

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Baja adalah salah satu dari bahan konstruksi yang paling penting. Sifat-sifatnya yang terutama penting dalam penggunaan konstruksi adalah kekuatan yang tinggi, dibandingkan terhadap setiap bahan lain yang tersedia, dan sifat keliatannya. Keliatan (*ductility*) adalah kemampuan untuk berdeformasi secara nyata baik dalam tegangan maupun dalam kompresi sebelum terjadi kegagalan. Pertimbangan-pertimbangan penting yang lainnya dalam penggunaan baja termasuk mudahnya untuk menyediakannya secara luas dan daya tahannya (*durability*), khususnya dengan menyediakan proteksi terhadap cuaca sekitarnya. Disamping itu, jika dibandingkan dengan konstruksi beton, maka konstruksi baja mempunyai beberapa sifat menguntungkan. Ditinjau misalnya, berat material baja yang relatif lebih ringan dan waktu pelaksanaannya relatif lebih singkat.

Pesatnya perkembangan teknologi di bidang teknik sipil dalam kaitannya dengan perencanaan serta penggunaan produk baja khususnya sebagai kerangka bangunan bertingkat, memungkinkan dilakukan penggabungan dengan elemen-elemen lain struktur bangunan. Penggabungan yang paling populer ialah antara baja dengan beton yang dipadukan menjadi satu kesatuan struktur pemikul beban bangunan. Penggunaan secara terpadu dua bahan bangunan tersebut dikenal dengan nama komposit. Di pihak lain, dalam bidang perencanaan arsitektur banyak dirancang gedung-gedung multi guna yang mempunyai bentangan struktur relatif besar dengan tujuan tercapainya efisiensi tata ruang bagi aktifitas pemakainya. Yang dimaksudkan dengan efisiensi tata ruang yaitu lebih ke tujuan untuk mendapatkan ruang bebas dari bangunan gedung tersebut. (Omer W. Blodgett 1996)

2.1.1 Keunggulan Struktur Baja

Beberapa keuntungan dari baja sebagai bahan struktur adalah sebagai berikut :



1. Baja mempunyai kekuatan cukup tinggi serta merata, menurut (*Kozai Club 1983*) kekuatan baja terhadap tarik ataupun tekan tidak banyak berbeda dan bervariasi dari 300 MPa sampai 2000 MPa. Kekuatan yang tinggi ini mengakibatkan struktur yang terbuat dari baja umumnya mempunyai ukuran penampang yang relatif kecil jika dibandingkan dengan struktur dari bahan lain. Oleh karena itu struktur ini cukup ringan sekalipun berat jenis baja tinggi. Akibatnya dari ringannya struktur ini bertujuan pada pemakaian pondasi yang lebih hemat.
2. Baja adalah hasil produk pabrik dengan peralatan mesin-mesin yang cukup canggih dengan jumlah tenaga manusia relatif tidak banyak, sehingga pengawasan mudah dilaksanakan dengan seksama dan mutu dapat dipertanggung jawabkan.
3. Pada umumnya struktur baja dapat dibongkar untuk kemudian dapat dipasang lagi, sehingga elemen struktur baja dapat dipakai berulang-ulang dalam berbagai bentuk struktur.

2.1.2 Kelemahan Struktur baja

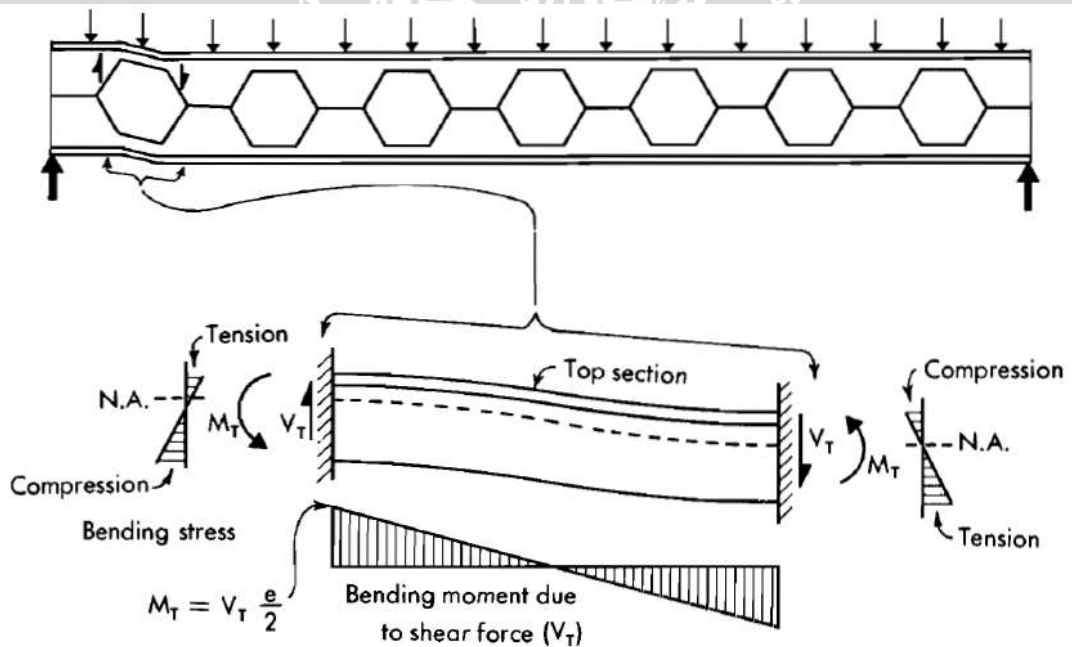
Bahan struktur baja ini juga memiliki beberapa kelemahan yaitu :

1. Struktur dari baja memerlukan pemeliharaan secara tetap yang membutuhkan pembiayaan yang tidak sedikit.
2. Kekuatan baja dipengaruhi oleh temperatur. Pada temperatur tinggi kekuatan baja sangat berkurang sehingga pada saat kebakaran bangunan dapat runtuh walaupun tegangan yang terjadi mungkin saja masih kurang dari tegangan izin.
3. Karena kekuatan baja cukup tinggi maka banyak dijumpai batang-batang struktur yang langsing, oleh karena itu bahaya tekuk (*buckling*) mudah terjadi (*Omer W. Blodgett 1996*).

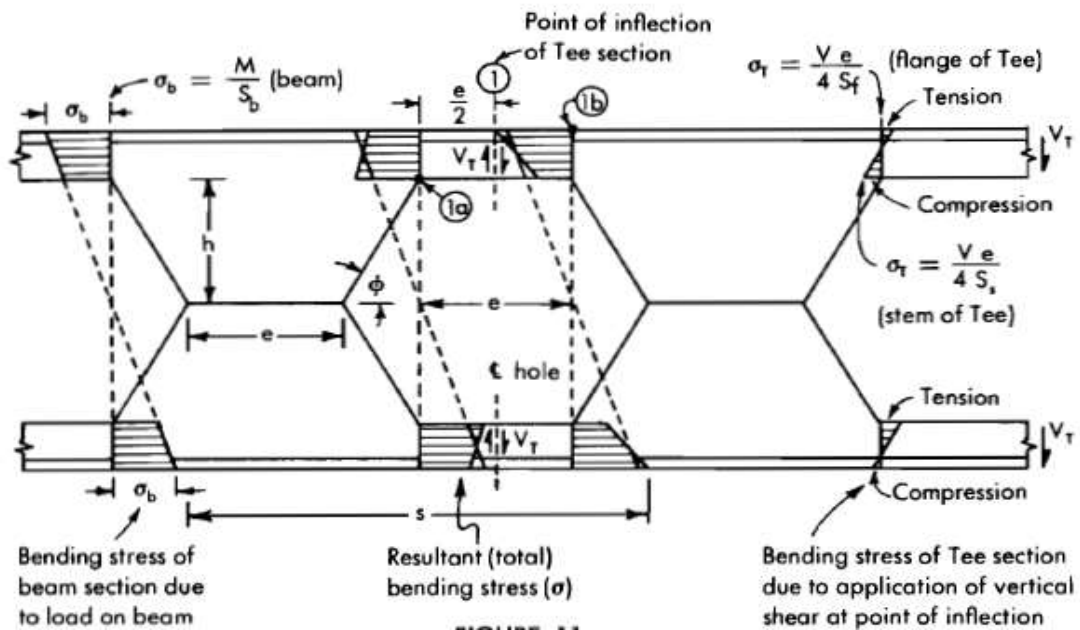
2.2 Castellated Beam

2.2.1 Pengertian Profil Castellated Beam

Castellated Beam adalah suatu spesifikasi profil yang ditingkatkan kekuatan komponennya dengan memperpanjang kearah satu sama lain dan di las sepanjang pola. Castellated Beam ini mempunyai tinggi (h) hampir 50% lebih tinggi dari profil awal sehingga meningkatkan nilai lentur axial, momen inersia (I_x), dan *modulus section* (S_x) (Knowles 1991). Dikarenakan *flens* profil memikul sebagian besar beban lentur, maka pengurangan luas badan profil tidak merupakan persoalan yang ditinjau dari daya tahan terhadap momen. Namun gaya lintang yang dipikul oleh badan profil harus ditinjau lebih lanjut. Pada tengah bentang gaya lintang mempunyai harga minimal sehingga tidak mempengaruhi kekuatan balok, mendekati tumpuan pada daerah gaya lintang maksimal sekitar satu lubang maka tegangan lentur pada bagian potongan T, diatas dan di bawah lubang sarang tawon, akibat gaya lintang harus ditambahkan pada tegangan lentur dari balok ditinjau secara keseluruhan.



Gambar 2.1. Momen lentur akibat gaya lintang.



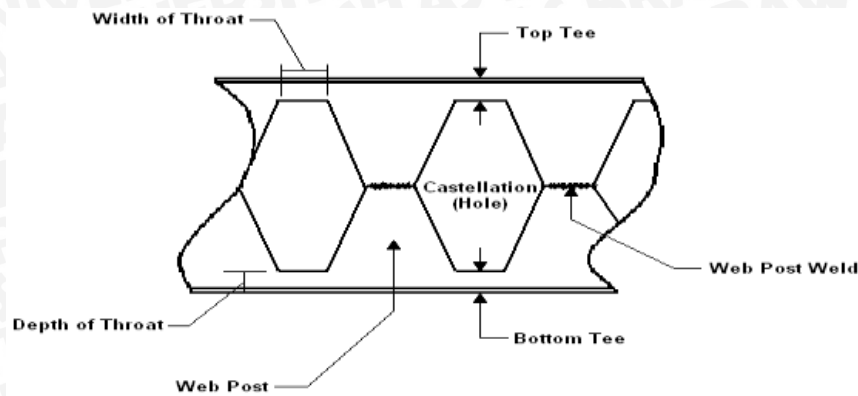
Gambar 2.2. Tegangan lentur pada lubang *Castellated beam* akibat gaya lintang.

Momen lentur akibat gaya lintang yang diperlihatkan dalam gambar 2.2, biasanya titik balik momen (*point of inflection*) dibagian potongan T atas maupun bawah akibat gaya lintang dimisalkan terjadi pada tengah-tengah lubang ($\frac{e}{2}$). Selanjutnya dimisalkan bahwa gaya lintang dipikul sama rata oleh bagian atas dan bawah karena tinggi kedua bagian T itu sama.

2.2.2 Terminologi

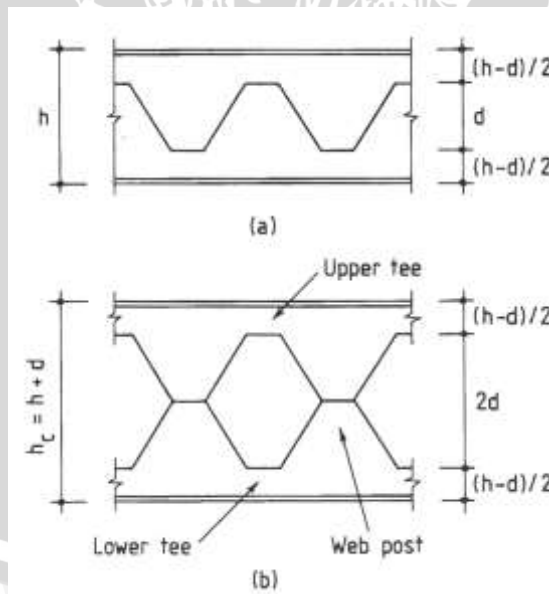
Di bawah ini merupakan ilustrasi bagian-bagian dari *Castellated Beam* :

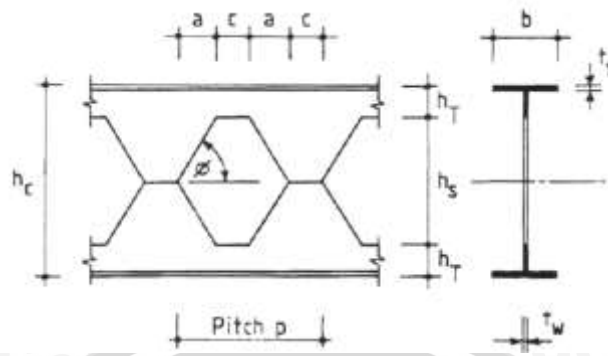
- *Web Post* : Area solid dari *Castellated Beam*.
- *Castellation* : Area yang sudah mengalami pelubangan (*hole*).
- *Throat Width* : Perpanjangan horisontal dari potongan “gigi” bawah profil.
- *Throat Depth*: Tinggi daerah profil potongan “gigi” bawah sampai sayap profil.



Gambar 2.3. Bagian-bagian *Hexagonal Castellated Beams*

Castellation adalah proses memotong badan profil dengan pola zig-zag yang dicetak menggunakan *hot-rolled* (cetakan panas) berbentuk H, I, atau U. Setengah bagian profil baja yang telah dipotong disambung dengan cara digeser atau dibalik (ujung kanan di las dengan ujung kiri, dan sebaliknya) sehingga membentuk lubang berbentuk *polygonal*. Hal ini mengakibatkan bertambahnya tinggi (h) dan tinggi daerah pemotongan (d).





Gambar 2.4. *Castellation proses*

$$\tan \phi = \frac{d}{a} \rightarrow a = \frac{d}{\tan \phi} \quad (2-1)$$

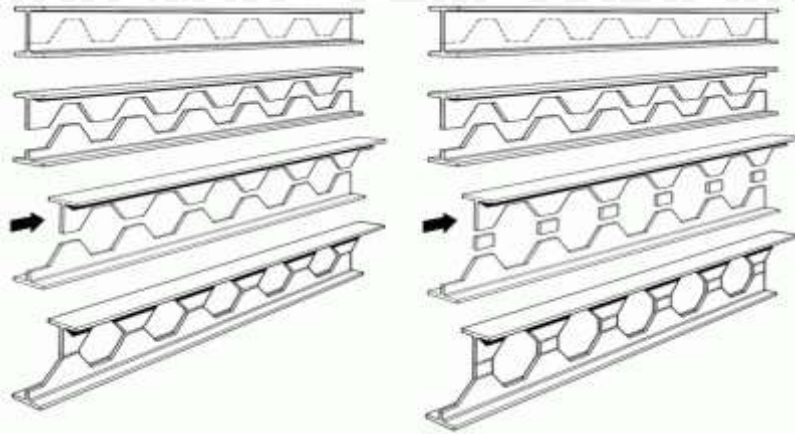
$$H_T = \frac{h - d}{2}$$

Semakin panjang c , bertambah pula tegangan tekuk (*bending stress*) pada bagian T (*tee section*) dikarenakan V (*shear force*) bertambah.

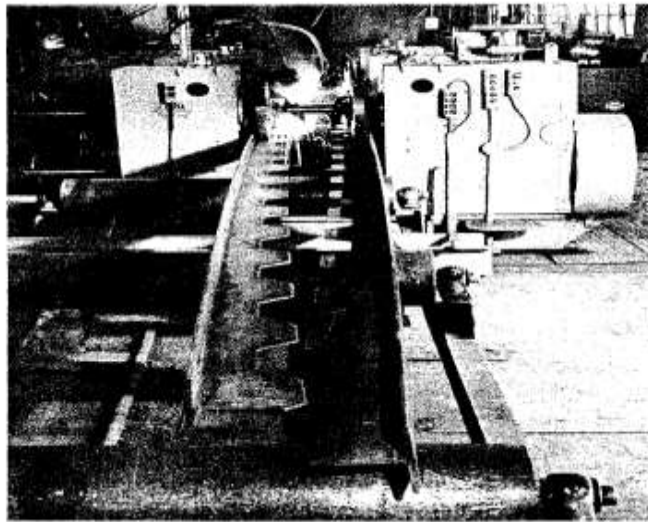
2.3 Proses Pembuatan *Castellated Beam*

Proses fabrikasi dari *Castellated beams* diuraikan sebagai berikut (*Grünbauer 2001*):

1. Badan profil dibuat dicetakan *hot-rolled* (cetakan panas) berbentuk I, H, atau U dengan pola pemotongan zig – zag.
2. Setengah hasil potongan digeser atau dibalik dimana ujung atas kanan dilas dengan ujung bawah kiri, dan sebaliknya. Sehingga lubang yang dihasilkan berbentuk segi enam (*hexagonal*). Untuk menghasilkan lubang berbentuk segi delapan (*octogonal*) maka disisipkan plat segi empat di kedua sisi. Akan tetapi bila pola pemotongan berbentuk setengah lingkaran, maka lubang yang dihasilkan adalah lingkaran (*circular*).



Gambar 2.5 Proses pembuatan *Castellated Beams*



Gambar 2.6. Proses pembuatan *Hexagonal Castellated Beams*

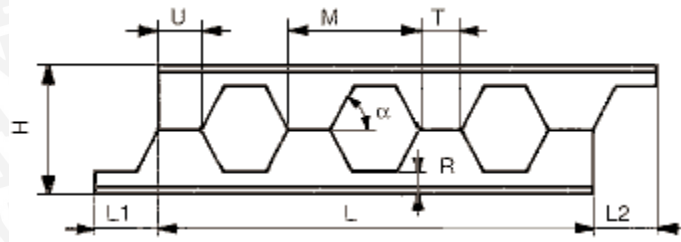
2.4 Tipe – Tipe Pemotongan *Castellated Beams*

Ada 4 (empat) tipe pemotongan balok berdasarkan dimensi U dan T (Grunbauer 2001).

1. *Beam ends left ragged, U = T*

(*Simple and cheap, but not convenient to use*)

Pemotongannya mudah, sederhana dan murah, tetapi kurang baik digunakan.

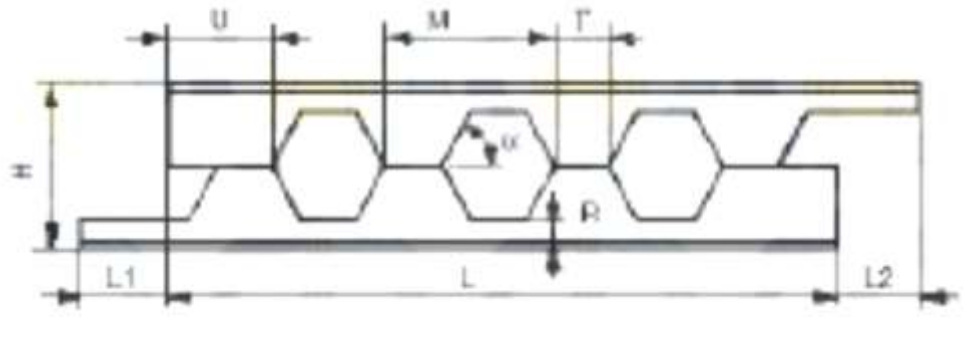


Gambar 2.7. *Beam ends left ragged, $U = T$*

2. *Beam ends left ragged, $U > T$*

(*Longer ends, but not very effective*)

Menghasilkan ujung potongan yang panjang tetapi tidak efektif.

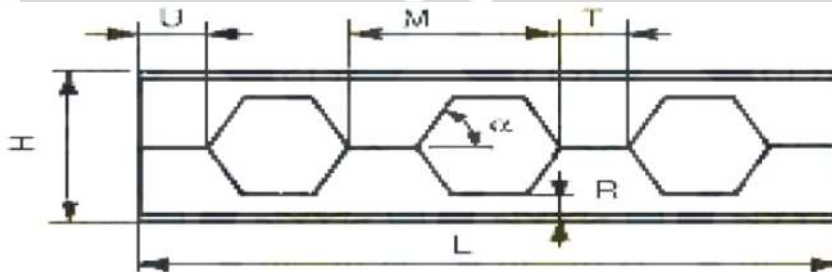


Gambar 2.8. *Beam ends left ragged, $U > T$*

3. *Beam ends finished, $U = T$*

(*Nice finish, dearer due to extra cutting operation and material waste*)

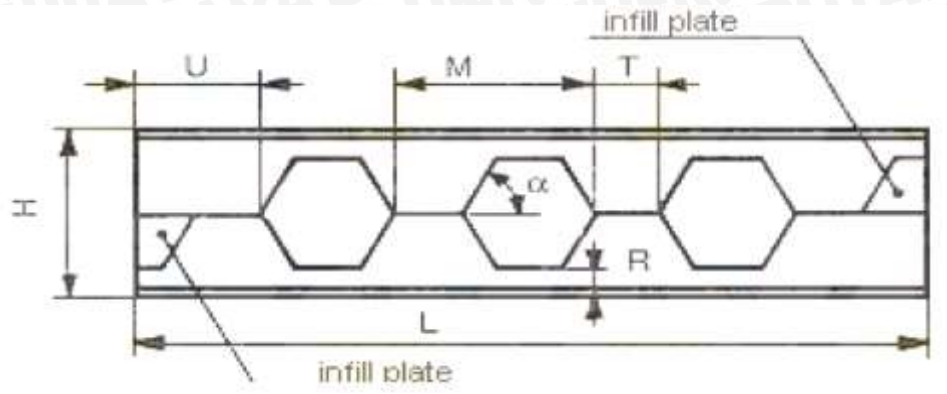
Menghasilkan potongan yang baik (rapi) serta menghemat material (tidak banyak bahan yang terbuang).



Gambar 2.9. *Beam ends finished, $U = T$*

4. *Beam ends finished with infill plates, $U > T$*
(Strong and rigid, but expensive)

Kuat dan kaku, tetapi mahal karena adanya penambahan plat.



Gambar 2.10. *Beam ends finished with infill plates, $U > T$*

2.5 Keuntungan dan Kekurangan dari Castellated Beam

2.5.1 Kelebihan dari Castellated Beam (Grunbauer 2001) :

1. Dengan lebar profil yang lebih tinggi (d_g), menghasilkan momen inersia dan *modulus section* yang lebih besar sehingga lebih kuat dan kaku bila dibandingkan dengan profil asalnya.
2. Mampu memikul momen lebih besar dengan tegangan ijin yang lebih kecil.
3. Bahan ringan, kuat serta mudah dipasang, dalam arti tidak membutuhkan bekesting, pemadatan, dan waktu pengerjaan yang terbilang lama seperti pada struktur beton bertulang.
4. Profil *Castellated Beam* ini juga cocok untuk bentang panjang (untuk penggunaan *Castellated Beam* pada atap dapat mencapai 10 – 50 m dan bila digunakan sebagai plat 12 – 25 m). Sehingga dapat mengurangi jumlah kolom dan pondasi, serta mengurangi biaya *erection* (pengangkatan).

2.5.2 Kekurangan dari Castellated Beams :

1. *Castellated Beam* kurang tahan api. Sehingga harus ditambah dengan lapisan tahan api (*fire proofing*) 20% lebih tebal agar mencapai ketahanan yang sama dengan profil awalnya (*Grunbauer 2001*).
2. Kurang kuat menerima gaya lateral, sehingga perlu diberi satu atau lebih plat pada ujung-ujung (dekat dengan pertemuan balok-kolom) (*Grunbauer 2001*).
3. Pada ujung-ujung bentang (di sudut-sudut profil) terjadi peningkatan pemusatan tegangan (*stress concentrations*) (*L.Amayreh dan M.P.Saka 2005*).
4. *Castellated Beam* tidak sesuai untuk bentang pendek dengan beban yang cukup berat (*L.Amayreh dan M.P.Saka 2005*).

2.6 Keriteria Perencanaan

2.6.1. Beban mati (*PPIUG 1983 bab 2*)

Beban mati terdiri atas :

1. Berat sendiri dari bahan-bahan bangunan penting dan dari beberapa komponen gedung yang harus ditinjau di dalam menentukan beban mati dari suatu gedung, harus diambil menurut Tabel 1 (terlampir).
2. Apabila dengan bahan bangunan setempat diperoleh berat sendiri yang menyimpang lebih dari 10% terhadap nilai-nilai yang tercantum dalam Tabel 1 (terlampir), maka berat sendiri tersebut harus ditentukan tersendiri dengan memperhitungkan kelembaban setempat, dan nilai yang ditentukan ini harus dianggap sebagai pengganti dari nilai yang tercantum dalam Tabel 1 (terlampir). Penyimpangan ini dapat terjadi terutama pada pasir (antara lain pasir besi), koral (antara lain koral kwarsa), batu pecah, batu alam, batu bata, genting, dan beberapa jenis kayu.
3. Berat sendiri dari bahan bangunan dan dari komponen gedung yang tidak tercantum dalam Tabel 1 (terlampir) harus ditentukan tersendiri.

2.6.2 Beban hidup (*PPIUG 1983 bab 3*)

Beban hidup terdiri dari beban yang diakibatkan oleh pemakaian gedung dan tidak termasuk beban mati, beban konstruksi dan beban akibat fenomena alam (lingkungan).

2.6.3 Wilayah Gempa

Parameter percepatan gempa ditentukan berdasarkan 2 hal yaitu, parameter percepatan terpetakan dan Kelas Situs. Parameter S_s (percepatan batuan dasar pada periode pendek) dan S_1 (percepatan batuan dasar pada perioda 1 detik) harus ditetapkan masing-masing dari respons spektral percepatan 0,2 detik dan 1 detik dalam peta gerak tanah seismik pada pasal 14 dengan kemungkinan 2 persen terlampaui dalam 50 tahun (MCE_R , 2 persen dalam 50 tahun), dan dinyatakan dalam bilangan desimal terhadap percepatan gravitasi. Bila $S_1 \leq 0,04$ g dan $S_s \leq 0,15$ g, maka struktur bangunan boleh dimasukkan ke dalam kategori desain seismik A. (*SNI 1762-2012 Pasal 6.1.1*)

Sedangkan Kelas situs mengatur klasifikasi berdasarkan sifat-sifat tanah pada situs, maka situs harus diklasifikasi sebagai kelas situs SA, SB, SC, SD, SE, atau SF. Bila sifat-sifat tanah tidak teridentifikasi secara jelas sehingga tidak bisa ditentukan kelas situsnya, maka kelas situs SE dapat digunakan kecuali jika pemerintah/dinas yang berwenang memiliki data geoteknik yang dapat menentukan kelas situs SF. (*SNI-1762-2012 Pasal 6.1.2*)

2.6.4 Kategori gedung

Pada SNI 1762 2012, berdasarkan fungsinya gedung akan di klasifikasikan sebagai Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa yang tercantum dalam Tabel 2(terlampir).

2.6.5 Konfigurasi struktur gedung

Struktur Gedung dibedakan menjadi 2 golongan, yaitu beraturan dan tidak beraturan. Pada SNI 1762 mengatur 9 syarat yang kemudian dapat menentukan suatu gedung beraturan atau tidak.

Analisis gedung beraturan dapat dilakukan berdasarkan analisis statik ekuivalen, sedangkan yang tidak, pengaruh gempa rencana harus ditinjau sebagai pengaruh pembebanan dinamik, sehingga analisisnya harus dilakukan berdasarkan analisis respon dinamis.

Pada Gedung gedung MIPA CENTER tahap 1 Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya memiliki panjang tonjolan pada denah lebih dari 25 % panjang tonjolan terbesar dalam arah yang sama, yaitu sebesar 50 %, dan tidak memenuhi setiap persyaratan gedung beraturan lainnya. Sehingga perencanaan gedung ini, akan menggunakan metode analisis respon dinamis.

2.6.6 Sistem struktur

Pada dasarnya setiap struktur pada suatu bangunan merupakan penggabungan berbagai elemen struktur secara tiga dimensi. Fungsi utama dari sistem struktur adalah untuk memikul secara aman dan efektif beban yang bekerja pada bangunan, serta menyalurkannya ke tanah melalui pondasi. Sistem struktur yang pada dasarnya memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap, sedangkan beban lateral yang diakibatkan oleh gempa dipikul oleh rangka pemikul momen melalui mekanisme lentur, sistem ini terbagi menjadi 3, yaitu SRPMB (Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa), SRPMM (Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah), dan SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus).

a. Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB)

SRPMB pada struktur bangunan diharapkan dapat mengalami deformasi inelastis secara terbatas pada komponen struktur sambungannya akibat gaya gempa rencana. SRPMB diterapkan pada wilayah gempa 1 dan 2.

b. Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM)

Sistem Struktur bangunan ini diharapkan dapat menahan resiko kegempaan sedang yaitu, wilayah gempa 3 dan 4. Dan sistem SRPMM ini akan digunakan pada Skripsi ini.

c. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

SRPMK pada struktur bangunan diharapkan dapat mengalami deformasi besar apabila dibebani oleh gaya-gaya yang berasal dari beban gempa rencana. SRPMK diterapkan pada wilayah gempa 5 dan 6

2.6.7 Distribusi dari V

Geser dasar seismik, V , dalam arah yang ditetapkan harus ditentukan sesuai dengan persamaan berikut:

$$V = C_s W \quad (2-1)$$

Keterangan:

C_s = koefisien respons seismik yang ditentukan sesuai dengan

W = berat seismik efektif

Koefisien respons seismik, C_s , harus ditentukan sesuai sebagai berikut :

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} \quad (2-2)$$

Keterangan:

S_{DS} = parameter percepatan spektrum respons desain dalam rentang perioda pendek

R = faktor modifikasi respons

I_e = faktor keutamaan gempa yang ditentukan

2.6.8 Beban Angin (PPIUG 1983 Bab 4)

Beban angin dihitung sebagai berikut :

$$p = \frac{V^2}{16} \quad (2-3)$$

Dimana :

p = Desain tekanan angin (kg/m^3)

V = Kecepatan angin (m/dtk)

2.6.9 Kombinasi Pembebanan (SNI – 03 – 1729 – 2002 Pasal 6.2.2)

Pembebanan struktur baja harus mampu memikul semua kombinasi pembebanan di bawah ini :

1. $1.4D$ (2-4)
2. $1.2D + 1.6L + 0,5 (La \text{ atau } H)$ (2-5)
3. $1.2D + 1,6 (La \text{ atau } H) + (\gamma L \text{ atau } 0.8W)$ (2-6)
4. $1.2D + 1.3W + \gamma L \text{ atau } 0,5 (La \text{ atau } H)$ (2-7)
5. $1.2D + 1,0E + \gamma L$ (2-8)
6. $0.9D \pm (1.3W \text{ atau } 1,0E)$ (2-9)

Dimana :

D = Beban Mati yang diakibatkan oleh berat konstruksi hermanen, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, partisi tetap, tangga, dan peralatan layan tetap.

L = Beban Hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung, termasuk kejut, tetapi tidak termasuk beban lingkungan seperti angin, hujan, dan lain-lain.

La = Beban Hidup di atap yang ditimbulkan selama perawatan oleh pekerja, peralatan, dan material, atau selama penggunaan biasa oleh orang dan benda bergerak.

W = Beban Angin

E = Beban Gempa, yang ditentukan menurut SNI 03 – 1726 – 2002, atau pengantinya.

H = Beban Hujan, tidak termasuk diakibatkan oleh genangan air.

2.7 Batasan *Story Drift*

Pada LRFD pasal 15.4.1 disebutkan *drift* dihitung berdasarkan respons simpangan *inelastic maximum* (Δm).

$$\Delta m = 0.7 \times R \times \Delta s \quad (2-10)$$

dimana:

R = faktor reduksi gempa. (lihat lampiran tabel 2)

Δs = respons statis simpangan elastis.

Displacement (LRFD pasal 15.4.2) terjadi ketika struktur dirancang akibat gaya lateral. Pembatasan *story drift* didasarkan pada periode dasar struktur, yaitu :

$$T \leq 0.7 \text{ detik} \rightarrow \Delta m \leq 0.025h \quad (2-11)$$

$$T > 0.7 \text{ detik} \rightarrow \Delta m \leq 0.02h \quad (2-12)$$

dimana :

T = periode getar struktur.

h = beda tinggi antar lantai.

2.8 Analisis Perhitungan Balok dan Kolom

2.8.1 Perhitungan Balok Castellated Beam

2.8.1.1 Desain Penampang Balok (SNI 03 – 1729 - 2002 tabel 7.5 – 1)

Pelat sayap ;

Pelat badan :

$$\lambda = \frac{b_f}{2t_f} \quad \lambda = \frac{h}{t_w} \quad (2-13)$$

$$\lambda_p = \frac{170}{\sqrt{f_y}} \quad \lambda_p = \frac{1680}{\sqrt{f_y}} \quad (2-14)$$

$$\lambda_r = \frac{370}{\sqrt{f_y - f_r}} \quad \lambda_r = \frac{2550}{\sqrt{f_y}} \quad (2-15)$$

Untuk memenuhi persyaratan penampang harus masuk pada kategori penampang kompak.

- Penampang kompak (SNI 03 – 1729 – 2002 Pasal 8.2.3)

$$\lambda \leq \lambda_p \quad (2-16)$$

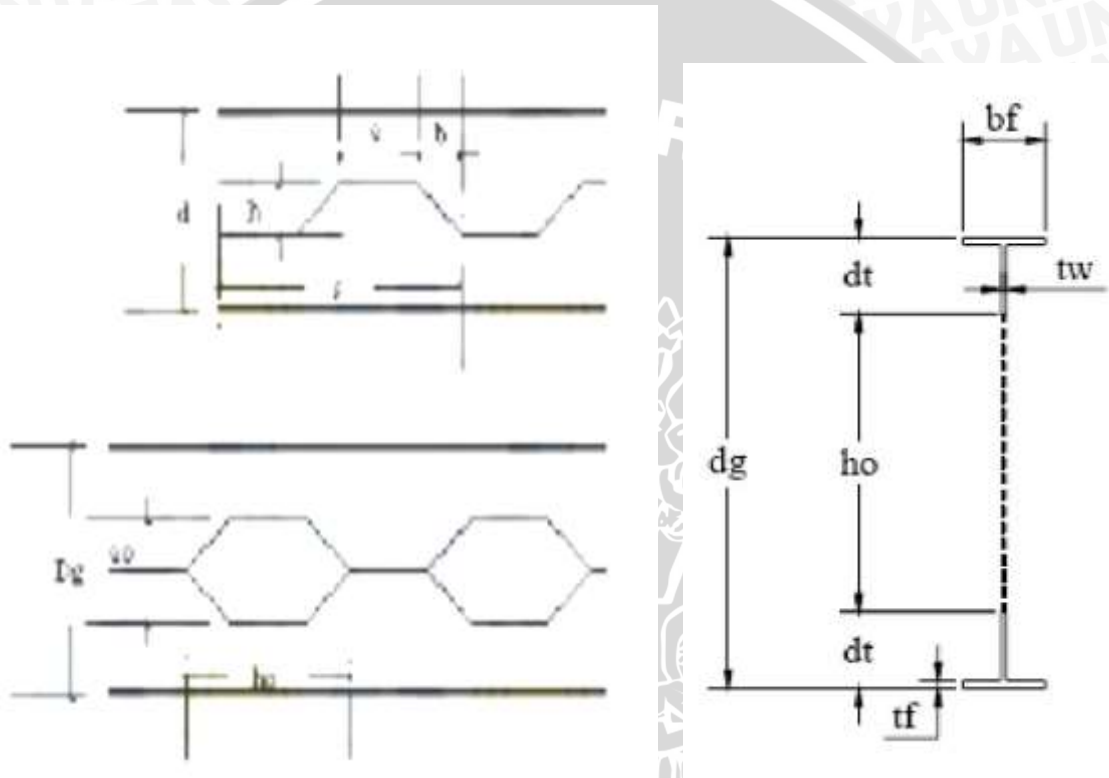
$$M_n = M_p = f_y \cdot Z \quad (2-17)$$

- Penampang tidak kompak (SNI 03 – 1729 – 2002 Pasal 8.2.4)

$$\lambda_p < \lambda \leq \lambda_R$$

$$M_n = M_p - (M_p - M_R) \left(\frac{\lambda - \lambda_p}{\lambda_R - \lambda_p} \right) \quad (2-18)$$

2.8.1.2 Perhitungan Tekuk Badan untuk profil Castellated Beam (ASCE journal)



Gambar 2.11 Dimensi geometri penampang *castellated beam*

a.

$$\frac{d - 2t_f}{t_w} \leq \frac{1365}{\sqrt{f_y}}; \quad \frac{d - 2t_f}{t_w} \leq \frac{1100}{\sqrt{f_y}}$$

$$\frac{a_o}{h_o} \leq 3.0$$

(2-19)

$$\begin{aligned}
 \text{b. } & \frac{d - 2t_f}{t_w} \leq \frac{1365}{\sqrt{f_y}} ; \frac{d - 2t_f}{t_w} > \frac{1100}{\sqrt{f_y}} \\
 & \frac{a_o}{h_o} \leq 2,2 \\
 & V_m \leq 0.45V_p
 \end{aligned}
 \tag{2-20}$$

Dimana :

$$V_p = f_y t_w d / \sqrt{3}
 \tag{2-21}$$

$$V_c = V_{pt} (\mu/v - 1) \geq 0 \text{ atau } V_m (sh) - V_{pt} ; \text{ mana yang lebih kecil}$$

c. Parameter Opening :

1. $po = (ao/ho) + (6ho/d)$ tidak boleh lebih dari 5.6; untuk balok non komposit.
2. $po = (ao/ho) + (6ho/d)$ tidak boleh lebih dari 6.0; untuk balok komposit.

2.8.1.3 Perhitungan Momen Lentur Nominal (ASCE journal)

$$M_u \leq \phi M_n
 \tag{2-22}$$

Untuk balok non – komposit :

$$M_n = M_p - f_y \Delta A_s \left(\frac{h_o}{4} + e \right)
 \tag{2-23}$$

Dimana :

M_n = Kuat Momen Lentur Nominal Balok

ΔA_s = $ho \times tw$

ho = tinggi lubang

tw = ketebalan badan

e = eksentrisitas lubang = e untuk penampang non-komposit

f_y = kuat leleh baja

2.8.1.4 Perhitungan Kuat Geser (ASCE journal)

$$V_n \leq \phi V_n \quad (2-24)$$

$$V_n = \Sigma V_{nt}$$

Untuk tee bawah dan atas :

$$V_{nt} = \frac{\sqrt{6 + \mu}}{v + \sqrt{3}} V_{pt} \leq V_{pt} \quad (2-25)$$

Dimana :

V_{nt} = kuat geser satu tee

$V_{pt} = f_y t_w s t / \sqrt{3}$

ϕ = faktor reduksi

f_y = kuat leleh baja

a_o = panjang lubang

t_w = tebal badan

$s t$ = tinggi tee

v = aspek rasio tee = $a_o / s t$

b_f = lebar sayap

2.8.1.5 Persamaan Interaksi Lentur dan Geser untuk Profil Castellated

Beam (ASCE journal)

$$\left(\frac{M_u}{\phi M_n} \right)^3 + \left(\frac{V_u}{\phi V_n} \right)^3 \leq 1.0 \quad (2-26)$$

2.8.2 Perhitungan Kolom

2.8.2.1 Desain Penampang Kolom

Penampang tidak boleh termasuk dalam kategori penampang langsing :

Pelat sayap : ;

Pelat badan :

$$\lambda < \lambda_r \qquad \lambda < \lambda_r$$

$$\frac{b_f}{2t_f} < \frac{250}{\sqrt{f_y}} \text{ (OK)} \qquad \frac{h}{t_w} < \frac{665}{\sqrt{f_y}} \text{ (OK)} \qquad (2-27)$$

2.8.2.2 Perhitungan Kekakuan Portal (*SNI 03 – 1729 - 2002 Pasal 7.6.3.3*)

$$G = \frac{\sum \left(\frac{I_c}{L_c} \right)}{\sum \left(\frac{I_b}{L_b} \right)} \qquad (2-28)$$

Dari nilai G, dapat diperoleh nilai kc (faktor panjang tekuk).

$$M_u = (\delta_b \times M_{nt}) + (\delta_s \times M_{tr}) \qquad (2-29)$$

2.8.2.3 Amplifikasi Momen Struktur Portal (*SNI 03 – 1729 – 2002 Pasal 7.4.3.2*)

$$\delta_b = \frac{C_m}{\left(1 - \frac{N_u}{N_{crb}} \right)} \geq 1 \qquad (2-30)$$

(*SNI 03 – 1729 – 2002 Pasal 7.4.3.1*)

Dimana :

$$N_{crb} = \frac{A_b \cdot f_y}{\lambda_c^2} \qquad (2-31)$$

(*SNI 03 – 1729 – 2002 Pasal 7.6.1*)

$$C_m = 0.6 - 0.4 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) \quad (2-32)$$

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \sum N_u \left(\frac{\Delta o h}{\sum HL} \right)} \text{ atau} \quad (2-33)$$

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \left(\frac{\sum N_u}{\sum N_{orb}} \right)}$$

Dimana :

$$N_{orb} = \frac{A_b \cdot f_y}{\lambda_c^2} \quad (2-34)$$

2.8.2.4 Perhitungan Kontrol Komponen Tekan

$$\lambda_c = \frac{K_c \cdot xL}{\pi r} \sqrt{\frac{f_y}{E}} \quad (2-35)$$

(SNI 03 – 1729 – 2002 Pasal 7.6.1)

$$N_n = A_g \cdot f_{cr} \quad (2-36)$$

(SNI 03 – 1729 – 2002 Pasal 7.6.2)

$$f_{cr} = \frac{f_y}{\omega} \quad (2-37)$$

untuk :

$$\lambda_c \leq 0,25 \text{ maka } \omega = 1$$

$$0,25 < \lambda_c < 1,2 \text{ maka } \omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67\lambda_c} \quad (2-38)$$

$$\lambda_c \geq 1,2 \text{ maka } \omega = 1,25\lambda_c^{-2}$$

2.8.2.5 Perhitungan Kontrol Tekuk Lateral

$$M_u \leq \phi M_n \quad (2-39)$$

(SNI 03 – 1729 – 2002 Pasal 8.1.1)

dimana :

Mu = Momen lentur rencana (Nmm)

Mn = Kuat lentur nominal penampang (Nmm)

Ø = Faktor reduksi (0,9)

2.8.2.6 Perhitungan Jari-jari girasi

a. **Bentang Pendek** ($L_b \leq L_p$) (SNI 03 – 1729 – 2002 Pasal 8.3.3)

$$M_n = M_p$$

$$L_p = 1,76 \times r_y \sqrt{\frac{E}{f_y}} \quad (2-40)$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}}$$

dimana :

ry = jari-jari girasi terhadap sumbu lemah

b. **Bentang Menengah** ($L_b \leq L_p \leq L_r$) (SNI 03 – 1729 – 2002 Pasal 8.3.4)

$$M_n = C_b \left(M_r + (M_p - M_r) \frac{L_r - L_b}{L_r - L_p} \right) \leq M_p \quad (2-41)$$

$$L_r = \frac{r_y X_1}{(f_y - f_r)} \sqrt{1 + \sqrt{1 + X_2 (f_y - f_r)^2}} \quad (2-42)$$

$$X_1 = \frac{\pi}{S_x} \sqrt{\frac{EGJA}{2}} \quad ; \quad X_2 = 4 \frac{I_w}{I_y} \left(\frac{S_x}{GJ} \right)^2$$

dimana :

I_w = konstanta puntir lengkung

J = konstanta puntir torsi

$$C_b = \frac{12.5 M_{\max}}{2.5 M_{\max} + 3 M_A + 4 M_B + 3 M_C} \leq 2.30 \quad (2-43)$$

(SNI 03 – 1729 – 2002 Pasal 8.3.1)

c. Bentang Panjang ($L_r \leq L_b$) (SNI 03 – 1729 – 2002 Pasal 8.3.5)

$$M_n = M_{cr} \leq M_p$$

$$M_n = M_{cr} = C_b \frac{\pi}{L_b} \sqrt{E I_y G J \left(\frac{\pi E}{L_b} \right)^2} \leq M_p \quad (2-44)$$

2.8.2.7 Persamaan Interaksi Aksial-Momen (SNI 03 – 1729 – 2002 Pasal 8.3.5)

a.

$$\text{Jika } \frac{P_u}{\phi P_n} \geq 0.2 \text{ maka} \quad (2-45)$$

$$\frac{P_u}{\phi P_n} + \frac{8}{9} \left(\frac{M_{ux}}{\phi b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi b M_{ny}} \right) \leq 1.0$$

b.

Jika $\frac{P_u}{\phi P_n} < 0.2$ maka

$$\frac{P_u}{2\phi P_n} + \left(\frac{M_{ux}}{\phi b.M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi b.M_{ny}} \right) \leq 1.0 \quad (2-46)$$

(SNI 03 - 1729 - 2002 Tabel 8.3.2)

