

PERENCANAAN STRUKTUR KANTOR PHICOS DENGAN SISTIM RANGKA BAJA PEMIKUL MOMEN KHUSUS

*Rasyiid Lathiif Amhudo¹, Dwi Prasetyo Utomo²

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tunas Pembangunan Surakarta

²Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanegara

^{*)} Email: rasyiidlathiifamhudo@lecture.utp.ac.id

ABSTRACT

Colomadu District is a sub-district located in Karanganyar Regency, Central Java Province. Economic development in Colomadu sub-district is expected to grow through the business sectors of goods and services, tourism and industry, so an office building is planned in the Colomadu area. Because the location of Colomadu District is not far from Yogyakarta province, where earthquakes often occur, earthquake-resistant buildings are needed to anticipate a minimum number of fatalities and material losses when an earthquake occurs. Therefore, in the planning of this office a special moment resisting frame system (SRPMK) was used. Buildings with a Special Moment Resisting Frame System (SRPMK) are planned using the SCWC concept, namely Strong Columns and Weak Beams where column elements are stronger than weak beam elements. The design of this planning system is to form a building structural system that is resistant to seismic forces that will be received by the building structure by using a special moment-bearing frame structural system and referring to the applicable requirements in accordance with SNI 2847:2019. The seismic force loading applied using the response spectrum analysis method and structural analysis was calculated using the ETABS V9.7.4 program. From the planning results, it is obtained that the thickness of the bondek floor plate is 140 mm, beam B1A 150x400 mm, B2A 200x400 mm, B2B 200x400 mm, B2C 200x400 mm, B2D 200x400 mm, B2E 200x400 mm, B3A 200x500 mm, B3B 200x500 mm, B4A 300x150 mm, B5A 300x150 mm, BS 150x300 mm, as well as columns KP 150x150 mm, K1A 200x300 mm, K2A 400x550 mm, K3A 450x650 mm, and K4A 350x500 mm.

Keyword: Karanganyar, SRPMK, earthquake resistant structure, ETABS V9.7.4.

ABSTRAK

Kecamatan Colomadu merupakan kecamatan yang terletak di Kabupaten Karanganyar, Provinsi Jawa Tengah. Perkembangan ekonomi di kecamatan Colomadu diperkirakan akan tumbuh melalui bidang bisnis barang dan jasa, wisata, dan industri sehingga direncanakan sebuah bangunan kantor di daerah Colomadu. Karena letak Kecamatan Colomadu yang tidak jauh dengan provinsi Yogyakarta yang sering terjadi gempa, maka diperlukan bangunan tahan gempa guna mengantisipasi minimalnya angka korban jiwa dan kerugian material pada saat terjadinya gempa. Oleh karena itu, dalam perencanaan kantor ini digunakan sistem rangka penahan momen khusus (SRPMK). Bangunan gedung dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) direncanakan dengan konsep SCWC, yaitu *Strong Column and Weak Beam* dimana elemen kolom lebih kuat dibandingkan dengan elemen balok yang lemah. Desain dari sistim perencanaan ini adalah untuk membentuk sistim struktur bangunan gedung yang tahan terhadap gaya seismik yang akan diterima oleh struktur bangunan dengan menggunakan sistem struktur rangka pemikul momen khusus serta mengacu pada persyaratan yang berlaku sesuai dengan SNI 2847:2019. Pembebanan gaya seismik yang diterapkan menggunakan metode analisis respons spektrum serta analisis strukturnya dihitung menggunakan bantuan program ETABS V9.7.4. Dari hasil perencanaan didapatkan dimensi tebal pelat lantai bondek 140 mm, balok B1A 150x400 mm, B2A 200x400 mm, B2B 200x400 mm, B2C 200x400 mm, B2D 200x400 mm, B2E 200x400 mm, B3A 200x500 mm, B3B 200x500 mm, B4A 300x150 mm, B5A 300x150 mm, BS 150x300 mm, serta kolom KP 150x150 mm, K1A 200x300 mm, K2A 400x550 mm, K3A 450x650 mm, dan K4A 350x500 mm.

Kata kunci: Karanganyar, SRPMK, struktur tahan gempa, ETABS V9.7.4.

1. PENDAHULUAN

Kecamatan Colomadu merupakan kecamatan yang terletak di Kabupaten Karanganyar, Provinsi Jawa Tengah yang di masa kini berubah seperti kota metropolitan. Hotel-hotel berbintang hingga restoran mewah serta rumah para pejabat menghiasi jalanan di pusat wilayah kecamatan Colomadu. Terdapatnya bangunan bekas pabrik gula yang telah direnovasi menjadi lokasi wisata membuat dan meningkatkan kecamatan Colomadu sebagai kecamatan yang kini maju pesat walaupun lokasinya jauh atau terpisah (*eksklave*) dari pusat pemerintahan Kabupaten Karanganyar. Posisi kecamatan Colomadu yang jaraknya lebih dekat dengan kota Surakarta (Solo) dibandingkan dengan pusat pemerintahan Kabupaten Karanganyar membuat kecamatan Colomadu mendapatkan dampak yang besar dari kemajuan kota Solo. Terlihat dengan adanya perkembangan kawasan perhotelan berbintang, kawasan restaurant, kawasan perumahan kecil, menengah, dan elit di daerah Baturan, Bluluk, Bolon, Klodran, dan Tohudan. Pertumbuhan ekonomi kecamatan Colomadu telah mengalami perkembangan ekonomi yang signifikan, berkembang melalui berbagai aktivitas bisnis sehingga direncanakan sebuah bangunan kantor di daerah Colomadu.

Karena letak kecamatan Colomadu yang tidak jauh dengan provinsi Yogyakarta yang sering terjadi gempa, maka diperlukan bangunan tahan gempa guna mengantisipasi minimalnya angka korban jiwa dan kerugian material pada saat terjadinya gempa. Maka, untuk merancang kantor ini menggunakan Sistem Rangka Penahan Momen Khusus (SRPMK). SRPMK merupakan suatu perencanaan struktur beton bertulang dengan perincian yang bertujuan untuk mencapai tingkat daktilitas yang tinggi atau optimal. Ketangguhan adalah kemampuan suatu struktur untuk mengalami perubahan bentuk

yang terjadi berulang-ulang dalam skala yang besar setelah mengalami tekanan, sehingga struktur tersebut dapat berubah tetapi tetap kuat, sehingga dapat tetap bertahan dan tidak hancur meskipun terkena gempa dengan kekuatan yang tinggi. Mengurangi jumlah korban manusia dan kerusakan materi yang diakibatkan oleh gempa bumi. Itulah sebabnya, sistem bangunan ini memiliki tingkat kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan sistem rangka lainnya [7].

SRPMK digunakan dalam perencanaan bangunan gedung, dengan menerapkan konsep kolom kuat dan balok lemah. Diharapkan dengan menggunakan konsep perencanaan ini, Sistem rangka ini memiliki daktilitas penuh dan wajib digunakan pada daerah dengan resiko gempa yang tinggi [1]. Hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa struktur tetap berdiri walaupun berada pada titik akhir keruntuhan.

2. METODE PERENCANAAN

Struktur yang digunakan dalam perencanaan ini merupakan Struktur Rangka Baja Pemikul Momen Khusus (SRPMK) yang berfungsi sebagai Perkantoran (*Office*) yang berlokasi di Colomadu, Karanganyar, Jawa Tengah. Analisa Struktur dilakukan dengan bantuan Software ETABS V9.7.4. Dari analisa struktur, akan dihitung kebutuhan Tulangan Balok, Tulangan Kolom, Tulangan Pelat Lantai, Pengecekan Profil Baja dan Pondasi yang akan digunakan.

A. Referensi

Referensi yang digunakan dalam perencanaan meliputi,

- SNI 2847:2019 : Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasannya
- SNI 1727:2018 : Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur lain
- SNI 1726:2019 : Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung
- SNI 1729:2015 : Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural [2]
- SNI 2052:2017 : Baja Tulangan Beton [3]

B. Material

Spesifikasi Material yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Beton Struktural : $F_c' = 20$ MPa
- Tulangan : $\emptyset < 10$ menggunakan BJTP 280 ($F_y = 280$ MPa)
: $D \geq 10$ menggunakan BJTS 420B ($F_y = 420$ Mpa)
- Baja Normal : ASTM A36/SS400/BJ37 ($F_y = 240$ MPa)
- Wire Mesh : $F_y = 500$ Mpa (U-50)
- Baja Ringan : G550 MPa
- Baut : HTB A325
- Las : E70XX
- γ_{beton} : 2400 Kg/m^3
- γ_{baja} : 7850 Kg/m^3

C. Beban Rencana

Beban rencana yang bekerja adalah sebagai berikut:

- Dead Load (DL)
- Live Load (LL)
- Earthquake Load (E)

D. Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan yang digunakan mengacu pada LRFD sebagai berikut:

- 1,4 DL
- 1,2 DL + 1,6 LL + 0,5 Lr
- 1,2 DL + 1,6 Lr + 1,0 LL
- $(1,2 + 0,2 S_d_s)$ DL + E + LL
- $(0,9 - 0,2 S_d_s)$ DL + E

Kombinasi kontrol daya dukung pondasi yang digunakan mengacu pada ASD sebagai berikut:

- DL
- DL + LL
- DL + Lr
- DL + 0,75 LL + 0,75 Lr
- $(1,0 + 0,14 S_d_s)$ DL + 0,7 E
- $(1,0 + 0,1 S_d_s)$ D + 0,525 E + 0,75 L
- $(0,6 - 0,14 S_d_s)$ D + 0,7 E

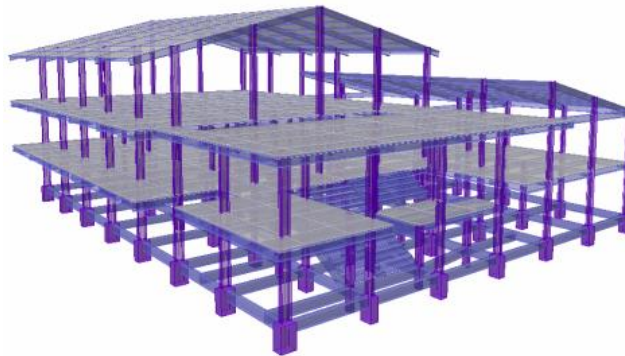
3. HASIL PEMBAHASAN

A. Preliminary Design

Preliminary Design merupakan desain atau perencanaan dimensi dan material pada tahap awal, dimana pada tahap itu akan pakai untuk melakukan permodelan awal struktur yang berupa 2 dimensi atau tiga dimensi. *Preliminary Design* juga dapat memodelkan spesifikasi struktur dan lainnya yang dimodelkan dalam *software*. Jenis elemen-elemen struktural yang direncanakan yaitu elemen balok, kolom, dan pelat sesuai dengan peraturan SNI 03-2847-2019.

B. Permodelan Struktur

Pemodelan Struktur Utama menggunakan ETABS V9.7.4. Balok, Kolom dan Pelat Lantai dimodelkan secara 3D. Data struktur yang digunakan berdasarkan hasil *preliminary design*. Jepitan struktur di asumsi terdapat pada dasar bangunan yang berupa jepit.



Gambar 1. Tampak 3D Struktur

C. Analisis Pembebanan

1. Dead Load (DL)

Dead Load merupakan beban mati dari elemen-elemen struktural yang biasanya terdiri dari berat volume beton, baja, mortar, dinding, dan lainnya. Berat dari elemen-elemen struktural tersebut akan dihitung secara otomatis oleh *software* ETABS V9.7.4. sebagai *self weight*.

Tabel 1. Data Beban Mati

No	Beban	Nilai	Satuan
1	DL <i>Self Weight</i>	<i>Automatic ETABS</i>	
2	SDL Dinding Hebel	1,6	kN/m ²
3	SDL Finish Lantai	1,35	kN/m ²
4	Atap	0,2	kN/m ²

Sumber: *Software ETABS V9.7.4.*

2. Live Load (LL)

Live Load Merupakan Beban Hidup yang terjadi pada bangunan sebagai berikut:

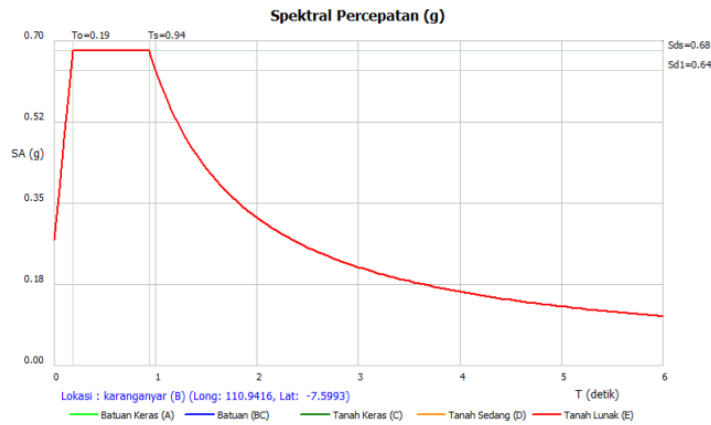
Tabel 2. Data Beban Hidup

No	Beban	Nilai	Satuan
1	<i>Office</i>	2,4	kN/m ²
2	Koridor Di atas Lantai 1	3,83	kN/m ²
3	Air Hujan Atap	0,2	kN/m ²

Sumber: *Software ETABS V9.7.4.*

3. Earthquake Load (EL)

Dalam proses analisis beban seismik menggunakan respon spektrum, Dimana analisis tersebut dirancang berdasarkan nilai respons terhadap percepatan tanah yang tercatat saat terjadinya gempa [7]. Desain spektrum adalah perkiraan kurva gerakan tanah yang dipengaruhi oleh gempa yang pernah terjadi sebelumnya di area sekitaran lokasi perencanaan. Dalam perencanaan Gedung *Office PHICOS* ini, data parameter respon spektrum diperoleh dari website Puskim PU. Data parameter ini didapat berdasarkan karakteristik tanah dan wilayah yang akan didesain. Setelah data parameter respon spektrum diperoleh dapat dibuat grafik respon spektrum sesuai SNI 1726:2019 [5], data dapat dimasukkan ke dalam pemodelan. ETABS V9.7.4. yang telah dibuat.



Gambar 2. Respon Spektrum Gempa Lokasi Perencanaan, Karanganyar

Tabel 3. Kontrol Base Shear

Arah	Base Shear	
	Statik V	Dinamik V
X	582	384
Y	582	383

Sumber : Perhitungan Software ETABS V9.7.4.

a. Pengecekan Ketidakberaturan Vertikal Interstory Drift

Tabel 4. Arah X

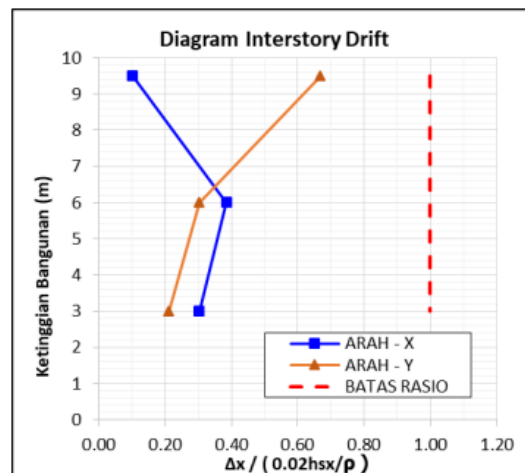
Lantai	Hx m	δxe mm	δx mm	Δx mm	hsx m	0.02hsx/ρ mm	Rasio	Rasio < 1
4	9.5	8.80	48.40	7.2	3.5	70.000	0.102	OK
3	6	7.50	41.25	23.1	3	60.000	0.385	OK
2	3	3.30	18.15	18.2	3	60.000	0.303	OK

Sumber : Perhitungan Software ETABS V9.7.4.

Tabel 5. Arah Y

Lantai	Hx m	δxe mm	δx mm	Δy mm	hsx mm	0.02hsx/ρ mm	Rasio	Rasio < 1
4	9.5	14.100	77.55	46.8	3.5	70.000	0.668	OK
3	6	5.600	30.80	18.2	3	60.000	0.303	OK
2	3	2.300	12.65	12.7	3	60.000	0.211	OK

Sumber : Perhitungan Software ETABS V9.7.4.



Gambar 3. Pengecekan Ketidakberaturan Vertikal Interstory Drift

- b. Pengecekan Ketidakberaturan Vertikal Kekakuan Antar Tingkat
 Perlu dilakukan pengecekan kekakuan, karena semakin besar kekakuan yang dimiliki oleh bangunan, maka semakin kecil simpangan [8]

Tabel 6. Arah X

Lantai	Vx	δxe	Δ	Kx	K _x / K _{x+1}	K _x / K _{avg 3It}	V _x / V _{x+1}
	kN	mm	mm	kN/mm	≥ 60%	≥ 70%	≥ 65%
4	44.87	8.80	1.30	34.52			
3	361.76	7.50	4.20	86.13	OK		OK
2	576.98	3.30	3.30	174.84	OK	OK	OK

Sumber : Perhitungan Software ETABS V9.7.4.

Tabel 7. Arah Y

Lantai	Vy	δye	Δ	Ky	K _y / K _{y+1}	K _y / K _{avg 3It}	V _y / V _{y+1}
	kN	mm	mm	kN/mm	> 60%	> 70%	≥ 65%
4	85.56	14.10	8.50	10.065882			
3	420.79	5.60	3.30	127.51212	OK		OK
2	576.91	2.30	2.30	250.83043	OK	OK	OK

Sumber : Perhitungan Software ETABS V9.7.4.

- c. Pengecekan Ketidakberaturan Horisontal Torsi
 Perlu dilakukan pengecekan efek gaya torsi karena dapat menyebabkan masalah pada elemen penahan lateral tepi gedung dan meningkatkan *displacement* bangunan [9]

Tabel 8. Torsi Arah X

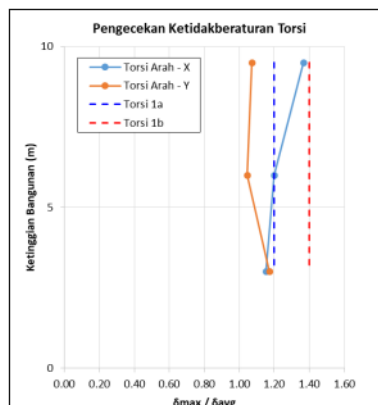
Lantai	Hn m	Load	Nama Point	δ Point	Arah - X						
					δmax	δmin	δrata ²	δmax / δrata ²	Cek Torsi	Ax	
					mm	mm	mm				
4	9.5	RSX	33 69	0.009 0.019	0.019	0.009	0.014	1.37	Torsi 1A	1.30	
3	6	RSX	285 69	0.010 0.014	0.014	0.010	0.012	1.20	Torsi 1A	1.00	
2	3	RSX	285 69	0.005 0.006	0.006	0.005	0.006	1.15	Tidak Ada Torsi	1.00	

Sumber : Perhitungan Software ETABS V9.7.4.

Tabel 9. Torsi Arah Y

Lantai	Hn m	Load	Nama Point	δ Point	Arah - Y						
					δmax	δmin	δrata ²	δmax / δrata ²	Cek Torsi	Ax	
					mm	mm	mm				
4	9.5	RSY	69 73	0.014 0.012	0.014	0.012	0.013	1.07	Tidak Ada Torsi	1.00	
3	6	RSY	69 73	0.005 0.006	0.006	0.005	0.006	1.05	Tidak Ada Torsi	1.00	
2	3	RSY	69 73	0.001 0.002	0.002	0.001	0.001	1.17	Tidak Ada Torsi	1.00	

Sumber : Perhitungan Software ETABS V9.7.4.



Gambar 4. Pengecekan Ketidakberaturan Horisontal Torsi

- D. Penulangan Pelat Lantai Bonded

B1A (150x400)			B2A (200x400)			B2B (200x400)			B2C (200x400)		
TUMP. KI	LAPANGAN	TUMP. Kg	TUMP. KI	LAPANGAN	TUMP. Kg	TUMP. KI	LAPANGAN	TUMP. Kg	TUMP. KI	LAPANGAN	TUMP. Kg
D10-100	D10-150	D10-100	D10-100	D10-150	D10-100	D10-100	D10-100	D10-100	D10-100	D10-150	D10-100
B2D (200x400)			B2E (200x400)			B3A (200x500)			B3B (200x500)		
TUMP. KI	LAPANGAN	TUMP. Kg	TUMP. KI	LAPANGAN	TUMP. Kg	TUMP. KI	LAPANGAN	TUMP. Kg	TUMP. KI	LAPANGAN	TUMP. Kg
D10-100	D10-100	D10-100	D10-75	D10-100	D10-75	D10-50	D10-75	D10-50	D10-100	D10-150	D10-100
B4A (300x150)			B5A (300x150)			BS (150x300)					
TUMP. KI	LAPANGAN	TUMP. Kg	TUMP. KI	LAPANGAN	TUMP. Kg	TUMP. KI	LAPANGAN	TUMP. Kg			
D10-100	D10-100	D10-100	D10-100	D10-100	D10-100	D10-100	D10-150	D10-100			

Gambar 6. Detail Penulangan Balok Lantai

F. Penulangan Kolom

Penulangan kolom menggunakan excel dan dengan hasil output ETABS. Dari hasil output ETABS di olah kembali kemudian diinput kembali ke ETABS untuk mengetahui penulangan geser dan Rasio kapasitas Kolom. Analisa Penulangan Kolom berdasar SNI 2847:2019 [6] disajikan dalam tabel sebagai berikut:

Tabel 12. Penulangan Kolom

Sec. ID	DATA					TULANGAN LONGITUDINAL										PENULANGAN GESER										
	Section (mm)		F _c '	F _y	F _{ys}	C _v	A _{s,u}	dia.	N - Perlu	Max. PS		Long. Ps		CEK	TULANGAN LONGITUDINAL	D/C < 1	%	A _v /s (mm ² /mm)		Dia.	Spakal (mm)		n - perlu		n - pakal	
	Bx	Hy	Mpa	Mpa	mm	(cm ²)	(mm)		Bx	Hy	Bx	Hy	Pasang		Bx (MAJ)			Hy (MIN)	(mm)		Bx	Hy	Bx	Hy	Bx	Hy
K1A.20.30	200	300	25	420	420	30	9.7	13	8 D 13	3	5	2	4	OK	8 D13	1.17	1.77	0.75	0.81	10	150	150	2	2	2	3
K2A.40.55	400	550	25	420	420	30	22	16	11 D 16	6	9	4	5	OK	14 D16	0.52	1.28	1.32	0.56	10	150	150	3	2	3	3
K3A.45.65	450	650	25	420	420	30	29.25	16	15 D 16	7	11	4	6	OK	16 D16	0.32	1.10	0.18	0.12	10	150	150	2	2	3	3

Sumber : Perhitungan Software ETABS V9.7.4.

KP (150x150)		K1A (200x300)		K2A (400x550)		K3A (450x650)		K4A (350x500)	
TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
4#10	4#10	10D13	10D13	14D16	14D16	18D16	18D16	14D16	14D16
ø8-150	ø8-150	D10-100	D10-150	D10-100	D10-150	D10-100	D10-150	D10-100	D10-150

Gambar 7. Detail Penulangan Kolom

G. Kontrol Demand/Capacity P-M_x-M_y Struktur Baja

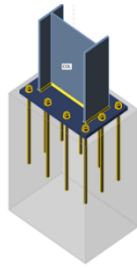
Analisa Kapasitas D/C aksial-momen Struktur Baja Metode LRFD dilakukan otomatis oleh ETABS. Dari analisa ETABS dapat diketahui bahwa rasio kapasitas D/C aksial-momen < 1,0 (Aman).

H. Analisa Sambungan Baja End Plate Balok

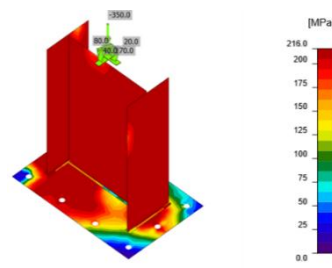
Analisa Sambungan Balok Baja di analisa menggunakan bantuan program Excel. Analisa sambungan end plate balok IWF diberikan contoh analisa untuk sambungan balok WF 300.

I. Analisa Sambungan Base Plate

Analisa Sambungan Base Plate dianalisa menggunakan bantuan program IDEA Statica. Analisa sambungan Base Plate IWF diberikan contoh analisa untuk sambungan Kolom WF 400.



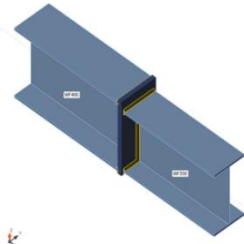
Gambar 8. Desain Sambungan Base Plate



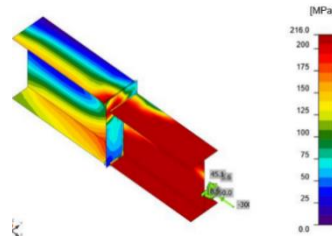
Gambar 9. Strain Check

J. Analisa Sambungan Antar Kolom Baja

Analisa Sambungan Antar kolom Baja di analisa menggunakan bantuan program IDEA Statica. Analisa sambungan Antar kolom IWF diberikan contoh analisa untuk sambungan Kolom WF 400 dengan WF350.



Gambar 10. Desain Sambungan antara Kolom



Gambar 11. Strain Check

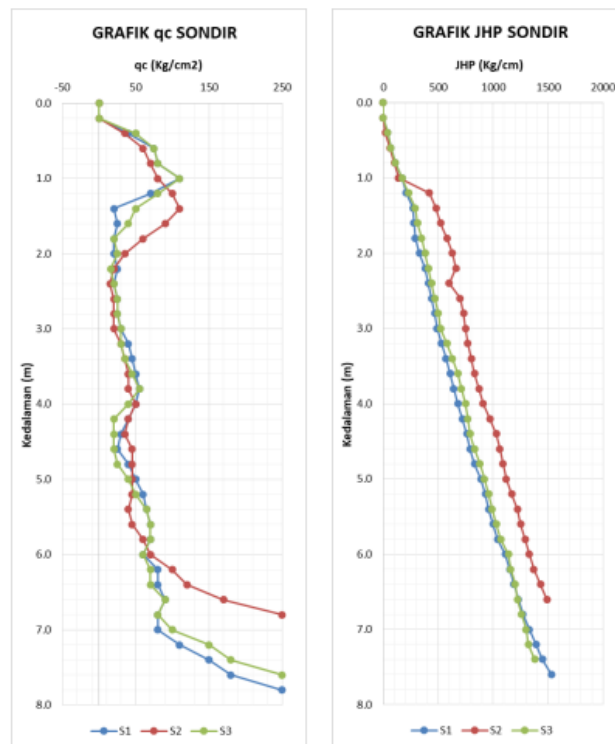
K. Daya Dukung Tiang

Pondasi pada pelaksanaan proyek ini menggunakan pondasi Tiang Bor (*Bored Pile*) dengan diameter 30 cm dan kedalaman 6 m. Daya dukung yang digunakan dalam proyek ini didapatkan daya dukung tekan 34 ton dan Tarik 14 ton. Rekapitulasi daya dukung tiang bor diameter 30 cm dengan kedalaman 6 m dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 13. Rekapitulasi Daya Dukung Tiang Bor

Sondir	Depth	Bentuk	Dimensi	Qall (ton)	Tall (ton)
S1	6	BOR	30	34,37	14,74
S2	6	BOR	30	45,46	18,04
S3	6	BOR	30	34,84	15,14
Pakai				34	14

Sumber : Data Hasil Pengujian Sondir



Gambar 12. Hasil Rekapitulasi Sondir Soil Test

L. Kebutuhan Jumlah Tiang

Beban yang digunakan dalam analisa jumlah tiang adalah berdasarkan joint reaction hasil output ETABS. Berikut contoh analisa kebutuhan jumlah tiang bor :

Red LL	= 1	Point Coloum	= 285	D/C tekan max	= 0,69	OK
Faktor pile grup	= 1,0 (axial)	Pile	= 1	D/C tarik max	= 0,88	OK
S _{DS}	= 0,670	N	= 2,0	Pu ultimate	= 537,48	
ρ	= 1,3	x-max/x2	= 1,1111	Tu ultimate	= 269,17	
Ω	= 3	y-max/y2	= 0,0000			
Daya dukung tiang tekan	= 340 kN	x-max/(x2+y2)	= 1,1111			
Daya dukung tiang tarik	= 140 kN	y-max/(x2+y2)	= 0,0000			

Tabel 14. Rekapitulasi Beban Pondasi

BEBAN PADA PONDASI								
Story	Point	Load	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
BASE	285	DL	1.65	10.79	204.49	1.38	6.73	-0.13
BASE	285	LL	-0.50	0.39	70.25	-0.56	2.49	0.15
BASE	285	RSX	17.41	2.54	24.55	6.90	88.44	6.05
BASE	285	RSY	3.10	3.75	8.93	5.21	17.58	1.23
BASE	285	W	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BASE	285	F	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Sumber : Perhitungan Software ETABS V9.7.4.

Tabel 15. Kombinasi Pembebanan Pondasi

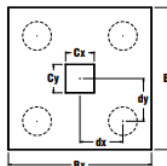
COMB.	KOMBINASI PEMBEBANAN PADA PONDASI (ULTIMATE LOAD)							
	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ	Pu	Tu
Comb - 1	2.31	15.11	286.29	1.93	9.42	-0.18	153.61	
Comb - 2	1.18	13.57	357.79	0.76	12.06	0.08	192.30	
Comb - 3	56.72	25.78	424.73	26.66	292.61	19.23	537.48	-112.75
Comb - 4	-47.74	10.54	277.43	-14.72	-238.03	-17.07	403.19	-125.76
Comb - 5	51.14	19.03	408.65	17.28	260.97	17.02	494.29	-85.64
Comb - 6	-53.32	3.79	261.35	-24.10	-269.67	-19.28	430.31	-168.95
Comb - 7	26.67	28.32	391.92	23.13	143.80	9.09	355.73	
Comb - 8	8.07	5.82	338.34	-8.15	38.33	1.74	211.76	
Comb - 9	-4.67	23.75	347.73	10.71	-15.39	-1.80	190.97	
Comb - 10	-23.27	1.25	294.15	-20.56	-120.86	-9.15	281.36	
Comb - 11	56.28	19.26	238.33	26.44	286.29	19.15	437.26	-198.94
Comb - 12	50.70	12.51	222.25	17.05	254.65	16.95	394.07	-171.82
Comb - 13	-48.18	4.02	91.03	-14.94	-244.34	-17.15	317.01	-225.98
Comb - 14	-53.76	-2.73	74.95	-24.33	-275.98	-19.35	344.12	-269.17
Comb - 15	26.23	21.80	205.52	22.90	137.48	9.02	255.52	-49.99
Comb - 16	7.63	-0.70	151.94	-8.38	32.02	1.67	111.55	
Comb - 17	-5.11	17.23	161.33	10.49	-21.71	-1.87	104.79	
Comb - 18	-23.71	-5.27	107.75	-20.79	-127.17	-9.22	195.18	-87.43

Sumber : Perhitungan Software ETABS V9.7.4.

M. Penulangan Pile Cap

Analisa penulangan pile cap menggunakan bantuan software Excel. Analisa penulangan pile cap menggunakan metode Reaction. Analisa Penulangan Pile Cap sebagai berikut :

F _{c'}	= 20	MPa	Φ _b	= 0,90	(Phi Reduksi Momen)
F _y	= 420	MPa	Φ _s	= 0,75	(Phi Reduksi Geser)
F _{ys}	= 420	MPa	LF	= 1,40	(Faktor Beban)
m	= 24,71		P _{all}	= 340 kN	(Daya Dukung Tiang)



Keterangan :

Ht	=	Tebal Pile Cap
Cv	=	Tebal Selimut Beton
n	=	Jumlah Pile 1 Baris

Gambar 13. Skema Pile Cap

Tabel 16. Penulangan Pile Cap

Type	Ht	Bx	Cv	Cx	Dir	n - pile	Pall	d	kv	k.n.P	n.P.d'	Rein	Mu (kN.m)	Rn	rho	As/b	Reinf	
	mm	mm	mm	mm		bh	kN	mm		kN	kN.m		Vu (kN)	Vc	Vs	Av/av	Dia	
														kN	kN	mm ² /m	space	
																	mm	
PC1	600	600	75	150	X	1	340	300	1.00	340	76.5	MX	107.10	0.742	0.0018	934	16	
							0	340	0	1.00	0	0	MY	107.10	0.790	0.0019	966	16
							1	340	300	1.00	340	76.5	VX	476.00	231.21	403.46	1858	16
							0	340	0	1.00	0	0	VY	476.00	224.05	410.61	1951	16
P2	600	1500	75	150	X	1	340	450	1.00	340	127.5	MX	178.50	1.237	0.0031	1582	16	
							0	340	0	1.00	0	0	MY	178.50	0.527	0.0013	638	16
							1	340	450	1.00	340	127.5	VX	476.00	231.21	403.46	1858	16
							0	340	0	1.00	0	0	VY	476.00	560.14	74.53	354	16

Sumber : Perhitungan Software ETABS V9.7.4.

4. KESIMPULAN

Dari hasil analisis dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa gedung *Office PHICOS* memiliki kategori risiko II dan menggunakan Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) sebagai sistem struktur untuk menahan gempa. Puskim memberikan respon spektra dan data yang didapatkan dengan menggunakan klasifikasi situs tanah SE dan kategori desain seismik B. Dalam menentukan kategori desain seismik $R = 8$ dan $C_d = 5.5$ untuk desain gedung SRPMK, faktor keutamaan gempa sebesar 1,0 dan parameter percepatan spektra desain $S_{d_5} = 0,680$ dan $S_{d_1} = 0,637$ dipertimbangkan. Nilai akhir respon spektrum $V_{dinamik}$ arah x adalah 384 kN dan arah y adalah 383 kN, sedangkan V_{statik} arah x adalah 582 kN dan arah y adalah 582 kN. Berdasarkan analisa struktur, ditemukan bahwa struktur yang dihitung telah memenuhi persyaratan izin. Penulangan struktur pelat lantai bondek sesuai pada tabel, balok lantai sesuai pada tabel, kolom sesuai pada tabel, dan penulangan pondasi pile cap sesuai pada tabel .

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan syukur kepada *Allah subhanahu wa ta'ala* atas berkah dan rahmatnya sehingga dapat menyelesaikan perencanaan ini dengan baik dan sesuai dengan target yang telah ditentukan. Peneliti juga sangat berterima kasih kepada bapak Joko Haryanto yang telah memberikan dukungan dan bantuan material untuk dapat menyelesaikan perencanaan ini. Semoga hasil dari penelitian atau perencanaan ini dapat digunakan sebaik mungkin dan dapat menjadi amal jariyah yang banyak bagi perencana, dan semua pihak yang terlibat, *insyaAllah aamiin ya rabbal 'alamin*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Almufid and Santoso, E. (2021). "Struktur SRPMK DAN SRPMM Pada Bangunan Tinggi (Structure of SRMK and SRMM on High Building)". Jurnal Teknik, Vol. 10, No. 1, 24.
- [2] Badan Standarisasi Nasional, BSN. (2015). SNI 1729:2015 Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- [3] Badan Standarisasi Nasional, BSN. (2017). SNI 2052:2017 Baja Tulangan Beton. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- [4] Badan Standarisasi Nasional, BSN. (2018). SNI 1727:2018 Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur lain. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- [5] Badan Standarisasi Nasional, BSN. (2019). SNI 1726:2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- [6] Badan Standarisasi Nasional, BSN. (2019). SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung dan Penjelasannya. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- [7] Mahendrayu, B dan Kalrtini, K. (2012). "Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) Struktur Beton Bertulang Pada Gedung Graha Siantar Top Surabaya". Jurnal Teknik Sipil KERN, Vol. 2 No. 2.
- [8] Ramadhani, S.F., Saputra, J., and Rosyidah, A. (2022). "Efek Torsi Bangunan Terhadap Respon Struktur Pada Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dan Sistem Ganda". Jurnal Ilmiah Dinamika, Vol. 18, No. 1, p.1.
- [9] M. Lumban, B. Servie, O. Dapas, and S. E. Wallah, (2016). "Efisiensi Penggunaan Dinding Geser Untuk Mereduksi Efek Torsi Pada Bangunan Yang Tidak Beraturan," J. Sipil Statik Januari, vol. 4, no. 1, pp. 29-35.
- [10] Surat Edaran 50/SE/M/2015 Petunjuk Teknis Penggunaan SNI 1729 Tentang Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Jakarta.