

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Konsep Dasar Perencanaan

Pada perencanaan struktur, perlu dilakukan studi literatur untuk mengetahui hubungan antara fungsional gedung dengan sistem struktural yang akan digunakan, disamping juga untuk mengetahui dasar-dasar teorinya. Konsep perencanaan struktur merupakan dasar teori perencanaan struktur yang meliputi Konsep dasar pemilihan struktur dan konsep dasar desain perencanaan struktur yang meliputi konsep desain terhadap beban lateral dan konsep desain terhadap beban gravitasi.

2.2. Konsep Dasar Pemilihan Jenis Struktur

Pemilihan jenis struktur atas (*upper structure*) mempunyai hubungan yang erat dengan sistem fungsional gedung. Dalam proses desain struktur perlu dicari kedekatan antara jenis struktur dengan masalah-masalah seperti arsitektural, efisiensi, *service ability*, kemudahan pelaksanaan dan juga biaya yang diperlukan. Adapun faktor yang menentukan dalam pemilihan jenis struktur sebagai berikut:

- 1) Aspek arsitektural
- 2) Aspek fungsional
- 3) Kekuatan dan kestabilan struktur
- 4) Faktor ekonomi dan kemudahan pelaksanaan
- 5) Faktor kemampuan struktur mengakomodasi sistem layan gedung
- 6) Aspek lingkungan

Sedangkan pemilihan jenis pondasi (*sub structure*) yang digunakan menurut Suyono (1984) didasarkan kepada beberapa pertimbangan, yaitu:

- 1) Keadaan tanah pondasi

Jenis tanah, daya dukung tanah, kedalaman tanah keras, dan beberapa hal yang menyangkut keadaan tanah erat kaitannya dengan jenis pondasi yang dipilih.

2) Batasan-batasan akibat konstruksi di atasnya

Keadaan struktur atas sangat mempengaruhi pemilihan jenis pondasi. hal ini meliputi kondisi beban (besar beban, arah beban dan penyebaran beban) dan sifat dinamis bangunan di atasnya (statis tertentu atau tak tertentu, kekakuan dan sebagainya).

3) Batasan-batasan dilingkungan sekelilingnya

Hal ini menyangkut lokasi proyek, pekerjaan pondasi tidak boleh mengganggu atau membahayakan bangunan dan lingkungan yang telah ada disekitarnya.

4) Waktu dan biaya pelaksanaan pekerjaan

Suatu proyek pembangunan akan sangat memperhatikan aspek waktu dan biaya pelaksanaan pekerjaan, karena hal ini sangat erat hubungannya dengan tujuan pencapaian kondisi ekonomis dalam pembangunan.

2.3. Konsep Dasar Desain Perencanaan Struktur

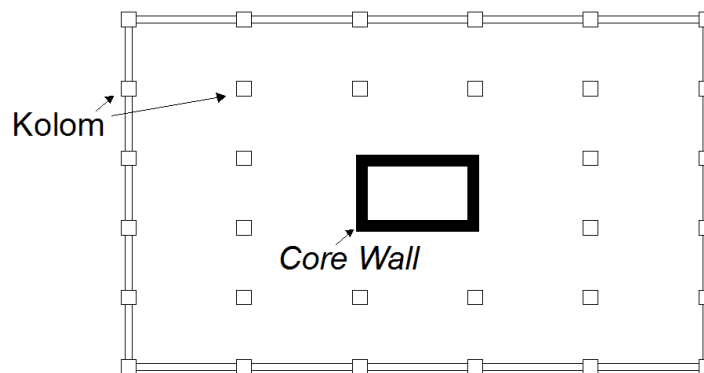
Dalam perencanaan struktur konstruksi suatu bangunan, perlu diperhatikan konsep desain untuk pemilihan elemen baik secara structural maupun fungsional. Dalam perencanaan kali ini di tinjau perencanaan konsep desain berdasarkan beban lateral, beban gravitasi dan juga terhadap beban gempa.

2.3.1. Konsep Desain Terhadap Beban Lateral

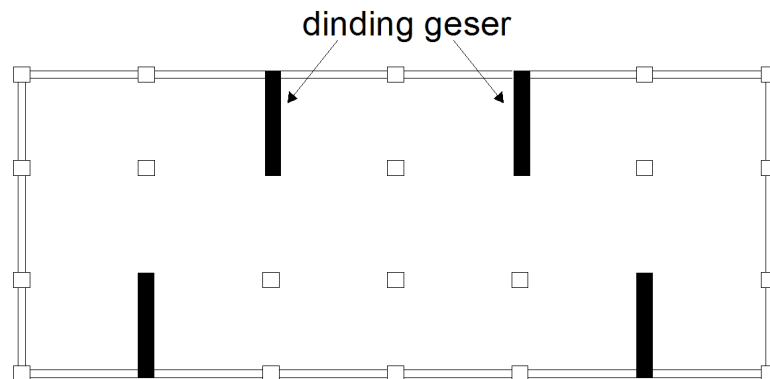
Hal penting pada struktur bangunan tinggi adalah stabilitas dan kemampuannya untuk menahan gaya lateral, baik yang disebabkan oleh angin atau gempa bumi (Juwana,2005). Beban angin lebih terkait pada dimensi ketinggian bangunan, sedangkan beban gempa lebih terkait pada masa bangunan. Kolom pada bangunan tinggi perlu diperkokoh dengan sistem pangaku untuk dapat menahan gaya lateral, agar deformasi yang terjadi akibat gaya horizontal tidak melampaui ketentuan yang disyaratkan. Pengaku gaya lateral yang lazim digunakan adalah portal penahan momen, dinding geser atau rangka pengaku. Perencanaan struktur ini menggunakan pengaku gaya lateral berupa dinding geser (*shear wall*).

Dinding Geser (Shear Wall)

Dinding geser (*shear wall*) didefinisikan sebagai komponen struktur vertikal yang relatif sangat kaku. Dinding geser pada umumnya hanya boleh mempunyai bukaan sekitar 5% agar tidak mengurangi kekakuannya. Fungsi dinding geser berubah menjadi dinding penahan beban (*bearing wall*), jika dinding geser menerima beban tegak lurus dinding geser. Bangunan beton bertulang yang tinggi sering didesain dengan dinding geser untuk menahan gempa. Selama terjadinya gempa, dinding geser yang didesain dengan baik dapat dipastikan akan meminimalkan kerusakan bagian non struktural bangunan seperti jendela, pintu, langit-langit dan seterusnya (McCormac, 2003). Dinding geser bisa digunakan untuk menahan gaya lateral saja maupun sebagai dinding pendukung. Penempatan dinding geser dapat dilakukan pada sisi luar bangunan atau pada pusat bangunan. Dinding geser yang ditempatkan pada bagian dalam bangunan biasanya disebut dengan inti struktural (*structural core/corewall*) yang biasa digunakan untuk ruang *lift* dan tangga, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2.1. Penempatan dinding geser lainnya pada arah melintang yang diperlihatkan pada Gambar 2.2.

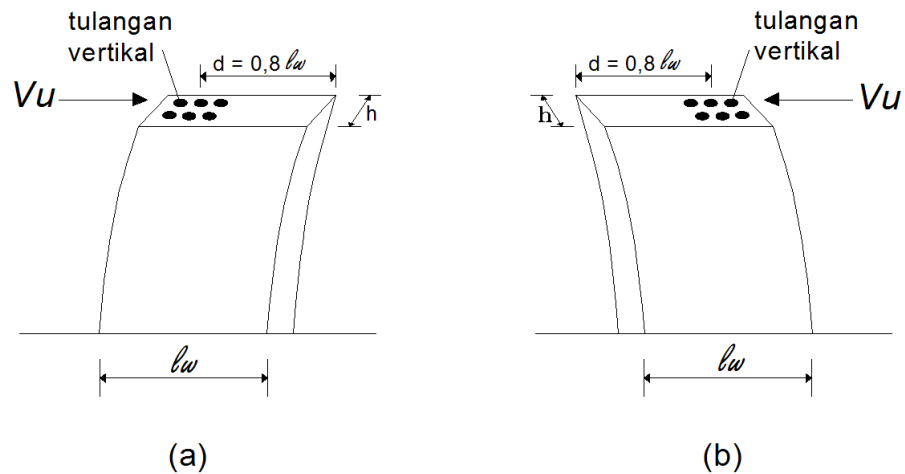


Gambar 2.1. Dinding Geser Mengelilingi *Lift* Atau Tangga
(McCormac,2003)



Gambar 2.2. Dinding Geser Melintang Bangunan (McCormac,2003)

Gambar 2.3 memperlihatkan dinding geser yang menerima gaya lateral V_u . Dinding tersebut sebenarnya adalah balok kantilever dengan lebar h dan tinggi keseluruhan l_w . Pada gambar bagian (a) dinding tertekuk dari kiri ke kanan akibat V_n dan akibatnya tulangan yang diperlukan sebelah kiri atau pada sisi tarik. Jika V_n diterapkan dari sisi kanan seperti diperlihatkan pada gambar bagian (b), tulangan tarik akan diperlukan pada sisi kanan dinding. Maka dapat kita lihat bahwa dinding geser memerlukan tulangan tarik pada kedua sisinya karena V_u bisa datang dari kedua arah tersebut. Untuk perhitungan lentur, tinggi balok yang diperlukan dari sisi tekan dinding ke titik berat tulangan tarik adalah sekitar 0,8 dari panjang dinding l_w . Dinding geser bekerja sebagai sebuah balok kantilever vertikal dan dalam menyediakan tahanan lateral, dinding geser menerima gaya tekuk maupun geser. Untuk dinding seperti itu, geser maksimum V_u dan momen maksimum M_u terjadi pada dasar dinding. Jika tegangan lentur diperhitungkan, besar tegangan lentur tersebut akan dipengaruhi oleh beban aksial desain N_u dan selanjutnya pengaruh tegangan lentur tersebut harus dimasukkan dalam analisis.



Gambar 2.3. Dinding Geser Menerima Gaya Lateral V_u
(Mosley dan Bungey, 1989)

Geser lebih terpengaruh pada dinding yang mempunyai perbandingan tinggi dan panjang yang kecil. Momen lebih berpengaruh pada dinding yang lebih tinggi, terutama pada dinding dengan tulangan yang terdistribusi secara merata. Tulangan ditempatkan mengelilingi semua bukaan, baik diperlukan atau tidak oleh analisa struktur. Praktek seperti ini penting untuk mencegah retak tarik diagonal yang cenderung berkembang menyebar dari pojok bukaan.

Umumnya dinding geser berupa dinding beton yang mengelilingi tangga dan atau lorong *lift*. Bentuk dan penempatan dinding geser dapat disesuaikan dengan bentuk denah bangunan. Pada denah bangunan tertentu, dinding geser dapat dirangkai dan diletakkan di inti bangunan. Sistem penempatan dinding geser seperti ini sering juga disebut dinding inti (*core wall*). Perhitungan dinding inti merupakan masalah yang cukup sulit dalam analisa struktur. Terdapat perbedaan dalam deformasi struktur pada struktur biasa yang tersusun dari portal terbuka, dan struktur yang menggunakan dinding inti. Deformasi pada dinding geser menyerupai deformasi balok kantilever yang tegak lurus tanah dan selain deformasi lentur, dinding mengalami deformasi geser dan rotasi secara bersamaan. Deformasi pada dinding geser sangat kecil di lantai dasar dan sangat besar dilantai atas bangunan.

2.3.2. Konsep Desain Terhadap Beban Gravitasi

Beban gravitasi merupakan beban yang berasal dari beban mati struktur dan beban hidup yang besarnya disesuaikan dengan fungsi bangunan (Juwana,2005). Struktur lantai merupakan bagian terbesar dari struktur bangunan, sehingga pemilihannya perlu dipertimbangkan secara seksama, diantaranya:

- 1) Pertimbangan terhadap berat sendiri lantai, makin ringan beban lantai makin berkurang dimensi kolom dan pondasinya serta makin dimungkinkan menggunakan bentang yang lebih besar.
- 2) Kapasitas lantai untuk memikul beban pada saat pekerjaan konstruksi.
- 3) Dapat menyediakan tempat/ruang bagi seluruh utilitas yang diperlukan.
- 4) Memenuhi persyaratan bagi ketahanan terhadap api.
- 5) Memungkinkan bagi kesinambungan pekerja konstruksi, jika pelaksanaan pembangunannya membutuhkan waktu yang panjang.
- 6) Dapat mengurangi penggunaan alat bantu pekerjaan dalam pembuatan pelat lantai (perancah – *steiger*).

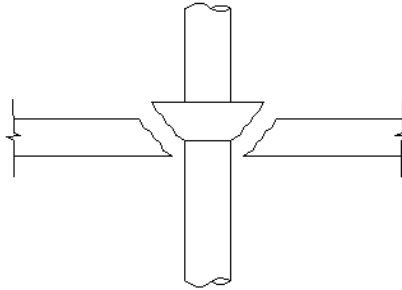
Elemen-elemen penahan gaya gravitasi terdiri atas elemen struktur horizontal dan vertikal. Pada bangunan tinggi, elemen struktur horizontal tidak dipengaruhi oleh banyaknya lantai atau ketinggian bangunan. Dimensi elemen struktur ini hanya dipengaruhi oleh panjang bentang dan beban yang bekerja padanya. Struktur yang menggunakan bahan beton bertulang harus mengacu pada *SNI 03 – 1728 – 2002 tentang Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. Elemen struktur vertikal lebih dominan memikul gaya aksial dan oleh karenanya dibedakan antara struktur yang menggunakan bahan beton dengan yang menggunakan bahan baja. Perkiraan dimensi struktur yang menggunakan bahan beton (beton bertulang) dapat digunakan dua pendekatan, yaitu seluruh gaya aksial dipikul oleh beton dan gaya aksial dipikul oleh beton dan tulangan saja. Beban yang diterima oleh elemen struktur vertikal (kolom dan dinding geser) merupakan akumulasi dari beban-beban lantai di atasnya. Semakin kebawah gaya aksialnya makin

besar. Oleh sebab itu, dimensinya pun semakin kebawah semakin besar. Selain portal yang merupakan elemen struktur vertikal yang menahan beban aksial, dalam struktur ini juga digunakan *flat slab* concrete.

Flat Slab Concrete

Flat Plate (pelat datar) adalah pelat beton pejal dengan tebal merata yang mentransfer beban secara langsung ke kolom pendukung tanpa bantuan balok (McCormac, 2003). Pelat ini memerlukan tinggi lantai terkecil untuk memberikan persyaratan tinggi ruangan dan memberikan fleksibilitas terbaik untuk susunan kolom dan partisi. Pelat ini juga memberikan sedikit penghalang untuk pencahayaan dan ketahanan api yang tinggi karena hanya ada sedikit sudut tajam dimana pengelupasan beton dapat terjadi. Pelat datar mungkin merupakan sistem pelat yang paling umum dipakai saat ini untuk konstruksi hotel beton bertulang bertingkat banyak.

Pelat datar kemungkinan memunculkan masalah dalam transfer geser disekeliling kolom. Di daerah ini dapat terjadi keruntuhan *pons* karena besarnya tegangan geser yang terjadi. Seluruh gaya reaksi pada kolom, misalnya harus didistribusikan dalam bentuk gaya geser ke daerah pelat di sekitar pertemuan pelat dan kolom. Daerah pada pelat yang menahan gaya geser eksternal dapat diperoleh dengan meninjau garis keruntuhan geser potensial. Suatu pelat beton bertulang misalnya cenderung untuk gagal dengan cara seperti terlihat pada Gambar 2.4. Pola retak yang terjadi disebabkan oleh tarik diagonal yang diasosiasikan dengan tegangan geser yang terjadi. Dengan demikian, daerah pada pelat yang dapat memberikan tahanan terhadap keruntuhan *pons* adalah permukaan retak. Permukaan ini sangat tergantung pada tebal pelat dan keliling kolom. Keruntuhan geser *pons* merupakan hal yang sangat penting untuk diperhatikan, terutama pada pelat tipis, juga pelat yang ditumpu diatas kolom kecil. Besar pendekatan tegangan geser *pons* dapat ditulis sebagai $f_v = V / A_p$ dimana A_p adalah luas pelat yang mengalami geser (Schodek, 1999).



Gambar 2.4. Ragam Kegagalan Geser (Schodek,1999)

Memperbesar luar geser pelat dapat dengan mudah dilakukan dengan cara mempertebal pelat. Hal ini mungkin saja menyebabkan pelat tidak ekonomis, apabila penebalan tidak dibutuhkan dari tinjauan momen. Cara lain adalah dengan menggunakan *drop panel* yaitu memberi penebalan pelat di sekeliling kolom. Alternatif lain, luas geser pelat diperbesar dengan memperbesar ukuran pelat. Hal ini juga dapat dilakukan secara lokal dengan menggunakan kepala kolom (*column capitals*). Semakin besar kepala kolom, akan semakin besar pula luas geser pelat. Kepala kolom dapat mempunyai bentuk. Akan tetapi, karena keruntuhan geser diagonal dapat menyebabkan material dibawah garis 45° tidak aktif, maka kepala kolom sering kali dibuat berbentuk miring.

2.3.3. Konsep Desain Terhadap Beban Gempa

Perencanaan gempa pada struktur bangunan gedung yang perlu diperhatikan adalah penentuan dari gempa rencana dan perhitungan gempa nominal, faktor keutamaan, daktilitas struktur, dan jenis tanah dasar serta pembatasan waktu getar. Perencanaan gempa mengacu pada *SNI 03-1726-2002, Standar perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung (2002)*. Pada perencanaan struktur ini digunakan analisa ragam spektrum respons dinamik yaitu, suatu cara analisis untuk menentukan respons dinamik analisa struktur gedung tiga dimensi yang berperilaku elastik penuh terhadap pengaruh suatu gempa. Pada analisis ini respons dinamik total struktur gedung tersebut didapat sebagai *superposisi* dari respons dinamik maksimum masing-masing ragamnya yang didapat melalui spektrum respons.

1) Gempa Rencana dan Gempa Nominal

Gempa rencana adalah gempa yang peluang atau risiko terjadinya dalam periode umur rencana bangunan 50 tahun adalah 10% ($R_N = 10\%$), atau gempa yang periode ulangnya adalah 500 tahun ($T_R = 500$ tahun).

Besarnya beban gempa nominal yang digunakan untuk perencanaan struktur ditentukan oleh tiga hal, yaitu oleh besarnya gempa rencana, oleh tingkat daktilitas yang dimiliki struktur, dan oleh nilai faktor tahanan lebih yang terkandung di dalam struktur. Besarnya beban gempa horizontal (V) yang bekerja pada struktur bangunan, ditentukan menurut persamaan:

$$V = \frac{C \times I}{R} \times W_t \quad (2.1)$$

Dengan I adalah faktor keutamaan struktur, C adalah nilai faktor respon gempa yang didapat dari respon spektrum gempa rencana untuk waktu getar alami fundamental T dan W_t ditetapkan sebagai jumlah dari beban mati dan hidup yang direduksi. Harga dari faktor respon gempa C dapat ditentukan dari diagram spektrum respon gempa rencana dalam *SNI 03-1726-2002*, pasal 4.7 *Standar perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung (2002)*.

2) Faktor Keutamaan (I)

Faktor Keutamaan adalah suatu koefisien yang diadakan untuk memperpanjang waktu ulang dari kerusakan struktur gedung yang relatif lebih utama, untuk menanamkan modal yang relatif besar pada gedung itu. Gedung tersebut diharapkan dapat berdiri jauh lebih lama dari gedung-gedung pada umumnya. Waktu ulang dari kerusakan struktur gedung akibat gempa akan diperpanjang dengan pemakaian suatu faktor keutamaan. Nilai faktor keutamaan (I) ditentukan dalam *SNI 03-1726-2002*, pasal 4.1.2 *Standar perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung (2002)*.

3) Daktilitas Struktur

Faktor reduksi gempa ditentukan berdasarkan perencanaan kinerja suatu gedung yaitu apakah gedung direncanakan berperilaku elastik penuh,

daktilitas terbatas atau daktilitas penuh. Nilai faktor daktilitas struktur gedung μ di dalam perencanaan struktur gedung dapat dipilih menurut kebutuhan, tetapi tidak boleh diambil lebih besar dari nilai faktor daktilitas maksimum μ_m yang dapat dikerahkan oleh masing-masing sistem atau sub sistem struktur gedung.

Dalam *SNI 03-1726-2002*, pasal 4.3 *Standar perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung (2002)*. ditetapkan nilai μ_m yang dapat dikerahkan oleh beberapa jenis sistem dan sub sistem struktur gedung, berikut faktor reduksi maksimum R_m yang bersangkutan.

4) Jenis Tanah Dasar

Untuk menentukan harga C harus diketahui terlebih dahulu jenis tanah lokasi struktur bangunan itu berdiri. Jenis tanah ditetapkan sebagai tanah keras, tanah sedang dan tanah lunak apabila untuk lapisan setebal maksimum 30 meter paling atas dipenuhi syarat-syarat yang tercantum dalam *SNI 03-1726-2002*, pasal 4.6. *Standar perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung (2002)*.

Jenis tanah ditentukan berdasarkan nilai kuat geser nilai rata-rata. Perhitungan kuat geser nilai rata-rata dirumuskan:

$$\bar{S}_u = \frac{\sum_{i=1}^m t_i}{\sum_{i=1}^m t_i / S_{ui}} \quad (2.2)$$

5) Pembatasan Waktu Getar

T adalah waktu getar dari struktur bangunan pada arah-X (T_x) dan arah-Y (T_y). Untuk perencanaan awal, waktu atau periode getar dari bangunan gedung dihitung dengan menggunakan rumus empiris:

$$T_x = T_y = 0,06 \times H^{0,75} \quad (\text{dalam detik})$$

Beban geser dasar nominal V harus dibagikan sepanjang tinggi struktur bangunan gedung menjadi beban-beban gempa nominal statik ekuivalen F_i yang menangkap pada pusat massa lantai tingkat ke-i menurut persamaan:

$$F_i = \frac{W_i x z_i}{\sum_{i=1}^n (W_i x z_i)} \times V \quad (2.3)$$

Apabila rasio antara tinggi struktur bangunan gedung dan ukuran denahnya dalam arah pembebanan gempa sama dengan atau melebihi 3, maka 0,1 V harus dianggap beban horizontal terpusat yang bekerja pada pusat massa lantai tingkat paling atas, sedangkan 0,9 V sisanya harus dibagikan sepanjang tingkat struktur bangunan gedung menjadi beban-beban gempa nominal statik ekuivalen.

Waktu getar alami fundamental struktur bangunan gedung beraturan dalam arah masing-masing sumbu utama dapat ditentukan dengan rumus Rayleigh sebagai berikut:

$$T_1 = 6,3 \times \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n W_i x d_i^2}{g \sum_{i=1}^n F_i x d_i}} \quad (2.4)$$

Apabila waktu getar alami fundamental T_1 struktur bangunan gedung untuk penentuan faktor respon gempa C_1 ditentukan dengan rumus-rumus empiris atau didapat dari analisis vibrasi bebas tiga dimensi, nilainya tidak boleh menyimpang lebih dari 20% dari nilai yang dihitung menurut persamaan di atas.

6) Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM)

Ketentuan-ketentuan untuk Sistem Rangka Pemikul Momen

Menengah (SRPMM) dari *SNI 03-1726-2002*, pasal 23.10 yaitu:

- a) Ketentuan pada pasal ini berlaku untuk sistem rangka pemikul momen menengah.
- b) Detail penulangan komponen SRPMM harus memenuhi ketentuan-ketentuan 23.10(4), bila beban aksial tekan terfaktor pada komponen struktur tidak melebihi ($10 \cdot c \cdot A_g \cdot f$). Bila beban aksial tekan terfaktor pada komponen struktur melebihi ($10 \cdot c \cdot A_g \cdot f$), maka 23.10(5) harus dipenuhi kecuali bila dipasang tulangan spiral sesuai persamaan 27. Bila konstruksipelat dua arah tanpa balok digunakan sebagai bagian

dari sistem rangka pemikul bebanlateral, maka detail penulangannya harus memenuhi 23.10(6).

c) Kuat geser rencana balok, kolom, dan konstruksi pelat dua arah yang memikul beban gempa tidak boleh kurang daripada:

1. Jumlah gaya lintang yang timbul akibat termobilisasinya kuat lentur nominal komponen struktur pada setiap ujung bentang bersihnya dan gaya lintang akibat beban gravitasi terfaktor (lihat Gambar 47), atau
2. Gaya lintang maksimum yang diperoleh dari kombinasi beban rencana termasuk pengaruh beban gempa, E , dimana nilai E diambil sebesar dua kali nilai yang ditentukan dalam peraturan perencanaan tahap gempa.

d) Balok

1. Kuat lentur positif komponen struktur lentur pada muka kolom tidak boleh lebih kecil dari sepertiga kuat lentur negatifnya pada muka tersebut. Baik kuat lentur negatif maupun kuat lentur positif pada setiap irisan penampang di sepanjang bentang tidak boleh kurang dari seperlima kuat lentur yang terbesar yang disediakan pada kedua muka-muka kolom di kedua ujung komponen struktur tersebut.
2. Pada kedua ujung komponen struktur lentur tersebut harus dipasang sengkangsepanjang jarak dua kali tinggi komponen struktur diukur dari muka perletakan ke arahtengah bentang. Sengkang pertama harus dipasang pada jarak tidak lebih daripada 50 mm dari muka perletakan. Spasi maksimum sengkang tidak boleh melebihi:
 - a. $d/4$,
 - b. Delapan kali diameter tulangan longitudinal terkecil,
 - c. 24 kali diameter sengkang, dan
 - d. 300 mm.
3. Sengkang harus dipasang di sepanjang bentang balok dengan spasi tidak melebihi $d/2$.

e) Kolom

1. Spasi maksimum sengkang ikat yang dipasang pada rentang l_0 dari muka hubungan balok-kolom adalah s_0 . Spasi s_0 tersebut tidak boleh melebihi:
 - a. Delapan kali diameter tulangan longitudinal terkecil,
 - b. 24 kali diameter sengkang ikat,
 - c. Setengah dimensi penampang terkecil komponen struktur, dan
 - d. 300 mm.

Panjang l_0 tidak boleh kurang daripada nilai terbesar berikut ini:

- a. Seperenam tinggi bersih kolom,
 - b. Dimensi terbesar penampang kolom, dan
 - c. 500 mm.
2. Sengkang ikat pertama harus dipasang pada jarak tidak lebih daripada $0,5 s_0$ dari muka hubungan balok-kolom.
3. Tulangan hubungan balok-kolom harus memenuhi 13.11(2).
4. Spasi sengkang ikat pada sebarang penampang kolom tidak boleh melebihi $2 s_0$.

f) Pelat dua arah tanpa balok

1. Momen pelat terfaktor pada tumpuan akibat beban gempa harus ditentukan untuk kombinasi beban yang didefinisikan pada persamaan 6 dan 7. Semua tulangan yang disediakan untuk memikul M_s , yaitu bagian dari momen pelat yang diimbangi oleh momen tumpuan, harus dipasang di dalam lajur kolom yang didefinisikan dalam 15.2(1).
2. Bagian dari momen M_s yang ditentukan oleh persamaan 89 harus dipikul oleh tulangan yang dipasang pada daerah lebar efektif yang ditentukan dalam 15.5(3(2)).
3. Setidak-tidaknya setengah jumlah tulangan lajur kolom di tumpuan diletakkan di dalam daerah lebar efektif pelat sesuai 15.5(3(2)).
4. Paling sedikit seperempat dari seluruh jumlah tulangan atas lajur kolom di daerah tumpuan harus dipasang menerus di keseluruhan panjang bentang.

5. Jumlah tulangan bawah yang menerus pada lajur kolom tidak boleh kurang daripada sepertiga jumlah tulangan atas lajur kolom di daerah tumpuan.
6. Setidak-tidaknya setengah dari seluruh tulangan bawah di tengah bentang harus diteruskan dan diangkur hingga mampu mengembangkan kuat lelehnya pada muka tumpuan sesuai 15.6(2(5)).
7. Pada tepi pelat yang tidak menerus, semua tulangan atas dan bawah pada daerah tumpuan harus dipasang sedemikian hingga mampu mengembangkan kuat lelehnya pada muka tumpuan sesuai 15.6(2(5)).