

Perencanaan Struktur dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus pada Hotel Nawasena di Singkawang

Jamillatul Magfiroh¹, Rauda Nevilia², Rasiwan³, Rona Ariyansyah⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Pontianak

¹jamillatulmagfiroh1201@gmail.com, ²neviliarauda@gmail.com*, ³rasiwan1963@gmail.com,

⁴ronaariyansyah@polnep.ac.id

Abstract

Indonesia frequently experiences natural disasters such as earthquakes. This is due to the fact that geologically, Indonesia is located on the convergence of four tectonic plates. Therefore, buildings must be designed to minimize construction failures. According to SNI 2847:2019, one method for designing earthquake-resistant reinforced concrete buildings is the Special Moment Resisting Frame System (SRPMK). The SRPMK system can be applied to the construction of high-rise buildings, such as the Nawasena Hotel in Singkawang, West Kalimantan, with a height of 14 floors. Based on the cone penetration test (CPT), the soil at the construction site is categorized as SD. Additionally, according to the structural response category, the hotel falls into risk category II. The structural planning of the Nawasena hotel used earthquake analysis based on the spectrum response, which refers to SNI 1726:2019. The analysis results obtained 140 mm floor slab and 125 mm roof. Beams used 800/600 mm and 550/450 mm for primary beams, 400/300 mm for secondary beams, and 600/400 mm for tie beams. Columns used 1200/1000 mm and 650/800 mm. The foundation consists of a raft pile with dimensions of 25 m x 41 m (Building A), 19.45 m x 41 m (Building B), and 35.43 m x 41 m (Building C). In Building A, there was a significant drift of 55.396 mm (x-direction) and 52.470 mm (y-direction), requiring shear walls.

Keywords: building structure, hotel, response spectrum, SRPMK

Abstrak

Negara Indonesia kerap terjadi bencana alam seperti gempa bumi. Hal ini diakibatkan karena secara geologis Indonesia berada di jalur pertemuan empat lempeng tektonik. Sehingga bangunan harus dirancang dapat meminimalisir kegagalan konstruksi. Mengacu pada SNI 2847:2019 salah satu metode perencanaan konstruksi gedung beton bertulang yang tahan gempa adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus. Bangunan beton bertulang SRPMK dapat diaplikasikan pada pembangunan gedung bertingkat tinggi seperti hotel Nawasena di Singkawang, Kalimantan Barat dengan ketinggian 14 lantai. Berdasarkan hasil Cone Penetration Test (CPT) tanah di lokasi pembangunan termasuk kategori SD. Serta berdasarkan kategori respon struktur, hotel termasuk kategori resiko II. Perencanaan struktur hotel Nawasena menggunakan analisa gempa berdasarkan respon spektrum yang mengacu kepada SNI 1726:2019. Hasil analisa yang didapatkan pelat lantai 140 mm dan atap 125 mm. Balok yang digunakan balok utama 800/600 mm dan 550/450 mm, balok anak 400/300 mm serta sloof 600/400 mm. Kolom menggunakan 1200/1000 mm dan 650/800 mm. Serta menggunakan pondasi rakit-pile dengan ukuran 25 m x 41 m (Bangunan A), 19,45 m x 41 m (Bangunan B) dan 35,43 m x 41 m (Bangunan C). Pada bangunan A terjadi simpang antar tingkat sangat besar yaitu 55,396 mm (Arah x) dan 52,470 mm (Arah y) sehingga diperlukan dinding geser.

Kata kunci: struktur gedung, hotel, respons spektrum, SPRMK

Diterima Redaksi : 21-02-2025 | Selesai Revisi : 08-07-2025 | Diterbitkan Online : 09-07-2025

1 Pendahuluan

Berdasarkan situs Badan Meterologi, Klimatologi dan Geofisika Provinsi Kalimantan Barat, tanggal 15 juni 2023 pukul 17:24:25 terjadi gempa di wilayah Kota Singkawang (0,89° N;108,94° E) pada kedalaman 32 km dengan kekuatan 4,0 magnitudo. Mengacu pada standar SNI 1726:2019 tentang Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk struktur bangunan gedung, wilayah

provinsi Kalimantan Barat sudah masuk bagian wilayah gempa kecil.

Terjadinya gempa bumi yang tidak dapat diprediksi berpengaruh terhadap konstruksi bangunan. Bangunan harus dirancang mampu mengembangkan mekanisme kegagalan yang dianggap menguntungkan, memiliki kekuatan lateral tertentu, dengan kekakuan yang cukup dan yang lebih penting, harus mempunyai sifat deformasi yang baik setelah terjadinya pelelehan [1].

Salah satu pendekatan dalam perencanaan konstruksi gedung menggunakan beton bertulang yang mampu menahan beban gempa adalah perencanaan dengan Sistem Rangka Pemikul Momen (SRPM). Sistem ini didesain mampu menahan beban gravitasi serta beban lateral secara efektif. Selain itu pada sistem ini elemen kolom dan balok mampu mendisipasi energi yang terjadi saat gempa berlangsung. Terdapat tiga jenis klasifikasi SRPM yaitu, Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB), Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) dan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). SRPMB berlaku untuk wilayah dengan KDS B, SRPMM untuk wilayah dengan KDS C dan SRPMK berlaku untuk wilayah dengan KDS D sampai F [2].

Berdasarkan 3 jenis SRPM diatas, SRPMK memiliki tingkat daktilitas yang penuh. Karakteristik daktilitas yang dimiliki SRPMK memungkinkan terbentuknya sendi-sendi plastis. Dimana pada SRPMK diterapkan konsep "Strong Column Weak Beam" [3]. Konsep ini mendesain agar sendi-sendi plastis terjadi pada elemen balok. Hal ini mengakibatkan saat terjadi gempa memungkinkan terlebih dahulu terjadi kerusakan di daerah balok dan kolom masih dapat berdiri tegak. Dengan adanya sendi-sendi plastis ini, struktur menjadi lebih mampu bertahan pada gempa besar tanpa memberikan kekuatan berlebih pada elemen-elemen strukturnya [4].

Perencanaan struktur dengan SRPMK dapat diterapkan pada pembangunan hotel. Hotel yang menawarkan jasa berupa penginapan sangat diperlukan untuk daerah wisata seperti Kota Singkawang. Terlebih lagi berdasarkan kategori respon struktur bangunan, hotel termasuk kategori resiko II. Oleh karena itu struktur bangunan harus dirancang sedemikian rupa sehingga tidak diperkenankan mengalami kerusakan, baik pada elemen struktural maupun nonstrukturalnya.

Tujuan dari perencanaan ini dapat memperhitungkan beban gempa yang mengacu pada SNI 1726:2019, 1727:2020 dan PPPURG 1987. Sehingga mengetahui ketidakberaturan struktur, jumlah ragam, parameter respons terkomposisi, penentuan periode, koefisien respons seismik, geser dasar, skala nilai desain respons terkomposisi, simpang antar tingkat dan pengaruh P- Δ . Serta dapat menghitung tulang longitudinal dan tulangan transversal struktur balok, kolom, pelat lantai, atap dak dan pondasi menggunakan hasil analisa gaya-gaya dalam berdasarkan SNI 2847:2019.

Hotel merupakan suatu bangunan yang dirancang menawarkan fasilitas penginapan, minuman, makanan dan fasilitas pendukung lainnya yang dapat diakses oleh publik dan dikelola secara komersial [5].

Beton bertulang merupakan suatu kombinasi yang terdiri dari beton dan baja tulangan, yang bekerja sama menahan beban yang diterima. Tulangan baja ini berperan sebagai penahan gaya tarik yang tidak dimiliki beton [6].

Pada mutu beton harus memiliki kekuatan dan durabilitas yang memadai. Adanya persyaratan yang harus dipenuhi untuk perencanaan struktur Persyaratan tersebut pada Pasal 19.2.1 SNI 2847:2019. Untuk mutu baja tulangan dipengaruhi oleh bentuk baja tulangan. Adapun baja tulangan dibedakan menjadi baja polos dan baja tulangan sirip (deform) [7].

Pelat beton bertulang merupakan elemen struktur berbentuk tipis terbuat dari material beton bertulang, dimana arah bidangnya horizontal. Dirancang mampu menahan beban yang terjadi secara tegak lurus pada bidang tersebut [8].

Balok merupakan salah satu elemen struktur yang berperan untuk menopang lantai di atasnya serta mentransfer momen ke kolom-kolom penopangnya. Balok terdiri dari dua jenis, yaitu balok induk yang langsung bertumpu pada kolom dan balok anak yang bertumpu pada balok induk.

Kolom merupakan salah satu elemen struktur vertikal yang berfungsi menahan transferan beban dari balok. Sebagai elemen struktur tekan yang berperan penting dalam konstruksi bangunan, apabila terjadi kegagalan pada kolom menjadi titik kritis. Dimana dapat berpotensi menyebabkan keruntuhan pada lantai bersangkutan (collapse) hingga keruntuhan total (total collapse) seluruh struktur.

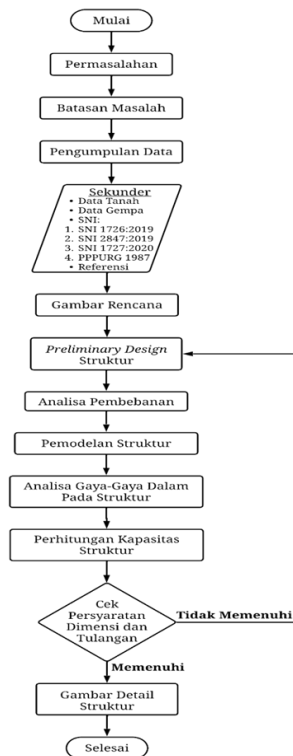
Pondasi merupakan elemen struktur bawah yang berperan menahan serta menyalurkan beban yang diterima struktur atas ke lapisan tanah di bawahnya [9]. Kerusakan atau kegagalan pada pondasi dapat menyebabkan kerusakan pada elemen bangunan di atasnya hingga runtuhnya struktur secara keseluruhan.

Perencanaan SRPMK mengacu pada Pasal 18.6 SNI 2847:2019. Sistem ini diterapkan pada struktur yang memiliki KDS D, E atau F. Dimana mampu menahan guncangan gempa dengan intensitas tinggi. SRPMK juga diatur berdasarkan SNI 1726:2019. SRPMK memiliki koefisien modifikasi respons = 8, Faktor kuat lebih sistem = 3 dan faktor pembesaran defleksi = 5 $\frac{1}{2}$. SRPMK pada KDS D, E atau F juga tidak memiliki batasan tinggi struktur [10].

2 Metode Penelitian

2.1 Metodologi

Metodologi ini diawali dengan pengumpulan data sekunder meliputi data tanah, data gempa, serta acuan Standar Nasional Indonesia (SNI 2847:2019, SNI 1726:2019 dan SNI 1727:2020) dan Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung 1987. Selain itu diperoleh referensi tambahan melalui studi literatur. Untuk gambaran lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.2 Lokasi Pembangunan

Hotel Nawasena direncanakan berlokasi di kelurahan Pasiran, Kota Singkawang. Hotel yang akan dibangun ini lokasinya berdekatan dengan SPBU Pasiran dan Gunung Sari. Lokasi dapat dilihat pada Gambar 2.



Sumber: Google Maps, 2023

Gambar 3. Lokasi Pembangunan

2.3 Data Umum Perencanaan

Data Umum Perencanaan sebagai berikut.

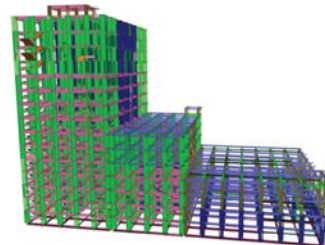
Ukuran Bangunan	: 40 m × 80 m
Jumlah Lantai	: 15 Lantai
Tinggi Bangunan	: 57,6 m
Struktur Bangunan	: Beton Bertulang
Mutu Beton (F'c)	: 40 MPa
Mutu Baja (Fy)	: 420 MPa

2.4 Data Tanah

Data tanah yang digunakan berupa data hasil *Cone Penetrometer Test* (CPT) yang diperoleh dari tim geoteknik Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Pontianak.

2.5 Pemodelan Struktur

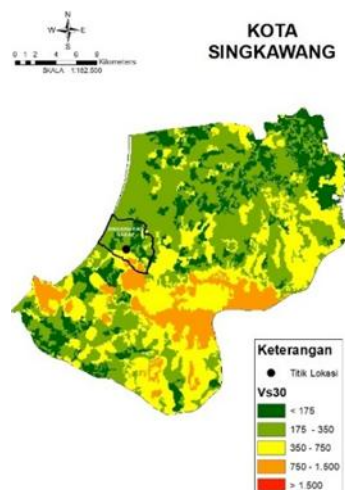
Pemodelan struktur untuk analisa gaya-gaya dalam menggunakan aplikasi *ETABS* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 4. Pemodelan Hotel Nawasena

2.6 Data Wilayah Gempa

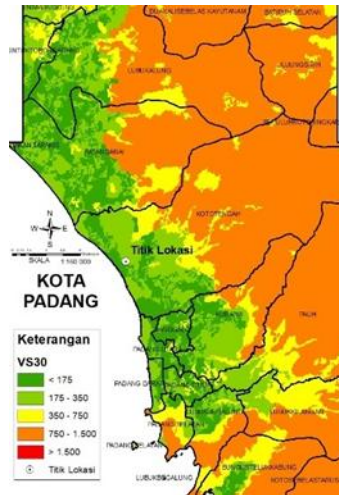
Untuk menentukan kelas situs diperlukan minimal dua parameter sehingga menggunakan nilai SPT dan kecepatan gelombang geser (Vs30) yang didapat dari situs InaRisk BNPB [11]. Kemudian diolah dengan aplikasi ArcGIS. Adapun hasil ArcGIS dapat dilihat



Sumber: InaRisk BNPB, 2023

Gambar 2. Vs30 Kota Singkawang

pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Sumber: InaRisk BNPB, 2023

Gambar 5. Vs30 Kota Singkawang

Berdasarkan nilai N-SPT dan kecepatan gelombang geser (Vs30) kelas situs daerah pembangunan termasuk kelas situs SD.

Mengacu pada SNI 1726:2019 lokasi pembangunan proyek ini memiliki KDS A sehingga tidak memenuhi syarat SRPMK. Maka beban gempa rencana menggunakan beban gempa di Kota Padang dengan parameter-parameter sebagai berikut:

Kelas situs	: SD
Kategori resiko	: II
S_s	: 1,1245
S_1	: 0,5737
TL	: 20

2.7 Beban Mati

Beban mati yang digunakan mengacu pada Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung Tahun 1987.

2.8 Beban Hidup

Beban hidup yang digunakan mengacu pada SNI 1727:2020 tentang Beban desain minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain.

2.9 Beban Angin

Beban angin yang digunakan mengacu pada Pasal 26 SNI 1727:2020, dimana menjelaskan parameter dasar untuk menentukan beban angin pada SPGAU dan K&K. Karena hasil perhitungan beban angin kurang dari beban angin desain minimum, sehingga nilai beban angin yang digunakan sebesar 770 N/m² atau 0,77 kN/m².

2.10 Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan untuk struktur atas digunakan berdasarkan kombinasi dasar pada Tabel 5.3.1 SNI 2847:2019. Selain menggunakan metode LRFD, juga menggunakan kombinasi Allowable Stress Design (ASD) berdasarkan ASCE 7-10. Kombinasi ini digunakan dalam perencanaan pondasi. Kombinasi pembebanan yang diterapkan pada struktur atas disajikan pada Tabel 1. Adapun untuk kombinasi pembebanan pondasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Kombinasi Pembebanan Struktur Atas

No	Kombinasi Pembebanan	Beban Utama
1	$U = 1,4D$	D
2	$U = 1,2D + 1,6L + 0,5(Lr \text{ atau } R)$	L
3	$U = 1,2D + 1,6(Lr \text{ atau } R) + (1,0L \text{ atau } 0,5W)$	Lr atau R
4	$U = 1,2D + 1,0W + 1,0L + 0,5(Lr \text{ atau } R)$	W
5	$U = 1,2D + 1,0E + 1,0L$	E
6	$U = 0,9D + 1,0W$	W
7	$U = 0,9D + 1,0E$	E

Sumber: SNI 2847:2019

Tabel 2. Kombinasi Pembebanan Pondasi

No	Kombinasi Pembebanan	Beban Utama
1	$U = D$	D
2	$U = D + L$	L
3	$U = D + (Lr \text{ atau } S \text{ atau } R)$	Lr atau R
4	$U = D + 0,75L + 0,75(Lr \text{ atau } S \text{ atau } R)$	Lr atau R
5	$U = D + (0,6W \text{ atau } 0,7E)$	E
6	$U = D + 0,75L + 0,75(0,6W) + 0,75(Lr \text{ atau } S \text{ atau } R)$	Lr atau R
7	$U = D + 0,75L + 0,75(0,7E) + 0,75S$	E
8	$U = 0,6D + 0,6W$	W
9	$U = 0,6D + 0,7E$	E

Sumber: ASCE 7-10

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Ketidakberaturan Struktur

Pasal 7.3.2 pada SNI 1726:2019 mengatur struktur perlu diklasifikasikan sebagai struktur beraturan atau tidak beraturan. Klasifikasi ini ditentukan sesuai dengan konfigurasi horizontal maupun vertikal dari struktur tersebut.

Suatu struktur jika memiliki satu atau lebih dari tipe ketidakberaturan horizontal didefinisikan mempunyai ketidakberaturan struktur horizontal. Hasil analisa ketidakberaturan struktur horizontal sebagai berikut.

Tabel 3. Ketidakberaturan Struktur Horizontal

Ko de	Tipe Struktur	Ketidakberaturan	Arah Tinjauan	
			Arah x	Arah y
1a	Ketidakberaturan Horizontal Torsi			
	Bangunan A		Tidak Terjadi	Tidak Terjadi
	Bangunan B		Tidak Terjadi	Tidak Terjadi
	Bangunan C		Terjadi	Tidak Terjadi
1b	Ketidakberaturan Horizontal Torsi Berlebihan			
	Bangunan A		Tidak Terjadi	Tidak Terjadi
	Bangunan B		Tidak Terjadi	Tidak Terjadi
	Bangunan C		Tidak Terjadi	Tidak Terjadi
2	Ketidakberaturan Sudut Dalam		Tidak Terjadi	
3	Ketidakberaturan Diskontinuitas Diafragma		Tidak Terjadi	
4	Ketidakberaturan Akibat Pergeseran Tegak Lurus Terhadap Bidang		Terjadi	
5	Ketidakberaturan Sistem Non Paralel		Tidak Terjadi	Tidak Terjadi

Mengacu pada Tabel 3. Ketidakberaturan Struktur Horizontal, terjadi ketidakberaturan struktur horizontal tipe 4 yang mengakibatkan nilai reduksi yang digunakan untuk kombinasi pembebanan 5 dan 7 LFRD serta 5,7 dan 9 ASD adalah 1,3.

Sedangkan struktur jika memiliki satu atau lebih tipe ketidakberaturan vertikal dapat didefinisikan mempunyai ketidakberaturan vertikal. Adapun hasil analisa ketidakberaturan struktur vertikal dapat dilihat pada tabel 4.

Dari tabel 4 dapat diambil kesimpulan bahwa terjadi ketidakberaturan struktur vertikal. Sehingga mengakibatkan pada lantai tertentu Hotel Nawasena memiliki simpangan antar tingkat yang besar.

Tabel 4. Ketidakberaturan Struktur Vertikal

Ko de	Tipe Ketidakberaturan Struktur	Arah Tinjauan	
		Arah x	Arah y
1a	Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak	Terjadi	Terjadi
1b	Ketidakberaturan Kekakuan Tingkat Lunak Berlebihan	Terjadi	Terjadi
2	Ketidakberaturan Berat		
	Bangunan A	Tidak Terjadi	Tidak Terjadi
	Bangunan B	Tidak Terjadi	Tidak Terjadi
	Bangunan C	Tidak Terjadi	Tidak Terjadi
3	Ketidakberaturan Geotrik Vertikal	Tidak Terjadi	
4	Ketidakberaturan Akibat Diskontinuitas Bidang Pada Elemen Vertikal Pemikul Lateral	Tidak terjadi	
5a	Ketidakberaturan Kuat Lateral Tingkat	Terjadi	Terjadi
5b	Ketidakberaturan Kuat Lateral Tingkat Yang Berlebihan	Terjadi	Terjadi

3.2 Jumlah Ragam

Jumlah ragam yang diperlukan sebanyak 40. Untuk gambaran lebih rinci disajikan pada tabel berikut.

Tabel 5. Modal Load Participation Ratios

Case	Item Type	Item	Static %	Dynamic %
Modal	Acceleration	UX	99,98	91,65
Modal	Acceleration	UY	99,98	92,77
Modal	Acceleration	UZ	0	0

Sumber: Hasil ETABS, 2024

Berdasarkan Tabel 5. Modal Load Participation Ratios dapat disimpulkan jumlah ragam yang diperlukan sudah memenuhi Pasal 7.9.1.1 SNI 1726:2019 analisis dapat diizinkan bila partisipasi massa ragam mencapai minimum 90%.

Adapun nilai ragam yang digunakan dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 6. Modal Participating Mass Ratios

Case	Mode	Period	UX	UY	RZ
Modal	1	1,444	0,428	0,050	0,027
Modal	2	1,441	0,051	0,432	0,162
Modal	3	1,306	0,002	0,003	0,150

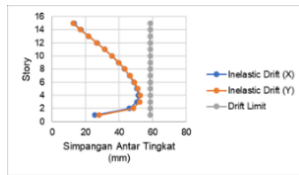
Sumber: Hasil ETABS, 2024

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa mode 1 (T = 1,444) menunjukkan translasi ke arah x. Mode 2 (T = 1,441) menunjukkan translasi ke arah y. Kemudian

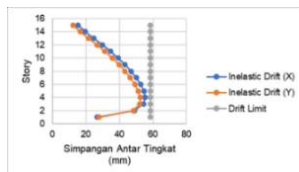
mode 3 ($T = 1,306$) menunjukkan rotasi. Hal ini mengindikasikan bahwa analisa sudah benar.

3.3 Simpangan Antar Tingkat

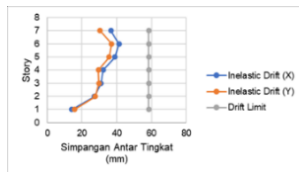
Adapun hasil simpangan antar tingkat dapat dilihat pada Gambar 1-11.



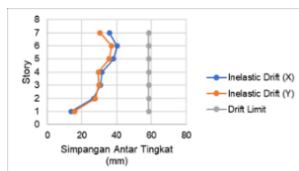
Gambar 6. Simpangan Antar Tingkat Joint 23



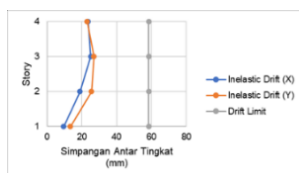
Gambar 7. Simpangan Antar Tingkat Joint 38



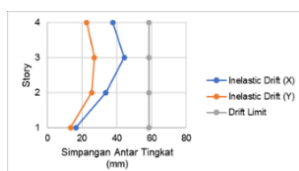
Gambar 8. Simpangan Antar Tingkat Joint 47



Gambar 9. Simpangan Antar Tingkat Joint 93



Gambar 10. Simpangan Antar Tingkat Joint 19

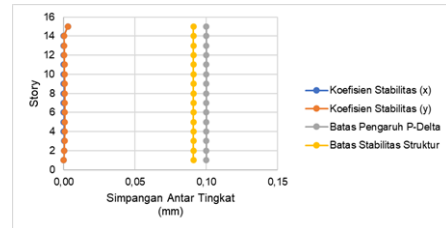


Gambar 11. Simpangan Antar Tingkat Joint 146

Berdasarkan gambar grafik tidak ada simpangan yang melebihi dari simpangan yang diizinkan yaitu 58,462 mm.

3.4 Pengaruh P – Delta

Hasil analisa pengaruh P – Delta dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik Pengaruh P – Delta

Berdasarkan gambar grafik di atas pengaruh P – Delta tidak diperhitungkan.

3.5 Analisa Pelat

Pelat lantai direncanakan memiliki tebal 140 mm. Hasil analisa pelat disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Analisa Pelat Lantai Dasar - 14

Mu	Faktor Momen Pikul	Faktor Momen Pikul Maks	As Perlu	As Guna	S maks	S guna	Mr
kNm	MPa	MPa	mm ²	mm ²	mm	mm	kNm
Mulx ⁺	17,788	1,53	424,41	663,33	280	200	27,431
Muly ⁺	18,163	1,57	433,58	663,33	280	200	27,431
Mutx ⁻	22,143	1,91	531,49	663,33	228	200	27,431
Muty ⁻	24,203	2,09	582,60	663,33	228	200	27,431

Berdasarkan tabel di atas pelat lantai dengan tebal rencana 140 mm mampu menahan beban yang terjadi.

Adapun untuk pelat atap direncanakan memiliki tebal 125 mm. Hasil analisa pelat atap disajikan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Analisa Pelat Atap

Mu	Faktor Momen Pikul	Faktor Momen Pikul Maks	As Perlu	As Guna	S maks	S guna	Mr
kNm	MPa	MPa	mm ²	mm ²	mm	mm	kNm
Mulx ⁺	7,379	1,50	286,21	663,33	250	200	16,583
Muly ⁺	7,379	1,50	286,21	663,33	250	200	16,583
Mutx ⁻	7,25	1,47	225,00	663,33	250	200	16,583
Muty ⁻	10,142	2,06	225,00	663,33	250	200	16,583

Berdasarkan tabel di atas pelat atap dengan tebal rencana 125 mm mampu menahan beban yang terjadi.

3.6 Balok SRPMK

Hasil analisa tulangan longitudinal balok SRPMK disajikan dalam tabel 9.

Tabel 9. Tulangan Longitudinal Balok

Jenis Blk	Uk. Blk mm	Dae rah	Momen		Ast mm ²	Tul. Long itudinal
			Ultimate kNm	Rencana kNm		
B1	600	T	1640,903	1804,669	7265,718	11-D29
	800	L	1389,695	1491,895	3963,119	6-D29
					5159,313	9-D29
B2	450	T	591,401	652,636	3341,150	6-D29
	550	L	425,112	445,684	3302,599	5-D29
					2642,079	4-D29
BA	300	T	177,138	219,301	1963,495	4-D25
	400	L	75,305	116,632	981,748	2-D25
					981,748	2-D25
Sloof	400	T	780,112	795,213	4623,639	7-D29
	600	L	701,401	722,802	2642,079	4-D29
					3963,119	6-D29
					2642,079	4-D29

Berdasarkan tabel di atas dapat disimpulkan tulangan longitudinal balok yang digunakan dapat menahan beban yang terjadi.

Berikut hasil analisa tulangan transversal balok SRPMK.

Tabel 10. Tulangan Transversal Balok

Jenis Blk	Uk. Blk mm	Dae rah	Geser		Jlh. Ka ki	Tul. Trans versal mm
			Ultimate kNm	Rencana kNm		
B1	600	T	1436,501	1490,265	4	D13-80
	800	L	1459,119	1490,265	4	D13-80
B2	450	T	448,116	806,946	4	D13-100
	550	L	442,875	806,946	4	D13-100
BA	300	T	151,555	151,555	2	D13-150
	400	L	151,555	151,555	2	D13-150
Sloof	400	T	307,645	307,645	2	D13-200
	600	L	307,645	307,645	2	D13-200

Berdasarkan tabel di atas dapat disimpulkan tulangan transversal balok yang digunakan dapat menahan beban geser yang terjadi. Berikut hasil analisa torsi balok.

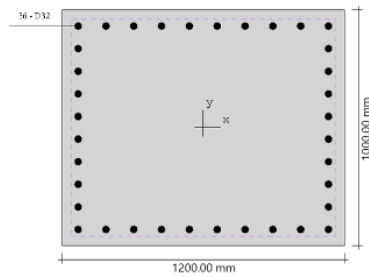
Tabel 11. Hasil Analisa Torsi Balok

Jenis Balok	Ukuran Balok mm	Torsi	
		Ultimate kNm	Ambang kNm
B1	600	22,918	32,396
	800		
B2	450	4,968	12,058
	550		
BA	300	0,392	4,050
	400		
Sloof	400	4,956	11,339
	600		

Berdasarkan Tabel 11. Hasil Analisa Torsi Balok menunjukkan bahwa torsi ambang lebih besar dibandingkan torsi ultimate sehingga berdasarkan SNI 2847:2019 torsi dapat diabaikan.

3.7 Kolom SRPMK

Kolom dianalisa menggunakan bantuan aplikasi *SP Column*. Adapun hasil analisa sebagai berikut.



Sumber: *SP Column*, 2024

Gambar 13. Kolom Hasil Analisa *SP Column*

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 12. Tulangan Longitudinal Kolom

Jenis Klm	Tul. Longitudinal			Syarat ρ SRPMK	Spasi Bersih mm	Kap. Rasio Maks.
	Jlh	D mm	ρ %			
	bh	mm	%	%	mm	
K1	36	32	2,41	6	63,78	0,8
K2	16	29	2,03	6	99,75	0,86

Sumber: *SP Column*, 2024

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat bahwa rasio tulangan yang digunakan tidak melebihi persyaratan untuk tulangan longitudinal kolom SRPMK maksimal 6%. Selain itu juga kapasitas rasio maksimal yang terjadi tidak melebihi 1 sehingga kolom dapat menahan beban terjadi. Adapun untuk hasil analisa tulangan transversal kolom sebagai berikut.

Tabel 13. Tulangan Transversal Zona Sendi Plastis

Jenis Kolom	Tulangan Transversal Zona Sendi Plastis				
	n kaki	D mm	Jarak mm	s maks mm	L0 mm
	buah	mm	mm	mm	mm
K1	8	13	60	150	1000
K2	4	13	80	150	800

Tabel 14. Tulangan Transversal Zona Luar Sendi Plastis

Jenis Kolom	Tulangan Transversal Zona Luar Sendi Plastis			
	n Kaki	D mm	Jarak mm	s maks mm
	buah	mm	mm	mm
K1	2	13	150	150
K2	2	13	150	150

Berdasarkan kedua tabel di atas dapat disimpulkan jarak tulangan transversal kolom sudah memenuhi pada Pasal 18.7.5.3 SNI 2019.

3.8 Hubungan Balok dan Kolom

Adapun hasil analisa hubung balok dan kolom SRPMK sebagai berikut.

Tabel 15. Gaya Geser HBK

Jenis HBK	Geser Pada HBK		Geser Izin	Geser Rencana
	Arah X	Arah Y		
	N	N	N	N
A1	5271856,644	5271856,644	12902092,853	5349544,055
A2	3547705,443	3547705,443	5160837,141	4182693,955
A3	3547705,443	3547705,443	12902092,853	3681298,272
B1	5665621,940	5271856,644	9107359,661	6090986,624
B2	3691444,661	3547705,443	9107359,661	3763717,313
B3	1936898,327	3547705,443	3642943,865	4182693,955
D1	5271856,644	5271856,644	7589466,384	5349544,055
D2	3547705,443	3547705,443	7589466,384	3763717,313

Adapun untuk penulangan HBK sebagai berikut.

Tabel 16. Penulangan HBK

Jenis HBK	Uk. Balok	Uk. Kolom	n Kaki	Dia. Tul.	Jarak
	Mm	mm	buah	mm	mm
A1	600/800	1200/1000	8	13	70
	600/800				
	600/800				
	600/800				
A2	450/550	650/800	5	13	40
	450/550				
	450/550				
	450/550				
A3	450/550	1200/1000	5	13	70
	450/550				
	450/550				
	450/550				
B1	600/800	1200/1000	8	13	60
	600/800				
	600/800				
	600/800				
B2	450/550	1200/1000	5	13	50
	450/550				
	450/550				
	450/550				
B3	450/550	650/800	5	13	40
	450/550				
	450/550				
	450/550				
D1	600/800	1200/1000	8	13	70
	600/800				
	600/800				
	600/800				
D2	450/550	650/800	5	13	50
	450/550				
	450/550				
	450/550				

Berdasarkan Tabel 15. Gaya Geser HBK dan Tabel. 16 Penulangan HBK disimpulkan HBK yang direncanakan menghasilkan gaya geser rencana tidak melebihi dari gaya geser diizinkan.

3.9 Analisa Pondasi

Pondasi yang digunakan adalah Pondasi Rakit. Hasil analisa daya dukung dari pondasi rakit dapat dilihat pada halaman selanjutnya.

Berdasarkan tabel 17 pada bangunan C memiliki tegangan paling kecil sehingga beban yang akan disalurkan ke tiang pancang semakin sedikit. Adapun

hasil analisa daya dukung dari tiang pancang dapat dilihat pada tabel 18.

Tabel 17. Daya Dukung Pondasi Rakit

Lokasi Pondasi	Ukuran			σ maks	Qa Rakit
	Pondasi Rakit				
	B	L	h		
	m	m	m		
A	25,45	41	0,6	489,767	491,004
B	19,45	41	0,6	241,860	417,491
C	35,43	41	0,6	98,645	485,686

Tabel 18. Daya Dukung Tiang Pancang

Lokasi	Uk. Tiang Pancang		P disalurkan ke Tiang Pancang	Tiang Pancang		
	B	L		Qu	n	Eg
	cm	cm		kN	bh	kN
A	50	50	509757,087	2117,6	400	0,612
B	50	50	52813,609	2117,6	40	0,657
C	-	-	-	-	-	-

Berdasarkan tabel di atas bangunan C tidak menggunakan tiang pancang karena daya dukung pondasi rakit sudah mampu menahan beban yang terjadi.

Hasil analisa lateral dan defleksi yang terjadi sebagai berikut.

Tabel 19. Lateral dan Defleksi Pondasi

Lokasi	Panjang Tiang	My	Ha	Defleksi
	m	kNm	kN	mm
A	11,4	2738,653	675,000	13,585
B	11,4	1451,599	412,500	8,302

Berdasarkan tabel di atas dengan menggunakan defleksi izin sebesar 18 mm maka defleksi yang terjadi masih diperbolehkan.

Adapun untuk hasil analisa penulangan pondasi sebagai berikut.

Tabel 20. Momen Pikul Pondasi

Lokasi Pondasi	Momen Ultimate		Faktor Momen Pikul	Faktor Momen Pikul Maks
	(kN/m)	(Mpa)		
A	Mulx (+)	257,777	1,227	9,315
	Muly (+)	257,777	1,227	
	Mutx (-)	638,306	3,038	
	Muty (-)	638,306	3,038	
B	Mulx (+)	219,183	1,043	9,315
	Muly (+)	219,183	1,043	
	Mutx (-)	542,739	2,583	
	Muty (-)	542,739	2,583	
C	Mulx (+)	254,985	1,213	9,315
	Muly (+)	254,985	1,213	
	Mutx (-)	631,392	3,005	
	Muty (-)	631,392	3,005	

Tabel 21. Penulangan Pondasi

L o k	As Perlu mm ²	As Guna mm ²	S guna mm	Momen Rencana kNm
A	1524,992	1635,417	300	310,577
	1524,992	1635,417	300	310,577
	3889,046	4088,542	120	753,025
	3889,046	4088,542	120	753,025
	1292,988	1635,417	300	310,577
B	1292,988	1635,417	300	310,577
	3281,574	4088,542	120	753,025
	3281,574	4088,542	120	753,025
C	1508,162	1635,417	300	310,577
	1508,162	1635,417	300	310,577
	3844,768	4088,542	120	753,025
	3844,768	4088,542	120	753,025
	3844,768	4088,542	120	753,025

Berdasarkan Tabel 20. Momen Pikul Pondasi dan Tabel 21. Penulangan Pondasi dapat disimpulkan momen rencana lebih besar dibandingkan momen ultimate sehingga pondasi yang direncanakan mampu menahan beban yang terjadi.

4 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan diperoleh hasil analisa pelat lantai 140 mm dan atap 125 mm. Balok yang digunakan balok utama 800/600 mm dan 550/450 mm, balok anak 400/300 mm serta sloof 600/400 mm. Kolom menggunakan 1200/1000 mm dan 650/800 mm. Serta menggunakan pondasi rakit-pile dengan ukuran 25 m x 41 m (Bangunan A), 19,45 m x 41 m (Bangunan B) dan 35,43 m x 41 m (Bangunan C). Pada bangunan A terjadi simpang antar tingkat sangat besar yaitu 55,396 mm (Arah x) dan 52,470 mm (Arah y) sehingga diperlukan dinding geser..

5 Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih penulis tujukan kepada pihak tim geoteknik Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Pontianak atas data tanah berupa *Cone Penetrometer Test* (CPT) yang diberikan kepada penulis sebagai data utama dalam penentuan kelas situs tanah. Kami juga sangat mengapresiasi semua pihak yang telah berkontribusi dari proses penulisan hingga jurnal ini terbit.

6 Daftar Rujukan

- [1] H. C. Hardiyatmo, "Rekayasa Gempa Untuk Analisis Struktur & Geoteknik". Yogyakarta: Gadjah Mada University Press, 2022.
- [2] Badan Standardisasi Nasional, "SNI 2847:2019 - Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan". Jakarta: BSN, 2019.
- [3] F. Puspabella, "Perhitungan Struktur Beton Bertulang Gedung 7 Lantai Sekolah Santu Petrus Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen," Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura, Pontianak, 2022.
- [4] L. D. Pradhani, "Perbandingan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan Sistem Ganda pada Struktur Gedung Apartemen 15 Lantai," Skripsi, Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung, Semarang, 2022.
- [5] Menteri Pariwisata, Pos, dan Telekomunikasi Republik Indonesia, "Surat Keputusan Menteri Pariwisata, Pos, dan Telekomunikasi No. KM 37/PW.340/MPPT-86 tentang Peraturan Usaha dan Pengelolaan Hotel," 1986.
- [6] Y. Lesmana, "Handbook Desain Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847-2019". Makassar: Nas Media Pustaka, 2020.
- [7] Badan Standardisasi Nasional, "SNI 2052:2017 - Baja Tulangan untuk Beton Bertulang". Jakarta: BSN, 2017.
- [8] A. Asroni, "Teori dan Desain Balok Pelat Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2013". Surakarta: Muhammadiyah University Press, 2017.
- [9] A. Asroni, "Teori dan Desain Kolom Fondasi Balok "T" Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2013". Surakarta: Muhammadiyah University Press, 2018.
- [10] A. Pamungkas, "Contoh Laporan Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang, Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)". Yogyakarta: Deepublish, 2021.
- [11] Badan Standardisasi Nasional, "SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung". Jakarta: BSN, 2019.