



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian Teknik Konstruksi Baja

Pedagogik : Komunikasi Efektif dalam Proses Pembelajaran
Profesional : Rencana Pelaksanaan Pekerjaan Konstruksi Baja

KELOMPOK
KOMPETENSI





MODUL GURU PEMBELAJAR

Paket Keahlian Teknik Konstruksi Baja

Penyusun :

Emilia Kadreni, ST., MT
USU Medan
emiliakadreni@gmail.com
081265993266

Reviewer :

Medis Surbakti, ST., MT
USU Medan
medissurbakti@yahoo.com
081396565879

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 diklat guru pembelajar.

Pembuatan modul ini merupakan suatu usaha untuk meningkatkan kualitas profesional guru dalam proses pembelajaran bagi Lingkup Kejuruan Kelompok Teknologi. Usaha tersebut adalah sebagai tindak lanjut dari reformasi Sistem Pendidikan Kejuruan yang diserahkan kepada penyiapan tamatan dengan kompetensi sesuai dengan kebutuhan dunia kerja.

Dengan demikian diharapkan dapat digunakan oleh guru, untuk meningkatkan profesionalnya yang dilaksanakan baik secara klasikal maupun secara mandiri dalam upaya pencapaian penguasaan kompetensi

Kami menyadari isi yang terkandung dalam modul ini masih belum sempurna, untuk itu kepada guru maupun peserta diklat diharapkan agar dapat melengkapi, memperkaya dan memperdalam pemahaman dan penguasaan materi untuk topik yang sama dengan membaca referensi lainnya yang terkait. Selain kritik dan saran membangun bagi penyempurnaan modul ini, sangat diharapkan dari semua pihak.

Kepada semua pihak yang turut membantu dalam penyiapan modul ini, disampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya serta ucapan terima kasih, kiranya modul yang sederhana ini dapat bermanfaat khususnya bagi peserta yang memerlukannya

Jakarta, Desember 2015
Direktur Jenderal Guru dan
Tenaga Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D,
NIP 19590801 198503 1002

COVER

KATA PENGANTAR.....i

DAFTAR ISI.....

DAFTAR GAMBAR.....

DAFTAR TABEL.....

PENDAHULUAN

- A LATAR BELAKANG
- B TUJUAN
- C PETA KOMPETENSI
- D RUANG LINGKUP
- E SARAN CARA PENGGUNAAN MODUL

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

- A TUJUAN
- B INDIKATOR PENCAPAIAN
KOMPETENSI
- C URAIAN MATERI
- D AKTIVITAS PEMBELAJARAN
- E LATIHAN/TUGAS-TUGAS
- F RANGKUMAN
- G UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

- A TUJUAN
- B INDIKATOR PENCAPAIAN
KOMPETENSI
- C URAIAN MATERI
- D AKTIVITAS PEMBELAJARAN

- E LATIHAN/TUGAS-TUGAS
- F RANGKUMAN
- G UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

- A TUJUAN
- B INDIKATOR PENCAPAIAN
KOMPETENSI
- C URAIAN MATERI
- D AKTIVITAS PEMBELAJARAN
- E LATIHAN/TUGAS-TUGAS
- F RANGKUMAN
- G UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

KEGIATAN PEMBELAJARAN 4

- A TUJUAN
- B INDIKATOR PENCAPAIAN
KOMPETENSI
- C URAIAN MATERI
- D AKTIVITAS PEMBELAJARAN
- E LATIHAN/TUGAS-TUGAS
- F RANGKUMAN
- G UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

KEGIATAN PEMBELAJARAN 5

- A TUJUAN
- B INDIKATOR PENCAPAIAN
KOMPETENSI
- C URAIAN MATERI
- D AKTIVITAS PEMBELAJARAN

- E LATIHAN/TUGAS-TUGAS
- F RANGKUMAN
- G UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

KEGIATAN PEMBELAJARAN 6

- A TUJUAN
- B INDIKATOR PENCAPAIAN
KOMPETENSI
- C URAIAN MATERI
- D AKTIVITAS PEMBELAJARAN
- E LATIHAN/TUGAS-TUGAS
- F RANGKUMAN
- G UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

KUNCI JAWABAN LATIHAN/TUGAS
DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

1. Gambar 1.1. Peregangan tarik baja
2. Gambar 1.2 Kurva umum tegangan – regangan hasil uji tarik
3. Gambar 1.3 Bentuk benda uji yang mempunyai diameter $\leq 15\text{mm}$
4. Gambar 1.4 Bentuk benda uji yang mempunyai diameter $> 15\text{ mm}$
5. Gambar 1.5. Penampang bagian yang putus
6. Gambar 1.6 Lay out pengujian tarik (pull out) batang baja di laboratorium
7. Gambar 1.7 Peralatan pengujian tarik batang baja

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

1. Gambar 2.1 Sambungan struktur baja
2. Gambar 2.2 Lay out pengujian sambungan konstruksi baja
3. Gambar 2.3 Peralatan pengujian tarik batang baja

KEGIATAN PEMBELAJARAN 4

1. Gambar 4.1 Sambungan balok-kolom
2. Gambar 4.2 Sambungan profil-pelat penyambung
3. Gambar 4.3 Sambungan pelat-pelat
4. Gambar 4.4 Sambungan balok-kolom
5. Gambar 4.5 Contoh sambungan geser eksentris
6. Gambar 4.6 Kombinasi momen dan gerber
7. Gambar 4.7 Bidang kerja sejajar
8. Gambar 4.8 Bidang kerja tegak lurus
9. Gambar 4.9 Bidang kerja kombinasi
10. Gambar 4.10 Sambungan-sambungan dengan bidang momen
11. Gambar 4.11 Gaya R diuraikan dalam arah x dan y

KEGIATAN PEMBELAJARAN 5

1. Gambar 5.1 RAB dan kurva S
2. Gambar 5.2 Material baja

KEGIATAN PEMBELAJARAN 7

1. Gambar 7.1 Contoh Workshop fabrication
2. Gambar 7.2 Contoh site fabrication

3. Gambar 7.3 Alat kerja fabrikasi ducting stainless steel
4. Gambar 7.4 Mesin las
5. Gambar 7.5 Cutting Torch
6. Gambar 7.6 Gerinda
7. Gambar 7.7. Plasma cutting
8. Gambar 7.8 Flange dan dua unit ducting yang akan disambung

KEGIATAN PEMBELAJARAN 8

1. Gambar 8.1. Mengkategorikan elemen berdasarkan transfer beban
2. Gambar 8.2. Klasifikasi elemen struktur
3. Gambar 8.3. Jenis-jenis elemen struktur
4. Gambar 8.4. Metode penggantian batang tarik dan batang tekan

DAFTAR TABEL

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

1. Tabel 2.1 Sifat mekanis baja struktural

KEGIATAN PEMBELAJARAN 5

1. Tabel 5.1 Berat isi baja H beam
2. Tabel 5.2 Berat besi baja WF
3. Tabel 5.3 Berat besi baja kanal C/CNP

PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

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

Agar kegiatan pengembangan diri optimal diperlukan modul-modul yang digunakan sebagai salah satu sumber belajar pada kegiatan diklat fungsional dan kegiatan kolektif guru dan tenaga kependidikan lainnya. Modul diklat adalah substansi materi pelatihan yang dikemas dalam suatu unit program pembelajaran yang terencana guna membantu pencapaian peningkatan kompetensi yang didesain dalam bentuk *printed materials* (bahan tercetak).

Penulisan modul didasarkan pada hasil peta modul dari masing-masing mapel yang terpetakan menjadi 4 (empat) jenjang. Keempat jenjang diklat dimaksud adalah (1) Diklat Jenjang Dasar; (2) Diklat Jenjang Lanjut; (3) Diklat Jenjang Menengah, dan (4) Diklat Jenjang Tinggi. Diklat jenjang dasar terdiri atas 5 (lima) *grade*, yaitu *grade* 1 s.d 5, diklat jenjang lanjut terdiri atas 2 (dua) *grade*, yaitu *grade* 6 dan 7, diklat menengah terdiri atas 2 (dua) *grade*, yaitu *grade* 8 dan 9, dan diklat jenjang tinggi adalah *grade* 10;

Modul diklat disusun untuk membantu guru dan tenaga kependidikan meningkatkan kompetensinya, terutama kompetensi profesional dan kompetensi pedagogik. Modul tersebut digunakan sebagai sumber belajar (*learning resources*) dalam kegiatan pembelajaran tatap muka.

B. TUJUAN

Penggunaan modul dalam diklat PKB dimaksudkan untuk mengatasi keterbatasan waktu, dan ruang peserta diklat, memudahkan peserta diklat belajar mandiri sesuai kemampuan, dan memungkinkan peserta diklat untuk mengukur atau mengevaluasi sendiri hasil belajarnya.

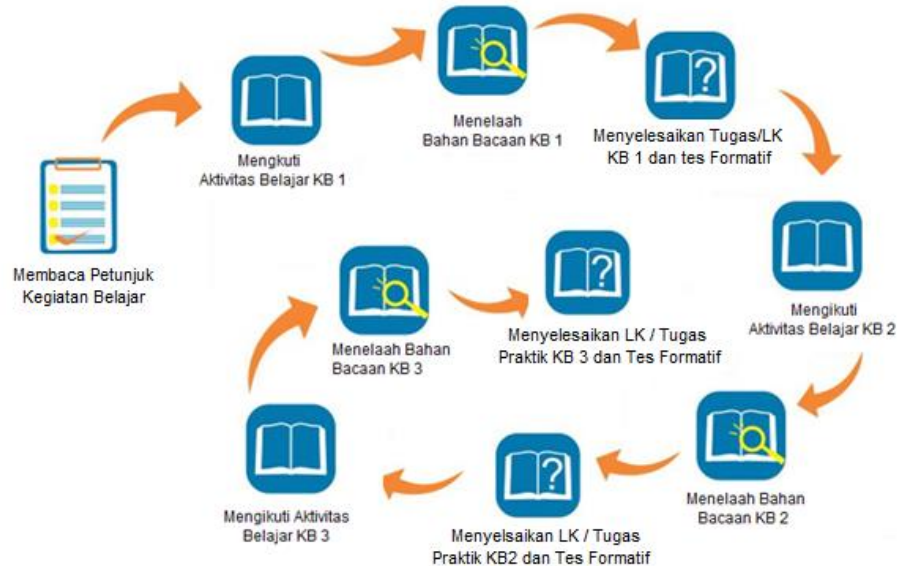
Target kompetensi dan hasil pembelajaran yang diharapkan dapat dicapai melalui modul ini meliputi kompetensi pedagogi dan kompetensi profesional pada

grade 3 (tiga). Setelah mempelajari materi pembelajaran pedagogi tentang pengembangan kurikulum yang terkait dengan mata pelajaran pada keahlian Mekanika Teknik khususnya mata pelajaran Konstruksi Baja, dan materi pembelajaran profesional tentang penguasaan materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran pada keahlian Mekanika Teknik khususnya mata pelajaran Konstruksi Baja, peserta diklat diharapkan mampu:

1. Menentukan pengalaman belajar yang sesuai untuk mencapai tujuan pembelajaran yang diampu.
2. Memilih materi pembelajaran yang diampu yang terkait dengan pengalaman belajar dan tujuan pembelajaran

C. PETA KOMPETENSI

Melalui materi pembelajaran ini, akan melakukan tahapan kegiatan pembelajaran kompetensi pedagogi dan profesional pada grade 3 (tiga) secara *one shoot training* dengan moda langsung (tatap muka). Tahapan belajar untuk mencapai target kompetensi pada grade 3 (tiga) diperlihatkan melalui diagram Alur Pencapaian Kompetensi Grade 3 (tiga) seperti berikut.



Alur Pencapaian Kompetensi Grade 3

Pada pembelajaran kompetensi pedagogi, saudara akan mengkaji dan menganalisis penentuan pengalaman belajar yang sesuai untuk mencapai tujuan pembelajaran dan memilih materi pembelajaran mekanika Teknik yang terkait

dengan pengalaman belajar pada keahlian Bangunan Konstruksi Baja melalui beberapa aktivitas belajar antara lain mempelajari bahan bacaan, diskusi, studi kasus, mengerjakan tugas dan menyelesaikan test formatif untuk uji pemahaman.

D. RUANG LINGKUP

Ruang lingkup modul Konstruksi Baja Level 3 konstruksi baja berikut meliputi:

- Menganalisis ilmu Mekanika Teknik bangunan yang terkait dengan teknik konstruksi baja
 - Menganalisis gaya batang pada struktur konstruksi baja sederhana.
- Menganalisis Ilmu konstruksi bangunan yang terkait dengan teknik konstruksi baja
 - Menganalisis jenis dan fungsi struktur bangunan berdasarkan karakteristik
 - Mengkategorikan macam-macam pekerjaan konstruksi baja
- Menguasai ilmu ukur tanah yang terkait dengan perencanaan pembangunan konstruksi baja
 - Menerapkan teknik pengoperasian alat sipat datar (*leveling*) dan alat sipat ruang (*theodolit*).
- Menganalisis berbagai macam pengetahuan Teknologi dasar Konstruksi Baja
 - Menguraikan berbagai prinsip dasar dan peraturan-peraturan terkait dengan teknologi konstruksi baja (SNI)
- Menganalisis berbagai pekerjaan persiapan dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi baja.
 - Merencanakan estimasi biaya pelaksanaan pekerjaan
- Merencanakan Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Lingkungan Hidup K3LH pada pekerjaan konstruksi baja.
 - Menerapkan peraturan Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Lingkungan Hidup K3LH.

E. SARAN PENGGUNAAN MODUL

1. Materi pembelajaran utama Mekanika Teknik ini berada pada tingkatan (*grade*) 3 (tiga), terdiri dari materi pedagogi dan materi profesional. Materi pedagogi berisi bahan pembelajaran tentang penentuan pengalaman belajar yang sesuai untuk mencapai tujuan pembelajaran dan pemilihan materi

pembelajaran pada mata pelajaran Mekanika Teknik Bangunan dan materi profesional berisi bahan pembelajaran tentang prinsip dan prosedur Konstruksi Baja.

2. Modul ini disusun berbasis aktivitas yang terbagi atas empat kegiatan belajar (KB). Materi pembelajaran pada setiap KB terbagi menjadi beberapa Bahan Bacaan yang dapat saudara gunakan sebagai salah satu sumber informasi. Tetapi diharapkan saudara dapat mencari sumber informasi lain yang relevan untuk memperluas wawasan saudara.
3. Untuk meningkatkan efektifitas saudara mempelajari materi pada modul ini, telah disusun aktivitas belajar yang disusun secara sistematis, yaitu dimulai dengan Pengantar aktivitas belajar, kemudian dilanjutkan dengan Aktivitas Belajar 1 dan Aktivitas belajar selanjutnya untuk meningkatkan pemahaman dalam ranah pengetahuan dan keterampilan, melalui penelaahan bahan bacaan, menyelesaikan Lembar Kerja/Tugas Praktikum, dan menyelesaikan tes formatif untuk uji pemahaman.
4. Materi pembelajaran yang disajikan di modul ini terkait dengan materi pembelajaran lain.
5. Waktu yang digunakan untuk mempelajari materi pembelajaran ini diperkirakan 150 JP, dengan rincian untuk materi pedagogi 45 JP dan untuk materi profesional 105 JP, melalui diklat PKB moda/model langsung atau tatap muka.
6. Untuk memulai kegiatan pembelajaran, Saudara harus mulai dengan membaca Pengantar Aktivitas Belajar, menyiapkan dokumen-dokumen yang diperlukan/diminta, mengikuti tahap demi tahap kegiatan pembelajaran secara sistematis dan mengerjakan perintah-perintah kegiatan pembelajaran pada Lembar Kerja (LK) baik pada ranah pengetahuan dan keterampilan. Untuk melengkapi pengetahuan, Saudara dapat membaca bahan bacaan dan sumber-sumber lain yang relevan. Pada akhir kegiatan Saudara akan dinilai oleh pengampu dengan menggunakan format penilaian yang sudah dipersiapkan.

Kegiatan Pembelajaran 1

Mengevaluasi Hasil Pengujian Mutu baja Pada pekerjaan Konstruksi baja

A. Tujuan

Diharapkan setelah penyajian materi ini, peserta diklat akan dapat:

1. Mengetahui alat-alat yang digunakan dalam menguji material pekerjaan konstruksi baja sesuai dengan SNI 03 – 1729 - 2002
2. Mengetahui dan melakukan cara pengujian material pekerjaan konstruksi baja sesuai dengan SNI 03 – 1729 - 2002
3. Mengevaluasi pengujian material pekerjaan konstruksi baja sesuai dengan SNI 03 – 1729 - 2002.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi pada pembelajaran ke 1 ini adalah peserta diklat menguasai tentang evaluasi pengujian mutu baja pada pekerjaan konstruksi baja.

C. Uraian Materi

1. Pengetahuan Dasar.

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui mutu baja pada pekerjaan konstruksi baja sesuai dengan SNI 03 – 1729 - 2002 dengan pengujian tarik dilakukan terhadap sampel tulangan dengan berbagai diameter dengan menggunakan mesin uji tarik sehingga didapatkan data regangan, tegangan leleh maupun kuat tarik baja.

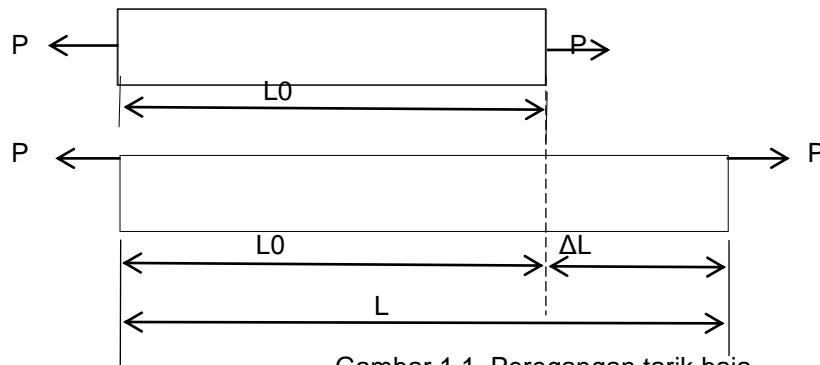
Pengujian Tarik

Uji tarik rekayasa banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan (Dieter, 1987). Pada uji tarik, benda uji diberi beban gaya tarik sesumbu yang bertambah secara kontinyu, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan terhadap perpanjangan yang dialami benda uji (Davis, Troxell, dan Wiskocil, 1955). Kurva tegangan regangan rekayasa diperoleh dari pengukuran perpanjangan benda uji. Tegangan yang dipergunakan pada kurva adalah tegangan membulur rata-rata dari pengujian tarik yang diperoleh dengan membagi beban dengan luas awal penampang melintang benda uji

$$\sigma = \frac{P}{A_0} \dots\dots\dots (1.1)$$

Regangan yang digunakan untuk kurva tegangan regangan rekayasa adalah regangan linier rata-rata, yang diperoleh dengan membagi perpanjangan panjang ukur (gage length) benda uji, ΔL , dengan panjang awalnya, L_0 .

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{L - L_0}{L_0} \dots\dots\dots(1.2)$$



Gambar 1.1. Peregangannya tarik baja

Pada waktu menetapkan regangan harus diperhatikan :

- Pada baja yang lunak sebelum patah terjadi pengerutan (pengecilan penampang) yang besar.
- Regangan terbesar terjadi pada tempat patahan tersebut, sedang pada kedua ujung benda uji paling sedikit ,meregang

Kurva tegangan regtangan hasil pengujian tarik umumnya tampak seperti Gambar 1.2. terlihat :

1. AR garis lurus. Pada bagian ini pertambahan panjang sebanding dengan pertambahan beban yang diberikan. Pada bagian ini berlaku hokum Hooke :

$$\Delta L = \frac{P}{A} \times \frac{L_0}{E} \dots\dots\dots(1.3)$$

dengan :

ΔL = pertambahan panjang benda kerja (mm)

L_0 = panjang benda kerja awal (mm)

P = beban yang bekerja (N)

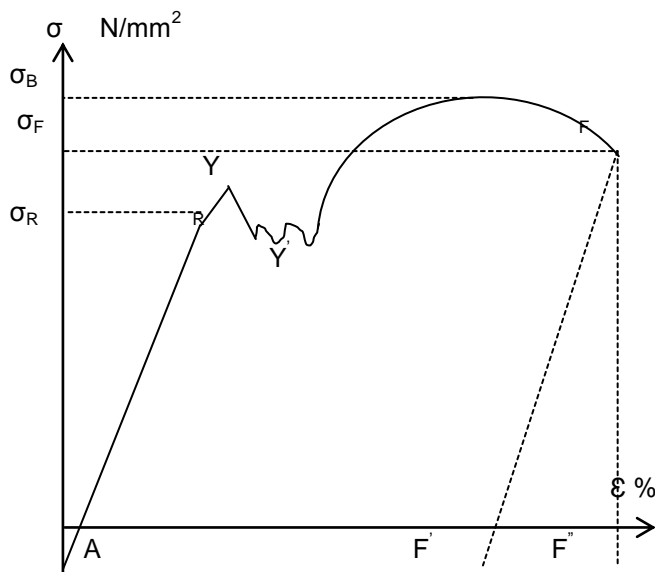
A = luas penamngang benda kerja (mm²)

E = modulus elastisitas bahan (N/mm²)

Dari persamaan (1.1) dan (1.2) bila disubstitusikan ke persamaan (1.3), maka akan diperoleh :

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \dots\dots\dots(1.4)$$

2. Y disebut titik luluh (yield point)
3. Y' disebut titik luluh bawah
4. Pada daerah YY' benda kerja seolah olah mencair dan ebban naik turun tersebut daerah luluh.
5. Pada titik B beban mencapai titik maksimum dan titik ini biasa disebut tegangan tarik maksimum atau kekuatan tarik bahan (σ_B). Pada titik ini terlihat jelas benda kerja mengalami pengecilan penampang (necking)
6. Setelah titik B, beban mulai turun dan akhirnya patah di titik F (failure)
7. Titik F disebut batas proporsional, yaitu batas daerah lastis dan daerah AR disebut daerah elastis. Regangan yang diperoleh pada daerah ini disebut regangan elastis.
8. Melewati batas proposional sampai dengan benda kerja putus, biasa dikenal dengan daerah plastis dan regangannya disebut regangan plastis
9. Jika setelah benda kerja putus dan disambungkan lagi (dijajarkan) kemudian diukur pertambahan panjangnya (ΔL), maka regangan yang di peroleh dari hasil pengukuran ini adalah regangan plastis (AP')



Gambar 1.2. Kurva umum tegangan – regangan hasil uji tarik

2. Lembar Kerja

a. Tujuan

Tujuan pengujian ini adalah untuk mendapatkan nilai kuat tarik baja beton dan parameter lainnya. Pengujian ini selanjutnya dapat digunakan dalam pengendalian mutu baja. biasanya digunakan antara lain untuk perencanaan rancangan dimensi baja yang akan dipakai pada pekerjaan konstruksi baja..

b. Persyaratan Pengujian

1 Jumlah Contoh

Contoh disyaratkan sebagai berikut :

- 1) jumlah contoh dari setiap jenis dan ukuran baja beton yang diperlukan untuk pengujian kuat tarik beton ditetapkan berdasarkan ketentuan yang berlaku
- 2) jika suatu konstruksi beton akan menggunakan lebih dari satu jenis dan ukuran baja beton, maka setiap jenis dan ukuran harus dilakukan pengujian kuat tarik
- 3) pengambilan contoh-contoh untuk setiap jenis dan ukuran baja beton dilakukan secara acak berdasarkan ketentuan yang berlaku;
- 4) dimensi setiap contoh ditentukan berdasarkan bentuk, dimensi, dan jumlah benda uji.

2. Pengelolaan Contoh

Pengelolaan contoh disyaratkan, sebagai berikut :

- 1) setiap contoh diberi label yang jelas, sehingga identitas contoh dapat diketahui
- 2) label contoh meliputi :
 - a. nomor contoh;
 - b. jenis dan grade baja beton;
 - c. dimensi contoh;
 - d. asal pabrik;
- 3) petugas/teknisi yang mengambil contoh;
- 4) tanggal pengambilan contoh;
- 5) contoh-contoh baja beton harus ditempatkan pada tempat yang baik sehingga terhindar dari pengaruh korosi dahaya destruksi lainnya

3. Sistem Pengujian

Sistem pengujian yang digunakan sesuai dengan persyaratan, berikut :

- (1) pengujian kuat tarik baja beton untuk setiap contoh uji dilakukan secara ganda (*duplo*),
- 2) sehingga untuk setiap contoh harus disiapkan 2 (dua) buah benda uji;
- 3) pencatatan data pengujian harus menggunakan formulir laboratorium yang berisi :
 - a. identitas benda uji dan contoh;
 - b. teknisi pengujian;
 - c. tanggal pengujian;
 - d. penanggung jawab pengujian;
 - e. pencatatan data pengujian;
 - f. nama laboratorium dan instansi penguji;

g. hasil pengujian harus ditanda tangani oleh penanggung jawab.

c. Benda Uji

Benda uji ditentukan sebagai berikut :

- 1) benda uji merupakan batang proporsional dimana perbandingan antara, panjang dan luas penampang sebelum pengujian adalah sama;

$$l_0 / A_0 \text{ so } K = \dots\dots\dots (1)$$

l_0 = panjang ukur benda uji, mm

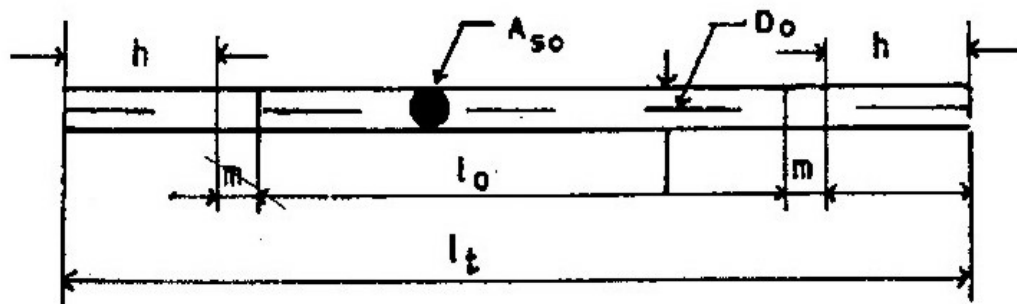
A_0 = luas penampang terkecil semula, mm²

- 2) besarnya nilai k, adalah sebagai berikut :

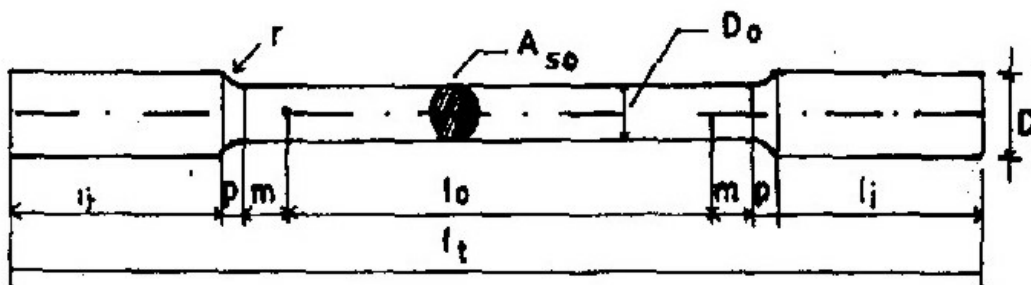
- a. untuk dp5, maka k=5,65 sehingga $l_0 = 5d$
- b. untuk dp 10, maka K=11.3 sehingga $l_0 = 10d$

- 3) bentuk dan dimensi benda uji, adalah sebagai berikut :

- a. jika diameter contoh ≤ 15 mm sehingga gaya tarik maksimum lebih kecil dari kapasitas mesin tarik, maka benda uji dibuat dengan bentuk dan dimensi seperti tercantum pada Gambar 1.3 tanpa perubahan bentuk penampang :
- b. jika diameter contoh > 15 mm, atau gaya tarik maksimum melebihi kapasitas mesin tarik, maka bentuk dan dimensi benda uji dibuat seperti Gambar 1.4.



Gambar 1.3. .Bentuk Benda uji yang Mempunyai Diameter ≤ 15 mm



Gambar 1.4. Bentuk Benda uji yang Mempunyai Diameter > 15 mm

Keterangan Gambar 1.4 :

l_t = panjang total benda uji, mm

l_o = panjang ukur semula benda uji, mm

D_o = diameter terkecil benda uji, mm

D = diameter contoh, mm

l_j = panjang bagian benda uji yang terjepit pada mesin tarik

r = jari-jari cekungan, bagian benda uji yang konis

p = panjang bagian benda uji yang berbentuk yang berbentuk konis, mm

m = panjang bebas benda uji, mm

A_{so} = luas penampang benda uji semula, mm

d. Peralatan

Peralatan untuk pengujian kuat tarik baja beton terdiri dari :

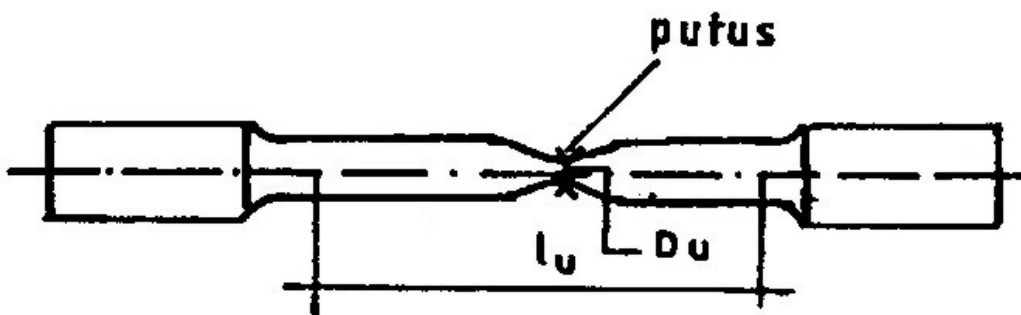
- (1) mesin uji tarik, harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :
 - a. mempunyai kecepatan tarik yang merata dan dapat diatur sedemikian rupa sehingga besarnya penambahan tegangan tidak melebihi 10 MPa untuk setiap detik;
 - b. pembacaan gaya, dapat dilakukan dengan ketelitian 10% dari gaya tarik maksimum.
- (2) alat, pengukur geser
- (3) peralatan pembuat benda uji, yaitu
 - a. alat pemotong baja;
 - b. alat penggores benda uji;
 - c. mesin bubut.

e. Cara Uji

Proses pengujian dilakukan sebagai berikut :

1. buat benda uji untuk setiap contoh dengan bentuk dan dimensi yang sesuai dengan
2. setiap contoh dibuat 2 (dua) buah benda uji untuk pengujian ganda;
3. setiap benda uji dilengkapi dengan nomor benda uji, nomor contoh serta dimensinya;
4. pasang benda uji dengan cara menjepit bagian h dari benda uji pada alat penjepit mesin tarik; sumbu alat penjepit harus berimpit dengan sumbu benda uji;
5. tarik benda uji dengan penambahan beban sebesar 10 MPa/detik sampai benda uji putus; catat dan amatilah besarnya perpanjangan yang terjadi setiap penambahan beban 10 MPa;

6. Catat besarnya gaya tarik pada batas leleh P_y dan pada batas putus P_{maks} , bila benda uji merupakan baja lunak;
7. buatlah grafik antara gaya tarik yang bekerja dan perpanjangan.
8. Hitung parameter – parameter pengujian dengan menggunakan rumus – rumus seperti di atas
 - a. untuk baja lunak, lihat Gambar 1.5;
 buat garis $DE \parallel AB$ untuk menentukan besarnya perpanjangan $e = AE$;
 garis AF = batas leleh
 - b. untuk baja keras;
 1. Tentukan bagian garis lurus AC , kemudian tarik garis $DE \parallel AC$ untuk menentukan besarnya perpanjangan $e = AE$;
 2. Tentukan titik F untuk regangan $n = 0,2\%$ atau perpanjangan $AF = 0,2\% \cdot l_0$
 3. Tarik garis $FB \parallel DE$, sehingga besarnya P_y bisa diketahui;
 4. Ukur diameter bagian benda uji yang putus (D_u) dan panjang setela putus (l_u), lihat Gambar 1.5



Gambar 1.5. Penampang bagian yang putus

f. Perhitungan

Parameter pengujian dihitung dengan rumus-rumus sebagai berikut :

- 1) tegangan tarik putus : F_s ;

$$f_s = \frac{P_{maks}}{A_{s0}} \dots\dots\dots(2)$$

- 2) tegangan tarik leleh : f_y ;

$$f_s = \frac{P_y}{A_{s0}} \dots\dots\dots(3)$$

- 3) regangan maksimum : Π maks;

$$\Pi_{maks} = \frac{l_u + l_0}{l_0} \times 100 \% \dots\dots\dots(4)$$

- 4) kontraksi penampang : s ;

$$s = \frac{A_{s0} + A_{su}}{A_{s0}} \times 100\% \dots\dots\dots(5)$$

dimana :

f_s : tegangan tarik putus, Mpa

P_{maks} : kuat tarik putus, N

A_{so} : luas penampang benda uji semula, mm²

A_{su} : luas penampang benda uji setelah pengujian, mm²

f_y : tegangan tarik leleh, N

P_y : kuat tarik leleh, N

E_{maks} : regangan maksimum benda uji pada saat putus, %

L_u : panjang benda uji setelah pengujian, mm

l_o : panjang benda uji semula, mm

s : kontraksi/reduksi penampang benda uji pada saat putus

g. Pelaporan Uji

Laporan uji kuat tarik baja beton mencantumkan data, sebagai berikut :

1) identitas contoh :

- a. nomor contoh;
- b. jenis contoh;
- c. asal pabrik dan proyek yang akan menggunakan.

2) laboratorium/instansi yang melakukan pengujian;

- a. nama teknisi yang melakukan pengujian;
- b. nama & jabatan yang bertanggung jawab terhadap hasil pengujian.

3) hasil pengujian;

4) kelainan/kegagalan selama pengujian; hasil pengujian dinyatakan gagal dan harus diadakan penggantian benda uji dalam hal :

- a. contoh asli mempunyai permukaan tidak rata;
- b. contoh asli mempunyai dimensi tidak sesuai;
- c. dimensi benda uji tidak memenuhi syarat;
- d. cara pengujian tidak mengikuti prosedur;
- e. benda uji patah di luar panjang uji;
- f. benda uji patah tidak di tengah panjang uji;
- g. alat uji tidak bekerja sesuai prosedur;

5) rekomendasi dan saran-saran.

Catatan

- Duplo : ganda
- Kontraksi ; peregangan
- Reduksi : Penyusutan

D. Aktivitas Pembelajaran

Dalam pembelajaran ini peserta diklat diharuskan mengikuti prosedur sebagai berikut:

1. Pahami tujuan pembelajaran dengan seksama.
2. Bacalah materi secara runtut dan temukan jawaban atas pertanyaan-pertanyaan yang ada dalam tujuan pembelajaran tersebut.
3. Berhentilah sejenak pada point-point penting yang merupakan jawaban yang disebutkan dalam tujuan, lakukan berbagai tindakan yang memungkinkan anda memahaminya dengan baik, termasuk menanyakannya kepada instruktur.
4. Tutuplah buku Anda, lalu cobalah menjawab pertanyaan yang ada pada tujuan tersebut.
5. Jika jawaban Anda kurang memuaskan, lakukan pengulangan.

E. Latihan/Kasus/Tugas

Baut A 325 berdiameter 22 mm menerima gaya tarik aksial seperti dalam gambar. Jika $A_p = 6000 \text{ mm}^2$. Hitung gaya tarik akhir pada baut (T_f) bila beban kerja terdiri dari 20% beban mati dan 80% beban hidup.

F. Rangkuman

Modul ini dimaksudkan sebagai panduan dan acuan untuk melakukan pengujian kuat tarik baja beton dan parameter lainnya. Pengujian ini selanjutnya dapat digunakan dalam pengendalian mutu baja.

Semua material harus memenuhi persyaratan-persyaratan standar material yang sesuai dengan yang disyaratkan pada Butir 3.1 pada SNI 03 – 1729 - 2002 dan 5.3 pada SNI 03 – 1729 - 2002. Cacat permukaan pada baja harus dihilangkan dengan menggunakan cara-cara yang disyaratkan pada Butir 3.1 SNI 03 – 1729 - 2002.

Mutu baja harus dapat diidentifikasi pada semua tahap pabrikasi, atau bajanya harus dinyatakan sebagai baja yang tidak teridentifikasi dan hanya digunakan sesuai dengan Butir 5.2.2 pada SNI 03 – 1729 - 2002. Setiap penandaan pekerjaan baja harus dilakukan sedemikian rupa sehingga tidak merusak mutu materialnya.

Suatu komponen struktur yang dipabrikasi harus ditolak bila:

- a) mutu materialnya tidak memenuhi persyaratan; atau
- b) pabrikasinya tidak memenuhi persyaratan; atau
- c) tidak memenuhi toleransi yang disyaratkan.

Namun, komponen struktur yang dipabrikasi tersebut dapat juga diterima bila memenuhi hal-hal berikut:

- (i) dapat dibuktikan bahwa secara struktural tetap memenuhi syarat dan fungsi yang diharapkan; atau
- (ii) lulus pengujian sesuai dengan butir-butir yang bersangkutan

Komponen-komponen struktur yang dipabrikasi yang tidak memenuhi Butir 17.1(i) atau 17.1(ii) di atas dan juga tidak memenuhi Butir 17.2, 17.3, atau 17.4 harus ditolak.

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.

Kegiatan Pembelajaran 2

Mengevaluasi Hasil Pengujian Kekuatan Sambungan Konstruksi Baja

Pada Pembelajaran kedua ini berisi kegiatan evaluasi hasil kekuatan sambungan konstruksi baja.

A. Tujuan

Diharapkan setelah penyajian materi ini, peserta diklat akan dapat:

1. Mengetahui alat-alat yang digunakan dalam menguji kekuatan sambungan konstruksi baja sesuai dengan SNI 03 – 1729 - 2002
2. Mengetahui dan melakukan cara pengujian kekuatan sambungan konstruksi baja sesuai dengan SNI 03 – 1729 - 2002
3. Mengevaluasi pengujian kekuatan sambungan konstruksi baja sesuai dengan SNI 03 – 1729 - 2002.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi pada pembelajaran ke 2 ini adalah peserta diklat menguasai tentang evaluasi pengujian kekuatan sambungan konstruksi baja.

C. Uraian Materi

1. Pengetahuan Dasar.

Pengujian material baja yang dimaksudkan adalah yang disahkan oleh lembaga yang berwenang dapat dianggap sebagai bukti yang cukup untuk memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam SNI 03 – 1729 - 2002 .

Baja yang tidak teridentifikasi boleh digunakan selama memenuhi ketentuan berikut ini :

1. Bebas dari cacat permukaan;
2. Sifat fisik material dan kemudahannya untuk dilas tidak mengurangi kekuatan dan kemampuan layan strukturnya
3. Di tes sesuai ketentuan yang berlaku tegangan leleh (f_y) untuk perencanaan tidak boleh diambil lebih dari 170 MPa sedangkan tetgangan putusnya (f_u) tidak boleh lebih dari 300 MPa

Sambungan terdiri dari komponen sambungan (pelat, pengisi, pelat buhul, pelat pendukung, dan pelat penyambung) dan alat pengencang (baut dan las).

Sambungan tipe tumpu adalah sambungan yang dibuat dengan menggunakan baut yang dikencangkan dengan tangan, atau baut mutu tinggi yang dikencangkan untuk menimbulkan gaya tarik minimum yang disyaratkan, yang kuat rencananya disalurkan oleh gaya geser pada baut dan tumpuan pada bagian – bagian yang disambungkan.

Sambungan tipe friksi adalah sambungan yang dibuat dengan menggunakan baut mutu tinggi yang dikencangkan untuk menimbulkan tarikan baut minimum yang disyaratkan sedemikian rupa sehingga gaya – gaya geser rencana disalurkan melalui jepitan yang bekerja dalam bidang kontak dan gesekan yang ditimbulkan antara bidang – bidang kontak.

Alat Sambung

1) Baut mur dan ring

Baut mur dan ring harus memenuhi ketentuan yang berlaku

2) Mat sambung mutu tinggi

Alat sambung mutu tinggi boleh digunakan bila memenuhi ketentuan berikut :

- a. Komposisi kimiawi dan sifat mekanisnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku;
- b. Diameter batang, luas tumpu kepala baut, dan mur atau penggantinya, harus lebih besar dari nilai nominal yang ditetapkan dalam ketentuan yang berlaku. Ukuran lainnya boleh berbeda
- c. Cara penarikan baut dan prosedur pemeriksaan untuk alat sambung boleh berbeda dari ketentuan dari peraturan sebelumnya selama persyaratan gaya tarik minimum alat sambung pada table dipenuhi dan prosedur penarikannya dapat diperiksa

3) Las

Material pengelasan dan logam las harus sesuai dengan ketentuan yang berlaku

4) Penghubung geser jenis paku yang di las

Semua penghubung geser jenis paku yang dilas harus sesuai dengan ketentuan yang berlaku

5) Baut angker

Baut angker harus memenuhi ketentuan butir diatas atau dibuat dari batang yang memenuhi ketentuan yang tercakup dalam butir 3 selama ulirnya memenuhi ketentuan yang berlaku

Tabel 2.1. Sifat mekanis baja struktural

Jenis Baja	Tegangan putus minimum, f_u (MPa)	Tegangan leleh minimum, f_y (MPa)	Peregangan minimum (%)
BJ 34	340	210	22
BJ 37	370	240	20
BJ 41	410	250	18
BJ 50	500	290	16
BJ 55	550	410	13

Klasifikasi sambungan

1) Sambungan kaku

Sambungan harus memenuhi ketentuan yang berlaku. Deformasi titik kumpul harus sedemikian rupa sehingga tidak terlalu berpengaruh terhadap distribusi gaya maupun terhadap deformasi keseluruhan struktur

2) Sambungan semi kaku

Sambungan harus memenuhi ketentuan yang berlaku. Pada sambungan semi kaku perhitungan kekakuan, penyebaran gaya dan deformasinya harus menggunakan analisis mekanika yang hasilnya didukung oleh percobaan eksperimental

3) Sambungan sendi

Sambungan harus memenuhi ketentuan yang berlaku. Sambungan sendi harus dapat berubahbentuk agar memberikan rotasi yang diperlukan pada sambungan. Sambungan tidak boleh mengakibatkan momen lentur terhadap komponen struktur yang disambung. Detail sambungan harus mempunyai kemampuan rotasi yang cukup. Sambungan harus dapat memikul gaya reaksi yang bekerja pada eksentrisitas yang sesuai dengan detail sambungannya.

Selain mempunyai sifat plastis, konstruksi baja juga mempunyai sifat mekanik lainnya, yaitu sifat yang menyatakan kemampuan suatu material / komponen untuk menerima beban, gaya dan energi tanpa menimbulkan kerusakan pada material/komponen tersebut.

Beberapa sifat mekanik yang penting antara lain:

1. Kekuatan (*strength*)

Merupakan kemampuan suatu material untuk menerima tegangan tanpa menyebabkan material menjadi patah. Berdasarkan pada jenis beban yang bekerja, kekuatan dibagi dalam beberapa macam yaitu kekuatan tarik, kekuatan geser, kekuatan tekan, kekuatan torsi, dan kekuatan lengkung.

2. Kekakuan (*stiffness*)

Adalah kemampuan suatu material untuk menerima tegangan/beban tanpa mengakibatkan terjadinya deformasi atau difleksi.

3. Kekenyalan (*elasticity*)

Didefinisikan sebagai kemampuan material untuk menerima tegangan tanpa mengakibatkan terjadinya perubahan bentuk yang permanen setelah tegangan dihilangkan, atau dengan kata lain kemampuan material untuk kembali ke bentuk dan ukuran semula setelah mengalami deformasi (perubahan bentuk).

4. Plastisitas (*plasticity*)

Adalah kemampuan material untuk mengalami deformasi plastik (perubahan bentuk secara permanen) tanpa mengalami kerusakan. Material yang mempunyai plastisitas tinggi dikatakan sebagai material yang ulet (*ductile*), sedangkan material yang mempunyai plastisitas rendah dikatakan sebagai material yang getas (*brittle*).

5. Keuletan (*ductility*)

Adalah suatu sifat material yang digambarkan seperti kabel dengan aplikasi kekuatan tarik. Material *ductile* ini harus kuat dan lentur. Keuletan biasanya diukur dengan suatu periode tertentu, persentase keregangan. Sifat ini biasanya digunakan dalam bidang perteknikan, dan bahan yang memiliki sifat ini antara lain besi lunak, tembaga, aluminium, nikel, dll.

6. Ketangguhan (*toughness*)

Merupakan kemampuan material untuk menyerap sejumlah energi tanpa mengakibatkan terjadinya kerusakan.

7. Kegetasan (*brittleness*)

Adalah suatu sifat bahan yang mempunyai sifat berlawanan dengan keuletan. Kerapuhan ini merupakan suatu sifat pecah dari suatu material dengan sedikit pergeseran permanen. Material yang rapuh ini juga menjadi sasaran pada beban regang, tanpa memberi keregangan yang terlalu besar. Contoh bahan yang memiliki sifat kerapuhan ini yaitu besi cor.

8. Kelelahan (*fatigue*)

Merupakan kecenderungan dari logam untuk menjadi patah bila menerima beban bolak-balik (*dynamic load*) yang besarnya masih jauh di bawah batas kekakuan elastiknya.

9. Melar (*creep*)

Merupakan kecenderungan suatu logam untuk mengalami deformasi plastik bila pembebanan yang besarnya relatif tetap dilakukan dalam waktu yang lama pada suhu yang tinggi.

10. Kekerasan (*hardness*)

Merupakan ketahanan material terhadap penekanan atau indentasi / penetrasi. Sifat ini berkaitan dengan sifat tahan aus (*wear resistance*) yaitu ketahanan material

2. Lembar Kerja

a. Tujuan

Tujuan pengujian sambungan baja ini adalah untuk menghasilkan suatu struktur yang stabil, cukup kuat, mampu-Layan, awet dan memenuhi tujuan – tujuan lainnya seperti ekonomi dan kemudahan pelaksanaan pekerjaan konstruksi baja..

b. Persyaratan Pengujian

Dalam perancangan sambungan baja (*connection*) hal yang penting dan harus diperhatikan adalah mutu baja yang akan dipakai sudah terjamin mutunya karena di peroleh dari pabrikasi industri baja yang bersertifikat. Untuk mempertahankan mutu sambungan baja maka harus dilakukan perencanaan sambungan baja yan cermat dan teliti.

Secara prinsip kekuatan struktur baja sebenarnya tergantung atau terletak pada kekuatan sambungan baja bukan pada mutu profil bahan yang digunakan. Sehingga sambungan yang direncanakan akan mendapatkan suatu konstruksi baja yang mempunyai karakteristik yang berbeda antara setiap sambungan baja. Seluruh kekuatan dan keamanan struktur dapat secara langsung tergantung pada sambungan yang menghubungkan batang utama (pokok). Sambungna ini harus dapat ditunjukkan secara jelas dan terperinci pada gambar rencana, demi kepentingan perencanaan yang aman dan untuk penghematan biaya dalam penawaran harga konstruksi baja.



Gambar 2.1. Sambungan struktur baja

c. Sistem Pengujian

Menurut LRFD A2.2 jenis sambungan yang dipakai pada konstruksi baja dibedakan menjadi 3 (tiga) tipe :

1. Tipe terkekang penuh (fully restrained/ FR),
sambungan yang memiliki kontinuitas penuh sehingga sudut pertemuan antara batang - batang tidak berubah, yakni pengekangan rotasi sekitar 90% atau lebih dari yang diperlukan untuk mencegah perubahan sudut.
2. Tipe rangka sederhana (partially restrained/ PR)
Keadaan ini terjadi jika kekangan rotasi pada ujung -ujung batang dibuat sekecil mungkin. Biasanya rangka sederhana dianggap terjadi jika sudut awal antara

batang -batang yang berpotongan dapat berubah sampai 80% atau lebih dari jumlah perubahan sudut yang secara teoritis jika digunakan sambungan berengsel bebas.

3. Tipe rangka setengah kaku Rangka

Setengah kaku terjadi jika kekangan rotasi kira - kira antara 20% hingga 90% dari yang diperlukan untuk mencegah perubahan sudut relatif

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktifitas Pengantar

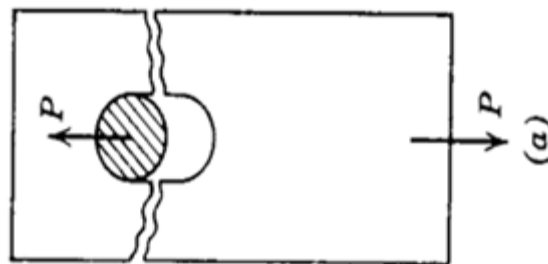
Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat per kelompok untuk mengidentifikasi hal – hal berikut :

1. Apa saja yang harus dipersiapkan oleh Guru kejuruan sebelum mempelajari materi pembelajaran Konstruksi Baja? Sebutkan dan Jelaskan!
2. Bagaimana peserta diklat mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen yang ada didalam materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan dipelajari oleh peserta diklat pada materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai peserta diklat dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
6. Apa bukti yang harus ditunjukkan oleh peserta diklat bahwa telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan.

Aktifitas 1. Mengetahui bentuk pengujian tarik batang baja (*pull out test*)

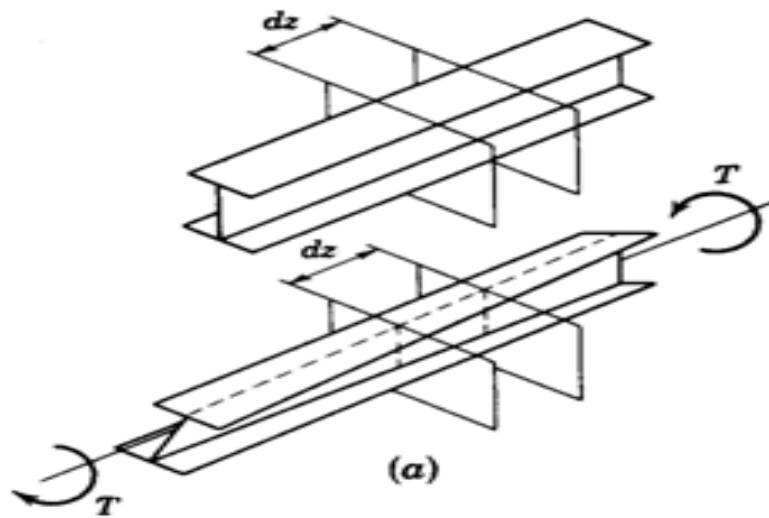
Peserta diklat diharapkan dapat mengetahui bentuk pengujian tarik batang baja



Gambar 2.2. Pengujian Tarik Batang Baja (*Pull Out*)

Aktifitas 2 Mengetahui Pengujian sambungan konstruksi baja

Peserta diklat diharapkan dapat mengetahui pengujian sambungan konstruksi baja

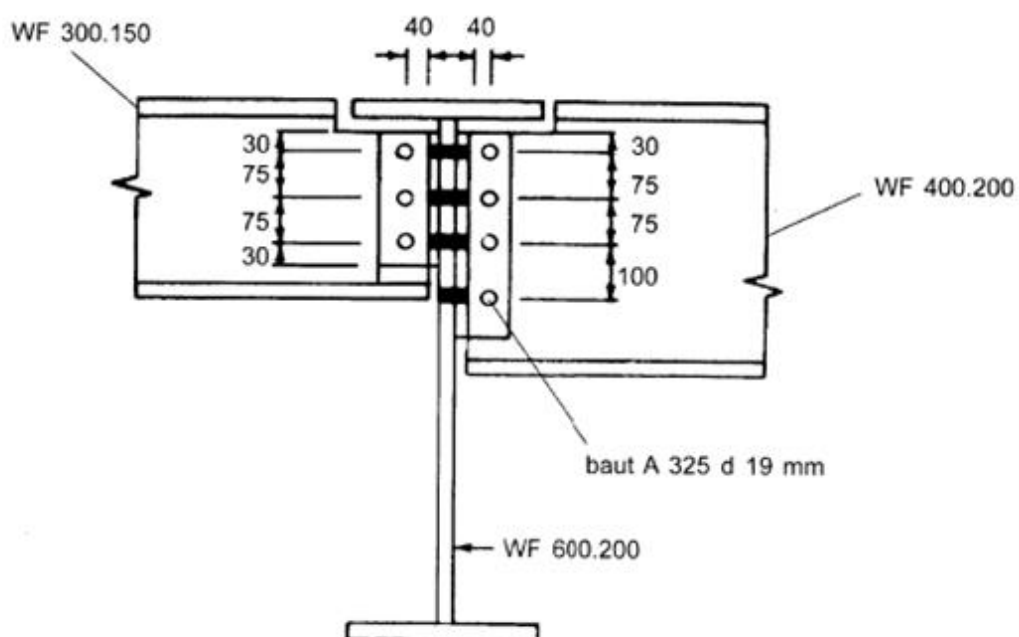


Gambar 2.3.. pengujian sambungan konstruksi baja

Jawablah pertanyaan diatas dengan menggunakan LK - 1. Jika jawaban tersebut dapat dijawab dengan baik dan benar maka peserta diklat dapat melanjutkan pembelajaran berikutnya.

E. Latihan

Rencanakan sambungan antara balok induk (WF 600.200) dengan balok anak (WF 300.150 dan WF 400.200) dengan menggunakan baut A 325 \varnothing 19 mm. Reaksi terfaktor balok WF 300 adalah sebesar 18 ton, sedangkan pada WF 400 adalah sebesar 32 ton. seperti gambar di bawah ini. Mutu baja profil BJ37.



F. Rangkuman

Modul ini dimaksudkan sebagai panduan dan acuan untuk melakukan pengujian kuat tarik baja beton dan parameter lainnya. Pengujian ini selanjutnya dapat digunakan dalam pengendalian mutu baja.

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.

Kegiatan Pembelajaran 3

Merancang Dimensi Konstruksi Baja

Pembelajaran ke tiga ini berisi kegiatan merancang dimensi pada pekerjaan konstruksi baja.

H. Tujuan

Diharapkan setelah penyajian materi ini, peserta diklat akan dapat:

4. Mengetahui parameter – parameter yang digunakan dalam merancang dimensi struktur baja sesuai dengan SNI 03 – 1729 - 2002
5. Mengetahui dan melakukan perencanaan dimensi konstruksi baja sesuai dengan SNI 03 – 1729 – 2002

I. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi pada pembelajaran ke 3 ini adalah peserta diklat dapat merancang dimensi konstruksi baja.

J. Uraian Materi

3. Pengetahuan Dasar.

Secara umum perencanaan dan pelaksanaan struktur baja harus memenuhi standard SNI 03 – 1729- 2002 yang meliputi persyaratan – persyaratan umum serta ketentuan – ketentuan teknis perencanaan dan pelaksanaan strukturbaja untuk bangunan gedung, atau struktur bangunan lain yang mempunyai kesamaan karakter dengan struktur gedung.

Tata cara ini mencakup :

- a. Ketentuan – ketentuan minimum untuk merencanakan, fabrikasi, mendirikan bangunan, dan modifikasi atau renovasi pekerjaan struktur baja, sesuai dengan metode perencanaan keadaan batas.;
- b. Perencanaan struktur bangunan gedung atau struktur lainnya, termasuk keran yang terbuat dari baja;
- c. Struktur dan material bangunan berikut;
Komponen struktur baja, dengan tebal lebih dari 3 mm;
tegangan leleh (f_y) komponen struktur kurang dari 450 MPa;

Komponen struktur canai dingin harus direncanakan sesuai dengan ketentuan lain yang berlaku. Bangunan – bangunan yang tidak di cakup dalam 1,2 dan 3 di atas direncanakan dengan ketentuan lain yang berlaku.

4. Lembar Kerja

c. Tujuan

Tujuan perancangan struktur baja ini adalah untuk mengarahkan terciptanya pekerjaan perencanaan dan pelaksanaan konstruksi baja yang memenuhi ketentuan minimum serta mendapatkan hasil pekerjaan struktur yang aman, nyaman dan ekonomis.

d. Acuan

Standard Nasional Indonesia

Semua baja structural sebelum di fabrikasi, harus memenuhi ketentuan sebagai berikut :

SK SNI S 05– 1989-F	Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian B (Bahan Bangunan dari Besi/baja)
SNI 07-0052-1987	Baja Kanal Bertepi Bulat Canai Panas, Mutu dan Cara Uji
SNI 07-0068-1987	Pipa Baja Karbon untuk Konstruksi Umum, Mutu dan Cara Uji
SNI 07-0138-1987	Baja Kanal C Ringan
SNI 07-0329-1989	Baja Bentuk I Bertepi Bulat Canai Panas, Mutu dan Cara Uji
SNI 07-0358-1989-A	Baja, Peraturan Umum :Pemeriksaan;
SNI 07-0722-1989	Baja Canai Panas Untuk Konstruksi Umum;
SNI 07-0950-1989	Pipa dan Pelat Baja Bergelombang Lapis seng;
SNI 07-2054-1990	Baja Siku Sama Kaki Bertepi Bulat Canai Panas, Mutu dan Cara Uji;
SNI 07-2610-1992	Baja Profil H Hasil Pengelasan dengan Filter untuk Konstruksi Umum;
SNI 07-3014-1992	Baja untuk Keperluan Rekayasa Umum
SNI 07-3015-1992	Baja Canai Panas untuk Konstruksi dengan Pengelasan
SNI 03-1726-1989	Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Rumah dan Gedung

e. Persyaratan - Persyaratan

Struktur

Dalam perencanaan struktur baja harus dipenuhi syarat – syarat berikut

- analisis struktur harus dilakukan dengan cara – cara mekanika tekni yang baku;
- analisis dengan computer, harus memberitahukan prinsip cara kerja program dan harus ditunjukkan dengan jelas data masukan serta penjelasan data keluaran;
- percobaan model diperbolehkan bila diperlukan untuk menunjang analisis teori;

- d. analisis struktur harus dilakukan dengan model – model matematis yang mensimulasikan keadaan struktur yang sesungguhnya dilihat dari segi sifat bahan dan kekakuan unsur – unsurnya;
- e. bila cara perhitungan menyimpang dari tata cara ini, maka harus mengikuti persyaratan sebagai berikut;
 - struktur yang dihasilkandapat dibuktikan dengan perhitungan dan atau percobaan yang cukup aman
 - tanggung jawab atas penyimpangan, dipikul oleh perencana dan pelaksana yang bersangkutan;
 - perhitungan dan atau percobaan tersebut diajukan kepada panitia yang ditunjuk oleh pengawas bangunan, yang terdiri dari ahli – ahli yang diberi wewenang menentukan segala keterangan dan cara – cara tersebut. Bila perlu, panitia dapat meminta diadakan percobaan ulang, lanjutan atau tambahan. Laporan panitia yang erisi syarat – syarat dan ketentuan – ketentuan penggunaan cara tersebut mempunyai kekuatan yang sama dengan yang disyaratkan.

K. Aktivitas Pembelajaran

Aktifitas Pengantar

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran

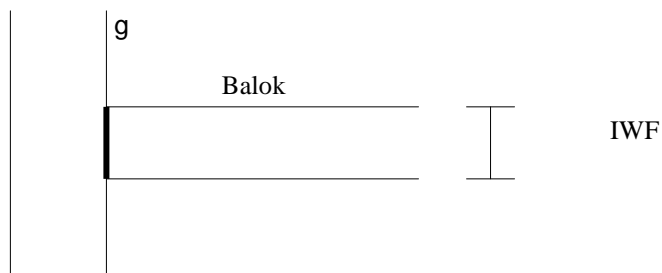
Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat per kelompok untuk mengidentifikasi hal – hal berikut :

7. Apa saja yang harus dipersiapkan oleh Guru kejuruan sebelum mempelajari materi pembelajaran Konstruksi Baja? Sebutkan dan Jelaskan!
8. Bagaimana peserta diklat mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
9. Ada berapa dokumen yang ada didalam materi pembelajaran ini? Sebutkan!
10. Apa topik yang akan dipelajari oleh peserta diklat pada materi pembelajaran ini? Sebutkan!
11. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai peserta diklat dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
12. Apa bukti yang harus ditunjukkan oleh peserta diklat bahwa telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan.

Jawablah pertanyaan diatas dengan menggunakan LK - 1. Jika jawaban tersebut dapat dijawab dengan baik dan benar maka peserta diklat dapat melanjutkan pembelajaran berikutnya.

L. Latihan

Hitunglah dimensi balok dan kolom seperti gambar di bawah ini



Profil Balok yang dipakai

IWF 125 x 50 x 3,2 x 3,2

Baut yang digunakan A - 325 (high strength bolt) dengan momen ultimit dan gaya ultimit sebesar

$M_u = 4720,16 \text{ kg m}$ dan $V_u = 12207,04 \text{ k}$

$f_{ub} = 825 \text{ Mpa}$

F. Rangkuman

Modul ini dimaksudkan sebagai panduan dan acuan untuk merancang dimensi konstruksi baja.

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.

Kegiatan Pembelajaran 4

Menguraikan gaya-gaya yang bekerja pada sambungan-sambungan konstruksi baja

Pembelajaran ke empat ini berisi penguraian gaya – gaya yang bekerja pada sambungan – sambungan konstruksi baja

A. Tujuan

Tujuan dari pembelajaran ini, diharapkan mampu t mampu merancang sambungan - sambungan struktur Konstruksi Baja

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

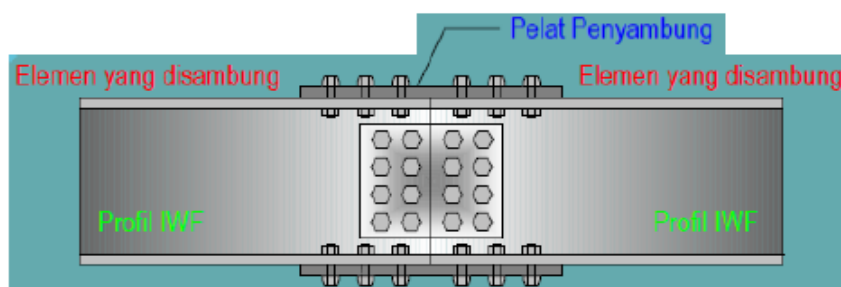
Peserta Diklat mampu menguraikan gaya-gaya yang bekerja pada sambungan-sambungan konstruksi baja

C. Uraian Materi

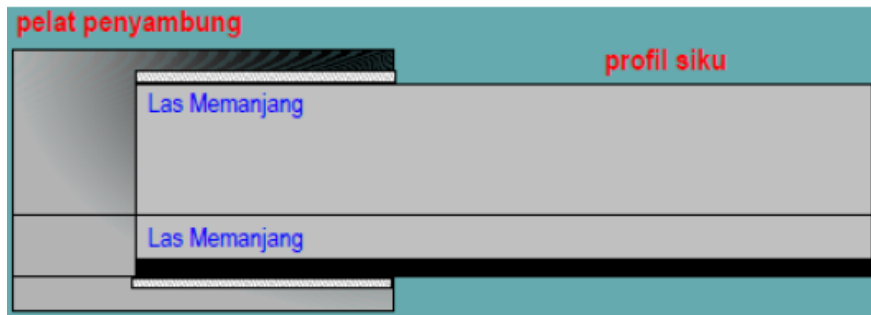
Pengetahuan dasar

Sambungan adalah lokasi dimana ujung-ujung batang bertemu. Umumnya sambungan dapat menyalurkan tiga jenis gaya dalam. Beberapa jenis sambungan yaitu: sambungan kaku, sambungan sendi, sambungan rol. Deformasi yang terjadi pada sambungan antara balok-kolom pada struktur baja yang menggunakan sambungan baut akan mempengaruhi kekakuan struktur, sehingga akan berpengaruh pada momen lentur yang terjadi. Jenis-jenis penyambung terdiri dari baut, paku keeling las dan lain sebagainya.

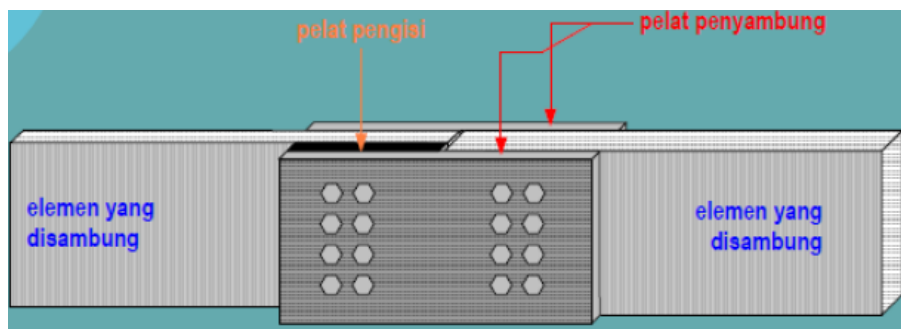
Contoh-contoh sambungan.



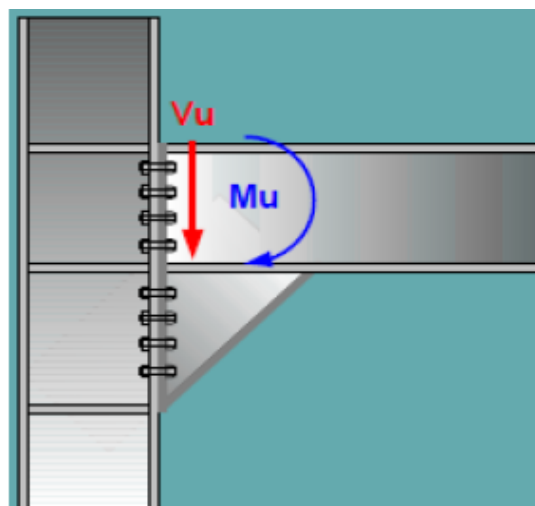
Gambar.4.1. Sambungan balok-balok



Gambar.4.2. Sambungan profil-pelat penyanggung.



Gambar.4.3. Sambungan pelat-pelat

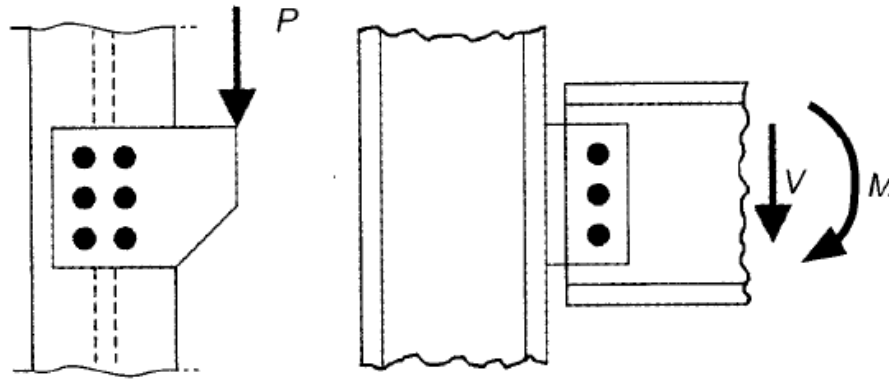


Gambar.4.4. Sambungan balok-kolom

Geser Eksentris

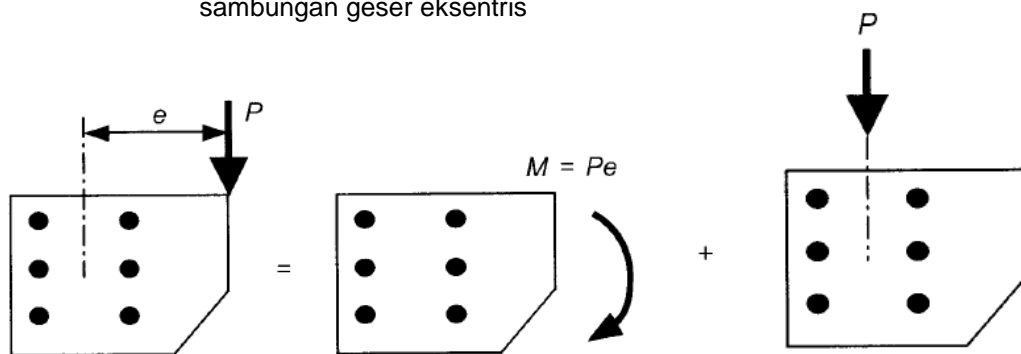
Ketika gaya P diaplikasikan pada garis kerja yang tidak melewati titik berat kelompok baut, maka akan timbul efek akibat gaya eksentris tersebut. Beban P yang mempunyai eksentrisitas sebesar e , adalah ekuivalen statis dengan momen P dikali e ditambah gaya eksentris P yang bekerja pada sambungan. Karena baik momen maupun beban konsentris tersebut member efek geser pada

kelompok baut, kondisi ini sering disebut sebagai geser eksentris.



Gambar
4.5.
Contoh

sambungan geser eksentris



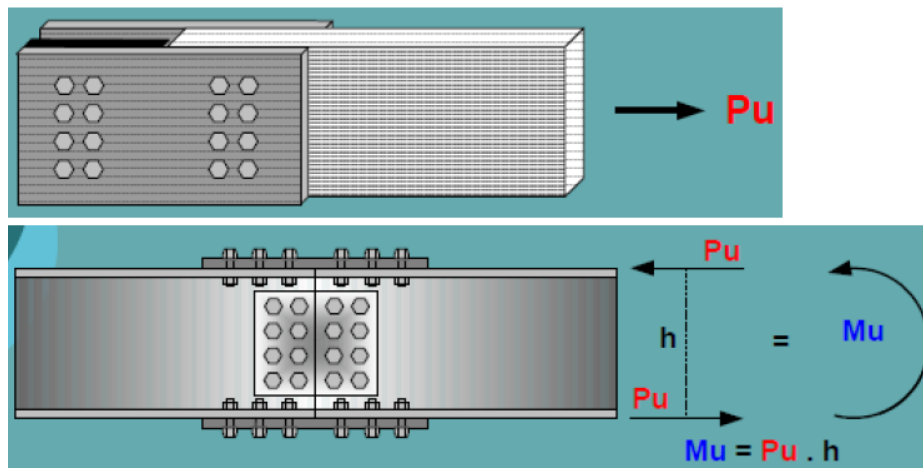
Gambar 4.6. Kombinasi

momen dan geser

Bidang Kerja Sambungan

a. Bidang kerja sejajar

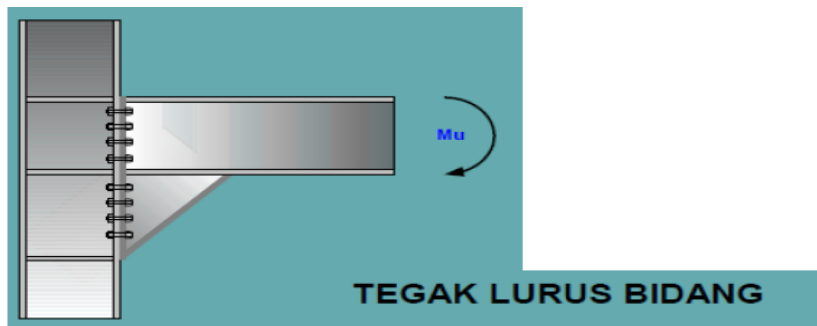
Adalah pembebanan yang gaya dan momen lentur rencananya berada dalam bidang sambungan sedemikian rupa sehingga gaya yang ditimbulkan dalam komponen sambungan hanya gaya geser.



Gambar.4.7. Bidang kerja sejajar

b. Bidang kerja tegak lurus (pembebanan luar bidang)

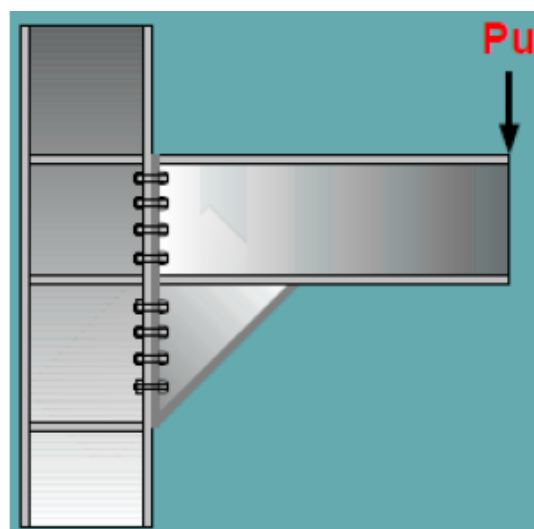
Adalah pembebanan yang gaya dan momen lentur rencananya menghasilkan gaya yang arahnya tegak lurus bidang sambungan sedemikian rupa sehingga gaya yang ditimbulkan dalam komponen sambungan hanya gaya tarik.



Gambar.4.8. Bidang kerja tegak lurus

c. Bidang kerja kombinasi

Adalah pembebanan yang gaya dan momen lentur rencananya menghasilkan gaya yang arahnya sejajar dan tegak lurus bidang sambungan sedemikian rupa sehingga gaya yang ditimbulkan dalam komponen sambungan adalah geser dan tarik.



Gambar.4.9. Bidang kerja kombinasi

2. Lembar Kerja

- Tujuan menguraikan gaya-gaya yang bekerja pada sambungan konstruksi baja ini adalah dapat memperkirakan kapasitas alat penyambung dalam suatu konstruksi baja. Dapat melakukan proses analisis dan desain sambungan baja.
- Menguraikan prinsip-prinsip perhitungan pada sambungan – sambungan struktur konstruksi baja.

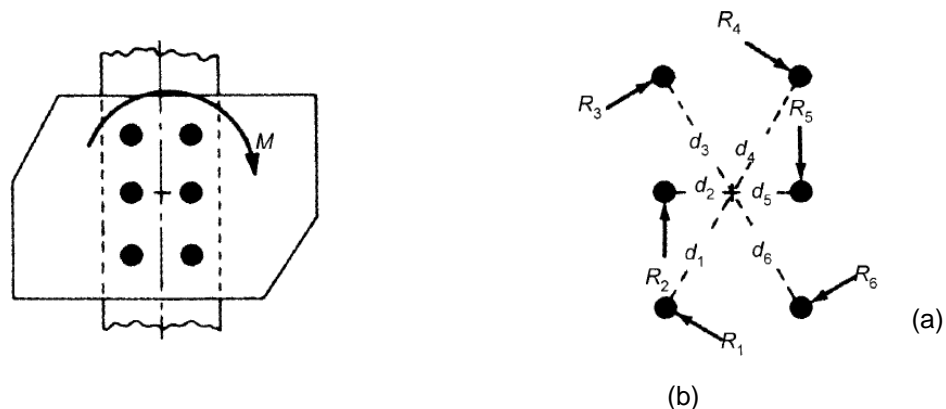
Dalam mendesain sambungan seperti ini, dapat dilakukan dua macam pendekatan yaitu:

1. Analisa elastik.

Yang mengasumsikan tak ada gesekan antara pelat yang kaku dan alat pengencang yang elastic.

Prosedur analisa ini didasarkan pada konsep mekanika bahan sederhana, dan digunakan sebagai prosedur konservatif. Untuk menurunkan persamaan yang digunakan dalam analisa ini, perhatikan sambungan yang menerima beban momen M dalam Gambar 4.10.a. Abaikan gesekan antara pelat, momen sama dengan jumlah gaya dalam Gambar 4.10.b dikalikan jaraknya ke titik berat kelompok baut. Jika tiap baut dianggap elastic dan mempunyai luas yang sama, maka gaya dari tiap baut juga proporsional terhadap jarak ke titik berat kelompok baut tersebut.

$$M = R_1 \cdot d_1 + R_2 \cdot d_2 + \dots R_6 \cdot d_6 = \sum R \cdot d \quad (4.1)$$



Gambar. 4.10. Sambungan-sambungan dengan bidang momen

Jika tiap baut dianggap elastic dan mempunyai luas yang sama, maka gaya R dari tiap baut juga proporsional terhadap jarak ke titik berat kelompok baut tersebut.

$$\frac{R_1}{d_1} = \frac{R_2}{d_2} = \dots = \frac{R_6}{d_6} \quad (4.2)$$

Atau $R_1, R_2, \dots R_6$ dapat dituliskan dalam bentuk:

$$R_1 = \frac{R_1}{d_1} \cdot d_1; R_2 = \frac{R_1}{d_1} \cdot d_2; R_6 = \frac{R_1}{d_1} \cdot d_6 \quad (4.3)$$

Substitusikan persamaan 4.5 ke persamaan 4.4

$$M = \frac{R_1}{d_1} \cdot d_1^2 + \frac{R_2}{d_2} \cdot d_2^2 + \dots + \frac{R_6}{d_6} \cdot d_6^2 \quad (4.4)$$

$$M = \frac{R_1}{d_1} [d_1^2 + d_2^2 + \dots + d_6^2] = \frac{R_1}{d_1} \cdot \sum d^2$$

Sehingga gaya pada baut 1:

$$R_1 = \frac{M \cdot d_1}{\sum d^2}$$

Dengan cara yang sama, maka gaya pada baut-baut yang lain adalah:

$$R_2 = \frac{M \cdot d_2}{\sum d^2}; R_3 = \frac{M \cdot d_3}{\sum d^2}; \dots; R_6 = \frac{M \cdot d_6}{\sum d^2}$$

Atau secara umum dituliskan:

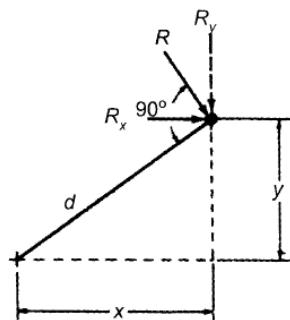
$$R = \frac{M \cdot d}{\sum d^2}$$

$$R_x = \frac{y}{d} \cdot R \quad R_y = \frac{x}{d} \cdot R$$

Substitusi persamaan diatas menghasilkan

$$R_x = \frac{M \cdot y}{\sum d^2} \quad R_y = \frac{M \cdot x}{\sum d^2}$$

Apabila gaya R, diuraikan dalam arah x dan y seperti pada Gambar 4.11, maka dapat dituliskan komponen gaya dalam arah x dan y.



Gambar 4.11. Gaya R diuraikan dalam arah x dan y

$$\text{Karena } d^2 = x^2 + y^2,$$

$$R_x = \frac{M \cdot y}{\sum x^2 + \sum y^2} \quad R_y = \frac{M \cdot x}{\sum x^2 + \sum y^2}$$

Dengan hukum penjumlahan vektor, maka gaya R didapatkan dari:

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

Untuk menghitung gaya total akibat beban eksentris seperti pada gambar diatas pengaruh gaya R_v memberikan konstribusi gaya kepada tiap baut sebesar

$$R_v = \frac{P}{\sum N}$$

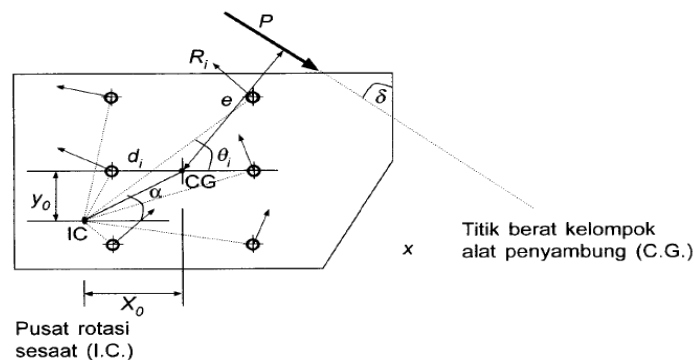
Dengan N adalah jumlah baut. Dan total resultan gaya pada tiap baut yang mengalami gaya eksentrisitas adalah

$$R = \sqrt{R_x^2 + (R_y + R_v)^2}$$

2. Analisa plastis.

Yang mengasumsikan bahwa kelompok alat pengencang dengan beban eksentris P berputar terhadap pusat rotasi sesaat dan deformasi disetiap alat penyambung sebanding dengan jaraknya dari pusat rotasi.

Cara analisis dianggap lebih rasional dibandingkan dengan cara elastic. Beban P yang bekerja pada dapat menimbulkan translasi dan rotasi pada kelompok baut. Translasi dan rotasi ini dapat direduksi menjadi rotasi murni terhadap pusat rotasi sesaat.



Gambar.4.12. Pusat rotasi sesaat

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktifitas Pengantar

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat per kelompok untuk mengidentifikasi hal – hal berikut :

13. Apa saja yang harus dipersiapkan oleh Guru kejuruan sebelum mempelajari materi pembelajaran Konstruksi Baja? Sebutkan dan Jelaskan!

14. Bagaimana peserta diklat mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
15. Ada berapa dokumen yang ada didalam materi pembelajaran ini? Sebutkan!
16. Apa topik yang akan dipelajari oleh peserta diklat pada materi pembelajaran ini? Sebutkan!
17. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai peserta diklat dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
18. Apa bukti yang harus ditunjukkan oleh peserta diklat bahwa telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan.

Jawablah pertanyaan diatas dengan menggunakan LK - 1. Jika jawaban tersebut dapat dijawab dengan baik dan benar maka peserta diklat dapat melanjutkan pembelajaran berikutnya.

Aktifitas 1. Peserta diklat dapat menguraikan gaya-gaya yang bekerja pada sambungan-sambungan konstruksi baja

E. Latihan

1. Hitunglah gaya maksimal yang bekerja dalam satu baut, untuk suatu komponen struktur berikut yang memikul gaya eksentris.
2. Hitung gaya R yang bekerja pada baut nomor 4 berikut ini, bila kelompok baut tersebut memikul beban $P_u = 5$ ton yang membentuk sudut α terhadap sumbu horizontal dimana besarnya $\tan \alpha = \frac{3}{4}$

F. Rangkuman

Modul ini dimaksudkan sebagai panduan dan acuan untuk melakukan pengujian kuat tarik baja beton dan parameter lainnya. Pengujian ini selanjutnya dapat digunakan dalam pengendalian mutu baja.

Semua material harus memenuhi persyaratan-persyaratan standar material yang sesuai dengan yang disyaratkan pada Butir 3.1 pada SNI 03 – 1729 - 2002 dan 5.3 pada SNI 03 – 1729 - 2002. Cacat permukaan pada baja harus dihilangkan dengan menggunakan cara-cara yang disyaratkan pada Butir 3.1 SNI 03 – 1729 - 2002.

Mutu baja harus dapat diidentifikasi pada semua tahap pabrikasi, atau bajanya harus dinyatakan sebagai baja yang tidak teridentifikasi dan hanya digunakan sesuai dengan Butir 5.2.2 pada SNI 03 – 1729 - 2002. Setiap penandaan pekerjaan baja harus dilakukan sedemikian rupa sehingga tidak merusak mutu materialnya.

Suatu komponen struktur yang dipabrikasi harus ditolak bila:

- a) mutu materialnya tidak memenuhi persyaratan; atau

- b) pabrikasinya tidak memenuhi persyaratan; atau
- c) tidak memenuhi toleransi yang disyaratkan.

Namun, komponen struktur yang dipabrikasi tersebut dapat juga diterima bila memenuhi hal-hal berikut:

- (i) dapat dibuktikan bahwa secara struktural tetap memenuhi syarat dan fungsi yang diharapkan; atau
- (ii) lulus pengujian sesuai dengan butir-butir yang bersangkutan

Komponen-komponen struktur yang dipabrikasi yang tidak memenuhi Butir 17.1(i) atau 17.1(ii) di atas dan juga tidak memenuhi Butir 17.2, 17.3, atau 17.4 harus ditolak.

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.

Kegiatan Pembelajaran 5

Mengevaluasi Perhitungan Volume Pekerjaan Konstruksi Baja

2. Tujuan

Diharapkan setelah penyajian materi ini, peserta diklat akan dapat:

6. Mengetahui perhitungan volume pengerjaan konstruksi baja yang sesuai dengan SKSNI T-15-1991-03, PPBBI 1984, PPIUG 1983, SNI 03 – 1729 - 2002
7. Dapat mengestimasi anggaran biaya tahap desain dan merencanakan jadwal pelaksanaan pekerjaan pada konstruksi baja
8. Mengevaluasi evaluasi perhitungan volume pengerjaan konstruksi baja yang sesuai dengan SKSNI T-15-1991-03, PPBBI 1984, PPIUG 1983, SNI 03 – 1729 - 2002

3. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi pada pembelajaran ke lima ini adalah peserta diklat menguasai tentang evaluasi perhitungan volume pekerjaan konstruksi baja.

4. Uraian Materi

5. Pengetahuan Dasar.

Dalam penyusunan anggaran biaya suatu rancangan bangunan biasanya dilakukan 2 (dua) tahapan yaitu :

1. Estimasi Biaya Kasar, yaitu penaksiran biaya secara global dan menyeluruh yang dilakukan sebelum rancangan bangunan dibuat.
2. Perhitungan Anggaran Biaya, yaitu penghitungan biaya secara detail dan terinci disesuaikan dengan perencanaan yang ada.

a. Tahapan Estimasi Biaya

Penaksiran anggaran biaya yang dilakukan adalah melakukan proses perhitungan volume bangunan yang akan dibuat, harga satuan standar dari tipe bangunan dan kualitas finishing bangunan yang akan dikerjakan. Karena taksiran dibuat sebelum dimulainya rancangan bangunan, maka jumlah biaya yang diperoleh adalah taksiran kasar biaya bukan biaya sebenarnya atau actual.

b. Perhitungan anggaran terperinci

dilakukan dengan cara menghitung volume dan harga-harga dari seluruh pekerjaan yang harus dilaksanakan, agar nilai bangunan dapat dipertanggung jawabkan secara benar dan optimal. Cara penghitungan yang benar adalah dengan menyusun semua komponen pekerjaan mulai dari tahapan awal pembangunan (Pekerjaan persiapan) sampai dengan tahapan penyelesaian pekerjaan (Pekerjaan Finishing), contoh:

Penghitungan anggaran biaya pada umumnya dibuat berdasarkan 5 hal pokok, yaitu:

1. Taksiran biaya bahan-bahan. Harga bahan-bahan yang dipakai biasanya harga bahan-bahan di tempat pekerjaan, jadi sudah termasuk biaya transportasi atau angkutan, biaya bongkar muat.
2. Taksiran biaya pekerja. Biaya pekerja sangat dipengaruhi oleh: panjangnya jam kerja, keadaan tempat pekerjaan, ketrampilan dan keahlian pekerja yang bersangkutan terutama dalam hal upah pekerja.
3. Taksiran biaya peralatan. Biaya peralatan yang diperlukan untuk suatu jenis konstruksi haruslah termasuk didalamnya biaya pembuatan bangunan-bangunan sementara (bedeng), mesin-mesin, dan alat-alat tangan (tools).
4. Taksiran biaya tak terduga atau overhead cost. Biaya tak terduga biasanya dibagi menjadi dua jenis, yaitu: biaya tak terduga umum dan biaya tak terduga proyek.
5. Taksiran keuntungan atau profit. Biaya keuntungan untuk pemborong atau kontraktor dinyatakan dengan prosentase dari jumlah biaya total yang berkisar antara 8-15%

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 di perlukan untuk pembentuk struktur baja tersebut

Ada beberapa material komponen pokok konstruksi baja yang pasti di perlukan dalam pekerjaan struktur baja (di luar pondasi, tie beam/sloof, dan pelat lantai beton bertulang) diantaranya :

1. Pelat baja biasanya digunakan untuk base plate kolom, pengaku, dan pada sambungan.
2. Trekstang atau sagrod biasa berupa besi polos dia. 12 mm.
3. Kolom biasanya menggunakan material baja WF
4. Balok biasanya menggunakan material baja WF
5. Gording biasanya menggunakan material baja CNP
6. Ikatan angin atau bracing biasa berupa besi polos dia. 16 mm.
7. Jarum keras atau turn buckle.
8. Finishing baja biasanya menggunakan cat zinchromate dan cat
9. Baut-baut.
10. Penutup atap menggunakan atap spandek atau atap metal lainnya.
11. Talang datar dan rangka besi siku.
12. 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 dijadikan sebagai bahan referensi dalam mengevaluasi perhitungan volume pengerjaan konstruksi baja :

TABEL 5.1. Berat besi baja H beam

Tabel Berat Besi Baja H Beam				
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

TABEL 5.2. Berat besi baja WF

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

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

Untuk mengevaluasi perhitungan volume pengerjaan konstruksi baja diperlukan seorang *accounting manager* ataupun seseorang yang ahli dibidangnya. Untuk mengetahui perhitungan volume pekerjaan konstruksi baja dibutuhkan beberapa persyaratan :

1. Tempat Pengerjaan
2. Data – Data Spesifikasi Bahan

Dalam menghitung volume pengerjaan konstruksi baja penentuan tempat pengerjaan harus diperhatikan. Karena akan berdampak besar terhadap cost pengiriman material konstruksi baja tersebut. Topografi daerah tempat pengerjaan perlu diperhatikan seperti apakah daerahnya landai (datar), menaik (perbukitan), sehingga dapat mengestimasi jenis kendaraan apa yang digunakan dalam sekali pengiriman.

Data – data spesifikasi bahan merupakan salah satu hal yang paling utama dalam mengestimasi biaya awal. 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. Ketidakakuratan 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.

Perhitungan - perhitungan struktur yang dilakukan dalam penelitian ini disesuaikan dengan peraturan-peraturan yang berlaku seperti SKSNI T-15-1991-03, PPBBI 1984, PPIUG 1983, SNI 03 – 1729 – 2002.

Dalam perhitungan volume konstruksi baja jenis bangunan yang ditinjau adalah :

1. Rangka Atap Baja Ringan

Rangka Atap Baja Ringan adalah sebuah perkembangan teknologi baru struktur atap yang mana menggunakan baja kuat tetapi ringan. Baja yang digunakan adalah baja jenis cold rolled coil (CRC) yang memiliki mutu yang tinggi (Kuat tarik 550 Mpa) dengan bentuk profil seperti huruf C atau O. Rangka atap baja ringan memiliki beberapa elemen utama, yaitu kuda-kuda dan bracing, reng, baut.

Ada beberapa keuntungan rangka atap **baja ringan** bila dibanding dengan rangka atap baja konvensional, yaitu : Material atap baja ringan memiliki kekuatan yang tinggi tetapi memiliki bobot yang ringan sehingga menghemat struktur bangunan

1. Lebih tahan karat dan tidak memerlukan finishing cat lagi.
2. Mutu materialnya tidak berubah-ubah sehingga tidak lapuk
3. Material baja ringan tidak terpengaruh serangan rayap.
4. Material baja ringan termasuk material yang ramah lingkungan.

5. Mudah pemasangannya dan lebih cepat, bisa dipabrikasi terlebih dahulu lalu dipasang di lokasi.

Dalam penawaran, rangka atap baja ringan biasanya dihitung dalam satuan m². Untuk menghitung volume rangka atap baja ringan bisa dipakai rumus sebagai berikut :

$$V = \frac{(\text{Panjang Bangunan} + \text{Overstek Genteng}) \times (\text{Lebar Bangunan} + \text{Overstek Genteng})}{\text{Derajat Kemiringan Atap Genteng (Cos derajat yang digunakan)}}$$

Misalkan ukuran sebuah bangunan adalah 9 x 9 meter dengan overstek masing-masing di keempat sisi 1 meter dengan derajat kemiringan 35 derajat, maka dapat kita hitung volume rangka atap baja ringan bangunan tersebut.

Panjang Bangunan = 9+1+1=11m

Lebar Bangunan = 9+1+1=11m

Derajat Kemiringan = cos 35 = 0.819

Volume = 11 x 11 / 0.819 = 147.7 m²

6. Lembar Kerja

7. Tujuan

Tujuan evaluasi perhitungan volume pengerjaan konstruksi baja ini adalah agar dapat menghitung dan mengestimasi biaya total suatu proyek secara terperinci yang sesuai dengan SKSNI T-15-1991-03, PPBB 1984, PPIUG 1983, SNI 03 – 1729 – 2002.

8. Persyaratan Pengujian

Dalam mengestimasi volume pengerjaan konstruksi baja hal yang penting dan harus diperhatikan adalah jenis dan fungsi konstruksi baja. Secara prinsip kekuatan struktur baja sebenarnya tergantung atau terletak pada kekuatan sambungan baja bukan pada mutu profil bahan yang digunakan.

Sehingga sambungan yang direncanakan akan mendapatkan suatu konstruksi baja yang mempunyai karakteristik yang berbeda antara setiap sambungan baja. Sambungan ini harus dapat ditunjukkan secara jelas dan terperinci pada gambar rencana, demi kepentingan perencanaan yang aman dan untuk penghematan biaya dalam penawaran harga konstruksi baja.

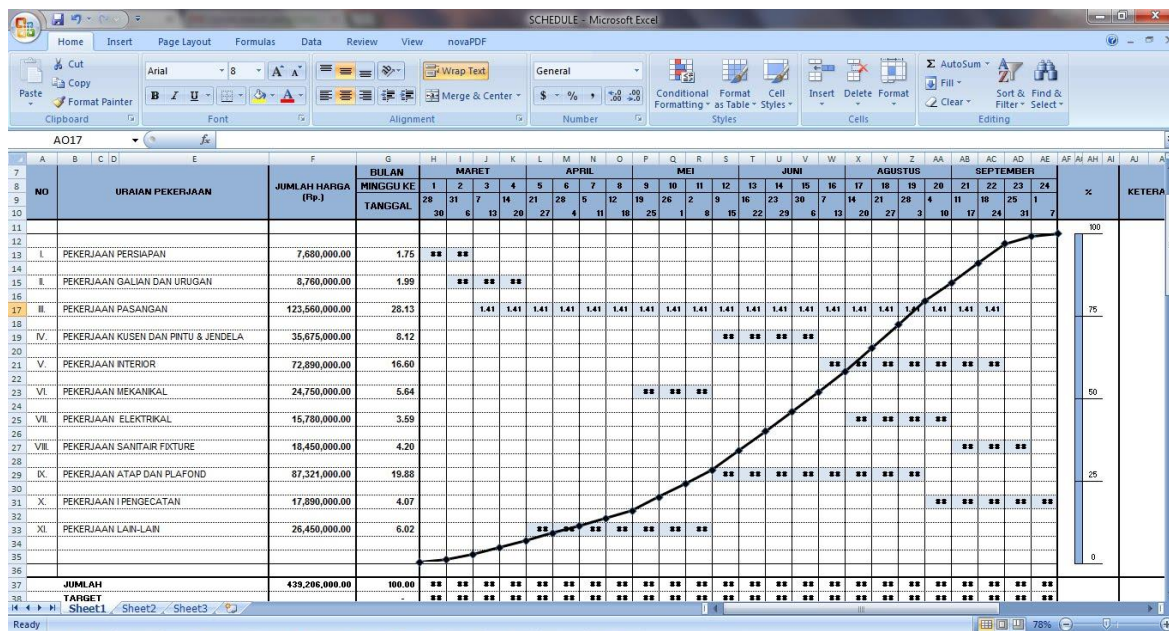
1. Contoh konstruksi bangunan yang ditinjau disini adalah :

- 1) Rangka Atap

2. Pengelolaan Contoh

Mengestimasi perhitungan volume konstruksi baja contoh bangunan konstruksi bangunan meliputi :

- 1) Menentukan material konstruksi
- 2) Mengestimasi biaya
- 3) label contoh meliputi :
 - a. nomor contoh;
 - b. jenis dan grade baja beton;
 - c. dimensi contoh;
 - d. asal pabrik;
- 4) petugas/teknisi yang mengambil contoh;
- 5) dari keterangan diatas sehingga dapat dibuat sebuah diagram kurva s



.3. Sistem Pengujian

Sistem pengujian evaluasi perhitungan volume pekerjaan konstruksi baja berdasarkan peraturan – peraturan seperti berikut :SKSNI T-15-1991-03, PPBI 1984, PPIUG 1983, SNI 03 – 1729 - 2002:

a. PPBI 1984

- Tegangan – Tegangan Baja:
 - a) Tegangan-tegangan leleh dan tegangan-tegangan dasar dari bermacam-macam baja bangunan. Apabila titik lelehnya tidak jelas, maka tegangan leleh tersebut didefinisikan sebagai tegangan yang menyebabkan regangan tetap sebesar 0,2 %.
 - b) Untuk dasar perhitungan tegangan-tegangan diizinkan pada suatu kondisi pembebanan tertentu, dipakai tegangan dasar yang besarnya dapat dihitung dari persamaan :

$$\bar{\sigma} = \sigma_t : 1,5 \dots\dots\dots \text{kg/cm}^2$$

- c) Tegangan geser yang diizinkan untuk pembebanan tetap, besarnya sama dengan 0,58 kali tegangan dasar

- d) $\bar{\tau} = 0,58 \bar{\sigma} \dots\dots\dots \text{kg/cm}^2$ ngan normal dan tegangan geser, maka tegangan ideal yang terjadi tidak boleh melebihi tegangan dasar.

$$\sigma_1 \leq \bar{\sigma} \dots\dots\dots \text{kg/cm}^2$$

- e) Untuk pembebanan sementara akibat berat sendiri, beban berguna, dan gaya gempa atau gaya angin, maka besarnya tegangan dasar boleh dinaikkan sebesar 30 %.

$$\bar{\sigma}_{sem} = 1,30 \times \bar{\sigma} \dots\dots\dots \text{kg/cm}^2$$

• Stabilitas Batang Tekan

- a) Batang-batang tekan harus direncanakan sedemikian rupa sehingga terjamin stabilitasnya (tidak ada bahaya tekuk), hal ini harus diperlihatkan dengan menggunakan persamaan :

$$\omega \frac{N}{A} \leq \bar{\sigma} \dots\dots\dots \text{kg/cm}^2$$

Dimana :

N = gaya tekan pada batang tersebut.

A = luas penampang batang.

$\bar{\sigma}$ = tegangan dasar.

w = faktor tekuk yang tergantung dari kelangsingan (λ) dari macam bajanya.

Harga w dapat juga ditentukan dengan persamaan :

$$\lambda_g = \pi \sqrt{\frac{E}{0,7 \cdot \sigma \cdot \ell}}$$

$$\lambda_s = \frac{\lambda}{\lambda_g}$$

- b) Kelangsingan pada batang-batang tunggal dicari dengan persamaan :

$$\lambda = \frac{L_k}{i}$$

Dimana :

L_k = panjang tekuk batang tersebut.
 i = jari-jari kelembaman batang itu.

Karena batang-batang mempunyai dua jari-jari kelembaman, umumnya akan terdapat dua harga . Yang menentukan adalah harga λ yang terbesar. Apabila dapat dipastikan bahwa bahaya tekuk hanya ada pada satu arah, maka diambil harga λ untuk arah itu.

- Stabilitas Balok dengan Beban Lentur
 - a) Yang dimaksud dengan balok-balok yang penampangnya tidak berubah bentuk, adalah balok-balok yang memenuhi syarat-syarat :

$$\frac{h}{t_b} \leq 75 \text{ Dan } \frac{L}{h_b} \geq 1,25 \frac{b}{t_s}$$

Sumber : PPBBI 1984 Hal 41

Dimana :

h = tinggi balok.

b = lebar sayap.

t_b = tebal badan.

L = jarak antara dua titik dimana tepi tertekan dari balok itu ditahan terhadap kemungkinan terjadinya lendutan ke samping.

b) Tegangan tekan yang terjadi adalah tegangan tekan pada tengah bentang L , dimana L tidak boleh lebih besar dari tegangan kip yang diizinkan. 3.

c) Pada balok-balok statis tertentu dimana pada perletakan pelat badan balok diberi pengaku samping, maka tegangan kip yang diizinkan dihitung dari:

Jika $c_1 \leq 250$; maka :

$$\bar{\sigma}_{kip} = \bar{\sigma}$$

Jika $250 < c_1 < c_2$; maka :

$$\bar{\sigma}_{kip} = \bar{\sigma} - \frac{c_1 - 250}{c_2 - 250} \times 0,3 \bar{\sigma}$$

Jika $c_1 \geq c_2$; maka :

$$\bar{\sigma}_{kip} = \frac{c_2}{c_1} \times 0,7 \bar{\sigma}$$

Dimana :

$$c_1 = \frac{Lh}{bt_s}$$

$$c_2 = 0,63 \frac{E}{\sigma}$$

$\bar{\sigma}$ = tegangan dasar

d) Jika pada balok statis tertentu dimana pada perletakan, pelat badan balok tidak diberi pengaku samping maka tegangan kip yang menentukan adalah $\bar{\sigma}_{kip}$ terkecil dan harus memenuhi :

$$\bar{\sigma}_{kip} \leq 0,042 \cdot c_1 \cdot c_2 \left[\frac{t_b}{h} \right]^3 \bar{\sigma}$$

e) Pada balok-balok statis tak tentu, dimana pada perletakan pelat badan balok diberi pengaku samping, maka tegangan kip yang diizinkan dihitung dari :

Jika $c_1 \leq 250$; maka :

$$\bar{\sigma}_{kip} = \bar{\sigma}$$

Jika $250 < c_1 < c_3$; maka :

$$\bar{\sigma}_{kip} = -\frac{c_1 - 250}{c_3 - 250} \times 0,3 \bar{\sigma}$$

Jadi $c_1 \geq c_3$; maka :

$$\bar{\sigma}_{kip} = \frac{c_3}{c_1} \times 0,7 \bar{\sigma}$$

Dimana:

$$c_3 = 0,21 (1 + \beta^*) (3 - 2\beta^*) \frac{E}{\bar{\sigma}}$$

$$\beta^* = \frac{M_{ki} + M_{ka}}{2M_{jep}}$$

$$\bar{\sigma}_{kip} \leq 0,042 \cdot c_1 \cdot c_2 \cdot \left[\frac{t_b}{h} \right]^3 \bar{\sigma}$$

f) M adalah momen lentur terbesar akibat gaya-gaya yang berkerja diantara kedua ujung ,ujung tadi dengan menganggap bahwa titik tumpul pada kedua ujung batang itu adalah sendi

M_{ki} dan M_{ka} adalah momen pada ujung-ujung bagian balok antara pelat pelat kopel yang jaraknya L.

M_{jep} = momen pada ujung-ujung balok antara pelat-pelat kopel yang jaraknya L dengan anggapan bahwa ujung-ujung itu terjepit.

Jika pada balok statis tak tentu dimana pada perletakan, pelat badan tidak diberi pengaku samping maka tegangan kip yang menentukan adalah $\bar{\sigma}_{kip}$ terkecil dan harus memenuhi :

b. PPIUG 1983

- Pembebanan

1) Beban Mati { PPIUG 1983 Pasal 1.0 (1) }

Beban mati adalah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-

penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung itu. Dalam menentukan beban mati struktur bangunan sebagai berikut: Beban mati pada konstruksi atap terdiri dari: berat penutup atap, berat gording, berat sendiri rafter, berat alat penyambung.

2) Beban Hidup pada atap gedung (PPIUG 1983)

a) Beban hidup, pada atap dan atau bagian atap serta pada struktur tudung (canopy) yang dapat dicapai dan dibebani oleh orang, harus diambil minimum sebesar 100 kg / m^2 bidang datar.

b) Beban hidup pada atap dan atau bagian yang tidak dapat dicapai dan dibebani oleh orang, harus diambil yang paling menentukan diantara dua macam beban berikut :

1. Beban terbagi rata per m^2 bidang datar berasal dari beban air hujan sebesar $(40 - 0,8 \alpha) \text{ kg / m}^2$. Dimana α adalah sudut kemiringan atap dalam derajat, dengan ketentuan bahwa beban tersebut tidak perlu diambil lebih besar dari 20 kg / m^2 dan tidak perlu ditinjau bila kemiringan atapnya adalah lebih besar dari 50° .
2. Beban terpusat berasal dari seorang pekerja atau seorang pemadam kebakaran dengan peralatannya sebesar minimum 100 kg .

c. SKSNI T-15-1991-03 dan SNI 03 – 1729 - 2002

SKSNI T-15-1991-03 dan SNI 03 – 1729 – 2002 disamakan dengan desain SAP 2000.

9. Benda Uji

Benda uji ditentukan sebagai berikut :

- 1) benda uji merupakan batang proporsional dimana perbandingan antara, panjang dan luas penampang.
- 2) benda uji harus hasil dari pabrikasi yang sesuai dengan standard yang ditetapkan
- 3) bentuk dan dimensi benda uji harus berdasarkan dengan SNI 03 – 1729 - 20002



Gambar 5.2 Material baja

10. Peralatan

Peralatan untuk mengevaluasi perhitungan volume pekerjaan konstruksi data ialah sebagai berikut

- (1) PC yang ada MS Excel
- (2) Aplikasi Ms project
- (3) Perlengkapan alat tulis
 - i. Pulpen
 - ii. Buku
- (4) Kalkulator
- (5) Data benda uji

11. Cara Uji

Proses pengevaluasian perhitungan volume pekerjaan konstruksi baja harus Berdasarkan dengan SKSNI T-15-1991-03, PPBBI 1984, PPIUG 1983, SNI 03 – 1729 – 2002. Yang telah di jabarkan pada materi subbab sistem pengujian

12. Perhitungan

1. Tahap pertama dalam mendesain menggunakan SAP 2000
2. Dalam perhitungan volume pekerjaan konstruksi baja sesuai dengan peraturan : SKSNI T-15-1991-03, PPBBI 1984, PPIUG 1983, SNI 03 – 1729 – 2002. Yang telah dibahas pada subbab system pengujian
3. Dalam Mengevaluasi perhitungan volume pekerjaan konstruksi baja menggunakan MS Project, serta RAB dengan MS Excel.

13. Pelaporan Uji

Laporan evaluasi perhitungan volume pekerjaan konstruksi baja mencantumkan data, sebagai berikut :

14. identitas contoh :
 - a. lokasi proyek;
 - b. jenis contoh (material);
 - c. asal pabrik dan proyek yang akan menggunakan.
 - d. Ukuran serta bentuk contoh
15. laboratorium/instansi yang melakukan evaluasi perhitungan pekerjaan konstruksi baja ;
 - a. nama teknisi yang melakukan pengujian;
 - b. nama & jabatan yang bertanggung jawab terhadap hasil pengujian.
16. hasil pengujian;
17. hasil banding review dan preview
18. rekomendasi dan saran-saran.

19. **Aktivitas Pembelajaran**

Aktivitas Pengantar

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran

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

1. Apa saja yang harus dipersiapkan oleh Guru kejuruan sebelum mempelajari materi pembelajaran Konstruksi Baja? Sebutkan dan Jelaskan!
2. Bagaimana Guru kejuruan mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen yang ada didalam materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan dipelajari oleh Guru kejuruan di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai Guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
6. Apa bukti yang harus ditunjukkan oleh Guru kejuruan bahwa Guru telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan.

Jawablah pertanyaan diatas dengan menggunakan LK-20. Jika jawaban tersebut dapat dijawab dengan baik dan benar maka Guru dapat melanjutkan pembelajaran berikutnya.

20. Latihan/Kasus/Tugas

1. Buatlah suatu Rencana Anggaran Biaya Rumah Modern Minimalis tipe 90
2. Buatlah Time Schedule dari pembangunan rumah modern minimalis tipe 90

21. Rangkuman

Modul ini dimaksudkan sebagai panduan dan acuan untuk melakukan pengevaluasian perhitungan volume pekerjaan konstruksi baja dan parameter lainnya. Pengujian ini selanjutnya dapat digunakan untuk perhitungan estimasi biaya (RAB) sehingga dapat meminimalkan biaya dalam pelaksanaan proyek khususnya proyek yang bermaterialkan dengan baja

22. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Waktu proses pembelajaran berlangsung, guru hendaknya mengamati kegiatan siswa. Pada saat ini umpan balik dapat dilakukan sebagai berikut :

1. Secara mandiri atau melalui kedinasan, peserta Diklat diharapkan menerapkan teori dan pembelajaran ini melalui praktek di lapangan dengan menggunakan alat sesuai dengan ketentuan yang ada pada modul ini.
2. Peserta Diklat diharapkan melakukan pengamatan dan penelitian pada suatu pekerjaan yang sesuai dengan tujuan pembelajaran sehingga siswa dapat langsung mengaplikasikan materi modul.
3. Diharapkan masukan dan kritikan dari peserta Diklat demi kesempurnaan modul ini.

LK1.05 Kegiatan Studi Literatur

No	Kegiatan	Hasil Diskusi/Pemahaman	Sumber/Studi Literatur
1	Mengevaluasi Perhitungan Volume Pekerjaan Konstruksi Baja <ul style="list-style-type: none">Tuliskan penyusunan anggaran biaya berdasarkan biaya kasar dan perhitungan anggaran biaya		
2	Menghitung Volume Material konstruksi baja <ul style="list-style-type: none">Untuk apa dilakukan penghitungan volume baja?		

LK – 3

1. Jelaskan cara penghitungan anggaran biaya berdasarkan 5 hal pokok

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Berikan contoh penghitungan volume material bangunan yang kamu ketahui

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Gambarkan kurva S dari contoh pengerjaan proyek yang kamu miliki

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Kegiatan Pembelajaran 6

Perancangan Gambar Pelaksanaan (As Built Drawing) Pendirian Konstruksi Baja

A. Tujuan

Diharapkan setelah penyajian materi ini, peserta diklat akan dapat:

9. Mengetahui aturan yang digunakan dalam merencanakan gambar pelaksanaan (*as built drawing*) pendirian konstruksi baja sesuai dengan SNI 03 – 1729 - 2002
10. Mengetahui dan melakukan cara merencanakan gambar pelaksanaan (*as built drawing*) konstruksi konstruksi baja sesuai dengan SNI 03 – 1729 – 2002

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi pada pembelajaran ke 6 ini adalah peserta diklat menguasai tentang perancangan gambar pelaksanaan (*as built drawing*) pendirian konstruksi baja.

C. Uraian Materi

Gambar pelaksanaan (as Built drawing)

Gambar pelaksanaan atau gambar kontrak (*as built drawing*) adalah kumpulan gambar sesuai dengan pelaksanaan dilapangan yang menunjukkan dimensi, geometri, dan lokasi yang tepat pada semua elemen pada pekerjaan yang telah selesai berdasarkan kontrak. Namun keseringan individu salah dalam menentukan mana gambar *Shop Drawing* dan *as Built Drawing*. Dimana sebenarnya *as Built Drawing* adalah revisi dari *Shop Drawing* (gambar perencanaan) yang telah di aktualisasikan dengan keadaan di lapangan. terdapat beberapa pengertian mengenai *as built drawing* :

Depertemen keuangan Republik Indonesia mengutarakan bahwa gambar pelaksanaan merupakan gambar yang sesuai dengan pelaksanaan dilapangan ataupun gambar aktual pelaksanaan setelah proses pekerjaan lapangan dilaksanakan.

Begitu pula berdasarkan kamus bisnis terjemahan yang mengatakan bahwa gambar pelaksanaan merupakan gambar yang telah di revisi yang diberikan pada akhir suatu proyek ataupun pekerjaan tertentu. Gambar ini mencerminkan semua perubahan pada spesifikasi dan gambar pekerjaan pada proses pelaksanaan konstruksi yang menunjukkan dimensi, geometri, dan detail-detail pada setiap pekerjaan yang akan diselesaikan pada proyek tersebut.

Dari beberapa referensi di atas, definisi As Built Drawing adalah cukup sederhana, yaitu gambar yang dibuat sesuai kondisi terbangun di lapangan yang telah mengadopsi semua perubahan yang terjadi (spesifikasi dan gambar) selama proses konstruksi yang menunjukkan dimensi, geometri, dan lokasi yang aktual atas semua elemen proyek. Tujuan gambar ini adalah sebagai pedoman pengoperasian bangunan yang dibuat dari shop drawing dimana telah mengadopsi perubahan yang dilakukan pada saat konstruksi dimana perubahan tersebut ditandai secara khusus. As Built Drawing dibuat oleh kontraktor dengan persetujuan Penyedia Jasa / Owner melalui proses cek oleh konsultan pengawas.

Dengan tujuan pedoman pengoperasian, tentu saja As Built Drawing tidak perlu sedetil shop drawing yang tujuannya adalah untuk dasar membangun yang dituntut harus detil. Spek penting yang harus diperhatikan adalah tujuan komunikasi kedua gambar tersebut. Shop Drawing bertujuan untuk informasi lengkap bagaimana membangun, sedangkan As Built Drawing bertujuan untuk informasi pedoman pengoperasian. Contoh pada gambar penulangan balok, kadang diperlukan detil penyaluran tulangan atau pembengkokan tulangan pada semua balok. Tapi gambar ini cukup diganti dengan standart drawing. Tingkat detil kedua gambar, ditentukan dari tujuan informasi atas fungsi kedua gambar tersebut.

Merancang gambar pelaksanaan merupakan salah satu syarat utama dalam suatu pekerjaan pendirian konstruksi baja. Pada tahap perancangan gambar pelaksanaan, perhitungan dimensi, geometri dan setiap elemen pada konstruksi baja telah harus selesai, sehingga gambar pelaksanaan akan menunjukkan gambaran keadaan aktual di lapangan.

Aturan penggambaran

Mengatur 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.

Informasi yang harus ditunjukkan 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 pemesian atau pembubutan yang diperlukan pada ujung-ujung bagian tersebut harus diperlihatkan secukupnya.

Penggambaran balok badan terbuka

Balok badan terbuka adalah balok pemikul lantai yang pelat badannya terdiri dari rangka batang.

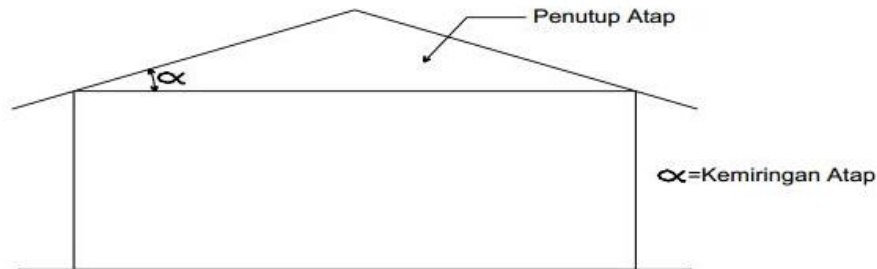
Gambar-gambar rencana harus memperlihatkan:

- a) jarak maksimum antar balok, lawan lendut, tinggi balok maksimum, dan landasan;
- b) Ukuran dari pelat landas bila balok tidak ditumpu oleh komponen struktur baja;
- c) Pengangkeran yang diperlukan;
- d) Pengaku yang diperlukan;
- e) Cara dan jarak pengikatan lantai baja pada sisi atas balok. Pada gambar-gambar rencana perlu dicantumkan peringatan bahwa pengikatan untuk elemen-elemen mekanikal, elektrik, dan pipa-pipa lainnya harus menggunakan alat penjepit yang memenuhi syarat atau baut penyambung berbentuk U. Pengeboran atau pemotongan hanya boleh dilakukan seijin perencana.

Berikut proses perencanaan gambar pelaksanaan konstruksi baja gudang

KONSTRUKSI BAJA GUDANG

1. PENUTUP ATAP



Sebagai penutup atap dapat digunakan : a.

Genteng dengan reng dan usuk

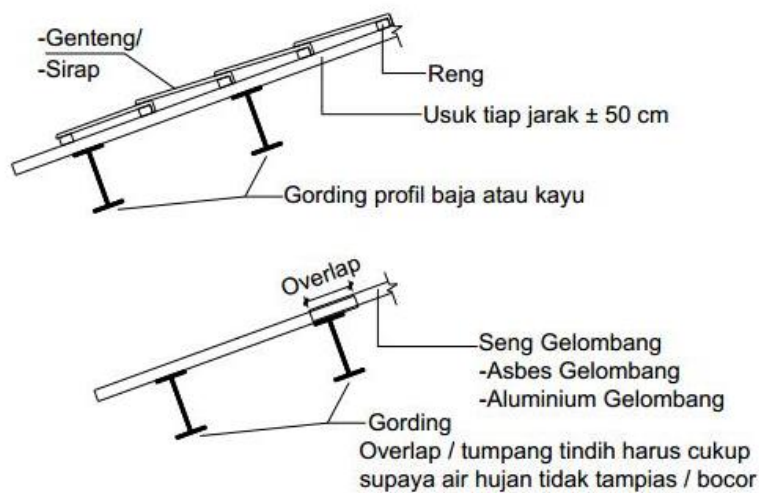
b. Sirap dengan reng dan usuk

c. Seng gelombang

d. Akses gelombang

e. Aluminium gelombang

f. Dll.



a. GENTENG

- Kemiringan atap : $30^\circ \leq \alpha \leq 60^\circ$
- $\alpha \geq 60^\circ$: dipakai genteng khusus, dipaku pada reng
- $\alpha \leq 30^\circ$: dipakai genteng dengan presisi tinggi, dan diberi lapisan aluminium foil di bawah reng.
- Usuk dan reng harus mampu memikul beban hidup merata q dan terpusat p

b. SIRAP

- Dilengkapi dengan usuk dan reng yang harus mampu memikul beban hidup merata q terpusat p
- Dapat dipakai pada sudut α besar
- Bila $\alpha < 30^\circ$: tumpukan sirap diperbanyak dan diberi lapisan aluminium foil

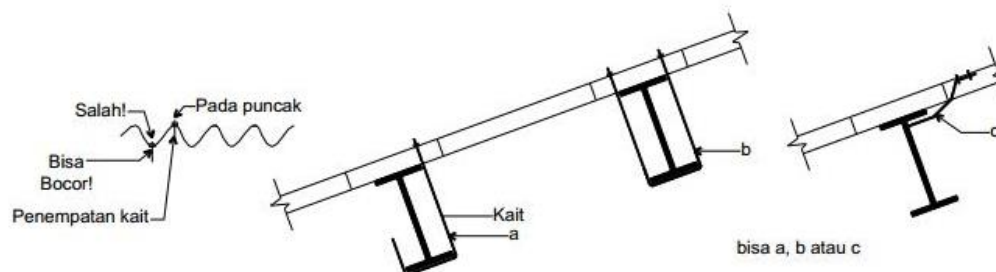
b.d, e : Seng Gelombang, Asbes Gelombang dan Aluminium Gelombang

- Dipakai pada bangunan industri kemiringan atap lebih bebas ; $5^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$
- semakin kecil α , overlap semakin besar overlap :
 - pada arah mengalir air
 - pada // arah mengalir air

perkiraan panjang overlap :

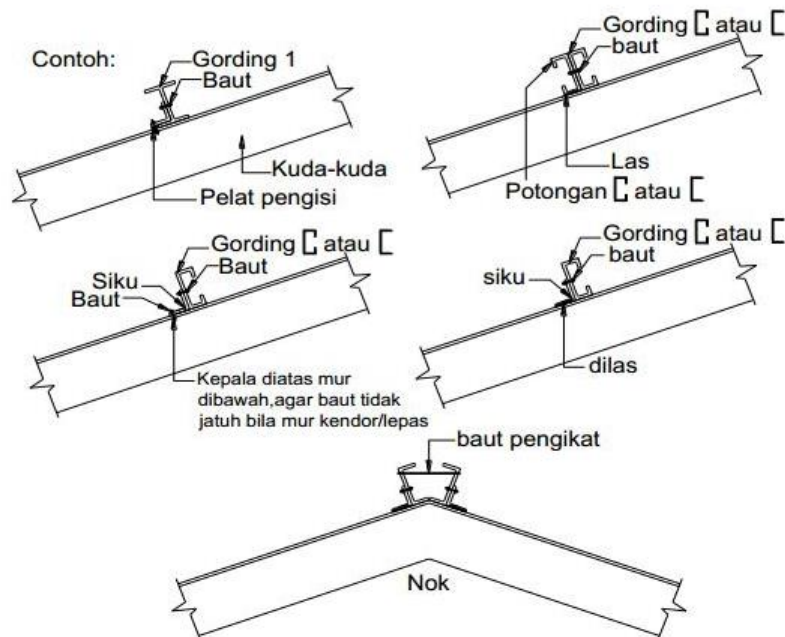
Sudut	arah memanjang	arah melintang
10-20°	20 cm	2,5 gelombang
20-40° 45°	15 cm	1,5-2,5 gelombang
	10 cm	1,5 gelombang

Untuk mengkaitkan seng dengan gording dipasang hook/kait yang dikait pada gording :



Detail Hubungan Gording dengan kuda-kuda :

- Angin yang kuat dapat mengangkat atap, maka gording perlu diikat kuat pada kuda-kuda




2. PERHITUNGAN GORDING

Beban-beban yang dipikul oleh gording adalah :

- beban mati
- beban hidup
- beban angin / beban sementara

Sedangkan untuk gording dapat dipakai :

C, C, I,  **Gording rangka — untuk bentang >**

- Beban mati (D) :
 - berat sendiri penutup atap
 - berat sendiri gording
 - alat-alat pengikat

- Beban hidup (L) : sesuai peraturan pembebanan

- Terbagi rata : $q = (40 - 0,8 \alpha) \leq 20 \text{ kg/m}^2$

Beban terbagi rata per m^2 bidang datar berasal dari beban air hujan, dimana α adalah sudut kemiringan atap dalam derajat. Beban tersebut tidak perlu ditinjau bila kemiringan atapnya lebih dari 50°

b. Terpusat $P = 100 \text{ kg}$ (beban orang saat pelaksanaan/perawatan)

3. Beban angin (W) : lihat Peraturan Pembebanan

→ besarnya tergantung dari daerah (wilayah) dan sudut α Beban rencana yang

bekerja adalah beban terbesar dari :

$$U = 1,4 D$$

$$U = 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (L_a \text{ atau } H)$$

$$U = 1,2 D + 1,6 (L_a \text{ atau } H) + (\gamma L \cdot L \text{ atau } 0,8 W)$$

$$U = 1,2 D + 1,3 W + \gamma L \cdot L + 0,5 (L_a \text{ atau } H)$$

Keterangan :

$$\gamma L = 0,5 \text{ bila } L < 5 \text{ kPa} ; \gamma L = 1 \text{ bila } L \geq 5 \text{ kPa}$$

D adalah beban mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi permanen

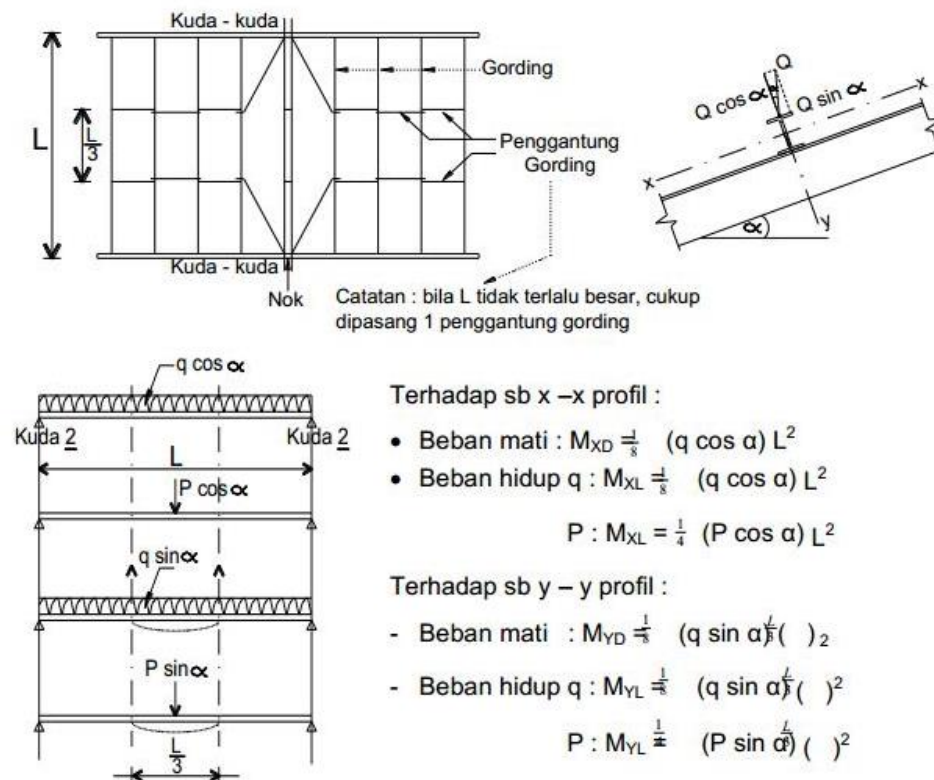
L adalah beban hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung, termasuk kejut tetapi tidak termasuk beban lingkungan seperti angin, hujan, dll.

L_a 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

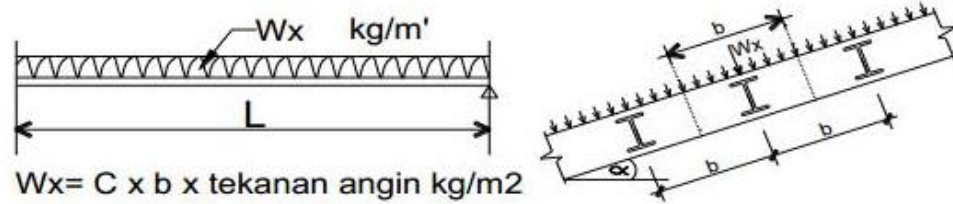
W adalah beban angin

Contoh :



- Momen-momen akibat beban hidup merata q , dan terpusat P diambil yang berpengaruh terbesar. (akibat q atau akibat P)

- Beban angin : lihat Peraturan Pembebanan



$$W_x = c \cdot b \cdot \text{tekanan angin kg/m}^2$$

$$W_y = 0$$

Dimana : c adalah koefisien angin

Momen yang diakibatkan oleh beban angin adalah :

$$\left. \begin{aligned} M_{xw} &= \frac{1}{8} W_x L^2 \\ M_{yw} &= 0 \end{aligned} \right\}$$

Beban angin yang harus diperhitungkan pada kombinasi pembebanan adalah beban angin tekan. Sedangkan beban angin hisap digunakan untuk perhitungan kekuatan kait. M_u yang bekerja :

$$M_{ux} = 1,4 M_{xD}$$

$$= 1,2 M_{xD} + 1,6 M_{xL} + 0,5 (M_{xLa} \text{ atau } M_{xH})$$

$$= 1,2 M_{xD} + 1,6 (M_{xLa} \text{ atau } M_{xH}) + (\gamma_L \cdot M_{xL} \text{ atau } 0,8 M_{xw})$$

$$= 1,2 M_{xD} + 1,6 M_{xL} + \gamma_L \cdot M_{xL} + 0,5 (M_{xLa} \text{ atau } M_{xH})$$

$$M_{uy} = \text{sama seperti } M_{ux}$$

1) Kontrol Kekuatan Gording

$$\frac{M_{ux}}{\phi M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi M_{ny}} \leq 1$$

$$\phi = 0,9$$

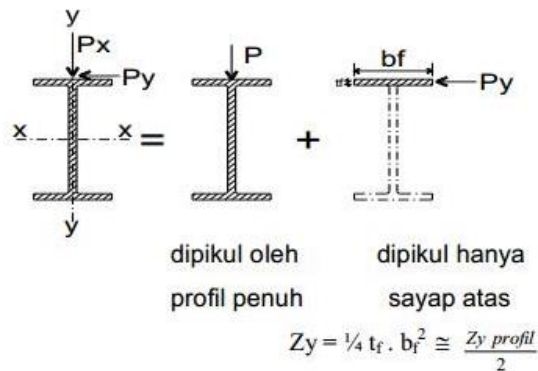
M_{nx} = Momen nominal profil terhadap sb x - x

M_{ny} = Momen nominal profil terhadap sb y - y

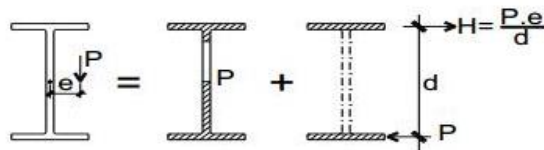
M_{ny} = diambil momen nominal sayap atas profil

→ Penyederhanaan penyelesaian (Structural Steel Design Galambos hal 196)

a.



b.

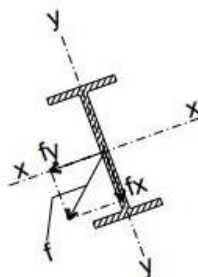
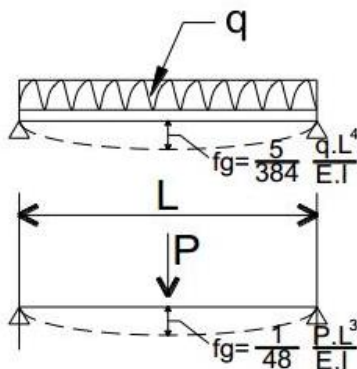


2) Kontrol Lendutan

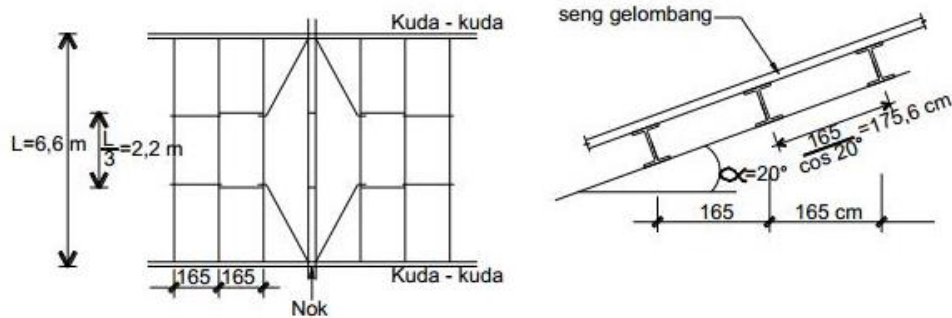
$$\text{Lendutan terjadi } f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \leq \left(\tilde{f} = \frac{L}{180} \right) \rightarrow \text{gording}$$

$$\text{Rumus lendutan : } f = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot L^4}{E \cdot I}$$

$$F = \frac{1}{48} \cdot \frac{P \cdot L^3}{E \cdot I}$$



Contoh : Perhitungan Gording



Berat atap seng efektif = 8 kg/m^2 , mutu baja Bj 37

Dicoba profil WF 125 x 60 x 6 x 8 :

$$A = 16,48 \text{ cm}^2$$

$$q = 13,2 \text{ kg/m}^1$$

$$Z_x = 74 \text{ cm}^3$$

$$Z_y = 15 \text{ cm}^3$$

$$I_x = 412 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 29,2 \text{ cm}^4$$

a) Kontrol Kekuatan Profil

- Beban mati (D)

$$\text{Berat seng} = 1,756 \times 8 = 14,05 \text{ kg/m}^1$$

$$\text{Beban profil} = \frac{13,2 \text{ kg/m}^1}{+} = 27,25 \text{ kg/m}^1$$

$$\text{Alat pengikat dan lain-lain } \pm 10\% = \frac{2,72 \text{ kg/m}^1}{+}$$

$$q = 29,97 \text{ kg/m}^1 \approx 30 \text{ kg/m}^1$$

$$M_{xD} = \frac{1}{8} (q \cos \alpha) L^2 = \frac{1}{8} (30 \cos 20^\circ) 6,6^2 = 153,5 \text{ kg-m}$$

$$M_{yD} = \frac{1}{8} (q \sin \alpha) \left(\frac{L}{3}\right)^2 = \frac{1}{8} (30 \sin 20^\circ) (2,2)^2 = 6,21 \text{ kg-m}$$

- Beban hidup (L)

a) Beban hidup terbagi rata :

$$q = (40 - 0,8 \alpha) = 24 \text{ kg/m}^2 \leq 20 \text{ kg/m}^2$$

Menurut peraturan pembebanan, dipakai 20 kg/m^2

$$q = 1,65 \times 20 = 33 \text{ kg/m}^1$$

$$M_{xL} = \frac{1}{8} (q \cos \alpha) L^2 = \frac{1}{8} (33 \cos 20^\circ) 6,6^2 = 168,85$$

kg-m

$$M_{yL} = \frac{1}{8} (q \sin \alpha) \left(\frac{L}{3}\right)^2 = \frac{1}{8} (33 \sin 20^\circ) (2,2)^2 = 6,83 \text{ kg-m}$$

b) Beban hidup berpusat $P = 100 \text{ kg}$

$$M_{xL} = \frac{1}{4} (p \cos \alpha) L = \frac{1}{4} (100 \cos 20^\circ) 6,6 = 155,1 \text{ kg-m}$$

$$M_{yL} = \frac{1}{4} (p \sin \alpha) \left(\frac{L}{3} \right) = \frac{1}{4} (100 \cos 20^\circ) 2,2 = 18,81 \text{ kg-m}$$

- Beban angin (W)

Tekanan angin $W = 30 \text{ kg/m}^2$

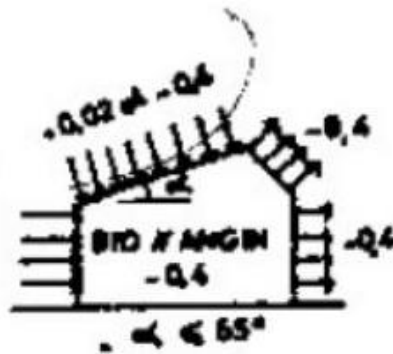
Koefisien angin $c = 0,02 \cdot 20 - 0,4$

$$c = 0$$

$$\begin{aligned} \text{Angin tekan} &= c \times W \\ &= 0 \times 30 = 0 \end{aligned}$$

$$\text{Angin hisap} = 0,4 \times 30 = 12 \text{ kg/m}^2$$

Bila dibandingkan dengan beban (bb. Mati + bb. hidup) = $30 + 20 = 50 \text{ kg/m}^2$, angin hisap ini tidak bisa melawan beban $(D + L)$, maka angin hisap ini tidak menentukan
→ tidak perlu diperhitungkan.



• Besarnya momen berfaktor M_u

$$M_u = 1,2 M_D + 1,6 (M_{La} \text{ atau } M_H) + (\gamma_L \cdot M_L \text{ atau } 0,8 M_W)$$

➤ Untuk beban mati, beban hidup terbagi rata, dan beban angin

$$M_{ux} = 1,2 \times 153,2 + 1,6 \times 168,85 + 0 = 454,0 \text{ kg-m}$$

$$M_{uy} = 1,2 \times 6,21 + 1,6 \times 6,83 + 0 = 18,38 \text{ kg-m}$$

➤ Untuk beban mati, beban hidup terpusat, dan beban angin

$$M_{ux} = 1,2 \times 153,2 + 1,6 \times 155,1 + 0 = 432,0 \text{ kg-m}$$

$$M_{uy} = 1,2 \times 6,21 + 1,6 \times 18,81 + 0 = 37,55 \text{ kg-m}$$

- Kontrol tekuk lokal

Penampang profil (tabel 7.5-1 SNI)

$$\left. \begin{array}{l} \frac{bf}{2tf} = \frac{6}{2 \times 0,8} = 3,75 \\ \lambda_p = \frac{170}{\sqrt{f_y}} = \frac{170}{\sqrt{240}} = 11,0 \end{array} \right\} \frac{bf}{2tf} \leq \lambda_p$$

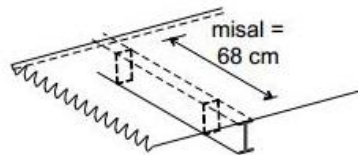
$$\left. \begin{array}{l} \frac{h}{tw} = \frac{9,1}{0,6} = 15,2 \\ \lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{240}} = 180 \end{array} \right\} \frac{h}{tw} \leq \lambda_p$$

∴ Penampang kompak

Maka $M_{nx} = M_{px}$

- Kontrol lateral buckling :

Misal $L_b = 68 \text{ cm} \rightarrow$ jarak penahan lateral (jarak kait atap ke gording) Atau
(lihat brosur seng) = jarak 2 pengikat seng



$$L_p = 1,76 r_y \sqrt{\frac{E}{f_y}}$$

$$= 1,76 \times 1,32 \sqrt{\frac{2,0 \times 10^6}{2400}} = 68,72 \text{ cm}$$

Ternyata $L_b < L_p \rightarrow$ maka $M_{nx} = M_{px}$

- Momen Nominal

Dari kontrol tekuk lokal dan tekuk lateral didapatkan :

$$M_{nx} = M_{px} = Z_x \cdot f_y = 74,0 \times 2.400 = 177.600,0 \text{ kg-cm} = 1.776,0 \text{ kg-m}$$

$$M_{ny} = Z_y$$

$$(1 \text{ feans}) \times f_y = (t_f \cdot b_f^2) \times \frac{1}{4}$$

$$= \left(\frac{1}{4} \times 0,8 \times 6^2 \right) \times 2.400 = 17.280 \text{ kg-cm}$$

$$= 172,8 \text{ kg-m}$$

- Persamaan Interaksi:

$$\text{Pers. Interaksi : } \frac{M_{ux}}{\phi_b \cdot M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b \cdot M_{ny}} \leq 1$$

ϕ_b = Faktor reduksi, untuk lentur = 0,90

M_{nx} = Kekuatan nominal lentur terhadap sb x - x

M_{ny} = Kekuatan nominal lentur terhadap sb y – y

Untuk beban mati dan beban hidup hidup merata :

$$\frac{454}{0,9 \cdot 1.776} + \frac{18,38}{0,9 \cdot 172,8} = 0,402 < 1 \quad (\text{OK})$$

Untuk beban mati dan beban hidup hidup terpusat :

$$\frac{432}{0,9 \cdot 1.776} + \frac{37,55}{0,9 \cdot 172,8} = 0,512 < 1 \quad (\text{OK})$$

Dari kedua persamaan interaksi tersebut terlihat bahwa pemilihan profil masih belum efisien karena masih terlalu jauh dari nilai 1.

a) Kontrol Lendutan :

Lendutan ijin = $L/180$ (untuk gording) Dicari f_x =

lendutan thd. Sb x-x profil

f_y = lendutan thd. Sb. y-y profil

$$(f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}) \leq \bar{f}$$

Dimana :

$$\begin{cases} f_{x1} = \frac{5}{384} \frac{(q \cos \alpha) L^4}{EI_x} \rightarrow \text{Lendutan akibat bb. Merata} \\ f_{x2} = \frac{1}{48} \frac{(P \cos \alpha) L^3}{EI_x} \rightarrow \text{Lendutan akibat bb. Terpusat} \end{cases}$$

$$\begin{cases} f_{y1} = \frac{5}{384} \frac{(q \sin \alpha) \left(\frac{L}{3}\right)^4}{EI_y} \rightarrow \text{Lendutan akibat bb. Merata} \\ f_{y2} = \frac{1}{48} \frac{(q \sin \alpha) \left(\frac{L}{3}\right)^3}{EI_y} \rightarrow \text{Lendutan akibat bb. Terpusat} \end{cases}$$

$$f_{x1} = \frac{5}{384} \frac{(0,30+0,33) \cos 20^\circ 660^4}{2.000.000 \cdot 412} = 1,78 \text{ cm}$$

$$f_{x2} = \frac{1}{48} \frac{100 \cos 20^\circ 660^3}{2.000.000 \cdot 412} = 0,68 \text{ cm}$$

$$f_{y1} = \frac{5}{384} \frac{(0,30+0,33) \sin 20^\circ 220^4}{2.000.000 \cdot 29,2} = 0,11 \text{ cm}$$

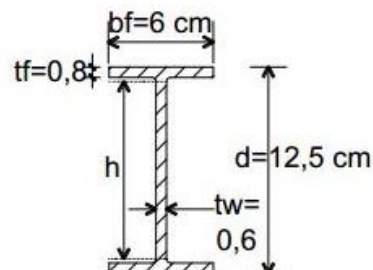
$$f_{y2} = \frac{1}{48} \frac{100 \sin 20^\circ 220^3}{2.000.000 \cdot 29,2} = 0,13 \text{ cm}$$

$$f_{tot} = \sqrt{(1,78 + 0,68)^2 + (0,11 + 0,13)^2} = 2,47 \text{ cm}$$

$$f_{ijin} = L/180 = 660/180 = 3,67 \text{ cm}$$

$$f_{tot} = 2,47 \text{ cm} < f_{ijin} = 3,67 \text{ cm}$$

(ok)



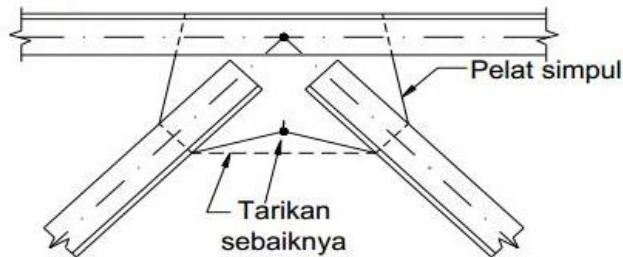
3. PELAT SIMPUL

Untuk mempersatukan dan menyambung batang-batang yang bertemu di titik simpul, diperlukan pelat simpul.

Sebagai pelat penyambung, pelat simpul harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

1. Cukup lebar, sehingga paku keling/baut dapat dipasang menurut peraturan yang ditentukan.
2. Tidak terjadi kerja takikan, seperti dijumpai pada pelat simpul yang mempunyai sudut ke dalam. Pelat akan gampang sobek.

Contoh :

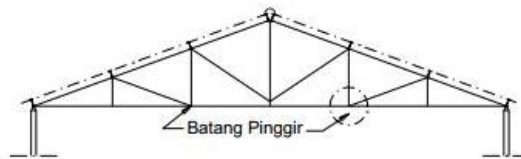
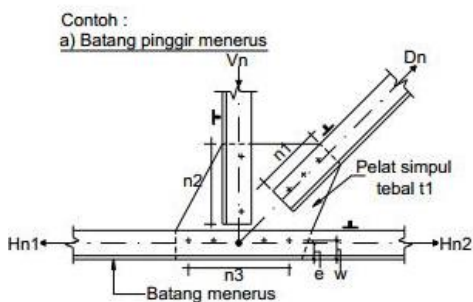


3. Cukup kuat menerima beban dari batang-batang yang diteruskan pelat simpul, maka simpul perlu diperiksa kekuatannya, dengan cara mengadakan beberapa potongan untuk diperiksa kekuatannya pada potongan tersebut.

Namun sebelum dilanjutkan mengenai pemeriksaan pelat simpul, sekilas di ulang kembali dulu tentang perhitungan banyaknya baut/paku keling yang diperlukan.

- Banyaknya baut yang diperlukan

a. Batang pinggir menerus



e = letak garis berat profil = garis kerja

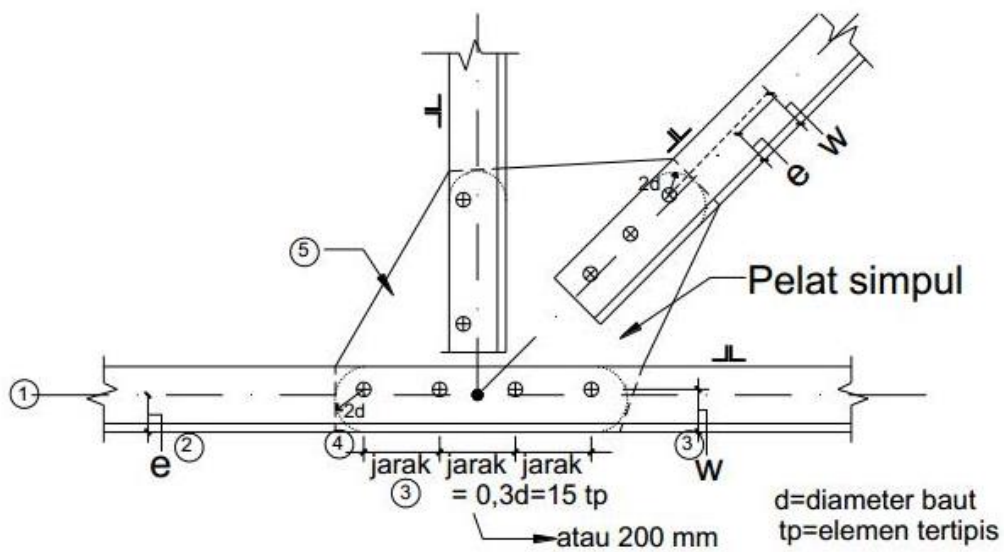
w gaya= letak lubang baut

e dan w = dapat dilihat pada tabel profil

- **Cara menggambar pelat simpul**

Setelah jumlah baut atau paku keling dihitung :

- 1) Digambar garis-garis sistem (= garis berat penampang profil) bertemu pada satu titik
- 2) Gambarlah batang-batang utuhnya (sisi batang sejarak e dari garis sistem)
- 3) Tempatkan baut-batu / paku keling sesuai peraturan (letak baut/paku keling = w dari sisi batang)
- 4) Tarik garis batas akhir baut/paku keling pada setiap batang (misal = $2d$) → lihat tabel 13.4 – 1
- 5) Tarik garis-garis batas tepi pelat -----→ lihat contoh



4. BENTUK-BENTUK KONSTRUKSI RANGKA GUDANG

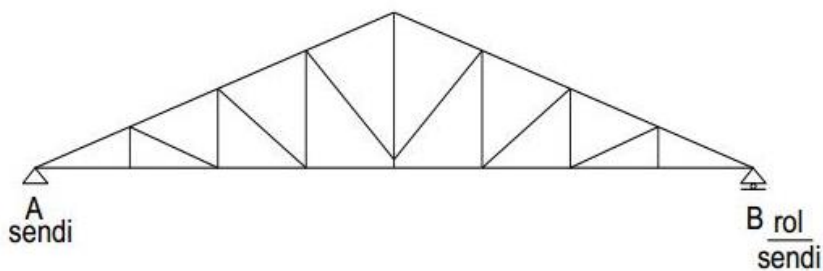
Banyak bentuk-bentuk konstruksi untuk gudang yang bisa digunakan. Hal-hal yang

mempengaruhi antara lain :

- Pemakaian gudang tersebut
- Keadaan suasana gudang akan dibangun :
 - Keadaan tanah
 - Besar dan kecilnya beban angin

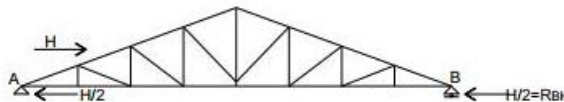
Bentuk yang dipilih tentunya akan menentukan cara penyelesaian struktur dan biayanya.

- a. Konstruksi kap rangka sendi – rol



Konstruksi kuda-kuda dengan tumpuan A sendi, B rol merupakan konstruksi statis tertentu, maka penyelesaian statikanya dengan statis tertentu. Namun sering didalam praktek dibuat A sendi, B sendi, dengan demikian konstruksi menjadi statis tak tentu. Tetapi sering diselesaikan dengan cara pendekatan dengan menganggap perletakan A = B didalam menerima beban H.

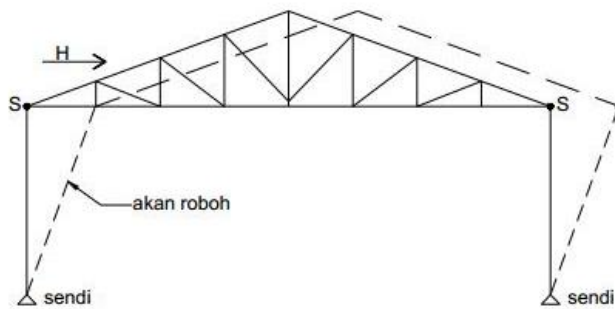
$$R_{AH} = R_{BH} = \frac{H}{2}$$



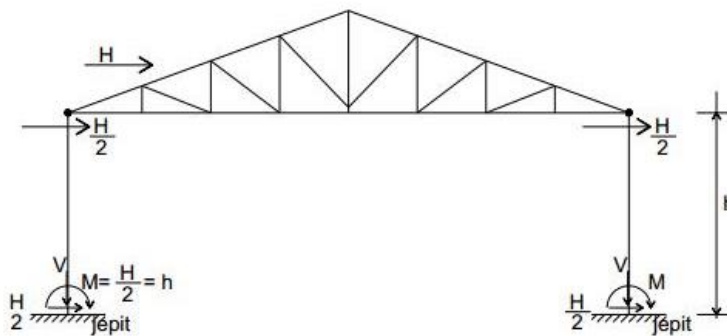
Untuk mencari gaya-gaya batangnya dapat digunakan cara :

- Cremona
- Keseimbangan titik
- Ritter
- Dan lain-lain

Kemudian untuk mendukung kuda-kuda diperlukan kolom. Apabila dipaki kolom dengan perletakan bawah sendi, maka struktur menjadi tidak stabil bila ada beban H (angin/gempa).



Karena itu untuk mendukung kuda-kuda ini, harus dipakai kolom dengan perletakan bawah jepit.



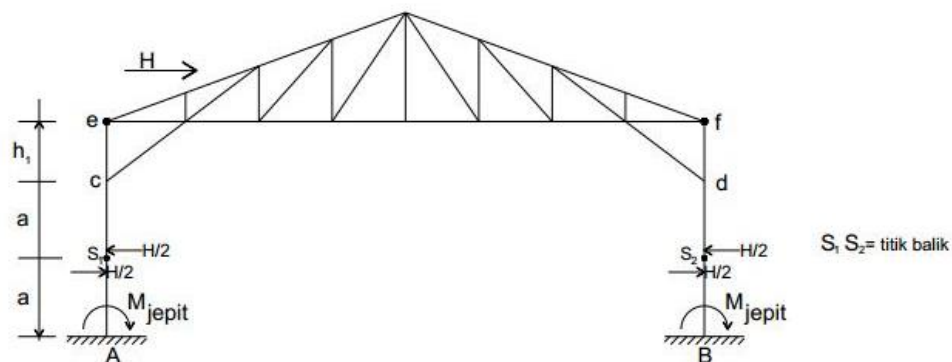
Bila gaya H bekerja maka struktur/konstruksi ini akan stabil/kokoh. Pada perletakan bawah kolom terjadi gaya V, H dan M. Besarnya $M = \frac{H}{2} \cdot h$ adalah cukup besar. Maka

bila struktur ini yang dipilih pada tanah yang jelek, pondasinya akan mahal. Dicari penyelesaian suatu bentuk struktur agar pondasi tidak terlalu mahal.

b. Kuda-kuda dihubungkan dengan pengaku pada kolom

1. Kuda-kuda dengan pengaku dan perletakan bawah kolom jepitan.

Struktur dengan sistem ini cukup kaku dan memberikan momen M lebih kecil dari pada struktur sebelumnya.



Struktur semacam ini adalah statis tak tentu, maka statistiknya diselesaikan dengan cara statis tak tentu.

Namun sering didalam prakteknya diselesaikan dengan cara pendekatan/ sederhana yaitu :

- Bila beban vertikal (gravitasi) yang bekerja, struktur dianggap statis tertentu,

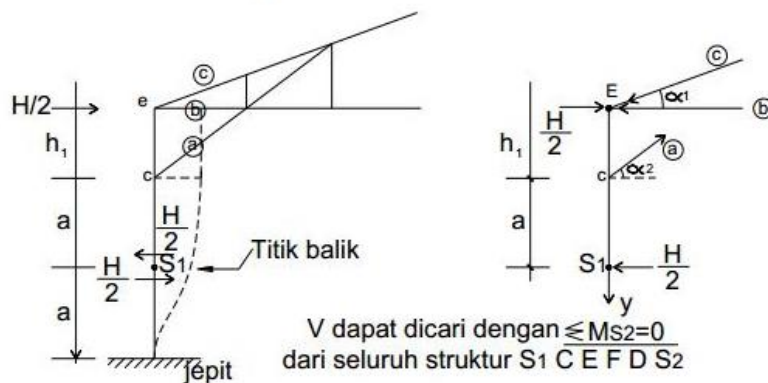
yang bekerja pada kolom gaya V saja. Selanjutnya gaya-gaya batang KRB

dicari dengan : Cremona, Kesetimbangan Titik, Ritter, dan sebagainya.

- Bila beban H bekerja, dianggap terjadi titik balik (= inflection point) terjadi ditengah-tengah yaitu S1 dan S2.

M pada titik balik = 0 (seperti sendi) $\frac{H}{2}$

Gaya geser pada S1 dan S2 adalah =
M pada kolom bawah = $\frac{H}{2} \times a$



V dapat dicari dengan $\sum MS_2 = 0$, dari seluruh struktur S1 C E F D S2.

Dengan meninjau kolom S1 . CE :

$$1. \sum ME = 0$$

$$\frac{H}{2} \times (h_1 + a) - (a) \cos \alpha_2 \times h_1 = 0 \rightarrow (a)$$

$$\text{didapat } 2. \sum KV = 0$$

$$-V + (a) \sin \alpha_2 - (c) \sin \alpha_2 = 0 \rightarrow (c) \text{ didapat}$$

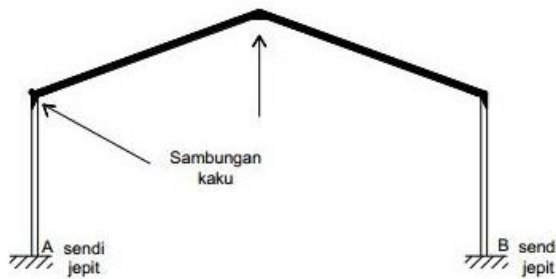
$$3. \sum MS_1 = 0$$

$$\frac{H}{2} \times (h_1 + a) - (b) \times (h_1 + a) - (c) \cos \alpha_1 (h_1 + a)$$

$$+ (a) \cos \alpha_2 \times a = 0 \rightarrow (b) \text{ didapat}$$

Setelah didapatkan gaya, (a), (b), dan (c), maka gaya batang yang lain dari kuda-kuda dapat dicari dengan Cremona, Kesetimbangan titik, Ritter, dan sebagainya.

d. Konstruksi Portal Kaku (Gable Frame)



Konstruksi ini adalah statis tak tentu.

Diselesaikan dengan cara cross, clapeyron, slope deflection, tabel, dan sebagainya.

Gaya yang bekerja pada batang-batangnya N , D dan M .

Batang menerima N_u dan M_u

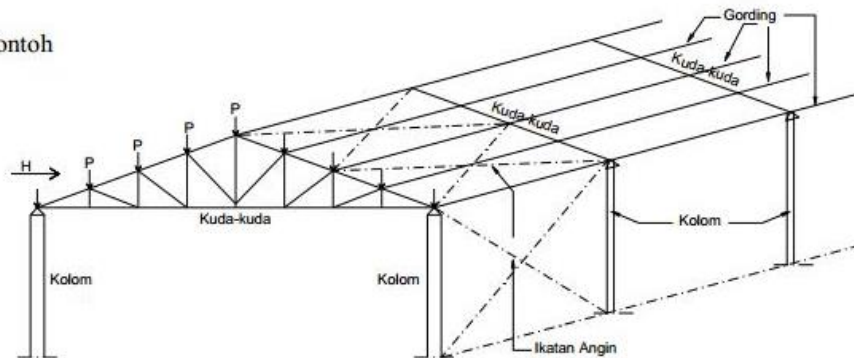
→ perhitungan sebagai beam column.

STABILITAS STRUKTUR / KONSTRUKSI

Yang telah dibicarakan adalah konstruksi/struktur yang seolah-olah pada suatu bidang. Konstruksi dalam bidang ini memang stabil, karena sudah diperhitungkan terhadap gaya-gaya yang bekerja pada bidang tersebut.

Dalam kenyataannya konstruksi adalah berbentuk ruang, sehingga secara keseluruhan konstruksi belum stabil, maka perlu diatur lagi dalam arah yang lain.

Contoh



- Pada bidang kuda-kuda, konstruksi ini stabil, sebab sudah diperhitungkan terhadap beban yang bekerja yaitu P dan H (angin / gempa)
- Pada bidang yang \perp bidang kuda-kuda, bila ada beban H bekerja dalam arah ini, konstruksi akan roboh/terguling, jadi masih labil. Maka perlu distabilkan dalam arah ini.

Konstruksi untuk memberikan stabilitas dalam arah ini dinamakan :

- Ikatan angin
- Ikatan pemasangan (montage)

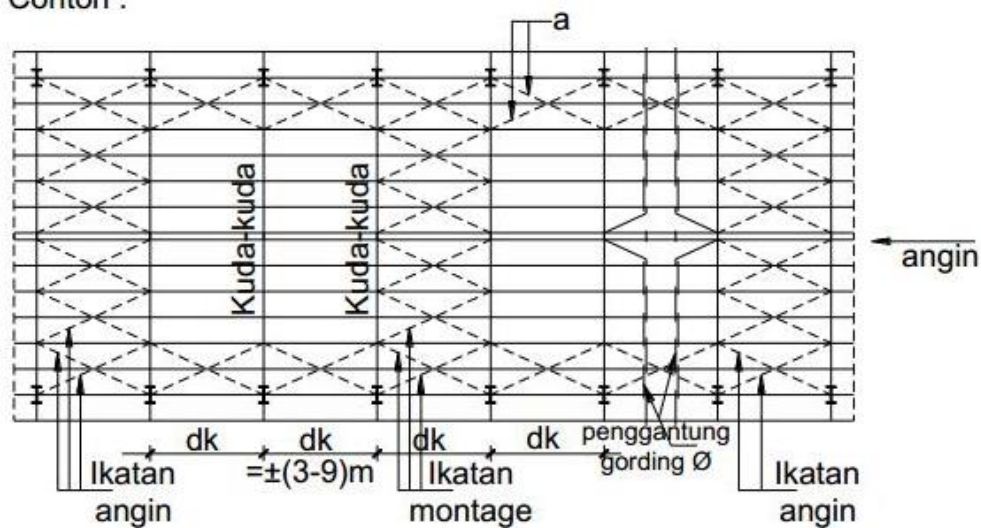
Yang dipasang pada bidang atap dan pada bidang dinding.

5. BANGUNAN GUDANG DENGAN IKATAN ANGIN DAN IKATAN MONTAGE (PEMASANGAN)

Untuk menjaga kestabilan struktur rangka kuda-kuda akibat tiupan angin/gempa diberikan ikatan angin dalam arah memanjang gudang. Ikatan angin bersama-sama dengan gording dan rangka kuda-kuda membentuk suatu rangka batang.

Karena ikatan angin ini diperlukan untuk menjamin stabilitas dalam arah memanjang gudang, biasanya ditempatkan pada daerah ujung-ujung gudang saja. Sedangkan bila gudangnya cukup panjang, maka diantaranya ditempatkan lagi ikatan-ikatan pemasangan/Montage.

Contoh :

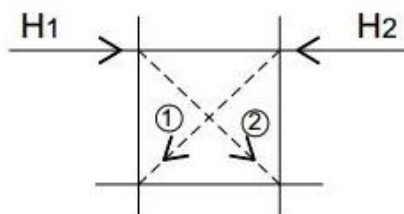


Rencana / Denah Atap

- Seringnya dipasang ikatan angin memanjang, untuk memperkaku bidang atap arah melintang. ↑
- Penggantung gording dipasang pada semua gording
- Ikatan angin pada dinding /kolom untuk meneruskan beban angin ke pondasi
- Biasanya untuk ikatan angin digunakan batang lemas. Batang ini hanya dapat menahan gaya tarik, tidak dapat menahan gaya tekan.

Bila ada H_1 , yang bekerja batang (1) tarik

Bila ada H_2 , yang bekerja batang (2) tarik

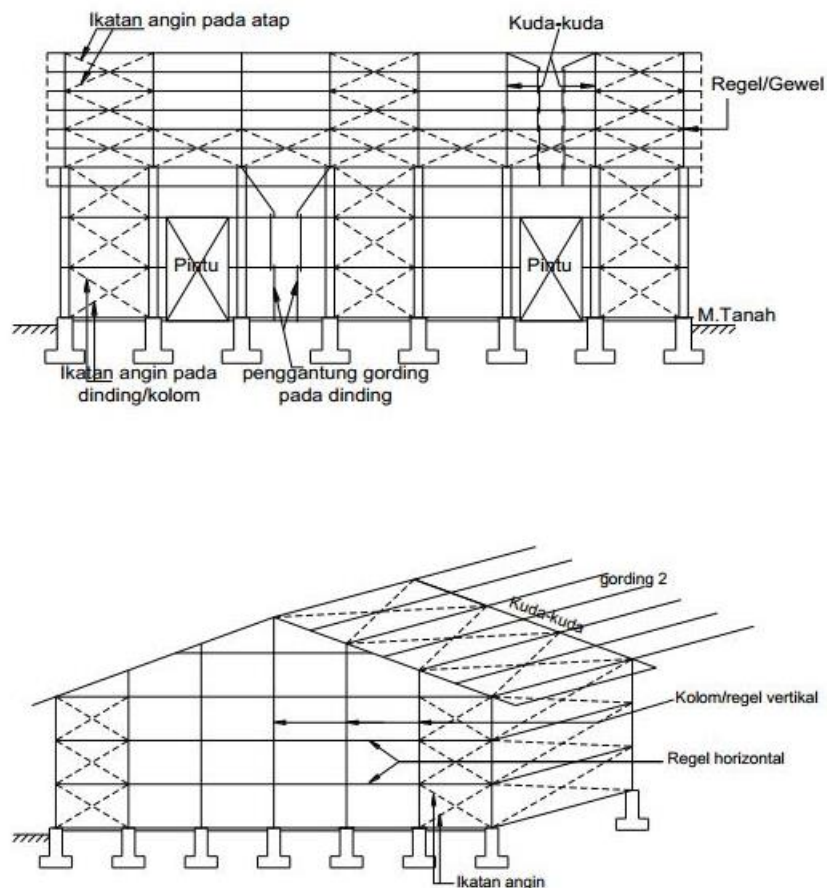


Bentuk Dari Ikatan Angin Dan Ikatan Montage (Pemasangan)

1. Pada Gudang Tertutup
2. Pada Gudang Terbuka

1. Ikatan angin pada gudang

tertutup Contoh



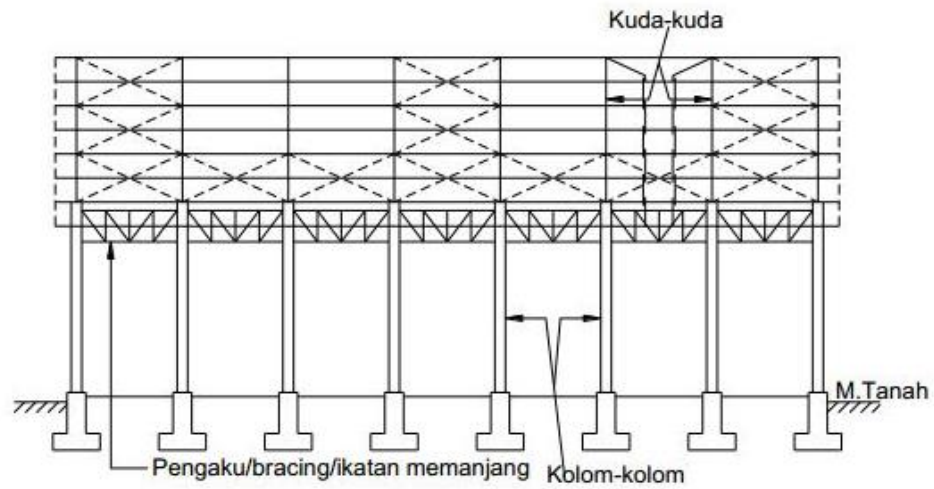
Gavel / Portal Akhir / End Frame

- Letak regel vertikal sesuai dengan titik-titik rangka ikatan angin pada atap
- Regel horizontal dipasang sesuai dengan panjang seng untuk dinding

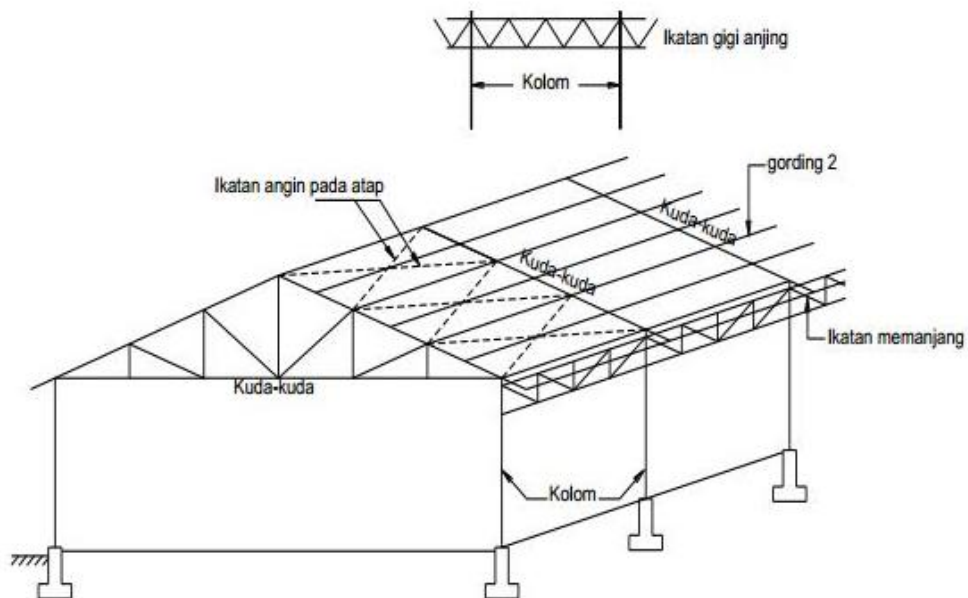
Catatan (anggapan konservatif) :

- Bila dinding dipakai dinding bata $\frac{1}{2}$ bata, dianggap tidak tahan angin, perlu dipasang ikatan angin pada dinding,
- Bila dinding dipakai dinding bata 1 bata atau lebih dianggap dinding tahan angin, tidak diperlukan ikatan angin pada dinding.

2. Ikatan Angin pada Gudang Terbuka (tanpa dinding)



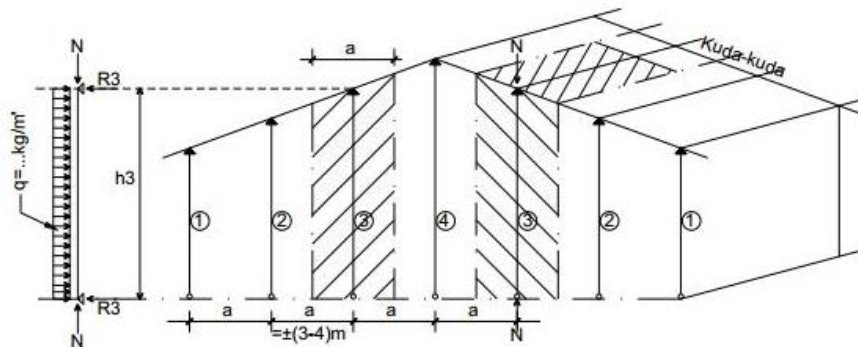
- Bentuk lain ikatan memanjang



- Termasuk tepi/akhir dipasang kuda-kuda
- Pengaku/bracing/ikatan memanjang pada kolom biasanya dipasang sepanjang bangunan.
- Untuk kuda-kuda dengan bentang yang besar $> \pm 40$ m, pengaku/bracing/ikatan memanjang dipasang juga pada rangka kuda-kuda.

BEBAN YANG BEKERJA AKIBAT TIUPAN ANGIN

Pada Gudang Tertutup



➤ Pada regel vertikal / kolom(3)

$q = (c \cdot w \cdot a)$, dimana a adalah jarak regel-regel vertikal

$$R_3 = \frac{1}{2} q \cdot h_3$$

$$M = \frac{1}{8} q \cdot h_3^2$$

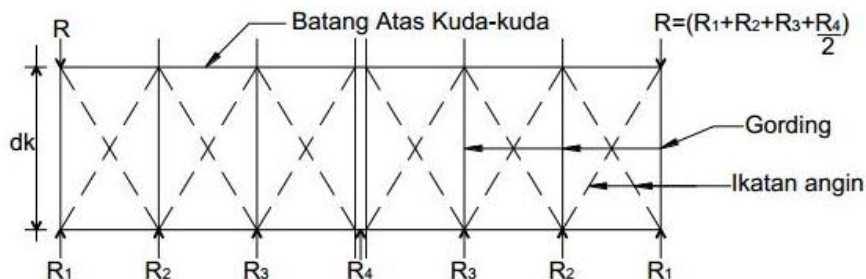
N = berat atap + dinding + kolom

Maka pada regel/kolom (3) bekerja beban-beban M_u , $N_u \rightarrow$ perhitungan sebagai

beam – column.

Analog untuk regel (1), (2), dan (4).

➤ Beban yang bekerja pada ikatan angin pada atap adalah :



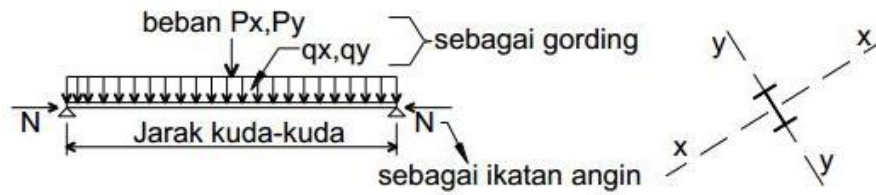
R_1, R_2, R_3, R_4 = gaya yang didapat dari reaksi pada regel (1), (2), (3) dan (4).

Akibat dari beban angin ini, maka dapat dicari yang bekerja pada rangka batang ikatan angin.

- Batang atas kuda-kuda mendapat beban tambahan
- Gording mendapat beban tambahan

Maka batang atas dari kuda-kuda dan gording harus diperhitungkan akibat beban tambahan ini.

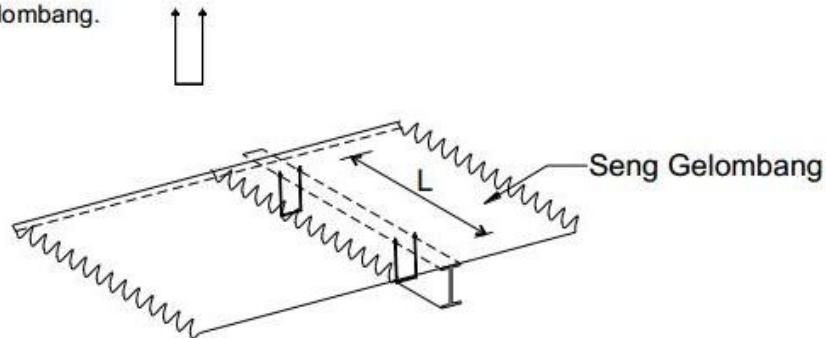
∴ **Gording pada rangka batang ikatan**



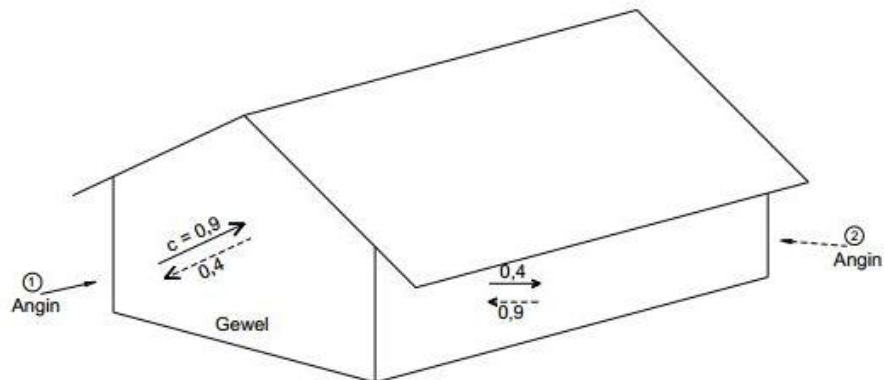
Sebagai gording terjadi M_u

Sebagai rangka ikatan angin terjadi $N_u \rightarrow$ perhitungan gording sebagai beam-column.

Dengan jarak L bracing, dapat diambil jarak-jarak dari baut pengikat senggelombang.



➤ Ikatan angin pada dinding



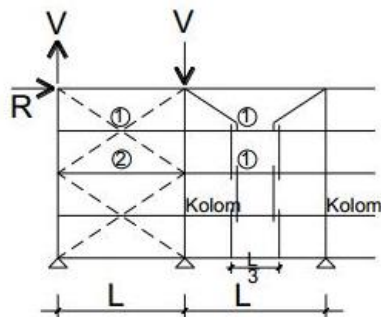
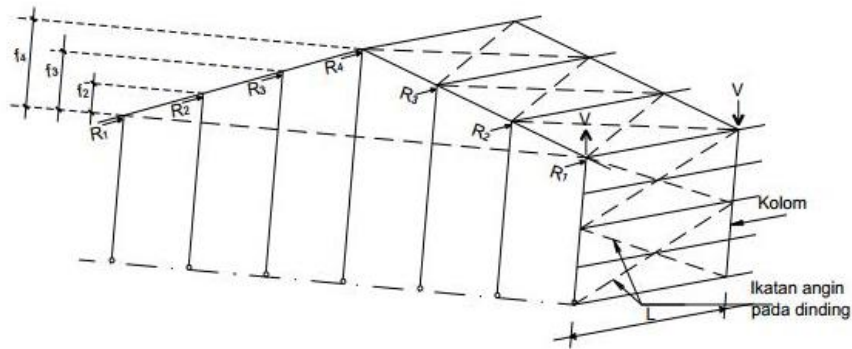
Koefisien angin C :

- Pada gevel $c = 0,9$
- Pada dinding // $c = - 0,4$
- * Angin bertiup pada dinding gevel (garis tidak terputus-putus)
- * Angin bertiup pada dinding samping (garis putus-putus)

Didalam memperhitungkan beban ikatan angin pada dinding, kedua arah angin ini harus ditinjau.

➤ Gaya yang bekerja pada Ikatan Angin Dinding

Contoh



$$R = (R_1 + R_2 + R_3 + \frac{R_4}{2})$$

$$V = \frac{2R_2 \cdot f_3 + 2R_3 \cdot f_3 + R_4 \cdot f_4}{2 \cdot L}$$

Diterima oleh kolom.

Dari beban ini, maka dapat dihitung gaya-gaya pada rangka batang ikatan angin dinding.

- Regel horizontal (2) menerima beban :

- Beban mati $q_y \rightarrow M_y = \frac{1}{8} q_y \left(\frac{L}{3} \right)^2$

- Beban angin $c = 0,9; 0,4$ dan $0,4; 0,9$

Beban angin $q_x \rightarrow M_x = \frac{1}{8} q_x \cdot L^2$

Beban normal $N \rightarrow$ angin dari regel ($=R$)

∴ Regel horizontal (2) menerima M_{ux} , M_{uy} dan $N \rightarrow$ perhitungan sebagai

beam

column.

- Regel horizontal (1) <bidang tengah> menerima beban :

- Beban mati $q_y \rightarrow M_y = \frac{1}{8} q_y \left(\frac{L}{3} \right)^2$

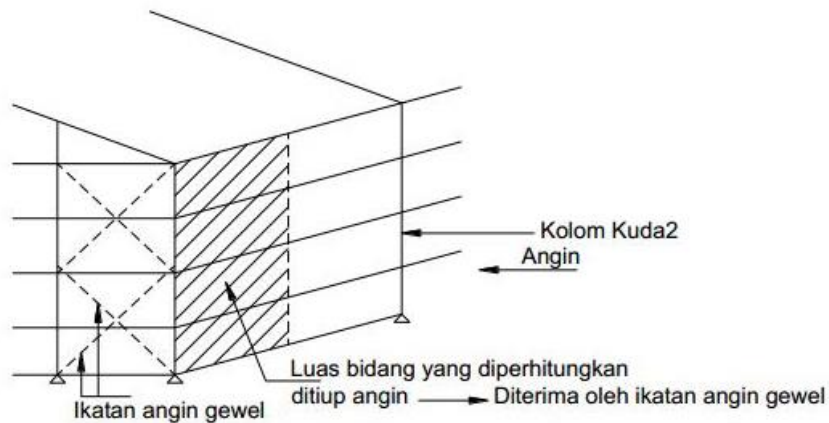
- Beban angin $c = 0,9 \rightarrow q_x \rightarrow M_x = \frac{1}{8} q_x \cdot L^2$

∴ Regel (1) menerima M_{ux} , $M_{uy} \rightarrow$ perhitungan sebagai

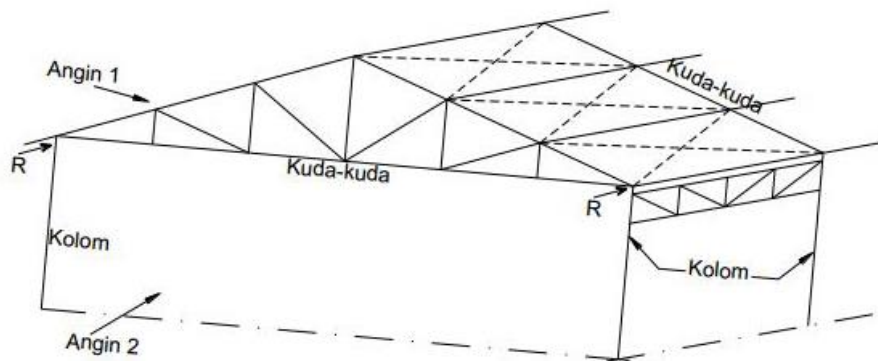
balok.

➤ Beban angin pada Ikatan Angin

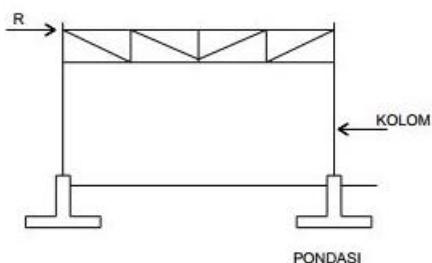
Gevel Contoh



⇒ Pada Gudang Terbuka



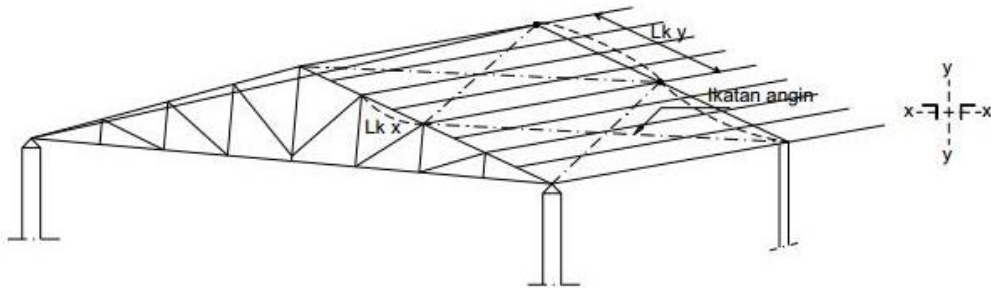
- Angin bertiup pada bidang atap (= angin 1) ditahan oleh kuda-kuda dan kolom
- Angin bertiup pada // bidang atap atau \perp bidang kuda-kuda (= angin 2)
- menabrak kuda-kuda, ditahan oleh ikatan angin :
 - Ikatan angin pada atap
 - Ikatan/bracing/pengaku memanjang pada kolom.



Merupakan struktur statis tak tentu penyelesaian \cong kuda-kuda dengan statikanya kolom.
Beban pada akhirnya, harus sampai ke pondasi.

Hal-Hal yang Perlu Diperhatikan untuk Pertimbangan Batang

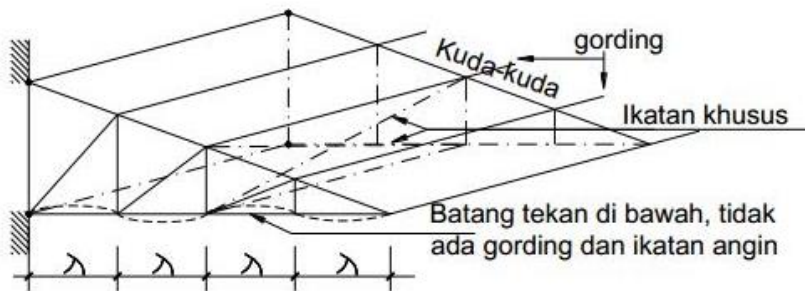
- * Pada Konstruksi rangka batang kuda-kuda
 - Pada batang tarik → diperhitungkan Anetto
 - Pada batang tekan → diperhitungkan panjang tekuk L_k



L_{kx} : Panjang tekuk arah vertikal

L_{ky} : Panjang tekuk arah horizontal

- * Konstruksi console / Cantilever



L_{kx} : Panjang tekuk arah vertikal = λ

L_{ky} : Panjang tekuk arah horizontal = $\infty 4 \lambda$

Jika diberi ikatan khusus seperti tergambar maka $L_{ky} \rightarrow 2\lambda$

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran

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

1. Apa saja yang harus dipersiapkan oleh Guru kejuruan sebelum mempelajari materi pembelajaran Konstruksi Baja? Sebutkan dan Jelaskan!
2. Bagaimana Guru kejuruan mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

3. Ada berapa dokumen yang ada didalam materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan dipelajari oleh Guru kejuruan di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai Guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
6. Apa bukti yang harus ditunjukkan oleh Guru kejuruan bahwa Guru telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan.

Jawablah pertanyaan diatas dengan menggunakan LK-20. Jika jawaban tersebut dapat dijawab dengan baik dan benar maka Guru dapat melanjutkan pembelajaran berikutnya

E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Lakukan langkah-langkah pembelajaran sebagaimana dijelaskan di atas

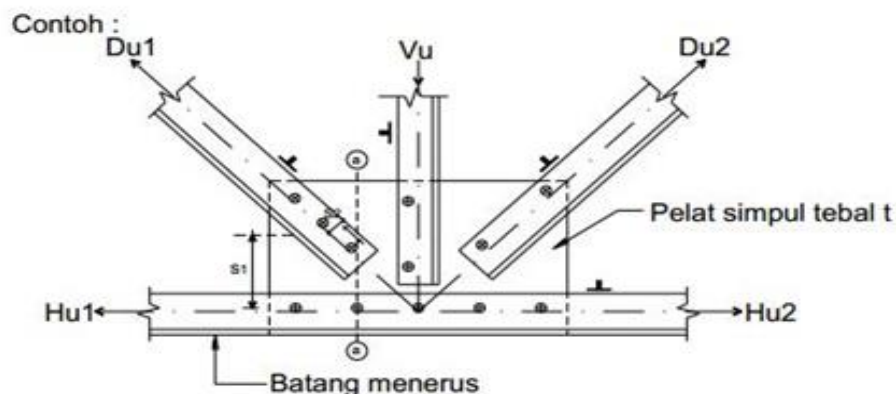
- Pemeriksaan Kekuatan Pelat Simpul

Disini diambil contoh pada pelat penyambung batang

pinggir : a. Batang pinggirnya menerus

b. Batang pinggirnya terputus

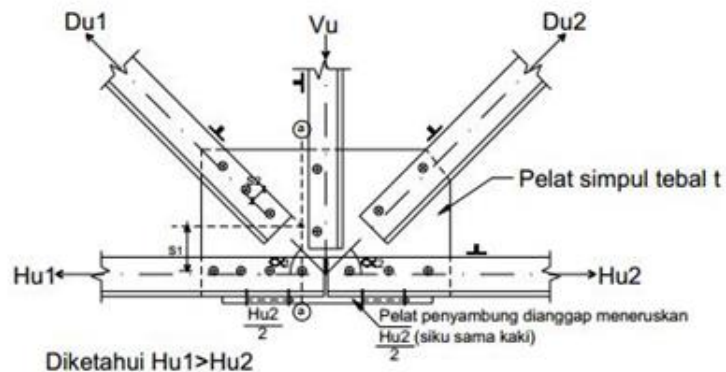
a) Batang pinggir tepi menerus



Diketahui $H_{u1} > H_{u2}$

Untuk salah satu potongan, misal potongan (a) – (a) Maka pada potongan (a) – (a) bekerja gaya ;

b) Batang pinggir tepi
terputus Contoh



Diketahui $Hu1 > Hu2$

Batang $Hu1$ dan $Hu2$ terputus, namun pada bagian tepi bawah dihubungkan dengan pelat penyambung. Pelat penyambung dianggap memindahkan gaya

$$\frac{H_{u2}}{2} \text{ (diketahui } Hu2 < Hu1 \text{)}$$

F. Rangkuman

Modul ini dimaksudkan sebagai panduan dan acuan untuk mengajarkan aturan dan tata cara penggambaran gambar pelaksanaan (*as built drawing*) dan merancang penggambaran setelah melakukan perhitungan yg dimaksud, kita juga dapat dapat mengevaluasi hasil proyek berdasarkan hasil gambar pelaksanaan (*as built drawing*).

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.

LK1.06 Kegiatan Studi Literatur

No	Kegiatan	Hasil Diskusi/Pemahaman	Sumber/Studi Literatur
1	<p>Mengetahui As Built Drawing</p> <ul style="list-style-type: none"> Sebutkan pengertian <i>As Built Drwaing</i> Sebutkan <i>pengertian Shop Drawing</i> 		
2	<p>Cara merencanakan gambar <i>As Built Drawing</i></p> <ul style="list-style-type: none"> Beri komentar Anda tentang perbedaan As Built Drawing dengan Shop Drwaing Tuliskan penegrtian As Built Drawing berdasarkan Departemen Keungan Republik Indonesia 		

LK – 6

1. Tuliskan penggambaran balok badan terbuka

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Uraikan cara perhitungan gording!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Tuliskan syarat-syarat penghitungan Pelat Simpul!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Kegiatan Pembelajaran 7

Merencanakan Pengawasan Pekerjaan Fabrikasi Komponen

A. Tujuan Pembelajaran

Diharapkan setelah penyajian materi ini, peserta diklat akan dapat:

1. Untuk mengetahui bagaimana inspeksi pada fabrikasi dan ereksi baja berdasarkan SNI 03-1729-2002
2. Mempersiapkan pekerjaan pengawasan pabrikasi berdasarkan sesuai dengan SNI 03 – 1729 - 2002
3. Pengawasan peralatan/perlengkapan dan bahan berdasarkan sesuai dengan SNI 03 – 1729 - 2002
4. Pengawasan kebutuhan tenaga kerja berdasarkan sesuai dengan SNI 03 – 1729 - 2002
5. Pengawasan pekerjaan pembuatan pola/program, pemotongan berdasarkan sesuai dengan SNI 03 – 1729 - 2002

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi pada pembelajaran ke 7 ini adalah peserta diklat menguasai tentang merencanakan pengawasan pekerjaan fabrikasi komponen.

C. Uraian Materi

1. Pengetahuan Dasar.

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

2. Baja Dalam Dunia Konstruksi
 - Fabrikasi Struktur Baja

Fabrikasi struktur baja umumnya dilakukan di *workshop* terutama untuk skala proyek yang cukup besar. Tahapan fabrikasi untuk struktur baja sebagai berikut

- a. Penandaan materialbaja.
 - b. Pemotongan materialbaja.
 - c. Pembuatan lubang.
 - d. Pengelasan.
 - e. Pengecatan.
- Inspeksi Fabrikasi Baja

Inspeksi pada fabrikasi memastikan bahwa persyaratan yang ditentukan berkaitan dengan bahan dan pengerjaan terpenuhi. Baja yang telah dibuat diperiksa baik oleh inspektor dan oleh pembeli (Australian Institute of Steel Construction, 1987).

Persyaratan Fabrikasi Berdasarkan SNI 03-1729-2000 Persyaratan yang diatur dalam SNI 03-1729-2000 antara lain adalah identifikasi bahan, pelubangan, dan toleransi.

- Ereksi Konstruksi Baja

Pengertian proses ereksi pada konstruksi baja secara umum adalah suatu proses yang terdiri dari perakitan komponen baja sehingga menjadi satu kesatuan yang dilaksanakan di lapangan.

- 3. Pekerjaan Fabrikasi
 - a. Workshop Fabrications



Gambar 7.1 Contoh *Workshop Fabrications*

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

b. *Site Fabrications*

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



Gambar 7.2 Contoh *Site Fabrication*

4. Alat Fabrikasi

Mesin-mesin Untuk Fabrikasi

Dalam proses fabrikasi banyak terpasang mesin-mesin yang berfungsi sebagai penunjang kelancaran pekerjaan fabrikasi antara lain: mesin bending, mesin roll, mesin sharing, mesin las, mesin shotblast, mesin pengcatan dan lain – lain.



Gambar 7.3. Alat kerja fabrikasi Ducting Stainless steel



Gambar 7.4 Mesin las





Gambar 7.6 Grinda.



Gambar 7.7 Plasma cutting

Alat-alat kerja yang merupakan peralatan utama wajib dipersiapkan seorang pekerja konstruksi baja antara lain:

- Mesin las
- Cutting Torch (Blander).
- Grinder (gerinda).
- Grinda Rotary
- Mesin potong plasma
- Mesin Bor
- Meteran
- Rollmeter
- Mistar (penggaris)
- Square (siku)

- Spidol untuk marking
- Pencile Stone (kapur)
- Palu/hammer
- Centerpen/drip/penitik
- Paju/baji
- Cukit (seperti tambal ban)
- Plate ' L ' /jack bolt
- Strongbadge/support plate
- Plate ' U ' (ujungnya dipasang baut,dipakai untuk pasang flange)

Flange Ducting adalah bagian yang berfungsi untuk menggabungkan dua unit ducting menjadi satu kesatuan yang utuh dengan menggunakan baut dan mur sebagai alat perekatnya



- Flange Ducting
- Outside diameter flange = 1350 mm
- Inside diameter flange = 1200 mm
- PCD (as baut) = 1280 mm
- jumlah baut = 32 pcs
- ukuran baut = 16 mm
- tebal plat = 12 mm

Langkah-langkah Fabrikasi Flange Ducting 1. Marking Flange Per-segmen

- 1) Cutting
- 2) Menjoint dan pengelasan
- 3) Membuat lubang baut
- 4) Finishing

Sebelum melakukan langkah-langkah fabrikasi, persiapkan peralatan-

peralatan yang dibutuhkan, misalnya: meteran, mistar panjang, jangka, kapur besi, spidol, centerpen/drip, mesin las dan lain-lain.

❖ Marking Flange Per-segmen

Semakin banyak sambungan kurang baik, idealnya untuk flange OD 1350 mm adalah 4 sampai 6 segmen. Untuk mengetahui berapa panjang bentangan flange tiap segmen, gunakan rumus ini:

Panjang bentangan = $\sin (180 : \text{jumlah segmen yang diinginkan}) \times \text{outside diameter}$

5. Rangkaian Pekerjaan Fabrikasi

Proses fabrikasi meliputi beberapa tahap yaitu:

- a) Proses marking yaitu proses pengukuran dan pembentukan sketsa langsung di material dari semua item berdasarkan shop drawing.
- b) Proses cutting yaitu proses pemotongan material dengan cutting torch atau mesin potong yang ada.
- c) Proses drilling yaitu proses pengeboran dan pembuatan lubang baut sesuai ukuran.
- d) Proses assembling yaitu proses penyetelan dan perakitan material menjadi bentuk jadi.

Proses welding yaitu proses pengelasan semua item berdasarkan prosedur

- 1) Proses finishing yaitu proses pembersihan dan penggrindaan semua permukaan material dari bekas tagweld dan lain-lain.
- 2) Proses blasting yaitu proses penyemprotan pasir menggunakan tekanan udara ke semua bagian permukaan material untuk menghilangkan kotoran, krak dan lapisan logam tertentu.
- 3) Proses painting yaitu proses pengecatan material sesuai prosedur yang ditentukan.

D. Aktivitas Pembelajaran

Aktivitas Pengantar

Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran

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

1. Apa saja yang harus dipersiapkan oleh Guru kejuruan sebelum mempelajari materi pembelajaran Konstruksi Baja? Sebutkan dan Jelaskan!
2. Bagaimana Guru kejuruan mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen yang ada didalam materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan dipelajari oleh Guru kejuruan di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai Guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
6. Apa bukti yang harus ditunjukkan oleh Guru kejuruan bahwa Guru telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan.

Jawablah pertanyaan diatas dengan menggunakan LK-3. Jika jawaban tersebut dapat dijawab dengan baik dan benar maka Guru dapat melanjutkan pembelajaran berikutnya.

E. Latiah /Kasus/Tugas

1. Lakukan langkah-langkah pembelajaran sebagaimana dijelaskan di atas.
 2. Diskusikanlah secara berkelompok topik-topik yang berkaitan dengan pengujian tarik baja beton di laboratorium. Kemudian presentasikan di depan kelas, sehingga ditanggapi oleh teman-teman Anda (buat kelompok dalam anggota terbatas)
- Buatlah flange O.D.1350 mm menjadi 4 segmen lihat penggunaan rumus Marking Flange Per-segmen

F. Rangkuman

Modul ini dimaksudkan sebagai panduan dan acuan dalam melakukan perancangan pengawasan pekerjaan fabrikasi komponen. Modul ini selanjutnya dapat digunakan untuk merencanakan suatu rencana pengawasan.

G. Umpan balik dan tindak lanjut

1. Secara mandiri atau melalui kedinasan, peserta Diklat diharapkan menerapkan teori dan pembelajaran ini melalui praktek di lapangan dengan menggunakan alat sesuai denganketentuan yang ada pada modul ini.

2. Peserta Diklat diharapkan melakukan pengamatan dan penelitian pada suatu pekerjaan yang sesuai dengan tujuan pembelajaran sehingga siswa dapat langsung mengaplikasikan materi modul.
3. Diharapkan masukan dan kritikan dari peserta Diklat demi kesempurnaan modul ini.

LK1.07 Kegiatan Studi Literatur

No	Kegiatan	Hasil Diskusi/Pemahaman	Sumber/Studi Literatur
1	<p>Mengenal Fabrikasi</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jelaskan tentang Fabrikasi • Jelaskan tentang tahapan fabrikasi pada struktur baja • Jelaskan tentang alat – alat fabrikasi 		

LK – 7

4. Jelaskan tentang pengertian Fabrikasi !

.....

.....

.....

.....

.....

5. Apa yang dimaksud proses ereksi pada konstruksi baja!

.....

.....

.....

.....

.....

6. Jelaskan apa itu *site fabrication*!

.....

.....

.....

.....

.....

7. Jelaskan apa itu *flang ducting*!

.....

.....

.....

.....

.....

8. Sebutkan dan jelaskan proses pekerjaan fabrikasi!

.....

.....

.....

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

Kegiatan Pembelajaran 8

Konstruksi baja

A. Tujuan Pembelajaran

Diharapkan setelah penyajian materi ini, peserta diklat akan dapat:

11. Mengetahui alat-alat yang digunakan dalam pekerjaan penggantian elemen struktur sesuai dengan SNI 03 – 1729 - 2002
12. Mengetahui dan melakukan cara pengujian penggantian elemen struktur sesuai dengan SNI 03 – 1729 - 2002
13. Mengevaluasi pekerjaan penggantian elemen struktur sesuai dengan SNI 03 – 1729 - 2002.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi pada pembelajaran ke 1 ini adalah peserta diklat menguasai tentang pekerjaan penggantian elemen struktur

C. Uraian Materi

23. Pengetahuan Dasar.

a. Pendahuluan

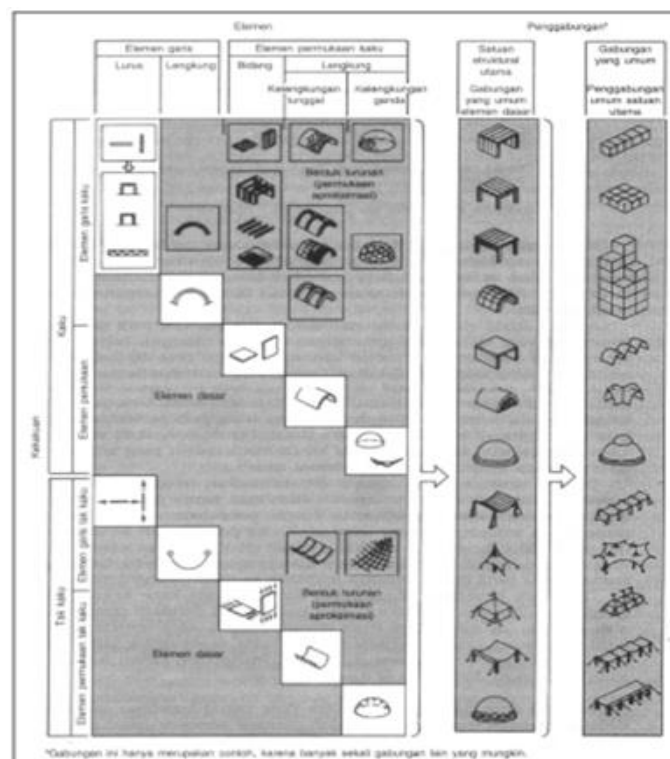
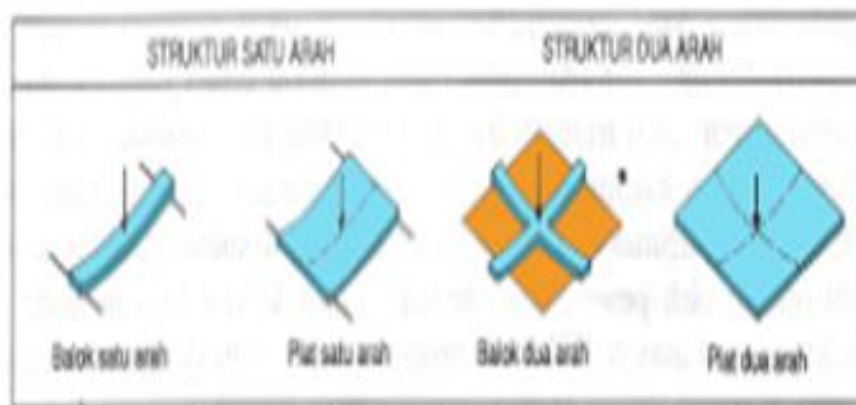
Struktur bangunan adalah bagian dari sebuah sistem bangunan yang bekerja untuk menyalurkan beban oleh adanya bangunan diatas tanah. Fungsi struktur dapat disimpulkan untuk memberikan kekuatan dan kekakuan yang di perlukan untuk mencegah sebuah bangunan mengalami sebuah keruntuhan. Struktur merupakan bagian bangunan yang merupakan bagian bangunan yang menyalurkan beban.Beban beban tersebut menumpu pada elemen elemen untuk selanjutnya di salurkan kebagian bawah tanah bangunan sehingga beban beban tersebut akhirnya dapat di tahan.

b. Klasifikasi Struktur

Untuk dapat memahami suatu bidang ilmu termasuk struktur bangunan maka pengetahuan tentang bagaimana kelompok-kelompok dalam struktur dibedakan, di urutkan dan diberi nama secara sistematis sangat di perlukan. Pengatahuan tentang kriteria dan kemungkinan hubungan dari bentuk bentuk menjadi dasar untuk mengklasifikasikan struktur bangunan.Metode umum yang sering digunakan adalah mengklasifikasikan elemen struktur dan systemnya menurut bentuk dan sifat fisik dari suatu konstruksi seperti pada Gambar .8.1

1. Klasifikasi struktur berdasarkan geometri dan bentuk dasarnya :
 - Elemen garis adalah elemen yang panjang dan langsing dengan potongan melintangnya lebih kecil dibandingkan ukuran panjangnya.Elemen garis dapat dibedakan menjadi elemen lurus dan elemen melengkung.
 - Elemen permukaan adalah elemen yang ketebalannya lebih kecil dari pada ukuran panjangnya. Elemen datar dapat berupa datar atau lengkung.Elemen lengkung bisa berupa lengkung tunggal atau lengkung ganda.

2. Klasifikasi struktur berdasarkan karakteristik kekakuan elemen :
 - Elemen kaku, biasanya sebagai elemen yang tidak mengalami perubahan bentuk yang cukup besar apabila mengalami tekanan beban.
 - Elemen tidak kaku atau fleksibel, misalnya kabel yang berubah menjadi bentuk tertentu pada suatu kondisi pembebanannya. Struktur fleksibel akan mempertahankan keutuhan fisik nya meskipun bentuknya berubah-ubah.
3. Berdasarkan susunan elemen :
 - System satu arah, dengan mekanisme transfer beban dari struktur untuk menyalurkan ketanah merupakan aksi satu arah saja. Sebuah balok yang terbentang pada dua titik tumpuan adalah contoh system satu arah.
 - System dua arah dengan system bersilang yang terletak diantara dua titik tumpuan dan tidak terletak diatas garis yang sama.



Gambar 8.2. Klasifikasi elemen struktur

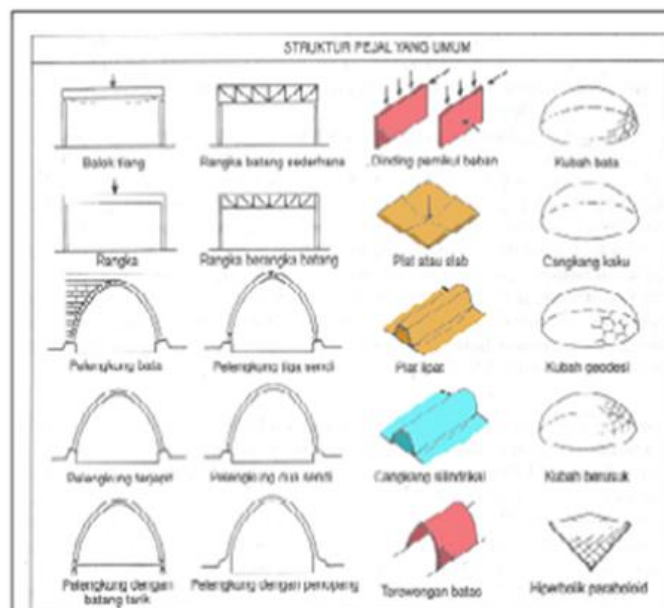
4. Berdasarkan material pembentuknya di bedakan :

- Struktur kayu
- Struktur baja
- Struktur beton,dll

c. Elemen-elemen utama struktur

Elemen-elemen struktur utama seperti pada Gambar 8.3 di kelompokkan menjadi 3 kelompok utama yaitu :

- Elemen kaku yang umum digunakan yaitu balok, kolom, pelengkung, pelat datar, pelat berpelengkungan dan cangkang.
- Elemen tidak kaku atau fleksibel seperti kabel, membrane atau kabel berpelengkung tunggal maupun ganda.
- Elemen elemen yang merupakan rangkaian dari elemen elemen tunggal : rangka, rangka batang, kubah dan jaring.



Gambar 8.3. Jenis-jenis elemen struktur

1) Balok dan kolom

Struktur yang dibentuk dengan cara meletakkan elemen kaku horizontal diatas elemen kaku vertical. Elemen horizontal memikul elemen yang bekerja secara tranfersal dari panjangnya dan menyalurkan beban tersebut ke elemen vertical yang menumpunya. Kolom dibebani secara aksial oleh balok dan akan meyalurkan beban tersebut ketanah. Balok akan melentur sebagai akibat dari beban yang bekerja secara transversal sehingga balok sering disebut memikul beban secara melentur. Kolom tidak melentur ataupun melendut karena pada umumnya mengalami gaya aksial saja. Pada suatu bangunan struktur balok dapat berupa balok tunggal di atas tumpuan sederhana ataupun balok menerus. Pada umumnya balok menerus merupakan struktur yang lebih menguntungkan di banding balok bentangan tunggal diatas dua tumpuan sederhana.

2) Rangka

Struktur rangka secara sederhana sama dengan balok. Tetapi dengan aksi struktur yang berbeda karena adanya titik hubung kaku antara elemen vertikal dan elemen horizontalnya. Kekakuan titik hubung ini memberi kestabilan terhadap gaya lateral. Pada sistem rangka ini balok maupun kolom akan melentur sebagai akibat dari adanya aksi pada struktur. Pada struktur rangka panjang setiap elemen terbatas, sehingga biasanya akan dibuat dengan pola berulang.

3) Rangka batang

Rangka batang adalah struktur yang di buat dengan menyusun elemen linier berbentuk batang-batang yang relative pendek dan lurus menjadi pola pola segitiga. Rangka batang yang terdiri atas elemen elemen diskrit yang melendut secara keseluruhan apabila mengalami pembebanan seperti yang halnya di alami balok yang terbebani transversal. Setiap elemen batangnya tidak melentur tetapi hanya akan mengalami gaya tarik atau tekan saja.

4) Pelengkung

Pelengkung adalah struktur yang di bentuk oleh elemen garis yang melengkung dan membentang antara 2 titik. Struktur itu umumnya terdiri atas potongan potongan kecil yang mempertahankan posisinya akibat adanya pembebanan. Bentuk lengkung dan perilaku beban merupakan hal pokok yang menentukan apakah struktur tersebut stabil atau tidak. Kekuatan struktur tergantung dari bahan penyusun nya serta beban yang akan bekerja padanya. contoh struktur pelengkung adalah struktur yang berbentuk dari susunan bata. Bentuk struktur pelengkung yang banyak digunakan pada bangunan modern adalah pelengkung kaku.

5) Dinding dan plat

Plat datar dan dinding adalah struktur kaku pembentuk permukaan suatu dinding pemikul beban dapat memikul beban baik beban yang bekerja dari arah vertikal maupun arah horizontal. Jika struktur dinding terbuat dari material kecil maka kekuatan terhadap beban dalam arah tegak lurus menjadi sangat terbatas. Struktur pelat datar digunakan secara horizontal dan memikul beban sebagai lentur dan meneruskannya ketumpuan. Struktur pelat dapat terbuat dari beton bertulang ataupun baja. Pelat horizontal dapat dibuat dengan pola susunan elemen garis yang kaku dan pendek dan bentuk segitiga tiga dimensi digunakan untuk memperoleh kekakuan yang lebih baik.

6) Cangkang dan terowongan

Cangkang dan terowongan merupakan struktur pelat satu kelengkungan. Struktur cangkang memiliki bentang longitudinal dan kelengkungan nya tegak lurus terhadap diameter bentang. Bentuk cangkang harus terbuat dari material kaku seperti beton bertulang atau baja.

7) Kubah

Kubah merupakan bentuk struktur berlangkungan ganda. Bentuk kubah dapat dipandang sebagai bentuk cengkung yang berputar. Umumnya dibentuk dari material kaku seperti beton bertulang tetapi dapat pula dibuat dari tumpukan bata.

Kubah adalah struktur yang sangat efisien bila di gunakan pada bentang besar dengan penggunaan material yang lebih sedikit.

8) Kabel

Merupakan elemen struktur yang fleksibel. Bentuk kabel bergantung pada beban yang bekerja padanya. Struktur kabel yang di tarik pada kedua ujungnya berbentuk lurus saja di sebut tierod.. Jika pada bentangan kabel terdapat beban titik eksternal maka bentuk kabel akan berupa segmen segmen garis . Jika yang di pikul adalah beban yang terbagi merata maka kabel akan berbentuk lengkungan sedangkan berat sendiri struktur kabel akan menyebabkan bentuk lengkung yang disebut catenary-curve.

9) Membran, tenda dan jaring.

Membran adalah lembaran tipis yang fleksibel.Tenda biasanya dibentuk dari permukaan membrane.Bentuk struktur nya dapat berbentuk sederhana maupun kompleks dengan menggunakan mebran-membran. Untuk permukaan dengan lengkungan ganda permukaan actual harus tersusun dari segmen yang jauh lebih kecil karena pada umumnya membrane dengan permukaan dengan menggantungkan pada sisi cembung berarah kebawah itupun jika berarah keatas harus ditambahkan mekanisme tertentu agar bentuknya tetap

24. Lembar Kerja

Pemeriksaan Jembatan Rangka Baja

a. Tujuan

Untuk mengetahui tatacara perkuatan struktur jembatan baik jembatan rangka maupun jembatan beton sehingga dapat mengembalikan kapasitas jembatan mendekati kondisi semula dengan tindakan yang paling tepat, efektif tanpa mengubah desain awal dan spesifikasi.

b. Acuan

Undang-undang No. 32 tahun 2005: Tentang Jalan

SK.SNI T-02-2005 : Pembebanan Jembatan

SK.SNI T-12-2004 : Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan

SK.SNI T-03-2005 : Perencanaan struktur baja untuk jembatan

c. Penentuan Penerapan Perkuatan

Masalah dalam penerapan rehabilitasi jembatan dapat diformulasikan sebagai beberapa set pertanyaan mendasar : Dimana permasalahan yang harus diperhitungkan adalah :

- 1.Problem Analitis, Struktural dan Perancangan
- 2.Problem ekonomis
- 3.Ketersediaan bahan dan teknik perbaikan

4. Problem pemeliharaan

5. Problem estetika

Bagaimanapun problem perhitungan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kondisi teknis jembatan yang ada sebagaimana juga sifat- sifat fisik dari bahan struktural harus diketahui sebelum melakukan proses perancangan.
2. Semua kondisi teknis dan fungsional untuk jembatan setelah dilakukan perkuatan termasuk umur rencana yang diharapkan harus dengan jelas ditentukan.
3. Membuat inventaris kekurangan dokumentasi aslinya dari jembatan yang akan diperkuat.
4. Memperbandingkan standar saat ini atau persyaratan lain dengan standar perancangan aslinya untuk menentukan ruang lingkup minimum dari perkuatan jembatan.
5. Memperbandingkan kesesuaian bahan perbaikan atau bahan baru dengan bahan aslinya.
6. Melihat ketersediaan kontraktor yang sesuai dengan bahan dan konstruksi perbaikan
7. Efektivitas biaya
8. Manajemen lalu-lintas selama perbaikan dilakukan

Analisis ekonomis diperlukan untuk memperhitungkan tiga komponen utama biaya yaitu :

1. Biaya modal untuk perencanaan, perancangan dan biaya total konstruksi
2. Biaya pemeliharaan selama umur pelayanan
3. Keuntungan yang muncul dari pemanfaatan jembatan selama umur pelayanan

Kemudian aspek lain yang harus diperhitungkan adalah ketersediaan bahan dan teknik perbaikan. Adapun masalah utamanya adalah :

1. Apakah penyebab kerusakan bahan.
2. Apakah tipe kerusakan struktur jembatan.
3. Seberapa besar tingkat kerusakan (global atau local).
4. Elemen mana dari struktur yang mengalami kerusakan (elemen primer atau sekunder) dan dimana lokasinya (apakah di bagian luar atau dalam, terekspos atau tidak).
5. Seberapa dalam tingkat kerusakan struktur (apakah hanya di permukaan, masuk lebih dalam atau telah menembus elemen struktur).
6. Bagaimana kondisi lingkungan (apakah normal, agak agresif atau terlalu agresif secara kimiawi).
7. Dimana lokasi kerusakan bahan dihubungkan dengan gaya-gaya dalam struktur (apakah berada dalam zona tarik atau tekan misalnya).
8. Apa tujuan utama dari perkuatan (apakah mengembalikan ke kapasitas standar atau untuk meningkatkan kekuatan).
9. Apa tujuan perbaikan (apakah untuk memperbaiki estetika atau memperbaiki perilaku struktur)

Problem pemeliharaan yang harus diatasi adalah :

1. Hubungan antara biaya bahan dan teknik yang dipergunakan untuk perbaikan dan biaya pemeliharaan setelahnya dan penggunaan prosedur optimasi.
2. Perbaikan komponen elemen jembatan lainnya seperti sistem drainase, sambungan siar muai, dan perkerasan.
3. Peningkatan kemudahan pemeriksaan dan pemeliharaan rutin jembatan.
4. Keperluan pemeliharaan untuk melakukan penggantian perletakan jembatan.

Aspek estetika yang perlu diperhatikan adalah :

1. Penggantian warna jembatan.
2. Kesesuaian proporsi antar-elemen jembatan dalam suatu struktur jembatan.
3. Ketersediaan ruang bebas di bawah jembatan.
4. Kesesuaian estetika akibat penambahan komponen tambahan pada jembatan.
5. Pelestarian geometrik jembatan yang bernilai historis.

25. Metode Perkuatan

Secara umum klasifikasi aplikasi metode perkuatan untuk struktur beton pada bangunan atas jembatan dapat dibagi dalam dua kriteria dasar, yaitu:

(A) Metode Pasif

Metode pasif dapat didefinisikan sebagai metode perkuatan yang mengakibatkan redistribusi dari gaya-gaya dalam dalam struktur tetapi redistribusi itu sendiri bukan prinsip utama dalam metode ini.

(B) Metode Aktif

Metode aktif dapat definisikan sebagai metode perkuatan yang berdasarkan redistribusi yang dimasukkan secara sengaja pada gaya dalam struktur sehingga perkuatan yang diperlukan dapat dicapai dengan cara redistribusi gaya tersebut.

Kedua metode tersebut dirangkum menurut (1) prinsip metode perkuatan, (2) waktu pelaksanaan, dan (3) biaya pelaksanaan

Contoh Metode 1

Perkuatan dengan memperbesar penampang

Tujuan : Dengan memperbesar/ memperbaiki penampang akan didapat momen inersia penampang yang lebih besar dan akhirnya akan meningkatkan kekakuan statis dan dinamis struktur.

Tahap Persiapan :

1. Pengukuran dimensi penampang secara terperinci dimana mungkin ditemukan jarak antar buhul yang tidak sama akibat perubahan lawan lendut seiring dengan berjalannya waktu dan beban lalu-lintas yang lewat.
2. Pengukuran ukuran dan lokasi baut eksisting.
3. Perlu dipersiapkan detail pelubangan baut baru untuk menyambung struktur lama dengan struktur baru.
4. Perlu dipersiapkan perlindungan terhadap korosi permukaan antarmuka struktur lama dengan struktur baru.
5. Perlu dipersiapkan pemesanan baut dengan kelas baut yang sama / lebih tinggi dengan panjang baut yang lebih besar.
6. Perlu dipersiapkan peralatan tambahan yang dapat melawan gaya yang bekerja di dalam rangka batang yang mengunci pergerakan baut yaitu dengan menambahkan struktur rangka pengganti, memberikan gaya prategang yang simetris untuk menggantikan batang tekkan, memberikan gaya tekan yang simetris untuk menggantikan batang tarik.
7. Perlu dipersiapkan pelapisan struktur baut apakah dengan cat atau galvanis.
8. Apabila dimungkinkan beban-beban yang bekerja dapat dihilangkan (misalnya beban overlay yang berlebih atau bahkan beban pelat beton) atau ditiadakan untuk sementara (misalnya beban lalu-lintas).
9. Penyediaan perancah dan peralatan pengangkut profil baja

d. Tahap Pelaksanaan :

1. Pembersihan permukaan struktur eksisting.
2. Tahap awal adalah tahap pelepasan baut dengan menggunakan baji / pasak yang sesuai.
3. Kemudian memasukkan baut yang baru bersamaan dengan dikeluarkannya baut lama.
4. Kemudian memasang profil tambahan pada struktur yang ada.

e. Tahap Pemeliharaan

1. Perlu dipersiapkan rencana rutin pengecangan baut.
2. Perlu dipersiapkan rencana pemeriksaan korosi terutama di permukaan.
3. Perlu dipersiapkan pengecatan rutin

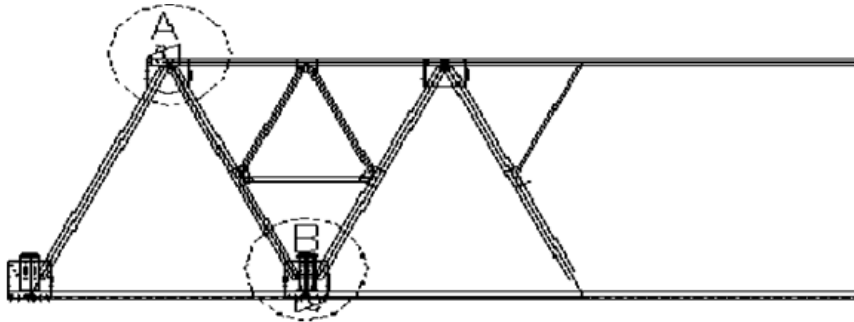


Gambar 8.4 Penggantian elemen profil I terbalik dengan profil kanal ganda pada batang diagonal jembatan rangka baja

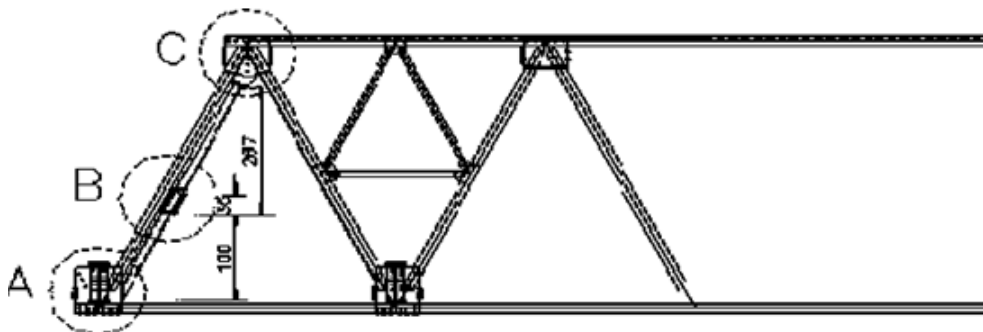
Contoh Metode 2

Penggantian Elemen Lemah

Gambar di bawah ini memperlihatkan diperlukan suatu batang prategang untuk mengganti batang tarik dan dongkrak yang dapat dipasang untuk melawan gaya tekan pada batang tekan. Cara yang lain adalah dengan memasang batang rangka sementara di sebelah sampingnya.



(a) Penempatan kabel prategang eksternal untuk mengganti batang tarik.



(b) penempatan dongkrak yang ditahan dalam suatu frame tambahan untuk mengganti batang tekan

Gambar 8.4. Metode penggantian batang tarik dan batang tekan

D. Aktivitas Pembelajaran

Dalam pembelajaran ini peserta diklat diharuskan mengikuti prosedur sebagai berikut:

1. Pahami tujuan pembelajaran dengan seksama.
2. Bacalah materi secara runtut dan temukan jawaban atas pertanyaan-pertanyaan yang ada dalam tujuan pembelajaran tersebut.
3. Berhentilah sejenak pada point-point penting yang merupakan jawaban yang disebutkan dalam tujuan, lakukan berbagai tindakan yang memungkinkan anda memahaminya dengan baik, termasuk menanyakannya kepada instruktur.
4. Tutuplah buku Anda, lalu cobalah menjawab pertanyaan yang ada pada tujuan tersebut.

Jika jawaban Anda kurang memuaskan, lakukan pengulangan

E. Latihan/Kasus/Tugas

Lakukan langkah-langkah pembelajaran sebagaimana dijelaskan di atas.

Diskusikanlah secara berkelompok topik-topik yang berkaitan dengan pengujian tarik baja beton di laboratorium. Kemudian presentasikan di depan kelas, sehingga ditanggapi oleh teman-teman Anda (buat kelompok dalam anggota terbatas)

1. Apa saja yang kamu ketahui hal-hal yang diperiksa pada kerusakan jembatan rangka baja?
2. Kerusakan apa yang mudah terjadi pada struktur beton rangka baja?

F. Rangkuman

Modul ini dimaksudkan sebagai panduan dan acuan untuk dalam pekerjaan penggantian elemen struktur dan parameter lainnya.

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.

LK1.08 Kegiatan Studi Literatur

No	Kegiatan	Hasil Diskusi/Pemahaman	Sumber/Studi Literatur
1	Menganalisa struktur <ul style="list-style-type: none"> Jelaskan berdasarkan apa saja klasifikasi struktur 		
2	Menganalisa elemen – elemen utama struktur <ul style="list-style-type: none"> Sebutkan dan Jelaskan elemen – elemen utama pada struktur 		

LK – 8

1. Apa saja klasifikasi struktur? Sebutkan dan jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Apa saja metode perkuatan pada struktur? Sebutkan dan jelaskan!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Sebutkan masalah – masalah apa saja yang harus diperhitungkan dalam penerapan rehabilitasi!

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. Apa saja masalah yang harus diperhitungkan dalam penerapan rehabilitasi dalam analisis ekonominya?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. Apa yang dimaksud dengan rangka? Jelaskan!

.....

.....

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

Kunci Jawaban Pembelajaran 5

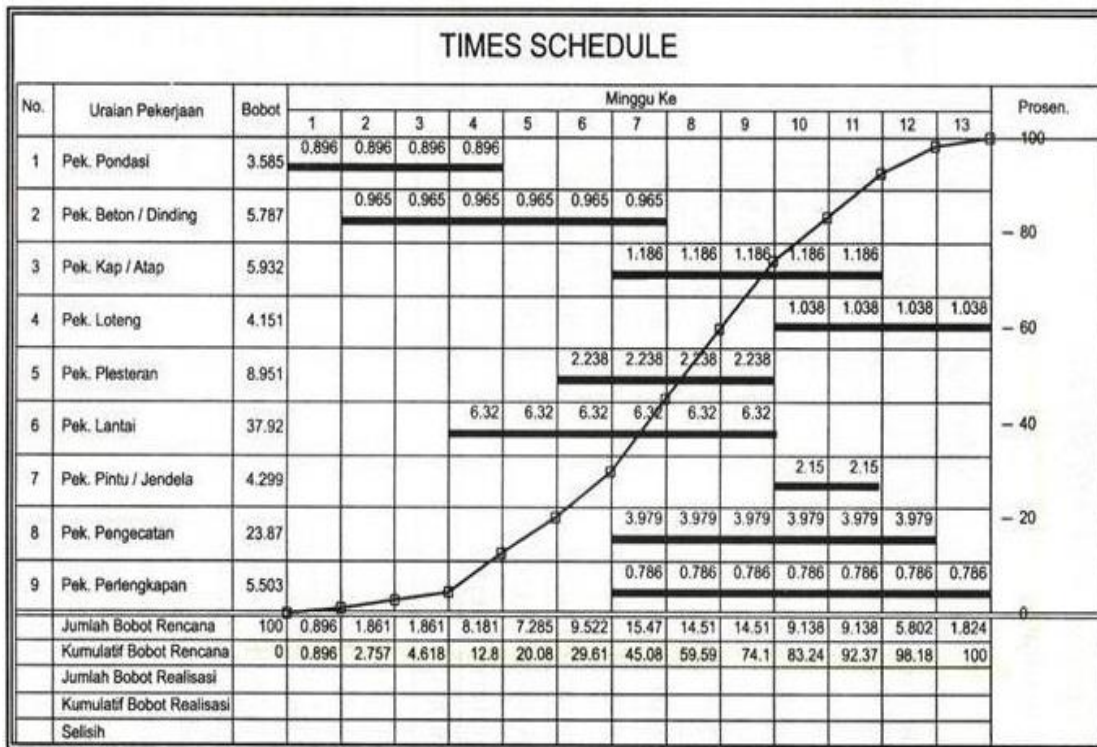
1. Rencana Anggaran Biaya rumah modern minimalis tipe 90 disajikan dalam bentuk Tabel berikut.
2. Time Schedule pembangunan rumah modern minimalis tipe 90 disajikan dalam bentuk Kurva S berikut.

RENCANA ANGGARAN DAN BIAYA

Proyek Pembangunan Rumah Minimalis Modern Tipe 90

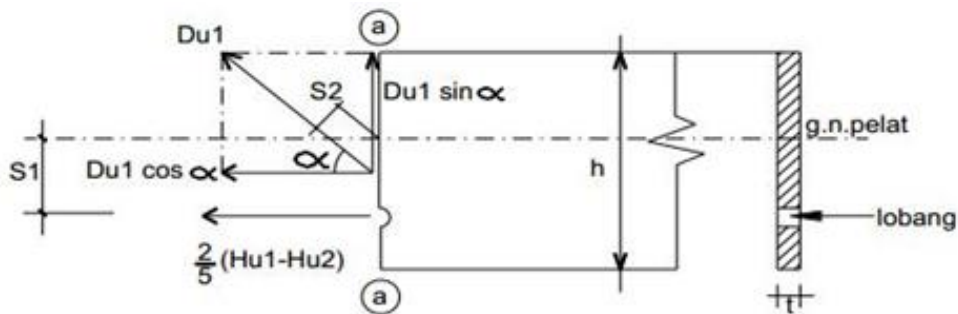
No	Uraian Pekerjaan	Banyaknya (Vol. Pekerjaan)	Satuan	Analisa Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
A	Pekerjaan Tanah :				
1.	Pembersihan Lapangan	100,00	m ²	100.000,00	10.000.000,00
2.	Galian Tanah u/ Pondasi	100,00	m ³	100.000,00	10.000.000,00
3.	Urugan/Timbunan Tanah	100,00	m ³	100.000,00	10.000.000,00
	Subtotal				30.000.000,00
B	Pekerjaan Pasangan :				
1.	Pasangan Pondasi Batu Kali	100,00	m ³	100.000,00	10.000.000,00
2.	Pasangan Dinding Bata	100,00	m ³	100.000,00	10.000.000,00
3.	Neut Pada Kusen-Kusen	100,00	m ³	100.000,00	10.000.000,00
4.	Plesteran Dinding	100,00	m ²	100.000,00	10.000.000,00
5.	Laburan Dinding	100,00	m ²	100.000,00	10.000.000,00
6.	Laburan Langit-langit	100,00	m ²	100.000,00	10.000.000,00
	Subtotal				60.000.000,00
C	Pekerjaan Kayu :				
1.	Kusen-kusen Pintu dan Jendela	100,00	m ³	100.000,00	10.000.000,00
2.	Daun Pintu dan Jendela	100,00	m ²	100.000,00	10.000.000,00
3.	Listplank	100,00	m	100.000,00	10.000.000,00
4.	Kuda-kuda, Gording, Muurplat Kayu, Nook, Jure	100,00	m ³	100.000,00	10.000.000,00
5.	Rangka Atap (Kasau, Reng)	100,00	m ³	100.000,00	10.000.000,00
6.	Rangka Langit-langit (Plafond)	100,00	m ³	100.000,00	10.000.000,00
	Subtotal				60.000.000,00
D	Pekerjaan Atap :				
1.	Atap Genteng	100,00	m ²	100.000,00	10.000.000,00
2.	Bubungan Atap, Nok/Jure	100,00	m	100.000,00	10.000.000,00
3.	Talang Air	100,00	m	100.000,00	10.000.000,00
4.	Pipa Pembuangan	100,00	m	100.000,00	10.000.000,00
	Subtotal				40.000.000,00

Time Schedule dari pembangunan rumah modern minimalis tipe 90 disajikan dalam bentuk kurva S



Kunci Jawaban Pembelajaran 6

Penyelesaian (a)



Selisih gaya H_{u1} dan H_{u2} di terima oleh 5 baut, maka pada potongan (a) – (a) menerima

gaya sebesar $\frac{2}{5} (H_{u1} - H_{u2})$ (diterima 2 baut dari 5 baut)

Gaya yang bekerja :

Gaya normal (tarik) $N_{ut} = \frac{2}{5} (H_{u1} - H_{u2}) + D_{u1} \cos \alpha$

Gaya lintang / geser $V_u = D_{u1} \sin \alpha$

Momen $M_u = \frac{2}{5} (H_{u1} - H_{u2}) S_1 + D_{u1} \cdot S_2$

Penyelesaian (b)

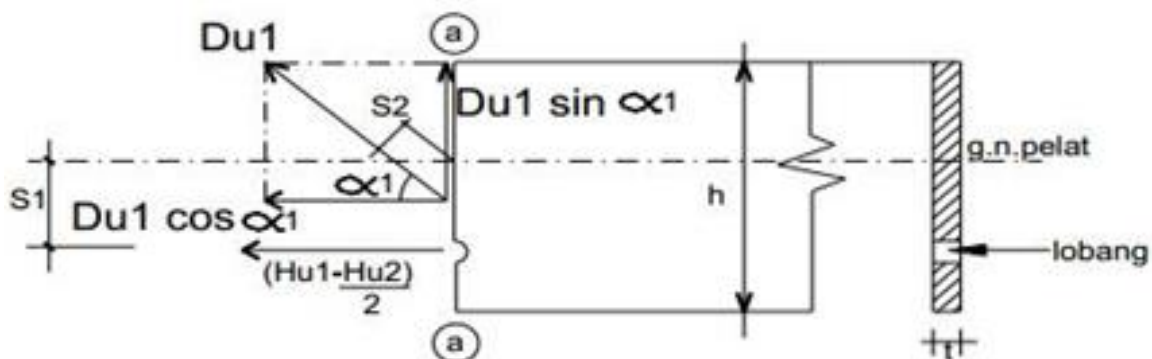
Kontrol kekuatan pelat :

$$\left[\left(\frac{N_{ut}}{\phi_t N_{nt}} \right) + \left(\frac{M_n}{\phi_b M_n} \right) \right]^2 + \left(\frac{V_u}{\phi_v V_n} \right)^2 \leq 1$$

Dimana : $\phi_t \cdot N_{nt} =$ harga terkecil dari $0,9 \cdot f_y \cdot A_g$ (leleh) dan $0,75 \cdot f_u \cdot A_n$ (fraktur)

$\phi_b \cdot M_n = 0,9 \cdot Z \cdot f_y$

Maka pada potongan (a) – (a) bekerja gaya :



- Baut pada batang H_{u1} di pelat simpul menerima gaya $\frac{H_{u2}}{2}$

(H_{u1} - Gaya yang bekerja :

$$\text{Gaya normal (tarik) } N_{ut} = (H_{u1} - \frac{H_{u2}}{2}) + D_{u1} \cos \alpha_1$$

$$\text{Gaya lintang / geser } V_u = D_{u1} \sin \alpha_1$$

$$\text{Momen } M_u = (H_{u1} - \frac{H_{u2}}{2}) \times S_1 + D_{u1} \times S_2$$

- Kontrol kekuatan pelat :

$$\left[\left(\frac{N_{ut}}{\phi_t \cdot N_{nt}} \right) + \left(\frac{M_u}{\phi_b \cdot M_n} \right) \right]^2 + \left(\frac{V_u}{\phi_v \cdot V_n} \right)^2 \leq 1$$

Dimana : $\phi_t \cdot N_{nt}$ dan seterusnya, sama seperti pada contoh a

Kunci jawaban pembelajaran 7

Penyelesaiannya adalah:

$$\text{Panjang bentangan} = \sin (180:4) \times 1350 \text{ Pb} = \sin 45 \times 1350$$

$$\text{Pb} = 0,707 \times$$

$$1350 \text{ Pb} = 954 .$$

Jadi panjang bentangannya adalah 954 m.

Kunci Jawaban pembelajaran 8

Pembahasan soal no.1

Kerusakan pada

BETON

Kerusakan pada beton termasuk terkelupas, sarang lebah, berongga, berpori dan kerusakan pada beton

Keretakan

Korosi pada tulangan baja

Kotor, berlumut, penuaan atau pelapukan beton

Pecah atau hilangnya bahan

Lendutan

BAJA

Penurunan mutu cat dan atau galvanis

Karat

Perubahan bentuk pada komponen

Retak

Pecah atau hilangnya bahan

Elemen yang tidak benar

Kabel jembatan yang aus

Sambungan yang longgar

LANDASAN/PERLETAKAN

Tidak cukupnya tempat untuk bergerak

Kedudukan landasan yang tidak sempurna

Mortar dasar retak atau rontok

Perpindahan atau Perubahan bentuk yang berlebihan

Landasan yang cacat (pecah sobek atau retak)

Bagian yang longgar

Kurangnya pelumasan pada landasan logam

PELAT DAN LANTAI

Pergerakan yang berlebih pada sambungan lantai arah memanjang

Lendutan yang berlebihan

Kerusakan pada

SAMBUNGAN /SIAR MUAI

Kerusakan sambungan lantai yang tidak sama tinggi

Kerusakan akibat terisnya sambungan

Bagian yang longgar

Bagian yang hilang

Retak pada aspal karena pergerakan pada sambungan

PIPA DRAINASE, PIPA CUCURAN DAN DRAINASE LANTAI

Pipa cucuran dan drainase lantai yang tersumbat

Elemen hilang atau tidak ada

LAPISAN PERMUKAAN

Permukaan yang licin

Permukaan yang kasar/berlubang dan retak pada lapisan permukaan

Lapisan permukaan yang bergelombang

Lapisan permukaan yang berlebihan

TROTOAR/KERB

Permukaan trotoar yang licin

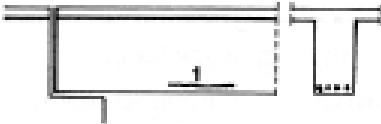
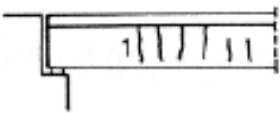
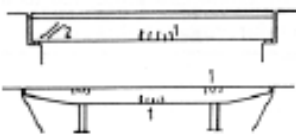
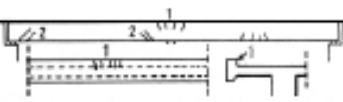


Lubang/retak/kasar pada trotoar

Bagian hilang

UTILITAS

Tidak berfungsi

Pembahasan soal no.2

Ilustrasi	Penyebab kerusakan
Retak akibat korosi tulangan baja; terlalu tipisnya selimut beton; kualitas betonnya yang rendah	
Retak dalam kaitan dengan penyusutan (jika tingginya lebih dari separuh tinggi gelagar).	
1. Retak zone extremal momen lentur, 2. Retak yang dihasilkan oleh tegangan tarik utama di sekitar zona pendukung.	
1. Retak dalam cetakan balok sandaran di dalam tahap yang sama dengan gelagar.	
1. Kerusakan akibat dampak yang dihasilkan oleh kendaraan dengan ukuran yang berlebih.	
1. Kebocoran sambungan siar-muai, 2. Korosi angker tendon, 3. Korosi tendon dengan tanda external akibat kualitas yang rendah dari grouting di dalam saluran kabel prategang.	

DAFTAR PUSTAKA

1. Badan Standarisasi Nasional, "Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung, SNI 03-1729-2002", Bandung, 2000
2. Englekrik, R., "Steel Structures, Controlling Behavior Through Design", John Wiley & Sons Inc., Canada, 1996
3. Gaylord, E.H., Gaylord, C.N., & Stallmeyer, J.E., "design of Steel Structures", Mc-Graw Hill Inc., 1992
4. Basuki, Slamet. 2006. Ilmu Ukur Tanah. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada Press.
5. Sudaryatno. 2009. Petunjuk Praktikum Ilmu Ukur Tanah. Yogyakarta: Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada.
6. Wongsotjitro, Soetomo. 1980. Ilmu Ukur Tanah. Yogyakarta: Kanisius.
7. Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum, Jakarta
8. Suma'mur. 1981. Keselamatan Kerja dan Pencegahan Kecelakaan. Jakarta: Gunung Agung.
9. Sutrisno dan Kusmawan Ruswandi. 2007. Prosedur Keamanan, Keselamatan, & Kesehatan Kerja. Sukabumi: Yudhistira.