

PERENCANAAN ULANG STRUKTUR HOTEL *AYBLUE* MAKASSAR 10 TINGKAT TAHAN GEMPA MENGGUNAKAN SISTEM GANDA

Wa Ode Sitti Nur Aisyah dan Soerjandani Priantoro Machmoed*

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

Jl. Dukuh Kupang XX No 54, Kota Surabaya 60225, Jawa Timur, Indonesia.

E-mail: aisyahnhisya.co.id@gmail.com & *soerjandani@uwks.ac.id

(*) Penulis Koresponden

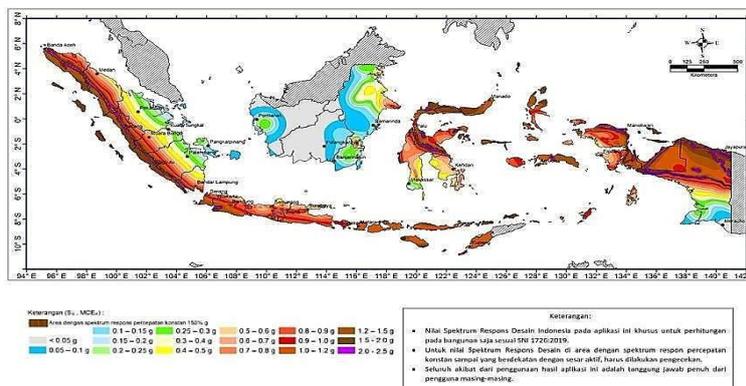
ABSTRAK: Pada Kota Makassar akan dibangun sebuah bangunan 10 tingkat yang diberi nama Gedung *AYBLUE*. Pembangunan ini bertujuan untuk mengetahui dimensi dinding geser dan rangkanya pada sistem ganda dan upaya untuk memastikan bangunan mampu mengatasi beban gempa, terkait dengan dinding penahan lateral sesuai ketentuan yang tercantum dalam SNI 1726-2019 dan SNI 2847-2019. Pada perencanaan ini menggunakan metode konstruksi sistem ganda (*dual system*) yang di mana menggabungkan dua komponen utama, yaitu sistem rangka pemikul momen khusus dan dinding geser, serta menerapkan prinsip *strong column weak beam*. Selama terjadinya gempa balok-balok akan membentuk sendi plastis sehingga perlu dilakukan desain kolom yang kuat untuk mendukung balok. Gedung *AYBLUE* direncanakan dengan dimensi bangunan berukuran 42 meter x 30 meter dan terdiri dari 10 tingkat. Gedung ini dikerjakan menggunakan konstruksi yang diperkuat diperkuat dengan baja, beton bertulang, mutu beton (f_c') 35 MPa dan mutu baja (f_y) 420 MPa. Perhitungan beban gravitasi dilakukan dengan bantuan perangkat lunak komputer. Hasil perhitungan dan analisa menunjukkan bahwa tebal dinding geser adalah 30 cm, dengan tulangan utama vertikal berukuran 12D22-70, dan tulangan horizontal berukuran 2D22-50. Dalam hal ini dinding penumpu, ada persyaratan bahwa ketebalan dinding penopang harus memenuhi salah satu dari dua kondisi berikut panjang bentang penopang harus memiliki jarak yang tidak lebih pendek dari 1/25 tinggi atau panjangnya, dan harus minimal 100 mm. Hotel *AYBLUE* ini telah memenuhi ketentuan yang berlaku dengan prinsip *strong coloum weak beam* adalah $\sum M_{nb} \geq 1,2 \sum M_{nb} = 7923 \text{ kNm} \geq 644,01 \text{ kNm}$.

KATA KUNCI : *AYBLUE*, Sistem Ganda, Makassar, Beton Bertulang

1. PENDAHULUAN

Indonesia sebagaimana juga Jepang dan California, berada di daerah yang sangat rentan terhadap gempa bumi karena posisi geografiknya berada di zona tektonik yang aktif. Indonesia seperti dalam Gambar 1. Perancangan gedung tinggi memerlukan pertimbangan yang

cermat terhadap besarnya deformasi lateral. Ketika ketinggian bangunan bertambah, gaya lateral yang disebabkan oleh aktivitas seismik memberikan dampak yang lebih signifikan pada struktur. (Ryan Permana Rahinda & Andaryati, 2018).



Gambar 1. Peta Indonesia

PERENCANAAN ULANG STRUKTUR HOTEL AYBLUE MAKASSAR 10 TINGKAT TAHAN GEMPA MENGGUNAKAN SISITEM GANDA

(Wa Ode Sitti Nur Aisyah, Soerjandani Priantoro Machmoed)

Pada ketinggian tertentu, goyangan lateral sebuah bangunan menjadi cukup besar, sehingga faktor kekakuan merupakan faktor penentu yang penting dalam proses desain. Konsekuensinya, pemilihan sistem struktur mempunyai pengaruh besar terhadap kemampuan bangunan menahan dan menyerap beban-beban tersebut. Dalam perencanaan gedung hotel 10 tingkat tahan gempa Makassar sebelumnya, digunakan Sistem Rangka Pemikul Monen Khusus yang tidak melibatkan dinding geser dan rangka. Konsep *Strong Coloum Weak Beam* digunakan di mana terjadi pembentukan sendi plastis pada dasar, khususnya pada tingkat nominal 5 yang terjadi bersamaan dampak gempa, berdasarkan pada desain kolom yang kuat dari balok. Perencanaan ini mengikuti panduan untuk struktur beton bertulang sebagaimana yang telah diatur dalam SNI 2847-2013 dan SNI 1726-2012. (Zulqurnia Nashor, Muh Fajar, 2018).

Gelombang seismik muncul karena pergerakan lempeng tektonik yang dijelaskan dalam SNI 1726-2019, mencakup penjelasan tentang gaya horisontal yang muncul sebagai hasil dari pengaruh beban gempa yang akan direspons oleh kolom struktural. Ini menyebabkan perilaku struktur menjadi seperti kantilever, dengan titik engselnya berda di dasar bangunan. Beban gempa merupakan beban yang signifikan dan arahnya terus-menerus berubah sesuai dengan saat terjadinya, sehingga simpangan sudah pasti akan ada di setiap lantai.

Merencanakan beban dengan metode statik ekuivalen masih bisa digunakan ketika bangunan dengan ketinggian kurang dari 48,8 meter berdasarkan SNI 1726-2019. Analisa statik merupakan analisis dari suatu struktur yang menentukan beban statik horinsontal hanya dibolehkan dari analisa respon ragam getar pada gempa pertama, analisa ini cocok digunakan pada struktur yang memiliki banyak bentuk ragam. Oleh karena itu, diperlukan sistem untuk meningkatkan kekuatan struktur bangunan ini dan salah satu solusi oleh karena itu, diperlukan sistem untuk meningkatkan kekuatan struktur bangunan ini dan salah satu solusinya adalah menerapkan sistem ganda. Biasanya, sistem ganda memiliki tiga karakteristik yang terkait dengan pemanfaat struktur khusus yang yang dirancang untuk

menangani beban gravitasi dan gempa, serta dinding penahan lateral yang beroperasi sesuai dengan ketentuan Standar Rencana Pembebanan dan Ketahanan Gempa (SRPMK) untuk menangani gaya lateral. Dalam konfigurasi ini, SRPMK diharapkan mampu menanggung setidaknya 25% dari beban lateral, sementara 75% sisanya ditangani oleh dinding geser. Selain itu, perencanaan juga memasukan kekauan yang relatif. Permasalahan yang telah terurai diatas, maka dari itu untuk direncanakan perencanaan ulang menggunakan penahan gempa yaitu Sistem Ganda guna untuk meningkatkan kemampuan ketahan gedung terhadap gaya gempa yang lebih besar. (Nini Hasriyani Aswad, 2014).

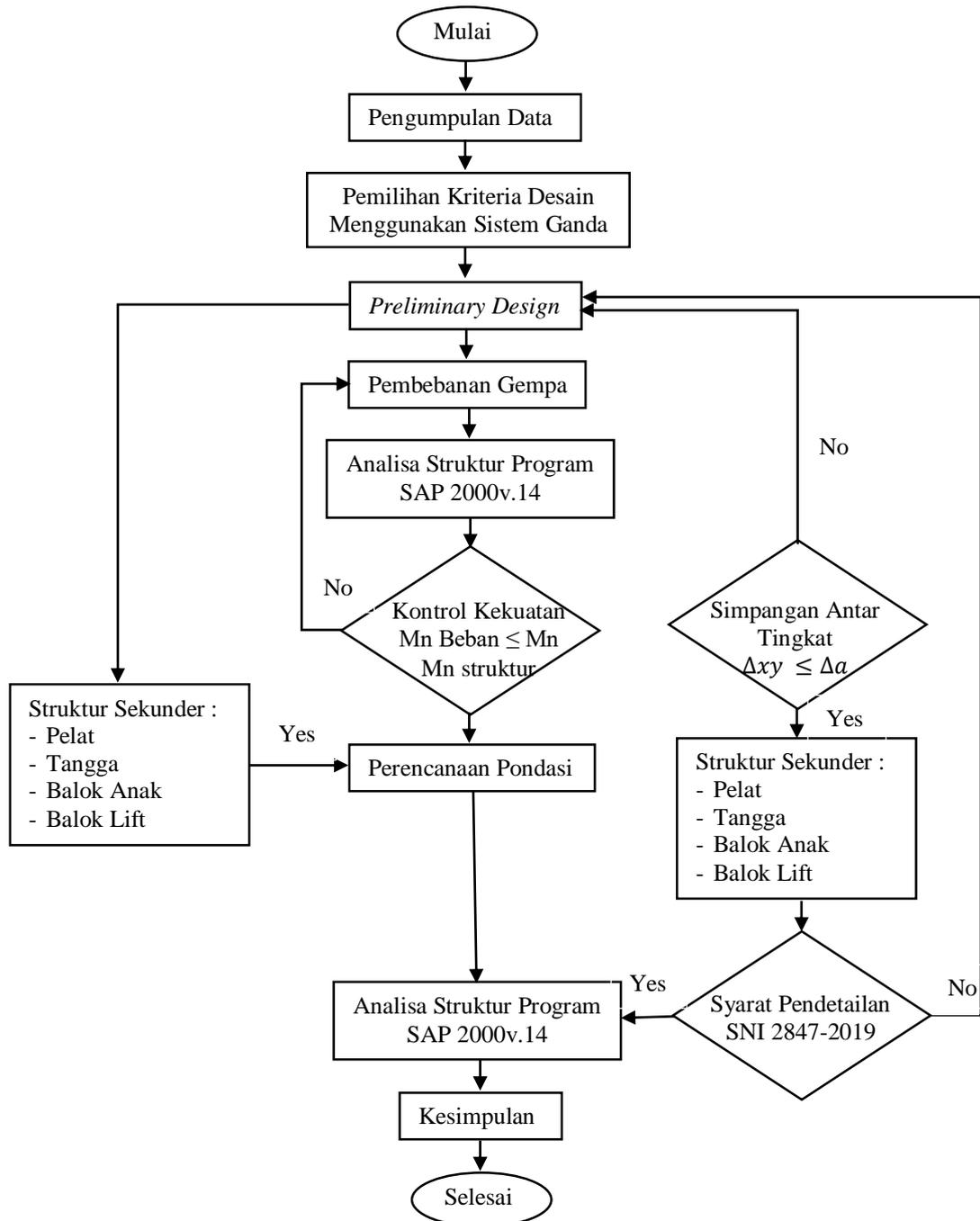
Ada beberapa cara untuk mempertahankan kestabilan struktur tersebut, salah satunya adalah dengan menambah elemen diagonal pada konstruksi guna mencegah terjadinya deformasi jajaran genjang. (Sekar Arum, 2015).

Dengan tujuan dari beberapa maksud yang ingin dicapai oleh perencana adalah seperti berikut yaitu untuk mengetahui dimensi dinding geser dan rangkanya pada sistem ganda dan dalam upaya untuk memastikan bangunan mampu mengatasi beban gempa, terkait dengan dinding penahan lateral sesuai dengan ketentuan yang tercantum dalam SNI 1726-2019 dan SNI 2847-2019.

Dalam merencanakan ulang struktur hotel *AYBLUE* ini dapat memberikan manfaat yang baik secara keilmuan merupakan perencanaan ini diharapkan memberikan informasi yang secara detail khususnya dalam perancangan struktur beton bertulang menggunakan pendekatan sistem ganda yang melibatkan kombinasi antara SRMPK dan dinding penahan lateral ada juga secara praktis merupakan perencanaan struktur hotel yang berada di kota Makassar agar bisa menjadi pertimbangan tentang tata cara perencanaan sistem tahan gempa sesuai dengan ketentuan yang tercantum dalam SNI 1726-2019 dan SNI 2847-2019.

2. METODOLOGI PERENCANAAN

Merencanakan ulang hotel *AYBLUE* dengan menggunakan Sistem Ganda dapat dilihat dalam diagram alir yang tercantum dalam Gambar 2.



Gambar 2. Flow Chart Perencanaan Ulang Struktur Hotel Ayblue Makassar Tahan Gempa Menggunakan Sistem Ganda

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Tahap Perencanaan Awal dan Menentukan Dimensi Struktur

Perancangan harus disesuaikan dengan tata ruang dan desain arsitektur untuk memastikan bahwa elemen-elemen struktural yang direncanakan sesuai dengan tujuan dan fungsi bangunan. Oleh karena itu, dimensi komponen

struktur harus sesuai dengan desain gedung. (Andika Firmansyah, 2019).

- Dimensi	
Balok Anak	: 20 x 30 cm
Balok Induk	: 30 x 50 cm
Kolom	: 60 x 60 cm
Tebal Dinding Geser	: 30 cm

PERENCANAAN ULANG STRUKTUR HOTEL AYBLUE MAKASSAR 10 TINGKAT TAHAN GEMPA MENGGUNAKAN SISITEM GANDA

(Wa Ode Sitti Nur Aisyah, Soerjandani Priantoro Machmoed)

3.2 Perencanaan Struktur Sekunder

Secara umum struktur sekunder ini tidak menjadi salah satu komponen utama dalam suatu konstruksi gedung, namun struktur sekunder tetap mempengaruhi dan menjadi beban dalam struktur utama. Struktur ini dirancang untuk menerima lentur akibat gaya gravitasi dan tidak ada perencanaan untuk mengatasi gaya lateral yang berasal dari gempa. Oleh karena itu, untuk perhitungan analisa pada struktur tersebut dihitung terpisah dengan struktur utama. (Happy Anggar Kusuma, 2018).

3.2.1 Perencanaan Lantai

Mutu beton ($f'c$) : 35 MPa
 Mutu baja (f_y) : 390 MPa
 Tebal pelat atap : 10 cm
 Tebal pelat lantai : 12 cm

Berikut adalah perhitungan yang diperoleh dari analisis tulangan pelat atap :

- Tulangan sumbu x : $\emptyset 10 - 300$ mm
- Tulangan sumbu y : $\emptyset 10 - 300$ mm

Berikut adalah perhitungan yang diperoleh dari analisis tulangan pelat lantai :

- Tulangan sumbu x : $\emptyset 10 - 300$ mm
- Tulangan sumbu y : $\emptyset 10 - 300$ mm

3.2.2 Perencanaan Balok Anak Atap

Subbab ini membahas tentang analisis terhadap beban dan momen yang mempengaruhi total tulangan dalam balok anak atap akan disesuaikan dengan data perencanaan sebagai berikut :

Dimensi balok $h = 30$ cm
 $b = 20$ cm

Diameter tulangan Utama = D-13
 Diameter sengkang = \emptyset -10
 Mutu beton ($f'c$) = 35 MPa
 Mutu baja (f_y) = 420 MPa
 Selimut beton = 40 mm

Berikut adalah perhitungan yang diperoleh dari analisis tulangan pelat atap :

- Daerah tumpuan atas : 3D13 ($A_s = 393 \text{ mm}^2$)
- Daerah tumpuan bawah : 2D13 ($A_s = 265 \text{ mm}^2$)
- Daerah lapangan atas : 3D13 ($A_s = 393 \text{ mm}^2$)
- Daerah lapangan bawah : 2D13 ($A_s = 265 \text{ mm}^2$)
- Tulangan tumpuan sengkang : 2 $\emptyset 10 - 100$ mm
- Tulangan lapangan sengkang : 2 $\emptyset 10 - 150$ mm

3.2.3 Perencanaan Balok Anak Lantai

Subbab ini membahas tentang beban dan momen yang timbul pada keseluruhan jumlah tulangan dalam balok anak lantai adalah disesuaikan dengan data perencanaan berikut :

Dimensi balok $h = 30$ cm
 $b = 20$ cm

Diameter tulangan = D-13
 Diameter sengkang = \emptyset -10
 Mutu beton ($f'c$) = 35 MPa
 Mutu baja (f_y) = 420 MPa
 Selimut beton = 40 mm

Berikut adalah perhitungan yang diperoleh dari analisis tulangan pelat lantai :

- Daerah tumpuan atas : 3D13 ($A_s = 393 \text{ mm}^2$)
- Daerah tumpuan bawah : 2D13 ($A_s = 265 \text{ mm}^2$)
- Daerah lapangan atas : 3D13 ($A_s = 393 \text{ mm}^2$)
- Daerah lapangan bawah : 2D13 ($A_s = 265 \text{ mm}^2$)
- Tulangan tumpuan sengkang : 2 $\emptyset 10 - 100$ mm
- Tulangan lapangan sengkang : 2 $\emptyset 10 - 150$ mm

3.2.4 Perencanaan Tangga

Merencanakan tangga ini memiliki peran sebagai penghubung antara tingkat bawah dan tingkat atas dalam bangunan bertingkat tinggi.

Berikut adalah data perencanaan yang digunakan seperti berikut :

Lebar injakan (T) : 30 cm
 Tinggi tajakan (P) : 20 cm
 Elevasi bordes lantai 1 : 300 cm
 Elevasi bordes lantai 2-10 : 200 cm
 Tebal selimut beton : 20 cm
 Tebal pelat bordes : 15 cm
 Beda tinggi lantai 1 : 600 cm
 Panjang bordes : 300 cm
 Lebar bordes : 150 cm
 Beda tinggi lantai 2-10 : 400 cm
 Panjang bordes : 300 cm
 Lebar bordes : 150 cm

Berdasarkan hasil perhitungan penulangan pada pelat bordes lantai 1 adalah sebagai berikut :

- Tulangan perlu : D12 - 100
- Tulangan susut : $\emptyset 10 - 300$ mm

Berdasarkan hasil perhitungan penulangan pada pelat tangga lantai 1 adalah sebagai berikut :

- Tulangan perlu : D12 - 100
- Tulangan susut : $\emptyset 10 - 300$ mm

Berdasarkan hasil perhitungan penulangan pada pelat bordes lantai 2-10 adalah sebagai berikut :

- Tulangan perlu : D12 - 100
- Tulangan susut : $\emptyset 12 - 300$ mm

Berdasarkan hasil perhitungan penulangan pada pelat tangga lantai 2-10 adalah sebagai berikut :

- Tulangan perlu : D12 - 100
- Tulangan susut : $\emptyset 12 - 300$ mm

Berdasarkan hasil perhitungan penulangan pada balok bordes lantai 1 adalah sebagai berikut :

- Daerah tumpuan atas : 5D13 ($A_s = 664 \text{ mm}^2$)
- Daerah tumpuan bawah : 3D13 ($A_s = 398 \text{ mm}^2$)
- Daerah lapangan atas : 4D13 ($A_s = 531 \text{ mm}^2$)

- Daerah lapangan bawah : 3D13 ($A_s = 398 \text{ mm}^2$)
- Tulangan tumpuan sengkang : $2\emptyset 10 - 125 \text{ mm}$
- Tulangan lapangan sengkang : $2\emptyset 10 - 125 \text{ mm}$

3.2.5 Perencanaan Balok Penggantung Lift

Subbab ini membahas tentang balok yang terhubung dengan ruang lift. Berikut adalah data perencanaan yang digunakan seperti berikut :

Dimensi

Balok lift	: 30/40
Merek	: Mitsubishi
Tipe lift	: NexWay
Kapasitas	: 18 orang (1350 kg)
Kecepatan	: 3 m/sec = 180 mm/menit
Lebar pintu	: 1100 mm
Dimensi sangkar (car size)	: 1800 x 1500 mm ²
Dimensi ruang luncur (Hoistway)	: 2500 x 2300 mm ²

Berdasarkan hasil penulangan pada balok penggantung lift adalah sebagai berikut :

- Daerah tumpuan atas : 5D13 ($A_s = 664 \text{ mm}^2$)
- Daerah tumpuan bawah : 4D13 ($A_s = 531 \text{ mm}^2$)
- Daerah lapangan atas : 4D13 ($A_s = 531 \text{ mm}^2$)
- Daerah lapangan bawah : 3D13 ($A_s = 398 \text{ mm}^2$)
- Tulangan tumpuan sengkang : $2\emptyset 10 - 100 \text{ mm}$
- Tulangan lapangan sengkang : $2\emptyset 10 - 150 \text{ mm}$

3.3 Pembebanan Gempa

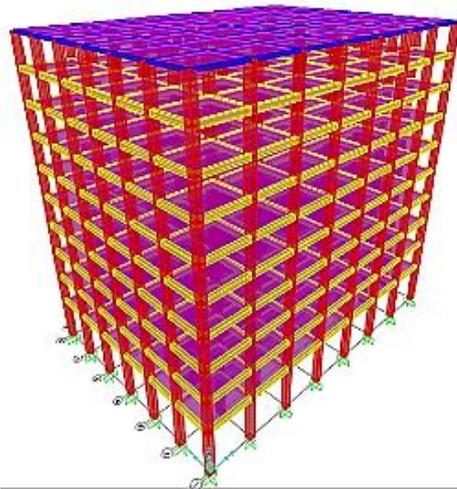
Pembebanan gempa dilaksanakan untuk mengidentifikasi beban yang mempengaruhi struktur. Struktur tersebut menerima dua jenis yaitu beban gravitasi dan beban yang timbul akibat gempa. Perhitungan akan mencakup pembebanan struktur oleh gravitasi dan pembebanan struktur gempa, dengan menggunakan data perencanaan sebagai berikut :

Dimensi balok induk	: 30/50 cm
Dimensi kolom	: 70/70 cm
Mutu beton (f_c')	: 35 MPa
Mutu baja (f_y)	: 420 MPa
Jumlah lantai	: 10 lantai
Tinggi tiap lantai	: 6 m (Lantai 1) dan 4 m (Lantai 2-10)
Tinggi bangunan	: 42 m
Luas bangunan	: 1260 m ²

Berat bangunan total

$$\begin{aligned}
 W_t &= (W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 + W_6 + W_7 + \\
 &W_8 + W_9 + W_{10}) + W_{\text{atap}} \\
 &= (1153195,8 \times 10) + 843765,9 \\
 &= 12375723,9 \text{ kg} = 123757239 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Pada tugas akhir ini, analisa struktur menggunakan perangkat lunak SAP2000, yang memungkinkan kita untuk secara otomatis mendapatkan nilai massa bangunan, seperti yang terlihat dalam Tabel 1.



Gambar 3. Output Pemodelan Pembebanan Gempa 3D

Tabel 1. Berat Lantai

Lantai	masa Lantai (kg)	Berat Lantai (N)
1	1153195,8	11531958
2	1153195,8	11531958
3	1153195,8	11531958
4	1153195,8	11531958
5	1153195,8	11531958
6	1153195,8	11531958
7	1153195,8	11531958
8	1153195,8	11531958
9	1153195,8	11531958
10	1153195,8	11531958
Atap	843765,9	8437659
Total		197230778

Pembebanan gempa dalam perencanaan gedung Hotel Ayblue ini berdasarkan SNI 1726-2019. Penentuan jenis tanah menggunakan data tanah SPT seperti pada Tabel 1. Setelah menentukan jenis tanah, kita dapat mengestimasi respon spektral dengan menggunakan alat bantu program rsa.ciptakarya.pu.go.id yang terlihat dalam Gambar 3.

PERENCANAAN ULANG STRUKTUR HOTEL AYBLUE MAKASSAR 10 TINGKAT TAHAN GEMPA MENGGUNAKAN SISITEM GANDA

(Wa Ode Sitti Nur Aisyah, Soerjandani Priantoro Machmoed)

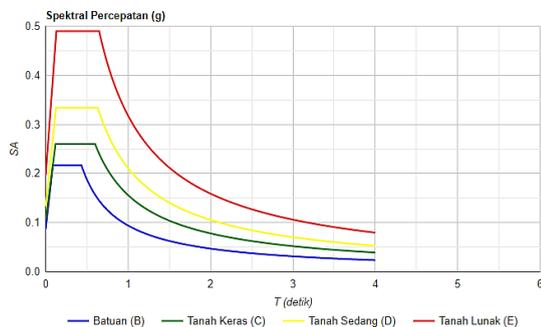
Tabel 3. Data Tanah Kota Makassar

No	Trickness (di) meter	Diskripsi	Value SPT	di / Value SPT
1	0	Clay, brown, some, silt, trace sand.	0	0
2	3	Claybrown, inorganic, some silt, some sand, contains demolotion material, soft.	2	0,666667
3	7	Clay, brown, imorganic, some silt, trace sand, soft.	6	0,857143
4	11	Clay, grey, inorganic, some silt, trace sand, medium.	11	1
5	11	Clay, grey, inorganic, some silt, trace sand, medium.	17	1,545455
6	17	Sand, grey, trace silt, medium.	21	1,235294
Total	49			5,304558

$$N = \frac{\sum_{i=1}^n di}{\sum_{i=1}^n di/ni} = \frac{49}{5,30456} = 9,237$$

Dikarenakan Nilai $\bar{N} = 8,43 \leq 15$ maka tanah tersebut termasuk dalam kategori tanah lunak (SE) sesuai dalam Klasifikasi Situs SNI 1726-2019. Dengan hasil tersebut, didapatkan tabel nilai respon spektra untuk tanah lunak sesuai dengan **Gambar 4** dan **Tabel 3**.

FV	3.376
PSA (g)	0.289
SMS (g)	0.734
SM1 (g)	0.477
SDS (g)	0.490
SD1 (g)	0.318
T0 (detik)	0.130
T0 (detik)	0.650



Gambar 4. Spektrum Percepatan Kota Makassar

Dari gambar spektrum percepatan tersebut, diperoleh nilai respon spektrum untuk jenis tanah sedang yang sebagaimana tercantum dengan **Tabel 4**.

Tabel 4. Nilai Respon Tanah Lunak di Kota Makassar

Tanah Lunak E	
PGA (g)	0.126
Ss (g)	0.325
S1 (g)	0.141
Crs	1.094
Cr1	1.063
FPGA	2.291
FA	2.261

Menurut ketentuan yang tercantum dalam SNI 1726-2019 pada bagian 7.8.1, mengamatkan bahwa perhitungan distribusi gaya gempa dilakukan dengan membagi beban geser dasar seismik menjadi komponen sepanjang tinggi struktur bangunan :

Maka untuk mencari beban geser seismik sebagai berikut :

$$Cs = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I_e}\right)} = \frac{0,490}{\left(\frac{8}{1,5}\right)} = 0,043$$

Nilai Cs harus setidaknya sama dengan :

$$Cs = \frac{S_{DS}}{T\left(\frac{R}{I_e}\right)} = 0,068 < 0,043$$

Diambil nilai Cs = 0,068

Sehingga didapat nilai beban gaya geser seismik dasar menggunakan rumus :

$$V = Cs \times W = 0,068 \times 1153195,8 = 10417,31 \text{ kg}$$

k = Ta ≤ 0,5 maka diambil nilai 1, jika nilai Ta lebih besar dari 2,5 maka diambil nilai 2 namun jika Ta kurang dari 0,5 atau lebih dari 2,5 maka nilai k diperlukan penentuan menggunakan metode interpolasi linear dengan rumus :

$$k = 1 + \frac{1,34 - 0,5}{2,5 - 0,5} \cdot (2 - 1) = 1,09$$

Tabel 5. Beban Gempa Tiap Lantai

Lantai	Tinggi Lantai (m) Z	Berat (kg) W	k	W.Z ^k	V	Fi
10	42	1153195,8	1,09	109181956	34095789,25	341391,8
9	38	1153195,8	1,09	97897875	34095789,25	874838,5
8	34	1153195,8	1,09	86720378	34095789,25	654081,3
7	30	1153195,8	1,09	75660867	34095789,25	532891,2
6	6	1153195,8	1,09	13091639	34095789,25	383828,8
5	22	1153195,8	1,09	53957257	34095789,25	403822,7
4	18	1153195,8	1,09	43356696	34095789,25	12484,5
3	14	1153195,8	1,09	32967704	34095789,25	34851,6
2	10	1153195,8	1,09	22845946	34095789,25	7821,9
1	6	843765,9	1,09	6272113	34095789,25	53735,4
Total		19723077,8		541952431		3299748

Simpangan antara tingkat desain gedung lebih kecil dari pada simpangan tingkat gedung yang diizinkan. Gedung *AYBLUE* berada dalam kategori resiko tinggi, perubahan Δa adalah 0,02 dikalikan hs_x .

Perhitungan nilai simpangan antara lantai yang tercantum dalam **Tabel 6**.

Tabel 6. Simpangan Lantai Arah X dan Y

Lantai	h (mm)	δ_x e X (mm)	δ_x e Y (mm)	δ_x X (mm)	δ_x Y (mm)	Δa (ijin)		Δa (ijin) (mm)	Syarat
						Δx (mm)	Δy (mm)		
Atap	4000	136,77	133,21	225,67	320,62	25,21	19,44	100	OK
10	4000	126,11	123,33	215,03	285,12	35,34	53,51	100	Ok
9	4000	102,65	101,43	209,56	233,06	77,22	65,26	100	Ok
8	4000	98,23	95,67	185,37	180,21	82,56	71,09	100	Ok
7	4000	86,21	83,33	143,25	141,94	97,11	95,31	100	Ok
6	4000	63,54	68,96	129,77	124,65	96,33	91,57	100	Ok
5	4000	46,98	50,61	96,69	92,33	89,31	88,62	100	Ok
4	4000	31,04	35,45	77,01	76,76	79,73	73,33	100	Ok
3	4000	23,61	21,24	59,79	57,31	59,77	51,65	100	Ok
2	4000	9,81	11,43	45,33	43,26	41,31	34,21	100	Ok
1	6000	0	0	0	0	0	0	150	Ok

3.4 Perencanaan Struktur Primer

Struktur primer adalah elemen utama yang memiliki dampak besar pada perilaku keseluruhan gedung. Fungsi utamanya adalah untuk menopang beban gravitasi serta menghadapi beban gravitasi seperti yang

disebabkan oleh beban gempa. Pemodelan struktur ini mengikuti pedoman yang tercantum dalam SNI 1726-2012. Struktur primer akan membahas tentang balok induk, kolom dan dinding penahan lateral. (Happy Anggar Kusuma, 2018).

3.4.1 Perencanaan Balok Induk

Data yang digunakan dalam perencanaan bangunan mencakup hal-hal berikut :
Diameter tulangan utama : D22

Bentang balok induk : 6000 mm
Lebar balok induk : 300 mm
Tinggi balok induk : 500 mm
Diameter tulangan sengkang : $\emptyset 12$

PERENCANAAN ULANG STRUKTUR HOTEL AYBLUE MAKASSAR 10 TINGKAT TAHAN GEMPA MENGGUNAKAN SISITEM GANDA

(Wa Ode Sitti Nur Aisyah, Soerjandani Priantoro Machmoed)

Perencanaan balok induk ini direncanakan untuk melakukan pengecekan terhadap momen yang terbentuk pada balok induk, dengan memperoleh

hasil dari perangkat lunak komputer dan hasil momen terbesar akan diambil, yang tercantum pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Momen Maksimum

Lokasi	Momen (Nmm)
Kiri	480451548
Tengah	156970658
Kanan	324966174

3.4.2 Penulangan Lentur Balok Induk

Berdasarkan hasil penulangan pada balok induk adalah sebagai berikut :

- Tulangan tumpuan atas : 5D22 (As = 1901 mm²)
- Tulangan tumpuan bawah : 4D22 (As = 1521 mm²)

Tabel 8. Penulangan pada Balok Induk

Lokasi	Mn (Nmm)	As Perlu (mm)	As Terpakai	Tulangan		Mu Tulangan (Nmm)
				Atas	Bawah	
Kiri	533835053	1521	1901	5D22	4D22	42632322548
Tengah	174411838	760	1140	3D22	2D22	1533876476
Kanan	361073527	760	1901	5D22	3D22	336444554

3.4.3 Penulangan Geser Balok Induk

Digunakan tulangan Geser Tumpuan : 2Ø10 - 100
Digunakan Tulangan Geser Lapangan : 2Ø10 - 150

TIPE	BALOK INDUK 30 X 50		
	LETAK	TUMPUAN	LAPANGAN
SKETSA			
TULANGAN ATAS	5D22	3D22	
TULANGAN SAMPING	2D10	2D10	
TULANGAN BAWAH	4D22	2D22	
SENGKANG	2Ø12 - 100	2Ø12 - 150	

Gambar 5. Letak Tulangan Tumpuan dan Lapangan pada Balok Induk

3.5 PERENCANAAN KOLOM

Bentang antar kolom = 600 mm
Tinggi kolom = 600 mm (lantai 1) dan 400 mm (lantai 2-10)
Selimut beton = 50 mm
Diameter tulangan utama = D-25
Diameter sengkang = D-12

3.5.1 Perhitungan Tulangan Lentur

Dalam merencanakan tulangan lentur untuk kolom, langkah awalnya adalah mengidentifikasi gaya yang bekerja pada kolom

tersebut. Gaya terbesar muncul pada kolom terbawah, karena untuk menopang seluruh beban gedung. Oleh karena itu, analisis terutama difokuskan pada kolom terbawah, yang pada terletak pada lantai satu dalam perencanaan ini. Gaya-gaya ini diperoleh berdasarkan perangkat lunak komputer dan gaya terbesar yang berasal dari kombinasi berbagai beban dan jenis beban yang ada, sebagaimana dijelaskan dalam Tabel 9.

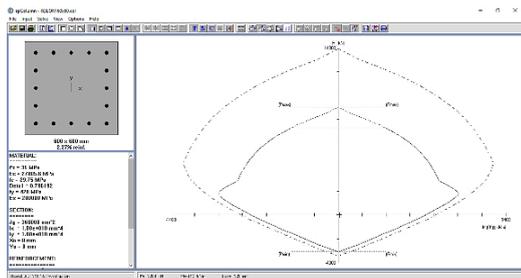
Dengan hasil perhitungan dengan menggunakan konsep *strong coloum weak beam* di bawah ini

$$(P_u) > \frac{A_g f_c}{10}$$

2468,089 > 1080 KN (Memenuhi)

Tabel 9. Perhitungan Momen Aksial Pada Kolom

No	Jenis Beban	Pu (KN)	Momen (KNm)
1	Mati	2546,744	1,5678
2	Hidup	268,955	1,3578
3	Gempa	145,521	0,2355
4	1,2D	4545,741	2,9088
5	1,2D + 1,6L	6343,112	5,7792
6	1,2D + 1,0L + 1,0E	6234,264	4,4461
7	1,2D + 1,0L - 1,0E	6180,753	4,2412
8	0,9D + 1,0E	2425,24	1,5467
9	0,9D - 1,0E	2146,543	1,3921



Gambar 6. Diagram Interaksi Kuat Rencana Kolom dari Output PCA Column

Dalam Gambar 6 menunjukkan diagram yang menggambarkan hubungan antara momen Mn dan gaya aksial Pn yang dibuat dengan bantuan program lunak komputer. Kolom ini memerlukan tulangan memanjang sebanyak 16D25 atau setara dengan 1,267% dari area potongan kolom (0,01267 Ag). Penempatan tulangan kolom dapat dilihat dalam Gambar 7.

Persyaratan yang harus dipatuhi untuk prinsip *strong column weak beam* adalah sebagai berikut :

$$= \sum M_{nc} \geq 1,2 \sum M_{nb}$$

$$= \frac{5150}{0,65} \geq 1,2 \frac{429,34}{0,8}$$

$$= 7923 \text{ kNm} \geq 644,01 \text{ kNm (Memenuhi)}$$

TIPE	KOLOM 60 X 60	
	TUMPUAN	LAPANGAN
LETAK		
SKETSA		
DIMENSI	600 x 600 mm	600 x 600 mm
TULANGAN LENTUR	16D25	16D25
SENGKANG	6D12 - 100	6D12 - 110
SELIMUT	50 mm	50 mm

Gambar 7. Letak Tulangan Tumpuan dan Lapangan pada Kolom

3.5.2 Desain Hubungan Kolom Balok

Dalam perencanaan ini, desai melibatkan penyusunan hubungan antara mendesain empat balok, tiga balok atau dua balok yang terhubung dengan kolom. Pembodelan struktur ini mengikuti pedoman yang tercantu dalam SNI2847-2019 pasal 18.8.3.2 ketika komponen struktur membentuk rangka keempat sisi dari sambungan dan setiap lebarnya paling sedikit mencapai 3/4 dari lebar kolom, maka jumlah tulangan dapat dikurangi menjadi setengah sesuai dengan yang dijelaskan dalam pasal 18.7.5.3 (a) dan pasal 18.7.5.3 (b). selain itu

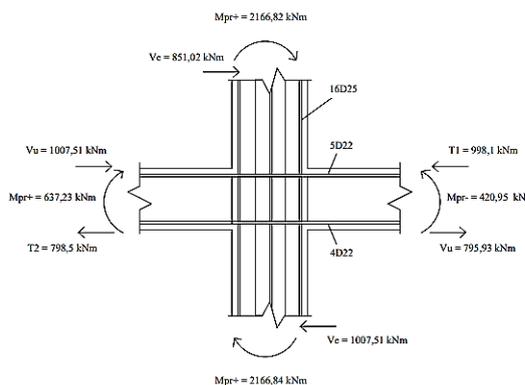
jarak di antara tulangan dapat ditingkatkan terendah, sesuai dengan pedoman yang tertera dalam pasal tersebut. (Muchammad Subkhan Ash Subki, 2019).

3.5.3 Desain Hubungan Balok Kolom yang Terkekang pada 4 Balok

Nilai tegangan geser nominal pada sambungan adalah Vn :

$$V_n = \phi 1,7 \sqrt{f_c'} A_j = 1,7 \sqrt{35} (600 \times 600) = 3620640,8 \text{ N} = 3620,6 \text{ kN}$$

Pada $V_n > V_{x-x} = 3620,6 \text{ kN} > 1007,51 \text{ kN}$ sehingga desain HBK 4 balok sudah memenuhi syarat.



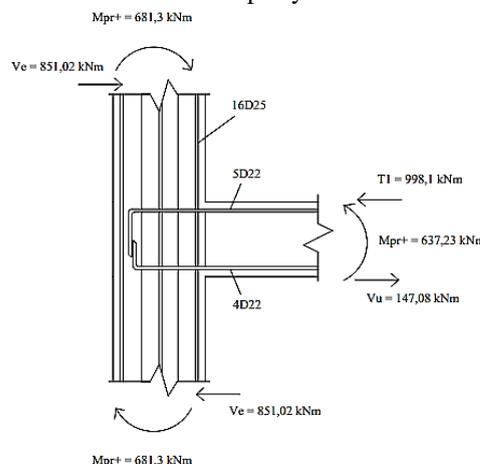
Gambar 8. HBK Terkekang 4 Balok

3.5.4 Desain Hubungan Balok Kolom yang Terkekang pada 2 atau 3 Balok

Nilai tegangan geser nominal pada sambungan adalah Vn :

$$= 1,2 \sqrt{35} (600 \times 600) = 3620640,8 \text{ N} = 3620,6 \text{ kN}$$

Pada $V_n > V_{x-x} = 3620,6 \text{ kN} > 147,08 \text{ kN}$ sehingga desain HBK 3 atau 2 balok dalam sambungan tersebut sudah memenuhi persyaratan.



Gambar 9. HBK Terkekang 2 atau 3 Balok

PERENCANAAN ULANG STRUKTUR HOTEL AYBLUE MAKASSAR 10 TINGKAT TAHAN GEMPA MENGGUNAKAN SISITEM GANDA

(Wa Ode Sitti Nur Aisyah, Soerjandani Priantoro Machmoed)

3.6 Perencanaan Dinding Geser

Hasil *ouput* dari analisa struktur menggunakan SAP2000 setelah pemeriksa *base shear* yang menunjukkan bahwa sistem struktural ini merupakan kombinasi dari dinding struktur dan sistem rangka.

Data yang digunakan dalam perencanaan bangunan mencakup hal-hal berikut :

Tebal	: 30 cm
Panjang	: 600 cm
Tinggi	: 4200 cm
Selimit beton	: 50 mm
Mutu beton (f_c')	: 35 MPa
Mutu baja (f_y)	: 420 MPa
Tul. Utama	: D25
Tul. Sengkang	: $\emptyset 19$

Gaya yang dihitung dalam perencanaan struktur dinding di lantai 1 adalah gaya geser pada lantai 1 menerima beban gempa dari pondasi maka dipastikan bahwa momen yang terjadi pada dinding geser harus lebih besar dari dinding geser lantai 2 dan seterusnya yang tercantum dalam Tabel 10 dan Tabel 11.

Tabel 10. Momen Aksial Geser Dinding

Jenis Beban	Aksial (KN)	Geser (KNm)	Momen (KNm)
Mati	-538,55	4,2	4,8
Hidup	29,43	0,78	0,94
Gempa	-3225	19,25	93,44

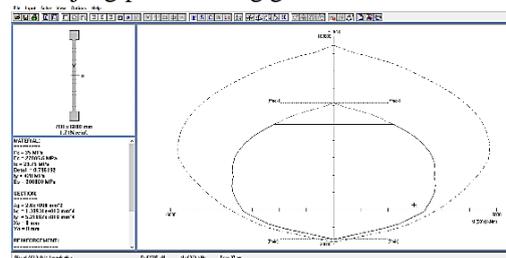
Tabel 11. Perhitungan Gaya Geser Dinding Lantai 1

No				
1	1,4D	-753,97	6,28	6,72
2	1,2D + 1,6L	693,34	6,28	7,31
3	1,2D + L + E	-	25,02	100,17
4	1,2D + L - E	2549,31	-13,43	-86,74
5	0,9D + E	3225,9	20,15	94,34
6	0,9D - E	-3224,1	-18,35	-93,54

Kekuatan aksial desai dari dinding struktur ini harus lebih tinggi daripada kekuatan aksial yang muncul pada dinding struktur yang sedang dianalisa. Hal ini diterapkan dengan nilai aksial desain $\emptyset P_n = 290430 \text{ KN} > 1824,91 \text{ KN}$ (Memenuhi)

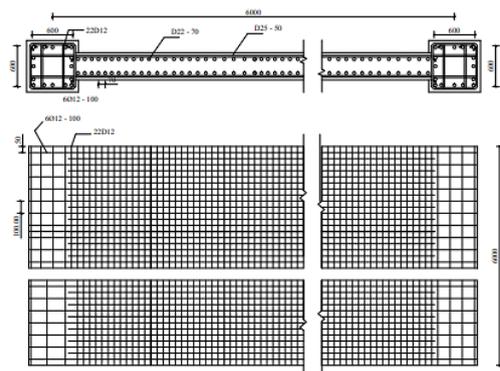
Hasil dari presentasi PCACOL memenuhi kriteria dengan presentase sebesar 1,01% atau setara dengan 0,0101 A_g , ini menjadikan desain

tulangan ini cocok digunakan sebagai tulangan memanjang pada dinding geser.



Gambar 10. Diagram Interaksi Desain Kekuatan Dinding Struktur

Tulangan horisontal pada dinding geser adalah D22-50, dengan jumlah 1 tirai berisi 121 buah. Sedangkan tulangan vertikal menggunakan D22-70 sebanyak 2 tirai untuk dinding geser, di mana setiap tirai berisi 135 buah. Untuk elemen pembatas sengkangnya, digunakan tulangan 6D12-100, sementara tulangan longitudinal digunakan 14D25 untuk setiap elemen pembatas, seperti yang terlihat dalam Gambar 11.



Gambar 11. Penulangan pada Dinding Geser

3.7 Perencanaan Pondasi

Dalam merencanakan pondasi struktur bangunan, ada beberapa aspek yang perlu mencakup perhitungan kapasitas beban tiang pancang, jumlah tiang pancang yang dibutuhkan, pengaturan tegangan terbesar pada kelompok tiang pancang, penulangan beton cor *pile cap* serta perhitungan pengendalian gaya geser pada pondasi (Mochamad Erwin Isnin Diansyah, 2019).

3.7.1 Kapasitas Beban Pondasi Berdasarkan Kekuatan Materail

Data yang digunakan dalam perencanaan bangunan adalah sebagai berikut :

Kelas	: A
Dimensi tiang pancang	: 50 x 50 cm
Tebal selimit beton	: 70 mm
Berat	: 625 kg/m
Panjang tiang pancang	: 12 m

3.7.2 kapasitas Beban Pondasi Berdasarkan Sifat Kekuatan Tanah

Berdasarkan hasil dari pengecekan tanah, nilai JHP sebesar 186 kg/cm² dan Cn sebesar 110 kg/cm². Kapasitas beban pondasi yang dapat diizinkan untuk satu tiang dapat dihitung berdasarkan kemampuan dukungan terhadap kekuatan tanah, seperti yang dijelaskan berikut ini :

$$P_{\text{tiang}} = \sum C_n \frac{A}{n_1} + JHP \frac{K}{n_2}$$

$$= \sum 110 \frac{50 \cdot 50}{3} + 186 \frac{2(50 \cdot 50)}{5}$$

$$= 99106,6 \text{ kg} = 99,2 \Rightarrow 100 \text{ ton}$$

3.7.3 Perencanaan Pondasi Kolom

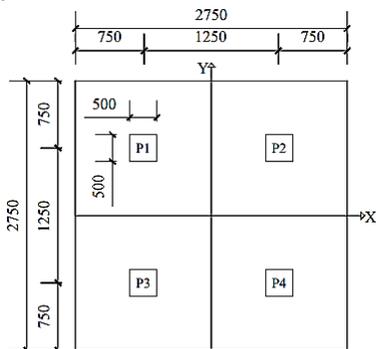
Hasil analisa program lunak komputer, didapatkan hasil reaksi perletakan terbesar untuk menghitung kebutuhan tiang pancang pondasi sebesar :

Mux = 18,02 ton/m
 Muy = 43,67 ton/m
 Pu = 360600,84 Kg

Vc

Kebutuhan tiang pancang :

$$n = \frac{\sum p}{P_{\text{ijin}}} = \frac{407,8}{100} = 4,078 = 4 \text{ buah}$$



Gambar 12. Denah Kelompok Tiang Pancang

Dan besar efisiensinya dihitung sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi } (\eta) = 1 - \theta \times \frac{m(n-1) + n(m-1)}{2(3-1) + 3(2-1)}$$

$$= 1 - 21,08 \times \frac{90 \cdot m \cdot n}{90 \cdot 2 \cdot 3}$$

$$= 0,73$$

$$P_{\text{kelompok tiang}} = \eta \times P_{\text{izin}}$$

$$= 0,73 \times 100 \times 4$$

$$= 292 \text{ ton}$$

3.7.4 Perencanaan Pile Cap

Data yang digunakan dalam perencanaan bangunan mencakup hal-hal berikut :

Dimensi pile cap = 420 x 290 cm
 Ketebalan pile cap = 90 cm

Dimensi kolom = 60 x 60 cm
 Mutu beton (fc') = 35 MPa
 Mutu baja (fy) = 420 MPa
 Diameter tulangan utama = 25 mm
 Selimut beton = 50 mm
 Tinggi efektif (dx) = 900 - 50 - $\frac{1}{2} \times 25$
 = 837,5 mm
 Tinggi efektif (dy) = 900 - 50 - 25 - $\frac{1}{2} \times 25$ = 812,5 mm

Berikut adalah perhitungan yang diperoleh dari analisis tulangan pile cap :

Penulangan sumbu x
 Digunakan tulangan 24D25 (As = 11781 mm²) dengan jarak antar tulangan s = 250 mm
 Penulangan sumbu y
 Digunakan tulangan 17D25 (As = 8345 mm²) dengan jarak antar tulangan s = 200 mm

Kontrol geser pons pile cap pada kolom
 = 0,33 x λ √fc' x bo x d
 = 0,33 x 1 √35 x 5750 x 837,5
 = 9428241,7 N

Dengan ini diambil nilai terkecil Vc = 9428241,7 N = 94282417 kg

φVc > ΣP
 0,85 x 94282417 > 407844 kg
 80140054,45 Kg > 407844 kg (Memenuhi)

3.8 Perencanaan Sloof

Perencanaan sloof secara tipikal, maka dengan itu hanya perlu diambil satu perhitungan sloof yang mempunyai bentang terlebar. Data yang digunakan dalam perencanaan bangunan mencakup hal-hal berikut :

Gaya aksial dasar kolom = 360600,84 kg = 360,60 ton

Pu sloof = 10% x 360600,84 = 36060,084 kg

Dimensi Sloof = 60 x 60 cm
 Panjang sloof = 60 cm
 Mutu beton (fc') = 35 MPa
 Mutu baja (fy) = 420 MPa
 Tulangan utama = D 25
 Tulangan transversal = D 12
 Selimut beton = 50 mm
 D = 600 - 50 - 12 - $\frac{1}{2} \times 25$ = 538 mm

Batas tegangan yang diizinkan pada beton
 ft_{ijin} = 0,5 x √fc' = 0,5 x √35 = 2,96 MPa

Batas tegangan yang muncul pada beton :

$$f_t = \frac{P_{U\text{sloof}}}{\phi \cdot b \cdot h} = \frac{36060,084}{0,8 \cdot 600 \cdot 600} = 0,125 \text{ Mpa}$$

f_t = 0,125 MPa < ft_{ijin} = 2,96 Mpa (Memenuhi)

PERENCANAAN ULANG STRUKTUR HOTEL AYBLUE MAKASSAR 10 TINGKAT TAHAN GEMPA MENGGUNAKAN SISITEM GANDA

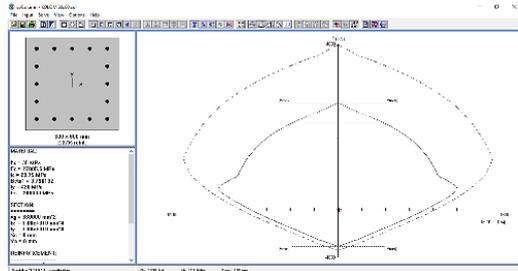
(Wa Ode Sitti Nur Aisyah, Soerjandani Priantoro Machmoed)

3.8.1 Penulangan Lentur Sloof

Momen yang bekerja :

$$\begin{aligned} Mu &= \frac{1}{12} \times q_u \times l^2 \\ &= \frac{1}{12} \times 3309,6 \times 6^2 = 9928,8 \text{ kgm} \\ &= 99288 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Pusloof = 360,60 kN



Gambar 13. Diagram Interaksi Kuat Rencana Sloof

Berdasarkan analisis program lunak komputer ditemukan bahwa penggunaan 12 batang tulangan ulir berdiameter 25 mm dan tingkat penulangan sekitar 1,70% atau 0,0117 Ag memenuhi persyaratan desain.

3.8.2 Penulangan Geser Sloof

Dikarenakan perilaku sloof sama seperti kolom, maka penulangan geser sloof dapat dihitung seperti :

$$\begin{aligned} Vu &= \frac{1}{2} \times 3309,6 \times 6 = 9928,8 \text{ kg} = 99288 \text{ N} \\ Vc &= 0,17 \left(1 - \frac{Nu}{14 Ag} \right) \lambda \sqrt{f'c} \cdot bw \cdot d \\ &= 0,17 \left(1 - \frac{360600,84}{14 \cdot (600 \times 600)} \right) \cdot 1 \cdot \sqrt{35} \cdot 600 \\ &= 525,5 \\ &= 314590,1 \text{ N} \\ &= 0,5 \times \phi \times Vc \\ &= 0,5 \times 0,76 \times 314590,1 \\ &= 119544,23 \text{ N} \end{aligned}$$

Kebutuhan sengkang

$$\begin{aligned} Vu &\leq 0,5 \times \phi \times Vc \\ 99288 \text{ N} &\leq 119544,23 \text{ N} \end{aligned}$$

TIPE	SLOOF 60 X 60	
	TUMPUAN	LAPANGAN
SKETSA		
TULANGAN ATAS	3D25	3D25
TULANGAN SAMPING	2D25	2D25
TULANGAN BAWAH	3D25	3D25
SENGKANG	2D12 - 200	2D12 - 200

Gambar 14. Detail Penulangan Tumpuan dan Lapangan Sloof

3.9 Perencanaan Pondasi pada Dinding Geser

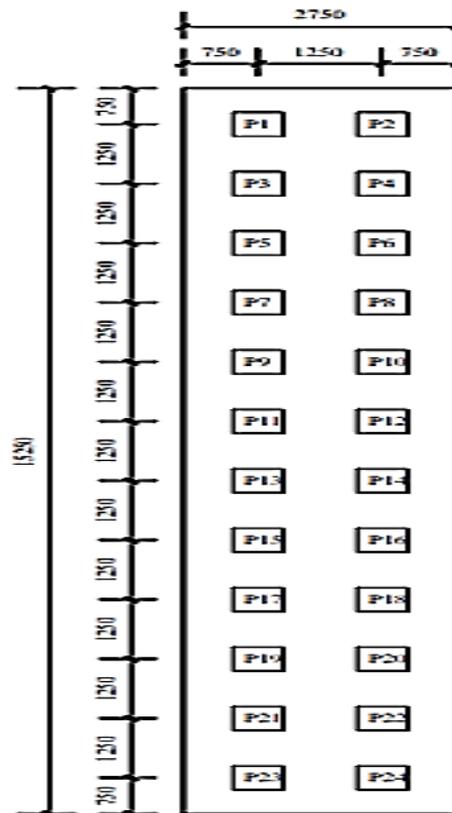
Dalam merencanakan pondasi dinding geser, perlu mempertimbangkan gaya maksimum yang timbul akibat gabungan pembebanan pada dinding geser. Hasil perhitungan ini diperoleh melalui penggunaan program lunak komputer menunjukkan bahwa reaksi pondasi yang paling besar berasal dari kombinasi pembebanan berikut :

$$Pu = 102493 \text{ kg}$$

$$Mux = 5267 \text{ kg}$$

$$Muy = 9345 \text{ kg}$$

$$n = \frac{\sum p}{P_{ijin}} = \frac{247,97}{100} = 24 \text{ buah}$$



Gambar 15. Denah Kelompok Tiang Pancang pada Struktur Dinding

Nilai efisiensi diukur dengan menghitung menggunakan rumus berikut :

$$\begin{aligned} \text{Efisiensi } (\eta) &= 1 - \theta \times \frac{m(n-1)+n(m-1)}{90 \cdot m \cdot n} \\ &= 1 - 21,08 \times \frac{6(3-1)+2(6-1)}{90 \cdot 6 \cdot 2} \\ &= 0,73 \\ P_{kelompok \text{ tiang}} &= \eta \times P_{izin} \\ &= 0,73 \times 100 \times 24 \\ &= 1752 \text{ Ton} > \sum 247,97 \end{aligned}$$

(Memenuhi)

4. UCAPAN TERIMAKASIH

Dengan penuh rasa syukur, penulis ingin mengucapkan terima kasih karena dengan anugerah dan bimbingan dari Allah SWT, penulis berhasil menyelesaikan tugas akhir ini yang diberi judul “Perencanaan Ulang Struktur Gedung Hotel *AYBLUE* Makassar 10 Tingkat Tahan Gempa Menggunakan Sistem Ganda”. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Soerjandani Priantoro Machmoed, selaku dosen pembimbing yang telah sabar, meluangkan waktu, tenaga dan pikiran, serta turut memberi perhatian dalam memberikan pendampingan selama proses penulisan jurnal ini. Akhir kata, penulis berharap semoga jurnal ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil perencanaan ulang gedung *AYBLUE* di kota Makassar yang menggunakan metode sistem ganda sesuai ketentuan yang terdapat dalam peraturan SNI 2847-2019 dan 1726-2019 dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu : Dimensi dinding geser didapatkan hasil dimensi 30 cm untuk tulangan utama vertikal dengan dimensi 120D22. Ada persyaratan bahwa ketebalan dinding penopang harus memenuhi salah satu dari dua kondisi berikut panjang bentang penopang harus memiliki jarak yang tidak lebih pendek dari 1/25 tinggi atau panjangnya, dan harus minimal 100 mm. Kontrol detailing pada struktur yang sesuai dengan ketentuan yang terdapat dalam pasal 18.6.4.1 hingga 18.6.4.6 dari SNI 2847-2019. Pengendalian *strong coloum weak beam* sesuai dengan SNI 2847-2019 pasal 18.7.5.2 dengan nilai $\sum M_{nb} = 7923$ kNm lebih besar dari 644,01 kNm.

Adapun saran yang diberikan oleh perencanaan dari hasil perencanaan ulang gedung ini adalah sebagai berikut yaitu diperlukan analisa lebih lanjut yang komprehensif, melibatkan faktor-faktor teknis, nilai finansial serta keindahan sehingga perbandingan yang telah dilakukan menjadi lebih kokoh dan relevan. Selain itu, diharapkan bahwa perencanaan dapat mengakomodasi kondisi lapangan dengan baik dan menghasilkan solusi yang sesuai, ekonomis dan tepat saat diimplementasikan. Dengan cara mencoba menggunakan dimensi yang beragam untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat

6. DAFTAR PUSTAKA

Andika Firmansyah. 2019. “Perencanaan Struktur Gedung LFC Beton Bertulang Tahan Gempa Dengan Menggunakan Sistem Ganda Pada Daerah Gempa Tinggi”. *Axial, Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi* 09, No 1 (2019): 83-92.

Badan Standarsisasi Nasional. 2019. “SNI 2847-2019, Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung”. Jakarta

Badan Standarsisasi Nasional. 2019. “SNI 1726-2019, Tata Cara Perencanaan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung”. Jakarta

Happy Anggar Kusuma. 2018. “Perencanaan Struktur Gedung Kampus HNK Menggunakan Sistem Ganda Di Daerah Semarang”. *Axial, Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi* 09, No 1 (2018): 155-164.

Muchammad Subkhan Ash Shubki. 2019. “Perencanaan Struktur Gedung Apartemen Pertama Intan Dengan Konstruksi Beton Bertulang Menggunakan Metode SRPMK Di Kota Yogyakarta”. *Axial, Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi* 09, No 1 (2018): 101-112.

Mochamad Erwin Isnin Diansyah. 2019. “Perencanaan Struktur Gedung Hotel Royal Isnin 10 Lantai Menggunakan Metode Sistem Ganda Di Kota Surabaya”. *Axial, Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi* 09, No 1 (2019): 137-146

Nini Hasriyani Aswad. 2014. “Perencanaan Struktur Hotel 10 Lantai Di Demaan Jepara”. *Axial, Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi* 09, No 1 (2014): 124-132

Sekar Arum. 2015. “Perencanaan Ulang Struktur Gedung Hotel Iblis Budget Surabaya Dengan Beton Bertulang dan Dinding Geser Sesuai SNI 2847-2013 dan SNI 1726-2012”. *Axial, Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi* 09, No 1 (2015): 102-114

Ryan Permana Rahinda, Andaryati. 2018. “Perencanaan Struktur Gedung Hotel Leko Menggunakan Sistem Ganda Di Kota Belitong”. *Axial, Jurnal Rekayasa dan Manajemen Konstruksi* 09, No 1 (2018): 171-180

Zulqurnia Nashor, Muh Fajar. 2018. “Perencanaan Struktur Gedung Kampus FJR Menggunakan Sistem Ganda Di Kota Palu” *Axial, Jurnal Rekayasa dan Manajemen* 09, No 1 (2018) : 105-264.

**PERENCANAAN ULANG STRUKTUR HOTEL AYBLUE MAKASSAR 10 TINGKAT
TAHAN GEMPA MENGGUNAKAN SISITEM GANDA**

(Wa Ode Sitti Nur Aisyah, Soerjandani Priantoro Machmoed)

Halaman ini sengaja dikosongkan

Halaman ini sengaja dikosongkan

**PERENCANAAN ULANG STRUKTUR HOTEL AYBLUE MAKASSAR 10 TINGKAT
TAHAN GEMPA MENGGUNAKAN SISITEM GANDA**

(Wa Ode Sitti Nur Aisyah, Soerjandani Priantoro Machmoed)
