BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sistem Struktur Gedung

Dalam perencanaan gedung, sistem struktur gedung juga menjadi pertimbangan, sistem struktur hendaknya memiliki kriteria yang lazim untuk digunakan dan seperti yang telah kita ketahui struktur harus mampu menahan beban-beban yang bekerja baik beban vertikal dan gravitasi maupun beban lateral.

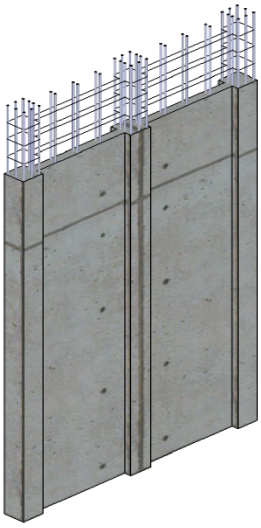
2.1.1 Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM)

Adapun jenis sistem struktur yang digunakan dalam penelitian ini adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) yang berada pada wilayah resiko gempa tinggi. Sistem Rangka Pemikul Momen adalah suatu sistem struktur yang pada dasarnya memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap. Dimana beban lateral dipikul rangka pemikul momen terutama melalui mekanisme lentur sehingga *Joint* pada struktur ini perlu perencanaan khusus.

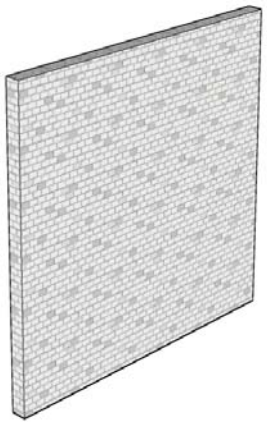
2.1.2 Dinding

Secara garis besar dinding berdasarkan fungsi dan material penyusunnya dapat dibagi menjadi 2 bagian, yaitu dinding struktural dan dinding non-struktural. Adapun dinding struktural secara langsung menjadi salah satu komponen dari suatu bangunan, misalnya dinding geser (*shearwall*) dengan material penyusun adalah campuran beton dan tulangan dengan mutu tertentu yang berfungsi sebagai penahan gaya geser pada suatu gedung yang ditimbulkan oleh beban lateral.

Sedangkan dinding non-struktural adalah dinding yang bukan merupakan komponen gedung secara langsung tetapi sebagai bahan pelengkap, sebagai tembok, dan penyekat antar ruangan, misalnya dinding bata/batako. Dinding non-struktural tidak diperuntukkan menahan gaya-gaya khusus pada suatu struktur bangunan. Sehingga material penyusunnya dapat berupa campuran standar untuk dinding tembok saja.



Gambar 2.1 Dinding geser



Gambar 2.2 Dinding pasangan bata

2.2. Pembebanan pada Struktur Bangunan Gedung

Beban yang bekerja pada suatu struktur ditimbulkan secara langsung oleh gaya-gaya baik yang bersumber dari alam maupun buatan manusia. Beban yang bersumber dari alam misalnya gempa bumi, angin, hujan salju dan lain-lain, sedangkan beban yang ditimbulkan oleh manusia misalnya akibat dari mobilitas manusia itu sendiri, mesin, kendaraan bermotor dan sebagainya, untuk lebih jelasnya beban diatas akan diklasifikasi sesuai dengan jenisnya.

2.2.1 Jenis Pembebanan

1. **Beban Mati**

   Beban Mati adalah beban/berat dari semua bagian dari suatu struktur gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan-peralatan tetap yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari gedung tersebut.

2. **Beban Hidup**

   Beban Hidup adalah semua beban yang terjadi akibat penghuni atau penggunaan suatu gedung dan kedalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin serta peralatan-peralatan yang tidak merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap gedung tersebut. Khusus pada atap gedung beban hidup dapat meliputi beban yang berasal dari air hujan.

3. Beban angin

Beban angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan selisih dalam tekanan udara.

4. Beban Gempa/Seismik

Beban Gempa adalah semua beban statik ekivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari pergerakan tanah akibat gempa tersebut, Dalam hal pengaruh gempa pada struktur gedung ditentukan berdasarkan suatu analisa dinamik, maka yang diartikan dengan beban gempa disini adalah gaya-gaya di dalam struktur tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa tersebut.

5. Beban Khusus

Beban hhusus adalah semua beban yang bekerja pada bangunan atau bagian gedung yang terjadi akibat selisih suhu, pengangkatan dan pemasangan (konstruksi) , penurunan pondasi, susut, gaya-gaya tambahan dari beban hidup, dan gaya dinamis yang dtimbulkan mesin pendukung bangunan.

6. Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan dilakukan untuk mendapatkan nilai beban yang paling besar bekerja dari kombinasi beban-beban diatas. Hal ini bertujuan untuk mendesain komponen bangunan tersebut, seperti yang telah

ditetapkan Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002). Kombinasi pembebanan sebagai berikut:

1.4 DL

1.2 DL + 1.6 LL

1.2 DL + f.LL ± E ; (f =0.5 jika L < 500 kg/m2)

0.9 DL ± E

2.3. Perencanaan dan Desain Bangunan Gedung

Dalam perencanaan struktur direncanakan kuat menahan gaya-gaya yang mungkin akan terjadi berdasarkan perhitungan-perhitungan beban. Setelah beban-beban yang bekerja diketahui maka untuk mendapatkan gaya-gaya dalam akan dilakukan analisa struktur. Dewasa ini sangat banyak program-program yang khusus diciptakan khusus untuk menganalisa bahkan sekaligus mendesain struktur, dalam kasus ini penulis menggunakan salah satu program/software yaitu ETABS. Hal ini bertujuan agar mempersingkat perhitungan dan meminimalisir kesalahan dalam analisis.

2.3.1 Ketentuan Umum Analisa Struktur dengan Beban Gempa (SNI 03-1726-2002)

2.3.1.1 Gempa Rencana dan Kategori Gedung

1. Standar ini menentukan pengaruh Gempa Rencana yang harus ditinjau dalam perencanaan struktur gedung serta berbagai bagian dan peralatannya secara umum. Akibat pengaruh Gempa Rencana, struktur gedung secara keseluruhan harus masih berdiri, walaupun sudah berada dalam kondisi di

ambang keruntuhan. Gempa Rencana ditetapkan mempunyai perioda ulang 500 tahun, agar probabilitas terjadinya terbatas pada 10% selama umur gedung 50 tahun.

2. Untuk berbagai kategori gedung, bergantung pada probabilitas terjadinya keruntuhan struktur gedung selama umur gedung dan umur gedung tersebut yang diharapkan, pengaruh Gempa Rencana terhadapnya harus dikalikan dengan suatu Faktor Keutamaan I menurut persamaan : di mana I1 adalah Faktor Keutamaan untuk menyesuaikan perioda ulang gempa berkaitan dengan penyesuaian probabilitas terjadinya gempa itu selama umur gedung, sedangkan I2 adalah Faktor Keutamaan untuk menyesuaikan perioda ulang gempa berkaitan dengan penyesuaian umur gedung tersebut. Faktor-faktor Keutamaan I1, I2 dan I ditetapkan menurut Tabel 2.1.

Kategori Gedung	**Faktor Keamanan**		
	I1	I2	I
Gedung umum seperti penghunian, perniagaan dan perkantoran	1	1	1
Monumen dan bangunan monumental	1	1.6	1.6
Gedung penting pasca gempa seperti rumah sakit, instalasi air bersih, listrik, pusat penyelamatan dalam darurat, fasilitas radio dan televisi	1.4	1	1.4
Gedung untuk menyimpan bahan berbahaya seperti gas, produk minyak bumi, asam, bahan beracun.	1.6	1	1.6
Cerobong, tangki diatas menara	1.5	1	1.5

Tabel 2.1 Faktor Keutamaan I untuk berbagai kategori gedung dan bangunan

2.3.1.2 Beban Gempa Nominal Statik Ekuivalen

Perencanaan struktur gedung beraturan

Struktur gedung beraturan dapat direncanakan terhadap pembebanan gempa nominal akibat pengaruh Gempa Rencana dalam arah masing-masing sumbu utama denah struktur tersebut, berupa beban gempa nominal statik ekuivalen, yang ditetapkan lebih lanjut dalam pasal-pasal berikut.

1. Apabila kategori gedung memiliki Faktor Keutamaan I menurut Tabel 1 dan strukturnya untuk suatu arah sumbu utama denah struktur dan sekaligus arah pembebanan Gempa Rencana memiliki faktor reduksi gempa R dan waktu getar alami fundamental T1, maka beban geser dasar nominal statik ekuivalen V yang terjadi di tingkat dasar dapat dihitung menurut persamaan :

$$V = \frac{C_{1.} I}{R}.Wt \qquad (26)$$

di mana C1 adalah nilai Faktor Respons Gempa yang didapat dari Spektrum Respons Gempa Rencana menurut Gambar 2 untuk waktu getar alami fundamental T1, sedangkan Wt adalah berat total gedung, termasuk beban hidup yang sesuai.

2. Beban geser dasar nominal V menurut Pasal 6.1.2 harus dibagikan sepanjang tinggi struktur gedung menjadi beban-beban gempa nominal statik ekuivalen Fi yang menangkap pada pusat massa lantai tingkat ke-i menurut persamaan :

$$F\,i = \frac{W\,i\ .\ zi}{\sum_{i=1}^{n} Wi\ .\ zi}.V \qquad (27)$$

di mana Wi adalah berat lantai tingkat ke-i, termasuk beban hidup yang sesuai, zi adalah ketinggian lantai tingkat ke-i diukur dari taraf penjepitan lateral menurut Pasal 5.1.2 dan Pasal 5.1.3, sedangkan n adalah nomor lantai tingkat paling atas.

3. Apabila rasio antara tinggi struktur gedung dan ukuran denahnya dalam arah pembebanan gempa sama dengan atau melebihi 3, maka 0,1 V harus dianggap sebagai beban horisontal terpusat yang menangkap pada pusat massa lantai tingkat paling atas, sedangkan 0,9 V sisanya harus dibagikan sepanjang tinggi struktur gedung menjadi bebanbeban gempa nominal statik ekuivalen menurut Pasal 6.1.3.
4. Pada tangki di atas menara, beban gempa nominal statik ekuivalen sebesar V harus dianggap bekerja pada titik berat massa seluruh struktur menara dan tangki berikut isinya.

2.3.1.3 Waktu Getar Alami Fundamental

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

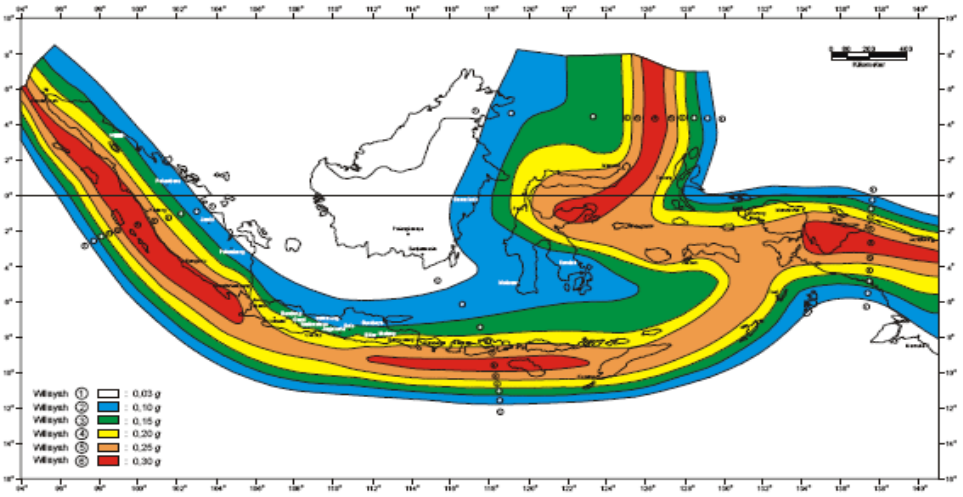
$$T1 = 6{,}3\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} Wi\ .\ di^{2}}{g\,.\sum_{i=1}^{n} Fi\,.di}} \qquad (28)$$

di mana Wi dan Fi mempunyai arti yang sama seperti yang disebut dalam Pasal 6.1.3, di adalah simpangan horisontal lantai tingkat ke-i dinyatakan dalam

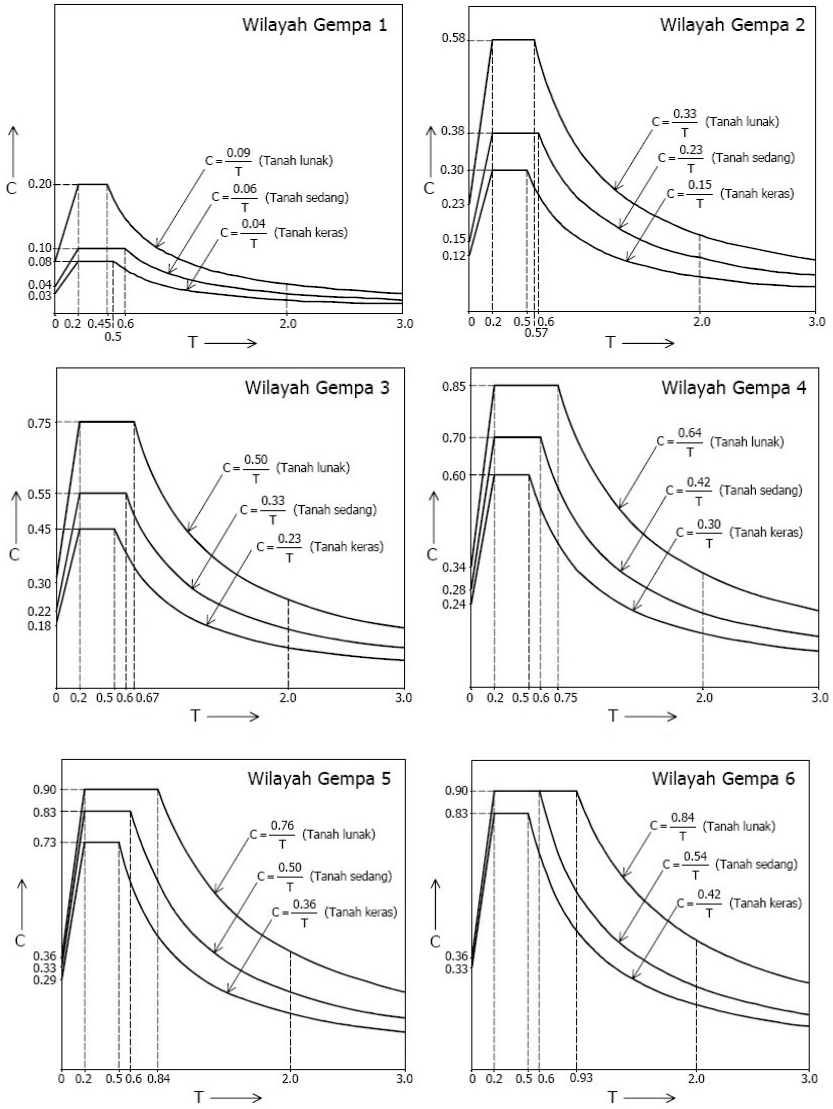
mm dan ‘g’ adalah percepatan gravitasi yang ditetapkan sebesar 9810 mm/det2. Apabila waktu getar alami fundamental T1 struktur gedung untuk penentuan Faktor Respons Gempa C1 menurut Pasal 6.1.2 ditentukan dengan rumus-rumus empiric atau didapat dari hasil analisis vibrasi bebas 3 dimensi, nilainya tidak boleh menyimpang lebih dari 20% dari nilai yang dihitung menurut Pasal 6.2.1.

2.3.1.4 Analisis Statik Ekuivalen

Mengingat pada struktur gedung beraturan pembebanan gempa nominal akibat pengaruh Gempa Rencana dapat ditampilkan sebagai beban-beban gempa nominal statik ekuivalen Fi yang menangkap pada pusat massa lantai-lantai tingkat, maka pengaruh beban-beban gempa nominal statik ekuivalen tersebut dapat dianalisis dengan metoda analisis statik 3 dimensi biasa yang dalam hal ini disebut analisis statik ekuivalen 3 dimensi.



Gambar 2.3 Peta wilayah Gempa Indonesia



Gambar 2.4 Kurva Respons Spektrum Wilayah Gempa Indonesia

2.4 Desain Joint Kolom Balok SRPMK (SNI 03-2847-2002)

Ketentuan dan syarat dalam pendetailan dan desain joint adalah sesuai yang diisyaratkan dengan standar yang ditetapkan dalam Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002). Karena dalam penelitian ini diambil studi kasus Sistem Rangka Pemikul Momen (SPRMK)

maka beberapa ketentuan ketentuan tentang Hubungan Balok Kolom SPRMK tersebut akan diuraikan selanjutnya.

1) Ketentuan umum Desain Joint SRPMK

a. Gaya-gaya pada tulangan longitudinal balok di muka hubungan balok-kolom harus ditentukan dengan menganggap bahwa tegangan pada tulangan tarik lentur adalah **1,25*fy***.

b. Kuat hubungan balok-kolom harus direncanakan menggunakan faktor reduksi kekuatan sesuai dengan 11.3.

c. Tulangan longitudinal balok yang berhenti pada suatu kolom harus diteruskan hingga mencapai sisi jauh dari inti kolom terkekang dan diangkur sesuai dengan 23.5(4) untuk tulangan tarik dan pasal 14 untuk tulangan tekan.

d. Bila tulangan longitudinal balok diteruskan hingga melewati hubungan balok-kolom, dimensi kolom dalam arah paralel terhadap tulangan longitudinal balok tidak boleh kurang daripada 20 kali diameter tulangan longitudinal terbesar balok untuk beton berat normal. Bila digunakan beton ringan maka dimensi tersebut tidak boleh kurang daripada 26 kali diameter tulangan longitudinal terbesar balok.

2) Tulangan transversal

a) Tulangan transversal berbentuk sengkang tertutup sesuai 23.4(4) harus dipasang di dalam daerah hubungan balok-kolom, kecuali bila hubungan balok-kolom tersebut dikekang oleh komponen-komponen struktur sesuai 23.5(2(2)).

b) Pada hubungan balok-kolom dimana balok-balok, dengan lebar setidak-tidaknya sebesar tiga per empat lebar kolom, merangka pada keempat sisinya, harus dipasang tulangan transversal setidak-tidaknya sejumlah setengah dari yang ditentukan pada 23.4(4(1)). Tulangan transversal ini dipasang di daerah hubungan balok-kolom disetinggi balok terendah yang merangka ke hubungan tersebut. Pada daerah tersebut, spasi tulangan transversal yang ditentukan 23.4(4(2b)) dapat diperbesar menjadi 150 mm.

c) Pada hubungan balok-kolom, dengan lebar balok lebih besar daripada lebar kolom, tulangan transversal yang ditentukan pada 23.4(4) harus dipasang pada hubungan tersebut untuk memberikan kekangan terhadap tulangan longitudinal balok yang berada diluar daerah inti kolom; terutama bila kekangan tersebut tidak disediakan oleh balok yang merangka pada hubungan tersebut.

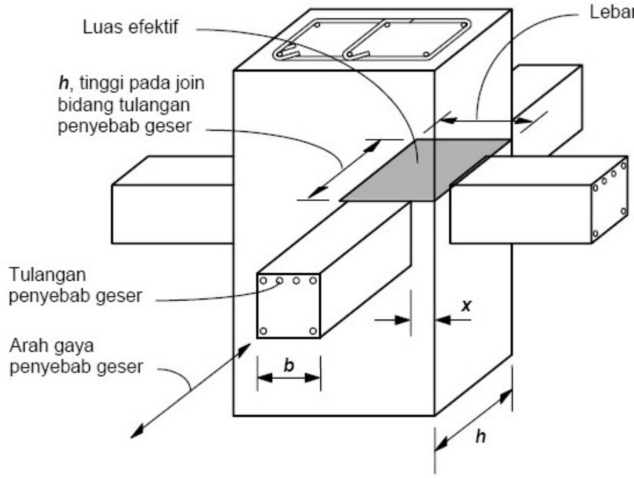
3) Kuat geser

a) Kuat geser nominal hubungan balok-kolom tidak boleh diambil lebih besar daripada ketentuan berikut ini untuk beton berat normal. Untuk hubungan balok-kolom yang terkekang pada keempat sisinya ……..…….**1,7** $\sqrt{f'c}$ ***.Aj***

Untuk hubungan yang terkekang pada ketiga sisinya atau dua sisi yang berlawanan.....**1,25** $\sqrt{f'c}$ ***.Aj***

Untuk hubungan lainnya..... **1,0** $\sqrt{f'c}$ ***.Aj***

Luas efektif hubungan balok-kolom ***Aj*** ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2.5 Luas efektif Hubungan Kolom Balok

Suatu balok yang merangkai pada suatu hubungan balok-kolom dianggap memberikan kekangan bila setidaknya-tidaknya tiga per empat bidang muka hubungan balok-kolom tersebut tertutupi oleh balok yang merangka tersebut. Hubungan balok-kolom dapat dianggap terkekang bila ada empat balok yang merangka pada keempat sisi hubungan balok-kolom tersebut.

b) Untuk beton ringan, kuat geser nominal hubungan balok-kolom tidak boleh diambil lebih besar daripada tiga per empat nilai-nilai yang diberikan pada 23.5(3(1)).

4) Panjang penyaluran tulangan tarik

a) Panjang penyaluran **l*dh*** untuk tulangan tarik dengan kait standar 90° dalam beton berat normal tidak boleh diambil lebih kecil daripada **8*db***, 150 mm, dan nilai yang ditentukan oleh persamaan 126 berikut ini,

$\ell dh = fy.db/(5.4\sqrt{f'c})$ ……………………………(126)

untuk diameter tulangan sebesar 10 mm hingga 36 mm. Untuk beton ringan, panjang penyaluran tulangan tarik dengan kait standar 90° tidak boleh diambil lebih kecil daripada **10*db***, 190 mm, dan 1,25 kali nilai yang ditentukan persamaan 126. Kait standar 90° harus ditempatkan di dalam inti terkekang kolom atau komponen batas.

b) Untuk diameter 10 mm hingga 36 mm, panjang penyaluran tulangan tarik **l*d*** tanpa kait tidak boleh diambil lebih kecil daripada (a) dua setengah kali panjang penyaluran yang ditentukan pada 23.5(4(1)) bila ketebalan pengecoran beton di bawah tulangan tersebut kurang daripada 300 mm, dan (b) tiga setengah kali panjang penyaluran yang ditentukan pada 23.5(4(1)) bila ketebalan pengecoran beton di bawah tulangan tersebut melebihi 300 mm.

c) Tulangan tanpa kait yang berhenti pada hubungan balok-kolom harus diteruskan melewati inti terkekang dari kolom atau elemen batas. Setiap bagian dari tulangan tanpa kait yang tertanam bukan di dalam daerah inti kolom terkekang harus diperpanjang sebesar 1,6kali.

d) Bila digunakan tulangan yang dilapisi epoksi, panjang penyaluran pada 23.5(4(1)) hingga 23.5(4(3)) harus dikalikan dengan faktor-faktor yang berlaku yang ditentukan pada 14.2(4) atau 14.5(3(6)).