

ALTERNATIF DESAIN DAN PERHITUNGAN STRUKTUR BETON BERTULANG MENGGUNAKAN *SHEARWALL*

Alfry Dimaswara¹, Elvira², Erwin Sutandar³

¹. Mahasiswa Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura,

^{2,3}. Dosen Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura, Pontianak

Abstrak

Perencanaan struktur bangunan gedung tahan gempa sangat penting di Indonesia, mengingat Indonesia terletak pada ring of fire yang berarti tingkat terjadinya gempa bumi sangat tinggi. Dengan kondisi geografis Indonesia yang seperti ini, maka diperlukan solusi untuk mengatasi permasalahan yang ditimbulkan oleh gempa tersebut, khususnya pada bidang elemen struktur bangunan, sehingga dapat mengurangi permasalahan yang ada maupun kerugian. Adapun cara yang dapat dilakukan untuk menahan gempa adalah dengan cara meningkatkan kinerja bangunan menggunakan sistem penahan gempa pada struktur bangunan. Beberapa metode yang dapat dipakai adalah dengan menggunakan shearwall untuk memberikan kekuatan lateral untuk mencegah atap atau lantai di atas dari sisi goyangan yang berlebihan. Permodelan struktur menggunakan program ETABS 2016 dimana menggunakan acuan sesuai SNI 1727-2013. Kemudian beban gempa dengan metode respons spektrum sesuai SNI 1726-2019. Hasil dari pengecekan perilaku struktur tidak terdapat ketidakberaturan horizontal maupun vertikal, sistem interaksi antara dinding geser dengan SRPMM mendapatkan hasil bahwa dinding geser menahan gaya geser pada struktur sebesar 83,4% pada arah X dan sebesar 88,1% pada arah Y. Berdasarkan hasil analisa, semua elemen struktur yang telah di desain dapat menahan segala beban yang bekerja serta memenuhi persyaratan yang diatur dalam SNI.

Kata kunci: analisa struktur; dinding geser; permodelan struktur; sistem rangka pemikul momen

Planning for earthquake-resistant building structures is very important in Indonesia, considering that Indonesia is located in the ring of fire which means that the earthquake level is very high. With Indonesia's geographical conditions like this, it is necessary to have the ability to overcome the problems caused by the earthquake, especially in the field of building structures, so as to reduce disaster victims or material losses. One method that can be done to withstand earthquakes is by improving the performance of the building using an earthquake resistance system in the building structure. Some methods that can be used are to use a shearwall to provide lateral strength to prevent the roof or floor above from excessive wobbling. Structural modeling uses the 2016 ETABS program which uses references according to SNI 1727-2013. Then the earthquake load using the spectrum response method according to SNI 1726-2019. The results of checking the structural behavior that there are no horizontal or vertical irregularities, the interaction system between shear walls and SRPMM shows that the shear walls resist shear forces on the structure by 83.4% in the X direction and 88.1% in the Y direction. all structural elements that have been designed to withstand all loads that work and meet the requirements set out in SNI.

Keyword: structural modeling; structural analysis; moment resisting frame; shearwall

1. Pendahuluan

Perencanaan struktur bangunan gedung tahan gempa sangat penting di Indonesia, mengingat Indonesia terletak pada *ring of fire* yang berarti tingkat terjadinya gempa bumi sangat tinggi. Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika dalam *website* resminya mengeluarkan data gempa terkini di Indonesia yang menyatakan bahwa gempa selalu terjadi hampir setiap harinya meskipun memiliki kekuatan yang rendah dan pusat gempa yang jauh.

Dengan kondisi geografis Indonesia yang seperti ini, maka diperlukan kemampuan untuk mengatasi permasalahan yang ditimbulkan oleh gempa tersebut, khususnya pada bidang struktur bangunan, sehingga dapat mengurangi korban bencana maupun kerugian materi. Dengan cara membangun struktur yang mampu menahan gempa,

diharapkan menjadi solusi dari permasalahan yang ditimbulkan oleh gempa pada struktur bangunan.

Salah satu metode yang dapat dilakukan untuk menahan gempa adalah dengan cara meningkatkan kinerja bangunan menggunakan sistem penahan gempa pada struktur bangunan. Beberapa metode yang dapat dipakai adalah dengan menggunakan *Shear Wall* untuk memberikan kekuatan lateral untuk mencegah atap atau lantai di atas dari sisi goyangan yang berlebihan.

Berdasarkan pertimbangan dari pernyataan di atas dalam penyusunan tugas akhir ini, maka saya mengambil judul "Alternatif Desain dan Perhitungan Struktur Beton Bertulang Menggunakan *Shear Wall*" pada gedung hotel Ibis. Dimana dalam tugas akhir ini, struktur akan direncanakan ulang dengan menambahkan *shear*

wall (*frame walls*) sebagai sistem penahan gempanya.

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menguasai dasar-dasar dan tahapan-tahapan dalam perhitungan struktur bangunan gedung tahan gempa.
2. Mampu membuat permodelan struktur terhadap gaya-gaya yang terjadi berdasarkan standar yang berlaku di Indonesia.
3. Mampu melakukan analisa perilaku struktural dan *detailing* penulangan pada struktur gedung menggunakan program analisa struktur akibat beban-beban yang terjadi.

2. Metodologi dan Pustaka

Spesifikasi serta data-data yang digunakan dalam perencana struktur antara lain sebagai berikut:

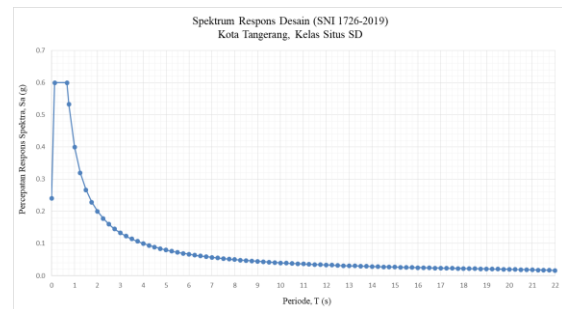
1. Data gedung
 - Struktur : Beton Bertulang
 - Jumlah Lantai : 12
 - Panjang Bangunan : 62 m
 - Lebar Bangunan : 21 m
 - Tinggi Lantai : 3,3 m
 - Tinggi Total Bangunan : 39,6 m
2. Spesifikasi material
 - Mutu beton (f_c') : 35 MPa
 - Mutu baja (f_y) deform : 400 MPa
 - Mutu baja (f_y) polos : 240 MPa

Struktur gedung dianalisa terhadap beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Analisis dilakukan secara tiga dimensi dengan bantuan program analisis struktur ETABS 2016 dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Penentuan jenis dan mutu material yang digunakan
- b. Penentuan dan pengecekan dimensi elemen-elemen struktur yaitu kolom, balok, plat, serta tangga
- c. Pembebanan pada struktur terdiri atas beban mati berupa beban mati sendiri (DL) dan beban mati tambahan (SIDL), kemudian beban hidup (LL) yang disesuaikan dengan fungsi gedung yaitu Hotel sesuai SNI 1727-2013. Kemudian beban gempa dengan metode respons spektrum sesuai SNI 1726-2019.

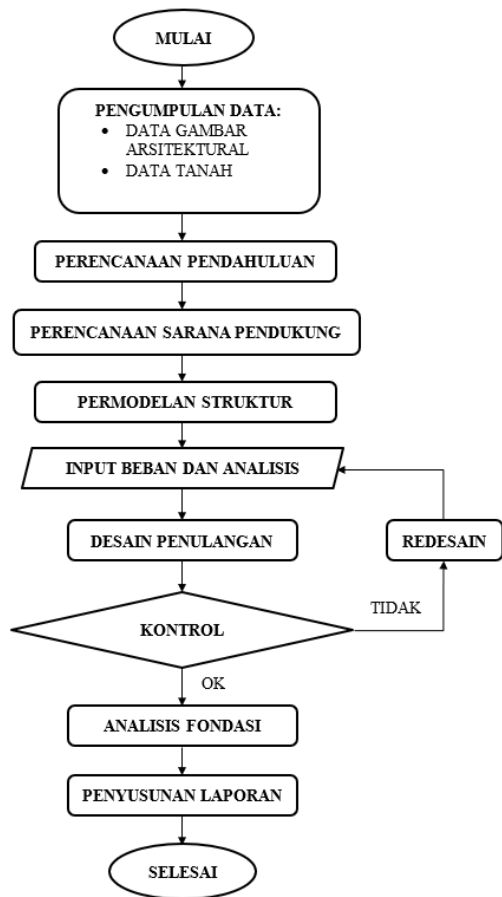
Tabel 1. Kombinasi Pembebanan

Comb	DL	SIDL	LL	Lr	R	Wx	Wy	Ex
1	1.1	1.4	1.4					
	2.1	1.2	1.2	1.6	0.5			
2	2.2	1.2	1.2	1.6		0.5		
	3.1	1.2	1.2	1	1.6			
3	3.2	1.2	1.2	1		1.6		
	4.1	1.2	1.2	1	0.5		1	
4	4.2	1.2	1.2	1		0.5	1	
	4.3	1.2	1.2	1	0.5			1
5	4.4	1.2	1.2	1		0.5		1
	5.1	1.32	1.32	1				0.3
	5.2	1.32	1.32	1				0.3
	5.3	1.32	1.32	1				-0.3
	5.4	1.32	1.32	1				-0.3
	5.5	1.32	1.32	1				1.3
	5.6	1.32	1.32	1				-1.3
	5.7	1.32	1.32	1				1.3
6	5.8	1.32	1.32	1				-1.3
	6.1	0.9	0.9				1	
	6.2	0.9	0.9				-1	
	6.3	0.9	0.9					1
	6.4	0.9	0.9					-1
	7.1	0.78	0.78					0.3
	7.2	0.78	0.78					0.3
	7.3	0.78	0.78					-0.3
7	7.4	0.78	0.78					-0.3
	7.5	0.78	0.78					1.3
	7.6	0.78	0.78					-1.3
	7.7	0.78	0.78					1.3
	7.8	0.78	0.78					-1.3



Gambar 1. Respons Spektrum Desain Struktur(KDS D)

- d. Pemodelan struktur menggunakan program ETABS 2016 dimana,
 - Balok dan kolom dimodelkan sebagai elemen frame dengan faktor reduksi inersia, serta reduksi torsi
 - Plat lantai dan tangga dimodelkan sebagai elemen *shell-thin* dengan reduksi momen inersia dan torsi
 - Dinding geser dimodelkan sebagai *pierwall* dengan faktor reduksi inersia serta torsi.
 - *Lift* dimodelkan sebagai beban terpusat pada balok penahan *lift*
- e. Pengecekan perilaku struktur secara keseluruhan terhadap gaya lateral berupa gaya gempa
- f. Pendetailan elemen struktur berdasarkan hasil gaya dalam analisa program komputer
- g. Perencanaan fondasi sesuai gaya-gaya dalam yang terjadi pada struktur



Gambar 2. Diagram alir perencanaan struktur

3. Hasil dan Pembahasan

A. Preliminary Design

Pada pelaksanaan perhitungan dimensi awal elemen balok dan kolom menggunakan rumus sesuai SNI 2847-2019. Berikut tabel dimensi balok, kolom, dan dinding geser:

Tabel 2. Dimensi Balok

Kode	H (mm)	B (mm)
B1	600	350
B2	600	300
B3	500	250
BA4	400	200

Tabel 3. Dimensi Kolom

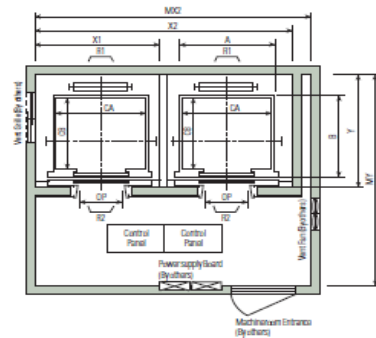
Kode	H (mm)	B (mm)
700x700	700	700
600x600	600	600
500x500	500	500

Tabel 4. Dimensi Dinding Geser.

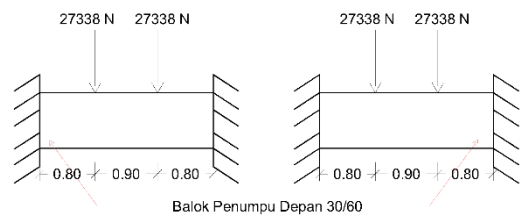
Kode	Tebal (mm)
Arah X	300
Arah Y	150

Kemudian, perencanaan plat lantai dibuat tipikal untuk semua tipe plat dan semua lantai. Dari hasil perhitungan, direncanakan tebal plat lantai 100 mm. Lalu untuk plat tangga, tebal plat yang didapat adalah 150 mm.

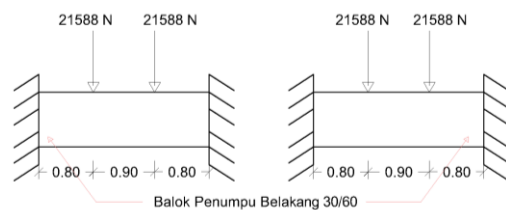
Lift dimodelkan sebagai elemen beban terpusat dengan berat sesuai dari spesifikasi lift. Berikut gambar permodelan pada lift



Gambar 3. Denah Balok Perletakan dan Pengontrol Pada Lift



Gambar 4. Pembebanan Balok Perletakan Depan Lift



Gambar 5. Pembebanan Balok Perletakan Belakang Lift

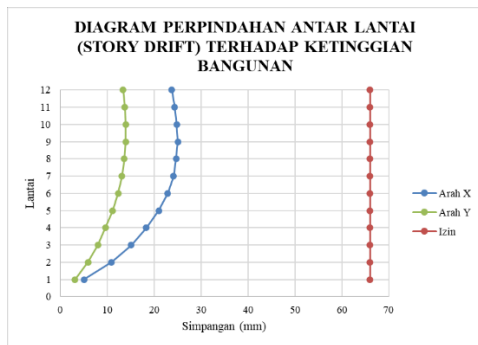
B. Pengecekan Perilaku Struktur

1. Rasio Partisipasi Modal Massa

Berdasarkan hasil analisa, dapat dilihat bahwa massa ragam terkombinasi untuk jumlah ragam sebanyak 12 memenuhi persyaratan SNI 1726-2019 pasal 7.9.1 dengan nilai $\Sigma U_X=0,931$; $\Sigma U_Y=0,927$; dan $\Sigma R_Z=0,9005$.

2. Pengecekan Simpangan Antar Lantai

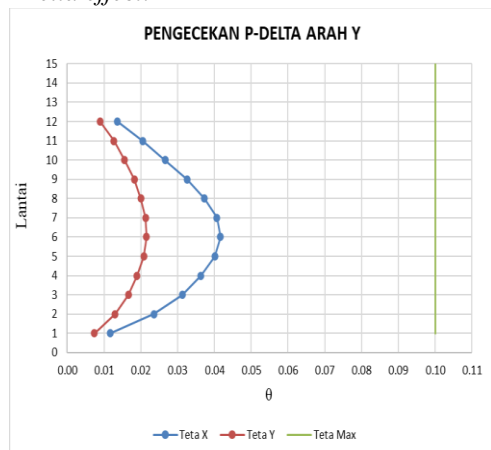
Sesuai SNI 1726-2019 pasal 7.12.1, Simpangan antar tingkat desain (Δ) tidak boleh melebihi simpangan antar tingkat izin (Δ_a) sebesar **0,010hsx**. Berdasarkan grafik dibawah diketahui bahwa pada struktur tidak terjadi simpangan antar lantai melebihi simpangan izin



Gambar 6. Diagram Story Drift Arah X dan Y Terhadap Tinggi Bangunan

3. Pengecekan P-Delta

Sesuai pasal 7.8.7 SNI 1726-2019, koefisien stabilitas (θ) harus diperhitungkan pada analisis untuk mengetahui apakah terjadi pengaruh P-Delta pada struktur yang dianalisis. *P-Delta Effect* tak perlu diperhitungkan apabila koefisien stabilitas ($\theta \leq \theta_{max}$). Berdasarkan grafik dibawah, diketahui tidak menimbulkan *P-Delta effect*.



Gambar 7. Diagram Koefisien Stabilitas (θ) Untuk Pengecekan P-Delta

4. Pengecekan Sistem Interaktif Dinding Geser

Pengecekan dilakukan dengan cara membandingkan gaya geser dasar dengan gaya geser yang ditahan oleh dinding geser, perhitungan berdasarkan SNI 1726-2019 pasal 7.2.5.8. didapat persentase interaktif dinding geser arah X sebesar 83,4% dan arah Y sebesar 88,1%.

5. Pengecekan Ketidakberaturan

Pengecekan ketidakberaturan mengikuti kaedah pada Tabel 13 dan Tabel 14 SNI 1726-2019, serta untuk setiap poin pengecekan, disesuaikan dengan penerapan kategori desain seismik pada struktur yang dianalisa. Berikut ditampilkan hasil pengecekan ketidakberaturan

Tabel 5. Pengecekan Ketidakberaturan Horizontal

Tipe	Penjelasan	Status
1a	Ketidakteraturan Torsi	Tidak Ada
1b	Ketidakteraturan Torsi Berlebihan	Tidak Ada
2	Ketidakteraturan Sudut Dalam	Tidak Ada
3	Ketidakteraturan Diskontinuitas	Tidak Ada
4	Ketidakteraturan Pergeseran Melintang	Tidak Ada
5	Ketidakteraturan Sistem Non Parallel	Tidak Ada

Tabel 6. Pengecekan Ketidakberaturan Horizontal

Tipe	Penjelasan	Status
1a	Ketidakteraturan Kekakuan Tingkat Lunak	Tidak Ada
1b	Ketidakteraturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan	Tidak Ada
2	Ketidakteraturan Berat (Massa)	Tidak Ada
3	Ketidakteraturan Geometri Vertikal Diskontinuitas Arah Bidang Dalam	Tidak Ada
4	Ketidakteraturan Elemen Penahan Gaya Lateral Vertikal	Tidak Ada
5a	Diskontinuitas Dalam Ketidakteraturan Kuat Lateral Tingkat	Tidak Ada
5b	Diskontinuitas Dalam Ketidakteraturan Kuat Lateral Tingkat	Tidak Ada

C. Detailing Elemen Struktur

1. Perencanaan Elemen Plat Lantai

Struktur pelat dimodelkan sebagai elemen shell kemudian diberi perintah automesh dengan ukuran maksimum 1m x 1m. Struktur pelat lantai hanya menerima gaya vertikal akibat beban mati and beban hidup sesuai fungsi lantai pada struktur. Berikut rekapitulasi penulangan plat lantai

Tabel 7. Rekapitulasi Penulangan Plat Arah X

Lantai	Daerah	As yang Digunakan		
Lantai 12	Tumpuan	M	10	150
	Lapangan	M	10	150
Lantai 11	Tumpuan	M	10	150
	Lapangan	M	10	150
Lantai 10	Tumpuan	M	10	150
	Lapangan	M	10	150
Lantai 9	Tumpuan	M	10	150
	Lapangan	M	10	150
Lantai 8	Tumpuan	M	10	150

Lantai 7	Lapangan	M	10	150
	Tumpuan	M	10	150
Lantai 6	Lapangan	M	10	150
	Tumpuan	M	10	150
Lantai 5	Lapangan	M	10	150
	Tumpuan	M	10	150
Lantai 4	Lapangan	M	10	150
	Tumpuan	M	10	150
Lantai 3	Lapangan	M	10	150
	Tumpuan	M	10	150
Lantai 2	Lapangan	M	10	150
	Tumpuan	M	10	150
Lantai 1	Lapangan	M	10	150
	Tumpuan	M	10	150

Tabel 8. Rekapitulasi Penulangan Plat Arah Y

Lantai	Daerah	As yang Digunakan		
		M	10	150
Lantai 12	Tumpuan	M	10	150
	Lapangan	M	10	150
Lantai 11	Tumpuan	M	10	150
	Lapangan	M	10	150
Lantai 10	Tumpuan	M	10	150
	Lapangan	M	10	150
Lantai 9	Tumpuan	M	10	150
	Lapangan	M	10	150
Lantai 8	Tumpuan	M	10	150
	Lapangan	M	10	150
Lantai 7	Tumpuan	M	10	150
	Lapangan	M	10	150
Lantai 6	Tumpuan	M	10	150
	Lapangan	M	10	150
Lantai 5	Tumpuan	M	10	150
	Lapangan	M	10	150
Lantai 4	Tumpuan	M	10	150
	Lapangan	M	10	150
Lantai 3	Tumpuan	M	10	150
	Lapangan	M	10	150
Lantai 2	Tumpuan	M	10	150
	Lapangan	M	10	150
Lantai 1	Tumpuan	M	10	150
	Lapangan	M	10	150

2. Perencanaan Elemen Balok

Perhitungan tulangan lentur dilaksanakan pada semua tipe balok desain. Balok desain yang memiliki kode yang sama direncanakan memiliki detailing yang sama. Kemudian, dilakukan penjabaran perhitungan dan pengecekan kapasitas momen pada salah satu tipe balok.

Berdasarkan pasal 9.5.1.1 SNI 2847-2019 kuat desain pada penampang balok harus memenuhi $\phi S_n \geq U$ meliputi lentur, geser, torsi, maupun tarik dan tekan. Maka dari itu diperlukan perhitungan tulangan untuk memenuhi persyaratan tersebut.

Tabel 9. Rekapitulasi Penulangan Lentur Balok

Kode	Lokasi	D rencana	D Sengkang	As Perlu	As1 Tul	n Tul
B1	Tumpuan-i	22	10	1513.79	379.94	4
	Lapangan	22	10	1318.93	379.94	4
B2	Tumpuan-j	22	10	1488.51	379.94	4
	Lapangan	19	10	599.55	283.385	3
B3	Tumpuan-i	19	10	599.55	283.385	3
	Lapangan	19	10	407.19	283.385	2
BA1	Tumpuan-j	19	10	407.19	283.385	2
	Lapangan	19	10	802.93	283.385	3
BA1	Tumpuan-i	19	10	251.80	283.385	2
	Lapangan	19	10	472.82	283.385	2

Tabel 10. Rekapitulasi Penulangan Geser Balok

Kode	Lokasi	D Sengkang	Jarak
B1	Tumpuan	D10	150
	Lapangan	D10	250
B2	Tumpuan	D10	150
	Lapangan	D10	250
B3	Tumpuan	D10	150
	Lapangan	D10	250
BA1	Tumpuan	D10	150
	Lapangan	D10	250

3. Perencanaan Elemen Kolom

Dari hasil analisa, diketahui bahwa kolom termasuk kolom langsing, maka kolom harus dianalisa menggunakan metode perbesaran momen. Berikut hasil perhitungan perbesaran momen

Tabel 11. Rekapitulasi Penulangan Puntir Balok

Dim	Momen		Mc
	Terfaktor	δ	
mm	Orde 1		kN-m
700x700	219,532	1,061	232,949
600x600	382,659	1,062	406,554
500x500	229,798	1,027	235,964

Kemudian untuk penulangan kolom direncanakan menggunakan diagram interaksi

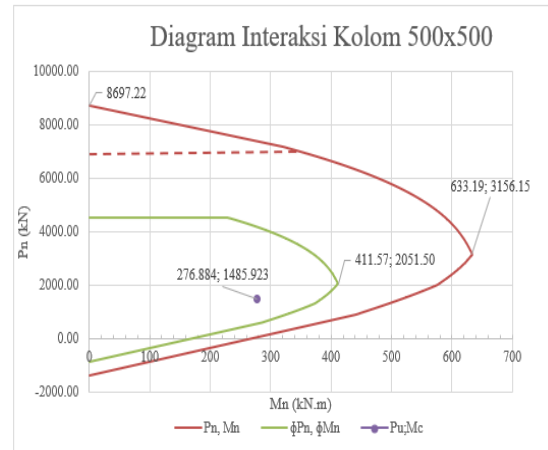
kolom. Berikut ditampilkan rekapitulasi penulangan kolom dan diagram interaksinya.

Tabel 12. Rekapitulasi Penulangan Kolom

Section	Tul. Longitudinal	Rasio Tul %	Tul Senggang
700x700	12D25	1,202	D13-150
600x600	12D22	1,266	D13-150
500x500	12D19	1,360	D13-150

Tabel 13. Rekapitulasi Senggang Ikat Kolom

Section	Senggang Ikat yang Digunakan
700x700	D13-150
600x600	D13-150
500x500	D13-150



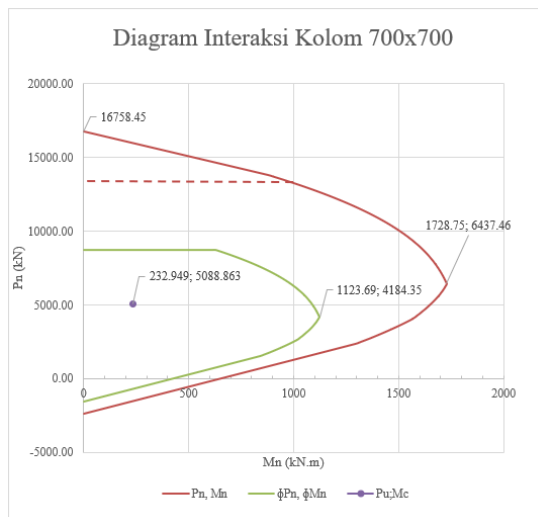
Gambar 11. Diagram Interaksi Kolom 500x500 Terhadap Pu dan Mu

4. Perencanaan Dinding Geser

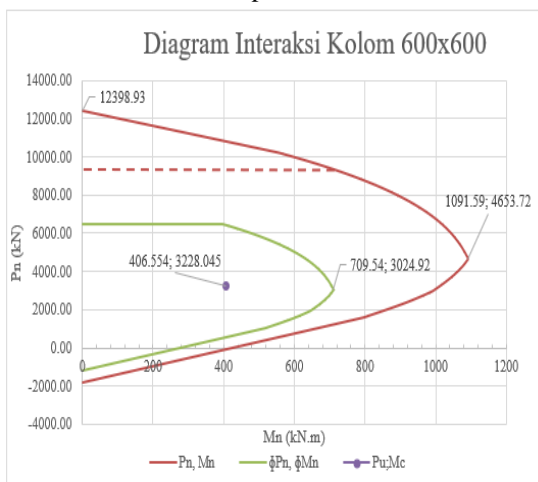
Struktur dinding geser pada umumnya digunakan untuk menahan gaya geser pada struktur. tetapi pada penerapannya dinding geser juga menahan gaya aksial layaknya kolom. Berikut ditampilkan rekapitulasi penulangan serta diagram interaksinya.

Tabel 14. Rekapitulasi Penulangan Dinding Geser.

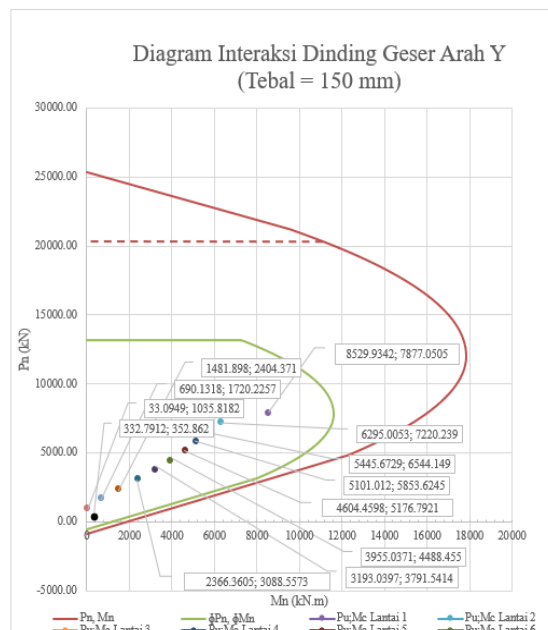
Kode	Tebal dinding (mm)	Jumlah Layer	Tulangan
Arah X	300	2	D13 - 250 mm
Arah Y	150	1	D13 - 350 mm



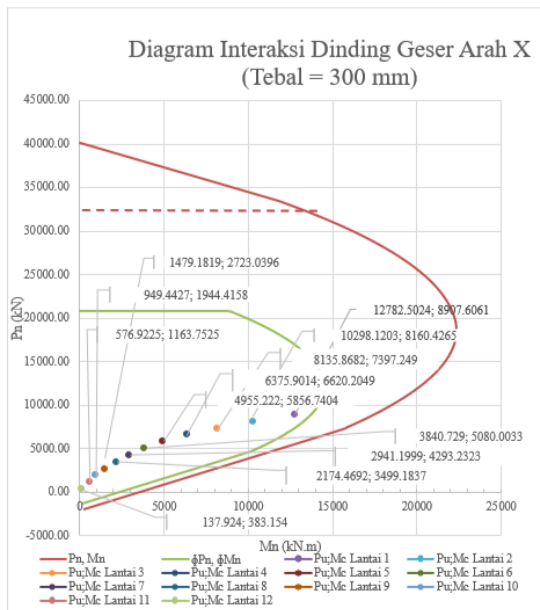
Gambar 8. Diagram Interaksi Kolom 700x700 Terhadap Pu dan Mu



Gambar 10. Diagram Interaksi Kolom 600x600 Terhadap Pu dan Mu



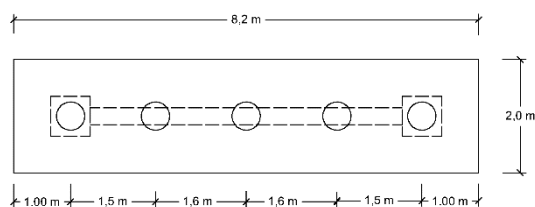
Gambar 9. Diagram Interaksi Dinding Geser Arah Y



Gambar 12. Diagram Interaksi Dinding Geser Arah X

D. Perencanaan Fondasi

Pada perencanaan fondasi di Gedung Hotel Ibis Tangerang ini digunakan data hasil Standard Penetration Test (SPT), fondasi yang direncanakan yaitu fondasi tapak dengan tiang pancang spun pile diameter 500 mm.



Gambar 13. Sketsa Fondasi P1 Rencana

Analisa daya dukung fondasi rencana dilaksanakan dengan 2 metode yaitu analisa daya dukung tiang kelompok dan tiang blok. Dari 2 buah analisa tersebut diambil nilai Qall paling kecil yaitu pada metode analisa daya dukung tiang kelompok. Setelah itu direncanakan penulangan poer berdasarkan hasil gaya-gaya dalam yang ada pada fondasi. Berikut ditampilkan rekapitulasi penulangan *pilecap*.

Tabel 15. Rekapitulasi Penulangan *Pilecap*

Fondasi	P1	P2	P3	P4
Pu (kN)	8059.6257	9346.263	6978.2167	4578.909
Panjang (mm)	8200	7000	2500	2500
Lebar (mm)	2.000	2000	2300	1000
Tinggi (mm)	1.300	1300	1300	1300

d (mm)	1207.5	1207.5	1207.5	1207.5
Mu (N.mm)	85129796	98719902	64093403	96729452
Rn (Mpa)	4.6	9.4	3.9	6.3
ρ perlu	0.0791	0.1075	0.1953693	0.3685631
ρ pakai	0.0002	0.0003	0.0005	0.0009
As perlu (mm²)	0.0037	0.0036975	0.0036975	0.0036975
D (mm)	5	5	5	5
As (mm²)	36611.29	31253.540	11161.978	8929.5829
S	23	23	23	23
Direncanakan Tulangan	25	25	25	25
As (mm²)	490.625	490.625	490.625	490.625
S	109.888	1.098.875	1.098.875	1.098.875
Direncanakan Tulangan	D25 - 100	D25 - 100	D25 - 100	D25 - 100
	mm	mm	mm	mm

E. Penutup

Dari hasil analisis pada struktur Gedung Hotel Ibis Tangerang, penulis dapat mengambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Lokasi perencanaan gedung termasuk dalam kategori desain seismik D (KDS D) dimana digunakan sistem ganda yaitu sistem rangka pemikul momen menengah (SRPMM) dan dinding geser.
2. Perhitungan pengecekan perilaku struktur didapat hasil sebagai berikut:
 - a. massa ragam terkombinasi untuk jumlah ragam sebanyak 12 memenuhi persyaratan SNI 1726-2019 pasal 7.9.1 dengan nilai $\Sigma U_X=0,931$; $\Sigma U_Y=0,927$; dan $\Sigma R_Z=0,9005$.
 - b. Tidak terdapat ketidakberaturan horizontal struktur.
 - c. Terjadi terdapat ketidakberaturan vertikal struktur.
3. Sistem interaktif dinding geser yang didapatkan adalah sebesar 83,4% untuk arah X dan 88,1% untuk Arah Y.
4. Struktur menggunakan fondasi tiang pancang *spun pile* diameter 50cm. Terdapat 4 tipe fondasi yaitu fondasi n=5, fondasi n=3, dan fondasi n=2.

Adapun saran yang dapat penulis berikan dari hasil penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan struktur gedung harus mengacu kepada peraturan-peraturan terbaru di Indonesia
2. Sebelum memulai penyusunan tugas akhir, data – data berupa literatur – literatur dan data – data pendukung dalam perencanaan seperti data tanah, gambar struktur, dan detail – detail dikumpulkan sedemikian mungkin untuk memudahkan dalam penyusunan.

Daftar Pustaka

- Badan Standarisasi Nasional. 2013. *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727:2013)*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan (SNI 2847:2019)*. Jakarta.

- Badan Standarisasi Nasional. 2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726:2012)*. Jakarta.
- Budiono, Bambang. 2017. *Contoh Desain Bangunan Tahan Gempa dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dan Sistem Dinding Struktur Khusus di Jakarta*. Bandung: ITB.
- Asrurifak, M. Irsyam, M. 2017. *PETA TRANSISI PERIODE PANJANG (TL) UNTUK PEMUTAKHIRAN SNI 1726:2012 DENGAN MENGGUNAKAN PARAMETER DAN SUMBER GEMPA 2017*. Bandung. ITB.
- Emma Apriliana, Estu. 2018. *PERHITUNGAN STRUKTUR TAHAN GEMPA GEDUNG PARKIR DI JALAN LETJEND SUPRAPTO PONTIANAK DENGAN PUSHOVER ANALYSIS*. Pontianak: Universitas Tanjungpura
- Sofian, Ayyasi Felageti. 2019. *Perhitungan Struktur Beton Bertulang Gedung Kuliah Terpadu 10 Lantai*. Pontianak: Universitas Tanjungpura
- Syarendi. 2019. *Perhitungan Struktur Gedung Perkuliahan Widya Dharma Kota Pontianak*. Pontianak: Universitas Tanjungpura.
- Riza, Miftakhur. 2010. *Aplikasi Perencanaan Struktur Gedung dengan ETABS*. Jakarta: ARS Group