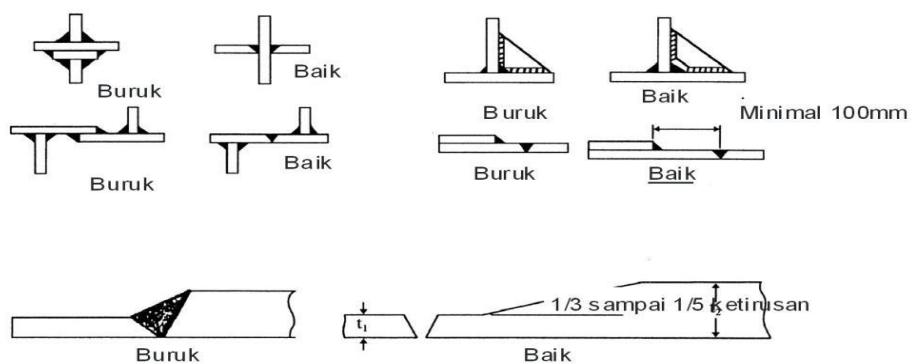
Yang harus diperhatikan ketika merancang/mendisain sambungan las:

- Agar diantisipasi bahwa tegangan sisa dapat mempercepat retak rapuh, pilihlah material yang memiliki sifat mampu las dan kekuatan takik yang baik, gunakan disain yang mudah untuk dilas dan lakukan pengurangan tegangan

- Untuk menghasilkan sambungan dengan deformasi kecil dan tegangan sisa minimum, kurangi jumlah titik las dan jumlah endapan las
- Minimalkan bending momen pada tiap-tiap daerah las
- Hindari disain sambungan las dimana terjadi konsentrasi garis las, berdekatan satu sama lain atau berpotongan satu sama lain
- Untuk mencegah konsentrasi tegangan, hindari struktur yang terpotong/terputus, perubahan tajam pada bentuk-bentuk tertentu, dan takik-takik
- Pilihlah metode pemeriksaan dan kriteria cacat las yang dapat diterima, karena cacat las menyebabkan konsentrasi tegangan



Gambar 6.10 Sambungan las yang baik atau buruk berdasarkan bending momen

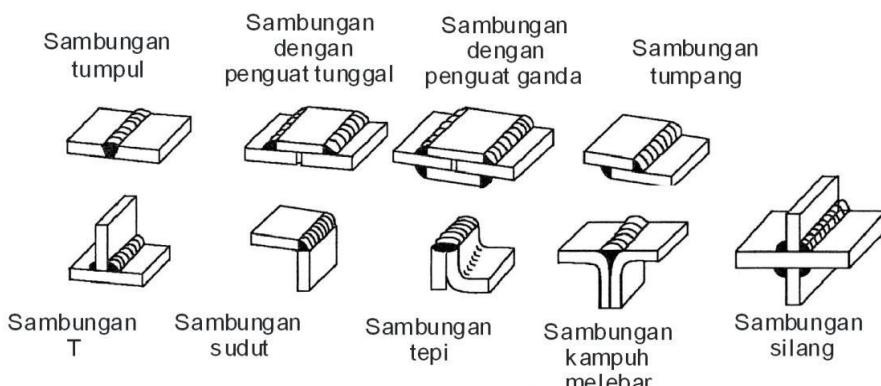


Gambar 6.11 Sambungan las tumpul antara dua logam yang berbeda ketebalan

#### C.4.5 Sambungan Las

Pembuatan struktur las meliputi proses pemotongan material sesuai ukuran, melengkungkannya, dan menyambungnya satu sama lain.

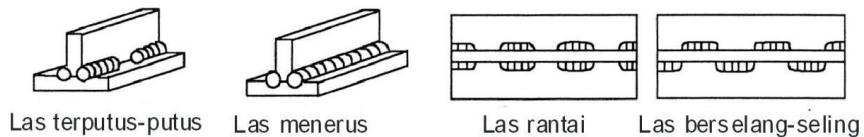
Tiap-tiap daerah yang disambung disebut "**sambungan**". Terdapat beberapa variasi sambungan las sebagai pilihan berdasarkan ketebalan dan kualitas material, metode pengelasan, bentuk struktur dsb. Berdasarkan bentuknya, sambungan las diklasifikasikan antara lain sambungan tumpul, sambungan dengan penguat tunggal, sambungan dengan penguat ganda, sambungan tumpang, sambungan T, sambungan sudut, sambungan tepi, sambungan kampuh melebar dan sambungan bentuk silang. Sambungan-sambungan kampuh las dapat juga diklasifikasikan berdasarkan metode pengelasan, antara lain las tumpul, las sudut, las tepi, las lubang, dan lain-lain.



Gambar 6.12 Type type Sambungan las

#### C.4.6 Macam-macam las

Pengelasan sudut digunakan untuk mengelas sudut dari sambungan T atau sambungan tumpang. Las sudut pada sambungan T membutuhkan persiapan kampuh alur tunggal atau alur ganda jika diperlukan penetrasi yang lengkap. Las sudut dapat diklasifikasikan menurut bentuk las, antara lain las terputus-putus, las menerus, las rantai dan las berselang-seling



Gambar 6.13 Macam-macam las sudut

### C.5 Pemilihan Elektroda

Pada dasarnya bila ditinjau dari logam yang dilas kawat elektroda dibedakan menjadi lima, yaitu : baja lunak, baja karbon tinggi, baja paduan, besi tuang dan logam *non ferro*. Karena *filler metal* harus mempunyai kesamaan sifat dengan logam induk, maka sekaligus ini berarti bahwa tiada elektroda yang dapat dipakai untuk semua jenis dari pengelasan. Elektroda terbungkus sudah banyak yang distandardkan penggunaannya, standarisasi elektroda berdasarkan JIS didasarkan pada jenis fluks, posisi pengelasan dan arus las.

Tabel 6.1. Spesifikasi Arus Menurut Tipe Elektroda dan Diameter dari Elektroda (Soetardjo, 1997).

Diameter		Tipe elektroda dan amper yang digunakan					
Mm	Inch	E 6010	E 6014	E 7018	E 7024	E 7027	E 7028
2,5	3/32	-	80-125	70-100	70-145	-	-
3,2	1/8	80-120	110-160	115-165	140-190	125-185	140-190
4	3/32	120-160	150-210	150-220	180-250	160-240	180-250
5	3/16	150-200	200-275	200-275	230-305	210-300	230-250
5,5	7/32	-	260-340	360-430	275-375	250-350	275-365
6,3	1/4	-	330-415	315-400	335-430	300-420	335-430
8	5/16	-	90-500	375-470	-	-	-

Elektroda bersalutan adalah jenis elektroda yang dipakai pada proses las busur manual, terdiri dari kawat inti dan dilapisi selaput/ salutan atau fluksi. Adapun jenis kawat inti dan salutan tersebut dijadikan faktor pembeda antara satu dengan yang lainnya pada klasifikasi elektroda. Adanya klasifikasi elektroda diperlukan karena keberagaman jenis bahan dan bentuk konstruksi yang digunakan dalam manufaktur , sehingga dengan demikian, klasifikasi elektroda akan memudahkan dalam pemilihan dan penggunaan elektroda tersebut. Klasifikasi elektroda las busur manual ini mengacu pada *American Welding Society (AWS) Specification*, yakni Spesifikasi A5.1 untuk *mild steel*

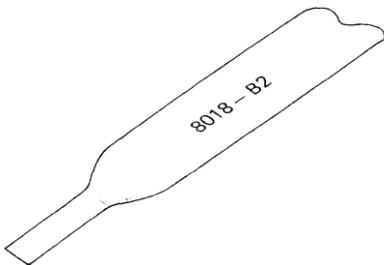
dan A5.5 untuk *low-alloy steel* yang secara umum penamaan atau kode serta penggunaannya

E 8018-B2,      E = elektroda.,      80 = kekuatan tarik minimum = 80.000 psi

1 = elektroda dapat dipakai untuk semua posisi

8 = tipe salutan adalah basic dan arus AC atau DCRP.

B2 = bahan paduan adalah 1,25 Cr, 0,5 Mo.



Gambar :6.14 Penulisan Kode Elektroda

Banyak hal yang dijadikan dasar dalam menentukan tipe elektroda yang akan digunakan pada suatu pengelasan. Namun secara umum penetapan penggunaan elektroda didasarkan atas hal-hal berikut ini :

- Bentuk/jenis pekerjaan yang akan dibuat, yaitu : desain, jenis bahan, tebal bahan.
- Tipe mesin las yang akan dipakai.
- Karakteristik pengelasan, antara lain :
  - ❖ banyaknya pengisian
  - ❖ kekuatan
  - ❖ kedalaman penetrasi
  - ❖ kemudahan penyalaan
  - ❖ level percikan
  - ❖ volume terak dan kemudahan dalam membersihkannya
  - ❖ emisi asap

Disamping hal-hal yang tersebut di atas, seorang teknisi las juga perlu memahami dan mengenali fisik elektroda secara baik, baik ukuran panjang, diameter serta warna tiap-tiap jenis elektroda, agar tidak terjadi kesalahan dalam penggunaannya

Tabel 6.2 berikut dapat membantu dalam menentukan dan menetapkan jenis elektroda yang akan digunakan dalam pengelasan :

Karakteristik/ Spesifikasi	Tipe Elektroda											
	E 6010	E 6011	E 6012	E 6013	E 7014	E 7016	E 7018	E 7020	E 7024	E 7027	E 7028	

**Bentuk  
Sambungan:**

Samb. Tumpul-flat	4	5	5	7	8	7	8	9	9	10	10
Samb. Tumpul-	8	8	7	10	8	7	8	0	0	0	0

segala posisi

Fillet-flat, horizontal	2	3	8	7	8	5	8	8	10	9	9
----------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	----	---	---

Fillet-segala posisi	6	6	9	10	8	7	8	0	0	0	0
----------------------	---	---	---	----	---	---	---	---	---	---	---

Bahan :

Tipis ( $\leq 6\text{mm}$ )	4	5	9	9	9	2	2	0	7	0	0
-----------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Pelat tebal	6	6	5	7	8	10	10	8	7	8	9
-------------	---	---	---	---	---	----	----	---	---	---	---

Baja sulfur tinggi	0	0	5	3	3	10	10	0	5	0	9
--------------------	---	---	---	---	---	----	----	---	---	---	---

Penggunaan :

Tingkat pengisian	4	4	5	5	6	4	6	6	10	9	9
-------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	----	---	---

Kedalaman penetrasi	10	9	7	5	6	7	7	9	4	8	7
------------------------	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Kehalusan rigi las	6	6	8	9	9	7	9	6	10	10	10
--------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----

Sedikit percikan	1	2	7	8	9	6	8	6	10	10	9
------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	---

Kemudahan melepas terak	7	7	7	8	8	4	7	9	9	9	8
----------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Kualitas :

Tingkat suara	6	6	4	5	7	10	10	9	7	9	10
---------------	---	---	---	---	---	----	----	---	---	---	----

Kekenyalan	6	7	5	6	7	10	10	9	5	10	10
------------	---	---	---	---	---	----	----	---	---	----	----

Alot pada temperatur rendah	8	8	4	5	8	10	10	9	6	9	9
--------------------------------	---	---	---	---	---	----	----	---	---	---	---

Angka 0 = tidak direkomendasikan – 10 = paling sesuai

## C.6 Pergerakan Elektroda

Cara pergerakan elektroda ada banyak sekali, tetapi tujuannya adalah sama yaitu mendapatkan deposit logam las dengan permukaan yang rata dan halus dan menghindari terjadinya takikan dan percampuran terak .Pada penelitian ini diambil 3 bentuk gerakan elektroda dari beberapa bentuk gerakan yang ada, diantaranya :



Gambar 6.15. Bentuk gerakan elektroda (*Sumber : Wiryosumarto, 2004, hal : 222*)

Gambar a). Gerakan Elektroda Pola Melingkar , Gambar b), Gerakan Elektroda Pola Zig-Zag,b, Gambar c) Gerakan Elektroda Pola C,

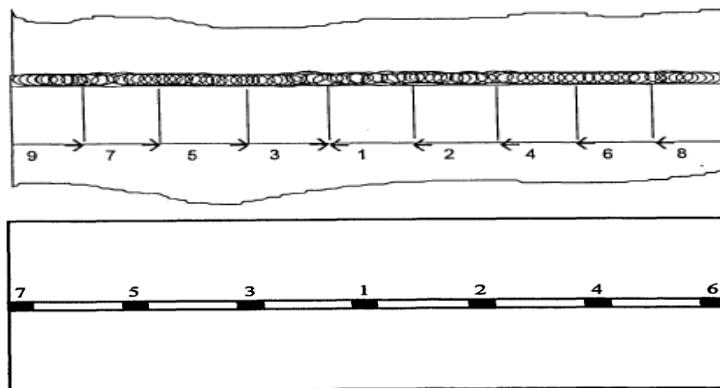
Gerakan Elektroda memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai kekerasan pada daerah pengaruh panas(HAZ), dimana gerakan elektroda pola C memberikan nilai kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan gerakan elektroda Zig-zag dan melingkar

## C.7 Tehnik Menghindari Distorsi Sewaktu Pengelasan

- Pengelasan selang seling.

Apabila pengelasan secara terus menerus dari salah satu ujung ke ujung yang lain maka konstraksi akan terus bertambah selama proses pengelasan dan inilah salah satu penyebab perubahan bentuk. Ini dapat diatasi dengan tehnik pengelasan secara selang-seling dengan arah pengelasan yang berlawanan. Las catat adalah pengelasan dengan jumlah sedikit merupakan titik-titik saja yang akan berfungsi seperti klem. Jumlah dan ukuran dari titik-titik pengelasan yang diperlukan untuk mempertahankan kelurusinan adalah sangat tergantung pada jenis dan tebal bahan. Tehnik pengelasan catat yang benar akan mempertahankan bahan sewaktu pengelasan.

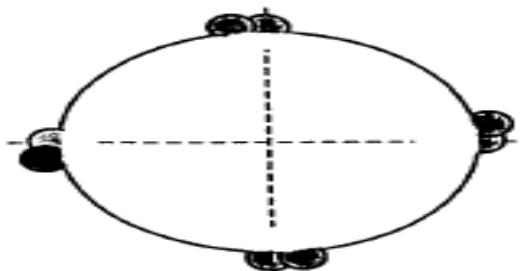
Langkah pengelasan catat dapat perhatikan pada gambar berikut, yakni berselang-seling.



Gambar 6.16. Las titik titik sebagai klem waktu mengelas

➤ Pengelasan Seimbang

Pengelasan seimbang ini adalah suatu proses pengelasan untuk menyeimbangkan panas ke bidang pengelasan. Metode ini sering digunakan untuk memperbaiki kebulatan atau kelurusan poros dan setiap jalur pengelasan dilakukan berseberangan. Ini bertujuan untuk mempertahankan keseimbangan kontraksi dan mengurangi perubahan bentuk. Urutan pengelasan perhatikan gambar berikut:



Gambar 6.17. las titik pada keempat arah seimbang

Prinsip yang sama juga dapat digunakan pada pengelasan kampuh V atau U ganda. Pengelasan dilakukan dengan sisi atau permukaan yang berlawanan. Kontraksi akan terjadi sama pada kedua belah permukaan. Untuk langkah pengelasan dapat diperhatikan gambar berikut.



Gambar 6.18. Bertahap dengan berlapis lapis

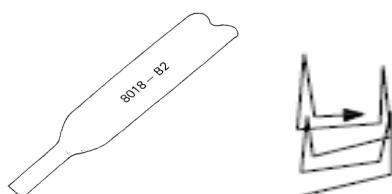
#### D Aktivitas Pembelajaran:

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok)

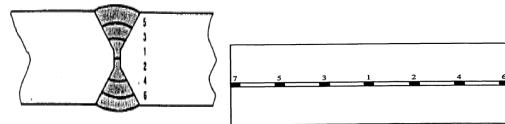
Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat dikelompok Saudara untuk mengidentifikasi hal-hal berikut :

1. Apa saja hal yang harus Anda persiapkan sebelum mempelajari materi Merancang Perakitan Dan Pengelasan Konstruksi baja ?.
2. Bagaimana cara Anda untuk mempelajari materi pengelasan ini ? Jelaskan !
3. Apa topik yang Anda pelajari dalam materi pembelajaran ini ? Sebutkan !
4. Kompetensi apa yang harus Anda capai sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini ? Jelaskan
5. Apa bukti yang harus Anda kerjakan sebagai guru kejuruan bahwa Anda telah mencapai kompetensi yang ditargetkan ? Jelaskan !

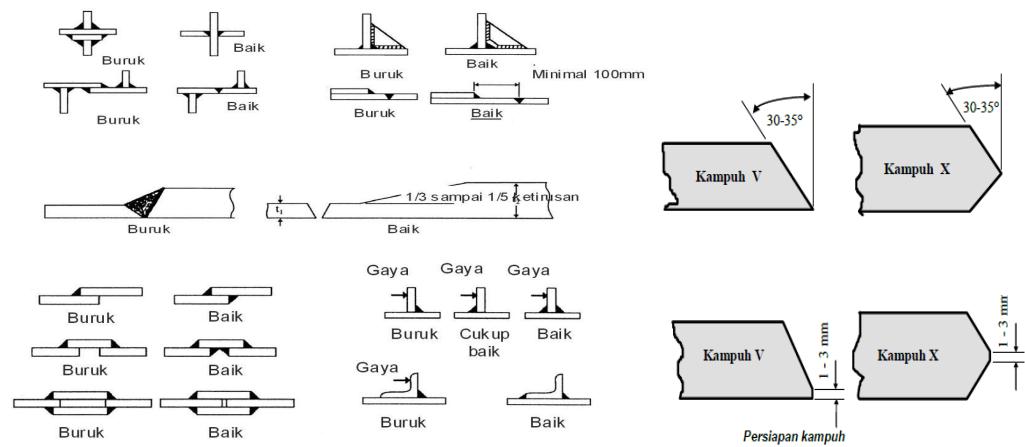
Jawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan LK-60. Jika saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka saudara bisa melanjutkan pembelajaran dengan mengamati gambar berikut ini.



Gambar. 1



Gambar. 2



Gambar. 3

### Aktivitas 1. Persiapan untuk pekerjaan pabrikasi konstruksi baja

Persiapan untuk melakukan pekerjaan pabrikasi konstruksi baja menyangkut 2 hal utama yaitu pemilihan bahan kawat las dan tenaga kerja yang melakukan pengelasan. Selanjutnya selesaikan LK-61 dengan mengikuti panduan pertanyaan berikut.

1. Jelaskan apa hubungan jenis kawat las dengan mutu baja yang akan dirakit ? Tuliskan !
2. Bagaimana caranya memilih kawat las yang baik ? Tuliskan !
3. Apa pengaruh keahlian tukang las dengan mutu pengelasan.?Jelaskan !
4. Mengapa gerakan pengelasan berpengaruh kepada mutu pengelasan ?

Jawaban Anda dapat dituliskan pada kertas polio dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan. Anda dapat membaca bahan bacaan uraian materi diatas sebagai referensi.

### Aktivitas 2. Teknik melakukan pengelasan yang baik

Cara melaksanakan pengelasan sangat mempengaruhi hasil pengelasan yang baik dan mencapai bentuk dan kekuatan yang iinginkan. Selanjutnya selesaikan LK-62 dengan mengikuti panduan pertanyaan berikut.

1. Bagaimana caranya melakukan pengelasan yang lebih baik untuk tebal las yang tidak dapat dilakukan sekali jalan ? Tuliskan !

2. Pengelasan yang panjang akan mengakibatkan deformasi yang dapat mempengaruhi bentuk, diatas dengan berbagai metode ? jelaskan !
3. Untuk apa dilakukan pembentukan kampuh las ? Jelaskan !

Hasil diskusi saudara dapat dituliskan pada kertas polio dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan. Anda dapat membaca bahan bacaan uraian materi diatas.

## E Latihan

Lakukan pembacaan langkah-langkah pembelajaran sebagaimana dijelaskan di atas. Diskusikanlah secara berkelompok topik-topik yang berkaitan dengan peraturan tentang pemilihan jenis las dan melakukan las dengan sudut datar vertical dan miring serta diatas kepala untuk pengelasan komponen konstruksi baja. Kemudian presentasi kan di depan sekolah, sehingga ditanggapi oleh teman-teman Anda (buat kelompok dalam anggota terbatas). Lakukan latihan langsung penulisan ulang materi yang ada pada pembelajaran diatas

### Tes Formatif

1. Terangkan pengertian kode yang tercantum pada sebuah kawat las.
2. Bagaimana pemilihan jenis kawat las yang digunakan apabila arah pengelasan berubah ubah kesegala arah ?
3. Apa hubungan Daya arus yang dibutuhkan dengan diameter las ?
4. Mengapa pengelasan pendahuluan dilakukan dengan titik titik las pada pengelasan memanjang ?

## F Rangkuman

1. Melakukan pemilihan jenis kawat las yang baik untuk digunakan adalah bahwa : Pada dasarnya bila ditinjau dari logam yang dilas kawat elektroda dibedakan menjadi lima, yaitu : baja lunak, baja karbon tinggi, baja paduan, besi tuang dan logam non ferro. Karena filler metal harus mempunyai kesamaan sifat dengan logam induk, maka sekaligus ini

berarti bahwa tiada elektroda yang dapat dipakai untuk semua jenis dari pengelasan

2. Pergerakan atau ayunan elektroda las juga dapat mempengaruhi karakteristik hasil lasan, pada sisi lain bentuk gerakan elektroda untuk pengelasan sering menjadi pilihan pribadi dari tukang las itu sendiri tanpa memperhatikan kekuatan lasnya.Untuk mengetahui bentuk gerakan elektroda yang menghasilkan sifat mekanik yang paling baik,. Salah satu sifat mekanik yang paling penting dalam pengelasan adalah sifat kekerasan (hardness). bagaimana pengaruh posisi pengelasan dan gerakan elektroda terhadap sifat kekerasan baja karbon rendah (JIS Gerakan Elektroda memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai kekerasan pada daerah pengaruh panas(HAZ), dimana gerakan elektroda pola C memberikan nilai kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan dengan gerakan elektroda Zig-zag dan melingkar
3. Apabila pengelasan secara terus menerus dari salah satu ujung ke ujung yang lain maka konstraksi akan terus bertambah selama proses pengelasan dan inilah salah satu penyebab perubahan bentuk. Ini dapat diatasi dengan teknik pengelasan secara selang-seling dengan arah pengelasan yang berlawanan. Las titik titik sebagai klem waktu mengelas
4. Disaat pembuatan produk-produk pengelasan, penting untuk merencanakan material pengelasan dan sambungan-sambungan las secara hati-hati agar hasilnya sesuai dengan yang diharapkan, menampilkan fungsi-fungsi model perencanaan. Disaat merancang sebuah sambungan las, tentukan rencana-rencana tersebut didalam format gambar

## G Umpulan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah Anda selesai mempelajari modul ini, saudara membentuk kelompok-kelompok kecil dalam kelas, lalu diskusikan berbagai hal yang ada dalam

materinya. Setelah itu setiap juru bicara kelompok menyajikan hasil diskusi kelompoknya untuk diberikan tanggapan balik oleh anggota kelompok lainnya.

Anda secara individu atau kelompok harus menulis resume pembelajaran ini dan hasil latihan langsung di Perbengkelan, yang diserahkan pada waktu penutupan diklat ini.

#### **LEMBAR KERJA KP-6**

##### **LK-60**

1. Apa saja hal yang harus Anda persiapkan sebelum mempelajari materi Merancang Perakitan Dan Pengelasan Konstruksi baja ?.

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

2. Bagaimana cara Anda untuk mempelajari materi pengelasan ini ? Jelaskan !

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

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

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

4. Kompetensi apa yang harus Anda capai sebagai guru kejuruan dalam mempelajarai materi pembelajaran ini ? Jelaskan

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

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

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

##### **LK-61**

1. Jelaskan apa hubungan jenis kawat las dengan mutu baja yang akan dirakit ? Tuliskan !

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

2. Bagaimana caranya memilih kawat las yang baik ? Tuliskan !

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

3. Apa pengaruh keahlian tukang las dengan mutu pengelasan.?Jelaskan !

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

4. Mengapa gerakan pengelasan berpengaruh kepada mutu pengelasan ?

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

#### LK-62

1. Bagaimana caranya melakukan pengelasan yang lebih baik untuk tebal las yang tidak dapat dilakukan sekali jalan ? Tuliskan !

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

2. Pengelasan yang panjang akan mengakibatkan deformasi yang dapat mempengaruhi bentuk, diatasi dengan berbagai metode ? jelaskan !

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

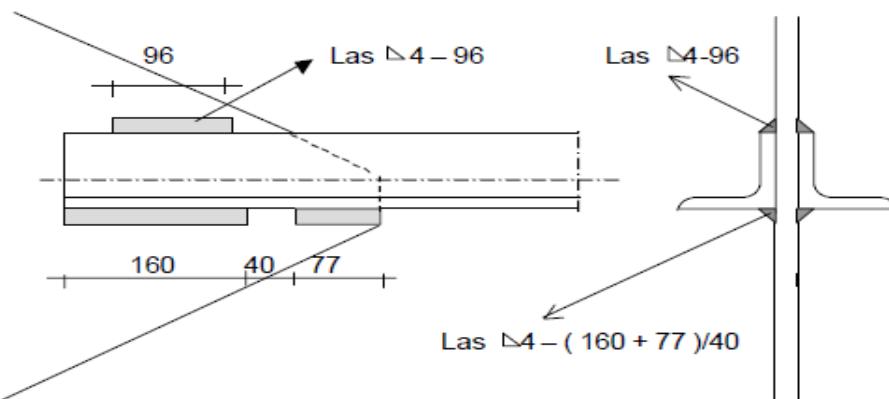
3. Untuk apa dilakukan pembentukan kampuh las ? Jelaskan !

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

## LK-62.P

### TUGAS PRAKTEK

Lakukan pengelasan di per Bengkelan dan gambarkan sebuah sambungan baja profil siku kepada bukul penyambung dengan tebal las sudut = 4 mm, pada sisi baja siku dilakukan dengan las panjang 160 mm, selang 40 mm, panjang 77 mm dan pada sisi ujung baja siku panjang 96 mm.



Keterangan :

$\text{Las } \triangle 4 - 96$  = Las sudut dengan tebal 4 mm panjang 96 mm.  
 $\text{Las } \triangle 4 - (160 + 77)/40$  = Las sudut dengan tebal 4 mm panjang dipecah 2 bagian masing-masing 160 mm dan 77 mm berjarak 40 mm.

### Peralatan

1. Mesin las busur listrik , Cemont SV333.
2. Elektroda terbungkus.
1. Mesin potong dan gerinda
2. Mesin Frais.
3. Mesin uji impact menggunakan tipe Timus Tolsen Willow Grove,PA, USA.
4. Mesin pemoles, untuk memudahkan proses pemolesan.
5. Kertas gosok *water proof*, digunakan untuk menghaluskan spesimen dengan tingkat kekasaran dari kertas gosok mulai 180 sampai dengan 2000.

Dengan menyelesaikan LK-62 Anda telah memahami pengelasan Untuk keperluan pengelasan, Anda dapat mengikuti petunjuk yang disajikan sebagai berikut:

1. Sediakan gambar secara lengkap
2. Sediakan peralatan secara lengkap
3. Sediakan bahan secara lengkap
4. Sediakan bahan las yang telah dipilih secara lengkap
5. Lakukan pemotongan bahan sesuai gambar
6. Lakukan penyusunan bagian bagian yang akan di las
7. Lakukan pengelasan titik titik pada bagian yang akan di las
8. Lakukan pengelasan sepenuhnya pada bagian yang di las
9. Lakukan pembersihan bagian yang di las

## **KEGIATAN PEMBELAJARAN. 7**

### **Merencanakan Pekerjaan Pemeriksaan Bangunan Baja**

#### **A Tujuan**

Dengan mempelajari modul ini secara teori dan praktik, peserta diklat diharapkan mampu membuat rencana pemeriksaan bangunan baja untuk pemeliharaan yang dibutuhkan pada struktur konstruksi baja. Dalam modul ini peserta diklat diberi pembelajaran melakukan pemeriksaan komponen konstruksi baja, yang terdiri dari tiga kegiatan pembelajaran sebagai berikut :

1. Menjelaskan pengaruh korosi pada struktur bangunan konstruksi baja.
2. Menjelaskan langkah-langkah dan mempersiapkan pemeriksaan kerusakan bangunan konstruksi baja.
3. Menjelaskan dan melaksanakan pemeriksaan bangunan konstruksi baja

#### **B Indikator Pencapaian Kompetensi**

Indikator pencapaian kompetensi pada pembelajaran ini adalah peserta Diklat dapat memahami pekerjaan pemeriksaan kerusakan pada struktur baja dan melakukan pemeliharaan pada bangunan dan membuat laporan.

1. Dapat menjelaskan pengaruh korosi pada struktur bangunan konstruksi baja.
2. Dapat menjelaskan langkah-langkah dan mempersiapkan pemeriksaan kerusakan bangunan konstruksi baja.
3. Dapat menjelaskan dan melaksanakan pemeriksaan bangunan konstruksi baja

#### **C Uraian Materi**

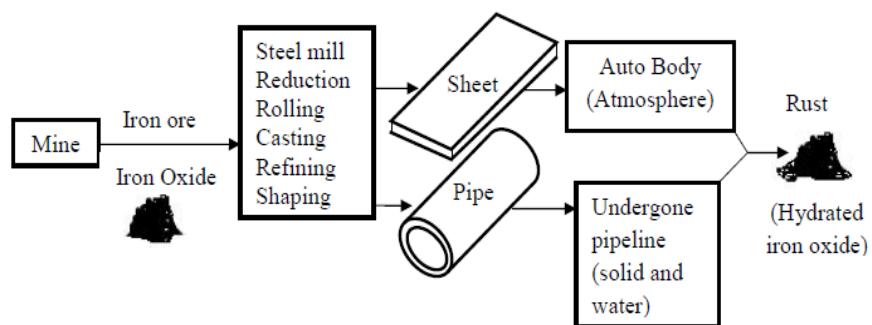
##### **C.1 Korosi**

Korosi atau disebut karat adalah hal yang sangat utama dalam permasalahan perawatan baja. Korosi berasal dari bahasa latin “Corrodere”

yang artinya perusakan logam atau berkarat. Definisi korosi adalah proses degradasi/deteorisasi/perusakan material yang terjadi disebabkan oleh lingkungan sekelilingnya. Yang dimaksud dengan lingkungannya dapat berupa udara dengan sinar matahari, embun, air tawar, air laut, air danau, air sungai dan tanah yang berupa tanah pertanian, tanah rawa, tanah kapur dan tanah berpasir/berbatu-batu.. Studi dari korosi adalah sejenis usaha pengendalian kerusakan supaya serangannya serendah mungkin dan dapat melampaui nilai ekonomisnya, atau jangan ada logam jadi rongsokan sebelum waktunya. Caranya adalah dengan pengendalian secara preventif supaya menghambat serangan korosi. Cara ini lebih baik daripada memperbaiki secara represif yang biayanya akan jauh lebih besar

#### C.1.1 Korosi Celah

Korosi lokal sering terjadi di dalam celah-celah dan daerah yang tertutup pada permukaan logam yang terkena korosi. Jenis korosi ini biasanya disebabkan oleh lubang yang kecil, dan celah-celah di bawah kepala baut dan paku keling. Gambar 7.2



Gambar 7.1 Proses pengkorosian logam

Korosi dapat berjalan secara cepat ataupun lambat tergantung dari material bahan, lingkungan, temperatur dan lain sebagainya. Dalam dunia teknik, material korosi yang sering disinggung adalah korosi pada logam. Ilustrasi dari proses pengkorosian pada material logam dapat dilihat pada Gambar 7.1 dimana besi yang dibentuk sesuai kegunaannya dapat terkorosi akibat lingkungan yang dihadapi pada aplikasinya

Dua buah bayonet yang terbuat dari baja karbon 0.45% dalam keadaan putih (tanpa lapis lindung) digantungkan dalam gelas penyungkup yang di bawahnya diberi pengering silicagel, maka setelah beberapa minggu kita amati ternyata masih tetap tidak ada perubahan. Tetapi bayonet lain yang terbuat dari bahan dan kondisi yang sama digantung di bawah atap yang dapat pengaruh langsung dari udara luar tapi tidak kena sinar matahari dan hujan, maka dalam hari ketiga sudah mulai ada lapisan yang berwarna coklat karena terjadi lapisan karat. Contoh lain yaitu pabrik minyak kelapa di Ambon yang menurut perancangnya dari Jepang akan tahan lebih dari 20 tahun, tetapi ternyata tangki-tangkinya sudah mulai berkarat pada tahun kedua karena air pendingin dan pencuci dicemari air laut pada saat pasang

Jadi pengendalian korosi harus dimulai dari perancangan, pengumpulan data lingkungan, proses, peralatan yang dipakai bahan baku dan cara pemeliharaan yang akan dilaksanakan



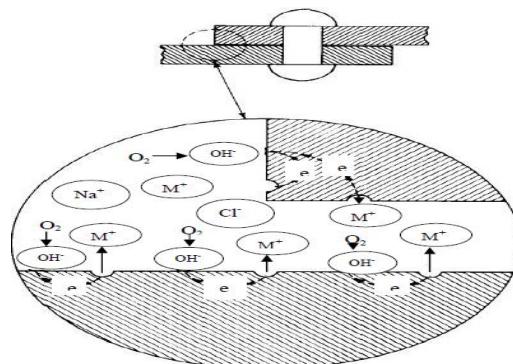
Gambar 7.2 *Crevice corrosion* pada baut

Karat celah sebenarnya adalah sel korosi yang diakibatkan oleh perbedaan konsentrasi zat asam. Akan halnya karat celah, proses pengkaratannya dapat dijelaskan sebagai berikut: Karena celah sempit terisi dengan elektrolit (air yang pH-nya rendah) maka terjadilah suatu sel korosi dengan katoda-nya permukaan sebelah luar celah yang basah dengan air yang banyak mengandung zat asam daripada bagian dalam celah yang sedikit mengandung zat asam sehingga bersifat anodik. Akibatnya terjadi kehilangan metal pada bagian yang di dalam celah. Proses pengkaratan ini berlangsung cukup lama karena cairan elektrolit di dalam celah cenderung lama mengeringnya walaupun bagian luar celah telah lama mongering. Untuk menggambarkan dasar pembentukan korosi celah,

celupkan dua buah plat logam M yang dipaku dicelupkan di dalam air laut (pH 7) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.3. Reaksi tersebut mengakibatkan logam M menjadi terkikis dan reduksi oksigen menjadi ion hidroksida

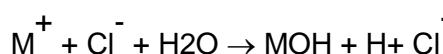


Awalnya reaksi ini terjadi merata di atas seluruh permukaan, termasuk bagian dalam celah. Setiap elektron yang dihasilkan selama pembentukan ion logam akan bereaksi dengan oksigen. Setelah waktu yang singkat, oksigen dalam celah habis karena konveksi dibatasi, sehingga reduksi oksigen berhenti di daerah celah. Hal ini, dengan sendirinya tidak menyebabkan perubahan yang berarti di dalam celah akibat korosi. Oleh karena itu laju korosi di dalam dan di luar celah tetap sama



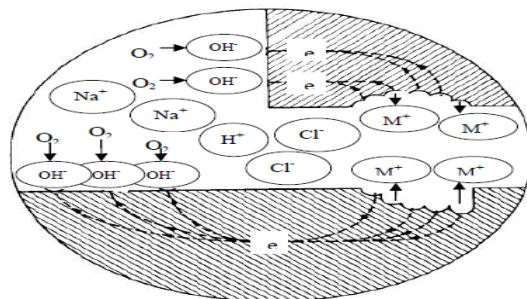
Gambar 7.3 Proses tahap awal korosi celah

Secara tidak langsung penurunan oksigen memiliki pengaruh yang penting, yang menjadi lebih jelas dengan meningkatnya penyinaran. Setelah oksigen habis, tidak ada pengurangan oksigen lebih lanjut, meskipun larutnya logam M terus menerus terjadi seperti yang terlihat pada Gambar 7.3. Ini cenderung menghasilkan kelebihan muatan positif dalam larutan ( $\text{M}^+$ ), yang tentu seimbang dengan migrasi ion klorida ke dalam celah. Kecuali untuk logam alkali (misalnya natrium dan kalium), logam garam, termasuk klorida dan sulfat



Persamaan di atas menunjukkan bahwa di dalam larutan logam klorida terurai menjadi hidroksida yang tidak larut dan menjadi asam bebas. Untuk alasan yang belum diketahui, baik ion klorida maupun hidrogen dapat mempercepat tingkat pelarutan logam dan paduan. Ion-ion tersebut masuk ke dalam celah

sebagai akibat dari migrasi dan hidrolisis, dan akibatnya laju pelarutan logam M akan meningkat, seperti ditunjukkan pada Gambar 7.4



Gambar 7.4 Proses selanjutnya dari korosi celah

## C.2 Pemeriksaan

Tujuan pemeriksaan bangunan konstruksi baja adalah untuk meyakinkan bahwa bangunan masih berfungsi secara aman, dan perlunya diadakan suatu tindakan tertentu guna pemeliharaan dan perbaikan secara berkala.

Pemeriksaan detail dilakukan untuk mengetahui kondisi konstruksi dan elemennya guna mempersiapkan strategi penanganan untuk setiap individual struktur dan membuat urutan prioritas konstruksi sesuai dengan jenis penanganannya. Pemeriksaan detail dilakukan paling sedikit sekali dalam lima tahun atau dengan interval waktu yang lebih pendek tergantung pada kondisi bangunan. Pemeriksaan Detail juga dilakukan setelah dilaksanakan pekerjaan rehabilitasi atau pekerjaan perbaikan besar konstruksi, guna mencatat data yang baru, dan setelah pelaksanaan konstruksi bangunan baru. Pemeriksaan detail mendata semua kerusakan yang berarti pada elemen konstruksi, dan ditandai dengan nilai kondisi untuk setiap komponen, kelompok elemen dan komponen utama konstruksi. Nilai kondisi untuk konstruksi secara keseluruhan didapat dari nilai kondisi setiap elemennya.

Kerusakan yang harus didata untuk konstruksi rangka baja yang akan sangat menentukan metode perkuatan adalah :

- Penurunan mutu cat dan atau galvanis
- Karat
- Perubahan bentuk pada komponen

- Retak
- Pecah atau hilangnya bahan
- Elemen yang tidak benar
- Sambungan yang longgar

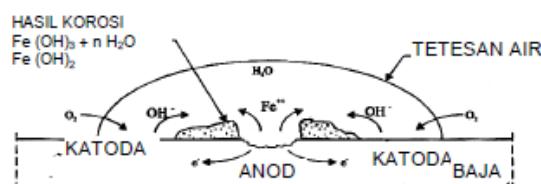
### C..3 Kerusakan Tipikal Struktur Konstruksi Baja

Bagaimanapun, diperlukan untuk menyajikan dalam format lebih khusus dan untuk menunjukkan beberapa contoh dari tipe ini, terutama kerusakan yang disebabkan oleh korosi dan fatik. Korosi adalah faktor yang paling umum yang mengarah pada penurunan kualitas bagian struktural dan sambungannya. Ada lima format korosi yang teramati pada konstruksi baja, yaitu:

- korosi permukaan, yang menyebabkan kerusakan seragam pada permukaan yang relatif besar pada baja struktural dan mengarah pada pengurangan penampang-lintang di dalam bagian struktural,
- korosi cekungan, terjadi pada permukaan yang sangat kecil (oleh karena itu, efek nya sukar dideteksi dalam banyak kasus), mengembang sangat dalam di dalam baja dan secara umum mengarah pada konsentrasi tegangan lokal,
- korosi celah, terjadi di lapisan kontak antara dua elemen tipe yang sama baja (sebagai contoh, pada pelat yang diperkuat dengan baut, pelat penyambung, pelat buhul, dll.) dan mengarah pada kerusakan oleh kekuatan yang merobek sebagai hasil dari efek pengembangan hasil korosi, dalam banyak kasus sangat sulit untuk mendeteksi efek yang membahayakan akibat tipe korosi ini karena muncul pada banyak tempat yang tidak mudah diakses di dalam struktur baja.,
- korosi galvanis, yang umumnya terjadi pada sambungan dua tipe baja atau logam yang berbeda (sebagai contoh , dalam pengelasan, hubungan dengan menggunakan sekrup, baut atau paku keling yang disebut sel galvanis dapat dibentuk) dan mengarah pada pengrusakan bahan lokal, sulit untuk pendekstrian,
- korosi tegangan, terjadi kebanyakan di dalam kabel pada jembatan gantung dan jembatan cable-stayed, relatif jarang di dalam elemen konstruksi struktural yang dibangun dengan baja karbon, korosi

tegangan bersama-sama dengan korosi cekungan dan korosi celah kadang-kadang dianggap sebagai korosi fatik.

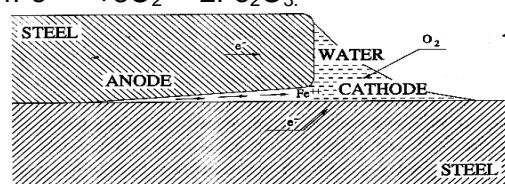
Korosi permukaan, korosi cekungan dan korosi celah, yang ditandai di atas dengan (a), (b) dan (c), adalah yang paling sering diamati dalam struktur konstruksi baja. Penyelesaian masalah fisik dan penyelesaian masalah kimia korosi tipe ini serupa dan seperti ditunjukkan gambar-gambar di bawah ini. Untuk membandingkan penyelesaian masalah korosi ini dalam baja struktural dan di dalam tulangan baja dari beton, ilustrasi yang relevan diberikan. Informasi yang lebih detail tentang korosi adalah di luar bidang buku ini dan dapat ditemukan lain dalam banyak sumber. Intensitas korosi kebanyakan tergantung pada bentuk bagian struktural yang memadai mudah untuk pengeluaran air, mudah untuk dapat diakses dalam pemeliharaan), kualitas perlindungan anti-korosi, kualitas pekerjaan konstruksi, program dan kualitas pemeliharaan seperti halnya kondisi-kondisi lingkungan, sebagian besar kelembaban dan polusi yang merusak di dalam atmosfer.



Gambar 7.5 Mekanisme Korosi Permukaan Baja Struktural

Keterangan gambar :

Penyelesaian masalah dasaranoda:  $2\text{Fe} \rightarrow 2\text{Fe}^{++} + 4\text{e}^-$  katoda:  $\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow 4(\text{OH})^-$ . Contoh hasil penyelesaian masalah korosi - dalam hal jumlah terbatas oksigen:  $\text{Fe}^{++} + 2(\text{OH})^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2$ , dalam kasus dari akses yang lebih bebas dari oksigen:  $2\text{Fe}^{++} + 4(\text{OH})^- + \frac{1}{2}\text{O}_2 + (\text{n}+1)\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{Fe}(\text{OH})_3 \times \text{nH}_2\text{O}$ ,  $4\text{Fe}^{++} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_3$ .



Gambar 7.6 Mekanisme Penyelesaian Masalah Korosi Celah dalam Lapisan Kontak antara Dua Unsur dari Elemen Bagian Baja Struktural

Dari suatu segi pandangan teknis, masalah yang paling utama adalah penilaian realistik yang mungkin mengenai pengembangan kehilangan bahan akibat korosi sebagai fungsi waktu. Menurut riset yang dilakukan oleh Z. Cywinski dan yang diuji dengan data yang diambil dari Jepang, kerugian bahan yang disebabkan oleh korosi permukaan dapat diperkirakan sama dengan 0,02 mm/tahun dalam kasus korosi sedang dan 0,04 mm/tahun dalam kasus korosi intensif. Menurut riset luas yang melakukan di AS dan menyangkut korosi permukaan, tingkat kehilangan bahan dapat dievaluasi dengan menggunakan

$$C = A \cdot t^B$$

rumusan sebagai berikut:

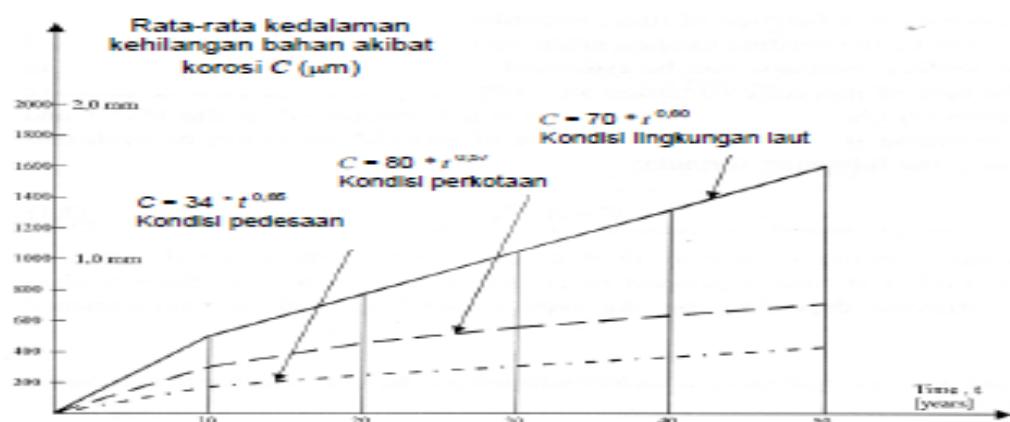
di mana C adalah rata-rata kedalaman kehilangan korosi dalam bahan yang dinyatakan dalam [m], t adalah waktu yang dinyatakan [tahun], A dan B adalah koefisien tanpa dimensi yang tergantung pada tipe baja sebagaimana kondisi-kondisi lingkungan (yaitu, lingkungan pedesaan, perkotaan dan laut) dan dengan nilai-nilai yang ditentukan secara statistik. Nilai-nilai A dan B berkenaan dengan karbon baja struktural terdaftar pada Tabel 7.1. Hasil perhitungan yang dilakukan dengan penggunaan persamaan di atas disajikan dalam format grafis pada Gambar 7.7.

Tabel 7.1 Nilai-nilai Koefisien Statistik A dan B Menurut A. Nowak

Kondisi Lingkungan	Tipe baja struktural	Koefisien Pers. (3.1)	Nilai Rata-rata	Koefisien variasi	Koefisien Korelasi antara A dan B
Pedesaan	Baja karbon	A B	34,0 0,650	0,09 0,10	-
	Baja karbon	A B	80,2 0,563	0,42 0,40	
Perkotaan	Baja karbon	A B	70,6 0,789	0,66 0,49	0,68
	Baja karbon	A B	70,6 0,789	0,66 0,49	
Laut					-0,31

Hasil perhitungan melakukan dengan penggunaan persamaan di atas diperkenalkan format yang grafis pada Gambar 7.8. Kerusakan oleh korosi secara umum mengarah pada peningkatan nilai tegangan dalam bagian struktural akibat pengurangan penampang, dan pengurangan kekakuan struktur

yang mendorong satu sama lain pada perubahan bentuk yang lebih besar (mencakup lendutan) seperti halnya perubahan karakteristik dinamis jembatan. Konsentrasi tegangan lokal yang dihasilkan oleh korosi cekungan sebagai contoh dapat mengarah pada pengurangan ketahanan fatik beberapa bagian structural. Lebih dari itu, beberapa efek berbahaya tambahan yang dapat diamati akibat berbagai tipe korosi seperti hilangnya kestabilan lokal bagian individu struktural, kerusakan pada perletakan jembatan baja mengarah pada penguncian perletakan, dan lainlain

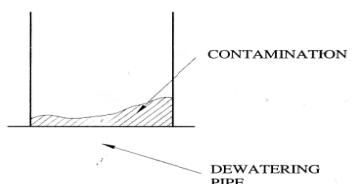


Gambar 7.7 Perkembangan Kehilangan Bahan Akibat Korosi Permukaan sebagai Fungsi dari Waktu dan Kondisi Lingkungan

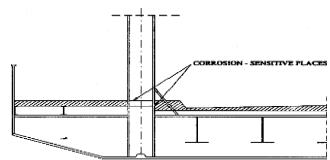
Bagian-bagian bangunan atas jembatan baja berikut ini dapat digolongkan sebagai yang paling sensitif terhadap korosi, yaitu :

- sisi bagian bawah lantai baja,
- sambungan rangka dan sambungan lain dari bagian structural primer dan sekunder,
- balok melintang di bawah penyokong, terutama yang terletak secara langsung di bagian depan kepala jembatan ,
- tempat-tempat pada bangunan atas dengan ventilasi dan kemampuan pembuangan air yang tidak cukup, di mana semua kontaminasi dapat secara relatif mudah terkumpul,
- tempat-tempat di mana gelagar utama melintang di atas lantai.

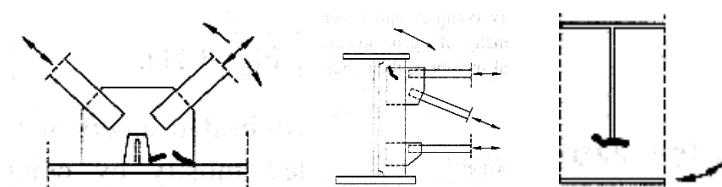
Tipe kedua paling utama dari kerusakan bangunan atas jembatan baja adalah efek fatik dan retak fraktur, yang diwujudkan kebanyakan oleh retak. Gejala yang dihubungkan dengan kegagalan fatik adalah sangat kompleks dan tergantung sebagian besar pada struktur internal baja, intensitas beban siklis, tingkat tegangan dalam bagian struktur primer dan sekunder, bentuk mereka, termasuk ketidakmenerusan structural lokal dan takikan, mengarah pada konsentrasi tegangan, dll. Retak fraktur dapat muncul akibat kekurangan duktilitas atau kekerasan bahan dan penurunan suhu secara dramatis seperti halnya kondisi tegangan. Analisa fatik dan retak fraktur berada di luar bidang buku ini. Informasi yang relevan dapat dengan mudah ditemukan banyak lain sumber. Informasi yang memperhatikan kegagalan fatik di sini terbatas pada indikasi sensitif fatik secara detil tipikal dan penempatannya dalam bangunan atas jembatan baja dengan berbagai tipe. Secara umum, tempat struktural yang tidak menerus lebih sensitif untuk terjadinya kegagalan fatik ditunjukkan pada Gambar 7.10 dan Gambar 7.11.

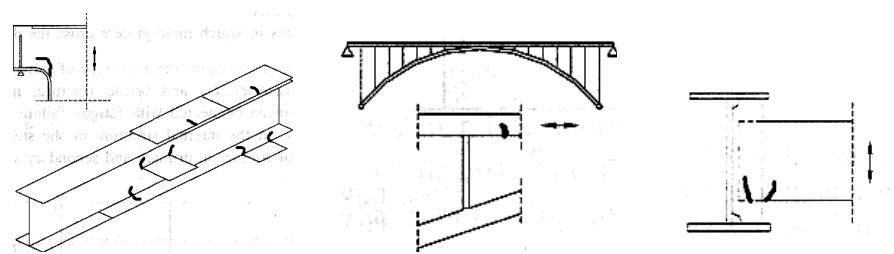


Gambar 7.8 Penampang yang Terbuka  
dari Rangka Bawah dengan Akumulasi Pencemaran

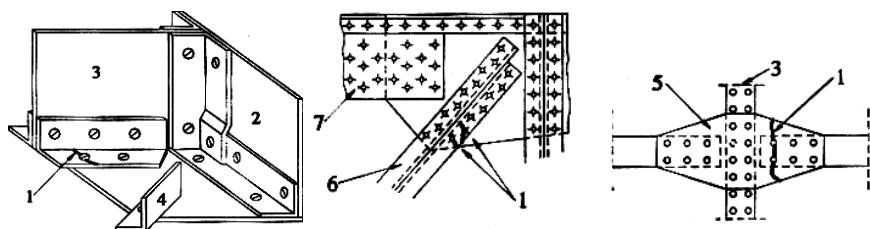


Gambar 7.9 Penampang Struktur Jembatan  
dari Tipe Jembatan Rangka dengan Ikatan Angin di Bagian Atas dengan Lokasi  
yang Sensitif





Gambar 7.10 Lokasi Retak Fatik Tipikal di Dalam Bangunan Atas Konstruksi Baja



Gambar 7.11 Lokasi yang Memungkinkan dari Retak Fatik di Dalam Konstruksi baja Rangka yang Disambung dengan Paku Keling (Jembatan)

Keterangan gambar :

- 1 retak fatik,, 2 gelagar utama,, 3 balok melintang,, 4 pengaku,
- 5 cover plate,, 6 diagonal,, 7 rangka bagian atas.

Identifikasi bahan merupakan bagian penting utama baik untuk evaluasi kondisi dan rencana proses rehabilitasi, jika perlu. Dalam banyak kasus, rencana kontrak atau gambar pabrik tidaklah tersedia. Oleh karena itu, analisa kimia harus dilakukan untuk menentukan kemampuan baja untuk dapat dilas , proses pengelasan tertentu untuk digunakan, dll.

#### C.4 Peralatan Pemeriksaan

Peralatan dan bahan yang digunakan pada pemeriksaan adalah sebagai berikut :

1. Formulir laporan pemeriksaan
2. Peralatan tulis menulis
3. Alat pengukur jarak (Theodolith,Rambu ukur,*laser distance meter* dll)
4. Pita pengukur 5m, 50m

5. Alat penetu lokasi ( *GPS Receiver, Odometer* kendaraan )
6. Alat dokumentasi (Kamera, Kamera video)
7. Papan tulis putih kecil dan spidol bukan permanen
8. Kelengkapan kerja antara lain :
  - Helm pengaman
  - Kacamata pengaman
  - Pakaian kerja (tahan air)
  - Sabuk keselamatan
9. Tanda pengaman kerja :
  - Kerucut (*traffic cone*)
  - Rompi kerja
  - Papan peringatan
  - Rambu peringatan
  - Pita kuning
  - Bendera
10. Alat penggantung :
  - Tangga penggantung
  - Rantai
  - Pengikat rantai
  - Lampu penerangan/senter

## C.5 Langkah langkah pelaksanaan pemeriksaan

- Persiapan Pengecekan
- Menentukan eksentrisitas dan penurunan bangunan
- Mengecek Sambungan-sambungan
- Melaporkan hasil pekerjaan pengecekan

## C.6 Persiapan Pengecekan

- Kelengkapan dokumen pengecekan disiapkan dan dipahami
- Kelengkapan gambar diperiksa dan dipahami
- Bench Mark (BM) awal pembangunan dipelajari

- Kebutuhan peralatan/media pengecekan dan inspeksi dipersiapkan sesuai dengan rencana kerja atau SOP
- Persyaratan tenaga kerja (jumlah dan kemampuan) diidentifikasi agar sesuai dengan standar kebutuhan
- Metoda pengecekan direncanakan dan disiapkan

#### C.7 Mengecek Sambungan-sambungan

- Sambungan-sambungan yang akan dicek ditentukan
- Sambungan-sambungan yang telah ditentukan, diperiksa sesuai dengan SOP yang berlaku
- Sambungan-sambungan yang sudah berubah bentuk, baik fisik maupun kondisinya dicatat dan diidentifikasi sesuai dengan prosedur yang berlaku.
- Metode perbaikan/perawatan ditentukan sesuai dengan SOP dan prosedur perusahaan yg berlaku
- Pekerjaan perbaikan/perawatan sambungan dilakukan, sesuai dengan yang direncanakan
- Hasil pekerjaan perbaikan/perawatan sambungan dicek sesuai dengan standar yang berlaku

### D Aktivitas Pembelajaran

#### Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok)

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

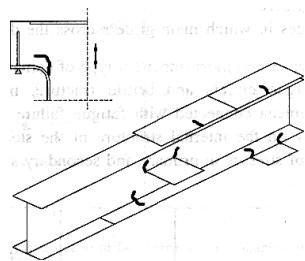
1. Apa saja hal yang harus Anda persiapkan sebelum mempelajari materi Merencanakan Pekerjaan Pemeriksaan Bangunan Baja ?.
2. Bagaimana cara Anda untuk mempelajari materi pemeriksaan ini ? Jelaskan !
3. Apa topik yang Anda pelajari dalam materi pembelajaran ini ? Sebutkan !
4. Kompetensi apa yang harus Anda capai sebagai guru kejuruan dalam mempelajarai materi pembelajaran ini ? Jelaskan

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

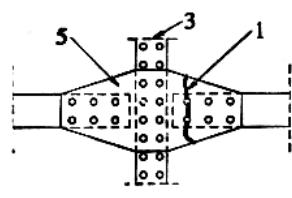
Jawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan LK-70. Jika saudara bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka saudara bisa melanjutkan pembelajaran dengan mengamati gambar berikut ini.



Gambar. 1



Gambar. 2



Gambar. 3

#### Aktivitas 1. Karat (korosi) pada konstruksi baja

Pengaruh karat (korosi) pada konstruksi baja sangat mempengaruhi kekuatan baja dan menimbulkan pengurangan yang fatal pada umur dan ketahanan konstruksi baja. Selanjutnya selesaikan LK-71 dengan mengikuti panduan pertanyaan berikut.

1. Jelaskan apa hubungan terjadinya korosi dengan lingkungan sekelilingnya ? Tuliskan !
2. Bagaimana proses terjadinya korosi pada sebuah celah kecil yang dapat terisi oleh air hujan ? Tuliskan !
3. Apa pengaruh tempat yang lembab dan tempat yang kering pada pengkaratan baja, beri contoh ?Jelaskan !
4. Mengapa air laut sangat mempercepat proses pengkaratan pada baja ? Tuliskan !

Jawaban Anda dapat dituliskan pada kertas polio dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan. Anda dapat membaca bahan bacaan uraian materi diatas sebagai referensi.

## Aktivitas 2. Merencanakan pemeriksaan konstruksi baja

Cara melaksanakan pengelasan sangat mempengaruhi hasil pengelasan yang baik dan mencapai bentuk dan kekuatan yang diinginkan. Selanjutnya selesaikan LK-72 dengan mengikuti panduan pertanyaan berikut.

1. Bagaimana persiapan pemeriksaan dilakukan ? Tuliskan !
2. Bagian bagian konstruksi baja yang rentan terhadap karat ? jelaskan !
3. Untuk pemeriksaan apa saja peralatan yang dibutuhkan ? Tuliskan !

Hasil diskusi saudara dapat dituliskan pada kertas polio dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan. Anda dapat membaca bahan bacaan uraian materi diatas.

## E Latihan

Lakukan pembacaan langkah-langkah pembelajaran sebagaimana dijelaskan di atas. Diskusikanlah secara berkelompok topik-topik yang berkaitan dengan pemeriksaan kerusakan pada komponen konstruksi baja. Kemudian presentasi kan di depan sekolah, sehingga ditanggapi oleh teman-teman Anda (buat kelompok dalam anggota terbatas). Lakukan latihan langsung penulisan ulang materi yang ada pada pembelajaran diatas

## Tes Formatif

1. Terangkan apa yang dapat menimbulkan retak fraktur..
2. Pengecekan terhadap korosi celah,sering terdapat di bagian mana ?
3. Mana Lokasi yang Memungkinkan dari Retak Fatik di Dalam Konstruksi baja Rangka yang Disambung dengan Paku Keling/baut ?
4. Jelaskan Langkah langkah pelaksanaan pemeriksaan?

## F Rangkuman

- Korosi sering terjadi di dalam celah-celah dan daerah yang tertutup pada permukaan logam yang terkena korosi. Jenis korosi ini biasanya disebabkan oleh lubang yang kecil, dan celah-celah di bawah kepala baut dan paku keling.

- Korosi dapat berjalan secara cepat ataupun lambat tergantung dari material bahan, lingkungan, temperatur dan lain sebagainya. Dalam dunia teknik, material korosi yang sering disinggung adalah korosi pada logam. Ilustrasi dari proses pengkorosian pada material logam dapat dilihat pada Gambar 7.1 dimana besi yang dibentuk sesuai kegunaannya dapat terkorosi akibat lingkungan yang dihadapi pada aplikasinya. Kondisi lingkungan sangat mempengaruhi tingkat korosifitas pada suatu material. Sebagai contoh bahwa kelembaban di Indonesia sangat korosif.
- Tujuan pemeriksaan bangunan konstruksi baja adalah untuk meyakinkan bahwa bangunan masih berfungsi secara aman, dan perlunya diadakan suatu tindakan tertentu guna pemeliharaan dan perbaikan secara berkala.
- Pemeriksaan detail dilakukan untuk mengetahui kondisi konstruksi dan elemennya guna mempersiapkan strategi penanganan untuk setiap individual struktur dan membuat urutan prioritas konstruksi sesuai dengan jenis penanganannya. Pemeriksaan detail dilakukan paling sedikit sekali dalam lima tahun atau dengan interval waktu yang lebih pendek tergantung pada kondisi bangunan. Pemeriksaan Detail juga dilakukan setelah dilaksanakan pekerjaan rehabilitasi atau pekerjaan perbaikan besar konstruksi, guna mencatat data yang baru, dan setelah pelaksanaan konstruksi bangunan baru. Pemeriksaan detail mendata semua kerusakan yang berarti pada elemen konstruksi, dan ditandai dengan nilai kondisi untuk setiap komponen, kelompok elemen dan komponen utama konstruksi. Nilai kondisi untuk konstruksi secara keseluruhan didapat dari nilai kondisi setiap elemennya.

Pemeriksaan kerusakan akibat banyak hal terhadap sebuah proyek konstruksi baja dan menindak lanjuti dengan perbaikan atau pemeliharaan. Pekerjaan ini hanya dapat dilakukan apabila telah menguasai perihal persyaratan dan kemudian memakai spesifikasi operasi pemeriksaan.

## G Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah Anda selesai mempelajari modul ini, saudara membentuk kelompok-kelompok kecil dalam kelas, lalu diskusikan berbagai hal yang ada dalam materinya. Setelah itu setiap juru bicara kelompok menyajikan hasil diskusi kelompoknya untuk diberikan tanggapan balik oleh anggota kelompok lainnya.

Anda secara individu atau kelompok harus menulis resume pembelajaran ini yang diserahkan pada waktu penutupan diklat ini.

### LEMBAR KERJA KP-7

#### LK-70

1. Apa saja hal yang harus Anda persiapkan sebelum mempelajari materi Merencanakan Pekerjaan Pemeriksaan Bangunan Baja ?.

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

2. Bagaimana cara Anda untuk mempelajari materi pemeriksaan ini ? Jelaskan !

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

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

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

4. Kompetensi apa yang harus Anda capai sebagai guru kejuruan dalam mempelajarai materi pembelajaran ini ? Jelaskan

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

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

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

**LK-71**

1. Jelaskan apa hubungan terjadinya korosi dengan lingkungan sekitarnya ? Tuliskan !

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

2. Bagaimana proses terjadinya korosi pada sebuah celah kecil yang dapat terisi oleh air hujan ? Tuliskan !

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

3. Apa pengaruh tempat yang lembab dan tempat yang kering pada pengkaratan baja, beri contoh ?Jelaskan !

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

4. Mengapa air laut sangat mempercepat proses pengkaratan pada baja ? Tuliskan !

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

**LK-72**

1. Bagaimana persiapan pemeriksaan dilakukan ? Tuliskan !

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

2. Bagian bagian konstruksi baja yang rentan terhadap karat ? jelaskan !

.....

3. Untuk pemeriksaan apa saja peralatan yang dibutuhkan ? Tuliskan !

# KUNCI JAWABAN

## Kegiatan Pembelajaran 1

- 1.1. Dia lobang baut =  $19 + 2 = 21$  mm, kelonggaran = 2 mm

$$A_g = 10 * 50 = 500 \text{ mm}^2, \quad A_b = d * t_p = 21 * 10 = 210 \text{ mm}^2$$

$$\text{Lihat potongan 1-1, } A_n = A_g - A_b = 290 \text{ mm}^2$$

- 1.2.  $A_n$ , adalah luas penampang netto terkecil antara potongan 1-1 dan potongan 1-2,  $A_g = 120 * 10 = 1200 \text{ mm}^2$

$$\text{Potongan 1-1 : } A_n = A_g - n d t_p = 1200 - 2 * 21 * 10 = 780 \text{ mm}^2$$

$$\text{Potongan 1-2 : } A_n = A_g - n d t_p + \sum \frac{s^2 t}{4u}$$

$$= 1200 - 2 * 21 * 10 + 30^2 * 10 / (4 * 60) = 817,5 \text{ mm}^2$$

Jadi Luas netto adalah yang terkecil,  $A_n = 780 \text{ mm}^2$

- 1.3. Jarak baut  $s = 60$  mm,  $\ddot{x} = 28,9$  mm ( jarak titik berat baja siku ), dan luas profil siku,  $A_g = 1845 \text{ mm}^2$ , dia baut = 19 mm, tebal baja siku = 9,5 mm ( baja siku 100.100. 9,5 ),  $d_{lobang} = d + 2\text{mm} = 21 \text{ mm}$ , maka  $A_n = A_g - d_{lobang} * t_p = 1845 - 21 * 9,5 = 1645,5 \text{ mm}^2$

$$L = 2 * 60 = 120 \text{ mm} \rightarrow U = \text{koefisien reduksi} = 1 - \frac{\bar{x}}{L} \leq 0,9$$

$U = 1 - 28,9 / 120 = 0,759 < 0,9$ , OK, Maka, Luas penampang efektif,  $A_e = U * A_n = 0,759 * 1645,5 = 1248,9 \text{ mm}^2$

- 1.4. Jawaban soal

$$d_w = d - 2 * t_f ; \quad A_w = t_w * d_w ; \quad A_f = b * t_f$$

$A_g =$	4567	$\frac{-0.5 * t_f * A_f + 0.5 A_w * (0.5 d_w + t_f)}{X \text{ mm}^2}$			
$d =$	201	mm	$d_w =$	180.8	mm
$b =$	165	mm	$A_w =$	1301.76	$\text{mm}^2$
$t_f =$	10.1	mm	$A_f =$	1666.5	$\text{mm}^2$
$t_w =$	7.2	mm	$X =$	31.86	mm

$$d_{lobang} = d + 2 \text{ mm} = 21 \text{ mm}, \text{ maka } A_n = A_g - d_{lobang} * t_p = 4567 - 12 * 21 * 10,1 = 2021,8 \text{ mm}^2$$

$$L = 3 * 75 = 225 \text{ mm}, U = \text{koefisien reduksi} = 1 - \frac{x}{L} \leq 0,9$$

$$U = 1 - 31,86 / 225 = 0,858 < 0,9, \text{ OK}$$

Maka, Luas penampang efektif,  $A_e = U * A_n = 0,858 * 2021,8 = 1734,70 \text{ mm}^2$

## Kegiatan Pembelajaran 2

- 2.1. Gaya tarik terfaktor adalah,  $N_u = 1,2 * DL + 1,6 * LL = 1,2 * 100 + 1,6 * 150 = 360 \text{ kN}$
- 2.2. Cukup aman karena Daya dukung minimum batang tekan ke arah sb-y sebesar  $N_u = 1458,2 \text{ kN} > N_u = 1200 \text{ kN}$
- 2.3. factor reduksi untuk komponen tarik  $\phi = 0,9$ , Maka  $A_g = 6535 \text{ mm}^2$

## Kegiatan Pembelajaran 3

### Tes Formatif

- 3.1. Sebuah sel berisi besaran sel E62, dan dapat berubah ubah tetapi jika berisi sel \$E\$62, tidak akan berubah ubah (Symbol \$ dilakukan dengan menekan F4 )
- 3.2. Sebuah sel berisi hasil, Jika sel C97 <= sel E98 hasilnya benar atau <, dan jika tidak hasilnya >
- 3.3. Sebuah sel berisi hasil dari selisih (sel H39 – sel H 45) dikali sel E48
- 3.4. Sebuah sel berisi nilai sel H17
- 3.5. Sebuah sel berisi hasil, Jika sel C49 < sel E48 hasilnya benar atau AMAN (OK), dan jika tidak hasilnya BAHAYA
- 3.6. Pakai besar d = Pembulatan keatas isi sel E24
- 3.7. Besar d = harga terbesar dari isi sel H25 s/d H27

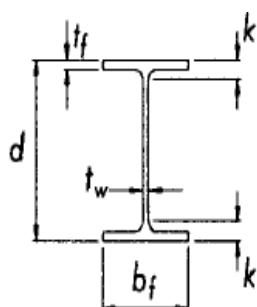
### Soal kasus :

- 1) Dengan program Excel tabel 3.1 didapat hasil sbb : Baut 4 Ø 19 mm dan Profil baja 75.75.12

- 2) Dengan program Excel tabel 3.3 didapat hasil sbb : **Baut 2 Ø 19 mm**, **plat Koppel jarak 1000 mm ukuran 10x80 mm** dan **Profil baja 110.110.10**

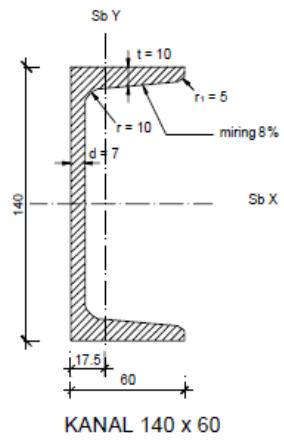
### Kegiatan Pembelajaran 4

- 4.1. Ketik: L - Enter atau klik toolbar line, Klik di layar autocad (sebagai titik awal), Ketik: 250 lebih kecil dari (<)30 - Enter Enter (untuk mengakhiri garis)
- 4.2. Ketik: C - enter atau klik toolbar circle, Klik di layar autocad (berfungsi sebagai titik pusat lingkaran) Tarik mouse kesembarang tempat (jangan di klik), Ketik Diameter lingkaran: 100 - Enter
- 4.3. Ketik: Rec - enter atau klik toolbar rectangle, Klik di layar kerja autocad dan tarik ke sembarang tempat, contoh ditarik ke arah kanan: Masukan ukuran kotak 400,400 (ingat harus pakai koma jangan pakai titik), Enter
- 4.4. Ketik: Tr - Enter atau Klik Toolbar Trim, Klik pada garis yang akan kita gunakan sebagai pembatas perpotongan Enter, Klik pada garis yang akan dihapus
- 4.5. Ketik: M - Enter atau klik toolbar move, Ketik: CP - enter atau klik toolbar Copy, Klik Objec yang akan kita pindah - Enter, Klik di sembarang tempat di layar, Tarik mouse anda (jangan lupa Panel ORTHO - ON), Masukan Jarak: 125 - Enter
- 4.6. Gambar penampang profil baja

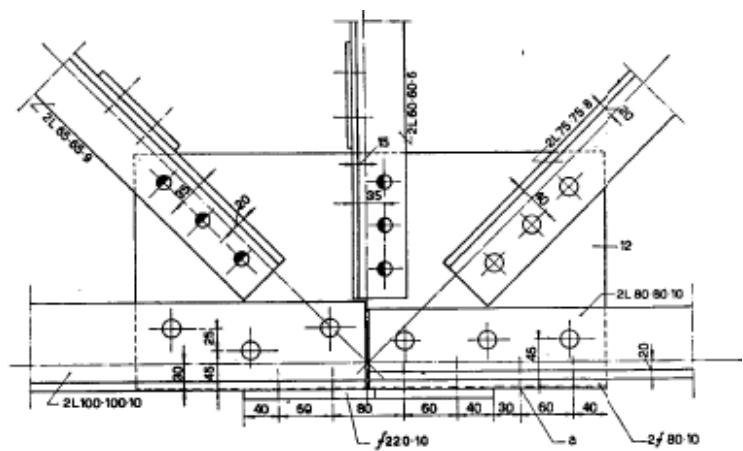
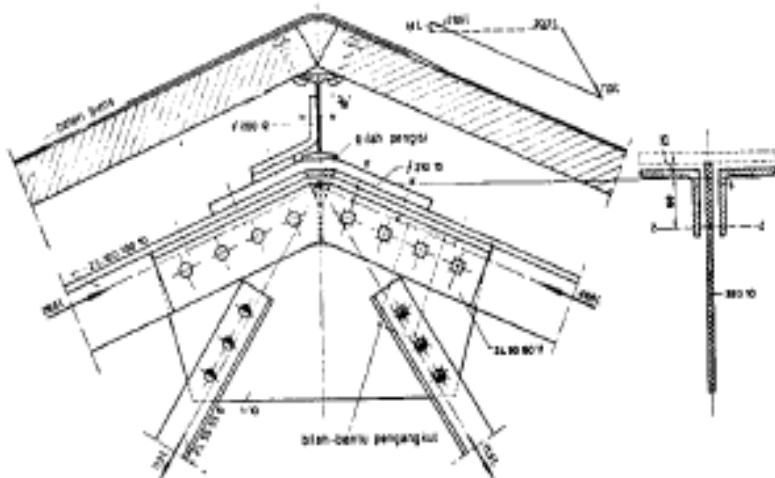


$d$ (mm)	$t_w$ (mm)	$b_f$ (mm)	$t_f$ (mm)	$k$ (mm)
560	18.3	318	29.2	51

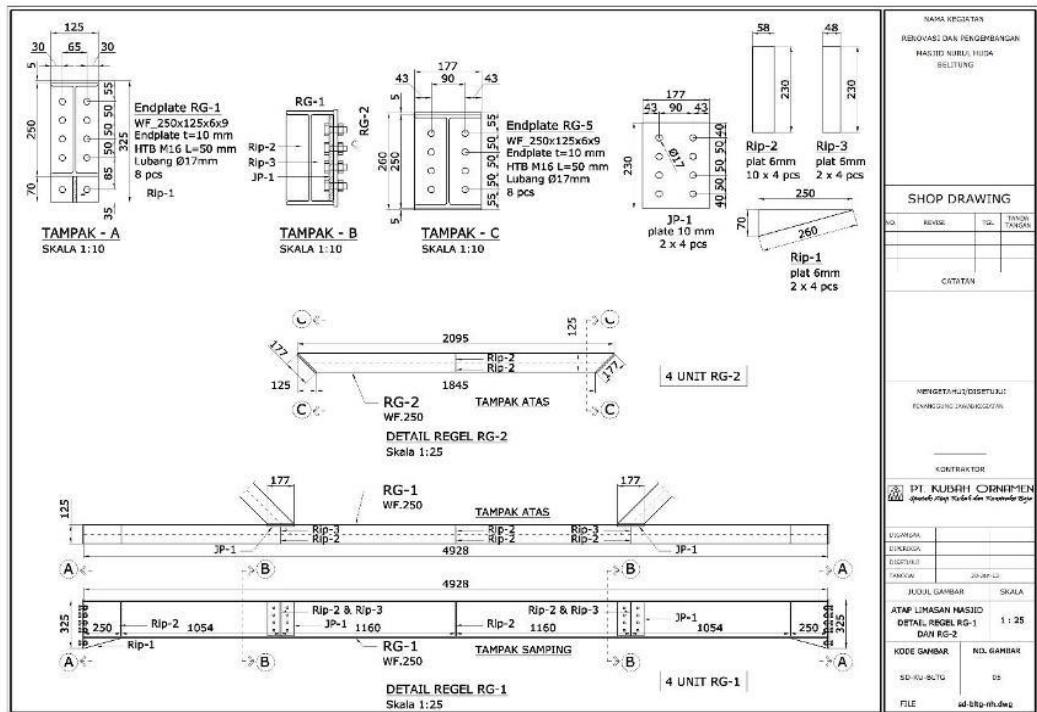
$d$ (mm)	$t_w$ (mm)	$b_f$ (mm)	$t_f$ (mm)	$k$ (mm)
361	20.4	378	20.4	38



4.7. Gambar Sambungan baja



#### 4.8. Gambar Shop Drawing



#### Kegiatan Pembelajaran 5

5.1. Jawaban : Dengan tabel 5.1 ,5.2 dan 5.3

Jenis Profil	Berat (kg/m')	Panjang (m')	Berat total (kg)
WF 175.90.5.8 =	18.08	346	6256.83
H 200.200.8.12 =	49.92	28	1397.67
CNP 125.50.20.3,2 =	6.13	234	1435.20
Berat total (kg)=		9089.70	

5.2. Jawaban : Melalui tabel 5.6 didapat (AHSP)

A.4.2.1.1. Pemasangan 1 kg besi profil

NO	Uraian	Kode	Satu an	Koef	Harqa Satuan (Rp)	Jumlah Harqa (Rp)
A	Tenaqa Pekerja	L01	OH	0.0600	70.000.00	4,200.00
	Tukang Las konstruksi	L02	OH	0.0600	100.000.00	6,000.00
	Kepala tukang	L03	OH	0.0060	140.000.00	840.00
	Mandor	L04	OH	0.0030	150.000.00	450.00
Jumlah Tenaqa Kerja						11,490.00
B	Bahan Besi profil	-	kq	1.150	20.550.00	23,632.50
					Jumlah Bahan	23,632.50
C	Peralatan	-	-	0.000	-	-
					Jumlah Peralatan	-
D	Jumlah (A+B+C)				35,122.50	
E	Overhead & Profit				-	
F	Harqa Satuan Pekerjaan (D+E)				35,122.50	

Biaya pemasangan baja pada soal No 1 diatas.

Melalui tabel 5.7 didapat

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOLUME	ANALISA	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
<b>D PEKERJAAN RANGKA BAJA</b>					
1	Pek. Tiang baja IWF 300 x 150 x 6.1	9089.7 Kg	A.4.2.1.1.	35,122.50	319,252,988.25
2	Pek. Span kuda kuda baja IWF 250	5196.6 Kg	A.4.2.1.1.	35,122.50	182,516,881.05

## Kegiatan Pembelajaran 6

6.1. Arti Penulisan Kode Elektroda

**E 8018-B2,** E = elektroda., 80 = kekuatan tarik minimum = 80.000 psi, 1 = elektroda dapat dipakai untuk semua posisi 8 = tipe salutan adalah basic dan arus AC atau DCRP. B2 = bahan paduan adalah 1,25 Cr, 0,5 Mo.

6.2. Uraian pemilihan jenis kawat las secara lengkap dan detail yang dideskripsikan secara singkat ada pada kandungan Tabel 6.2, uraian penggunaan setiap jenis kawat las.

- 6.3. Uraian diameter dan Type elektroda kawat las secara lengkap dan detail yang dideskripsikan secara singkat ada pada kandungan Tabel 6.1, uraian Kapasitas daya arus dan diameter jenis kawat las
- 6.4. Apabila pengelasan secara terus menerus dari salah satu ujung ke ujung yang lain maka konstraksi akan terus bertambah selama proses pengelasan dan inilah salah satu penyebab perubahan bentuk. Ini dapat diatasi dengan teknik pengelasan secara selang-seling dengan arah pengelasan yang berlawanan, Gambar 6.18. Las titik titik sebagai klem waktu mengelas

## **Kegiatan Pembelajaran 7**

- 1.1. Retak fraktur dapat muncul akibat kekurangan duktilitas atau kekerasan bahan dan penurunan suhu secara dramatis
- 1.2. Korosi celah, terjadi di lapisan kontak antara dua elemen tipe yang sama baja (sebagai contoh, pada pelat yang diperkuat dengan baut, pelat penyambung, pelat buhul, dll.)
- 1.3. Dapat diperhatikan pada gambar 7.10 dan 7.11
- 1.4. Langkah langkah pelaksanaan pemeriksaan, lihat C.5 Uraian materi.

## **PENUTUP**

Materi pokok dalam modul PKB ini disusun dengan memperhatikan aspek pengetahuan, keterampilan dan sikap yang diperlukan di tempat kerja agar dapat melakukan pekerjaan dengan kompeten. Salah satu karakteristik yang paling penting dari pelatihan berdasarkan kompetensi adalah penguasaan individu secara nyata di tempat kerja. Dalam Sistem Pelatihan Berbasis Kompetensi, fokusnya tertuju kepada pencapaian kompetensi dan bukan pada pencapaian atau pemenuhan waktu tertentu.

Dengan demikian maka dimungkinkan setiap peserta pelatihan memerlukan atau menghabiskan waktu yang berbeda-beda dalam mencapai suatu kompetensi tertentu. Target kompetensi dan hasil pembelajaran yang diharapkan dapat dicapai melalui modul ini meliputi kompetensi pedagogi dan kompetensi profesional pada kelompok kompetensi “H”.

Setelah mempelajari materi pembelajaran pedagogi tentang pengembangan kurikulum yang terkait dengan mata pelajaran pada keahlian Instrumentasi dan kontrol proses khususnya mata pelajaran Uilitas Kontrol Proses, dan materi pembelajaran profesional tentang penguasaan materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran pada keahlian Teknik Konstruksi Baja. Jika peserta belum mencapai kriteria ketuntasan minmal pada usaha atau kesempatan pertama, maka akan diberikan program remedial.

Program remedial ini memberikan kesempatan kembali kepada peserta diklat untuk mencapai kriteria ketuntasan minimal. Bagi peserta diklat yang dinyatakan telah mencapai kriteria ketuntasan minimal yang dipersyaratkan dapat melanjutkan ke modul selanjutnya hingga menuntaskan sepuluh modul diklat. Salam !

## **Uji Kompetensi**

1. Dibawah ini yang merupakan alat penyambung konstruksi baja adalah...
  - a. Baut cacing
  - b. Lem besi
  - c. Baut mutu tinggi
  - d. Paku paying
2. Luas penampang gross penampang batang tarik konstruksi baja dengan alat penyambung baut adalah. ....
  - a. Luas geser
  - b. Luas desak
  - c. Luas pada sambungan
  - d. Luas tanpa lobang
3. Luas penampang netto penampang batang tarik konstruksi baja dengan alat penyambung baut adalah. ....
  - a. Luas tampang dikurangi luas baut
  - b. Luas tampang bersih pada potongan yang ditinjau
  - c. Luas tampang dikurangi diameter lobang x tebal profil
  - d. Luas tampang dikurangi luas seluruh baut
4. Luas penampang netto efektif penampang batang tarik konstruksi baja dengan alat penyambung baut adalah. ....
  - a. Luas tampang sebesar  $\leq 0,9 \times$  Luas netto
  - b. Luas tampang tergantung bidang geser
  - c. Luas tampang yang dipengaruhi eksentrisitas baut
  - d. Luas tampang yang dapat digunakan
5. Faktor kelangsingan batang tekan (kolom) dipengaruhi oleh.....
  - a. Panjang batang dan luas penampang
  - b. Panjang tekuk batang dan jari-jari kelangsingan
  - c. Kurus atau gemuknya batang tekan
  - d. Bentuk tumpuan
6. Faktor tekuk batang tekan (kolom) dipengaruhi oleh.....
  - a. Penampang batang tekan
  - b. Faktor kelangsingan dan jenis bahan batang tekan
  - c. Kekuatan batang tekan tersebut
  - d. Panjang batang tekan dan tumpuannya
7. Panjang tekuk sebuah batang tekan (kolom) sangat dipengaruhi oleh ...

- a. Mutu bahan
  - b. Posisi tumpuan
  - c. Perilaku tumpuan, jepit, sendi atau bebas
  - d. Panjang batang tekan
8. Disebut kolom (batang tekan) pendek apabila.....
- a. Kolom tersebut pendek
  - b. Kolom tersebut gemuk
  - c. Faktor tekuk  $\omega \leq 1$ .
  - d. Kolom tersebut kuat
9. Gaya yang bekerja sentris aksial adalah .....
- a. Gaya yang bekerja pada penampang
  - b. Gaya yang bekerja mengikuti garis berat penampang
  - c. Gaya yang bekerja seimbang
  - d. Gaya yang bekerja ditengah penampang
10. Sebuah batang tekan akan tertekuk lebih awal ke arah .....
- a. Sumbu kuat
  - b. Sumbu lemah
  - c. Sumbu utama
  - d. Sumbu kelangsungan terbesar
11. Dengan panjang, beban, bahan, tumpuan sebuah batang sama, apabila dibebani sebagai batang tarik dan sebagai batang tekan apakah .....
- a. Dimensi batang sama besarnya
  - b. Dimensi batang tekan > dari batang tarik
  - c. Dimensi batang tekan < dari batang tarik
  - d. Dimensi batang tergantung perhitungan
12. Metode LRFD pada perencanaan konstruksi baja adalah.....
- a. Memperbesar Beban rencana dari yang sebenarnya
  - b. Memperkecil Tahanan rencana dari yang sebenarnya
  - c. Jawaban a dan b
  - d. Mengamankan perencanaan secara baik
13. Besar Beban yang ada 100 kN maka.....
- a. Beban terfaktornya adalah  $\geq 100$  kN
  - b. Beban terfaktornya adalah 5000 kN
  - c. Beban terfaktornya adalah  $< 100$  kN
  - d. Beban terfaktornya tergantung perencana

14. Besar Tahanan yang ada 100 kN maka.....
- Besar Tahanan tereduksinya adalah  $\leq$  100 kN
  - Besar Tahanan tereduksinya adalah  $>$  100 kN
  - Besar Tahanan tereduksinya adalah 80 kN
  - Besar Tahanan tereduksinya 100 kN
15. Gambar shop drawing adalah.....
- Gambar untuk dasar perencanaan
  - Gambar untuk dasar pelaksanaan
  - Gambar untuk keperluan pelelangan proyek
  - Gambar untuk perhitungan biaya
16. Menggambar sebuah rangka batang garis sistemnya adalah .....
- Garis lintasan barisan baut
  - Garis berat penampang batang
  - Garis pinggir profil
  - Garis netral tegangan
17. Garis system berat penampang batang dan titik berat grup baut .....  
a. Selalu berimpit  
b. Tidak pernah berimpit  
c. Tidak boleh berimpit  
d. Ada yang berimpit dan tidak berimpit
18. Umumnya jarak as ke as dari baut ke baut ditentukan sejarak .....
- $3 \times$  diameter baut
  - $\geq 3 \times$  diameter baut
  - $1,5 \times$  diameter baut
  - Tergantung mutu bahan
19. Umumnya jarak as baut ke tepi plat ditentukan sejarak .....
- Tergantung perencana
  - $\geq 1,5 \times$  diameter baut
  - $3 \times$  diameter baut
  - Tergantung mutu bahan
20. Menghitung biaya pekerjaan konstruksi baja dihitung dari .....
- Volume bajanya
  - Berat bajanya
  - Jenis bajanya
  - Tenaga kerja dan jenis bahan

21. Harga Satuan Pekerjaan adalah tergantung pada .....
- Harga bahan
  - Harga upah tenaga kerja
  - Biaya jasa peralatan
  - Jumlah harga a, b dan c
22. Indeks kebutuhan bahan pada analisis BOW adalah.....
- Kebutuhan bahan per unit satuan pekerjaan
  - Standard kebutuhan bahan
  - Bahan yang diperlukan
  - Bahan yang telah dihitung
23. Indeks jumlah tenaga kerja pada analisis BOW adalah.....
- Jumlah perjenis tenaga kerja perhari
  - Jumlah tenaga kerja dalam 24 jam
  - Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan
  - Jumlah pekerja menyelesaikan pekerjaan
24. Biaya total per sub pekerjaan adalah.....
- Penjumlahan dari Volume x harga satuan pekerjaan
  - Volume x harga pekerjaan
  - Harga bahan + Harga upah
  - Biaya keseluruhan
25. Kekuatan hasil pengelasan tergantung pada .....
- Tebal las
  - Jenis las
  - Keahlian tukang las dan tepat guna/teknis bahan las
  - Kebiasaan mengelas
26. Umumnya pola gerak elektroda mengelas yang paling baik adalah ...
- Pola gerakan Zigzag
  - Pola gerakan C
  - Pola gerakan melingkar
  - Tidak berpengaruh
27. Pencapaian hasil las memanjang yang lebih baik adalah dengan cara .....
- Mengelas dengan cepat
  - Mengelas secara berlapis lapis
  - Didahului dengan las titik titik (klem)
  - Melakukan pengikatan baja yang dilas

28. Pengkaratan pada baja akan mengurangi kekuatan karena.....
  - a. Bajanya kotor
  - b. Mutu baja berkurang
  - c. Volume baja berkurang
  - d. Penampang efektif dan mutu baja berkurang
29. Umumnya pengkaratan dominan terjadi pada.....
  - a. Sambungan sambungan
  - b. Celah celah yang dapat menyimpan air
  - c. Bagian yang terkena cahaya matahari
  - d. Bagian bagian yang selalu lembab
30. Pemeriksaan konstruksi baja berhubungan dengan.....
  - a. Lendutan dan detail
  - b. Korosi dan perawatan
  - c. Beban dan bahan
  - d. Alat alat dan keselamatan kerja

## DAFTAR PUSTAKA

Departemen Pendidikan Nasional, Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan,  
**Kurikulum Edisi 1999**, Jakarta

Bustraan. 1982. **Daftar-daftar Untuk Konstruksi Baja**. Jakarta : PT. Pradnya Paramita.

Rudy Gunawan,Ir. 1987. **Tabel Profil Konstruksi Baja**. Yogyakarta : Penerbit Kanisius.

Sugihardjo,R. B.A.E. **Gambar-Gambar Ilmu Bangunan Jilid III**. : Penerbit Djambatan N.V

Dieter, G.E. (1983). *Engineering design: A materials and processing approach* Tokyo: McGraw-Hill International Book Company.

Graham E. (1990). *Maintenance Welding*, Prentice-Hall Inc: New Jersey.

Smith, F.J.M. (1992). *Basic fabrication and welding engineering*, Hong Kong: Wing Tai Cheung Printing Co. Ltd.

Salmon, C.G., J.E. Johnson and F.A. Malhas. (2009). “*Steel Structures: Design and Behavior - Emphasizing Load and Resistance Factor Design*, 5th Ed.”, Pearson Int. Ed..

Dipohusodo, Istimawan . 1996. Manajemen Proyek. Jakarb: Erlangga

A.P.Potma, Ir dan J.E.De Vries ,2001 Konstruksi Baja Pradnya Paramita PT,Jakarta

The Lincoln Electric Company, *The Procedure Handbook of Arc Welding*, The Lincoln Electric Company, 1973

Oentoeng (1999). Konstruksi Baja. Yogyakarta. Andi Offset

Anonim (2002). SNI 03-1729-2002. Tata cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung.

## GLOSARIUM

- **AISC** – singkatan dari *American Institute of Steel Construction*
- **AISCS** – Spesifikasi-spesifikasi yang dikembangkan oleh AISC, atau singkatan dari *American Institute of Steel Construction Specification*
- **Beban** – suatu gaya yang bekerja dari luar
- **Beban hidup** – semua beban yang terjadi akibat pemakaian dan penghunian suatu gedung, termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah dan/atau beban akibat air hujan pada atap
- **Beban mati** – berat semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala beban tambahan, finishing, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung tersebut
- **Faktor reduksi** – suatu faktor yang dipakai untuk mengalikan kuat nominal untuk mendapatkan kuat rencana;
- **Gaya tarik** – gaya yang mempunyai kecenderungan untuk menarik elemen hingga putus.
- **Gaya tekan** – gaya yang cenderung untuk menyebabkan hancur atau tekuk pada elemen. Fenomena ketidakstabilan yang menyebabkan elemen tidak dapat menahan beban tambahan sedikitpun bisa terjadi tanpa kelebihan pada material disebut tekuk (*buckling*).
- **Geser** – keadaan gaya yang berkaitan dengan aksi gaya-gaya berlawanan arah yang menyebabkan satu bagian struktur tergelincir terhadap bagian di dekatnya. Tegangan geser umumnya terjadi pada balok.
- **Kuat nominal** – kekuatan suatu komponen struktur atau penampang yang dihitung berdasarkan ketentuan dan asumsi metode perencanaan sebelum dikalikan dengan nilai faktor reduksi kekuatan yang sesuai

- **Kuat perlu** – kekuatan suatu komponen struktur atau penampang yang diperlukan untuk menahan beban terfaktor atau momen dan gaya dalam yang berkaitan dengan beban tersebut dalam suatu kombinasi seperti yang ditetapkan dalam tata cara ini
- **Kuat rencana** – kuat nominal dikalikan dengan suatu faktor reduksi kekuatan  $\varnothing$
- **Kuat tarik leleh** – kuat tarik leleh minimum yang disyaratkan atau titik leleh dari tulangan dalam MPa
- **LRFD** – singkatan dari *load and resistance factor design*
- **SNI** – singkatan dari Standar Nasional Indonesia
- **Struktur Rangka Batang** – susunan elemen-elemen linier yang membentuk segitiga atau kombinasi segitiga, sehingga menjadi bentuk rangka yang tidak dapat berubah bentuk bila diberi beban eksternal tanpa adanya perubahan bentuk pada satu atau lebih batangnya
- **Tegangan** – intensitas gaya per satuan luas
- **Tegangan tumpu (*bearing stress*)** – tegangan yang timbul pada bidang kontak antara dua elemen struktur, apabila gaya-gaya disalurkan dari satu elemen ke elemen yang lain. Tegangan-tegangan yang terjadi mempunyai arah tegak lurus permukaan elemen.
- **Tegangan leleh** - Tegangan leleh untuk perencanaan (  $f_y$  )
- **Tegangan putus** - Tegangan putus untuk perencanaan (  $f_u$  )
- **Konstruksi** sistem struktur yang dibuat manusia dengan menerapkan kaidah-kaidah desain.
- **Korosi** kerusakan pada elemen jembatan akibat pengikatan uap air oleh karat baja.
- **Galvanis** lapisan khusus pada elemen baja untuk mengatasi perkaratan
- **Fatik** beban pada jembatan yang bersifat berulang dan terus menerus

- **Fraktur** keretakan secara tiba-tiba pada struktur baja setelah adanya kerusakan kecil yang bersifat desktruktif.
- **Baja** material dengan kekerasan cukup tinggi yang umum digunakan pada suatu jenis konstruksi bangunan atau jembatan.
- **Baut** elemen untuk mengikat elemen struktur yang terpisah yang dikencangkan dengan suatu kunci momen
- **pemeriksaan detail** pemeriksaan untuk mengetahui kondisi jembatan dan elemennya guna mempersiapkan strategi penanganan untuk setiap individual jembatan dan membuat urutan prioritas jembatan sesuai dengan jenis penanganannya.
- **pemeriksaan khusus** pemeriksaan yang disarankan oleh pemeriksa jembatan pada waktu pemeriksaan detail karena pemeriksa merasa kurangnya data, pengalaman atau keahlian untuk menentukan kondisi jembatan.
- **Profil** baja penampang tertentu yang digunakan dalam konstruksi.
- **Struktur** suatu tatanan konstruksi buatan manusia dengan menerapkan kaidah-kaidah alam, aturan dan spesifikasi teknis yang merupakan pedoman bersama.