



PERENCANAAN STRUKTUR BETON BERTULANG TAHAN GEMPA GEDUNG HOTEL SOLUNA 4 LANTAI DI JALAN PARIT H. HUSIN II KOTA PONTIANAK (PLANNING OF EARTHQUAKE RESISTANT REINFORCED CONCRETE STRUCTURE OF 4 STOREY SOLUNA HOTEL BUILDING ON PARIT H. HUSIN II STREET, PONTIANAK CITY)

Fajrul Islamiawan¹⁾, Rasiwan²⁾, Rona Ariyansyah³⁾

¹⁾²⁾³⁾Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Pontianak, Pontianak, Kalimantan Barat
e-mail: islamiawan.fajrul20@gmail.com; rasiwan1963@gmail.com;
ronaariyansyah99@yahoo.co.id

ABSTRACT

Dominated by trade and services, there will be many entrepreneur from local and abroad so that infrastructure such as hotels is suitable to use as a place to stay or as a meeting room for entrepreneur. Along with the times, building planning must also meet earthquake-resistant requirements and hence SNI 03-1726-2002 concerning Earthquake Resistance Planning Standards for Building Structures was made. Earthquake Resistant 4-Storey Soluna Hotel Building on Parit H. Husin II street, Pontianak City with a height of 22.5 meters from the ground, reinforced concrete structure. The Medium Moment Bearing Frame System (SRPMM) is used in the calculation of this building because the results of the Standard Penetration Test show that the building is erected on a soil with soft conditions (site class SE) and is included in the Seismic Design category (KDS) C. In this method, the Double System Method is used as the main structural system combined with shear walls. Earthquake load planning uses the 2017 Indonesian Earthquake Map by utilizing the response spectrum method in accordance with the Indonesian National Standard (SNI) 1726-2019. The load calculation method used follows the Indonesian National Standard (SNI) 1727-2020 and the Planning and Loading Guidelines for Building Houses (PPPURG) 1987, the need for structural concrete in building construction must meet the standards set out in SNI 2847-2019. The calculation results obtained the size of 1 type of plate 12 cm; 2 types of beams 37.5/55 cm, 30/40 cm; 1 type of column 55/55 cm; staircase and balcony plates 12 cm, 3 types of foundations P3 250 x 250 x 70 cm - pile 9D30 cm; P2 250 x 170 x 70 cm - pile 6D30 cm; P1 170 x 170 x 50 cm - pile 4D30 cm.

Keywords: Reinforced concrete structure, Hotel, Earthquake resistant, Spectrum response, Dual system

ABSTRAK

Karena didominasi perdagangan dan jasa, akan banyak pelaku bisnis dari dalam maupun luar negeri sehingga infrastruktur seperti hotel cocok digunakan sebagai tempat menginap atau sebagai ruang pertemuan untuk para pelaku perdagangan. Seiring perkembangan zaman, gedung yang direncanakan juga harus memenuhi persyaratan tahan gempa dan dibuatlah SNI 03-1726-2002 tentang Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung. Gedung Hotel Soluna 4 Lantai Tahan Gempa Di Jalan Parit H. Husin II Kota Pontianak dengan ketinggian 22,5 meter dari muka tanah, struktur beton bertulang. Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) digunakan dalam perhitungan gedung ini karena hasil Standar Penetration Test menunjukkan bahwa gedung didirikan di atas tanah yang kondisinya lunak (kelas situs SE) dan termasuk dalam kategori Desain Seismik (KDS) C. Dalam metode ini, digunakan Metode Sistem Ganda sebagai sistem struktural utama yang dikombinasikan dengan dinding geser. Perencanaan beban gempa menggunakan Peta Gempa Indonesia tahun 2017 dengan memanfaatkan metode respon spektrum yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) 1726-2019. Metode penghitungan beban yang digunakan mengikuti Standar Nasional Indonesia (SNI) 1727-2020 dan Pedoman Perencanaan dan Pembebanan Untuk Rumah Gedung (PPPURG) 1987, kebutuhan beton struktural dalam pembangunan gedung harus memenuhi standar yang ditetapkan dalam SNI 2847-2019. Hasil perhitungan didapat ukuran 1 jenis pelat 12 cm; 2 jenis balok 37,5/55 cm, 30/40 cm; 1 jenis kolom 55/55 cm; pelat tangga dan bordes 12 cm, 3 jenis pondasi P3 250 x 250 x 70 cm – pile 9D30 cm; P2 250 x 170 x 70 cm – pile 6D30 cm; P1 170 x 170 x 50 cm – pile 4D30 cm.



Kata Kunci: *Struktur beton bertulang, Hotel, Tahan gempa, Respon spektrum, Sistem ganda.*

PENDAHULUAN

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor: 29/PRT/M/2006 Tentang Pedoman Persyaratan Teknis Bangunan Gedung disebutkan bahwa bangunan gedung merupakan perwujudan hasil akhir dari pekerjaan proyek konstruksi yang menjadi satu dengan tempat pekerjaannya, setengah atau semuanya berada di atas, di dalam, atau keduanya pada permukaan tanah atau air, yang memiliki fungsi untuk beraktifitas, sebagai tempat tinggal atau hunian, kegiatan ibadah, kegiatan budaya dan sosial, atau kegiatan yang bersifat khusus [1].

Seiring perkembangan zaman, gedung yang direncanakan juga harus memenuhi persyaratan tahan gempa dan dibuatlah SNI 03-1726-2002 tentang Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung. Pada daerah Kalimantan Barat sudah termasuk kedalam wilayah bagian gempa walau masih dalam golongan kecil, oleh karena itu setiap bangunan gedung yang direncanakan di wilayah Indonesia wajib sesuai dengan standar tahan gempa. Perencanaan terhadap gempa mengalami peningkatan berdasarkan perbandingan SNI-1726-2012 dan SNI-1726-2019. Faktor peningkatan potensi yang terjadi yaitu Parameter gerak tanah (S_s), Parameter gerak tanah (S_1), dan Percepatan Tanah Puncak (PGA). Bangunan yang akan direncanakan harus mempunyai dan mampu memberi kinerja minimal *Life Safety*, maksudnya bangunan yang direncanakan boleh rusak, tetapi pada struktur tidak boleh mengalami roboh agar tidak ada korban jiwa [2].

Dikutip dari *Kompas.com* “Wilayah Kecamatan Ketungau Hilir, Kabupaten Sintang, Provinsi Kalimantan Barat baru saja diguncang gempa tektonik berkekuatan Magnitudo 3,5 pada hari rabu tanggal 22/2/2020 pukul 22.36.59 WIB. Hasil analisis BMKG menunjukkan bahwa letak lokasi episenter gempa ini terletak pada koordinat 0,58 Lintang Utara dan 111,33 Bujur Timur pada kedalaman 10 kilometer”. Dengan munculnya potensi gempa, membuat para *engineer* dalam membuat bangunan bertingkat harus merencanakan struktur tahan gempa. Material beton bertulang cocok dipergunakan

dalam membuat struktur gedung tahan gempa yang mempunyai biaya lebih murah dan kekuatan tinggi dari konstruksi lainnya [3].

Desain struktur beton bertulang tahan gempa menggunakan sistem ganda (*dual system*) diterapkan dengan prinsip memiliki kolom yang kuat dan balok yang lemah, serta mengintegrasikan dinding geser agar dapat mengurangi efek getaran akibat gempa. Perancangan merujuk pada standar nasional SNI 1726-2019 tentang ketahanan gempa, SNI 2847-2019 tentang beton struktural, serta SNI 1727-2020 tentang beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain. Untuk menciptakan bangunan gedung yang efektif dan berfungsi dengan baik, perlu dilakukan desain struktur yang akurat dan sesuai dengan perencanaan yang telah disusun. Bangunan gedung memiliki beberapa elemen struktur seperti balok, kolom, pelat lantai, dinding geser, tangga, dan pondasi. Pelat lantai dan tangga merupakan bagian penting yang menerima beban secara vertikal dan mengalirkannya ke balok sebagai pemikul beban utama [4].

Balok yaitu salah satu bagian dari suatu struktur yang menahan lantai di atasnya dan juga menyebarkan momen ke kolom-kolom yang memikulnya. Kolom adalah bagian vertikal dari kerangka struktur yang bertanggung jawab untuk menahan beban momen lentur dan tekanan aksial yang berasal dari balok [5].

Dinding geser adalah salah satu struktur vertikal memikul beban gravitasi maupun lateral seperti dinding *basement*, dapat juga direncanakan untuk memikul beban lateral gempa [6].

Pondasi merupakan bagian bangunan yang bertugas menopang beban, di mana beban tersebut akan dialirkan ke tanah yang kokoh. Ada dua tipe pondasi yang dapat dibedakan, yaitu pondasi dalam dan pondasi dangkal. Pemilihan tipe pondasi ini tergantung pada kondisi tanah dan jenis bangunan yang akan dibangun [7].

Gabungan antara dinding geser dengan sistem rangka pemikul momen terjadi dalam kondisi tertentu. Ketika dua jenis struktur dengan perilaku dan sifat yang berbeda digabungkan atau dikombinasikan, struktur yang dihasilkan menjadi lebih kuat dan efisien karena adanya

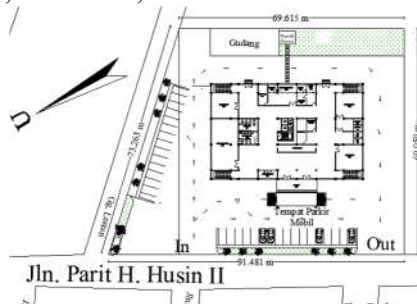
perpaduan tersebut. Menurut SNI 1726 - 2019 pasal 3.51.3, sistem ganda adalah kombinasi struktur yang terdiri dari rangka pemikul momen. Sistem rangka pemikul momen minimal harus memiliki kemampuan untuk menahan 25 persen dari gaya gempa lateral, sedangkan sisanya akan ditangani oleh struktur dinding geser. Angka yang menunjukkan koefisien dari sistem rangka yang mampu menanggung momen dan berdampingan dengan dinding yang memiliki kemampuan geser. Nilai koefisien modifikasi respons (R^a) yang disarankan untuk dinding geser beton bertulang khusus dapat ditemukan di tabel 12 SNI 1726 – 2019 [8].

METODE PENELITIAN

Data terbagi menjadi dua jenis, yaitu data utama atau primer dan data pendukung atau sekunder.. Data primer adalah gambar rencana dan data lokasi, sedangkan data sekunder adalah data yang sudah tercatat dalam suatu laporan atau buku atau hasil dari laboratorium.

Data Primer

Data primer adalah data rancangan sendiri. Lokasi dari perencanaan gedung ini berada pada Jalan Parit H. Husin II, Bangka Belitung Darat, Pontianak, Kalimantan Barat.



Gambar 1. Site Plan Perencanaan

Data mutu bahan:

Mutu Beton = 30 MPa
 Mutu Baja = 420 MPa

Data Sekunder

Adapun data sekunder yang dipakai adalah data tanah didapat dari hasil pengujian Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Pontianak dimana data tanah adalah SPT (*Standar Penetration Test*) dengan kedalaman

30 m, didapat kelas situs SE (tanah lunak). Data wilayah gempa dan parameter respon spectra percepatan desain (S_s dan S_1) dari situs rca ciptakarya.

Kategori desain seismik : C

Kategori risiko : II

Kelas situs tanah : tanah lunak (SE)

S_1 : 0,0514

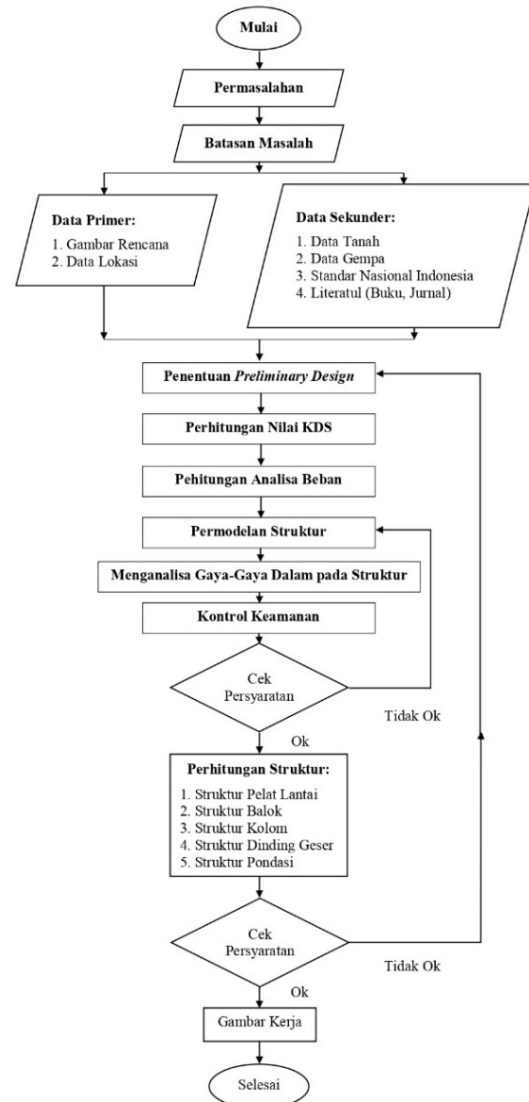
S_s : 0,171

S_{DS} : 0,273

S_{D1} : 0,144

Diagram Alir Perencanaan

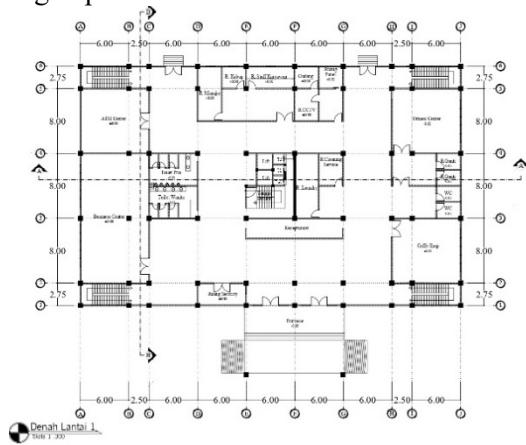
Diagram alir pada perencanaan ini ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 2. Diagram Alir Perencanaan

Gambar Perencanaan

Hotel Soluna terdiri atas 4 lantai dengan ketinggian total bangunan 20,5 m dan struktur bangunan hotel menggunakan beton bertulang. Bangunan hotel terdiri dari lantai 1 untuk ruang resepsionis, ruang kantor, dan beberapa ruang tambahan seperti *fitness center*, *coffe shop*, *business center*, dan *ATM center*. Lantai 2 untuk ruang rapat dan perjamuan, Lantai 3 penginapan *standard room*. Lantai 4 penginapan *suite room* dan *standard room*.



Gambar 3. Denah Hotel Soluna

Preliminary Design

Preliminary design adalah tahapan analisis untuk memprediksi ukuran elemen struktural bangunan. Selanjutnya, perhitungan dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak komputer untuk mendapatkan dimensi yang efisien dan kuat. Proses menentukan ukuran elemen struktur bangunan ini dilakukan dengan mengikuti pedoman yang diatur dalam SNI 2847:2019.

Tabel 1. Preliminary Design

No	Jenis Struktur	Beban (cm)
1	Pelat Lantai	12
2	Balok Utama	37,5 x 55
3	Balok Anak	30 x 40
4	Kolom	55 x 55
5	Dinding Geser	30

Sumber: SNI 2847:2019 (2022)

Beban Mati

Berat bahan bangunan beban mati (*dead load*) diambil berdasarkan PPURG 1987 sebagai berikut:

Tabel 2. Beban Mati Pada Bangunan

No	Bahan Komponen	Beban (kg/m ²)
1	Adukan semen	21
2	Berat keramik	24
3	Plafon + Penggantung	18
4	Waterproofing	5
5	ME	25
6	Dinding kaca Tebal 3 mm	10

Sumber: PPURG 1987 (2022)

Beban Hidup

Berat hidup bangunan (*live load*) diambil berdasarkan SNI 2847-2020 sebagai berikut:

Tabel 3. Beban Hidup Bangunan

No	Bahan Komponen	Beban Merata (kN/m ²)
1	Rumah tinggal (Ruang Publik)	4,79
2	Ruang Pertemuan (Kursi dapat dipindahkan)	4,79
3	Atap	4,79
4	Pegangan tangga	0,73
5	Ruang makan dan restoran	4,79
6	Tangga dan jalur keluar	4,79
7	Garasi / Parkir	1,92

Sumber: SNI 2847-2020 (2022)

Beban Angin

Beban angin yang bekerja pada Struktur Bangunan Gedung Hotel Soluna 4 Lantai Tahan Gempa Di Jalan Parit H. Husin II, Kota Pontianak diambil dari Stasiun Meteorologi Maritim Pontianak, dengan kecepatan terbesar yang pernah terjadi di Kelurahan Bangka Belitung Darat, Kota Pontianak, Provinsi Kalimantan Barat adalah sebesar 25,10 Knot/s atau setara dengan 12,91 m/s.

Tabel 4. Beban Angin Arah X

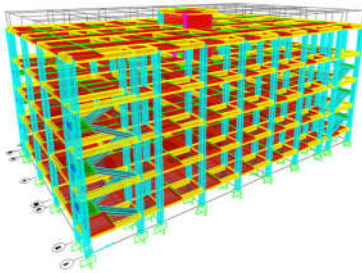
Lantai	Angin Datang (N/m ²)		Angin Pergi (N/m ²)	
	Dinding Angin Datang	Dinding Angin Pergi	Dinding Angin Pergi	Dinding Tepi
Dak	39,39	-39,39	-60,98	
4	38,02	-38,41	-59,03	
3	35,38	-35,69	-54,85	
2	32,11	-32,32	-49,70	
1	27,68	-27,76	-42,71	

Tabel 5. Beban Angin Arah Y

Lantai	Angin Datang (N/m ²)	Angin Pergi (N/m ²)	
	Dinding Angin Datang	Dinding Angin Pergi	Dinding Tepi
Dak	39,39	-47,6	-60,98
4	38,02	-46,09	-59,03
3	35,38	-42,82	-54,85
2	32,11	-38,79	-49,70
1	27,68	-33,33	-42,71

Permodelan Struktur

Permodelan Struktur Gedung Hotel Soluna 4 Lantai menggunakan *software* SAP 2000 dengan *preliminary design* yang telah dihitung sebelumnya. Permodelan struktur menggunakan 3 Dimensi. Beban mati gedung dihitung otomatis oleh *software* SAP 2000.



Gambar 4. Permodelan Struktur Gedung Dengan SAP 2000

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengecekan Struktur

1. Kontrol Waktu Getar Alami Struktur

$$\begin{aligned}
 T_{\min} &= C_t \cdot h_n^x \\
 &= 0,0466 \cdot 22,5^{0,9} \\
 &= 0,768 \text{ detik}
 \end{aligned}$$

Tabel 6. Kontrol Waktu Getar Alami Struktur

Case	Mode	Period	Frequency
		Sec	Cyc/sec
MODAL	Mode	0,531	1,885

2. Kontrol Rasio Partisipasi Massa

Pada SNI 1726-2019 pasal 7.9.1.1 hal 77 tentang analisis *spectrum respon* jumlah ragam, partisipasi massa ragam terkombinasi harus

100% namun diijinkan paling sedikit partisipasi massa harus 90%.

Tabel 7. Rasio Partisipasi Massa

Case	Mode	UX	UY
Modal	1	0,05	0,06
Modal	12	0,994	0,993

3. Kontrol Simpangan Antar Lantai

Tabel 8. Simpangan Arah X

Story	Delta xe	Cd	Ie	Delta x	Tinggi Tingkat	Delta Izin
Dak	3,447	4,5	1	15,509	4500	90
4	2,529	4,5	1	11,381	4500	90
3	1,605	4,5	1	7,220	4500	90
2	0,761	4,5	1	3,423	4500	90
1	0,125	4,5	1	0,564	4500	90
Dasar	0,000	4,5	1	0,000	2000	40

Tabel 9. Simpangan Arah Y

Story	Delta ye	Cd	Ie	Delta y	Tinggi Tingkat	Delta Izin
Dak	3,633	4,5	1	16,350	4500	90
4	2,875	4,5	1	12,937	4500	90
3	2,020	4,5	1	9,089	4500	90
2	1,068	4,5	1	4,806	4500	90
1	0,197	4,5	1	0,884	4500	90
Dasar	0	4,5	1	0,000	4500	90

4. Kontrol Sistem Ganda

Menurut ketentuan dalam SNI 1726-2019 pasal 7.2.5.1 yang mengatur tentang penggunaan sistem ganda, dinyatakan bahwa rangka pemikul momen dalam sistem ganda harus memiliki kemampuan untuk menahan sebanyak minimal 25% dari gaya *seismic design* dari gempa *static*.

Tabel 10. Kontrol Sistem Ganda

Comb	Frame (kN)		Shear Wall (kN)	
	X	Y	X	Y
RS	482,29 (27,26) %	915,40 (53,97) %	1287,05 (72,74) %	780,80 (46,03) %

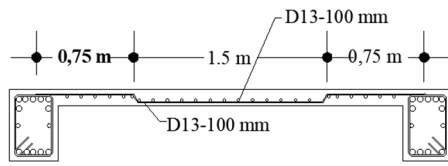
Perhitungan Struktur Pelat

Perhitungan struktur pelat dari hasil *output* SAP2000 adalah berikut:

- Tebal pelat lantai 1-4 : 12 cm
- Tul. tum arah x 1-4 : D13-120 mm
- Tul. lap arah x 1-4 : D13-160 mm
- Tul. tum arah y 1-4 : D13-100 mm
- Tul. lap arah y 1-4 : D13-160 mm
- Tebal pelat lantai dak : 10 cm
- Tul. tum arah x dak : D13-180 mm



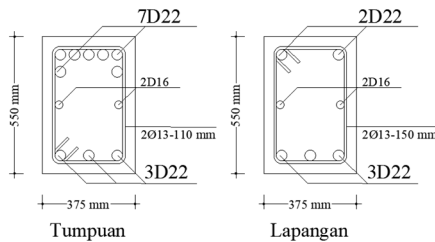
Tul. lap arah x dak : D13-200 mm
 Tul. tum arah y dak : D13-200 mm
 Tul. lap arah y dak : D13-200 mm



Gambar 5. Tampak Depan Tulangan Pelat Lantai

Perhitungan Struktur Balok

Data penampang balok:
 Tinggi balok (h) : 550mm
 Lebar balok (b) : 375mm
 Tulangan utama : 22mm
 Tulangan geser : 16mm
 Selimut beton : 40 mm
 f_c : 30 MPa
 f_y : 420 MPa
 β_1 : 0,836



Gambar 6. Detail Balok Induk

Berikut rekapitulasi perencanaan tulangan balok:

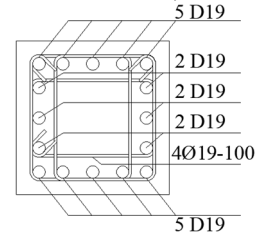
Tabel 11. Rekapitulasi Tulangan Balok

Tipe balok (cm)	Daerah	Lentur		Torsi	Geser
		atas	bawah		
37,5x55	Tump.	7D22	3D22	2D16	2D13-100
	Lap.	2D22	3D22	2D16	2D13-150
30x40	Tump.	4D16	2D16	2D10	2D13-135
	Lap.	2D16	3D16	2D10	2D13-175

Perhitungan Struktur Kolom

Tinggi kolom (h) : 550mm
 Lebar kolom (b) : 550mm
 Tulangan utama : 22mm
 Tulangan geser : 19mm
 Selimut beton : 40mm
 f_c : 30MPa

f_y : 420MPa
 β_1 : 0,836



Gambar 7. Detail Tulangan Kolom

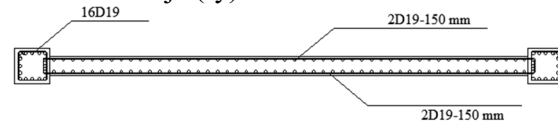
Berikut tabel rekapitulasi kolom

Tabel 12. Rekapitulasi Tulangan Kolom

Ukuran Kolom (mm)	Tulangan Lentur	Tulangan Transversal	
		lo	> lo
550 x 550	16D19	2ØD10 - 130	2ØD10 - 220

Perhitungan Struktur Dinding Geser

Tebal dinding geser (h_w) : 300mm
 Panjang (as ke as) : 210mm
 Ukuran kolom : 55 x 55 cm
 Panjang dinding geser (l_w) : 7450mm
 Diameter tulangan (d_b) : 19mm
 Diameter tulangan (d_{bt}) : 19mm
 Kuat tekan beton (f_c) : 30MPa
 Kuat leleh baja (f_y) : 420MPa



Gambar 8. Detail Penulangan Dinding Geser

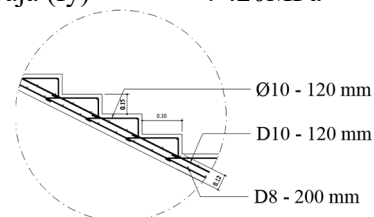
Berikut rekapitulasi tulangan dinding geser:

Tabel 13. Rekapitulasi Tulangan Dinding Geser

Daerah	Lentur	Geser
Badan	2D19-150	2D19-150
Kolom	16D19	-

Perhitungan Struktur Tangga

Tebal pelat tangga : 120mm
 Tebal selimut : 20mm
 Mutu beton (f_c) : 30MPa
 Mutu baja (f_y) : 420MPa



Gambar 9. Detail Tulangan Tangga

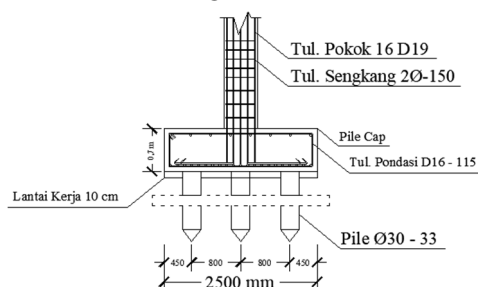
Berikut rekapitulasi tulangan tangga:

Tabel 14. Rekapitulasi Tulangan Tangga

Tebal Pelat	Daerah	Area Penulangan	Ø Tul	Jarak Antar Tul.
120 mm	Tumpuan	Melintang	13	130
	Lapangan		13	130
120 mm	Tumpuan	Memanjang	10	130
	Lapangan		10	130

Perhitungan Struktur Pondasi

- Kuat tekan beton ($f'c$) : 30MPa
- Kuat leleh baja (f_y) : 420MPa
- Diameter tulangan : 16mm
- Ukuran kolom : 550 x 550 mm
- Tebal *pile cap* : 700mm
- Selimut beton : 75mm
- Diameter tiang : 300mm
- Aksial terjadi (P_u) : 327,010ton
- Berat beton bertulang : 24kN/m³



Gambar 10. Detail Penulangan Pondasi P3

Berikut tabel rekapitulasi tulangan pondasi:

Tabel 15. Rekapitulasi Tulangan Pondasi

Tipe	Jumlah Tiang (mm)	Dimensi Tiang (mm)	Ukuran <i>Pile Cap</i> (mm)	Diameter Tulangan (mm)
P1	9	300	2500 x 2500 x 700	16
P2	6	300	2500 x 1700 x 700	16
P3	4	300	1700 x 1700 x 500	16

GAMBAR AKHIR HASIL PERENCANAAN

Berikut adalah gambar perspektif dari hotel soluna:



Gambar 11. Tampak Perspektif Hotel Soluna

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis Struktur Beton Bertulang Hotel Soluna yang dirancang menggunakan sistem rangka pemikul momen menengah dan dikombinasikan dengan dinding geser atau yang lebih dikenal dengan metode sistem ganda, memiliki klasifikasi gedung bintang 3 sesuai kriteria yang berlaku serta telah memenuhi persyaratan gedung tahan gempa berdasarkan hasil kontrol yang dilakukan. Periode kontrol waktu getar alami struktur sebesar 0,531 detik sedangkan periode ijin sebesar 0,768 detik maka waktu getar alami pada struktur yang terjadi aman. Hasil tabel partisipasi massa dari SAP2000 didapat partisipasi massa pada modal ke 8 dengan arah X sebesar 99,4% (>90%) dan partisipasi massa arah Y sebesar 99,3% (>90%). Simpangan antar lantai (*drift*) juga memenuhi dari simpangan tingkat diijinkan sebesar 90 mm sedangkan yang terjadi dibawah 90 mm. Didapatkan hasil penulangan Struktur pelat lantai tebal 120 mm kecuali pelat lantai dak 100 mm. Struktur balok menggunakan 2 ukuran balok. Balok utama 37,5/55 cm; pada balok anak 30/40. Struktur kolom 1 jenis ukuran kolom yang digunakan yaitu 55/55. Struktur dinding geser dengan ketebalan pelat dinding geser 300 mm. Struktur pelat bordes dengan ketebalan 100 mm. Struktur pelat tangga dengan ketebalan 120 mm. Struktur pondasi menggunakan 3 jenis ukuran pondasi yang digunakan yaitu P1 dengan ukuran *pile cap* 1700 x 1700 x 500 mm - *spun pile* 4 D 300mm; P2 dengan ukuran *pile cap* 2500 x 1700 x 700



mm - *spun pile* 6 D 300mm; P3 dengan ukuran 2500 x 2500 x 700 mm - *spun pile* 9 D 300mm.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis dengan tulus mengungkapkan rasa terima kasih yang besar kepada pembimbing atas bimbingan dan saran yang telah diberikan dalam menjalankan penelitian ini. Demikian pula dengan Laboratorium Teknik Sipil yang telah memberikan informasi untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. P. Umum, "Pedoman Persyaratan Teknis Bangunan Gedung," Jakarta: Ditjen Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum, 2006.
- [2] G. Fitriyono, "Desain Modifikasi Struktur Gedung Apartemen Grand Sungkono Lagoon Tower Caspian dengan Menggunakan Performance Based Design dan Dual System," Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2019.
- [3] R. H. Permana, "Analisis BMKG soal Gempa M 3,5 Kabupaten Sintang," detikcom, [Online]. Tersedia: <https://news.detik.com/berita/d-4911123/analisis-bmkg-soal-gempa-m-35-kabupaten-sintang>. [Diakses 10 September 2022]
- [4] A. Setiawan, "Perancangan struktur beton bertulang berdasarkan SNI 2847: 2013," Jakarta: Erlangga, vol. 301, 2016.
- [5] Y. Lesmana, "Handbook analisa dan desain struktur tahan gempa beton bertulang (SPRMB, SPRMM, SPRMK) berdasarkan SNI 2847: 2019 dan SNI 1726: 2019," ed: Makassar: Nas Media Pustaka, 2021.
- [6] Y. Lesmana, "Handbook Analisa dan Desain Shear Wall Beton Bertulang Dual System Berdasarkan SNI 2847: 2019 & SNI 1726: 2019," ed: Makassar: PT Nas Media Indonesia, 2020.
- [7] A. Pamungkas and E. Harianti, "Desain Pondasi Tahan Gempa," Andi, Yogyakarta, 2013.
- [8] B. S. Nasional, "Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung," Sni, vol. 1726, p. 2019, 2019.