

ANALISIS PERILAKU STRUKTUR GEDUNG 15 LANTAI DENGAN PENGAKU DINDING GESER (SHEAR WALL) TIPE SIDE WALL | TERHADAP BEBAN GEMPA RENCANA BERDASARKAN SNI GEMPA 1726:2012

Muhammad Ramdhan Subaga¹, Hendra Garnida², Muhamad Ryanto³
^{1,2,3} Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sangga Buana

²korespondensi : mryanto@yahoo.com

ABSTRAK

Pada penelitian ini akan dilakukan analisa perbandingan perilaku struktur pada pada gedung 15 lantai dengan sistem penahan gaya seismik pertama menggunakan struktur SRPMK dan sistem penahan gaya seismik kedua menggunakan struktur sistem ganda (SDSK). Dengan fungsi gedung sebagai hotel dan terletak di Bandung sehingga tergolong kategori II dan termasuk kelas situs tanah sedang. Analisa dan pemodelan dilakukan menggunakan perangkat lunak ETABS V9.5.0 dengan metode analisa yang di gunakan adalah respon spektra mengikuti persyaratan gempa SNI 1726 : 2012. Dimana dinding geser yang digunakan adalah tipe Side Wall berbentuk I yang diletakan di tengah muka keliling bangunan, analisa yang dilakukan untuk mengetahui perbandingan prilaku struktur yang meliputi periode, berat bangunan, gaya geser seismik, simpangan antar lantai dan P-Delta. Setelah ditambahkan dinding geser periode struktur terlalu kaku sehingga dilakukan optimasi pada bangunan agar mendapat nilai periode struktur yang diharapkan serta perilaku strukur lebih. didapat hasil perbedaan pada perilaku strukturnya sebagai berikut periode gedung SRPMK $T=3.332$ detik dan SDSK $T=2.987$ detik dengan nilai penurunan sebesar 10%. Dengan optimasi terjadi penurunan berat bangunan sebesar 10% dan penurunan pada defleksi maksimal sebesar 20% pada arah X dan 10% pada arah dengan sistem struktur dinding geser dan terjadi penurunan efek P-Delta sebesar 25% pada arah X dan 20% pada arah Y. Sehingga penggunaan dinding geser tipe Side Wall pada bangunan gedung 15 lantai sangat efektif menyerap gaya lateral dan memiliki nilai ekonomis dari segi penggunaan penampang struktur, karena penampang induk yang di gunakan dapat lebih kecil dari bangunan tanpa dinding geser.

Kata Kunci: Dinding Geser , SRPMK, SDSK, dan Prilaku Struktur.

ABSTRACT

In this study, a comparative analysis of the behavior of the structure in a 15-story building will be carried out with the first seismic force resisting system using the SRPMK structure and the second seismic force resisting system using a dual system structure (SDSK). With the function of the building as a hotel and located in Bandung, so it is classified as category II and belongs to the medium land site class. Analysis and modeling was carried out using ETABS V9.5.0 software with the analytical method used was response spectra following the requirements of the SNI 1726: 2012 earthquake. to determine the comparison of the behavior of the structure which includes the period, building weight, seismic shear forces, drift between floors and P-Delta. After adding the shear wall, the period of the structure is too rigid, so optimization is carried out on the building in order to get the expected value of the structure period and the behavior of the more structure. the results of the differences in the behavior of the structure are as follows: the period of the building is SRPMK $T=3.332$ seconds and SDSK $T=2.987$ seconds with a decrease of 10%. With optimization there is a decrease in building weight by 10% and a decrease in maximum deflection of 20% in the X direction and 10% in the direction of the shear wall structural system and a decrease in the P-Delta effect of 25% in the X direction and 20% in the Y direction. So that the use of Side Wall type shear walls in 15-story buildings is very effective in absorbing lateral forces and has economic value in terms of the use of cross-sectional structures, because the main cross-section used can be smaller than buildings without shear walls.

Keywords: Shear Wall, SRPMK, SDSK, and Structural Behavior

PENDAHULUAN

Seiringnya jaman lahan di perkotaan Indonesia mulai menyempit sehingga mengharuskan banyak bangunan gedung berdiri *vertical*.

Dengan letak Indonesia berada di daerah pertemuan empat lempeng tektonik utama yaitu lempeng Eurasia, Indo – Australia, Pasifik dan Filipina, akibat adanya pergerakan lempeng maka sering terjadinya gempa bumi di wilayah Indonesia.

Maka untuk mengurangi guncangan pada sebuah bangunan gedung digunakan sistem pengaku yaitu Shear wall atau Dinding Geser. Yang memiliki fungsi kekuatan untuk meredam gaya lateral yang di akibatkan oleh gempa. Dan untuk desain bangunan bertingkat banyak tahan gempa perlunya penyesuaian dengan SNI 1726 : 2012, karena bangunan bertingkat banyak sering melewati batas standar yang sudah di tentukan.

Berdasarkan latar belakang yang telah di jelaskan, maka tujuan dari analisa ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh penambahan *Shear Wall* pada bangunan gedung bertingkat banyak.
2. Mengetahui kelebihan dan kekurangan *Shear Wall* tipe *Side Wall*.
3. Mengetahui analisa penyesuaian faktor skala gempa dengan SNI 1726:2012.

TINJAUAN PUSTAKA

Bangunan Gedung

Bangunan gedung merupakan wujud fisik hasil dari pekerjaan kontruksi seperti pondasi, kolom, balok, tembok yang menyatu dengan tempat kedudukannya di dalam atau di atas

tanah, dan memiliki penutup atau tidak berupa atap [1].

Jenis Bangunan Gedung dari Tinggi

Bangunan bertingkat dibagi menjadi dua berdasarkan ketinggian gedung dan spesifikasi dan syarat-syarat [2] :

1. *Low rise building* (1-3 lantai atau ketinggian kurang 10 m)
2. *Medium rise Building* (3-6 lantai atau ketinggian kurang dari 20 m)
3. *High rise building* (6 lantai atau lebih 20 m)

Sistem Struktur Beton Bertulang Penahan Gaya Seismik

Sistem struktur Penahan Gaya Seismik secara umum dapat dibedakan atas tiga Sistem Rangka [3].

Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM)

Portal merupakan struktur rangka utama terdiri atas komponen balok dan kolom yang saling bertemu pada titik simpul (*Joint*) yang berfungsi sebagai penahan beban dari gedung [4]. Sistem ini terbagi menjadi 3 jenis, yaitu :

1. Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB)
2. Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM)
3. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

Sistem Dinding Struktural (SDS)

Sistem dinding struktural merupakan sebuah dinding kaku yang ikut menumpu beban

sebuah bangunan [5]. Sistem ini terbagi menjadi 2 jenis, yaitu :

1. Sistem Dinding Struktural Biasa (SDSB)
2. Sistem Dinding Struktural Khusus (SDSK)

Sistem Ganda (gabungan SRPM dan SDS)

Sistem ganda merupakan penggabungan antara Sistem Rangka Pemikul Momen dan Sistem Dinding Struktural.

Perencanaan Bangunan Tahan Gempa

Perencanaan suatu struktur gedung pada daerah gempa haruslah memenuhi syarat dan ketentuan perencanaan gedung tahan gempa, yaitu [5]:

1. Pada saat gempa bumi kecil bangunan tidak mengalami kerusakan.
2. Pada saat gempa bumi sedang bangunan tidak mengalami kerusakan pada struktur utama.
3. Pada saat gempa bumi kuat bagian struktur bangunan utama mengalami kerusakan tetapi tidak mengalami keruntuhan.

Perencanaan Struktur Gedung Terhadap Gempa .

Pada SNI 1726 : 2012 pembagian wilayah gempa di Indonesia tidak dibagi menjadi 6 zona lagi melainkan diberikannya peta – peta gerak tanah seismik dan koefisien resiko dari gempa maksimum yang dipertimbangkan.

Perencanaan Pembebanan bangunan Gedung

Didalam SNI 1727 : 2013. Beban yang harus diperhitungkan di sebuah struktur adalah sebagai berikut :

1. Beban mati (*dead load / DL*)
Beban mati merupakan berat sebuah material yang didirikan tetap.
2. Beban hidup (*live load / LL*)
Beban hidup merupakan berat suatu hunian yang bersifat tidak permanen.
3. Beban Gempa (*earthquake load / EL*)
Beban gempa di akibatkan dari pergerakan tanah dan gempa bumi.
4. Beban kombinasi
Beban kombinasi gabungan dari beban beban yang bekerja yang dikalikan faktor keamanan.

Dimensi Penampang Struktur

Sebuah tahapan awal dalam perencanaan bangunan struktur, dimensi awal dari masing-masing elemen Struktur ditentukan berdasarkan SNI 2847 : 2013.

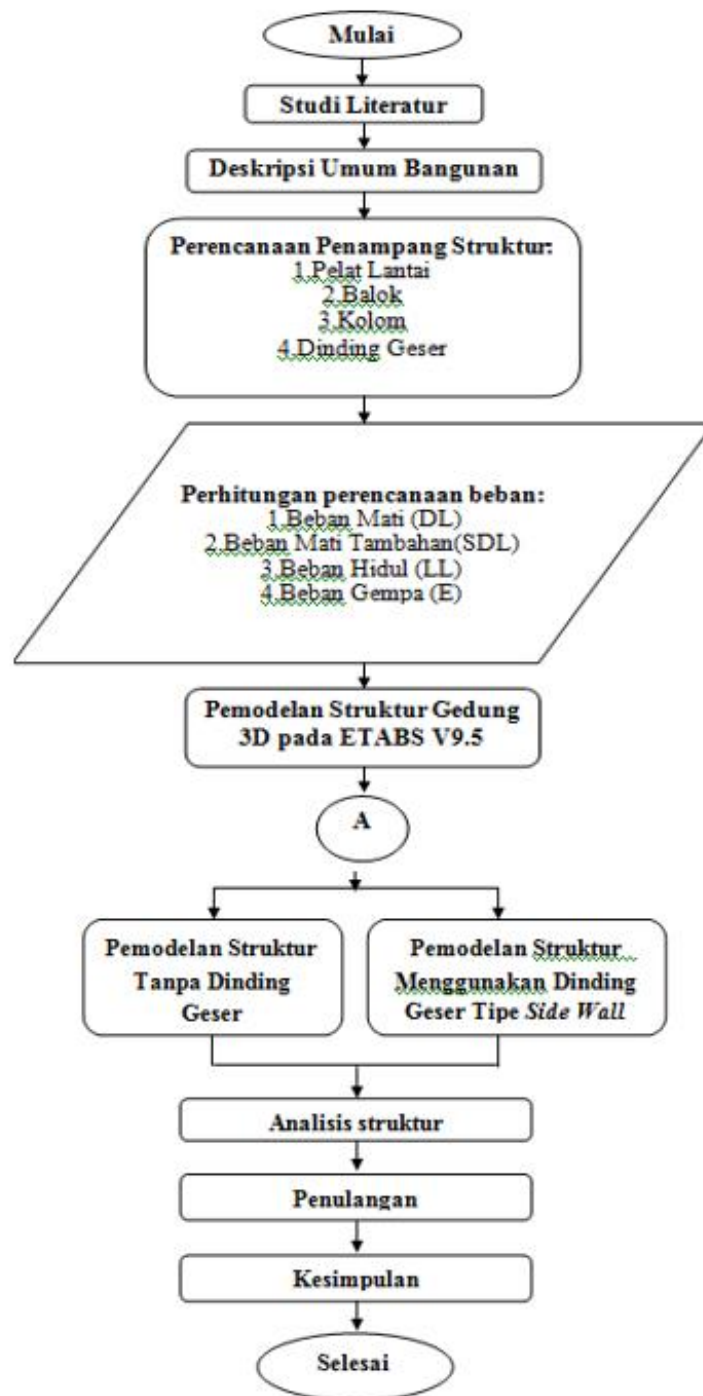
Dinding Geser (*Shear Wall*)

Dinding Geser adalah elemen struktur benbentuk seperti dinding beton bertulang yang memiliki fungsi untuk menahan gaya geser secara *horizontal*, meredam gaya lateral dan gaya aksial yang di akibatkan gempa pada gedung bertingkat banyak.

Berdasarkan SNI 2847 : 2013 pasal 14.5.3.1, tebal minimum dinding geser (*td*) tidak boleh kurang dari 100 mm [6].

METODE PENELITIAN

Diagram Alir (*flow chart*)



Gambar 1 : Bagan Alir Penelitian

Analisis ini meliputi perbandingan pengaruh dinding geser pada struktur bangunan dalam menahan beban lateral.

Deskripsi Gedung

Gedung bertingkat 15 lantai ini merupakan Struktur Gedung yang dipergunakan sebagai

gedung hotel. Yang akan dimodelkan dengan 2 sistem yaitu Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM) dan Sistem Dinding Struktur (SDS). menggunakan struktur gedung sebagai berikut :

1. Struktur atasnya 15 lantai, tinggi lantai dasar 5 m dan lantai berikutnya 4 m.
2. Tidak Memiliki Struktur bawah seperti basement.
3. Tinggi total Gedung 61 m (dari ground floor).
4. Luas dimensi lantai 25 x 35 m.

Dengan tinjauan lokasi bertempat di Jalan PHH.Mustopa No.68, Kota.

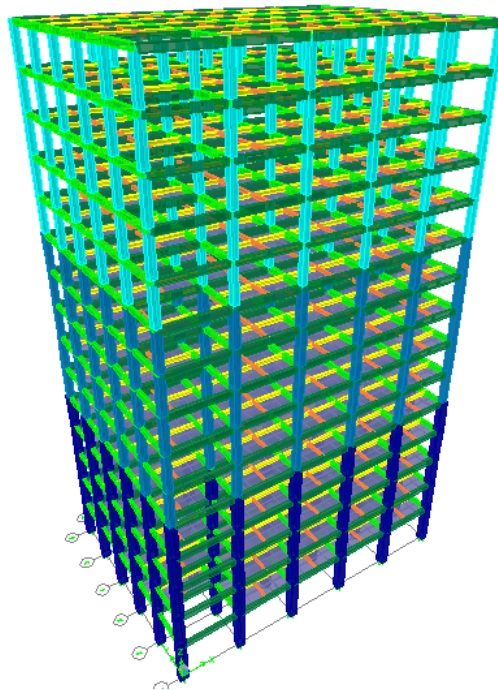
Kriteria Desain

Struktur Gedung 15 lantai ini memiliki spesifikasi sebagai berikut :

1. Material Struktur : Beton Bertulang
2. Sistem Struktur Atas : Rangka Pemikul Momen Khusus dan Sistem Dinding Struktur
3. Faktor keutamaan Gempa : Rangka Pemikul Momen Khusus dan Sistem Dinding Struktur

Dengan Material yang digunakan :

1. Beton : 35 Mpa
2. Baja : 240 Mpa



Gambar 2 : Tampak 3D desain Gedung 15 Lantai

Analisis Struktur

Periode Struktur

Pada mode 1 dan 2 struktur tidak diijinkan untuk torsi, pada mode 3 struktur diijinkan torsi. partisipasi massa ragam terkombinasi arah X dan Y harus mencapai 90 %.

Gaya geser dasar seismic

Gaya geser pada struktur dapat diperoleh langsung dari ETABS [7].

Simpangan antar lantai

Persamaan simpangan inelastis seperti berikut:

$$\delta = \frac{C_d \delta_e}{I_e} \dots\dots\dots (1) \quad \Delta_a = 0,020 h_s \dots\dots\dots (2)$$

Tabel 1 : Drift (simpangan antar lantai) izin

Struktur	Kategori Risiko		
	I atau II	III	IV
Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar langit tingkat.	0,025	0,020	0,015
Struktur dinding geser kantilever batu bata	0,010	0,010	0,010
Struktur dinding geser batu bata lainnya	0,007	0,007	0,007
Semua struktur lainnya	0,020	0,015	0,010

Sumber : SNI 1726 : 2012

Efek P-delta

Pengaruh P-delta pada geser dan momen tingkat dapat menggunakan persamaan berikut:

$$\theta = \frac{P_x \Delta_e}{V_x h_{sx} C_d} \dots\dots\dots (3)$$

$$\delta = \frac{L}{240} \text{ mm}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dimensi Penampang Struktur

Perbandingan Penampang

Hasil perhitungan dimensi struktur :

Pengecekan Lendutan Maksimal

Berdasarkan persyaratan yang diajukan oleh SNI 2847-2013, batasan izin lendutan pada balok beton sebagai berikut:

Tabel 2 : Perbandingan Dimensi Struktur

Nama		Model Struktur		
Penampang	Tipe	SR PMK (cm)	SDSK Sebelum Optimasi (cm)	SDSK Setelah Optimasi (cm)
Pelat	PL	13	13	12.5
Balok	B1	30/65	30/65	30/55
	B2	30/55	30/55	30/50
	Ba1	20/35	20/35	20/35
	Ba2	20/30	20/30	20/30
Kolom	K1	80/80	80/80	65/65
	K2	70/70	70/70	55/55
	K3	60/60	60/60	45/45
Dinding Geser	SW	-	20	20

Dari tabel tersebut didapat penurunan luasan pada penampang kolom sebesar 20%

sedangkan pada penampang balok sebesar 15% dan pada plat lantai sebesar 5%.

Perencanaan Pembebanan

Beban Mati

Pada beban mati mengikuti berat SNI sebagai berikut :

Tabel 3 : Beban Total DL

No	Pembebana DL	
	Nama Elemen	Berat (kN / m ²)
1	Kolom K1 (80/80)	61.44
2	Kolom K2 (70/70)	47.04
3	Kolom K1 (60/60)	34.56
4	Balok Induk (65/30)	32.76
5	Balok Induk (50/30)	19.800
6	Balok Anak (35/20)	11.76
7	Balok Anak (30/20)	7.200
8	Plat (T = 13 cm)	109.200

Tabel 4 : Beban Total SDL

No	Pembebanan DL	
	Lantai	Berat (kN/m ²)
1	Lantai 1 – 14	58.02
2	Lantai 15	42.97

Beban Hidup

Pada beban hidup mengikuti tabel SNI :

Tabel 5 : Beban Total LL

No	Pembebanan LL	
	Nama Beban	Berat (kN/m ²)
1	Hotel	2.5
2	Toren	1.0
3	Roof	1
4	Koridor	3
5	Gondola	9.8
6	Lift	4.15

Beban Gempa

Hasil perhitungan beban gempa dapat di lihat pada tabel dibawah:

Tabel 6 : Resume Parameter

Parameter		Nilai
Kategori Risiko		II
Faktor Keutamaan	l_E	1
Spektral Percepatan Terpetak	S_s	1.435
	S_l	0.491
Kelas Situs		SD
Koefisien Situs	F_a	1
	F_v	1.6
Spektral Respons Percepatan	S_{ds}	0.956
	S_{dl}	0.523
Kategori Desain Seismik	k_{ds}	D

Tabel 7 : Resume Parameter Gempa SRPMK

Sistem Lateral	SRPMK	
Koefisien Modifikasi Resnpons	R	8
	Ω_o	3.5
	Cd	5.5
Periode Struktur	T_x	2.91
	T_y	3.33
	C_u, T_a	2.63
Koefisien Respons Seismik		
Csmax	$S_{ds} / (R / l_e)$	0.12
Cshitung	$S_{dl} / (T_a * (R / l_e))$	0.025
Csmin	$0.44 * S_{ds} * l_e$	0.042
Cs(Pakai)		0.042
Berat Seismik	$W (kN)$	154363
Geser Dasar Terhitung Pada Mode	V_x	2806
	V_y	2470
Skala Faktor Yang Digunakan	V_x	2.45
	V_y	2.8

Tabel 8 : Resume Parameter Gempa Ganda

Sistem Lateral	Sistem Ganda	
Koefisien Modifikasi Resnpons	R	7
	Ω_o	2.5
	Cd	5.5
Periode Struktur	T_x	2.28
	T_y	2.64
	C_u, T_a	1.49
Koefisien Resnpons Seismik		
Csmax	$S_{ds} / (R / l_e)$	0.13
Cshitung	$S_{dl} / (T_a * (R / l_e))$	0.050
Csmin	$0.44 * S_{ds} * l_e$	0.042
Cs(Pakai)		0.050
Berat Seismik	$W (kN)$	144338
Geser Dasar Terhitung Pada Mode	V_x	6183
	V_y	6204
Skala Faktor Yang Digunakan	V_x	1.861
	V_y	2.111

Beban Kombinasi

Kombinasi yang digunakan pada pemodelan dan analisis sebagai berikut :

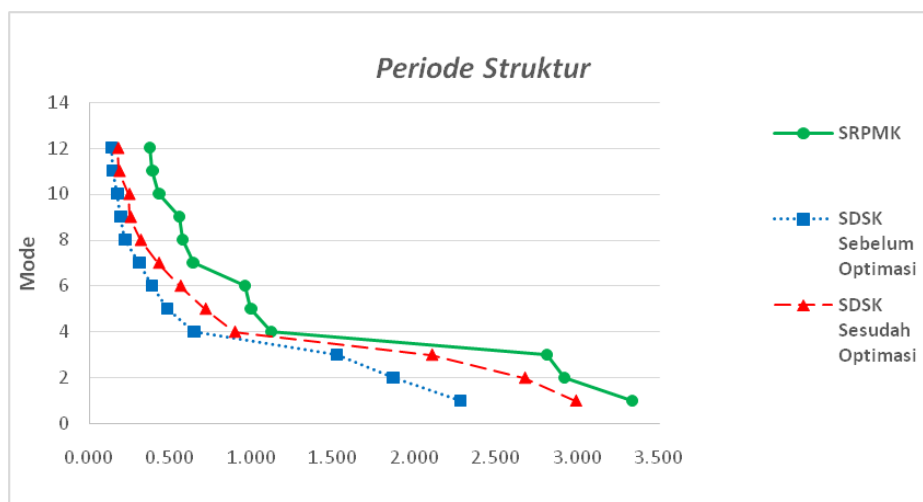
Tabel 9 : Kombinasi Pembebanan

Combination	DL	SDL	LL	LR	EX	EY
uls10	1.4	1.4				
uls20	1.2	1.2	1.6	0.5		
uls30	1.2	1.2	1	1.6		
uls40	1.2	1.2	1	0.5		
uls51	1.391	1.391	1		1	0.3
uls52	1.391	1.391	1		1	-0.3
uls53	1.391	1.391	1		-1	0.3
uls54	1.391	1.391	1		-1	-0.3
uls55	1.391	1.391	1		0.3	1
uls56	1.391	1.391	1		0.3	-1
uls57	1.391	1.391	1		-0.3	1
uls58	1.391	1.391	1		-0.3	-1
uls61	0.709	0.709			1	0.3
uls62	0.709	0.709			1	-0.3
uls63	0.709	0.709			-1	0.3
uls64	0.709	0.709			-1	-0.3
uls65	0.709	0.709			0.3	1
uls66	0.709	0.709			0.3	-1
uls67	0.709	0.709			-0.3	1
uls68	0.709	0.709			-0.3	-1

Analisis Struktur

Periode Struktur

Nilai Periode struktur yang di dapat dari ETABS dapar dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 : Periode Struktur *Output* ETABS

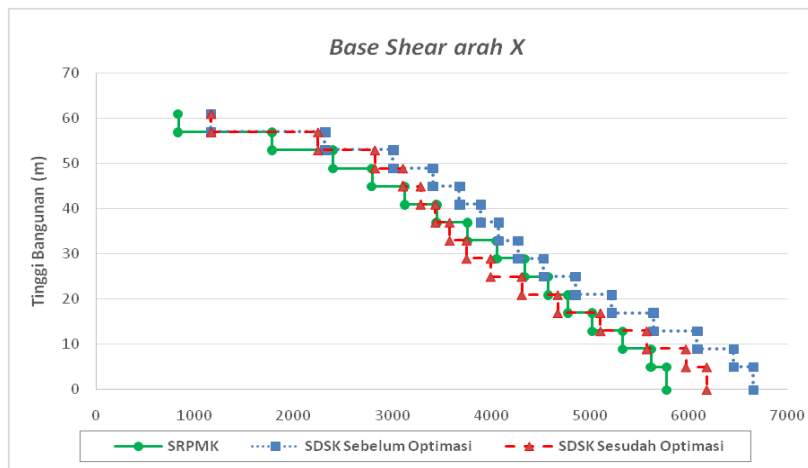
Dari diagram periode sistem ganda setelah dioptimasi didekatkan dengan SRPMK agar tidak terlalu kaku.

Tabel 10 : Partisi massa ragam

Case	Type	Accel	SRPMK		Sistem Ganda	
			Static (%)	Dynamic (%)	Static (%)	Dynamic (%)
Modal	Accel	UX	99.99	95.44	99.96	94.01
Modal	Accel	UY	99.99	96.84	99.96	95.74
Modal	Accel	UZ	0	0	0	0

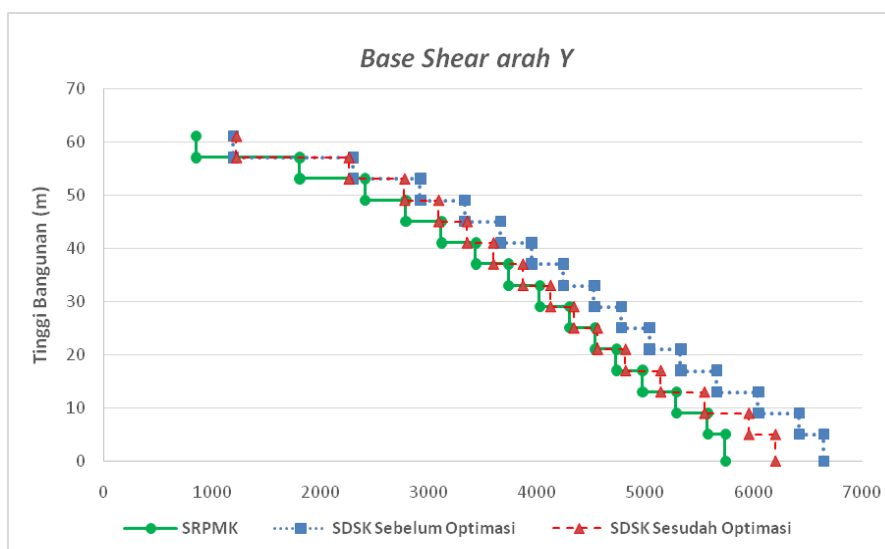
Dari tabel di atas seluruh partisi massa ragam dapat memenuhi batas minimum 90%.

4.1.1 Gaya Geser seismik



Gambar 4 : Perbandingan Gaya Geser Struktur Output ETABS arah X

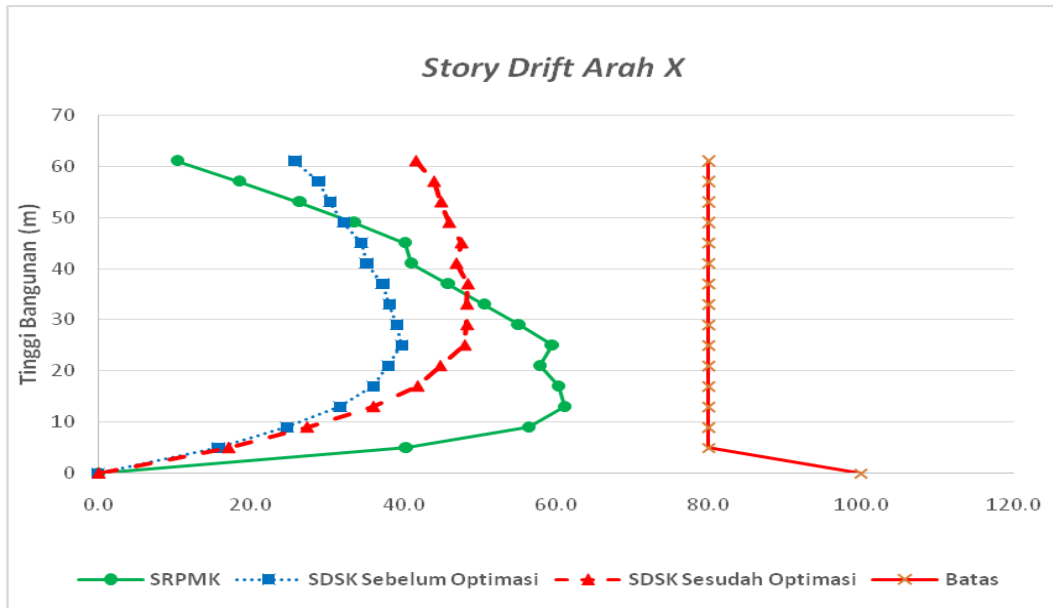
Didapat kenaikan pada arah X sebesar 6,5%.



Gambar 5 : Perbandingan Gaya Geser Struktur Output ETABS arah Y

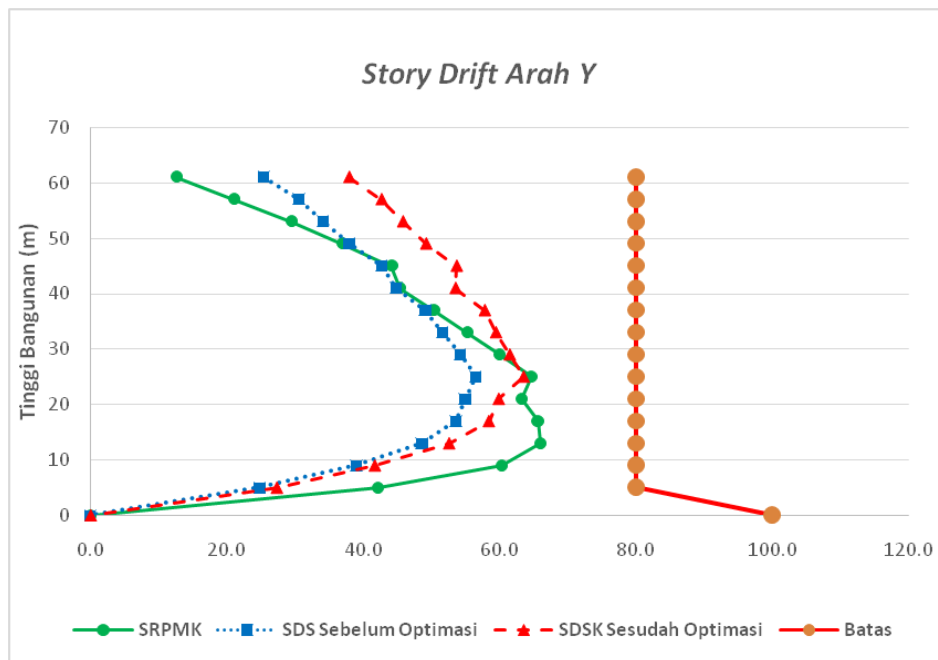
Didapat kenaikan pada arah Y sebesar 7.5%.

Simpangan Antar Lantai



Gambar 6 : Perbandingan *Drift* pada struktur arah E_x

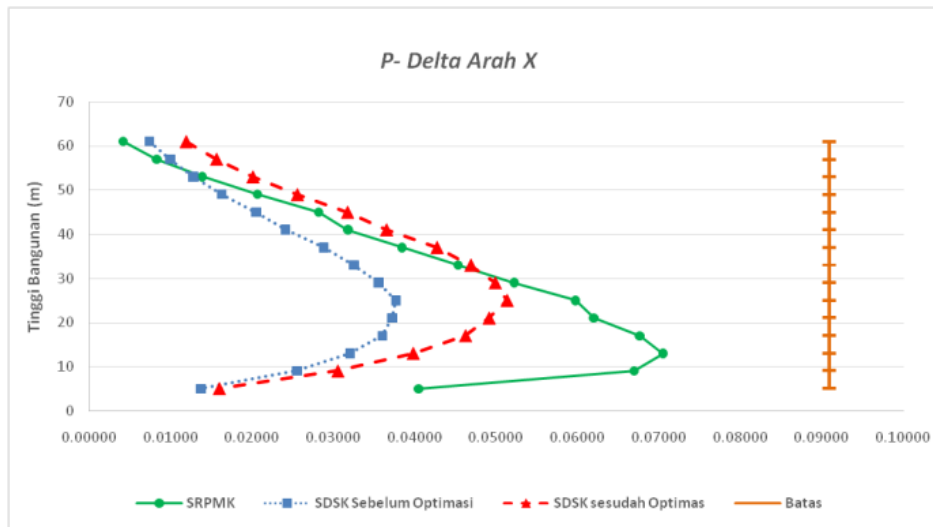
Untuk arah X didapat penurunan defleksi sebesar 20%.



Gambar 7 : Perbandingan *Drift* pada struktur arah E_y

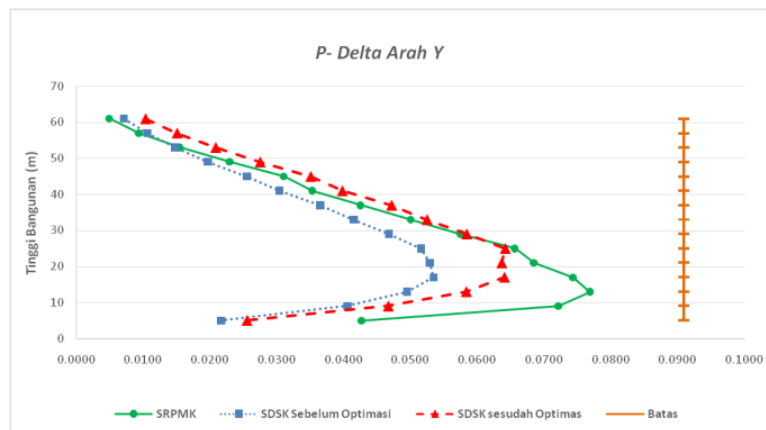
Untuk arah Y didapat penurunan defleksi sebesar 10%.

Efek P-Delta



Gambar 8 : P-Delta pada struktur arah E_x

pada arah X mengalami penurunan sebesar 25%



Gambar 9 : P-Delta pada struktur arah E_y

pada arah Y mengalami penurunan sebesar 20%.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan analisis pada struktur gedung 15 lantai yang menggunakan dinding geser dan tanpa menggunakan dinding geser yang telah mengikuti peraturan SNI 1726 : 2012 didapat beberapa kesimpulan :

1. Pemodelan dilakukan dengan bantuan *software* ETABS V9.5.0 hasil perhitungan awal pada *preliminary design* pada penampang dapat dipergunakan kecuali

satu penampang balok bentang 5 m dengan tipe B2.

2. Metode gempa yang digunakan respon spektra dan data yang didapat dari puskim, fungsi bangunan sebagai hotel kategori resiko = II, faktor keutamaan gempa = 1, parameter percepatan spektra desain $S_{ds} = 0.957$ dan $S_{d1} = 0.524$ didapatlah kategori desain seismik $R = 8$, $C_d = 5.5$ dan $\Omega_0 = 3$

pada gedung SRPMK dan kategori desain seismik $R = 7$, $C_d = 5.5$ dan $\Omega_0 = 2.5$ pada gedung SDSK. Dimana telah mengikuti persyaratan gempa SNI 1726 : 2012.

3. Dinding geser tipe *Side Wall* yang diletakan di tengah keliling bangunan sangat efektif untuk menahan gaya lateral dan tidak bergerak rotasi (*Torsi*) karena penampang yang di letakan pada gedung stabil dan dapat mengecilkan penampang kolom, balok dan pelat lantai. Tipe *side wall* juga dapat menurunkan simpangan antar lantai sebesar 20% pada defleksi maksimalnya.
4. Hasil perbandingan perilaku gedung SRPMK dan gedung SDSK nilai periode yang dihasilkan gedung SRPMK = 3.332 detik dan gedung SDSK = 2.278 detik sebelum di optimasi, maka dilakukan optimasi pada seluruh penampang dan dilakukannya *trial and error* untuk mencari hasil yang ekonomis, maka periode setelah optimasi = 2.987 detik dan tetap memenuhi batas ijin.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. N. Sari and Triwuryanto, "Kajian Pemeliharaan Dan Perawatan Bangunan Gedung Sesuai Dengan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No .," *Pros. CEEDRiMS*, no. 24, 2021.
- [2] N. W. M. Lamia, R. E. Pandaleke, and B. D. Handono, "Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang Dengan Denah Bangunan Berbentuk 'L,'" *J. Sipil Statik*, vol. 8, no. 4, 2020.
- [3] D. A. Sitorus and W. Dewobroto, "STUDI PERBANDINGAN PERENCANAAN BANGUNAN BAJA SISTEM SPECIAL MOMENT FRAMES DAN SPECIAL PLATE SHEAR WALLS," *J. Muara Sains, Teknol. Kedokt. dan Ilmu Kesehatan.*, vol. 2, no. 2, 2019, doi: 10.24912/jmstik.v2i2.1490.
- [4] H. Wijayana, E. Susanti, and Y. Septiarsilia, "Studi Perbandingan Letak Shear Wall terhadap Perilaku Struktur dengan menggunakan SNI 1726 : 2019 dan SNI 2847 : 2019," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap. VIII*, 2020.
- [5] F. Fauzan, Z. Zaidir, D. P. Nengsi, and I. Miswar, "ANALISA PENGARUH DINDING GESER PADA STRUKTUR BANGUNAN HOTEL BUMI MINANG AKIBAT BEBAN GEMPA," *J. Rekayasa Sipil*, vol. 6, no. 1, 2010, doi: 10.25077/jrs.6.1.1-10.2010.
- [6] T. Widorini, N. H. Crista, and B. Purnijanto, "Analisis Dinding Geser pada Desain Bangunan Gedung Bertingkat yang Tidak Beraturan," *Teknika*, vol. 16, no. 1, 2021, doi: 10.26623/teknika.v16i1.2660.
- [7] N. R. Afandi, "Evaluasi Kinerja Seismik Struktur Beton Dengan Analisis Pushover Menggunakan Program SAP 2000," *Univ. Sebel. Maret*, 2010.