

Perancangan Struktur Beton Bertulang Gedung Hotel Green Hexa 9 Lantai Tahan Gempa Dengan Menggunakan Sistem Ganda di Kota Pontianak

Design of Reinforced Concrete Structure for The Earthquake-Resistant 9-Story Green Hexa Hotel Using a Dual System in Pontianak

Asha Nikita Putri¹, Rizaldi¹, Iwan Supardi¹, Puspita Rahmasari¹

¹Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Pontianak, Jln. Jenderal Ahmad Yani.

Email : puspitarahmasari@polnep.ac.id

Abstrak

Kota Pontianak mengalami perkembangan yang signifikan di sektor pariwisata yang ditunjukkan dari terus meningkatnya jumlah wisatawan setiap tahunnya. Hal ini membuat keberadaan hotel menjadi semakin krusial. Dari tahun 2011 hingga 2019, Kalimantan Barat sendiri telah mengalami enam kali gempa bumi, sehingga perencanaan gedung tahan gempa menjadi sebuah keharusan sebagai suatu upaya mitigasi terhadap bencana gempa. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan rancangan gedung hotel tahan gempa di Kota Pontianak berdasarkan SNI 1726 : 2019 yang aman dan nyaman. Hotel Green Hexa ini terdiri dari 9 lantai dengan total tinggi 36 m dan luas 1286 m² dengan struktur beton bertulang. Bangunan dirancang menggunakan SRPMM dikombinasikan dengan dinding geser. Pembebanan mengacu pada SNI 1727:2020. Analisis struktur menggunakan program ETABS, dan gambar kerja 2D menggunakan program AutoCAD. Seluruh komponen struktur menggunakan beton f'c 30 MPa dan baja fy 420 MPa. Hasil perancangan didapat pelat lantai dak 150 mm dan pelat untuk lantai 120 mm; 6 jenis balok, BI.1 35cmx65cm, BA.1 30cmx50cm, BI.2 30cmx55cm, BA.2 24cmx45cm, balok lift 24cmx45cm, balok bordes 24cmx45cm; 2 jenis kolom, K.1 60cmx60cm, K.2 40cmx40cm, 1 jenis dinding geser 30 cm; 7 jenis pondasi, P.1 140cmx140cmx50cm, P.2 140cmx260cmx50cm, P.3 260cmx260cmx60cm, P.6 260cmx380cmx60cm, P.6A 260cmx380cmx70cm, P.9 380cmx380cmx80cm, P.20 750cmx500cmx100cm.

Kata kunci: Beton Bertulang; Dinding Geser; Gedung Hotel; Sistem Ganda; Struktur Tahan Gempa

Abstract

Pontianak City is undergoing substantial growth in the tourism sector, as evidenced by the increasing number of tourists annually, making the presence of hotels increasingly crucial. From 2011 to 2019, West Kalimantan itself experienced six earthquakes, making earthquake-resistant building planning a necessity as a mitigation against earthquake disasters. This research aims to obtain a safe and comfortable design for an earthquake-resistant hotel building in Pontianak based on SNI 1726: 2019. The Green Hexa Hotel consists of 9 floors with a total height of 36 m and an area of 1286 m² using a reinforced concrete structure. The building is designed using SRPMM combined with shear walls. The loading refers to SNI 1727:2020. The structural analysis using ETABS and 2D working drawings using AutoCAD software. All structural components are designed using concrete with the f'c 30 MPa and fy 420 MPa rebar. The design results include a 150 mm solid slab floor and a 120 mm floor slab; 6 types of beams, BI.1 35cmx65cm, BA.1 30cmx50cm, BI.2 30cmx55cm, BA.2 24cmx45cm, elevator beam 24cmx45cm, landing beam 24cmx45cm; 2 types of columns, K.1 60cmx60cm, K.2 40cmx40cm, a type of 30 cm shear wall; 7 types of foundations, P.1 140cmx140cmx50cm, P.2 140cmx260cmx50cm, P.3 260cmx260cmx60cm.

Keywords: Dual System; Earthquake-Resistant Structure; Hotel Building; Reinforced Concrete; Shear Wall

PENDAHULUAN

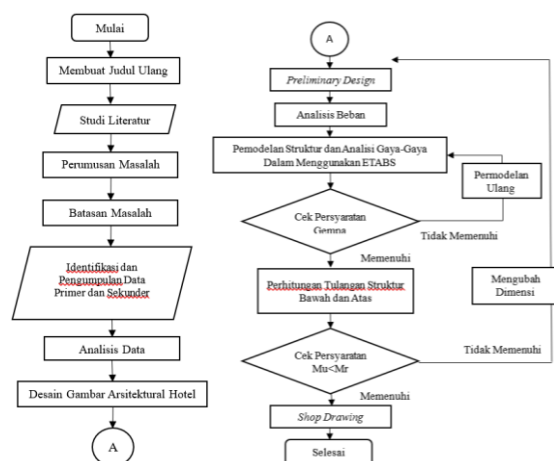
Jumlah kunjungan wisatawan mancanegara ke Kalimantan Barat pada Desember 2023 mencapai 9.492 kunjungan ^[1]. Jumlah tersebut mengalami kenaikan sebesar 94,59 persen dibandingkan November 2023 ^[1]. Peningkatan jumlah wisatawan setiap tahunnya merupakan bukti bahwa Kota Pontianak sedang mengalami perkembangan signifikan dalam sektor pariwisata. Oleh karena itu, pentingnya keberadaan hotel sebagai tempat menginap menjadi semakin krusial.

Dalam merencanakan suatu bangunan khususnya bangunan bertingkat diharapkan tahan terhadap pengaruh gempa bumi. Kalimantan Barat telah mengalami enam kali gempa antara tahun 2011 hingga 2019. Gempa terakhir tersebut, menurut skala Modify Mercalli Intensity, diklasifikasikan sebagai golongan III. Oleh karena itu, mempertimbangkan kondisi geologi dalam perancangan ini, struktur direncanakan secara khusus dengan menerapkan sistem tahan gempa dikombinasikan dengan dinding geser (*shear wall*) menciptakan agar bangunan bersifat fleksibel dan daktail dalam meredam getaran gempa. Daktail atau daktilitas adalah kemampuan elemen struktur (balok, kolom, *wall*) untuk berdeformasi hingga melewati batas elastisnya (mencapai batas plastis) tanpa mengalami keruntuhan ^[2].

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh desain bangunan hotel yang aman dan nyaman dengan tingkat keamanan yang tinggi sehingga menghindari kegagalan struktur dengan menacu pada SNI 1726: 2019.

METODE

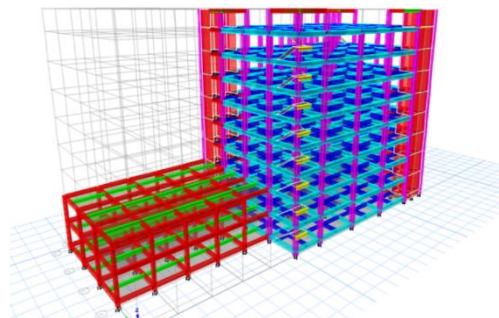
Diagram Alir



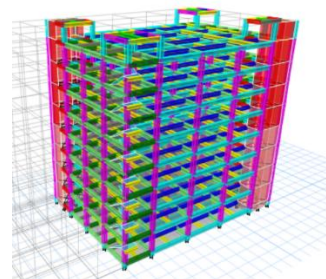
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pemodelan Struktur

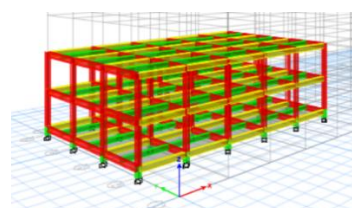
Pemodelan struktur menggunakan program bantu ETABS termasuk material dan dimensi elemen (pelat, balok, kolom, tangga dan dinding geser), beban layan, kombinasi beban, hingga *output* analisis. Dikarenakan dalam perencanaan ditambahkan dilatasi, maka untuk memudahkan analisis gaya dalam pada struktur dibuat pemodelan terpisah yang dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 2. Pemodelan Struktur Gedung Rencana



Gambar 3. Pemodelan Struktur Bangunan A



Gambar 4. Pemodelan Struktur Bangunan B

Beban Mati

Beban adalah gaya atau aksi lainnya yang diperoleh dari berat seluruh bahan bangunan, penghuni, barang-barang yang ada di dalam bangunan gedung, efek lingkungan, selisih perpindahan dan gaya kekangan akibat perubahan dimensi ^[3].

Beban mati adalah berat dari semua bagian gedung yang bersifat tetap yang diakibatkan oleh gravitasi, termasuk unsur tambahan, penyelesaian-

penyelesaian, mesin dan peralatan tetap yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari gedung ^[4]. Beban mati bangunan ditentukan oleh berat bahan yang dipakai dalam bangunan berdasarkan Tabel 1.

Tabel 1. Beban Mati Desain Minimum

Komponen	Beban (kN/m ²)
Ceilings	
Gypsum Board (per mm thickness)	0,008
Mechanical duct allowance	
Plaster on tile or concrete	0,19
Accoustical fiberboard	0,24
Suspended steel channel system	0,05
	0,10
Covering, roof, and wall	
Cement tile	0,77
Plywood, (per mm thickness)	0,04
Fiberboard, 13 mm	0,04
Waterproofing membranes, bituminous, smooth surface	0,07
Floor fill	
Cinder concrete, per mm	0,017
Sand, per mm	0,015
Stone concrete, per mm	0,023
Frame partitions	
Movable steel partition	0,19
Wood or steel stud, 13 mm gypsum board each side	0,38
Frame walls	
Windows, glass, frame, and sash	0,38

Beban Hidup

Beban yang disebabkan oleh penggunaan suatu gedung seperti manusia, peralatan yang dapat berpindah, termasuk biasanya beban berada pada lantai bangunan dan dari benda-benda yang tidak menetap, peralatan pada gedung yang tidak menetap lama selama masa layanan beban hidup ^[4]. Beban hidup dihitung berdasarkan Tabel 2.

Tabel 2. Beban Hidup

Bahan Komponen	Beban Merata (kN/m ²)
Ruang pertemuan	4,79
Koridor lantai pertama	4,79
Ruang makan dan restoran	4,79
Gimnasium	4,79
Ruang pribadi dan koridornya	1,92
Ruang publik	4,79
Atap vegetatif dan atap lanskap	0,96
Elevator machine room	7,18
Gudang (ringan)	6
Toko (eceran, lantai pertama)	3,59
Ruang komputer	4,79
Lobi	4,79
Koridor	4,79
Atap (bukan untuk hunian)	0,96

Beban Angin

Berdasarkan hasil tekanan desain beban angin yang didapat, nilainya belum memenuhi beban angin minimal sesuai dengan SNI 1727-2020 pasal 27.1.5 yaitu sebesar 0,77 kN/m². Sehingga beban angin yang digunakan tekanan angin minimal yang diisyaratkan di semua elevasi yaitu 0,77 kN/m².

Beban Gempa

Untuk parameter percepatan gempa didapat kelas situs SE (tanah lunak) menggunakan data tanah N-SPT. Data wilayah gempa dan parameter respon spektra percepatan desain (S_s dan S₁) dari peta respon spektrum desain untuk Kota Pontianak.

Kategori desain seismic: C

Kategori risiko gempa: II

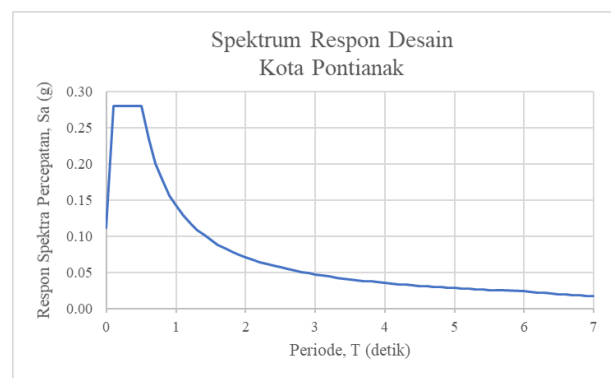
Kelas situs tanah: SE (tanah lunak)

S₁: 0,051

S_s: 0,1756

S_{DS}: 0,280

S_{DI}: 0,142



Gambar 5. Spektrum Respon Desain
(Sumber: Analisis Pribadi, 2024)

Beban Air Hujan

SNI 1727:2020 pasal 8.3, beban air hujan harus didasarkan pada tinggi total (yakni, tinggi statis [ds] ditambah kepala hidraulik [dh]) yang terkait dengan laju aliran desain untuk sistem drainase dan saluran sekunder yang ditetapkan seperti yang dapat dilihat pada Persamaan [1].

$$R = 0,0098 (d_s + d_h) \dots\dots\dots [1]$$

Kombinasi Beban

Adapun kombinasi yang digunakan berdasarkan SNI 1726-2019.

1,4D

1,2D + 1,6L + 0,5 (L_r atau R)

1,2D + 1,6 (Lr atau R) + (L atau 0,5W)
1,2D + 1,0W + L + 0,5 (Lr atau R)
1,2D + 1,0E + 1,0L
0,9D + 1,0W
0,9D - 1,0E
(1,2 + 0,2Sds) D + 1,0L ± 1,0ρEx ± 0,3ρEy
(0,9 - 0,2Sds) D ± 1,0ρEx ± 0,3ρEy

DATA DAN ANALISA

Metode pengumpulan data yaitu suatu cara dalam pengumpulan, pencatatan dan penyajian fakta untuk tujuan tertentu. Pengumpulan data dibagi menjadi 2 yaitu data primer dan pengumpulan data sekunder.

Data Primer

Data primer merupakan sumber data penelitian yang diperoleh langsung dari sumber asli (tidak melalui media perantara) [5]. Lokasi Bangunan Hotel ini berlokasi Jl. Jendral Ahmad Yani, Kecamatan Pontianak Selatan, Kota Pontianak, Kalimantan Barat seperti pada Gambar .



Gambar 6. Lokasi Perencanaan

Data Sekunder

Adapun data sekunder yang dipakai adalah data tanah hasil pengetesan di Jalan MT. Haryono, Pontianak di mana data tanah adalah N-SPT (*Standar Penetration Test*) dengan kedalaman 42 meter. Pada pengujian N-SPT, sifat-sifat tanah pasir ditentukan dari pengukuran kerapatan relatif secara langsung di lapangan [6].

PEMBAHASAN

Kontrol Periode Struktur

Bangunan A:
Ta = 0,7172 detik
Tc,x = 1,119 detik

Tc,y = 1,158 detik

Bangunan B:
Ta = 0,3367 detik
Tc,x = 0,544 detik
Tc,y = 0,544 detik

Kontrol Partisipasi Massa

Berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 7.9.1.1 analisis harus menyertakan jumlah ragam yang cukup untuk mendapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi sebesar 100% dari massa struktur, namun diijinkan paling sedikit partisipasi massa harus 90% seperti yang dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3. Periode dan Frekuensi Getar Alami
Bangunan A

Mode	Periode sec	SumUX	SumUY
1	1,456	0	0,6659
20	0,06	0,9136	0,9074

Tabel 4. Periode dan Frekuensi Getar Alami
Bangunan B

Mode	Periode sec	SumUX	SumUY
1	0,700	0	0,6247
9	0,049	1	1

Kontrol Base Shear

Nilai Vdinamik (Vt) dan Vstatik (V) didapatkan dari *base reaction* dari hasil analisa struktur. SNI 1726:2019 pasal 7.9 mensyaratkan nilai akhir Vdinamik kurang dari 100% dari Vstatik. Bila syarat tersebut tidak terpenuhi maka gaya geser sebesar 1V/Vt [9].

Tabel 5. Scaled Base Shear (Bangunan A)

Output Case	Case Type	Step Type	FX	FY
Text	Text	Text	kN	kN
EQx	LinStatic	Step By Step	-1958,4	
EQy	LinStatic	Step By Step		-1895,2
SpektraX	LinRespSp	Max	1958,4	
SpektraY	LinRespSp	Max		1895,2

$$\frac{V_x}{V_{i,x}} = \frac{1958,4839}{1958,4811} = 1,00 \text{ (OK)}$$

$$\frac{V_y}{V_{i,y}} = \frac{1895,216}{1895,2131} = 1,00 \text{ (OK)}$$

Tabel 6. Scaled Base Shear (Bangunan B)

Output Case	Case Type	Step Type	FX	FY
Text	Text	Text	kN	kN
EQx	LinStatic	Step By Step	-699,87	
EQy	LinStatic	Step By Step		-699,87
SpektraX	LinRespSp	Max	699,87	
SpektraY	LinRespSp	Max		699,87

$$\frac{V_x}{V_{i,x}} = \frac{699,8724}{699,8716} = 1,00 \text{ (OK)}$$

$$\frac{V_y}{V_{i,y}} = \frac{699,8716}{699,8709} = 1,00 \text{ (OK)}$$

Kontrol Simpangan Antar Lantai

Untuk mengetahui besarnya simpangan antar tingkat perlu dicari terlebih dahulu nilai perpindahan elastis (*elastic drift*) dengan cara mencari nilai selisih dari *displacement* lantai x dengan lantai di bawahnya yang didapat dari program analisis struktur ETABS.

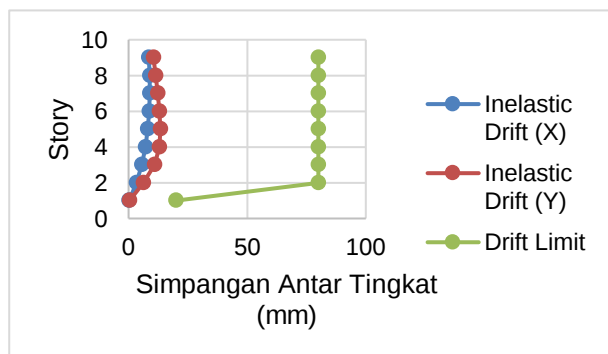
Berikut ini merupakan nilai *inelastic drift* (Δ) dari bangunan A yang dapat dilihat pada Tabel 7, Tabel 8, dan Gambar 7.

Tabel 7. *Inelastic Drift* Arah Sumbu X (Bangunan A)

Lantai	Displacement δ_{ex} (mm)	Elastic Drift δ_{ex} (mm)	h (m)	Inelastic Drift Δ (mm)	Drift Limit (mm)	Cek
Base	0,052	0,052	1	0,234	20	OK
1	0,798	0,746	4	3,357	80	OK
2	2,015	1,217	4	5,477	80	OK
3	3,589	1,574	4	7,083	80	OK
4	5,399	1,810	4	8,145	80	OK
5	7,336	1,937	4	8,717	80	OK
6	9,318	1,982	4	8,919	80	OK
7	11,299	1,981	4	8,915	80	OK
8	13,192	1,893	4	8,519	80	OK
9	14,623	1,431	3	6,440	60	OK

Tabel 8. *Inelastic Drift* Arah Sumbu Y (Bangunan A)

Lantai	Displacement δ_{ex} (mm)	Elastic Drift δ_{ex} (mm)	h (m)	Inelastic Drift Δ (mm)	Drift Limit (mm)	Cek
Base	0,088	0,088	1	0,396	20	OK
1	1,491	1,403	4	6,314	80	OK
2	3,908	2,417	4	10,877	80	OK
3	6,794	2,886	4	12,987	80	OK
4	9,776	2,982	4	13,419	80	OK
5	12,662	2,886	4	12,987	80	OK
6	15,402	2,740	4	12,330	80	OK
7	17,950	2,548	4	11,466	80	OK
8	20,292	2,342	4	10,539	80	OK
9	21,981	1,689	3	7,601	60	OK



Gambar 7. Grafik Simpangan Antar Lantai Bangunan A

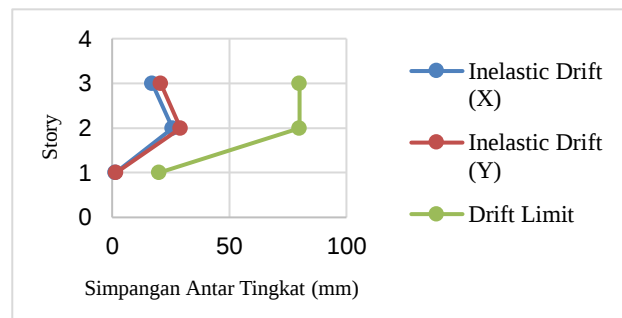
Berikut ini merupakan nilai *inelastic drift* (Δ) dari bangunan B yang dapat dilihat pada Tabel 9, Tabel 10, dan Gambar 8.

Tabel 9. *Inelastic Drift* Arah Sumbu X (Bangunan B)

Lantai	Displacement δ_{ex} (mm)	Elastic Drift δ_{ex} (mm)	h (m)	Inelastic Drift Δ (mm)	Drift Limit (mm)	Cek
Base	0,353	0,353	1	1,412	20	OK
1	6,799	6,446	4	25,784	80	OK
2	11,060	4,261	4	17,044	80	OK

Tabel 10. *Inelastic Drift* Arah Sumbu Y (Bangunan B)

Lantai	Displacement δ_{ex} (mm)	Elastic Drift δ_{ex} (mm)	h (m)	Inelastic Drift Δ (mm)	Drift Limit (mm)	Cek
Base	0,428	0,428	1	1,712	20	OK
1	7,726	7,298	4	29,192	80	OK
2	12,919	5,193	4	20,772	80	OK



Gambar 8. Grafik Simpangan Antar Lantai Bangunan B

Pengaruh P-Delta

Beban gravitasi (P) yang memiliki pengaruh terhadap perpindahan horizontal (Δ) dikenal dengan sebutan *P-Delta Effect* atau Pengaruh P-Delta.

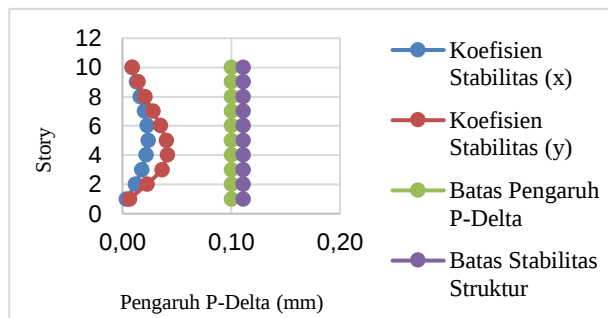
Berikut ini merupakan nilai koefisien stabilitas (θ) bangunan A dengan nilai batas pengaruh P-Delta = 0,1 dan batas stabilitas struktur $\theta_{max} = 0,1111$.

Tabel 11. Koefisien Stabilitas Arah X (Bangunan A)

Lantai	Inelastic Drift Δ_x (mm)	Story Forces P (kN)	Vx (kN)	Koefisien Stabilitas θ_x	Cek
Base	0,234	139567,86	1958,48	0,0037	OK
1	3,357	122142,05	1941,76	0,0117	OK
2	5,477	104936,21	1805,42	0,0177	OK
3	7,083	89968,12	1625,03	0,0218	OK
4	8,145	75000,03	1436,99	0,0236	OK
5	8,717	60031,94	1271,28	0,0229	OK
6	8,919	45063,85	1115,96	0,0200	OK
7	8,915	30095,76	914,74	0,0163	OK
8	8,519	15127,67	566,16	0,0126	OK
9	6,440	1631,66	88,80	0,0088	OK

Tabel 12. Koefisien Stabilitas Arah Y (Bangunan A)

Lantai	Inelasti	Story Forces		Koefisien Stabilitas	Cek
	c Drift Δx (mm)	P (kN)	V_x (kN)		
Base	0,396	139567,86	1895,21	0,0065	OK
1	6,314	122142,05	1879,53	0,0228	OK
2	10,877	104936,21	1746,75	0,0363	OK
3	12,987	89968,12	1566,23	0,0414	OK
4	13,419	75000,03	1384,65	0,0404	OK
5	12,987	60031,94	1240,10	0,0349	OK
6	12,330	45063,85	1107,43	0,0279	OK
7	11,466	30095,76	924,10	0,0207	OK
8	10,539	15127,67	607,37	0,0146	OK
9	7,601	1631,66	104,05	0,0088	OK



Gambar 9. Grafik Pengaruh P-Delta Bangunan A

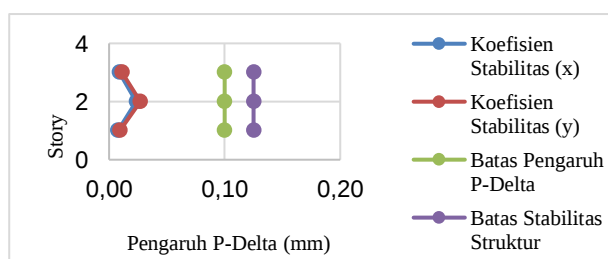
Berikut ini merupakan nilai koefisien stabilitas (θ) bangunan A yang diperoleh dari program ETABS dengan nilai batas pengaruh P-Delta = 0,1 dan batas stabilitas struktur $\theta_{max} = 0,1250$.

Tabel 13. Koefisien Stabilitas Arah X (Bangunan B)

Lantai	Inelasti	Story Forces		Koefisien Stabilitas	Cek
	c Drift Δx (mm)	P (kN)	V_x (kN)		
Base	1,412	15234,05	699,87	0,0077	OK
1	25,784	9085,57	624,13	0,0235	OK
2	17,044	2784,08	326,67	0,0091	OK

Tabel 14. Koefisien Stabilitas Arah Y (Bangunan B)

Lantai	Inelasti	Story Forces		Koefisien Stabilitas	Cek
	c Drift Δx (mm)	P (kN)	V_x (kN)		
Base	1,712	139567,86	699,87	0,0093	OK
1	29,192	122142,05	613,50	0,0270	OK
2	20,772	104936,21	327,76	0,0110	OK



Gambar 10. Grafik Pengaruh P-Delta Bangunan B

Kontrol Dilatasi

Perpindahan respons inelastis maksimum harus diakomodasi oleh pemisahan. Perpindahan elastis maksimum pada lokasi kritis harus dihitung dengan menggunakan persamaan di bawah ini, dengan mempertimbangkan perpindahan translasi dan rotasi pada struktur, termasuk pembesaran torsi seperti pada Persamaan [2].

$$\delta_M = \frac{Cd \times \delta_{max}}{I_e} \dots \dots \dots [2]$$

$$\delta_{M1} = \frac{Cd1 \times \delta_{max1}}{I_e} = \frac{4,5 \times 13,419}{1} = 60,386$$

$$\delta_{M2} = \frac{Cd2 \times \delta_{max2}}{I_e} = \frac{4 \times 29,192}{1} = 116,768$$

$$\delta_{Mtotal} = \sqrt{(\delta_{M1})^2 + (\delta_{M2})^2}$$

$$= \sqrt{(60,386)^2 + (116,768)^2}$$

$$= 116,8 \text{ mm}$$

Kontrol Sistem Ganda

Ciri khas dari sistem struktur ganda adalah adanya kombinasi dari struktur rangka dan struktur wall [10]. Berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 7.2.5.1 disebutkan bahwa untuk sistem ganda, rangka pemikul momen harus mampu memikul paling sedikit 25% gaya seismik seperti pada Tabel 15.

Tabel 15. Persentase Sistem Ganda

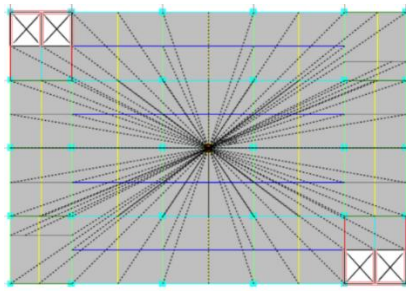
Pemikul Gaya Geser	ArahX (kN)	Besar Persentase	ArahY (kN)	Besar Persentase
Sistem Rangka	407,7	45,5%	671,7	42,9%
Dinding Geser	488,3	54,5%	894,7	57,1%
Total	896,0	100,0%	1566,4	100,0%

Eksentrisitas Center of Rigidity (CR) Center of mass (CM)

Keseragaman bentuk bangunan yang dibangun menimbulkan efek eksentrisitas yang beragam, yang dimana timbulnya eksentrisitas ini menyebabkan perilaku struktur yang berbeda-beda. Dari hasil analisis didapatkan pusat massa tiap masing-masing gedung memiliki nilai yang berbeda-beda pula. Nilai eksentrisitas dapat dilihat pada Tabel 16, Tabel 17, Gambar , dan Gambar .

Tabel 16. Nilai Eksentrisitas Bangunan A

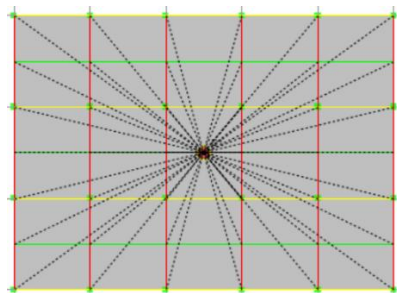
Story	Koordinat (m)				Eksentrisitas	
	CM		CR		eX (m)	eY (m)
10	42,4	12	42,41	12	-0,01	0
9	42,4	12	42,41	12	-0,01	0
8	42,4	12	42,41	12	0	0
7	42,4	12	42,41	12	0	0
6	42,4	12	42,40	12	0	0
5	42,4	12	42,40	12	0	0
4	42,4	12	42,40	12	0	0
3	42,4	12	42,40	12	0	0
2	42,4	12	42,40	12	0	0
1	42,4	12	42,40	12	0	0



Gambar 11. Posisi CR dan CM Bangunan A

Tabel 17. Nilai Eksentrisitas Bangunan B

Story	Koordinat (m)				Eksentrisitas	
	CM		CR		eX	eY
	X	Y	X	Y	(m)	(m)
3	12,55	15,02	12,55	15,02	0	0
2	12,50	15,01	12,50	15,01	0	0
1	12,48	14,99	12,48	14,99	0	0

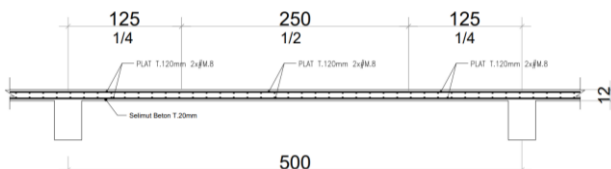


Gambar 12. Posisi CR dan CM Bangunan B

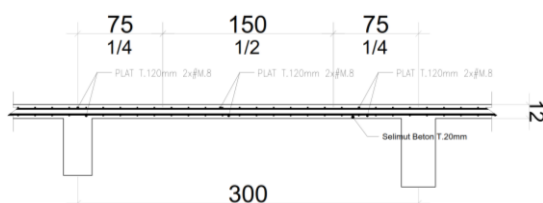
Perhitungan Pelat Lantai

Kesimpulan desain tulangan pelat lantai 12 cm dari hasil output ETABS adalah sebagai berikut:

Panjang sumbu 1 (L1) = 5000 mm
 Panjang sumbu 2 (L2) = 3000 mm
 Tebal pelat (t) = 120 mm
 Selimut bersih (ts) = 20 mm
 Kuat tekan beton (f'_c) = 30 MPa
 Kuat leleh tul. (f_y) = 420 MPa
 Tulangan lapis atas = 2x#M8
 Tulangan lapis bawah = 2x#M8



Gambar 13. Detail Potongan X-X Pelat 12 cm



Gambar 14. Detail Potongan Y-Y Pelat 12 cm

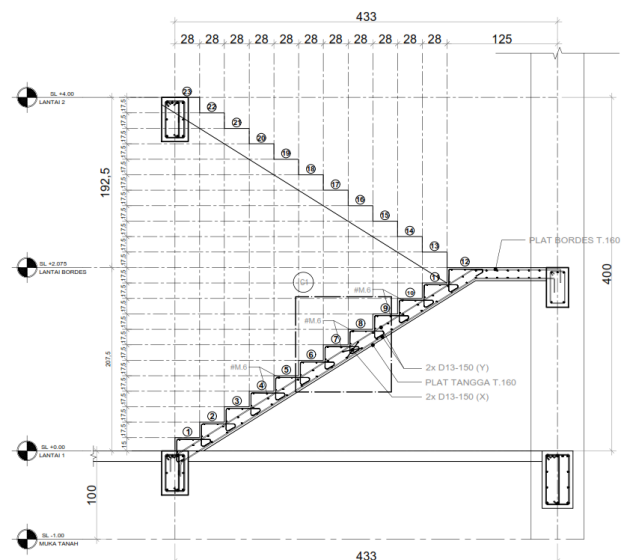
Tabel 18. Rekap Desain Tulangan Pelat Lantai

Tebal Pelat (mm)	Selimut Bersih, ts (mm)	Tulangan Lapis Atas		Tulangan Lapis Bawah	
		Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
120	20	2x#M.8	2x#M.8	2x#M.8	2x#M.8
150	40	2x#M.8	2x#M.8	2x#M.8	2x#M.8

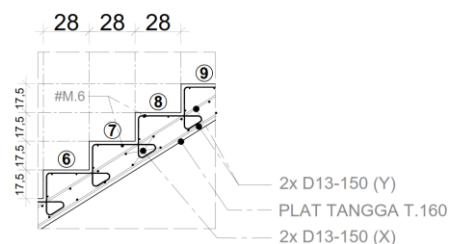
Perhitungan Pelat Tangga dan Bordes

Kesimpulan desain tulangan pelat tangga dan bordes dari hasil output ETABS adalah sebagai berikut:

Tebal plat tangga = 160 mm
 Tebal plat bordes = 160 mm
 Kuat tekan beton (f'_c) = 30 MPa
 Kuat leleh tul. (f_y) = 420 MPa



Gambar 15. Detail Penulangan Tangga



Gambar 16. Detail Penulangan Tangga

Tabel 19. Rekap Desain Tulangan Pelat Tangga dan Bordes

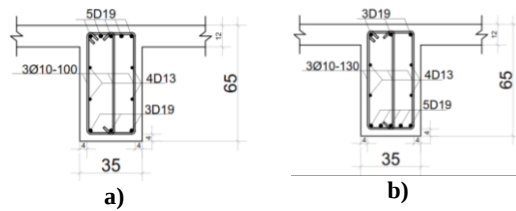
Jenis Pelat	Tulangan Lentur	Tulangan Susut
Pelat Tangga	D13 – 150 mm	D13 – 150 mm
Pelat Bordes	D13 – 150 mm	D13 – 150 mm

Perhitungan Balok

Kesimpulan desain tulangan balok induk 1 dari hasil output ETABS adalah sebagai berikut:

Panjang balok (L) = 8000 mm
 Lebar balok (b) = 350 mm

Tinggi balok (h) = 650 mm
Selimut beton (ts) = 40 mm
 F_c' = 30 MPa
 F_y = 420 MPa
 F_{yv} = 240 MPa



Gambar 17. Detail Penulangan Balok Induk 1
a) Detail Tulangan Tumpuan b) Detail Tulangan Lapangan

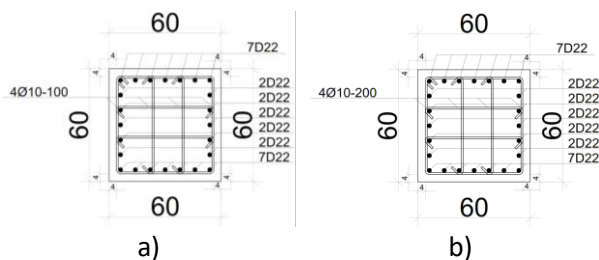
Tabel 20. Rekap Desain Tulangan Balok

Jenis Balok (cm)	Tulangan Longitudinal				Tulangan Transversal		Tul Torsi
	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan	
BI 1 (65x35)	5D	3D	5D	3D	3Ø10	3Ø10	4D13
	19	19	19	19	- 100	- 130	
BI 2 (55x30)	5D	3D	5D	3D	3Ø10	3Ø10	2D13
	19	19	19	19	- 100	- 150	
BA 1 (50x30)	4D	3D	4D	3D	3Ø10	3Ø10	2D13
	19	19	19	19	- 100	- 150	
BA 2 (45x25)	3D	2D	3D	2D	2Ø10	2Ø10	2D13
	16	16	16	16	- 90	- 130	
Balok Lift (45x25)	3D	2D	3D	2D	2Ø8	2Ø8 -	-
	16	16	16	16	- 150	180	
Balok Bordes (45x25)	3D	2D			2Ø10		-
	13	13	-	-	- 100	-	

Perhitungan Kolom

Kesimpulan desain tulangan balok induk 1 dari hasil output ETABS adalah sebagai berikut:

Tinggi kolom (L) = 4000 mm
Lebar kolom (b) = 600 mm
Panjang kolom (h) = 600 mm
Selimut beton (ts) = 40 mm
Kuat tekan beton (f_c') = 30 MPa
Kuat leleh baja (f_y) = 420 MPa
Kuat leleh baja (f_{yt}) = 240 MPa
Tulangan Longitudinal (lentur): 22D19 mm
Tulangan Transversal (geser)
Tumpuan (sendi plastis/ lo): 4Ø10-150 mm
Lapangan (luar sendi plastis/ lo): 4Ø10-200 mm
Sambungan lewatan kolom, l_{st}: 1000 mm
Penyaluran kolom pada pondasi ldc: 410 mm



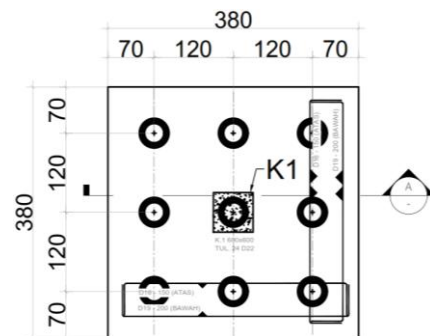
Gambar 18. Detail Penulangan Kolom 1, a) Detail Tulangan Tumpuan b) Detail Tulangan Lapangan
Tabel 21. Rekap Desain Tulangan Kolom

Jenis Kolom (cm)	Tulangan Longitudinal	Tulangan Transversal		Sambungan Lewatan	Panjang Penyaluran
		Dalam Sendi Plastis (mm)	Luar Sendi Plastis (mm)		
K1 (60x60)	24D	4 Ø10	4 Ø10	1000 mm	410 mm
	22	- 100	- 200		
K2 (40x40)	12D	2 Ø10	2 Ø10	800 mm	350 mm
	19	- 100	- 150		

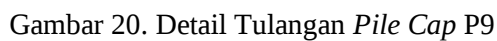
Perhitungan Pile Cap

Kesimpulan desain tulangan pile cap P9 dari hasil output ETABS adalah sebagai berikut:

Panjang pile cap, L = 3800 mm
Panjang pile cap, B = 3800 mm
Tinggi pile cap, H = 800 mm
Selimut bersih (ts) = 75 mm
Kuat tekan beton (f_c') = 30 MPa
Kuat leleh tul. (f_y) = 420 MPa
Kedalaman tiang pancang = 30 meter
Diameter tiang pancang = 450 mm
Banyak tiang = 9 buah
Panjang kolom, l_k (K1) = 600 mm
Lebar kolom, l_b (K1) = 600 mm
Panjang penyaluran, l_{dc} = 410 mm
Tulangan Lentur = 2x D19 – 200 mm
Tulangan Susut = 2x D16 – 150 mm



Gambar 19. Detail Pile Cap P9



Type Pile Cap	Tulangan Lentur		Tulangan Susut	
	Arah X (mm)	Arah Y (mm)	Arah X (mm)	Arah Y (mm)
P24	D19-200	D19-200	D16-150	D16-150
P9	D19-200	D19-200	D16-150	D16-150
P6	D19-200	D19-200	D16-200	D16-200
P6.A	D19-200	D19-200	D16-200	D16-200
P3	D16-200	D16-200	D16-200	D16-200
P2	D16-200	D16-200	D13-150	D13-150
P1	D16-200	D16-200	D13-150	D13-150

Panjang dinding, lw = 4800 mm
 Tinggi total dinding, hw = 36000 mm
 Tebal dinding, h = 300 mm
 Selimut beton (ts) = 40 mm
 Kuat tekan beton, (f_c') = 30 MPa
 Kuat tarik baja, (f_y) = 420 MPa
 Tulangan longitudinal : 2x D19 – 300 mm
 Tulangan transversal : 2x D13 – 300 mm
 Sambungan lewatan, lst : 700 mm
 Panjang Penyaluran, ldc: 410 mm



P20 = 7200 x 5000 x 1000 mm (20 tiang)

<https://doi.org/10.26740/proteksi.v7n1.p31-40>

- b) Pendetailan elemen stuktur hanya menggunakan data gaya dalam terbesar sehingga penulangan akan sama, jika diperlukan pendetailan yang sesuai gaya dalamnya maka dapat dihitung kembali sesuai gaya dalam yang terjadi namun penulangan terbatas hanya untuk elemen tersebut.
- c) Dalam perancangan gedung Hotel Green Hexa gambar penulangan hanya bentuk 2D menggunakan *software* Autocad. Sebaiknya jika ingin lebih detail disarankan menggunakan *software* SketchUP atau BIM (*Building Information Modeling*).
- d) Perancangan gedung Hotel Green Hexa tidak memperhitungkan hubungan balok kolom (HBK). Sebaiknya untuk perancangan lebih detail perlu memperhitungkan HBK karena banyak mekanisme gaya yang terjadi pada HBK saat terjadi gempa.

REFERENSI

- Badan Pusat Statistik Kalimantan Barat. (2024). *"Perkembangan Pariwisata Kalimantan Barat Desember 2023"*. Pontianak: BPS Provinsi Kalimantan Barat.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). *"SNI 1726-2019: Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung"*. Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). *"SNI 1727-2019: Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain"*. Jakarta: BSN.
- Badan Standarisasi Nasional. (2019). *"SNI 2847-2019: Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung"*. Jakarta: BSN.
- Hardiyatmo, H. C. (2020). *"Analisis Dan Perancangan Fondasi 1 Edisi 4"*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press Anggota IKAPI dan APPTI.
- Lesmana, Y. (2020). *"Handbook Analisa dan Desain Shear Wall Beton Bertulang Dual System Berdasarkan SNI 2847:2019 & 1726:2019 Edisi Pertama"*. Yogyakarta: Nas Media Pustaka.
- Lesmana, Y. (2020). *"Handbook Desain Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2019 Edisi Pertama"*. Makassar: Nas Media Pustaka.
- Lesmana, Y. (2021). *"Handbook Analisa dan Desain Struktur Tahan Gempa Beton Bertulang (SRPMB, SRPMM, & SRPMK) Berdasarkan SNI 2847-2019 & 1726-2019 Edisi Pertama"*. Makassar: Nas Media Pustaka (IKAPI).
- Setiawan, A. (2016). *"Perencanaan Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2013"*. Jakarta: Erlangga.
- Supomo, N. I. (2013). *"Metodologi Penelitian Bisnis Untuk Akuntansi & Manajemen"*. Yogyakarta: BPFE.