



PERANCANGAN STRUKTUR BETON BERTULANG 5 LANTAI PADA BANGUNAN GEDUNG DATA CENTER DI KECAMATAN PONTIANAK SELATAN (*DESIGN OF 5 STORIES REINFORCED CONCRETE STRUCTURE DATA CENTER BUILDING IN SOUTH PONTIANAK SUB-DISTRIC*)

Muhammad Irpan¹⁾, Farhan Kurniawan²⁾, M. Rafani³⁾, Ikhwan Arief Purnama⁴⁾

^{1), 2), 3), 4)}Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Pontianak, Pontianak, Kalimantan Barat
e-mail: irpant17@gmail.com, farhank1717@gmail.com, r4f4n1@yahoo.com,
ikhwanariefpurnama@gmail.com

ABSTRACT

The demand for supporting facilities in the advancement of information technology, specifically in Pontianak City, is increasing, a building that is suitable, strong, and earthquake resistant is needed as an effort to support the sustainability of centralized information technology infrastructure. The design of the data center also used a hebel brick as a wall to reduce the dead load of the building. The entire structure uses reinforced concrete structures in soft soil conditions (SE) with a Intermediate Moment Frame System (IMFS) that refers to SNI 2847-2019, also takes into the calculation of seismic aspects according to SNI 1726-2019 with the spectrum response method. The serviceability of this building is estimated according to the service load of office buildings and computer rooms based on SNI 1727-2020. This 5-storey building is modeled and structural analysis using the structure analysis program, has a site area of 980 m². The strength of the foundation structure is based on Cone Penetration Test on Purnama street. All structural components use concrete strength f_c' 30 MPa and steel strength 400 MPa. The design results thick deck plate 150 mm and floor/stair/step plate 120 mm, primary beam and sloof B1 with dimensions 300×600 mm, secondary beam B2 with dimensions 250×500 mm, secondary beam B3 with dimensions 150×300mm, primary column K1 with dimensions 600×600 mm, column K2 with dimensions 350×350 mm, foundation pilecap P1 with dimensions 3100×3100×700 mm, foundation pilecap P2 with dimensions 5100×1800×700 mm, foundation pilecap P3 with dimensions 700×700×500mm with bearing capacity of square pile dimensions 350×350 mm with length of 24m.

Keywords: Building, Data center, Structure, Reinforced concrete, IMFS

ABSTRAK

Kebutuhan akan fasilitas pendukung dalam kemajuan teknologi informasi khususnya di Kota Pontianak semakin meningkat, dibutuhkan suatu gedung yang memadai, kokoh, dan tahan gempa sebagai upaya untuk menunjang keberlangsungan infrastruktur teknologi informasi yang sentralistik. Perancangan data center juga menggunakan bata ringan sebagai dinding agar mengurangi beban mati bangunan. Keseluruhan struktur menggunakan struktur beton bertulang pada kondisi tanah lunak (SE) dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) yang mengacu pada peraturan SNI 2847-2019, juga memperhitungkan aspek kegempaan sesuai SNI 1726-2019 dengan metode respon spektrum. Kemampuan layan dari bangunan ini diperkirakan sesuai beban layan gedung perkantoran dan ruang komputer berdasarkan SNI 1727-2020. Bangunan 5 lantai ini dimodelkan dan analisis struktur menggunakan program bantu struktur analisis program, memiliki luas tapak 980 m². Kekuatan struktur pondasi berdasarkan dengan pengujian sondir di jalan purnama. Seluruh komponen struktur menggunakan mutu beton f_c' 30 MPa dan mutu baja 400 MPa. Hasil perancangan didapat tebal pelat lantai dak 150 mm dan pelat untuk lantai/tangga/bodres dengan tebal 120 mm, balok utama dan sloof B1 menggunakan dimensi 300×600 mm, balok anak B2 menggunakan dimensi 250×500 mm, balok anak B3 menggunakan dimensi 150×300 mm, kolom



utama K1 berdimensi 500×500 mm, kolom K2 berdimensi 350×350 mm, pondasi *pilecap* utama P1 berdimensi 3100×3100×700 mm, pondasi *pilecap* P2 berdimensi 5100×1800×700 mm, pondasi *pilecap* P3 berdimensi 700×700×500 mm dengan daya dukung tiang persegi dimensi 350×350 mm sepanjang 24 m.

Kata Kunci: Gedung, Data center, Struktur, Beton bertulang, SRPMM

PENDAHULUAN

Kebutuhan akan penyimpanan awan ini sangat diperlukannya sebuah data center. Data center menjadi penunjang dan menangani perkembangan teknologi yang pesat dalam pengolahan data, demi kemajuan ekosistem industri digital [1]. Kalimantan yang relatif lebih aman terhadap gempa dari pulau lainnya yang ada di Indonesia, memberikan nilai tambah dalam pembangunan data center di Kalimantan sudut pandang keamanan dari sisi geografisnya.

Bangunan gedung data center yang layak memerlukan kualitas bangunan gedung yang mampu memberikan keselamatan bagi pengguna bangunan tersebut. Beton bertulang menjadi pilihan yang tepat dalam perencanaan data center ini, karena beton yang telah banyak digunakan pada struktur gedung bertingkat. Penggunaan struktur beton bertulang pada data center juga memberikan keamanan terhadap kelistrikan dari struktur baja. Oleh karena itu, perancangan bangunan Gedung Data Center yang menggunakan konstruksi beton bertulang harus berpedoman pada peraturan SNI 2847-2019 [2] dan memperhatikan aspek kegempaan berdasarkan SNI 1726-2019 [3].

Sesuai fungsi bangunan yang memiliki beban bekerja besar seperti rak server, perangkat komputer, dan sejenisnya yang berdasarkan SNI 1727-2020 [4] dan beban nonstruktural berdasarkan PPURG 1987 [5] sebagai cara mengurangi beban bekerja yang ditanggung oleh struktur. Inovasi pada bata sebagai pembentuk konstruksi dinding dalam suatu bangunan adalah menggunakan bata ringan (*hebel*). Bata ringan dibuat secara fabrikasi dan mempunyai berat yang relatif lebih ringan dibandingkan bata lainnya, sehingga bata ringan sebagai alternatif pengganti batu bata biasa untuk pembuatan dinding bangunan diharapkan mampu mengatasi terhadap berat yang akan ditanggung struktur bangunan. Struktur kolom dengan pembebanan dinding bata ringan dibanding dengan bata merah membutuhkan luas tulangan 3,444% hingga 15,154% lebih sedikit, untuk

struktur balok luas tulangan rata-rata 11,284% lebih sedikit [6].

Struktur pelat merupakan struktur tipis yang terbuat dari beton bertulang dengan bidang yang arahnya horizontal dimana beban bekerja tegak lurus terhadap bidang [7]. Struktur balok merupakan struktur yang memikul menyalurkan beban diatas pelat lantai ke kolom kemudian didistribusikan ke pondasi, dapat dikatakan balok jika menanggung beban lentur atau torsi lebih besar dari aksial [8].

Struktur kolom merupakan elemen yang menerima transfer beban dari pelat dan balok untuk diteruskan ke tanah dasar melalui pondasi, dianggap kolom jika struktur mendukung beban aksial dengan atau tanpa momen lentur [9]. Struktur pondasi adalah bagian terbawah struktur yang meneruskan ke tanah keras [10].

Sistem penahan gempa yang akan digunakan pada bangunan ini yaitu Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) dikarenakan KDS bangunan termasuk C. Struktur pemikul momen menengah juga diharapkan mampu berperilaku sebagai portal daktail walaupun terbatas dengan membuat kolom kuat sedangkan balok lemah [11].

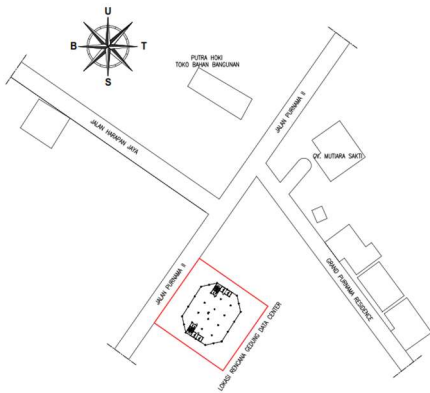
Berdasarkan latar belakang diatas, maka dibutuhkan suatu bangunan gedung khusus data center yang kokoh dan tahan gempa dengan kondisi tanah lunak pada Kota Pontianak. Perancangan ini dibatasi bahwa hanya merancang gambar kerja 2D dan 3D, kemudian aspek yang ditinjau yaitu perencanaan elemen struktur meliputi pelat lantai, balok, kolom, dan pondasi. Untuk konstruksi lift tidak dirancang namun dianggap sebagai beban, dan analisis gempa respon spektrum Kota Pontianak.

Tujuan dari perancangan struktur gedung data center dapat merancang dimensi dan pendetailan setiap elemen berdasarkan gaya dalam dan menghasilkan rancangan desain gambar 2D/3D pada bangunan gedung 5 lantai data center di Kota Pontianak. Sehingga digunakan sebagai referensi merencanakan struktur beton bertulang gedung yang aman khususnya untuk gedung data center.

METODE PERANCANGAN

Objek Perancangan

Objek perancangan pada tugas akhir ini merupakan sebuah gedung data center 5 lantai menggunakan struktur beton bertulang. Lokasi dalam perancangan struktur beton bertulang di Kecamatan Pontianak Selatan pada jalan Purnama II. Gedung data center yang dirancang terdiri dari 5 lantai dengan luas bangunan $35\text{m} \times 28\text{m}$, tinggi antar lantai 4m. layout ruang gedung data center ini terdiri dari basement parkir, ruang kantor, ruang kontrol, café, dan ruang rak server berdasarkan kriteria desain layout ruangan pada data center [12].



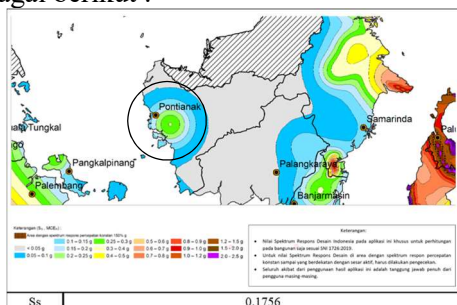
Gambar 1. Siteplan gedung

Perancangan menggunakan beberapa data sekunder yaitu :

1. Data tanah didapat dari sampel lokasi tim geoteknik Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Pontianak
2. Data parameter gempa diambil dari website rsa.ciptakarya.pu.go.id
3. Data rangkuman kecepatan angin didapat dari BPS Kota Pontianak.

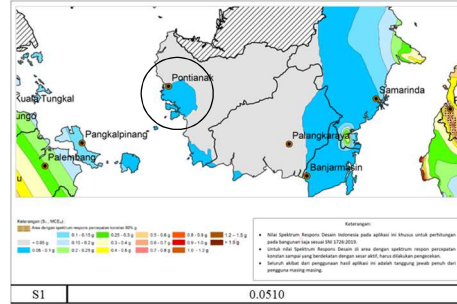
Data Gempa

Data analisa gempa berdasarkan peta percepatan periode pendek dan panjang sebagai berikut :



Sumber : rsa.ciptakarya.pu.go.id

Gambar 2. Peta percepatan periode pendek



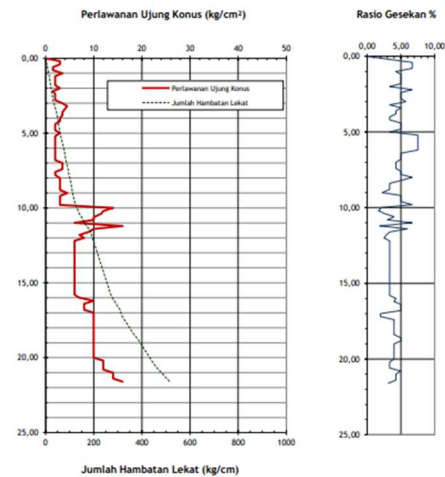
Sumber : rsa.ciptakarya.pu.go.id

Gambar 3. Peta percepatan periode panjang

Data Tanah

Data tanah diperoleh dari Laboratorium Teknik Sipil Polnep dengan data uji sondir pada lokasi disekitar perancangan gedung, dengan hasil :

1. Lapisan tanah keras $q_c \leq 150 \text{ kg/cm}^2$ berada pada kedalaman lebih dari 21,6 meter
2. Rasio gesekan rata-rata sebesar 0,4
3. Jenis tanah kategori lempung.
4. Konversi q_c ke N_{SPT} pada tanah lempung $N=2,5.q_c$ [13]. Sehingga \bar{N} sebesar 1,61 < 15 terklasifikasi tanah lunak SE.



Gambar 4. Grafik data sondir tanah

Data Material

Data mutu material yang digunakan pada elemen struktur pelat, balok kolom dan pondasi yaitu :

1. Mutu kuat tekan beton f'_c 30N/mm^2 (MPa)
2. Mutu kuat leleh baja f_y 400N/mm^2 (MPa)

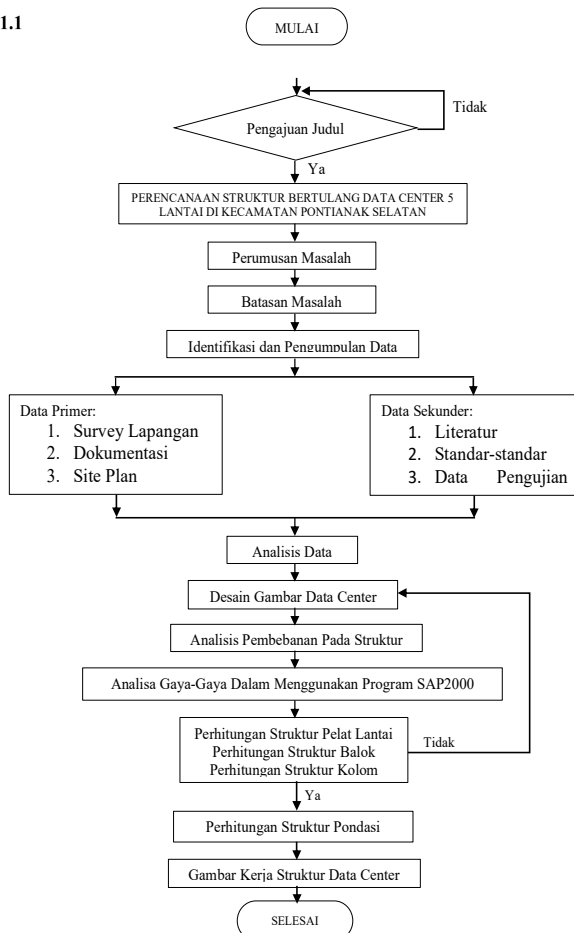
Standar Peraturan Perancangan

Berikut beberapa standar yang digunakan dalam perancangan yaitu SNI 2847-2019 [2], SNI 1726-2019 [3], SNI 1727-2020 [4], PPURG 1987 [5].

Bagan Alur Perancangan

Alur kerja yang ditempuh dalam perancangan ini sebagai berikut.

1.1



Gambar 5. Bagan alir

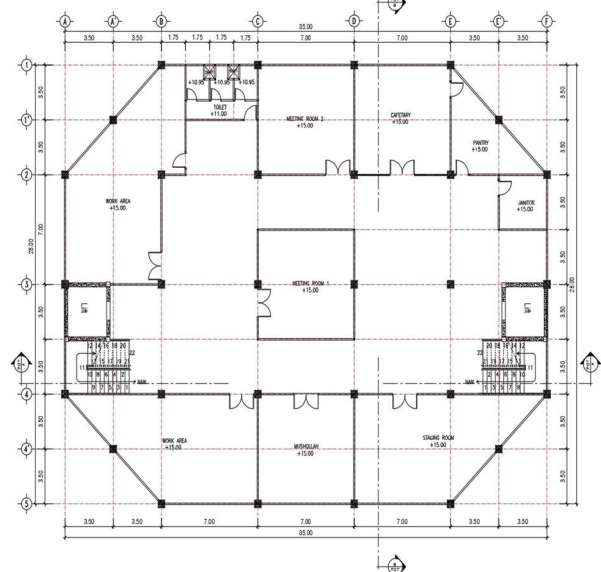
Metode yang digunakan untuk menganalisis struktur, pertama menentukan beban dan kombinasi beban yang bekerja, selanjutnya menentukan dimensi dan material awal dari elemen struktur seperti pelat, balok, dan kolom. Setelah itu modelisasi bangunan pada program SAP2000 berdasarkan data analisa dan running program, hasil keluaran digunakan sebagai data untuk merencanakan tulangan elemen struktur secara manual

Nilai keluaran program SAP2000 seperti gaya dalam, defleksi, dan periode hanya digunakan yang terbesar berdasarkan kombinasi bebannya untuk setiap elemen, sehingga nilai yang lebih kecil dapat terwakili. Pendesaianan elemen struktur untuk Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) mengacu pada SNI 2847-2019 [2], sedangkan sebagai pengontrol keempaan mengacu pada SNI 1726-2019 [3].

Gambar Rencana

Berikut dimensi rencana bangunan :

- Ukuran bangunan : 28×35 meter
- Jumlah lantai : 5
- Tinggi antar lantai : 4 meter
- Tinggi bangunan : 22 meter
- Struktur bangunan : Beton bertulang
- Fungsi bangunan : Kantor & bank data
- Tebal pelat lantai : 12 cm
- Tebal pelat tangga : 12 cm
- Dimensi kolom utama : 60×60 cm
- Dimensi balok utama : 30×60 cm
- Dimensi balok anak : 25×50 cm
- Dimensi balok anak : 15×30 cm



Gambar 6. Denah bangunan

Beban Mati

Beban mati beban grafitasi yang berasal dari struktur utama dihitung langsung oleh program SAP2000, namun beban mati dari non-struktural dihitung sebagai beban tambahan. Berikut beban mati tambahan yang digunakan.

Table 1. Berat elemen tambahan

Elemen	Berat
Beton bertulang	2400 kg/m ³
Spesi per 1cm	21 kg/m ²
Keramik	24 kg/m ²
Plafond+rangka	18 kg/m ²
Instalasi Listrik	25 kg/m ²
Plumbing	30 kg/m ²
Aspal	14 kg/m ²
Hebel 75mm	50 kg/m ²

Sumber : PPURG, 1987 [5]

Beban Hidup

Beban hidup merupakan beban yang diakibatkan penggunaan suatu gedung seperti manusia, peralatan yang dapat berpindah [14]. Berikut beban hidup merata minimum yang digunakan.

Table 2. Beban hidup merata

Elemen	Berat
Ruang kantor	2,4 kN/m ²
Ruang komputer, lobi, ruang makan, tangga	4,9 kN/m ²
Parkir mobil penumpang	1,92 kN/m ²
Atap datar (bukan hunian)	0,96 kN/m ²

Sumber : SNI 1727, 2020 [4]

Beban Angin

Analisis beban angin diambil dari perhitungan tekanan desain sesuai SNI 1727-2020 [4] berdasarkan parameter berikut :

1. Kecepatan angin $V=22,64$ m/s (44 knot)
2. Faktor arah angin $K_d=0,85$ (SPGAU)
3. Kategori eksposur B
4. Faktor topografi $K_{zt}=1$
5. Faktor efek tiup angin $G=0,85$
6. Koefisien tekanan Internal $GC_{pi}=0,18$
7. Nilai $\alpha=7$ dan $Z_g=365,76$ m

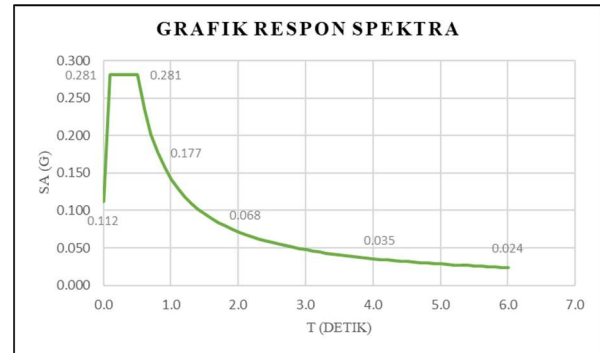
Table 3. Beban angin desain

Z	Wx (kN/m ²)		Wy (kN/m ²)	
	Datang	Pergi	Datang	Pergi
+3m	0,14	-0,13	0,14	-0,15
+7m	0,16	-0,13	0,16	-0,15
+11m	0,18	-0,13	0,18	-0,15
+15m	0,19	-0,13	0,19	-0,15
+19m	0,20	-0,13	0,20	-0,15
+22m	0,21	-0,13	0,20	-0,15

Beban angin desain disemua elevasi masih dibawah desain angin minimal yang diisyaratkan 0,77 kN/m², sehingga digunakan beban angin sebesar 0,77 kN/m² disetiap elevasinya.

Beban Gempa

Beban gempa yang ditimbulkan oleh gerakan tanah, baik vertikal dan horizontal. Beban gempa dianalisis menggunakan metode respon spektrum yang mengacu SNI 1726-2019 [3] berdasarkan data lokasi Kota Pontianak. dengan beberapa parameter sesain spektra dimana grafik respon spektra dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Respon spektrum Kota Pontianak

Parameter gempa spektra desain:

- S_s : 0,1756
- S₁ : 0,051
- T₀ : 0,102
- T_s : 0,508
- T_L : 6
- S_{DS} : 0,28
- S_{D1} : 0,14
- Kelas situs : tanah lunak (SE)
- Kategori Risiko : II (perkantoran)
- KDS : C
- Sistem Rangka : Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM)
- I_e : 1,00

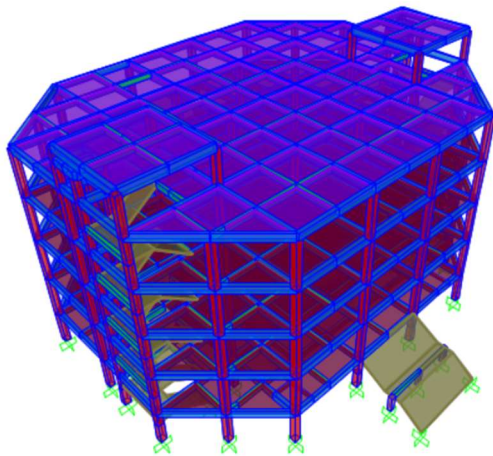
Kombinasi Beban

Menggunakan kombinasi beban dasar SNI 2847-2019 [2] dan SNI 1726-2019 [3] sebagai berikut:

1. 1,4D
 2. 1,2D + 1,6L + 0,5Lr
 3. 1,2D + 1,6Lr + 1,0L + 0,5W
 4. 1,2D + 1,0W + 1,0L + 0,5Lr
 5. 0,9D + 1,0W
 6. (1,2+0,2S_{ds})D + 1L ± 0,3ρEx ± 1,0ρEy
 7. (1,2+0,2S_{ds})D+1L ± 1,0ρEx ± 0,3ρEy
 8. (0,9-0,2S_{ds})D ± 0,3ρEx ± 1,0ρEy
 9. (0,9-0,2S_{ds})D ± 1,0ρEx ± 0,3ρEy
- dimana : ρ = faktor redundansi digunakan 1,0

Modelisasi Struktur

Modelisasi struktur berdasarkan gambar rencana dan asumsi dimensi awal serta data yang telah dianalisa untuk digunakan pada model. Pemodelan menggunakan program SAP2000 versi 24 beserta pendefinisian material, penampang, dan beban-beban yang bekerja dengan model 3 dimensi. Pemodelan perpektif struktur dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Modelisasi pada SAP2000

Persyaratan Kuat Rencana

Konsep persyaratan yang digunakan menggunakan metode *Load and Resistance Factor Design* (LRFD) dimana asumsi bahwa struktur dirancang mampu memikul akibat dari kombinasi beban. Persyaratan utamanya yang harus dipenuhi yaitu :

$$\begin{aligned} \phi M_n &\geq M_u && \dots\dots\dots(1) \\ \phi V_n &\geq V_u && \dots\dots\dots(2) \\ \phi P_n &\geq P_u && \dots\dots\dots(3) \\ \phi T_n &\geq T_u && \dots\dots\dots(4) \end{aligned}$$

dimana :

- ϕ : Faktor reduksi
- M_n : Momen nominal (kNm)
- M_u : Momen ultimit (kNm)
- V_n : Geser nominal (kN)
- V_u : Geser ultimit (kN)
- P_n : Aksial nominal (kN)
- P_u : Aksial ultimit (kN)
- T_n : Torsi nominal (kNm)
- T_u : Torsi ultimit (kNm)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penskalaan Gaya Geser Gempa

Geser analisis spektra (V_t) harus 100% dari geser statik (V), sehingga gaya geser pada reaksi dasar di SAP2000 diskalakan terhadap skala faktor respon spektrum terhadap sumbu X dan sumbu Y, besaran penskalaan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Penskalaan gaya

Arah	V (kN)	V_t (kN)	Skala (V/V_t)
Arah X	1607,22	1212,13	1,326
Arah Y	1670,59	1324,32	1,263

Kontrol Partisipasi Massa

Partisipasi massa ragam terkombinasi harus 100% dari massa aktual, namun sulit dicapai diijin minimal 90% massa aktual, hasil partisipasi massa oleh SAP2000 sebesar 91,10% arah x dan 91,82% arah y sehingga telah dipenuhi.

Kontrol Frekuensi Alami Fundamental

Dihitung periode fundamental pendekatan sebagai berikut:

$$T = T_a \cdot C_u, \dots\dots\dots(5)$$

sedangkan,

$$T_a = C_t \cdot h_n^x, \dots\dots\dots(6)$$

dimana sebagai rangka beton pemikul momen $C_t=0,0466$ dan $x=0,9$ dimana ketinggian struktur adalah 22m, maka:

$$T_a = 0,0466 \cdot (22)^{0,9} = 0,753 \text{ detik}$$

$$T = 0,753 \cdot 1,6 = 1,2048 \text{ detik}$$

Didapat periode yang terjadi T sebesar 0,816 detik kurang dari periode ijin $T=1,2048$ detik, maka struktur tidak terlalu fleksibel.

Kontrol Simpangan

Berdasarkan output perpindahan dari SAP2000 setelah dihitung simpangan yang terjadi tidak lebih dari simpangan ijinnya terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Simpangan pada struktur

Lantai	Simpangan antar lantai desain (Δ)		Simpangan Izin (Δa) [$\Delta < \Delta a$]
	Arah X	Arah Y	
	mm	mm	mm
Top	2,178	2,588	75
5	7,259	7,502	100
4	11,322	11,394	100
3	14,135	14,045	100
2	14,274	13,928	100
1	5,400	4,842	75

Perhitungan Pelat

Hasil perhitungan dari penulangan struktur pelat untuk lantai, tangga, dan bodres berdasarkan output gaya dalam dari SAP2000 dapat dilihat pada Tabel 7 dan Gambar 9.

Perhitungan Balok

Hasil dari perhitungan penulangan balok berdasarkan output gaya dalam dari SAP2000 dapat dilihat pada Tabel 6.

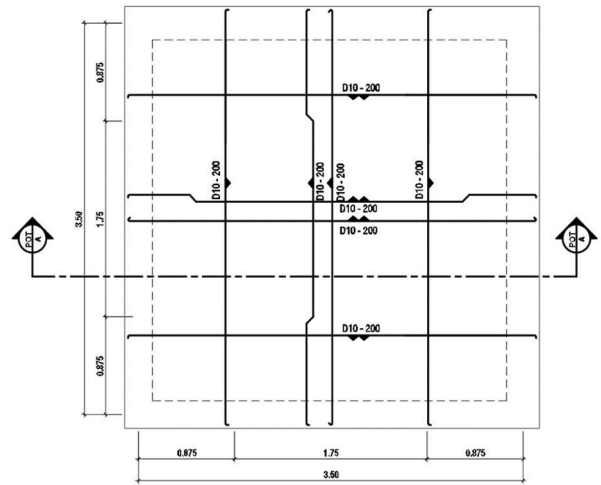
Tabel 6. Penulangan struktur balok

B1	Tul, Pokok			Begel	
	Atas	Tengah	Bawah		
Tump,	7D19	2D13	2D19	D10	90
Lap,	2D19	2D13	5D19	D10	100

B3	Tul, Pokok			Begel	
	Atas	Tengah	Bawah		
Tump,	4D13	-	2D13	D8	100
Lap,	2D13	-	2D13	D8	200

Tabel 7. Penulangan struktur pelat

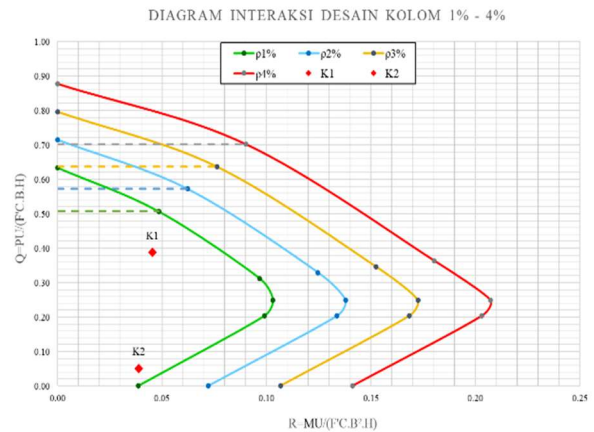
Posisi	Daerah	Tebal	Tulangan
Lantai 2 - 5	Mly	120	D10-150
	Mlx		D10-150
	Mty		D10-150
	Mtx		D10-150
Lantai 1 dan atap dak	Mly	150	D10-150
	Mlx		D10-150
	Mty		D10-150
Tangga dalam	Mly	120	D10-100
	Mty		D10-100
Tangga luar	Mly	120	D10-100
	Mty		D10-75



Gambar 9. Detail penulangan pelat lantai

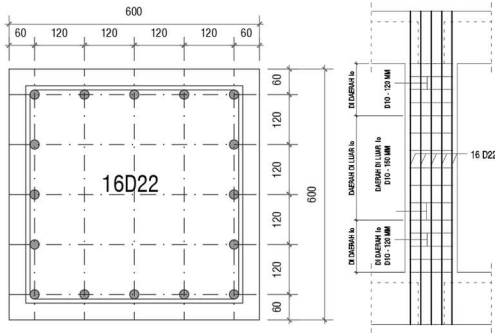
Perhitungan Kolom

Hasil penulangan kolom menggunakan diagram interaksi 1%-4% dan ditinjau berdasarkan gaya aksial dan momen terbesar, Menggunakan mutu beton f'_c 30 MPa dan baja f_y 400 MPa, kolom mampu menanggung beban terlihat pada Gambar 10.

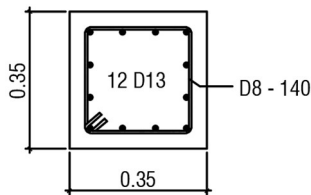


Gambar 10. Diagram interaksi kolom

Dengan P_u (4186,49 kN) dan M_u (294,10 kNm) digunakan jumlah tulangan $A_1=5$ $A_2=5$ adalah buah untuk arah sumbu X, untuk arah sumbu Y kedua sisi diberikan 5 buah tulangan, konfigurasi seluruh tulangan kolom menjadi 16D22, Sehingga luas tulangan total menjadi 6079,04 mm² ($\rho = 1,68\%$) tidak kurang dari rasio minimum (ρ_{min}) 1% dan tidak lebih dari (ρ_{maks}) 8%,



Gambar 11. Detail penulangan kolom utama K1



Gambar 12. Detail penulangan kolom K2

Perhitungan Pondasi

Daya dukung diberikan oleh 1 buah tiang pancang persegi 35×35cm sedalam 24 meter yang telah diberikan faktor keamanan sebesar 3 adalah 464,9 kN, Sehingga daya dukung kelompok tiang (Q_u) yang dipengaruhi faktor efisiensi sebagai berikut:

$$Q_u = Q_{1\text{tiang}} \times n \times E_g \quad \dots\dots\dots(7)$$

dimana:

n : banyak titik tiang

E_g : faktor efisiensi

$Q_{1\text{tiang}}$: daya dukung yang diberikan 1 tiang

Tabel 8. Daya dukung tiang pancang

Tipe	n	E_g	Q_u	P_u	Ket,
-	bh	-	kN	kN	$Q_u > P_u$
P1	16	0,61	4537,4	4416,3	Aman
P2	10	0,745	3463,5	3216,5	Aman
P3	1	1	464,9	192,9	Aman

Pile cap sebagai penutup kepala tiang pancang dihitung terhadap keruntuhan geser dua arah ($pons$) pada muka kolom dan penulangannya sebagai berikut,

$$V_u < V_{c\phi} = \frac{1}{3} \lambda \sqrt{f'c'} \times b_0 \times d \dots\dots\dots(8)$$

dimana:

V_u : gaya geser terfaktor

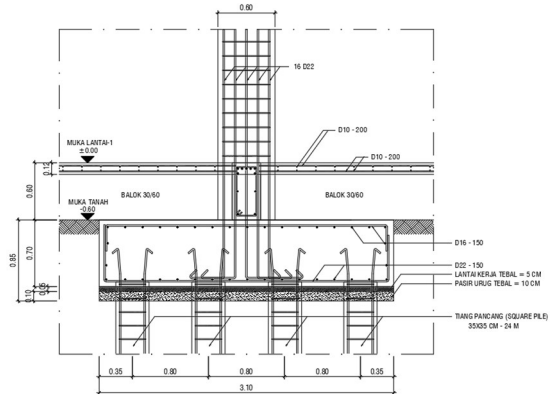
$V_{c\phi}$: gaya geser ditahan beton dikali faktor reduksi

b_0 : keliling penampang kritis sejarak $d/2$ dari muka kolom

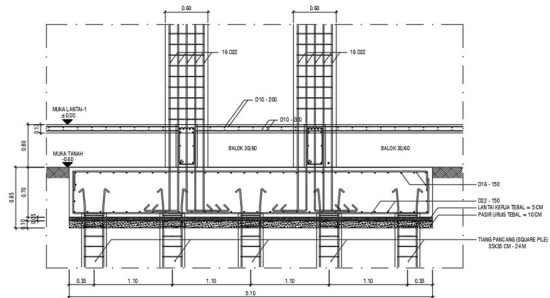
d : tinggi efektif pilecap

Tabel 9. Dimensi pilecap

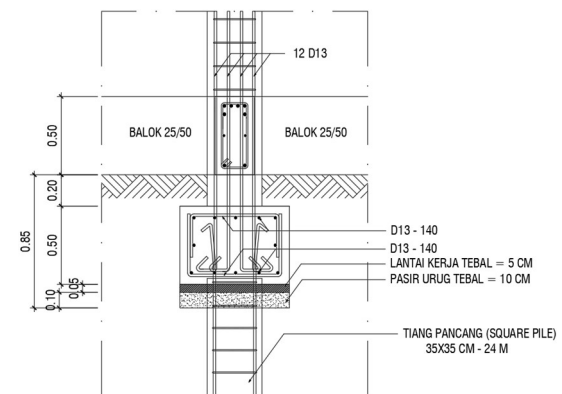
Tipe	Dimensi Pilecap			Tul, Pilecap	
	L (m)	B (m)	H (m)	Bawah	Atas
P1	3,1	3,1	0,7	D22-150	D16-150
P2	5,1	1,8	0,7	D22-150	D16-150
P3	0,7	0,7	0,5	D13-140	D13-140



Gambar 13. Detail penulangan pilecap P1



Gambar 14. Detail penulangan pilecap P2



Gambar 15. Detail penulangan pilecap P3



KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perencanaan struktur maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu:

1. Secara keseluruhan setiap elemen struktur telah mampu menanggung beban yang bekerja dimana kuat rencana melebihi dari kuat perlu.
2. Dimensi pelat tebal 120mm dapat digunakan untuk lantai 2-5 sedangkan pelat tebal 150mm dapat digunakan untuk lantai dasar dan atap dak
3. Dimensi balok utama B1 30×60cm telah mampu dan cukup digunakan sebagai balok utama struktur, dengan balok anak B2 25×50cm dan B3 15×30cm sudah cukup dalam menanggung beban.
4. Dimensi kolom 60×60cm sudah mencukupi dalam menerima kombinasi beban aksial dan lentur
5. Menggunakan *square pile* 35cm×35cm sepanjang 24m sudah cukup memberikan daya dukung terhadap beban yang ditransfer kolom, namun titik pancang diperbanyak sehingga pada pilecap P1 digunakan 16 titik pancang dengan dimensi 3,1m×3,1m×0,7m, untuk pilecap P2 digunakan 10 titik pancang dengan dimensi 5,1m×1,8m×0,7m, untuk pilecap P3 digunakan 1 titik pancang dengan dimensi 0,7m×0,7m×0,5m.
6. Komponen struktur dikontrol akibat gempa memberikan hasil yang baik dimana periode alami fundamental struktur lebih kecil dari periode ijin sehingga struktur tidak terlalu fleksibel dan efisien, kemudian simpangan dalam batas aman, dan partisipasi massa diatas 90%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada Laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Pontianak dan BPS Kota Pontianak atas data yang telah diberikan sebagai penunjang perancangan ini lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. W. Suhendro, "Perancangan Data Center UIN Maulana Malik Ibrahim Malang dengan pendekatan smart building," 2018.
- [2] Badan Standarisasi Nasional, "Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan (SNI 2847-2019)," Jakarta, BSN, 2019.
- [3] Badan Standarisasi Nasional, "Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung (SNI 1726-2019)," Jakarta, BSN, 2019.
- [4] Badan Standarisasi Nasional, "Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain (SNI 1727-2020)," Jakarta, BSN, 2020.
- [5] Departemen Pekerjaan Umum, "Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung," Jakarta, Yayasan Penerbit PU, p. 1987.
- [6] I. W. Suasira, I. M. S. Kader and I. G. P. Wiadnyana, "Perbandingan desain struktur beton bertulang yang dibebani dinding pasangan bata merah dengan bata ringan dengan menggunakan program SAP 2000," *Jurnal Logic*, vol. 16, Juli 2016.
- [7] A. Asroni, *Teori dan Desain Balok Plat Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847-2013*, Surakarta: Muhammadiyah University Press, 2017.
- [8] H. Priyosulistyo, *Perancangan dan Analisis Struktur Beton Bertulang I*, Yogyakarta: Gajah Mada University Press, 2020.
- [9] A. Asroni, *Teori dan Desain Kolom Fondasi Balok T Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847-2013*, Surakarta: Muhammadiyah University Press, 2018.
- [10] H. C. Hardiyatmo, "Analisis dan Perancangan Fondasi 2 Edisi Ketiga,"



Yogyakarta, Gajah Mada University Press, 2015.

- [11] A. Asroni, Y. Muntafi and M. Solikin, Dasar Perencanaan Portal Daktil Menurut SNI 2847-2013, Surakarta: Muhammadiyah University Press, 2020.
- [12] R. A. Novel, "Analisa dan Perancangan Green Computing Studi Kasus Data Center Universitas Mercubuana," 2011.
- [13] E. Tanuwijaya, A. Kawanda and H. Wijaya, "Studi korelasi nilai tahanan konus sondir terhadap parameter tanah pada proyek di jakarta barat," *Jurnal Mitra Teknik Sipil*, pp. 169-176, 2019.
- [14] A. Setiawan, Perancangan Beton Bertulang (Berdasarkan SNI 2847:2013), Jakarta: Erlangga, 2016.