

PERENCANAAN GEDUNG MENARA BANK MEGA
SEMARANG

Firdaus Bagus Alya, Ichsan Ramadhani,
Nuroji, Rudi Yuniarto Adi

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, 50239
Telp : (024) 7474770, Fax : (024) 7460060

ABSTRAK

Perencanaan bangunan tahan gempa adalah bangunan yang tahan digoncang gempa meski mungkin sebagian bangunan rusak saat gempa besar tapi mungkin tetap berdiri. Dalam mendesain struktur tahan gempa diperlukan metode untuk mengkaji ulang sifat struktur nonlinear (daktilitas, R , verifikasi beban gempa V_b). Berdasarkan SNI 03-2847-2002, perencanaan pembangunan gedung bertingkat untuk daerah dengan resiko gempa tinggi menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Sistem Rangka Pemikul Momen adalah sistem rangka ruang dalam dimana komponen-komponen struktur dan join-joinnya menahan gaya-gaya yang bekerja melalui aksi lentur, geser dan aksial dimana perhitungan struktur dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dirancang dengan menggunakan konsep *Strong Column Weak Beam* yang dirancang sedemikian rupa agar bangunan dapat berespon terhadap gempa dengan mengembangkan mekanisme sendi plastis pada balok-baloknya dan dasar kolom.

Kata kunci : SRPMK, sendi plastis, *Strong Column Weak Beam*

ABSTRACT

Planning for earthquake resistant buildings are earthquake-resistant buildings shaken though maybe some buildings damaged when a massive earthquake but may remain standing. In designing earthquake-resistant structures necessary to review the methods of nonlinear structural properties (ductility, R, verification earthquake loads Vb). According to SNI 03-2847-2002, planning buildings to areas with high seismic risk using System Framework bearer Special Event (SRPMK). Moment Frame Systems bearer is a space frame system in which the structural components and joint-joinnya resist the forces that work through the action of bending, shear and axial where the calculation of the structure of the frame bearer Special Event System is designed to use the concept of Weak Beam Strong Column designed so that the building can respond to earthquakes by developing joint mechanism of plastic on his logs and beam-column basis.

Keywords : SRPMK, Plastic Joints, Strong Column Weak Beam

PENDAHULUAN

Berkembangnya kemajuan teknologi bangunan – bangunan tinggi disebabkan oleh kebutuhan ruang yang selalu meningkat. Semakin tinggi suatu bangunan aksi gaya lateral menjadi semakin berpengaruh, sehingga pertimbangan kekakuan dan kekuatan struktur sangat menentukan proses perancangan. Derajat kekakuan struktur sangat bergantung pada jenis sistem struktur yang dipilih.

Penentuan sistem struktur ditentukan oleh beberapa hal. Salah satunya adalah fenomena gempa. Gempa akan mengakibatkan struktur bergerak secara vertikal maupun horisontal. Karakteristik gaya gempa arah horisontal yaitu menyerang titik-titik lemah pada bagaian struktur dan apabila struktur tidak mampu menahan maka dapat menyebabkan keruntuhan. Atas alasan ini, prinsip utama dalam perancangan tahan gempa (*earthquake-resistant design*) ialah meningkatkan kekuatan struktur terhadap gaya lateral (ke samping). Yang kita kenal dengan sistem SRPMK (Struktur Rangka Penahan Momen Khusus).

TINJAUAN PUSTAKA

Persyaratan fundamental dalam SRPMK yang daktail adalah:

1. Sedapatnya menjaga keteraturan sistem struktur.
2. Cukup kuat menahan gempa normatif yang ditentukan berdasarkan kemampuan disipasi energi.
3. Cukup kaku untuk membatasi penyimpangan (*displacement*).
4. Hubungan balok-kolom cukup daktail menahan rotasi yang terjadi.
5. Komponen-komponen balok dan kolom mampu membentuk sendi plastis tanpa mengurangi kekuatannya yang berarti.
6. Balok – balok mendahului pembentukan sendi-sendi plastis yang tersebar diseluruh sistem struktur sebelum terjadi di kolom – kolom (konsep kolom kuat balok lemah).
7. Tidak ada kolom yang lebih lemah yang dapat menyebabkan sendi – sendi plastis di ujung atas dan bawah pada kolom – kolom lain di tingkat itu yang menjurus pada keruntuhan seluruh struktur.

8. Mencegah pembentukan “kolom pendek” tak terduga yang menjurus
Berdasarkan SNI 03-1726-2010, dinding geser beton bertulang
kantilever

METODOLOGI

Metodologi yang dipakaidalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Pengumpulan Data dan Studi Literatur
 - a. Pengumpulan data untuk perencanaan gedung, meliputi :
 - Gambar Arsitektur dan Struktur
 - Data Tanah (*Soil Investigation*)
 - b. Studi Literatur
 - Mempelajari literatur mengenai Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)
 - Mempelajari literatur mengenai konsep Sistem Ganda
 - Mempelajari literatur perilaku dan perhitungan dinding geser

2. Perencanaan Struktur

Terdiri atas tiga tahapan :

- a. Pemodelan Struktur

Hal ini penting dilakukan pada tahap perencanaan struktur, karena pada awal perencanaan dibutuhkan gambaran awal pekerjaan yang dimodelkan 3D.
- b. Sistem dan Konfigurasi Struktur

Tahap berikutnya setelah pemodelan struktur adalah perencanaan sistem dan konfigurasi struktur. Sistem yang digunakan dalam perencanaan Gedung Menara Bank Mega Sematang adalah Sistem Ganda dan konfigurasi struktur terdiri dari portal utama, dinding geser dan flat slab.
- c. Pemodelan Pembebanan

Perhitungan beban-beban yang bekerja disesuaikan dengan Peraturan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (SNI 03-1727-1989).

3. Analisa Struktur

Dalam menganalisa struktur Gedung Menara Bank Mega Semarang digunakan program bantu ETABS. Namun, program bantu ini hanya digunakan untuk menganalisa portal utama (balok, kolom), plat, dinding geser, ramp parkir dan pondasi tiang. Sedangkan untuk menganalisa tanggadigunakan metoda perhitungan konvensional. Tujuan dari analisa struktur ini adalah memperoleh gaya-gaya dalam pada struktur akibat beban luar.

4. Desain Elemen Struktur

Hasil dari analisa struktur di atas akan digunakan untuk mendesain penampang dan tulangan pada elemen struktur. Desain elemen struktur disesuaikan dengan Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002), Grafik dan Perhitungan Beton Bertulang (Vis Gideon) dan referensi literatur lain seperti buku Desain Beton Bertulang Jilid IV (Chu Kia Wang, Charles G. Salmon, dll. Yang termasuk elemen struktur adalah balok, kolom, plat, dinding geser, ramp parkir, tangga dan pondasi tiang.

5. Gambar Desain

Format penggambaran disesuaikan dengan Peraturan dan Tata Cara Menggambar Teknik Struktur Bangunan dengan menggunakan Program Auto CAD.

6. RAB Struktur

Pada tahap ini akan dihitung besarnya anggaran proyek yang telah direncanakan, maka perlu dilakukan perhitungan yang meliputi:

- Perhitungan volume pekerjaan
- Daftar RAB

PERENCANAAN STRUKTUR

Untuk Perencanaan Struktur dibedakan 2 Sistem Struktur yaitu: Sistem Struktur Atas (*Upper Structure*) dan Sistem Struktur Bawah (*Sub Structure*). *Upper Structure* meliputi: Balok, Kolom, Hubungan Balok dan Kolom, Pelat Lantai, Tangga. *Sub Structure* meliputi: Pondasi, Pile Cap, Dinding Basement.

o Pemodelan Struktur.

Pemodelan struktur dimodelkan dengan *software* Etabs. Adapun kriteriadesain sebagai berikut:

1. Massa jenis beton bertulang : 2400 kg/m^3
2. Berat jenis beton bertulang : 2400 kg/m^3
3. Modulus elastisitas beton : 278000 kg/cm^2
4. Angka Poisson : 0,2
5. Koefisien ekspansi panas : $9,9 \times 10^{-6} \text{ cm/}^\circ\text{C}$
6. Modulus geser beton : $115833,33 \text{ kg/cm}^2$
7. Mutu beton : $f'c = 35 \text{ MPa}$
8. Mutu tulangan baja : Tulangan Ulir ($F_y = 400 \text{ MPa}$)
Tulangan Polos ($F_y = 240 \text{ MPa}$)

o Pemodelan Beban

Pemodelan Beban meliputi beban gravitasi dan beban gempa. Untuk Beban gravitasi hanya dibebankan pada portal saja sedangkan untuk berat pelat dan kolom diperhitungkan oleh program etabs.

Untuk Gempa digunakan model gempa dinamik dengan mengacu pada SNI Gempa terbaru. Hal ini dikarenakan sebagai media pembelajaran terhadap SNI terbaru. Yang perlu diperhatikan disini bahwa untuk perencanaan dengan resiko beban gempa tinggi

o Perencanaan Balok

Kuat Tekan Beton ($f'c$) = 35 MPa

Mutu Tulangan pokok f_y = 400 MPa (Ulir D = 19 mm ; 22 mm)

Mutu sengkang fys = 240 MPa (Polos $\Phi = 10 \text{ mm} ; 13 \text{ mm}$)

Hasil tulangan balok secara keseluruhan dihitung dari hasil analisis dan desain pada software ETABS. Berikut adalah tabulasi hasil perhitungan kebutuhan tulangan balok dan yang terpakai pada lantai 4.

Tabel 1. Perhitungan Tulangan Pokok Balok Lantai 4 s/d 9

Lokasi	Notasi	As Top (cm ²)	As Bot (cm ²)	Tul pakai	Jumlah Tul Atas	Jumlah Tul Bwh	Tul Atas Pakai	Tul Bawah Pakai
T Ki	G _{1-4.9}	15,863	9,284	D19	4,175	2,444	6	4
T Tgh		6,747	8,868		1,776	2,334	4	4
T Ka		21,162	10,265		5,570	2,702	6	4
T Ki	G _{2-4.9}	19,021	9,284	D19	6,712	3,276	7	4
T Tgh		6,708	9,709		2,367	3,426	4	4
T Ka		15,938	9,284		5,624	3,276	7	4
T Ki	G _{3-4.9}	24,597	11,867	D19	6,474	3,123	8	4
T Tgh		7,792	9,284		2,051	2,444	4	4
T Ka		24,629	11,882		6,482	3,127	8	4

Tabel 2. Perhitungan Tulangan Geser Balok Lantai 4 s/d 9

Lokasi	Notasi	Av (cm ²)	Tul Pakai	As (cm ²)	ns (Av / As)	s (mm)	T Geser pasang	At (cm ²)	Tul Pakai	J Tul Torsi	T Torsi pasang
T Ki	G _{1 4.9}	28,1	Ø13	1,32665	10,5906	94,4235	Ø13-100	14,12	As D22	3,71638	4
T Tgh		8,8		1,32665	3,31662	301,511	Ø13-200				
T Ka		23,3		1,32665	8,78152	113,876	Ø13-100				
T Ki	G _{2 4.9}	13,8	Ø10	0,785	8,78981	113,768	Ø10-100	14,12	As D22	3,71638	4
T Tgh		11,4		0,785	7,26115	137,719	Ø10-125				
T Ka		14,9		0,785	9,49045	105,369	Ø10-100				
T Ki	G _{3 4.9}	34,5	Ø13	1,32665	8,66845	115,361	1,5Ø13-100	14,12	As D22	3,71638	4
T Tgh		16,3		1,32665	4,09553	244,169	1,5Ø13-150				
T Ka		27,9		1,32665	7,01014	142,651	1,5Ø13-100				

○ Perencanaan Kolom

Kuat Tekan Beton ($f'c$) = 35 MPa

Mutu Tulangan pokok f_y = 400 MPa (Ulir D = 32 mm)

Mutu sengkang f_{ys} = 240 MPa (Polos Φ = 12 mm)

Hasil tulangan balok secara keseluruhan dihitung dari hasil analisis dan desain pada *software* ETABS. Berikut adalah tabulasi hasil perhitungan kebutuhan tulangan kolom dan yang terpakai pada lantai 4.

Tabel3.PerhitunganTulanganPokokKolom

Notasi	As Long (cm ²)	Tul Pakai	As Tul (cm ²)	J Tul (As L / As T)	J Tul Pasang	As pakai (cm ²)
K1	24	D16	2,0096	11,943	12	24,115
K2 8.M	35,75	D22	3,7994	9,409	14	53,192
K2 4-8	48,75	D22	3,7994	12,831	16	60,790
K2 1-4	56	D22	3,7994	14,739	18	68,389
K2 B2-1	71,25	D22	3,7994	18,753	20	75,988
K3 8-9	52,25	D19	2,83385	18,438	20	56,677
K3 5-8	68,25	D19	2,83385	24,084	28	79,348
K3 2-5	77	D19	2,83385	27,172	28	79,348
K3B2-2	93,75	D22	3,7994	24,675	28	106,383

Tabel4.PerhitunganTulanganGeserKolom

Notasi	Tul pakai	As Tul (cm ²)	Av X (cm ²)	ns (Av / As)	s (mm)	T geser X pasang	Av Y (cm ²)	ns (Av / As)	s (mm)	T geser Y pasang
K ₁	Ø10	0,785	8,8	5,605	178,409	Ø10-150	5,9	3,758	266,102	Ø10-150
K _{2 8-M}	Ø10	0,785	18,4	5,860	170,652	2Ø10-100	31,3	9,968	100,319	2Ø10-100
K _{2-4,8}	Ø10	0,785	11	3,503	285,455	2Ø10-150	19,7	6,274	159,391	2Ø10-150
K _{2 1-4}	Ø10	0,785	11,7	3,726	268,376	2Ø10-200	11,6	3,694	270,69	2Ø10-200
K _{2 B2-1}	Ø10	0,785	11,7	3,726	268,376	2Ø10-200	11	3,503	285,455	2Ø10-200
K _{3 8-9}	Ø10	0,785	14,2	9,045	110,563	Ø-100	9	5,732	174,444	Ø-100
K _{3 5-8}	Ø10	0,785	15,4	9,809	101,948	Ø-100	9,5	6,051	165,263	Ø-100
K _{3 B2-5}	Ø10	0,785	15,4	9,809	101,948	Ø-100	10,3	6,561	152,427	Ø-100
K _{3 B2-2}	Ø10	0,785	15,4	9,809	101,948	Ø-100	11	7,006	142,727	Ø-100

RENCANA ANGGARAN BIAYA

RENCANA KERJA DAN SYARAT

Pekerjaan Tanah

Pekerjaan tanah dimulai dengan menentukan tinggi peil 0,00 serta dibuat patok yang bersifat tetap selama masa pembangunan. Setelah penentuan tinggi peil disetujui oleh direksi, kemudian dapat dilakukan pekerjaan penggalian, pekerjaan urugan dan pemadatan. Pekerjaan penggalian dilakukan hingga kedalaman -7,4 m kemudian diberikan perkuatan dinding penahan tanah. Pelaksanaan pengurugan harus dilakukan lapis demi lapis dengan ketebalan 15 cm material lepas, dipadatkan sampai mencapai kepadatan maksimum dengan alat pemadat dan mencapai peil permukaan yang direncanakan. Toleransi pelaksanaan yang dapat diterima untuk penggalian maupun pengurugan adalah 6 20 mm terhadap kerataan yang ditentukan.

PekerjaanTiangPancang

Tiang pancang yang tertanam haruslah sesuai gambar dan spesifikasi teknis. Setelah peralatan pemancangan siap dilapangan yang sebelumnya sudah dicek dan disetujui oleh direksi maka pekerjaan pemancangan tiang dapat dikerjakan. Pertama, dilakukan penentuan titik tiang pancang. Kedudukan atau posisi dari tiap-tiap Tiang Pancang harus ditandai dengan patok bergaris tengah 80 mm dengan panjang 450 mm yang ditancapkan pada tanah. Kemudian umur beton tiang pancang minimal 14 hari dengan catatan telah menggunakan bahan additive

yang direkomendasikan . Toleransi posisi horizontal tiap kepala tiang pada elevasi permukaan tanah sebesar 50 mm kesegala arah poros ke poros. Toleransi kemiringan adalah 1 : 200.

Pekerjaan Beton Bertulang

Pekerjaan beton bertulang meliputi pembuatan beton, penulangan serta bekisting. Adapun jenis pekerjaan yang dikerjakan adalah tie beam, balok, kolom, wall, pelat lantai, pelat atap, tangga serta ramp parkir. Mutu beton yang digunakan dalam perencanaan gedung menara bank mega Semarang secara keseluruhan adalah 35 MPa. Mutu baja tulangan f_y 240 MPa untuk $D < 10$ mm dan f_y 400 MPa

KESIMPULAN

Dari perhitungan analisa struktur konstruksi yang telah dibahas dalam bab-bab sebelumnya dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Suatu struktur bangunan yang kokoh, kuat dan efisien memerlukan suatu perencanaan struktur yang baik dan benar dengan menggunakan peraturan – peraturan perencanaan struktur yang berlaku.
2. Dalam perencanaan struktur gedung khususnya yang bertingkat tinggi (ketinggian lebih dari 10 tingkat / 40 m) dengan sistem SRPMK terdapat beberapa hal yang harus dikontrol untuk mendapatkan hasil analisis yang akurat, antara lain :
 - Pengaktifan analisis P-Delta untuk memperhitungkan beban tambahan akibat momen guling yang terjadi oleh beban gravitasi yang titik tangkapnya menyimpang kesamping.
 - Pembatasan waktu getar fundamental struktur, untuk mencegah penggunaan struktur yang terlalu fleksibel.
 - Kontrol Partisipasi Massa, dimana perhitungan Respons Dinamik struktur harus sedemikian rupa sehingga partisipasi massa dalam menghasilkan respons total harus sekurang – kurangnya 90%.
 - Kontrol Nilai Akhir Respons Spektrum, yaitu nilai akhir respons dinamik struktur gedung terhadap pembebanan gempa nominal akibat pengaruh

Gempa Rencana dalam suatu arah tertentu tidak boleh diambil kurang dari 80% nilai respons ragam pertama atau $V_{dinamik} \geq 0,8 V_{statik}$.

- Kontrol Simpangan Struktur Terhadap Beban Gempa, dimana simpangan struktur akibat beban lateral / gempa dibatasi agar tidak melampaui kinerja batas layan struktur.
3. Dalam perencanaan dan perhitungan struktur tahan gempa sesuai dengan peraturan SNI Gempa 2010, seluruh elemen pada gedung dapat dibentuk menjadi suatu kesatuan sistem struktur. Pelat lantai dan balok berfungsi untuk menahan beban gravitasi dan menyalurkan ke kolom, sementara kolom-kolom berfungsi untuk menahan beban lateral seperti beban gempa. Sistem didesain terhadap beban gempa dengan metode analisis spektrum respons gempa dinamik. Struktur yang terjadi didesain sebagai struktur daktail penuh (struktur rangka penahan momen khusus) sehingga presentase efektifitas penampang balok maupun kolom beton dalam menahan momen dan geser $< 100\%$ (penampang retak).
 4. Dalam perencanaan struktur bawah (pondasi) perlu diperhatikan data tanah dari hasil berbagai macam tes (sondir, N-SPT, dll). Selain itu dalam pemilihan tipe pondasi kita perlu memperhatikan faktor lingkungan disekitar lokasi bangunan serta daya dukung tanahnya. Pada tugas akhir ini digunakan pondasi tiang pancang prategang karena sesuai data tanah, lapisan tanah keras berada pada kedalaman 36,7 m.