

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL “AZONA” MENGGUNAKAN METODE SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS DI KOTA YOGYAKARTA

Jovan Anson Hilario¹, Soerjandani Priantoro Machmoed^{2*}

^{1&2}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

Jl. Dukuh Kupang XXV no.54, Kota Surabaya, 62205, Jawa Timur, Indonesia

E-mail : ¹jovananson12@gmail.com & ^{2*}soerjandani@uwks.ac.id

(*) Penulis Koresponden

ABSTRAK : Perencanaan struktur gedung hotel Azona direncanakan memiliki ukuran 42 m x 36 m yang memiliki 10 lantai dengan tinggi 40 m. Struktur beton bertulang digunakan karena daktilitasnya yang tinggi, Bahan perencanaan bangunan adalah beton bertulang dengan kuat tekan 40 MPa dan berat jenis 2400 kg/m³. Perencanaan gedung hotel AZONA ini berada di kota Yogyakarta yang merupakan wilayah gempa tinggi, sehingga gedung direncanakan mampu menahan gaya gempa yang terjadi, sistem penahan gempa yang digunakan yaitu sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK). Sistem rangka momen khusus adalah komponen struktur tahan gempa yang dirancang untuk menahan lentur, sistem rangka pemikul momen ini direncanakan dengan syarat *strong coloum weak beam* yang digunakan untuk merencanakan konstruksi sangat daktil menurut SNI 2847 - 2019, SNI 1726 - 2019 dan SNI 1727 - 2020. Hasil perhitungan dari struktur gedung hotel Azona diperoleh dimensi balok anak lantai dan atap beton bertulang 40x50 cm, dimensi balok induk lantai dan atap 40x60 cm, dan dimensi kolom 75x75 cm. Setelah analisa dilakukan disimpulkan bahwa gedung hotel ini mampu menahan gaya gempa yang terjadi, nilai simpangan horizontal yang terjadi yaitu 58,11 mm, lebih kecil dari nilai simpangan horizontal ijin 100 mm, maka struktur gedung mampu menahan beban yang bekerja.

KATA KUNCI : Struktur Gedung Tahan Gempa, Struktur Beton Bertulang, SRPMK

1. PENDAHULUAN

Kota Yogyakarta dikenal sebagai kota pelajar, budaya dan pariwisata, yang menjadikan kota ini salah satu tujuan wisata di Indonesia. Kota yang berkembang pesat namun tetap mempertahankan kekayaan alam dan budayanya menarik wisatawan baik lokal maupun mancanegara, dengan banyaknya wisatawan yang datang ke Yogyakarta maka kebutuhan akan akomodasi tempat singgah semakin meningkat, namun lahan yang semakin terbatas menjadi kendala, sehingga bangunan bertingkat seperti hotel adalah solusi dari masalah ini.

Bangunan ini terletak di kota Yogyakarta yang merupakan kawasan rawan gempa, sehingga hotel ini dirancang untuk tahan terhadap gaya gempa. Perancangan hotel mempertimbangkan beberapa faktor, termasuk pemilihan struktur bangunan dan kekuatan bangunan saat terjadi gempa. Oleh karena itu, dalam perencanaan gedung hotel ini digunakan sistem rangka penahan momen khusus (SRPMK).

SRPMK adalah desain struktur beton bertulang dengan detail untuk daktilitas tinggi atau penuh. Daktilitas adalah kemampuan suatu struktur untuk mengalami defleksi pascaelastis yang berulang-ulang dalam rentang yang luas, sehingga struktur

mengalami deformasi tetapi tetap mempertahankan kekuatannya, memungkinkan struktur tersebut tetap berdiri dan tidak runtuh meskipun dirusak oleh gempa bermagnitudo tinggi. Meminimalkan korban jiwa dan kerugian material akibat gempa bumi. Oleh karena itu, struktur bangunan akan lebih kuat dibandingkan dengan sistem rangka lainnya (Mahendrayu 2019).

Perencanaan hotel ini terdiri dari 10 lantai, dirancang dengan konsep strong coloum weak beam, yaitu kapasitas kolom lebih besar 20% dari balok, sehingga kolom tidak akan melebur sebelum balok. Model struktur seperti ini diharapkan akan menghasilkan struktur bangunan yang dapat menahan beban gempa, beban gravitasi, dan beban angin. Sedemikian rupa sehingga latar belakang perencanaan struktur beton bertulang bangunan hotel Azona di kota Yogyakarta dapat digambarkan sebagai berikut :

1. Berapakah ukuran masing-masing komponen struktur AZONA yang menggunakan struktur beton dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus sehingga dapat menahan beban gempa lateral dan beban gravitasi?

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL “AZONA” MENGGUNAKAN METODE SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS DI KOTA YOGYAKARTA (Jovan Anson Hilario, Soerjandani Priantoro Machmoed)

2. Berdasarkan hasil analisis perencanaan, apakah simpangan horizontal tiap lantai memenuhi persyaratan bangunan tahan gempa SNI 1726-2019?

Tujuan dari perencanaan ini adalah :

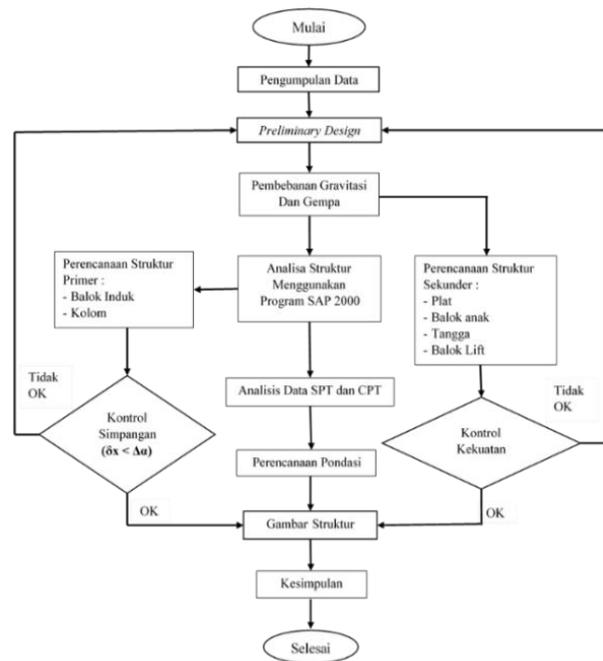
1. Merencanakan struktur gedung bertingkat dengan menggunakan struktur beton bertulang dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) yang berada di wilayah gempa tinggi.
2. Melakukan analisis struktur dengan program bantu SAP 2000

Pembahasan perencanaan struktur gedung hotel ini dibatasi pada :

1. Tidak membahas metode pelaksanaan
2. Tidak meninjau arsitektur, sistem utilitas bangunan, perencanaan pembuangan saluran air kotor, perencanaan saluran air bersih, jaringan listrik dan finishing, namun pembebanan tetap diperhitungkan.

2. METODOLOGI PERENCANAAN

Perencanaan struktur gedung hotel AZONA ini dilakukan berdasarkan SNI 1726-2019 dan peta gempa 2017, dan perhitungan beban mengacu pada SNI 1727-2020 yang diuraikan dalam bentuk diagram alir (*flowchart*) seperti pada **Gambar 1**. Gedung hotel AZONA direncanakan dengan panjang gedung 36 meter dan lebar gedung 42 meter, tinggi gedung 40 meter, dan luas bangunan 1512 m³. Gedung terdiri dari 10 lantai dan direncanakan menggunakan beton bertulang dengan mutu beton 40 MPa, dan baja tulangan dengan mutu 400 MPa. Untuk menahan beban gempa yang terjadi gedung menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Lokasi gedung yang berada di kota Yogyakarta yang termasuk daerah rawan gempa. Perencanaan terdiri dari struktur sekunder yaitu : plat, balok anak, balok lift, dan tangga. Perencanaan struktur primer meliputi balok induk dan kolom. Analisa gaya dalam dihitung menggunakan program bantu SAP 2000.



Gambar 1. Diagram Alir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Preliminary Design

Preliminary design merupakan tahap awal perencanaan struktur gedung dengan memperkirakan dimensi masing-masing komponen struktur primer dan sekunder. Setelah dimensi masing-masing komponen struktur diketahui, kemudian dimodelkan dan dianalisis menggunakan program analisis struktur SAP 2000. Apabila hasil analisis menunjukkan bahwa struktur tidak cukup kuat menahan beban yang terjadi maka dilakukan perencanaan ulang agar struktur dapat menahan beban yang terjadi. Setelah desain struktur selesai, masuk ke proses pembebanan, perletakan dan respon spektrum, kemudian termasuk penempatan yang dimaksud. Jika hasil analisis menunjukkan bahwa ukuran komponen struktur tidak cukup untuk menopang beban, komponen struktur harus diubah sehingga struktur dapat mendukung beban yang terjadi. Dimensi awal untuk perencanaan struktur bangunan Hotel AZONA adalah :

Balok induk	: 40 x 60 cm
Kolom	: 75 x 75 cm
Balok anak atap	: 40 x 50 cm
Balok aak lantai	: 40 x 50 cm
Plat atap	: 10 cm
Plat lantai	: 12 cm

Mutu beton digunakan = 40 MPa dan mutu baja digunakan = 400 Mpa. Semua komponen struktur dalam *preliminary design* ini telah diperhitungkan dan dikontrol sesuai dengan peraturan yang digunakan.

4. STRUKTUR SEKUNDER

Struktur sekunder bukan merupakan komponen utama bangunan, namun struktur ini tetap membebani struktur bangunan utama. Struktur sekunder hanya digunakan untuk menahan beban yang menyebabkan lentur, dan jika terjadi gempa, struktur tersebut dapat rusak karena struktur sekunder tidak dirancang untuk menahan beban gempa.

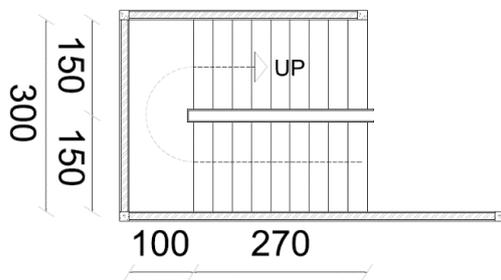
4.1 Perencanaan Plat

Plat lantai memiliki ketebalan 12 cm dan diasumsikan mengalami defleksi ketika terjadi beban, sehingga plat lantai harus dijepit secara elastis. Momen plat atap dihitung menurut PBI 1971 untuk mendapat tulangan pelat lantai arah (x) D12-150 mm dan tulangan pelat lantai arah (y) D12-150 mm.

Plat atap direncanakan setebal 10 cm dan diasumsikan mengalami defleksi ketika terjadi beban, sehingga plat atap harus dijepit secara elastis. Momen pelat atap dihitung menurut PBI 1971 untuk mendapat tulangan pelat atap pada arah (x) D10-150 mm dan pelat atap arah (y) D10-150 mm.

4.2 Perencanaan Tangga

Direncanakan tinggi tiap lantai 4 meter, tinggi bordes per lantai 2 meter, lebar bordes 1 meter, tinggi anak tangga 20 cm, dan lebar anak tangga langkah-langkahnya menjadi 30 cm.



Gambar 2. Denah Tangga

Didapatkan dari analisa gaya dalam 3931,89 kgm untuk plat tangga dan 3187,98 kgm untuk plat bordes. Penulangan plat tangga dan plat bordes didapat tulangan D19-150 mm.

4.3 Perencanaan Balok Anak

Balok anak atap berdimensi 40 x 50 cm dengan kuat beton (f_c') sebesar 40 MPa dan kuat baja (f_y') sebesar 400 MPa. Setelah beban dihitung dan dianalisa, diperoleh balok anak yang memiliki diameter tulangan utama 14 mm dan diameter sengkang 10-150 mm.

BALOK ANAK ATAP 50/40	
TUMPUAN	
TULANGAN ATAS	6 D 14
TULANGAN BAWAH	5 D 14
SENGKANG	3 D 10 - 150
LAPANGAN	
TULANGAN ATAS	5 D 14
TULANGAN BAWAH	6 D 14
SENGKANG	3 D 10 - 150

Gambar 3. Detail Balok Anak Atap

Balok anak lantai memiliki dimensi 40 x 50 cm dan memiliki kekuatan beton 40 MPa (f_c') dan kekuatan baja 400 MPa (f_y'). Setelah dilakukan perhitungan dan analisis beban, diperoleh diameter tulangan utama 14 mm, dengan diameter sengkang 10-150 mm.

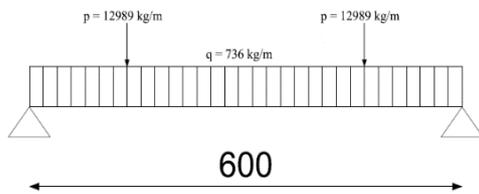
BALOK ANAK LANTAI 50/40	
TUMPUAN	
TULANGAN ATAS	6 D 14
TULANGAN BAWAH	5 D 14
SENGKANG	3 D 10 - 150
LAPANGAN	
TULANGAN ATAS	5 D 14
TULANGAN BAWAH	6 D 14
SENGKANG	3 D 10 - 150

Gambar 4. Detail Balok Anak Lantai

4.4 Perencanaan Balok Lift

Balok lift berukuran 40 x 30 cm dengan kuat beton (f_c') sebesar 40 MPa dan kuat baja (f_y') sebesar 400 MPa, tulangan utama berdiameter 14 mm, dan sengkang berdiameter 10 mm. Setelah itu dihitung beban mati, koefisien kejut dan beban hidup lift, hal ini dibantu dengan *software* SAP 2000.

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL “AZONA” MENGGUNAKAN METODE SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS DI KOTA YOGYAKARTA (Jovan Anson Hilario, Soerjandani Priantoro Machmoed)



Gambar 5. Analisa Statistika Balok Lift

5. STRUKTUR PRIMER

Struktur utama adalah komponen utama dari sebuah bangunan, biasanya terdiri dari balok induk dan kolom. Kekakuan struktur berpengaruh terhadap fungsi bangunan, struktur primer dirancang dengan sistem rangka pemikul momen khusus guna meminimalkan keruntuhan akibat gaya gempa.

5.1 Pembebanan Struktur

Beban pada struktur perlu dihitung untuk menentukan berat yang diberikan pada struktur. Beban yang dikenakan pada struktur meliputi beban gravitasi dan beban gempa. Beban gravitasi untuk lantai 1-10 dihitung sebagai berikut:

Total beban lantai 1 – 9 =

$$W_9 = W_m + W_h = 1233115,4 + 87091,2 = 1320206,6 \text{ kg}$$

Berat total seluruh gedung = $W_1 W_2 W_3 W_4 W_5 W_6 W_7 W_8 W_9 W_{atap} = (1320206,6 \times 9) + 1170488 = 13052347,4 \text{ kg}$

Selain itu, untuk menghitung beban geser dasar gempa (V), diperlukan faktor beban gempa yang diturunkan dari beberapa parameter gempa yang diperlukan, antara lain tipe tanah dan parameter respon spektral. Dari besarnya gempa permukaan (V), dan ditambah beban gempa (F) kemudian diberikan ke setiap lantai. Jenis tanah di sekitarnya dihitung berdasarkan data tanah SPT.

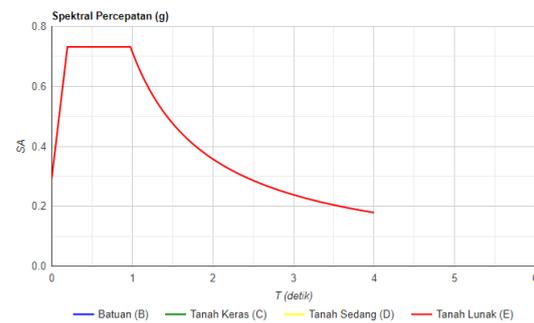
Tabel 1. Data Tanah Kota Yogyakarta

N o	Kedalaman (m)	Descripti on Soil	T (m)	N SPT	Nilai SPT
1	2	Pasir kasar (coklat, hitam)	2	15	0,13
2	4	Pasir kasar (coklat, hitam)	4	12	0,33
3	6	Pasir lanau (coklat, hitam)	6	27	0,22
4	8	Pasir lanau (coklat, hitam)	8	11	0,72

5	10	Pasir sedang (coklat, hitam)	10	5	2
Total					3,4

$$N = \frac{\sum_{i=1}^n di}{\sum_{i=1}^n di/ni} = \frac{30}{3,4} = 8,82$$

Karena nilai $N = 8,8 \leq 15$ didapat tanah lunak (SE) menurut (SNI 1726-2019). Setelah jenis tanah diketahui, respon spektra dapat dihitung dengan menggunakan Puskim.pu.id.



Gambar 6. Respon Spektrum Kota Yogyakarta

Periode dasar struktur dapat ditentukan, tetapi (T_a) tidak boleh lebih besar dari hasil koefisien batas atas pada periode yang dihitung (C_u), dengan rumus :

$$T_a = C_t \cdot hn^x$$

Dimana :

$$C_t = 0,0466$$

$$X = 0,9$$

$$hn = 40 \text{ m (tinggi bangunan)}$$

$$T_a = C_t \cdot hn^x = 0,0466 \cdot 40^{0,9} = 1,28 \text{ detik}$$

$S_{D1} = 0,715$ didapat koefisien $C_u = 1,4$ (SNI 1726 2019 tabel 17 hal 72) maka :

$$T_a < C_u = 1,28 < 1,4 \quad (\text{memenuhi})$$

Untuk menghitung distribusi gaya gempa dapat dilakukan dengan menggunakan pasal 7.8.3 SNI 1726-2019, dengan rumus :

$$F_i = \frac{w_i \cdot z_i^k}{\sum w \cdot z^k} \cdot V$$

Yang dimana :

F_i = Koefisien gaya seismik nominal yang setara

W_i = Beban lantai pertama, termasuk beban hidup yang sesuai.

Z_i = Ketinggian lantai 1

V = Beban gaya geser dasar gempa

k = Gunakan 1, gunakan 2 jika $T_a \geq 2,5$, tetapi jika $0,5 \leq T_a \leq 2,5$ maka nilai k perlu ditentukan dengan interpolasi dengan rumus sebagai berikut :

$$k = 1 + \frac{1,28-0,5}{2,5-0,5} \times (2-1) = 1,39$$

Tabel 2. Distribusi Beban Gempa

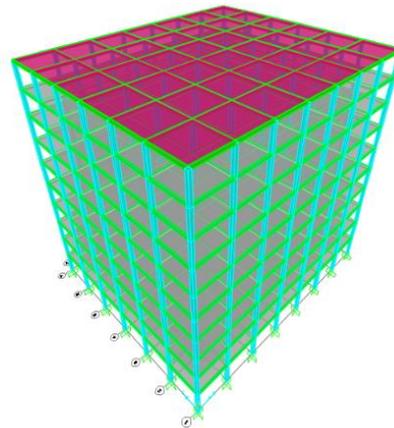
Lantai	Beban geser (T)	Berat (T)	Faktor	$W \cdot Z^k$	F_i (T)
Atap	9319	1170	1,39	1973	1803,7
9	9319	1320	1,39	1922	1757,2
8	9319	1320	1,39	1632	1491,8
7	9319	1320	1,39	1355	1239,1
6	9319	1320	1,39	1094	1000,1
5	9319	1320	1,39	8493	776,2
4	9319	1320	1,39	6228	569,2
3	9319	1320	1,39	4175	381,6
2	9319	1320	1,39	2376	217,2
1	9319	1320	1,39	9067	82,8
$\sum w \cdot z^k$				1019654	

5.2 Batas Simpangan Lantai

Simpangan yang direncanakan harus lebih kecil dari simpangan yang diperbolehkan antar lantai (Δa) untuk membatasi kemungkinan benturan antar struktur dan kemungkinan keruntuhan yang mengakibatkan korban jiwa.

Tabel 3. Simpangan Struktur

Lantai	δx (mm)		Δ (mm)		Δa (ijin)	Ket
	$\delta x x$	$\delta x y$	Δx (mm)	Δy (mm)		
Atap	58,11	42,6	6,14	5,41	100	OK
10	57,4	41,53	7,53	9,96	100	OK
9	54,75	39,85	10,26	11,74	100	OK
8	51,15	37,63	13,21	12,63	100	OK
7	46,36	34,66	16,15	15,17	100	OK
6	40,2	30,83	19,5	18,33	100	OK
5	32,28	26,74	21,8	22,11	100	OK
4	24,56	22,54	24,78	23,34	100	OK
3	15,31	17,86	23,76	22,67	100	OK
2	6,49	5,44	16,23	18,6	100	OK
1	0	0	0	0	0	OK



Gambar 7. Bentuk 3D Gedung Hotel Azona

5.3 Perencanaan Balok Induk

Balok induk pada struktur gedung ini direncanakan dengan cara memeriksa momen yang ada pada balok induk tersebut dengan bantuan program SAP 2000 dengan mengambil momen terbesar yang terjadi pada balok induk.

Tabel 4. Momen Terbesar Balok

Lokasi	Kombinasi	Mu (Kgm)
Ujung kiri	Kombinasi 15	29935,96
Tengah	Kombinasi 14	17924,53
Ujung kanan	Kombinasi 16	29935,96

Setelah dilakukan perhitungan, pengontrolan dan pendetailan balok induk sesuai (SNI 2847-2019) diperoleh detail tulangan :

BALOK INDUK 60/40	
TUMPUAN	
TULANGAN ATAS	5 D 22
TULANGAN BAWAH	4 D 22
TULANGAN TENGAH	2 D 12
SENGKANG	2 D 14 - 150
LAPANGAN	
TULANGAN ATAS	4 D 22
TULANGAN BAWAH	5 D 22
TULANGAN TENGAH	2 D 12
SENGKANG	2 D 14 - 200

Gambar 8. Pendetailan Balok Induk

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL “AZONA” MENGGUNAKAN METODE SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS DI KOTA YOGYAKARTA
 (Jovan Anson Hilario, Soerjandani Priantoro Machmoed)

5.4 Perencanaan Kolom

Ukuran kolom yang direncanakan adalah 75cm×75cm, bentang antar kolom 6m, tinggi kolom 4m, terdapat tulangan utama D29 dan tulangan sengkang diameter 14.

5.4.1 Menentukan Kolom Sway atau Non Sway

$$\begin{aligned}
 P_u &= 330\,215,77 \text{ kg} = 3\,302\,157,7 \text{ N} \\
 V_u &= 48\,807,91 \text{ kg} = 488\,079,1 \text{ N} \\
 M_2 &= 71\,926,53 \text{ kg} = 719\,265,3 \text{ N} \\
 M_1 &= 151\,939,78 \text{ kg} = 1\,519\,397,8 \text{ N} \\
 \Delta_o &= 5,75 \text{ mm} \\
 Q &= \frac{P_u \times \Delta_o}{V_u \times L_c} < 0,05 \\
 Q &= \frac{3\,302\,157,7 \times 5,75}{488\,079,1 \times 4000} < 0,05 \\
 Q &= 0,009 < 0,05 \text{ maka termasuk kolom} \\
 &\quad \text{non sway}
 \end{aligned}$$

5.4.2 Menentukan Koefisien Perletakan

Panjang tekuk terhadap kolom:

$$I_g = \frac{1}{12} \times 750 \times 750^3 = 26\,367\,187\,500 \text{ mm}^4$$

$$E_c = 4700 \times \sqrt{40} = 29\,725,41 \text{ Nmm}^2$$

Panjang tekuk terhadap balok:

$$I_g = \frac{1}{12} \times 600 \times 400^3 = 3\,200\,000\,000 \text{ mm}^4$$

$$E_c = 4700 \times \sqrt{40} = 29\,725,41 \text{ Nmm}^2$$

Menentukan nomogram panjang efektif kolom atas :

$$\Psi_A = \frac{\frac{26\,367\,187\,500}{4000} + \frac{26\,367\,187\,500}{4000}}{\frac{3\,200\,000\,000}{6000} + \frac{3\,200\,000\,000}{6000}} = 12,35$$

kolom bawah :

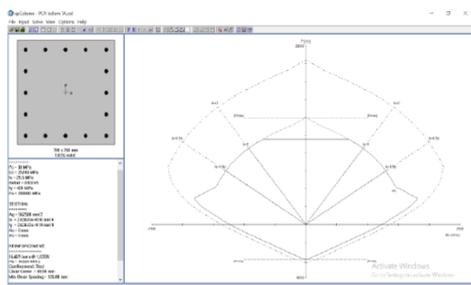
$$\Psi_B = 1,0 \text{ (karena terjepit penuh)}$$

5.4.3 Mencari Kelangsingan Kolom

$$\frac{k \cdot l_u}{r} \leq 34 - 12 \left(\frac{M_1}{M_2} \right) = \frac{0,85 \times 4000}{(0,6 \times 750)} \leq 34 - 12 \left(\frac{151\,939,78}{171\,926,53} \right)$$

$$7,5 \leq 23,39$$

Dengan ini, kolom tidak perlu diperiksa kelangsingannya.



Gambar 9. Output PCA Coloumn

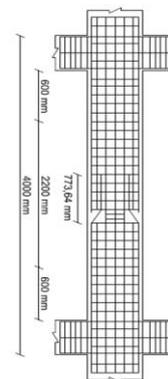
Dari hasil PCA Column dengan jumlah tulangan 20 D29 mm, Input gaya dalam program PCA coloumn semuanya tersebar tanpa melewati garis interaksi, dan proporsi PCA coloumn adalah 2,29%, yang memenuhi persyaratan..

5.5 Kolom Kuat Balok Lemah

Perhatikan bahwa Mnc harus menemukan gaya aksial yang diselesaikan untuk kombinasi beban kekuatan lentur terendah yang konsisten dengan arah gempa yang dipertimbangkan. Oleh karena itu, hanya kombinasi beban gempa yang digunakan untuk pengecekan. Menurut konsep “capacity design”, diatur dalam Pasal 18.7.3.2:

$$\begin{aligned}
 \sum M_{nc} &\geq \frac{6}{5} \sum M_{nb} \\
 \left(\frac{3200}{0,65} \right) &\geq \frac{6}{5} \left(\frac{681,56}{0,8} \right) \\
 4923,07 \text{ kNm} &\geq 1022,34 \text{ kNm} \quad (\text{memenuhi})
 \end{aligned}$$

Dengan terwujudnya persyaratan tersebut, maka dapat dikatakan bahwa semua kolom bangunan termasuk dalam sistem anti gempa.



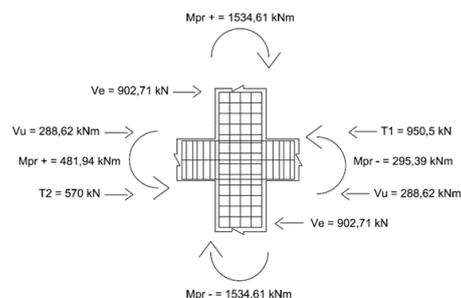
Gambar 10. Detail Kolom

5.6 Perencanaan Hubungan Balok dan Kolom

Sambungan balok-kolom yang direncanakan dari sistem rangka momen khusus dalam publikasi ini adalah sambungan balok-kolom yang direncanakan dari kolom penahan empat balok, tiga balok, dan dua balok.

Terkekang empat balok

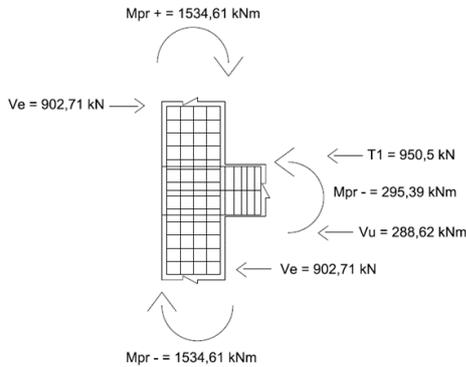
Gaya geser yang terjadi pada HBK kolom dan keempat balok yang mengekang kolom yaitu T1 + T2 – Vu, yang dimana T1 dan T2 didapat dari tulangan tarik dan tekan pada balok – balok yang menyatu pada HBK.



Gambar 11. HBK Terkekang 4 Balok

Terkekang tiga atau dua balok

Gaya geser yang terjadi pada HBK kolom K1 dan 3 balok Ba yang mengekang kolom yaitu T1 – Vu, dimana T1 didapat dari tulangan tarik dan tekan pada balok – balok yang menyatu pada HBK.



Gambar 12. HBK Terkekang 3 Balok

6. Perencanaan Pondasi

Pada perencanaan gedung hotel AZONA, struktur bawah direncanakan menggunakan pondasi dalam tipe tiang pancang beton bertulang, Fungsi utama dari pondasi adalah sebagai pendukung struktur atas untuk menahan dan menerima beban dari struktur atas kemudian beban tersebut akan di salurkan ke tanah.

6.1 Daya Dukung Pondasi

Kekuatan material tiang pancang beton bertulang dihitung menurut SNI 2847-2019, dengan mempertimbangkan faktor reduksi material dan faktor tekuk. Pada saat yang sama, kekuatan daya dukung tanah harus dihitung dengan menggunakan angka keamanan dan efisiensi dari kelompok tiang. Struktur mengadopsi tiang pancang beton bertulang, diameter tiang 40cm x 40cm, grade tiang=(B), berat tiang 400kg/m, momen nominal (Mn)=12,45tonm, beban (pile)=210,6tonm, dan panjang tiang 6-12 m.

Daya dukung pondasi dihitung berdasarkan nilai konus sondir pada kedalaman tertentu sampai ditemukan tanah keras dengan nilai JHP 250kg. Perhitungan kapasitas tiang pancang berdasarkan data CPT harus memperhitungkan tanah yang mengalami penetrasi konus, sebagai berikut:

$$P_{\text{tiang 1 tiang}} = C_n \times \frac{A}{n_1} + JHP \times \frac{K}{n_2}$$

$$P_{\text{tiang 1 tiang}} = 118,83 \times \frac{40 \times 40}{3} + 250 \times \frac{2(40+40)}{5} = 71,376 \text{ kg} = 71,37 \text{ ton}$$

6.2 Kontrol Tegangan Maksimum Pancang Kelompok

Pada 1 kelompok beban tiang yang bekerja berdasarkan jarak tiang ke sumbu netral:

$$P_1 = \frac{255,51}{6} - \frac{37,43 \times 0,5}{1,5} + \frac{15,27 \times 0,5}{1,5} = 35,19 \text{ ton}$$

$$P_2 = \frac{255,51}{6} + \frac{15,27 \times 0,5}{1,5} = 47,67 \text{ ton}$$

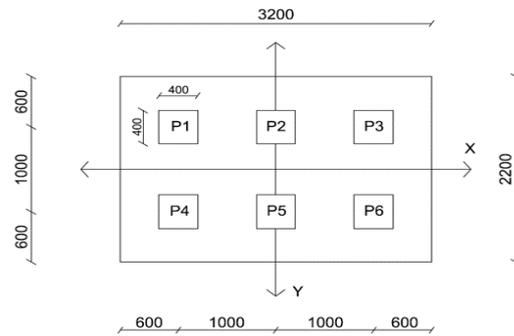
$$P_3 = \frac{255,51}{6} + \frac{37,43 \times 0,5}{1,5} + \frac{15,27 \times 0,5}{1,5} = 60,15 \text{ ton}$$

$$P_4 = \frac{255,51}{6} - \frac{37,43 \times 0,5}{1,5} - \frac{15,27 \times 0,5}{1,5} = 25,20 \text{ ton}$$

$$P_5 = \frac{255,51}{6} - \frac{15,27 \times 0,5}{1,5} = 37,50 \text{ ton}$$

$$P_6 = \frac{255,51}{6} + \frac{37,43 \times 0,5}{1,5} - \frac{15,27 \times 0,5}{1,5} = 49,97 \text{ ton}$$

Dengan hasil perhitungan diatas :
Pmax = P3 = 60,15 ton < Pijin = 71,37 ton,
rencana kelompok tiang ini kemudian diselesaikan.



Gambar 13. Denah Tiang Pancang

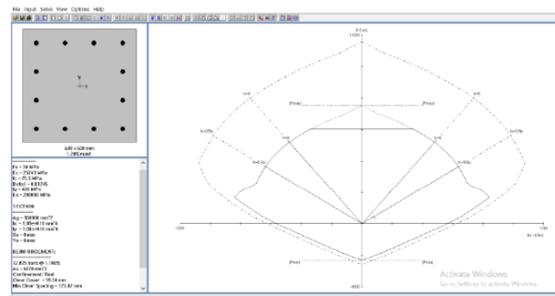
6.3 Perencanaan Sloof

Perhitungan tulangan sloof didasarkan pada beban pada sloof yaitu beban aksial dan beban lentur, sehingga tulangan sloof dapat dihitung seperti tulangan kolom.

$$Q_u = 1,4 D = 1,4 \times 2176 = 3046,4 \text{ kg/m}$$

Momen yang bekerja pada sloof :

$$M_u = \frac{1}{12} \cdot q_u \cdot l^2 = \frac{1}{12} \cdot 3046,4 \cdot 6^2 = 9193,2 \text{ kgm}$$



Gambar 14. Diagram Interaksi Sloof

Dari hasil PCA *column* terlihat tulangan yang digunakan sebanyak 12 buah dengan diameter 25 mm, dan rasio tulangan sebesar 2,29%, serta desain tulangan memenuhi persyaratan.

7. KESIMPULAN

Dimensi struktur hasil perhitungan didapat dimensi Balok Induk 40cm x 60cm dengan tulangan 5 D22, Balok Anak 40cm x 50cm dengan tulangan 5 D14, dan Kolom 75cm x 75cm dengan

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL “AZONA” MENGGUNAKAN METODE SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS DI KOTA YOGYAKARTA (Jovan Anson Hilario, Soerjandani Priantoro Machmoed)

ulangan 20 D29 mampu menahan beban gravitasi dan beban gempa yang terjadi.

Bedasarkan hasil analisa gaya gempa yang terjadi menggunakan program SAP 2000 v.20, nilai simpangan horisontal (*drift*) yang terjadi pada struktur gedung tidak melebihi batas simpangan ijin (Δ). Sehingga, perencanaan struktur gedung Hotel Azona menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) mampu menahan beban gempa yang terjadi dan menjaga stabilitas struktur.

8. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam proyek ini, khususnya Journal Axial yang telah memberi saya kesempatan untuk menerbitkan artikel ini.

9. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. ,2020, SNI 1726-2020, Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
- Badan Standardisasi Nasional. ,2020, SNI 1727-2020, Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
- Wibowo, Amdhani P. 2012. Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) dan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM). (Studi Kasus : Rusunawa 2 Twin Blok Pringwulung Sleman Yogyakarta).
- Rifandi, Irpan., Walujodjati Eko. 2020. Analisis Beban Gempa dengan Metode Statik Ekuivalen Berdasarkan SNI 1726-2019 pada Gedung IPAL (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung IPAL UT-HO-Jakarta Timur). Jurnal Konstruksi Vol. 18; No.02; 2020.
- Betania Mahendrayu, Wahyu Kartini, 2012, Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) Struktur Beton Bertulang Pada Gedung Graha Siantar Top Surabaya, Jurnal Teknik Sipil KERN Vol. 2 No. 2.
- Haryanto, Y. W. 2000. Analisa dan Perencanaan Struktur Frame Menggunakan SAP 2000 Versi 7.42. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Purwanda, I., Yurisman, Y., dan Khadavi, K., 2020, Desain Elemen Struktur Bangunan Apartemen Delapan Lantai dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRMPK), *Abstract of Undergraduate Research, Faculty of Civil and Planning Engineering*, Bung Hatta University.
- Wartono. R. S Rumiadi dan H. M. D. Rosidi.

1995. Geologi Lembar Yogyakarta – Jawa (*Geology Of The Yogyakarta Quadrangle – Jawa*). Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi, Direktorat Jenderal Geologi dan Sumber Daya Mineral, Departemen Pertambangan dan Energi, Bandung.

Nugroho, Sri Cahyadi. 2017. Pusat Studi Gempa Bumi di Kabupaten Bantul, D.I. Yogyakarta. Skripsi. Yogyakarta: Universitas Atma Jaya Yogyakarta.