

PERBANDINGAN RESPON DINAMIK MENGUNAKAN SISTEM TUNGGAL (SRPM) DAN SISTEM GANDA (SRPM DAN DINDING GESER)

Seftian Yoga Wirawan, Ir. Gede Sarya, MT

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Seftiany3@gmail.com

Abstrak

The current level of earthquake risk continues to increase, so there must be action on buildings that have been degraded and planned with the old rules to keep the building safe. The higher the building the more vulnerable the building is also in withstand the force of the earthquake because the building has vertical movement and horizontal movement. These movements give rise to inertial forces or structural earthquake forces. In this final project will be design and analysis of high building behavior using Spectrum Response method. In designing multilevel building structures there is a major principle that must be considered is to increase the strength of the structure against the lateral force. One of the methods used is shear wall. The shear wall is a reinforced concrete wall with very large flatness stiffness placed at a specific location (elevator or stairwell) to provide a horizontal force resistance / load. The sliding wall function of the tall building is also important to support the floor and make sure it does not collapse when there is a lateral or earthquake force. Sliding wall positions or positions can also affect the economics of the building and the strength of the building itself.

1. PENDAHULUAN

Tingkat resiko gempa saat ini di beberapa wilayah di Indonesia terus meningkat sehingga harus ada tindakan terhadap bangunan-bangunan tua yang sudah mengalami degradasi kekuatan dan direncanakan menggunakan peraturan lama agar bangunan tetap layak untuk di fungsikan. Dalam menrancang struktur bangunan bertingkat prinsip utama yang harus dilakukan adalah meningkatkan kekuatan struktur terhadap gaya lateral. Salah satu metode yang digunakan adalah dual sistem. Sistem ini menggunakan SRPM dan Dinding Geser. Dinding geser adalah dinding beton yang dilapisi tulangan dengan kekakuan bidang datar yang sangat besar yang ditempatkan pada lokasi tertentu .Fungsi dinding geser pada gedung tinggi juga penting untuk menahan lantai dan membuatnya tidak runtuh saat terjadi gaya lateral atau gaya gempa. Pempatan dinding geser atau posisinya juga dapat berpengaruh terhadap ekonomisnya bangunan dan kekuatan bangunan itu sendiri.

Tujuan

1. Mampu menentukan dimensi balok dan kolom yang dapat menahan beban beban gempa yang bekerja sesuai peraturan di(SNI 03-2847-2013).
2. Mampu menentukan banyak tulangan yang diperlukan untuk merencanakan balok, kolom, dan dinding geser sesuai peraturan di(SNI 03-2847-2013).
3. Mampu menentukan perbandingan momen maksimum dan jumlah penulangan yang terjadi pada bangunan menggunakan sistem tunggal dan sistem ganda menggunakan gempa dinamik

Batasan Masalah

Batasan masalah yang ada dalam Perencanaan gedung Hotel Tanjung Benua adalah:

1. Perencanaan bangunan atas meliputi balok, kolom dan plat
2. Tidak memperhitungkan struktur sekunder
3. Analisis struktur
 - a. Metode perhitungan menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) dan dinding geser.

- b. Perhitungan beban gempa menggunakan metode analisis nonlinear *response spectrum dan time history*.
 - c. Perhitungan gaya dalam (N, D dan M) Memakai program komputer SAPv19.
 - d. Tidak mencakup bangunan pelengkap (*shaft* = terowongan sampah, dan penangkal petir)
4. Perencanaan ini tidak meninjau pada analisis biaya, manajemen konstruksi dan segi arsitektural.
- Diharapkan dengan adanya batasan masalah apa yang dijelaskan tidak menyimpang dari permasalahan yang ada.

2. KAJIAN LITERATUR

Sistem Rangka Pemikul Momen

Untuk merencanakan gedung bertingkat dapat menggunakan berbagai cara perhitungan, salah satunya adalah Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM). Sistem Rangka Pemikul Momen dibagi menjadi tiga yaitu Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa, Menengah dan Khusus. Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB) merupakan sistem rangka ruang dimana balok harus mempunyai paling sedikit dua batang tulangan longitudinal yang menerus sepanjang kedua muka atas dan bawah. Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) merupakan sistem rangka ruang dimana komponen-komponen strukturnya dapat menahan gaya-gaya yang bekerja melalui aksi lentur, geser dan aksial. Detail tulangan pada komponen struktur rangka harus memenuhi ketentuan SNI 2847:2013 pasal 21.3.4, yaitu bila beban aksial tekan terfaktor (P_u) pada komponen struktur tidak melebihi $A_g f'_c/10$. Bila P_u lebih besar dari $A_g f'_c/10$, detail tulangan kolom pada rangka tersebut harus memenuhi SNI 2847:2013 pasal 21.3.5. Bila konstruksi pelat dua arah tanpa balok membentuk sebagian dari sistem penahan gaya gempa, maka detail penulangan pada sembarang bentang yang menahan momen akibat pengaruh gempa (E) harus memenuhi SNI 2847:2013 pasal 21.3.6 tentang slab dua arah tanpa balok. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) pada dasarnya memiliki daktilitas penuh dan wajib digunakan di zona resiko gempa yang tinggi. Struktur ini harus direncanakan menggunakan sistem penahan beban lateral yang memenuhi sesuai persyaratan detailing yang khusus dan harus mengutamakan daktilitas penuh.

Struktur Beton Bertulang

Beton Bertulang merupakan gabungan antara dua jenis beton, yaitu beton polos yang memiliki kekuatan tekan yang tinggi tapi memiliki kekuatan tarik yang rendah dengan baja batangan yang ditanamkan di dalam beton sehingga beton dapat memberikan kekuatan tarik yang diperlukan. Kelebihan Beton Bertulang antara lain adalah, beton termasuk tahan aus dan tahan terhadap kebakaran, beton sangat kokoh dan kuat terhadap beban gempa bumi, getaran, maupun angin. Biaya pemeliharaannya pun termasuk murah dari pada bahan yang lainnya. Kekurangan dari beto bertulang antara lain adalah, beton mempunyai kekuatan tarik yang rendah, sehingga mudah retak. Oleh karena itu perlu di beri baja tulangan, atau tulangan kasa. Kontruksi beton itu sangat bert jika dipakai pada bangunan harus disediakan fondasi yang sangat kuat untuk menopangnya.

Dinding Geser

Dinding geser adalah dinding struktur yang digunakan untuk menahan geser, momen, dan gaya aksial. Dinding geser dikategorikan sebagai berikut :

- a. Dinding beton polos structural biasa
- b. Dinding structural beton bertulang biasa
- c. Dinding structural pracetak menengah
- d. Dinding structural khusus

Sistem Ganda

Sistem ganda adalah salah satu sistem struktur yang beban gravitasinya ditahan sepenuhnya oleh sistem rangka, sedangkan beban lateralnya ditahan bersama oleh sistem rangka dan dinding geser. Menurut SNI 03-1726-2013 sistem rangka minimal menahan 25 % dari beban lateral dan sisanya ditahan oleh dinding geser. Karena dinding geser dan sistem rangka dalam sistem ganda merupakan satu kesatuan struktur maka diharapkan keduanya dapat mengalami defleksi lateral yang sama atau setidaknya sistem rangka mampu mengikuti defleksi lateral yang terjadi.

METODE PENELITIAN

Pada bab ini akan dijelaskan tahap pengerjaan tugas akhir ini secara terperinci. Gedung ini terdiri dari 10 lantai yang akan dilakukan perencanaan ulang menggunakan Sistem Rangka dan Dinding Geser. Langkah pertama yaitu pengumpulan data berupa gambar eksisting struktur bangunan dll. Kemudian direncanakan preliminary desain dari struktur primer dan sekunder, analisa pembebanan di inputkan ke aplikasi SAP200v19 agar dapat hasilnya sehingga dapat merencanakan penulangan dan dapat dilakukan kontrol persyaratan. Setelah itu baru melakukan perbandingan antara gedung SRPM dan Dinding Geser dengan cara membuat tabel prosentase.

Data gedung yang akan direncanakan :

Fungsi Gedung	: Perhotelan
Jumlah Lantai	: 10 lantai
Lebar Bangunan	: 15 m
Panjang Vangunan	: 20 m
Tinggi Bangunan	: 36 m
Mutu Beton	: 25 Mpa
Mutu baja tulangan polos (f_y)	: 240 Mpa
Mutu baja tulangan puntir (f_y)	: 400 Mpa

Data tanah yang digunakan berupa SPT di Kota Denpasar

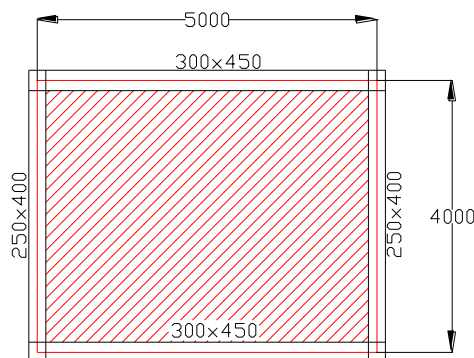
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Preliminary desain

Untuk perencanaan pelat dapat dilihat dibawah sebagai berikut :

Tebal Pelat	: 12 cm
Dimensi	: 500 x 400 cm

Berikut adalah gambar dari pelat

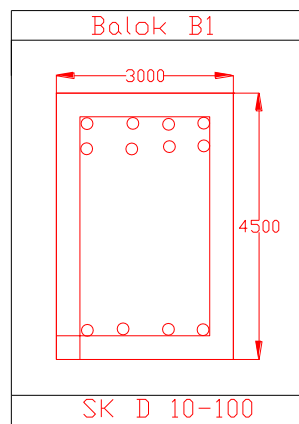


Gambar 1.1 Desain Pelat Lantai

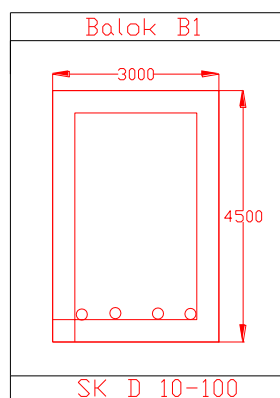
Sumber : BAB IV

Perencanaan Balok dan Kolom pada gedung ini menggunakan beberapa dimensi, berikut penjelasannya.

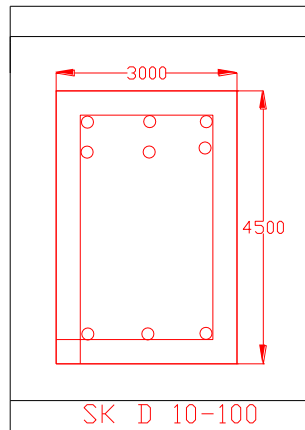
Dimensi Balok 1 : 25 x 40 cm
 Dimensi Balok 2 : 30 x 45 cm
 Dimensi Kolom : 80 x 80 cm
 Untuk Balok Gedung SRPM digunakan tulangan
 Tumpuan : untuk tulangan tarik menggunakan 8 D25 dan tulangan tekan menggunakan 4 D25
 Lapangan : Untuk lapangan hanya menggunakan tulangan tarik sebanyak 4 D25.
 Untuk Balok gedung Sistem ganda digunakan tulangan
 Tumpuan : untuk tulangan tarik menggunakan 6 D25 dan tulangan tekan menggunakan 3 D25
 Lapangan : Untuk lapangan hanya menggunakan tulangan tarik sebanyak 3 D25.
 Untuk Kolom memerlukan tulangan sebanyak 8 D25 dan menggunakan sengkang tertutup 3kaki D10-100 mm.
 Berikut gambar penulangan Balok



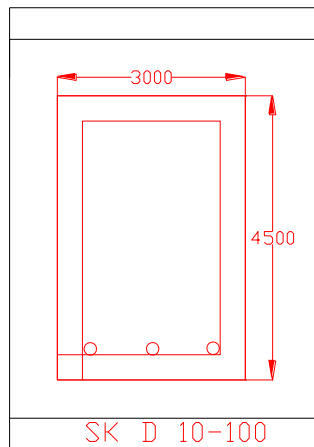
Gambar 1.2 Detail penulangan Balok Tumpuan Srpm
 Sumber : BAB IV



Gambar 1.3 Detail penulangan Balok Lapangan Srpm
 Sumber : BAB IV



Gambar 1.4 Detail penulangan Balok Tumpuan Sistem Ganda
Sumber : BAB IV



Gambar 1.5 Detail penulangan Balok Lapangan Sistem Ganda
Sumber : BAB IV

Pembebanan dan analisa Gempa

Data Respon Spectrum diperoleh dari untuk di daerah kota Denpasar sesuai dengan gedung ini akan dibangun. Respon Spektrum disusun berdasarkan percepatan maksimum dan respon spektra di permukaan tanah. Pada lokasi gedung tersebut, didapatkan bahwa kelas situs **SD (Tanah Sedang)**. Nilai parameter spektrum respons percepatan pada perioda pendek (SMS) dan periode 1 detik (SM1) berdasarkan SNI 03-1726-2013 harus disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs, yang ditentukan dengan perumusan, sebagai berikut:

Nilai $F_a = 1,112$

Nilai $F_v = 1,68$

$$\begin{aligned} S_{MS} &= F_a \times S_s \\ &= 1,112 \times 0,97 \\ &= 1,078 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_{M1} &= F_v \times S_1 \\ &= 1,68 \times 0,36 \end{aligned}$$

$$= 0,604 \text{ g}$$

Parameter percepatan spectral desain

$$\begin{aligned} SD_s &= \frac{2}{3} SM_s \\ &= \frac{2}{3} \times 1,078 \\ &= 0,71 \text{ g} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SD_1 &= \frac{2}{3} \times SM_1 \\ &= \frac{2}{3} \times 0,604 \\ &= 0,402 \text{ g} \end{aligned}$$

Penentuan Getaran Fundamental

Berdasarkan SNI 03-1726-2012 Pasal 6.4. Periode getar fundamental struktur dihitung menggunakan rumus, sebagai berikut:

$$\begin{aligned} T_0 &= 0,2 \times \frac{SD_1}{SD_s} \\ &= 0,2 \times \frac{0,402}{0,71} \\ &= 0,113 \text{ s} \\ T_s &= \frac{SD_1}{SD_s} = \frac{0,402}{0,71} = 0,56 \text{ s} \end{aligned}$$

Tabel 1.1 Data Respon Spectrum Daerah Kota Denpasar

Tanah Sedang	
Variabel	Nilai
PGA (g)	0.441
SS(g)	0.977
S1 (g)	0.36
CRS	1.053
CR1	0.952
FGVA	1
FA	1.009
FV	1.44
PSA (g)	0.441
SMS (g)	0.986
SM1 (g)	0.518
SDS (g)	0.657
SD1 (g)	0.345
T0 (s)	0.105
TS (s)	0.525

Sumber : BAB IV

4. Kesimpulan

Dari rentetan panjang perhitungan dan analisa perencanaan yang telah dilalui, maka dapat disimpulkan beberapa hal berikut:

1. Dimensi Struktur Primer dan Sekunder

Struktur primer

 - a. Balok

Bangunan ini menggunakan 2 balok induk yaitu :

 $B1 = 25 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$
 $B2 = 30 \text{ cm} \times 45 \text{ cm}$
 - b. Kolom

Bangunan ini menggunakan 1 kolom dari lantai 1 sampai 10

 $K1 = 80 \text{ cm} \times 80 \text{ cm}$

Struktur Sekunder

 - a. Pelat

Untuk lantai 1 sampai 9 menggunakan pelat dengan ketebalan 12 cm. untuk pelat atap menggunakan ketebalan 10 cm
 - b. Dinding geser

Untuk lantai 1 sampai 10 menggunakan dinding geser dengan ketebalan 40 cm
2. Penulangan Balok, Kolom dan Dinding Geser
 - a. Balok
 - SRPM

Untuk yang tumpuan tulangan tarik yang diperlukan adalah 8 dengan diameter 25 mm (8D25) dan untuk tulangan tekan yang diperlukan adalah 4 dengan diameter 25 mm (4D25). Untuk yang lapangan dip erlukan tulangan tunggal dengan jumlah 4 diameter 25 mm (4D25)
 - SRPM dan DINDING GESER

Untuk yang tumpuan tulangan tarik yang diperlukan adalah 6 dengan diameter 25 mm (6D25) dan untuk tulangan tekan yang diperlukan adalah 3 dengan diameter 25 mm (3D25). Untuk yang lapangan dip erlukan tulangan tunggal dengan jumlah 3 diameter 25 mm (3D25)
 - b. Kolom

Untuk kolom diperlukan tulangan dengan jumlah 8 diameter 25 mm dan 3 kaki diameter 10.
 - c. Dinding Geser

Untuk dinding geser diperlukan tulangan 2 lapis D16-250
3. Berdasarkan perhitungan struktur, analisa kekakuan pada Sistem Rangka Pemikul Momen dan Sistem ganda, dapat disimpulkan dibawah ini:

- a. Dihitung berdasarkan **Joint Reaction**

Tabel 1.2 Perbandingan *Joint Reaction* SRPM dan Sistem Ganda

No	Distribusi gempa	SRPMK		Sistem Ganda			
		Kolom		Kolom		ShearWall	
		Arah X	Arah Y	Arah X	Arah Y	Arah X	Arah Y
1	Gempa RSX	2993959	124697,2	512435,3	18000,26	245781,1	187326,8
2	Gempa RSY	192136,9	329566,7	316694,9	52981,54	195185,5	155798,4

Berdasarkan tabel diatas dapat dijelaskan bahwa *joint reaction* yang terjadi pada perencanaan *Shearwall* dengan sistem ganda gempa RSX berkurang 35 % terhadap arah x dan bertambah 83 % terhadap arah y,

sedangkan pada gempa RSY berkurang 25 % terhadap arah x dan bertambah 50 % terhadap arah y.

- b. Dilihat Berdasarkan **Base Reaction**

Tabel 1.3 Prosentase Perbandingan *Base Reaction* SRPM dan Sistem Ganda (Output SAP)

No	Arah Gempa	Sistem Struktur			
		SRPM	Sistem Ganda	SRPM	Sistem Ganda
		(kg)	(kg)	(%)	(%)
1	Gempa RSX	253215,8	449633,6	36,03	63,97
2	Gempa RSY	265551,1	449667,2	37,13	62,87

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa nilai *Base Reaction* yang ditimbulkan pada perencanaan ulang dengan SRPM berkurang sebesar 27,94% pada gempa RSX dan 25,74% pada gempa RSY.

- c. Dilihat Berdasarkan **Simpangan**

Tabel 1.4 Prosentase Perbandingan Simpangan SRPM dan Sistem Ganda

No	Sumbu	Lantai	SRPM	Sistem Ganda	SRPM	Sistem Ganda
			(mm)	(mm)	(%)	(%)
1	SumbuX	Lantai 10	14,79	14,12	51,16	48,84
2	Sumbu Y	Lantai 10	9,33	35,21	20,95	79,05

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa simpangan yang terjadi pada perencanaan Sistem Ganda berkurang sebesar 2,32 % terhadap sumbu Y pada lantai 10 dan bertambah 58,1 % terhadap sumbu Y pada lantai 10.

- d. Dilihat Berdasarkan Analisa Perhitungan Penulangan Struktur

Tabel 1.5 Prosentase Perbandingan Momen Lentur pada Balok SRPM dan Sistem Ganda

No	Sistem struktur	Momen Lentur		Jumlah	
		Tumpuan	Lapangan		
		(Nmm)	(Nmm)	(Nmm)	(%)
1	SRPM	445175407	149596742	594772149	63,26
2	Sistem ganda	218269299.5	127122693.8	345391993.3	36,74

Tabel 1.6 Prosentase Perbandingan Tulangan Lentur pada Balok SRPM dan Sistem Ganda

No	Sistem Struktur	Tulangan Lentur			Jumlah	
		Tumpuan		Lapangan		
		Tarik	Tekan	tarik	(Buah)	(%)
1	SRPM	8 D25	4 D25	4 D25	16 D25	57.14
2	Sistem Ganda	6 D25	3 D25	3 D25	12 D25	42.86

Berdasarkan tabel diatas dapat disimpulkan bahwa momen lentur yang terjadi pada perencanaan Sistem Ganda berkurang sebanyak 26,52 % dan pada tulangan lentur berkurang sebanyak 14,28 %.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Andriyulianto, Bangkit. 2012. *Perencanaan Struktur Gedung Hotel Fave Solo Terbaru*. Jurnal Tugas Akhir. Semarang: Teknik Sipil-UNDIP
- Departemen Pekerjaan Umum. 1983. *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG 1983)*. Bandung. Ditjen Cipta Karya Direktorat Masalah Bangunan.
- Kurnianto, Doddy Herman. 2014. *Evaluasi Retak Struktur Gedung*. Jurnal Tugas Akhir. Ngawi: Fakultas Teknik-Universitas Soerjo.
- Panitia Teknik Kontruksi dan Bangunan. 2013. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. Jakarta. Badan Standardisasi Nasional (BSN).
- Panitia Teknik Kontruksi dan Bangunan. 2013. *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta. Badan Standardisasi Nasional (BSN).
- Panitia Teknik Kontruksi dan Bangunan. 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta. Badan Standardisasi Nasional (BSN).