

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Umum

Perkembangan ilmu dan teknologi sangat berpengaruh pada kemajuan jaman, tentunya diikuti oleh pembangunan-pembangunan yang semakin pesat. Seiring perkembangan ilmu dan teknologi perkembangan peraturan berbagai fasilitas yang berupa sarana dan prasarana di Indonesia sangat pesat. Terutama dalam perkembangan prasarana fisik yang hampir pada setiap aspek kegiatan sehari-hari umumnya bangunan yang menggunakan dari struktur baja

Bahan material baja unggul jika di tinjau dari sisi kekuatan, kekakuan, dan daktilitasnya. Jadi tidaklah mengherankan jika di setiap proyek-proyek konstruksi, baik jembatan atau gedung, maka baja selalu di butuhkan meskipun volume yang digunakan tidak mendominasi atau mayoritas.

Baja struktur adalah suatu jenis baja yang berdasarkan pertimbangan ekonomi, kekuatan dan sifatnya, cocok untuk pemikul beban. Baja struktur banyak di pakai untuk kolom serta balok bangunan bertingkat, sistem penyangga atap, pembedahan, menara antena, penahan tanah, pondasi tiang pancang dan lain-lain.

Keuntungan menggunakan baja sebagai berikut :

- ❖ Kekuatan Tinggi (*High Strength*)
- ❖ Keseragaman (*Uniformity*)
- ❖ Elastisitas (*Elasticity*)
- ❖ Kuat Patah / Rekah (*Fracture Toughness*)
- ❖ Permanen

Kelemahan dari struktur baja sebagai berikut :

- ❖ Biaya Perawatan (*Maintenance Cost*)
- ❖ Biaya Penahan Api (*Fire Proofing Cost*)
- ❖ Rekah Kerapuhan

1.2. Latar Belakang

Pada zaman ini, banyak bangunan yang berdiri megah, kokoh, dan indah. Seiring berkembangnya zaman, bahan bangunan yang digunakan pada bangunan modernpun semakin berkembang. Di Indonesia, perkembangan ini sudah sangat terlihat jelas. Seperti rangka atap yang digunakan pada rumah-rumah modern sudah menggunakan baja dan baja ringan. Maka, tidak asing bila sekarang di Indonesia mudah sekali ditemukan Toko yang menjual baja maupun baja ringan.

Baja ini mempunyai keunggulan yang semuanya dimiliki, antara lain dalam bagian kekuatan, Kelenturan, kekerasan, ketahanan terhadap korosi dan lain-lain. Pabrikan baja menandai beberapa besar daya kekuatan baja itu sendiri, tergantung besarnya daya kekuatan baja yang di butuhkan di setiap proyek stuktur. Maka dengan itu baja sangat di perhitungkan baik dalam pemilihan jenis baja, profil baja, hingga pada mutu baja sesuai penggunaannya yang di butuhkan pada suatu proyek struktur.

Dalam melakukan pekerjaan struktur baja tentang menyambungkan profil baja dengan baja yang lain tentu memerlukan sambungan yang berfungsi untuk menyatukan ujung baja terhadap baja yang lain dengan kekuatan sambungan yang diinginkan. Tentu tidak sembarang menyambungkan baja harus memperhitungkan sedemikian rupa guna tidak terjadi kegagalan konstruksi.

Sambungan baja sangat menentukan kekuatan struktur untuk berdiri kokoh dan umur konstruksi yang lama. Adapun yang harus di pertimbangkan dalam sambungan yaitu pemilihan sambungan yang cocok, kuat dan tahan lama serta biaya yang ekonomis. Sambungan merupakan hal yang terpenting bagi setiap konstruksi baja untuk saling berinteraksi satu sama lain guna mendapatkan struktur yang kokoh dan umur yang panjang.

Di dalam perencanaan struktur bangunan baja, terdapat tiga metode perencanaan yang berkembang secara bertahap di dalam sejarahnya (*bowles, 1979*), yaitu :

1. Metode Elastis ASD (*Allowable Stress Design*)
2. Metode LRFD (*Load and Resistance Faktor Design*)

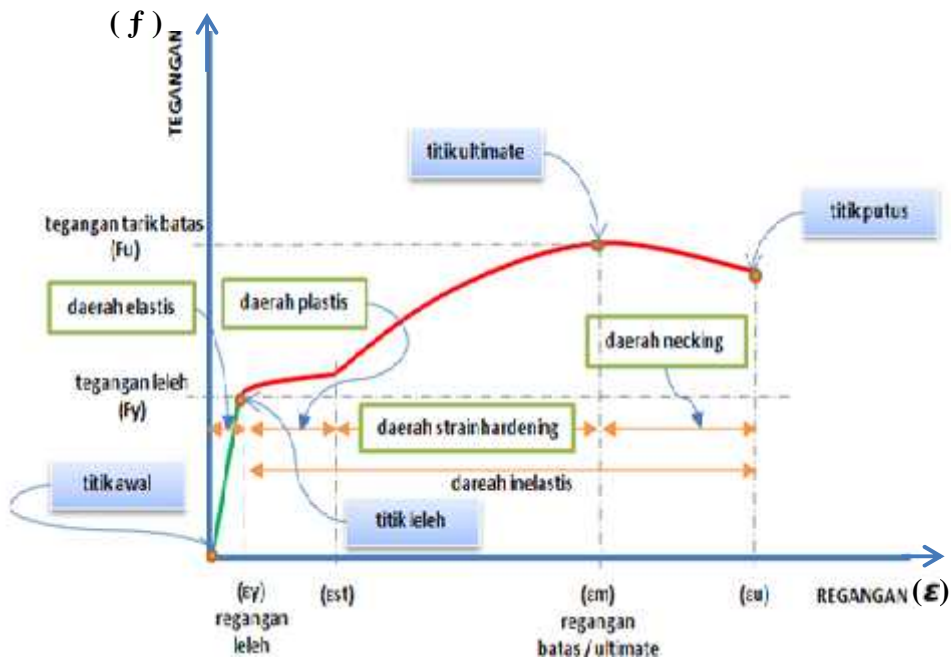
Pada saat ini marak digunakan metode ASD (*Allowable Stress Design*) dan LRFD (*Load Resistance Factor Design*) di bangunan-bangunan konstruksi baja. Maka dengan itu penulis akan membandingkan perbedaan antara metode penyambungan ASD dan LRFD.

1.2.1 Allowable Stress Design (ASD)

didalam metode ini, elemen struktur pada bangunan pelat, kolom, balok, pondasi harus di rencanakan sedemikian rupa sehingga tegangan yang timbul akibat beban kerja tidak melampaui tegangan ijin yang telah di tetapkan. **maks ijin**

1.1

Tegangan ijin di tentukan oleh peraturan bangunan atau spesifikasi 1978 AISC (*american institute of strrl construction*) untuk mendapat Faktor keamanan terhadap tercapainya tegangan batas. Tegangan yang di hitung akibat beban kerja harus berada pada batas plastis, yaitu tegangan sebanding dengan regangan seperti di tunjukkan pada grafik 1.1



Gambar 1.1 Kurva Tegangan – Regangan baja

1.2.2 *Load Resistance Faktor Design (LRDF)*

Pendekatan umum berdasarkan faktor daya tahan dan beban, atau di sebut dengan LRDF ini adalah hasil penelitian dari *Advisory Task Force* yang di pimpin oleh T.V. Galambas. Pada metode ini di perhitungkan mengenai kekuatan M_n penampang struktur.

$$\phi \cdot M_n \geq M_u \quad 1.2$$

Struktur dan batang struktural harus selalu di rencanakan memikul beban yang lebih besar terlihat pada persamaan 1.2 sebelah kiri dari pada yang di perkirakan dalam pemakaian normal pada persamaan 1.2 sebelah kanan. Kapasitas cadangan ini di sediakan terutama untuk perhitungan kemungkinan adanya beban yang berlebihan. Terkadang penampang baja mempunyai kekuatan leleh sedikit di bawah harga minimum yang di tetapkan, sehingga juga mengurangi kekuatan.

1.3. **Maksud dan Tujuan**

Untuk mengetahui perbedaan antara metode ASD dan Metode LRDF pada struktur baja dalam merencanakan sambungan.

1.4. **Rumusan Masalah**

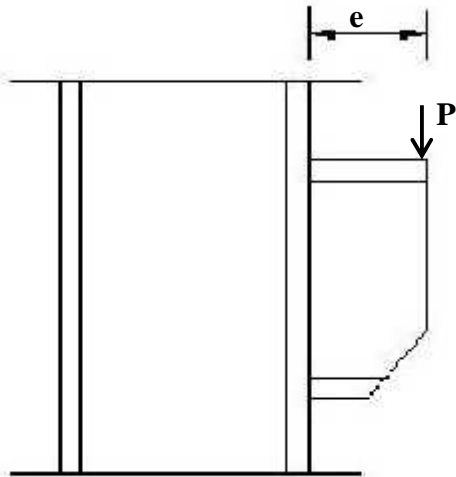
Dalam penyelesaian tugas akhir adapun permasalahan yang akan di bahas adalah :

1. Konsep atau filosofistruktur baja
2. Menghitung beban
3. Menghitung tebal las Berdasarkan ASD dan LRFD
4. Menghitung jumlah baut berdasarkan ASD dan LRFD

1.5. **Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini, permasalahan di batasi pada:

1. Model konstruksi struktur baja pelat konsol



2. Sambungan yang membebani baut / sambunya
3. Sambungan baja :
 - a. Sambungan las
 - b. Sambungan baut

1.6. Metodologi Pembahasan

Dalam penyelesaian tugas akhir saya, metode yang di gunakan antara lain :

1. Metode ASD (*Allowable Stress Design*)
2. Metode LRDF (*Load Resistance Factor Design*)

1.7. Sistematika Penulisan

Untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai penulisan skripsi ini, maka dibagi secara lebih sistematis ke dalam lima bab sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang penelitian, maksud dan tujuan, perumusan masalah, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan dasar-dasar teori struktur baja metode ASD dan LRDF.

BAB III METODOLOGI ANALISA

Bab ini membahas tata cara perhitungan sambungan las dan baut metode ASD dan metode LRDF dengan buku-buku referensi atau literatur dan tambahan dari internet.

BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini akan menjelaskan mengenai proses dan serta membahas hasil perhitungan sambungan struktur baja dengan metode ASD dan LRDF.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab terakhir ini menyajikan kesimpulan yang didapat dari pembahasan bab – bab sebelumnya serta saran yang dapat di tindaklanjuti kedepannya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perencanaan Struktur

2.1.1 Umum

Perencanaan struktur dapat didefinisikan sebagai campuran antara seni dan ilmu pengetahuan yang di kombinasikan dengan intuisi seorang ahli struktur mengenai perilaku struktur dengan dasar-dasar pengetahuan tentang statika, dinamika struktur, mekanika bahan, dan analisa struktur bertujuan untuk menghasilkan sesuatu yang stabil, kuat, dan awet selama masa layannya. Perencanaan sebuah proses untuk mendapat suatu hasil yang optimum apabila memenuhi kriteria-kriteria sebagai berikut :

- a. Biaya minimum
- b. Berat minimum
- c. Waktu konstruksi minimum
- d. Tenaga kerja minimum
- e. Biaya manufaktur minimum
- f. Manfaat maksimum pada masa layan

Salah satu tahapan penting dalam perencanaan suatu struktur bangunan adalah pemilihan jenis material yang akan digunakan. Jenis-jenis material yang selama ini di kenal dalam dunia konstruksi antara lain, baja, beton bertulang, dan kayu. Material baja sebagai bahan konstruksi telah digunakan sejak lama mengingat beberapa keunggulannya dibandingkan dengan material lain.

2.1.2 Kelebihan Baja Sebagai Material Struktur

Jika kita menyimak bangunan sekitar kita baik berupa jembatan, gedung, pemancar, papan iklan, dan lainnya akan sependapat bahwa baja merupakan material struktur yang baik. Kelebihan dari baja terlihat dari kekuatan, relatif ringan, kemudahan pemasangan, dan sifat baja lainnya. Kelebihan material baja akan dibahas dalam paragraf berikut.

- a. Kekuatan Tinggi

Kekuatan yang tinggi dari baja per satuan berat mempunyai konsekuensi bahwa beban mati akan kecil. Hal ini sangat penting untuk jembatan bentang panjang, bangunan tinggi, dan bangunan dengan kondisi tanah yang buruk.

b. Keseragaman

Sifat baja tidak berubah banyak terhadap waktu, tidak seperti halnya pada struktur beton bertulang.

c. Elastisitas

Baja berperilaku mendekati asumsi perancang teknik dibandingkan dengan material lain karena baja mengikuti hukum Hooke hingga mencapai tegangan yang cukup tinggi. Momen inersia untuk penampang baja dapat ditentukan dengan pasti dibandingkan dengan penampang beton bertulang.

d. Permanen

Portal baja yang mendapat perawatan baik akan berumur sangat panjang, bahkan hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kondisi tertentu baja tidak memerlukan perawatan pengecatan sama sekali.

e. Daktilitas

Daktilitas didefinisikan sebagai sifat material untuk menahan deformasi yang besar tanpa keruntuhan terhadap beban tarik. Suatu elemen baja yang diuji terhadap tarik akan mengalami pengurangan luas penampang dan akan terjadi perpanjangan sebelum terjadi keruntuhan. Sebaliknya pada material keras dan getas (brittle) akan hancur terhadap beban kejut. SNI 03-1729-2002 mendefinisikan daktilitas sebagai kemampuan struktur atau komponennya untuk melakukan deformasi inelastis bolak-balik berulang (siklis) di luar batas titik leleh pertama, sambil mempertahankan sejumlah besar kemampuan daya dukung bebannya.

Beban normal yang bekerja pada suatu elemen struktur akan mengakibatkan konsentrasi tegangan yang tinggi pada beberapa titik. Sifat daktil baja memungkinkan terjadinya leleh lokal pada titik-titik tersebut sehingga dapat mencegah keruntuhan

prematur. Keuntungan lain dari material daktil adalah jika elemen struktur baja mendapat beban cukup maka akan terjadi defleksi yang cukup jelas sehingga dapat digunakan sebagai tanda keruntuhan.

f. Liat (Toughness)

Baja struktur merupakan material yang liat artinya memiliki kekuatan dan daktilitas. Suatu elemen baja masih dapat terus memikul beban dengan deformasi yang cukup besar. Ini merupakan sifat material yang penting karena dengan sifat ini elemen baja bisa menerima deformasi yang besar selama pabrikasi, pengangkutan, dan pelaksanaan tanpa menimbulkan kehancuran. Dengan demikian pada baja struktur dapat diberikan lenturan, diberikan beban kejut, geser, dan dilubangi tanpa memperlihatkan kerusakan. Kemampuan material untuk menyerap energi dalam jumlah yang cukup besar disebut *toughness*.

g. Tambahan pada Struktur yang Telah Ada

Struktur baja sangat sesuai untuk penambahan struktur. Baik sebagian bentang baru maupun seluruh sayap dapat ditambahkan pada portal yang telah ada, bahkan jembatan baja seringkali diperlebar.

h. Lain-lain

Kelebihan lain dari materia baja struktur adalah: (a) kemudahan penyambungan baik dengan baut, paku keling maupun las, (b) cepat dalam pemasangan, (c) dapat dibentuk menjadi profil yang diinginkan, (d) kekuatan terhadap fatik, (e) kemungkinan untuk penggunaan kembali setelah pembongkaran, (f) masih bernilai meskipun tidak digunakan kembali sebagai elemen struktur, (g) adaptif terhadap prefabrikasi.

2.1.3 Kelemahan Baja Sebagai Material Struktur

Secara umum baja mempunyai kekurangan seperti dijelaskan pada paragraf dibawah ini.

a. Biaya Pemeliharaan

Umumnya material baja sangat rentan terhadap korosi jika dibiarkan terjadi kontak dengan udara dan air sehingga perlu dicat secara periodik.

b. Biaya Perlindungan Terhadap Kebakaran

Meskipun baja tidak mudah terbakar tetapi kekuatannya menurun drastis jika terjadi kebakaran. Selain itu baja juga merupakan konduktor panas yang baik sehingga dapat menjadi pemicu kebakaran pada komponen lain. Akibatnya, portal dengan kemungkinan kebakaran tinggi perlu diberi pelindung. Ketahanan material baja terhadap api dipersyaratkan dalam Pasal 14 SNI 03-1729-2002.

c. Rentan Terhadap Buckling

Semakin langsung suatu elemen tekan, semakin besar pula bahaya terhadap *buckling* (tekuk). Sebagaimana telah disebutkan bahwa baja mempunyai kekuatan yang tinggi per satuan berat dan jika digunakan sebagai kolom seringkali tidak ekonomis karena banyak material yang perlu digunakan untuk memperkuat kolom terhadap *buckling*.

d. Fatik.

Kekuatan baja akan menurun jika mendapat beban siklis. Dalam perancangan perlu dilakukan pengurangan kekuatan jika pada elemen struktur akan terjadi beban siklis

2.2 Sifat Mekanika Material Baja Dan Konsep Pembebanan

2.2.1 Sifat-sifat mekanika baja

Agar dapat memahami perilaku suatu struktur baja, maka seorang ahli struktur harus memahami pula sifat-sifat mekanik baja. Model pengujian yang paling tepat untuk mendapatkan sifat-sifat mekanik dari material baja adalah dengan melakukan uji tarik terhadap suatu benda uji baja. Uji tekan tidak dapat memberikan yang akurat terhadap sifat-sifat mekanika material baja.

Tabel 2.1 Sifat-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

Sumber : SNI 03-1729-2002 pasal 5 ayat 5.3.5

2.2.2 Beban Mati

Beban mati merupakan berat dari semua bagian Suatu gedung/bangunan yang bersifat tetap atau sama layan struktur, termasuk unsur-unsur tambahan, finishing, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung/bangunan tersebut. Termasuk dalam beban ini adalah berat struktur, pipa-pipa, saluran listrik, AC, penutup lantai dan plafon. Beberapa contoh berat dari beberapa komponen bangunan penting yang digunakan untuk menentukan besarnya beban mati suatu gedung/bangunan di perlihatkan dalam tabel berikut ini :

Tabel 2.2 Berat Sendiri Bahan Bangunan dan Komponen Gedung

Bahan bangunan	Berat
Baja	7850 kg/m ³
Beton	2200 kg/m ³
Beton bertulang	2400 kg/m ³
Kayu (kelas I)	1000 kg/m ³
Pasir (kering udara)	1600 kg/m ³
Komponen gedung	
Spesi dari mesin, Per cm tebal	21 kg/m ²
Dinding bata merah ¹ / ₂ batu	250 kg/m ²
Penutup atap genteng	50 kg/m ²
Penutup lantai ubin semen per cm tebal	24 kg/m ²

Sumber : *Perencanaan Struktur baja metode LRFD, Agus setiawan.*

2.2.3 Beban Hidup

Beban hidup adalah beban gravitasi yang bekerja pada struktur pada masa layannya, dan timbul akibat penggunaan suatu gedung. Termasuk beban ini adalah berat manusia, perabotan yang dapat berpindah-pindah, kendaraan, dan barang-barang lain. Karena besar dan lokasi beban yang senantiasa berubah-ubah, maka penentuan beban hidup secara pasti adalah suatu hal yang cukup sulit. Beberapa contoh beban hidup menurut kegunaan suatu bangunan pada tabel berikut ini:

Tabel 2.3 Beban Hidup Pada Lantai Gedung

Kegunaan Bangunan	Berat
Lantai dan tangga rumah tinggal sederhana	125 kg/cm ²
Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko,	250 kg/cm ²

restoran, toserba, hotel, asrama dan rumah sakit	
Lantai ruang olahraga	400 kg/cm ²
Lantai pabrik, bengkel, gudang, perpustakaan, ruang arsip, toko buku, ruang mesin, dan lain-lain	400 kg/cm ²
Lantai gedung parkir bertingkat, untuk lantai bawah	800 kg/cm ²

Sumber : Perencanaan Struktur baja metode LRFD, Agus setiawan.

2.3 Konsep Dasar Metode Perencanaan

2.3.1 Ketentuan LRFD – AISC 2010

Secara umum, struktur dikatakan aman apabila memenuhi syarat sebagai berikut

$$\phi R_n \geq \gamma_i Q_i \quad 2.1$$

Dimana:

R_n = Tahanan nominal komponen struktur

ϕ = Faktor Tahanan

γ_i = Faktor beban

Q_i = Beban hidup, beban mati, beban angin dan gempa.

Bagian kiri dari persamaan 2.1 merepresentasikan tahanan atau kuat dari sebuah komponen atau sistem struktur. Dan bagian kanan persamaan 2.1 menyatakan beban yang harus dipikul struktur tersebut. Jika tahanan nominal R_n di kalikan faktor tahanan ϕ maka akan diperoleh tahanan rencana, namun demikian, berbagai macam beban (beban mati, hidup, gempa dan lain-lain) pada bagian kanan persamaan di kalikan suatu faktor beban γ_i untuk mendapat jumlah beban terfaktor $\gamma_i Q_i$

2.3.2 Faktor Reduksi Kekuatan

Faktor reduksi kekuatan ϕ , diberikan untuk memperhitungkan kemungkinan ketidaksempurnaan dan penyimpangan kekuatan bahan serta perbedaan kekuatan dibandingkan dengan perhitungan kekuatan teoritis yang digunakan, Nilai ϕ , diambil lebih kecil dari satu, sehingga kekuatan rencana sebuah komponen struktur ϕR_n akan bernilai lebih kecil daripada kekuatan nominalnya R_n . Berikut ini tabel nilai faktor reduksi pada komponen struktur sesuai peraturan SNI 03-1729-2002 pada tabel 6.4-2

Tabel 2.4 Faktor Reduksi Kekuatan ϕ

Komponen Struktur	Faktor Reduksi (ϕ)
Komponen struktur yang memikul lentur : balok lentur murni, balok berdinging penuh, perencanaan geser pada balok dan pengaku	0,90
Komponen struktur yang memikul gaya beban	0,85
Komponen struktur yang memikul gaya tarik : - Kondisi batas leleh - Kondisi batas fraktur	0,90 0,75
Sambungan baut : Baik memikul geser, tarik ataupun kombinasi geser dan tarik	0,75
Sambungan Las : - Las tumpul penuh - Las sudut, las pengisi, las tumpu sebagian	0,90 0,75

Sumber : perencanaan struktur baja metode LRFD, Agus Setiawan

Perencanaan LRFD memenuhi syarat Jika kuat perlu R_u lebih kecil dari kuat rencana ϕR_n , dengan ϕ adalah faktor tahanan yang nilainya bervariasi tergantung aksi komponen yang ditinjau. Konsep dasar ketentuan LRFD (LRFD, Agus Setiawan),

$$\phi R_n \geq R_u \quad (2.3)$$

R_n adalah nilai maksimum dari berbagai kombinasi beban terfaktor yang dicari dengan bantuan analisis struktur.

2.3.3 Ketentuan ASD (Metode Tegangan Izin)

Konsep metode ASD (allowable Stress design) merupakan metode konvensional dalam perencanaan sistem struktur. Metode ini menggunakan beban yang harus dapat ditahan oleh material penampang elemen struktur. Agar struktur aman maka harus direncanakan bentuk dan kekuatan yang mampu menahan beban tersebut. Pada persamaan 2.4 Tegangan maksimum (σ_{maks}) yang diperbolehkan terjadi pada suatu struktur saat beban servis bekerja harus lebih kecil atau sama dengan tegangan tegangan izin (σ_{izin})

$$\sigma_{maks} \leq \sigma_{izin} \quad (2.4)$$

dimana :

σ_i = Tegangan yang terjadi (MPa)

σ_{izin} = Tegangan izin (MPa)

pada perencanaan plastis, tegangan yang diizinkan (σ_{izin}) sesuai peraturan PPBBI 1983 ayat 2.2 butir ke 2 adalah pada persamaan 2.5

$$\sigma_{izin} = \frac{\sigma_y}{FK} \quad (2.5)$$

dimana :

σ_y = Tegangan leleh

FK = Faktor keamanan = 1,5

Kekuatan maupun tegangan yang dapat dikerahkan oleh baja, tergantung dari mutu baja. Tegangan leleh dan tegangan dasar dari berbagai macam baja bangunan khususnya untuk perencanaan metode ASD sesuai peraturan PPBBI 1983 pasal 2.2 adalah sebagai berikut :

Tabel 2.5 Nilai Tegangan Dasar dan Tegangan Leleh

Macam baja		Tegangan Leleh		Tegangan dasar	
Sebutan Lama	Sebutan Baru	y		Kg/cm ²	MPa
		Kg/cm ²	MPa		
St.34	Bj. 34	2100	210	1400	140
St.37	Bj.37	2400	240	1600	160
St.41	Bj.41	2500	250	1666	166,6
St.44	Bj.44	2800	280	1867	186,7
St. 50	Bj.50	2900	290	1933	193,3
St.52	Bj.52	3600	360	2400	240

2.4 Sambungan Baja

Sambungan Baja adalah Suatu konstruksi bangunan baja tersusun atas batang-batang baja yang digabung membentuk satu kesatuan bentuk konstruksi dengan menggunakan berbagai macam teknik sambungan. Adapun fungsi / tujuan sambungan baja antara lain :

- Untuk menggabungkan beberapa batang baja membentuk kesatuan konstruksi sesuai kebutuhan.
- Untuk mendapatkan ukuran baja sesuai kebutuhan (panjang, lebar, tebal, dan sebagainya).
- Untuk memudahkan dalam penyetakan konstruksi baja di lapangan.
- Untuk memudahkan penggantian bila suatu bagian / batang konstruksi mengalami rusak.
- Untuk memberikan kemungkinan adanya bagian / batang konstruksi yang dapat bergerak misal peristiwa muai-susut baja akibat perubahan suhu.

2.4.1 Sambungan baut

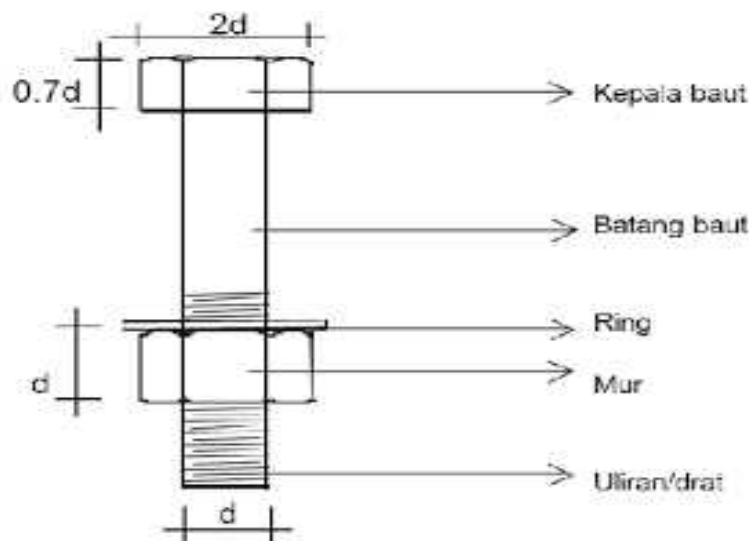
Baut adalah alat sambung dengan batang bulat dan berulir, salah satu ujungnya dibentuk kepala baut (umumnya bentuk kepala segi enam) dan ujung lainnya dipasang mur/pengunci. Dalam pemakaian di lapangan, baut dapat digunakan untuk membuat konstruksi sambungan tetap, sambungan bergerak, maupun sambungan sementara yang dapat dibongkar/dilepas kembali. Bentuk uliran batang baut untuk baja bangunan pada umumnya ulir segi tiga (ulir

tajam) sesuai fungsinya yaitu sebagai baut pengikat. Sedangkan bentuk ulir segi empat (ulir tumpul) umumnya untuk baut-baut penggerak \ atau pemindah tenaga misalnya dongkrak atau alat-alat permesinan yang lain.

Baut untuk konstruksi baja bangunan dibedakan 2 jenis :

- **Baut Hitam**
Yaitu baut dari baja lunak (St-34) banyak dipakai untuk konstruksi ringan / sedang misalnya bangunan gedung, diameter lubang dan diameter batang baut memiliki \ kelonggaran 1 mm.
- **Baut Pass**
Yaitu baut dari baja mutu tinggi (‡ St-42) dipakai untuk konstruksi berat atau beban bertukar seperti jembatan jalan raya.

Bentuk baut untuk baja bangunan yang umum dipakai adalah dengan bentuk kepala/mur segi enam sebagai berikut :



Gambar 2 1Skema Baut

Keterangan :

Ring pada pemasangan baut-mur berfungsi agar bila mur dikencangkan dengan keras tidak mudah dol/londot.

Kelebihan sambungan menggunakan baut antara lain :

1. Lebih mudah dalam pemasangan/penyetelan konstruksi di lapangan.
2. Konstruksi sambungan dapat dibongkar-pasang.

3. Dapat dipakai untuk menyambung dengan jumlah tebal baja $> 4d$ (tidak seperti paku keling dibatasi maksimum $4d$).
4. Dengan menggunakan jenis Baut Pass maka dapat digunakan untuk konstruksi berat /jembatan.

Kekurangan sambungan menggunakan baut antara lain :

1. Mempunyai konsentrasi tegangan yang tinggi di daerah ulir
2. Mempengaruhi berat karena menambah beban
3. Konsentrasi tegangan yang pada bagian ulir yang tidak mampu menahan berbagai kondisi beban

2.4.2 Sambungan Las

Mengelas adalah menyambung dua bagian logam dengan cara memanaskan sampai suhulebur dengan memakai bahan pengisi atau tanpa bahan pengisi. Sistem sambungan las ini termasuk jenis sambungan tetap dimana pada konstruksi dan alat permesinan, sambungan las ini sangat banyak digunakan. Untuk menyambung baja bangunan kita mengenal 2

A. Jenis - jenis Las

Jenis – jenis las sebagai berikut yaitu :

- a) Las Karbid (Las OTOGEN) yaitu pengelasan yang menggunakan bahan pembakar dari gas oksigen (zat asam) dan gas acetylene (gas karbid). Dalam konstruksi baja las ini hanya untuk pekerjaan-pekerjaan ringan atau konstruksi sekunder, seperti, pagar besi, teralis dan sebagainya.
- b) Las Listrik (Las LUMER) yaitu pengelasan yang menggunakan energi listrik. Untuk pengelasannya diperlukan pesawat las yang dilengkapi dengan dua buah kabel, satu kabel dihubungkan dengan penjepit benda kerja dan satu kabel yang lain dihubungkan dengan tang penjepit batang las / elektrode las. Jika elektrode las tersebut didekatkan pada benda kerja maka terjadi kontak yang menimbulkan panas yang dapat melelehkan baja, dan elektrode (batang las) tersebut juga ikut melebur ujungnya yang sekaligus menjadi pengisi pada celah sambungan las.

Karena elektrode / batang las ikut melebur maka lama-lama habis dan harus diganti dengan elektrode yang lain. Dalam perdagangan elektrode / batang las terdapat berbagai ukuran diameter yaitu 1/2 mm, 3/4 mm, 4 mm, 5 mm, 6 mm, dan 7 mm. Untuk konstruksi baja yang bersifat struktural (memikul beban konstruksi) maka sambungan las tidak diijinkan menggunakan las Otogen, tetapi harus dikerjakan dengan las listrik dan harus dikerjakan oleh tenaga kerja ahli yang profesional.

B. Kelebihan dan Kekurangan sambungan Las

Kelebihan sambungan menggunakan las antara lain :

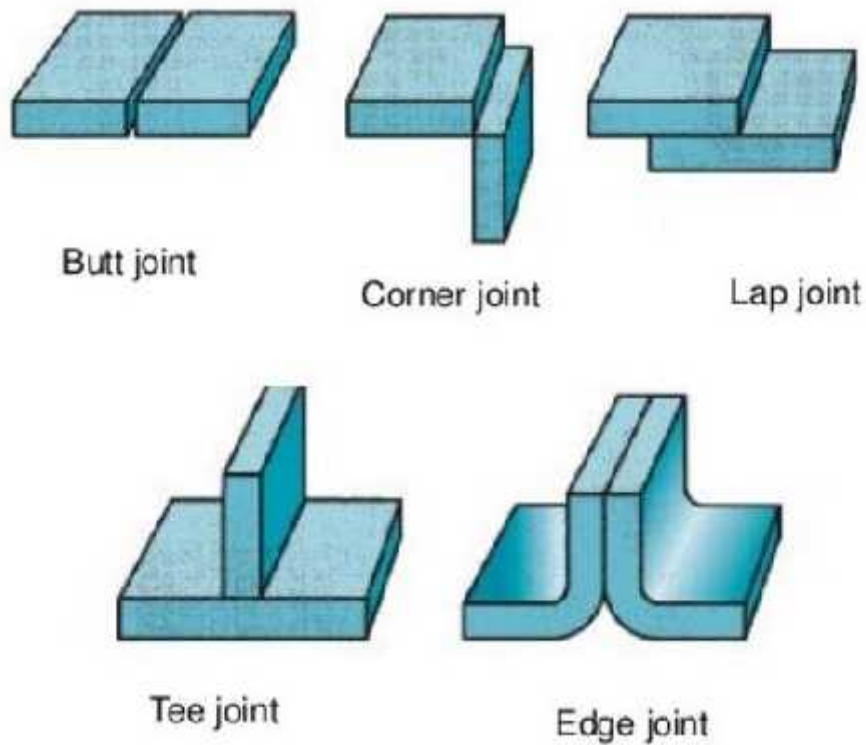
1. Lebih murah dan lebih ringan
2. Tidak ada pengurangan luas penampang
3. Permukaan sambungan bisa dibuat rata
4. Bahaya terhadap korosi kurang
5. Mudah pembersihannya
6. Tampak lebih bagus

kekurangan sambungan menggunakan las antara lain :

1. Hanya untuk logam sejenis
2. Terjadi perubahan struktur material pada daerah las
3. Pengelasan dilapangan lebih sukar dari sambungan keling/baut
4. Sambungan cenderung melengkung
5. Konstruksi sambungan tidak dapat dibongkar-pasang.

C. Jenis Sambungan Las

Terdapat lima jenis sambungan yang biasa digunakan untuk menyatukan dua bagian benda logam, seperti dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 2.2Macam-macam jenis sambungan las

Jenis sambungan yang biasa digunakan dalam proses pengelasan.

Keterangan :

- a. Sambungan tumpu (butt joint)
kedua bagian benda yang akan disambungdiletakkan pada bidang datar yang sama dan disambung pada kedua ujungnya.
- b. Sambungan sudut (corner joint)
kedua bagian benda yang akan disambungmembentuk sudut siku-siku dan disambung pada ujung sudut tersebut.
- c. Sambungan tumpang (lap joint)
bagian benda yang akan disambung salingmenumpang (overlapping) satu sama lainnya.
- d. Sambungan T (tee joint)
satu bagian diletakkan tegak lurus pada bagian yang lain dan membentuk huruf T yang terbalik.
- e. Sambungan tekuk (edge joint).

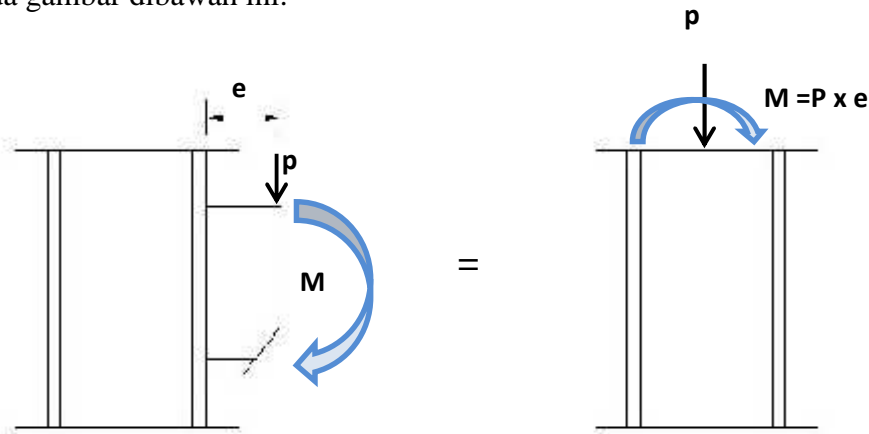
Sisi- sisi yang ditebuk dari kedua bagian yang akandisambung sejajar, dan sambungan dibuat pada kedua ujung bagian tekukan yangsejajar tersebut.

Setiap jenis sambungan yang disebutkan di atas dapat dibuat dengan pengelasan.

2.5 Geser Eksentrisitas

Beban eksentris adalah beban yang bekerja bukan pada titik pusat massa atau titik pusat gravitasi. Jarak antara titik tangkap beban yang bekerja terhadap titik pusat gravitasi penampang kolom disebut eksentrisitas, biasanya disimbolkan e . Kalau ada beban terpusat P bekerja secara eksentris, maka akan timbul momen lentur yang menyertai beban terpusat itu, yang besarnya $M = P \cdot e$

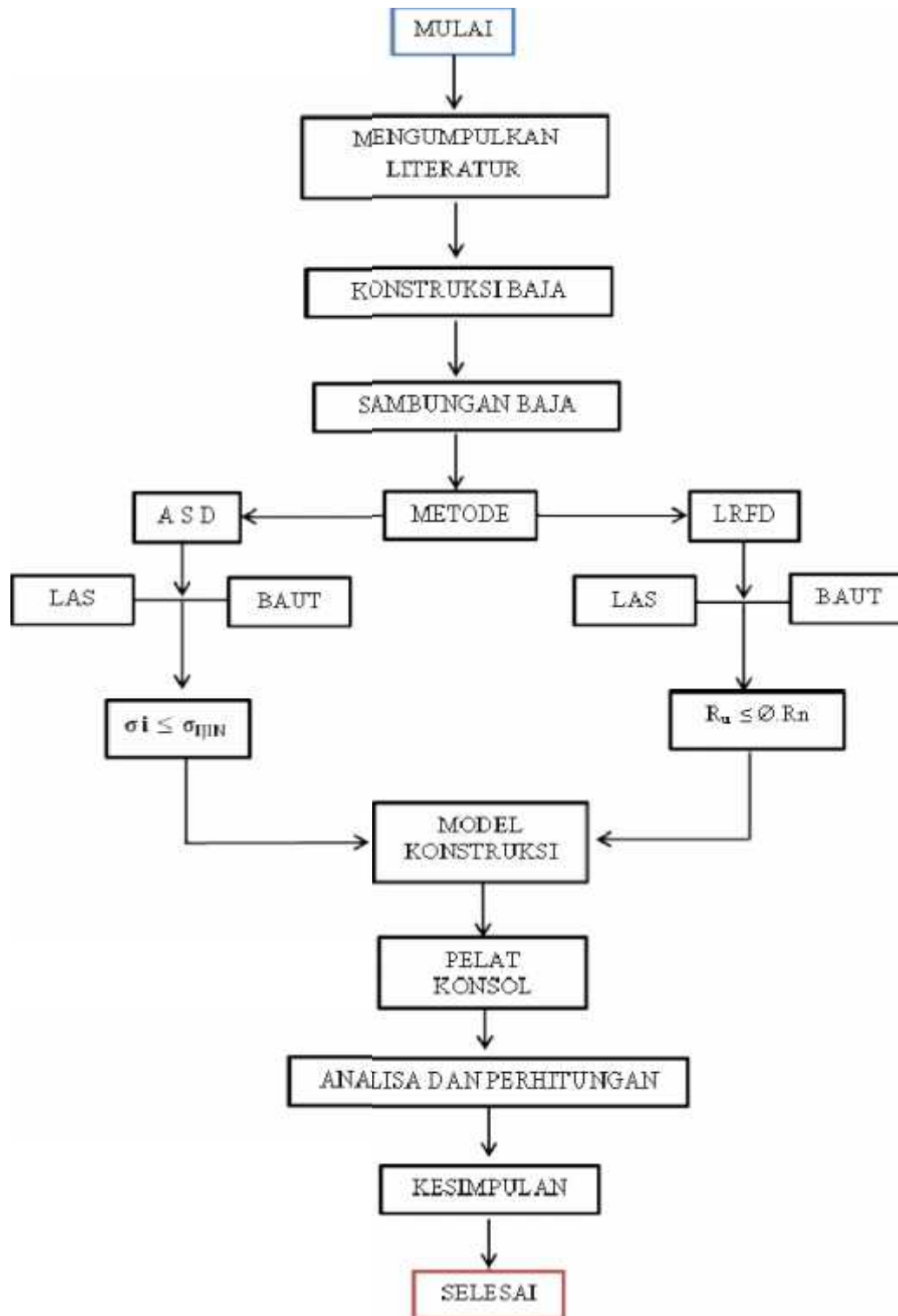
Apabila P bekerja pada garis kerja yang tidak melewati titik berat kelompok baut, maka akan timbul efek akibat gaya eksentris tersebut. Beban P yang mempunyai eksentrisitas sebesar e terlihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.3 Kombinasi momen dan geser

BAB III
METODOLOGI ANALISA

3.1 Langkah Pembahasan



3.2 Faktor Pembebanan

3.2.1 Umum

Pembebanan pada struktur bangunan merupakan salah satu hal yang terpenting dalam perencanaan sebuah sambungan. Kesalahan dalam perencanaan beban atau penerapan beban pada perhitungan akan mengakibatkan kesalahan yang fatal pada hasil desain sambungan tersebut. Untuk itu sangat penting bagi kita untuk merencanakan pembebanan pada struktur bangunan yang sangat teliti agar bangunan yang didesain tersebut nantinya akan aman pada saat dibangun dan digunakan. Beban adalah sekelompok gaya yang akan bekerja pada suatu luasan struktur.

3.2.2 Pembebanan Metode ASD (*Allowable Stress Design*)

Menurut peraturan pembebanan indonesia untuk gedung 1983 pada pasal 2.1. Beban mati ditambah beban hidup tidak mengalami perkalian faktor pembebanan, Secara umum pembebanan yang sering dipakai pembebanan tetap di hitung pada persamaan berikut.

$$P = D + L \quad 3.1$$

Dimana : L = beban hidup (live load)

D = beban mati (deal load)

3.2.3 Pembebanan Metode LRFD (*Load Resistance Factor design*)

Tahanan rencana harus melebihi jumlah dari beban kerja dikalikan dengan faktor beban. Penjumlahan beban - beban kerja ini yang dinamakan sebagai kombinasi pembebanan. Menurut peraturan baja SNI 03 – 1729 – 2002 pasal 1.1 mengenai kombinasi pembebanan. Secara umum pembebanan yang sering dipakai pembebanan tetap dihitung pada persamaan berikut.

$$P_u = 1,2 D + 1,6 L \quad 3.2$$

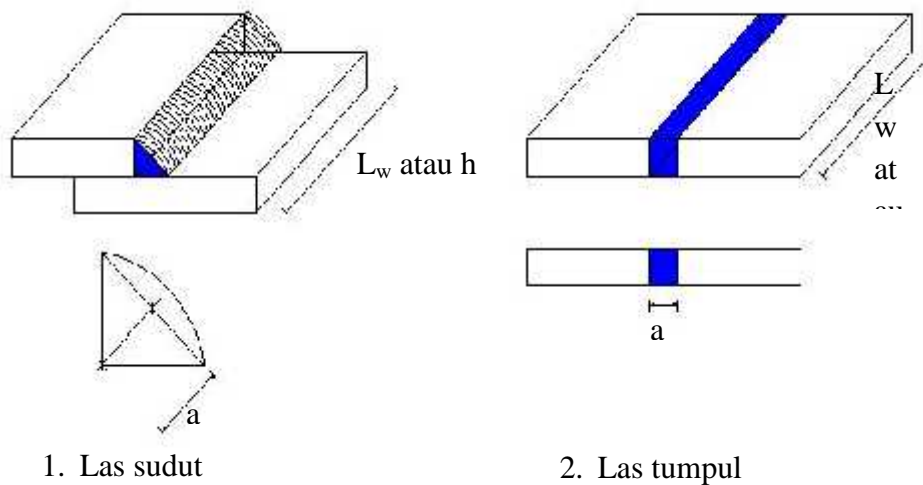
Dimana : L = beban hidup (live load)

D = beban mati (deal load)

3.3 Sambungan Las

3.3.1 Umum

Pada konstruksi baja, kebanyakan digunakan dua macam las yaitu las sudut (hampir 80% dari macam las yang dipakai), dan las tumpul.



Gambar 3.1 Las sudut dan las tumpul

3.3.2 Sambungan las metode ASD (*Allowable Stress Design*)

(*Konstruksi Baja Edisi Kedua, Patar M. Pasaribu*)

1. Total Las :

❖ Luasan las:

$$A = \sum . a . n + b . a . n = \text{cm}^2 \quad 3.3$$

❖ Panjang Las:

$$h_n = h - 3a \quad 3.4$$

Panjang netto las sudut sesuai peraturan PPBBI 1983 pasal 8.5 ayat 3 butir pertama.

❖ Momen tahanan las:

$$W = 1/6 . a . h_n^3 \quad 3.5$$

❖ Tebal las maksimum:

$$a = \frac{1}{2} t . \sqrt{2} \quad (\text{PPBBI 83 hal.75}) \text{ tebal las tidak boleh melebihi dari } \frac{1}{2} t \sqrt{2} \text{ dimana}$$

tebal pelat terkecil pelat yang dilas. 3.6

2. Momen Inersia Total :

$$I_x = n \cdot x \cdot \frac{1}{12} \cdot a \cdot b^3 + 2 \cdot a \cdot b \cdot x \cdot 0,5 \cdot b^2 = \text{cm}^4 \quad 3.7$$

3. Momen Tahanan Penampang

$$W_x = \frac{I_x}{0,5h} = \text{cm}^3 \quad 3.8$$

$$M = P \cdot x \cdot e = \text{kgcm} \quad 3.9$$

$$D = P = \text{kg} \quad 3.10$$

4. Tegangan Maksimum Pada Las

$$= \frac{D}{A} = \text{kg/cm}^2 (\text{las sudut}) \quad 3.11$$

$$= \frac{3/2D}{A} = \text{kg/cm}^2 (\text{las tumpul}) \quad 3.12$$

$$= \frac{M}{W} = \text{kg/cm}^2 \quad 3.13$$

$$\text{maks} = \sqrt{\frac{M^2}{W^2} + 3 \left(\frac{D}{A} \right)^2} = \text{kg/cm}^2 (\text{Las sudut}) \quad 3.14$$

$$\text{maks} = \sqrt{\frac{M^2}{W^2} + 3 \left(\frac{3/2D}{A} \right)^2} = \text{kg/cm}^2 (\text{Las tumpul}) \quad 3.15$$

Sesuai peraturan PPBBI 1983 pasal 8.5 ayat 3 butir ketujuh

$$\text{maks} \leq (\text{ijin}) \quad \dots \text{OK}$$

Dimana :

A = Luas las

M = Momen

h = Tinggi profil

D = Gaya lintang

a = Tebal las

e = Jarak eksentrisitas

n = Jumlah pelat

W_x = Tahanan penampang

I_x = Inersia

= Tegangan geser

= Tegangan tarik

max = Tegangan maksimum

ijin = Tegangan Ijin

V2 = $\bar{2}$ (PPBBI 1983 halaman 75)

3.3.3 Sambungan las metode LRDF (Load Resistance Factor Design)

Persyaratan umum untuk keamanan suatu struktur, hal ini terutama untuk las, Tahanan Las memikul gaya terfaktor persatuan panjang las harus memenuhi SNI 03-1729-2000 pada butir 13.5.3.10

(Perencanaan Struktur baja metode LRFD, Agus Setiawan)

$$\phi \cdot R_{nw} \geq R_u \quad 3.16$$

1. Beban kerja terfaktor,

$$P_u = 1,2D + 1,6L = T$$

2. Akibat geser langsung :

$$(R_n)_v = \frac{P}{A} = N/mm \quad 3.17$$

3. Inersia :

$$I = 1/12bh^3 = cm^4 \quad 3.18$$

4. Akibat Momen P.e :

$$(R_n)_t = \frac{M \cdot c}{I} = \frac{P \cdot e \cdot (0,5Lw)}{I} = N/mm \quad 3.19$$

5. Gaya resultan :

$$\phi \cdot R_{nperlu} = \sqrt{R_{nv}^2 + R_{nt}^2} = N/mm \quad 3.20$$

6. Tahanan Las sudut SNI 03-1729-2000 butir 13.5.3.10 pada persamaan 13.5-3a

$$\phi \cdot R_{nw} = \phi \cdot t_e \cdot 0,60 \cdot f_{uw} (\text{Las sudut}) \quad 3.21$$

7. Tahanan Las sudut SNI 03-1729-2000 butir 13.5.2.7 pada persamaan 13.5-2b

$$\phi \cdot R_{nw} = \phi \cdot t_e \cdot 0,80 \cdot f_{uw} (\text{Las tumpul}) \quad 3.22$$

9. Tebal las :

$$a_{perlu} = \frac{\phi \cdot R_{nperlu}}{\phi \cdot R_{nw}} = cm \quad 3.23$$

10. Ukuran minimum tebal las sesuai dengan peraturan SNI 03-1729-2000 pada butir 13.5.3.2. Ditetapkan sesuai dengan tabel kecuali bila ukuran las tidak boleh melebihi tebal bagian yang tertipis dengan sambungan.

Tabel 3.1 Ukuran minimum las sudut

Tebal bagian paling tebal t (mm)	Tebal minimum las sudut, t_w (mm)
$t \leq 7$	3
$7 < t \leq 10$	4
$10 < t \leq 15$	5
$t > 15$	6

Dimana :

A = Luas las,

M = Momen

h = Tinggi profil,

c = (0,5 L_w)

a = tebal las,

e = Jarak eksentrisitas

I = Inersia,

L_w = Panjang las

$t_e = 0,707a$,

f_{uw} = Mutu baut

R_u = beban terfaktor persatuan panjang las

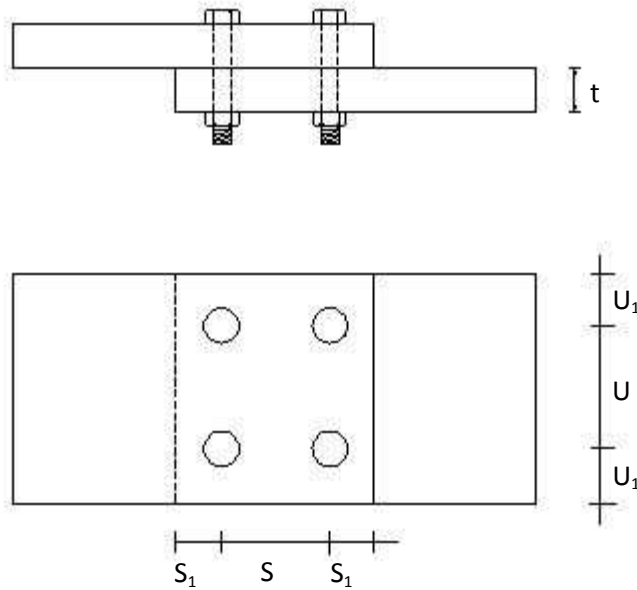
R_{nw} = Tahanan nominal per satuan las

= Faktor tahanan.

3.4 Sambungan baut

3.4.1 Umum

Setiap Struktur baja merupakan gabungan dari beberapa komponen batang yang disatukan dengan alat pengencang. Salah satu alat pengencang disamping las yang cukup populer adalah baut mutu tinggi.



Gambar 3.2Tampang baut

1. Posisi baut Metode ASD sesuai dengan peraturan PPBBI 1983 pasal 8.2 ayat 5

$$2,5d \leq U \leq 7d \text{ atau } 14t$$

$$1,5d \leq U_1 \leq 3d \text{ atau } 6t$$

$$2,5d \leq S \leq 7d \text{ atau } 14t$$

$$1,5d \leq S_1 \leq 3d \text{ atau } 6t$$

Banyaknya baut yang dipasang pada satu baris yang sejajar arah gaya, tidak boleh lebih dari 5 buah baut (PPBBI 1983 pasal 8.2 ayat 2)

2. Posisi baut metode LRFD sesuai dengan peraturan Pada peraturan SNI 03-1729-2000 pada ayat 13.4

$$3d_b \leq U \leq 15t_p$$

$$1,5d_b \leq U_1 \leq (4t_p + 100) \text{ atau } 200 \text{ mm}$$

$$3d_b \leq S \leq 15t_p$$

$$1,5d_b \leq S_1 \leq (4t_p + 100) \text{ atau } 200 \text{ mm}$$

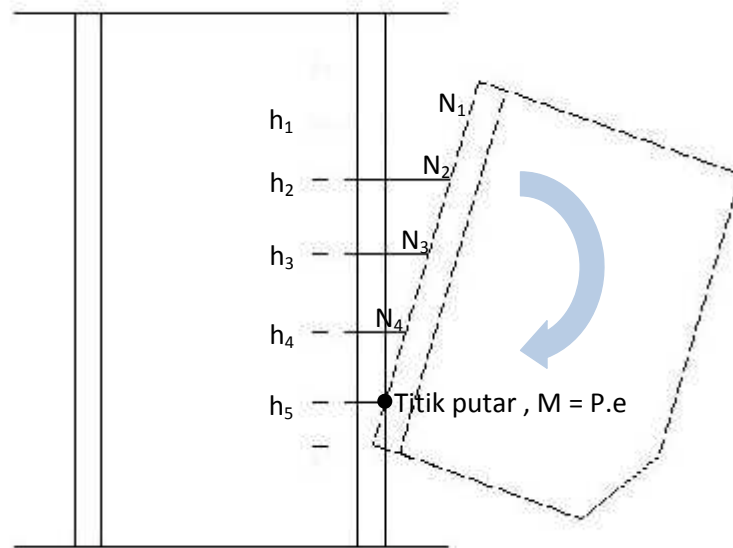
3.4.2 Sambungan baut metode ASD (*Allowable Stress Design*)

Untuk meninjau hubungan flens kolom dan profil siku pada konsol ada 2 cara perhitungan (*Delta Teknik Group Jakarta*) yaitu:

Cara :

- I. Cara pendekatan dengan menganggap baut paling bawah sebagai titik putar dari balok konsol
- II. Cara luas peganti.

Saya menggunakan cara pertama dengan menganggap baut paling bawah sebagai titik putar balok konsol



Gambar 3.3 Putaran pelat konsol akibat momen

- a. Akibat eksentrisitas timbul momen (M)
$$M = P x e = t m \quad 3.24$$
 - b. Dengan lintang
$$D = P \quad 3.25$$
1. Kekuatan baut :
 - a. Desak = $d x t x 1,2\sigma \quad 3.26$
 - b. Geser = $\frac{1}{4} x \pi x d^2 x 0,6\sigma$ (yang menentukan) 3.27
 2. Tinjau kekuatan profil siku
$$A \text{ bruto} = \text{cm}^2 \text{ (dari tabel profil siku)}$$

$$A_{\text{netto}} = A_{\text{bruto}} - \text{Luas lubang 1 baut} = \text{cm}^2 \quad 3.28$$

$$0,85 \times A_{\text{bruto}} = \text{cm}^2 \quad 3.29$$

Ambil yang A netto terkecil

3. baut memikul gaya (N)

untuk baut No.1 (ada 2 buah, yaitu di flens kiri dan di flens kanan)

$$N_1 = \frac{M \times h_1}{\sum h^2} \quad 3.30a$$

$$= \frac{M \times h_1}{h_1^2 + h_2^2 + \dots + h_n^2}$$

$$N_2 = \frac{M \times h_2}{\sum h^2} \quad 3.30b$$

$$= \frac{M \times h_2}{h_1^2 + h_2^2 + \dots + h_n^2}$$

$$N_n = \frac{M \times h_n}{\sum_{i=1}^n h_i^2} \quad 3.30c$$

Gaya paling besar di terima oleh baut pada baris pertama N_1 (ada dua buah baut)

Gaya tiap paku :

$$N_a = \frac{N_n}{2} \quad 3.31$$

4. Check baut :

Akibat D masing – masing baut memikul :

$$D_n = \frac{P}{n} = \frac{\text{Beban terpusat}}{\text{jumlah baut}} \quad 3.32$$

a. Akibat D

Menimbulkan :

$$\text{➤ Geser} = \frac{D_n}{\frac{1}{4}nd^2} < 0,6 \text{ ijin} \quad 3.33$$

untuk tegangan geser yang diijinkan $\text{ijin tarik} = 0,6 \times \text{ijin}$ Sesuai peraturan PPBBI

1983 ayat 8.2 pada butir pertama persamaan 56a

$$\text{➤ Tumpu} = \frac{D_n}{2,6 \times t} < 1,5 \text{ ijin} \quad 3.34$$

Untuk tegangan tumpu yang diijinkan $\text{ijin tarik} = 1,5 \times \text{ijin}$ Sesuai peraturan PPBBI 1983 ayat 8.2 pada butir pertama persamaan 56d

b. Akibat Normal tarik N_n

$$= \frac{N_a}{\frac{1}{4}nd^2} < 0,7 \text{ ijin} \quad 3.35$$

Untuk tegangan tarik yang diijinkan $\text{ijin tarik} = 0,7 \times \text{ijin}$ Sesuai peraturan PPBBI 1983 ayat 8.2 pada butir pertama persamaan 56b

c. Tegangan ideal

$$\text{ideal} = \sqrt{\sigma^2 + 1,56\tau^2} \quad 3.36$$

$$\text{ideal} < \text{ijin} \quad \text{.....OK} \quad 3.37$$

Kombinasi tegangan geser dan tarik yang diijinkan sesuai peraturan PPBBI 1983 ayat 8.2 pada butir pertama persamaan 56c

d. Tegangan geser ijin (ijin) PPBBI 1983 ayat 8.2 butir 56a

$$\text{ijin} = 0,6 \times \sigma_{\text{ijin}} \quad 3.38$$

e. Tegangan tarik ijin (τ) PPBBI 1983 ayat 8.2 butir 56b

$$\sigma_{\text{tr}} = 0,7 \times \sigma_{\text{ijin}} \quad 3.39$$

Dimana :

N_1 = Gaya baut pada baris pertama

N_n = Jumlah baris baut

N_a = gaya setiap baut

D = Gaya lintang

D_n = Gaya lintang setiap baut

h_1 = Jarak baut pertama ke baut paling bawah

h_2 = Jarak baut kedua ke baut paling bawah

h_n = Jarak baut yang ditinjau ke baut paling bawah

e = Jarak eksentrisitas τ = Tegangan geser,

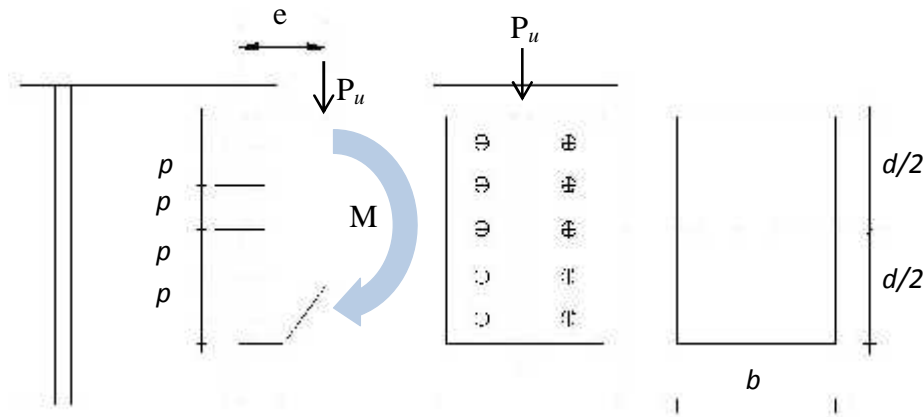
σ = Tegangan tarik σ_i = Tegangan Ideal,
 σ_{ijin} = Tegangan ijin d = Diameter baut.

3.4.3 Sambungan baut metode LRFD (Load Resistance Factor Design)

Suatu baut yang memikul beban terfaktor, R_u , sesuai persyaratan LRFD harus memenuhi persyaratan sesuai pada peraturan SNI 03-1729-2000 pada butir 13.2.2

(Perencanaan Struktur baja metode LRFD, Agus Setiawan)

$$T_u \leq \phi R_{nt} \tag{3.40}$$



Gambar 3.4 Geser tarik akibat beban eksentris

1. Beban kerja terfaktor,

$$P_u = 1,2D + 1,6L = \text{ton}$$

2. Kekuatan Pelat dan baut:

Kondisi fraktur :

$$A_g = b \times t = \text{cm}^2 \tag{3.41}$$

$$A_n = A_g - n \cdot d + 3,2 \cdot t = \text{mm}^2 \tag{3.42}$$

$$0,85 \times A_g = \text{mm}^2 \tag{3.43}$$

$$U = 1 - \frac{\bar{L}}{L} \tag{3.44}$$

$$A_e = U \times A_n = \text{mm}^2$$

3. Tegangan Leleh

$$T_n = x f_y x A_g = T \quad 3.45$$

4. Tegangan Fraktur

$$T_n = x f_u x A_e = T \quad 3.46$$

$$T_n \quad P_u$$

5. Tinjau tahanan baut

Tinjauan baut berdasarkan geser yakni meninjau kekuatan baut sedangkan untuk tinjauan baut berdasarkan tumpu yakni meninjau kekuatan profil siku/ tumpuan.

➤ Geser: $R_{nv} = .0,5. f_u^b . m . A_b \quad 3.47$

Pada peraturan SNI 03-1729-2000 pada butir 13.2.2.1

➤ Tumpu: $R_n = .2,4. d_{bt} p . f_u^p \quad 3.48$

Pada peraturan SNI 03-1729-2000 pada butir 13.2.2.4

Yang menentukan adalah tahanan baut terhadap geser R_{nv}

6. Timbulnya momen akibat eksentrisitas

$$M_u = P_u x e = tmm \quad 3.49$$

7. Beban tarik terfaktor dalam sebuah baut

$$T_u = \frac{6.M_u.p}{d^2} \cdot \frac{d-p}{d} \quad 3.50$$

8. Gaya geser terfaktor 1 baut akibat lintang

$$V_u = \frac{F_u}{n} = ton \quad 3.51$$

Kekuatan Baut ulir pada bidang geser

$$f_{uv} = \frac{P}{A_b} = T \quad 3.52$$

9. Luas penampang baut

$$A_b = \frac{1}{4} x \pi x d^2 = cm^2 \quad 3.53$$

10. Kombinasi geser dan tarik

$$R_{nt} = 0.621 \cdot A_b \quad 3.54$$

$$f_{ut} \cdot A_b = A_b \cdot 807 - 1.5 \cdot f_{uv} < 0.621 \cdot A_b \quad 3.55$$

11. Maksimum beban tarik terfaktor

$$\text{Max } T_u = 17,16 - (1,125 \cdot v_u) < R_{nt} \quad 3.56$$

12. Syarat

- $V_u < R_{nv}$

Gaya geser terfaktor setiap baut akibat beban kerja harus lebih kecil dari kekuatan tahanan baut pada bidang geser

- $T_u < R_{nt}$

Beban tarik terfaktor dalam sebuah baut akibat momen harus lebih kecil dari tahanan rencana pada baut tarik.

Dimana :

A_b	= Luas penampang baut	M	= Momen,
f_u^b	= Mutu baut (Mpa)		
h	= Tinggi profil,		
f_u^p	= Mutu baja f_u (MPa)		= Faktor tahanan,
e	= Jarak eksentrisitas	d	= diameter baut,
P_u	= beban kerja,	m	= Jumlah bidang geser
R_n	= Tahanan nominal baut,	d_b	= Diameter baut,
V_u	= Gaya geser tiap baut	T_u	= beban tarik,
p	= Jarak antara baut	d	= tinggi pelat,
A_g	= Luas bruto	A_n	= Luas netto
A_e	= Luas efektif	U	= Koefisien reduksi
	= Eksentrisitas sambungan		

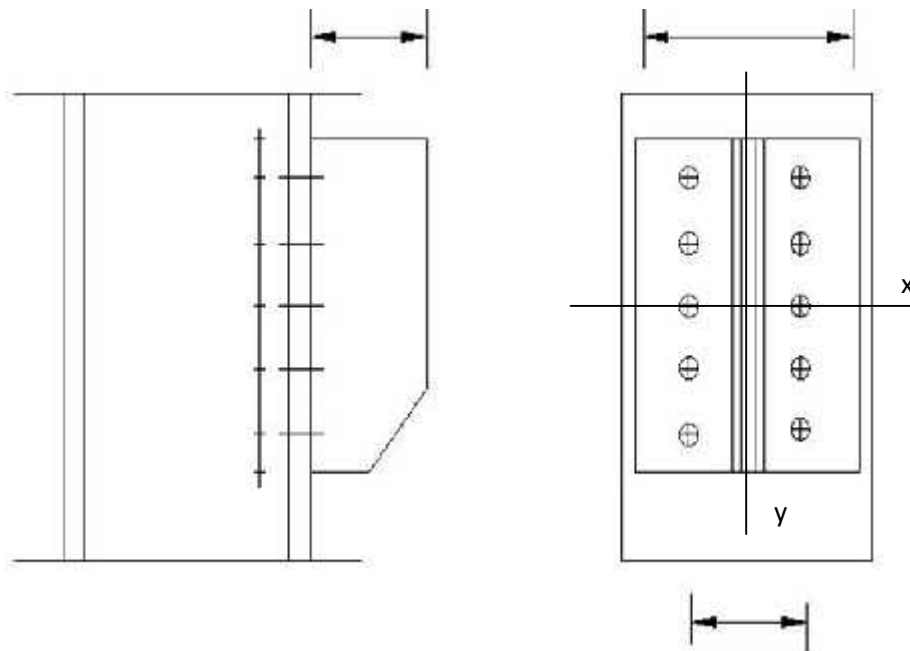
R_{nt} = Tahanan rencana pada baut tarik

R_{nv} = kekuatan tahanan baut bidang geser

f_{uv} = Kuat baut ulir pada geser.

3.5 Resultan Gaya

Untuk menentukan besarnya masing-masing gaya baut akibat M dan D, untuk mempermudah maka lebih baik di tabelkan sebagai berikut :



Tabel 3.2 Resultan gaya

No	X	Y	X ²	Y ²	K _x	K _y	Δ K _y	Σ k _x	Σ k _y	R (kg)
1										
2										
3										
4										
n										
Jumlah baut			Σ X ²	Σ Y ²						R max

$$K_x = \frac{My}{x^2 + y^2} = \text{kg} \quad 3.57$$

$$K_y = \frac{Mx}{x^2 + y^2} = \text{kg} \quad 3.58$$

$$K_y = \frac{\text{P arah vertikal}}{\text{jumlah baut}} = \text{kg} \quad 3.59$$

$$\Sigma K_x = K_x + K_x = \text{kg} \quad 3.60$$

$$\Sigma K_y = K_y + K_y = \text{kg} \quad 3.61$$

$$R = \sqrt{K_x^2 + K_y^2} = \text{kg} \quad 3.62$$

Rmax = Gaya baut yang maksimum (yang menentukan)

Dimana :

x = Jarak titik berat pola baut arah sumbu x

y = Jarak titik berat pola baut arah sumbu y

K = Gaya pada baut

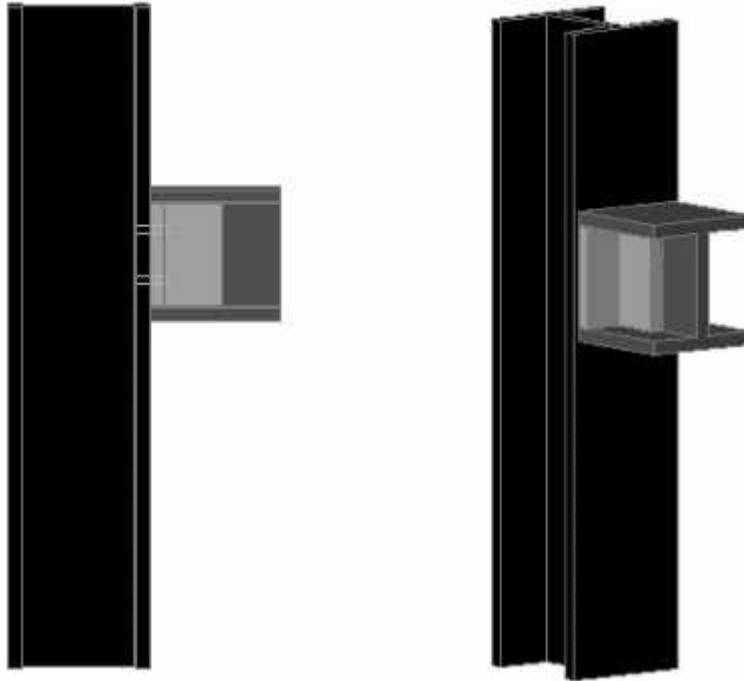
Ky = Gaya yang bekerja pada arah vertikal

R = Besar resultan gaya pada tiap baut.

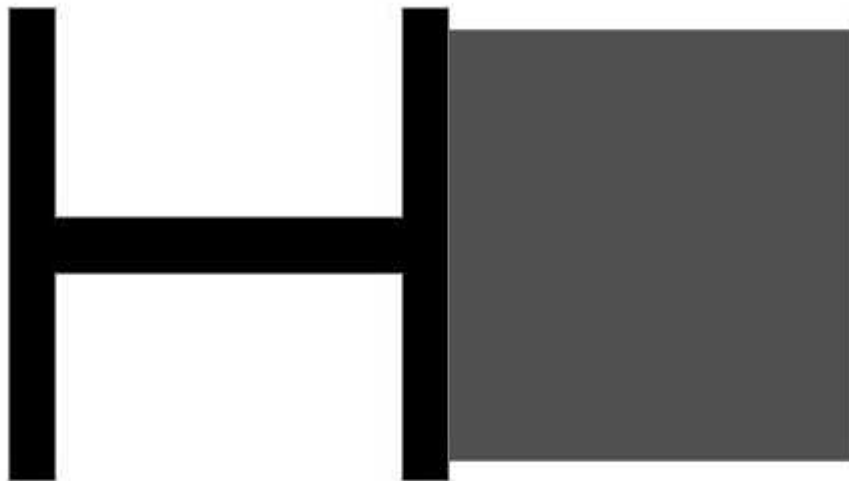
3.6 Model Konstruksi Baja Pelat Konsol

1. Sambungan membebani baut / sumbunya

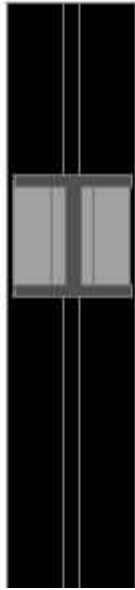
Sambungan membebani baut / sumbunya adalah sambungan yang menghubungkan profil siku ke kolom.



Tampak samping



Tampak atas

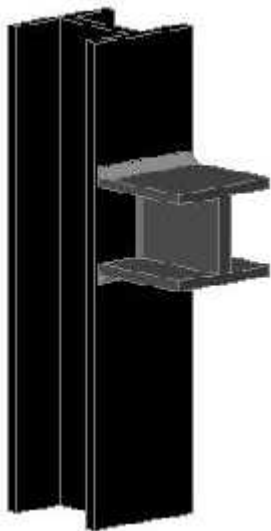


Tampak depan

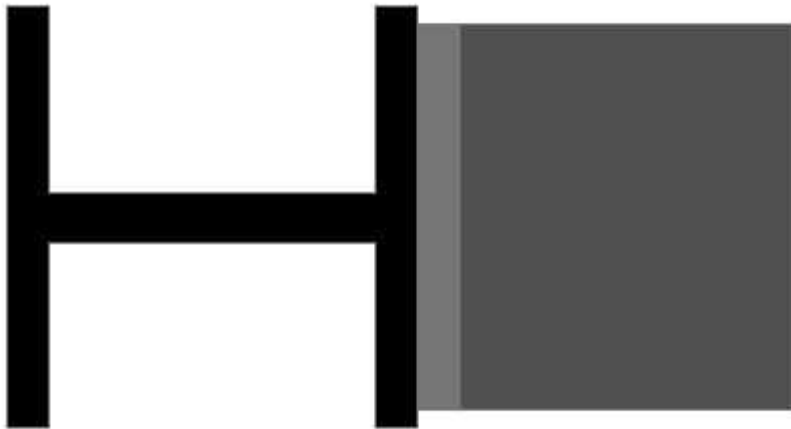
Gambar 3.5 Pelat Konsol dan kolom sambungan baut

Pada sambungan yang menghubungkan siku dengan pelat konsol dianggap kuat, dan pada sambungan yang menghubungkan siku dengan flens kolom yang akan direncanakan jumlah sambungan baut.

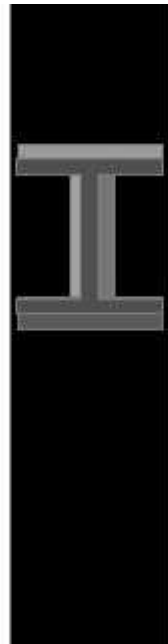
2. Sambungan Las



Tampak samping



Tampak atas



Tampak depan

Gambar 3.6 Pelat konsol dan kolom dengan sambungan las

Sambungan ini menghubungkan kolom dan pelat konsol dengan perantara las serta posisi yang akan dilas yakni bagian atas dan bawah flens pelat konsol, dan bagian kiri dan kanan pelat badan konsol.

