

REDESIGN STRUKTUR GEDUNG TATA USAHA TOWER PUSDIKLAT PENGAWASAN BPKP CIAWI BOGOR

Shopia Putri Anindhita¹, Wiratna Tri Nugraha²

1, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Suryakencana, Jl.Gede Raya Cianjur, Indonesia

2, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Suryakencana, Jl.Gede Raya Cianjur, Indonesia

Informasi Artikel

Kata Kunci:

Perencanaan Struktur Atas, Sistem Rangka Pemikul Momen, Struktur Tahan Gempa

Penulis Korespondensi.

Shopia Putri Anindhita

Alamat E-mail:

shopiaputrianindhita@gmail.com

Abstrak

Redesign Struktur Gedung Tata Usaha Tower Pusdiklat Pengawasan BPKP Ciawi, Bogor dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Gedung ini memiliki 10 lantai dilengkapi lift room dan machine room dengan tinggi bangunan 42,95 m, tinggi lantai dasar 3,6 m. Mutu beton yang digunakan f'c 45 MPa serta mutu baja tulangan fy 420 MPa. Dari hasil analisa dan perhitungan struktur diperoleh dimensi balok induk BI 400/650 mm dengan tulangan tumpuan atas 6D22, bawah 5D22, tulangan torsi 4D13, sengkang 4D10-100 dan tulangan lapangan atas 3D22, bawah 3D22, tulangan torsi 2D13, sengkang 3D1-100 serta selimut beton 40 cm. Dimensi balok induk BI 250/450 mm dengan tulangan tumpuan atas 3D19, bawah 3D19, sengkang 2D10-150 dan tulangan lapangan atas 2D19, bawah 2D19, sengkang 2D-150 serta selimut beton 40 cm. Dimensi kolom K1 yaitu 700/700 mm dengan konfigurasi 16D22, 800/800 mm dengan konfigurasi 20D22, 850/850 mm dengan konfigurasi 24D22. Dimensi pada Hubungan Balok Kolom mencukupi dan dipasangkan sengkang 6D13-100. Dimensi pelat tangga dan bordes tumpuan D13-150 dan lapangan D13-150. . Dimensi pelat lantai tumpuan D10-200 dan lapangan D10-200. Dimensi pelat atap tumpuan Ø8-150 dan lapangan Ø8-200 Sedangkan dimensi balok tangga yaitu 250/400 dengan tulangan tumpuan dan lapangan sama yaitu tulangan atas 4D13, bawah 3D13 serta sengkang 2D10-150. Dimensi balok penggantung lift yaitu 250/400 dengan tulangan tumpuan dan lapangan sama yaitu tulangan atas 5D13, bawah 4D13 serta sengkang 2D10-150.

1. Pendahuluan

Pusdiklat Pengawasan BPKP Ciawi sebagai salah satu unit kerja yang diamanahi tugas untuk melaksanakan pembinaan, penyelenggaraan dan koordinasi kegiatan pendidikan dan pelatihan Pengawasan bagi pegawai BPKP, tentunya memiliki peran penting untuk membangun sumberdaya yang berkualitas. Saat ini Pusdiklat Pengawasan BPKP Ciawi mempunyai gedung Tata Usaha Tower yang berjumlah empat lantai. Selaras dengan perkembangan dan pembangunan yang terjadi, maka kebutuhan sarana dan prasarana akan semakin meningkat. Salah satu sarana yang penting dan efisien adalah infrastruktur gedung. Dikarenakan saat ini fasilitas gedung masih belum memadai, maka dilakukan *redesign* dengan penambahan tingkat menjadi sepuluh lantai.

Infrastruktur gedung sendiri merupakan perangkat utama dalam menunjang perkembangan ekonomi. Semakin pesatnya pembangunan infrastruktur gedung, mengakibatkan terjadinya keterbatasan lahan untuk tempat dibangunnya infrastruktur gedung tersebut. Oleh karena itu banyak gedung yang dibangun menerus secara vertikal.

Pembangunan gedung bertingkat harus mempertimbangkan aspek keamanan dan kenyamanan dalam perencanaannya. Tingkat kenyamanan gedung dapat dilihat dari ketersediannya fasilitas yang diperlukan sesuai fungsi gedung tersebut. Karena terletak diantara beberapa lempeng tektonik didunia, menyebabkan Indonesia tidak terlepas dari bencana alam terutama gempa bumi. Dengan begitu gedung harus direncanakan tahan terhadap gempa. Maka dari itu dalam penulisan Tugas Akhir ini dilakukan redesign pada Gedung Tata Usaha Tower Pusdiklat Pengawasan BPKP Ciawi menjadi sepuluh lantai menggunakan struktur beton bertulang dengan konsep desain gedung tahan gempa berdasarkan pada SNI 1726-2019 tentang Tata Cara Ketahanan Gempa Untuk Struktur Gedung dan Nongedung.

2. Metode Penelitian

Dengan menggunakan konstruksi beton bertulang, struktur Gedung Tata Usaha Tower BPKP Ciawi didesain ulang dengan metodologi sebagai berikut:

a. Pembebanan

Menentukan jumlah dan jenis beban yang akan diterapkan pada struktur.

b. Preliminary design

Langkah pertama dalam merancang konstruksi tahan gempa adalah perencanaan awal dimensi elemen struktur. Dimensi awal setiap bagian struktural ditentukan pada titik ini..

c. Pemodelan struktur

Membuat pemodelan struktur 3D menggunakan program ETABS v.21.

d. Analisa Struktur

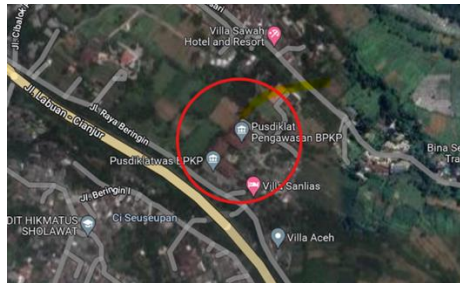
Melakukan pemeriksaan struktural terhadap model yang dibuat. Analisa struktur menggunakan program ETABS v.21. Tujuan dari analisis struktur ini adalah untuk mengetahui respon struktur bangunan terhadap gaya-gaya luar, seperti beban hidup dan beban mati yang bekerja secara vertikal, beban gempa yang bekerja secara horizontal atau lateral, dan perlunya perkuatan pada bagian tertentu. Dan menggunakan program Sp Column untuk menganalisis kolom yang di desain.

e. Menentukan dimensi balok dan kolom

Menetapkan dimensi elemen struktur yang direncanakan seperti dimensi dan tulangan pakai yang akan digunakan pada balok, kolom dan pelat.

2.1 Lokasi

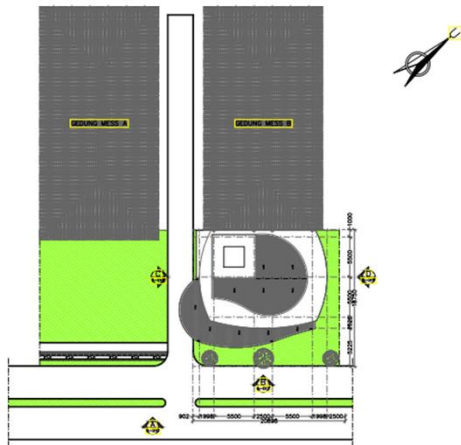
Lokasi Gedung TU Tower ini berada ditengah perkantoran Pusdiklat Pengawasan BPKP yang bertempat di Jl. Beringin II, Pandansari, Kec. Ciawi – Bogor 16720.



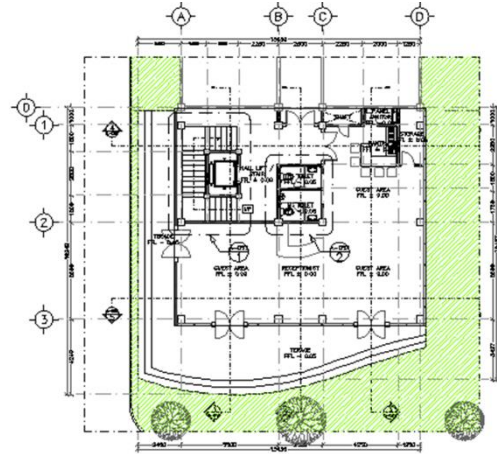
Gambar 1 Peta Lokasi Poyek TU Tower BPKP Ciawi

2.2 Informasi umum bangunan Eksisting

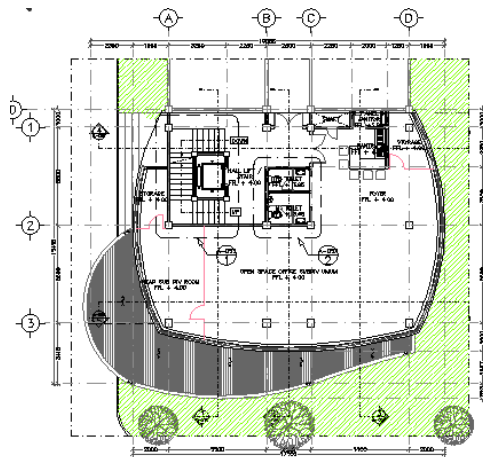
yang akan di rencanakan ulang ini merupakan Gedung yang terdiri dari empat lantai yang mempunyai tinggi masing-masing 4 meter, dengan dilengkapi *machine room* dibagian *rooftop*.



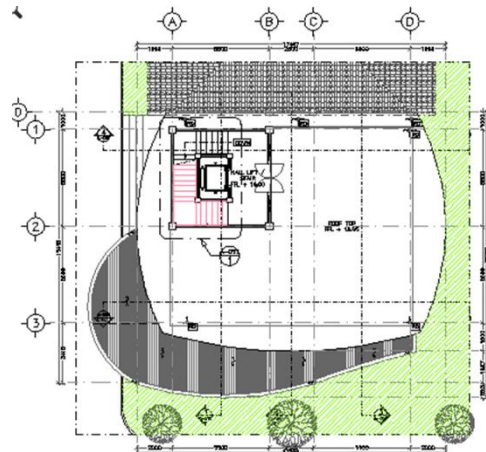
Gambar 2 Site plan



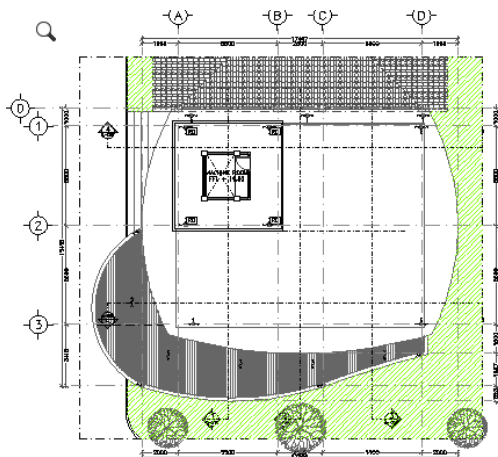
Gambar 3 Denah lantai dasar



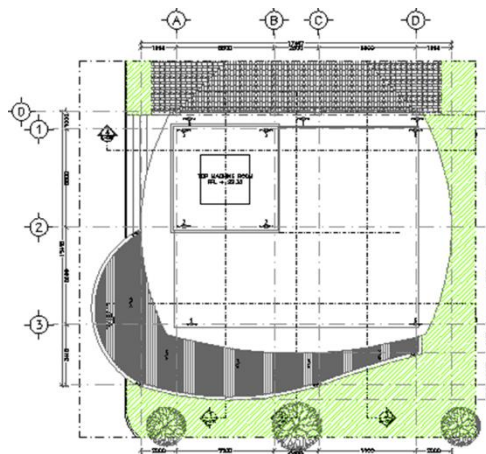
Gambar 4 denah lantai 2-10 (typical)



Gambar 5 Denah atap



Gambar 6 Denah machine room



Gambar 7 Denah lift room

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Preliminary design

Preliminary design meliputi perencanaan dimensi elemen-elemen struktur.

3.1.1 Data umum perencanaan

Data Umum Bangunan

- a. Fungsi : Perkantoran
- b. Jumlah lantai : 10 Lantai
- c. Tinggi bangunan : +42,95 m
- d. Struktur bangunan : Beton Bertulang

Data Material (Elemen Pelat dan Balok)

- a. Mutu Beton (f'_c) : 45 MPa
- b. Tulangan Ulir (f_y) : 420 MPa

Data Material (Elemen Kolom)

- a. Mutu Beton (f'_c) : 45 MPa
- b. Tulangan Ulir (lentur) : 420 MPa
- c. Tulangan Ulir (Geser) : 420 MPa

3.1.2 Perencanaan Elemen Struktur

1. Dimensi balok

Tabel 1 Rekapitulasi perencanaan balok

Kode Balok	Bentang balok (cm)	h min (mm)	h max (mm)	h pakai (mm)	b (mm)	Dimensi (cm)
BI	550	343,75	485,3	650	400	40/65
BA	550	262	366,67	400	250	25/40

2. Dimensi Pelat

$$h_{min} = \frac{\ln \left(0,8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 9\beta}$$

$$h_{min} = \frac{32 \left(0,8 + \frac{420}{1400} \right)}{36 + (9 \times 0,58)}$$

$$= 119,15 \text{ mm}$$

$h_{min} = 119,15 \leq 125 \text{ mm}$, maka digunakan tebal pelat 125 mm.

3. Dimensi Kolom

$$A = 3 \frac{P_u}{f_c}$$

- Syarat sisi pendek

$$b \geq 300 \text{ mm}$$

Dengan persamaan di atas maka didapat dimensi kolom berikut:

Tabel 2 Rekapitulasi perencanaan dimensi kolom K1

Jenis Kolom K1	Dimensi (mm)
lantai 9-10	700x700
lantai 5-8	800x800
lantai 1-4	850x850

3.1.3 Pembebanan

1. Beban mati

Berat sendiri kolom, balok dan pelat.

2. Beban hidup

Lantai dasar – lantai 10

Gedung perkantoran, koridor diatas lantai pertama : 3,83 kN/ m²

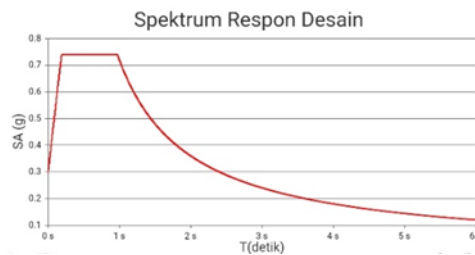
Lantai atap

Atap untuk tempat berkumpul : 4,79 kN/ m²

Atap bukan hunian

: 0,96 kN/ m²

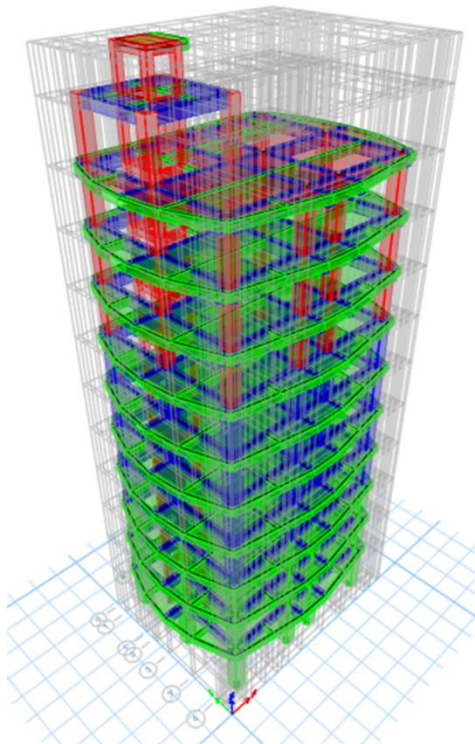
3. Beban mati tambahan
 Total berat dinding : 1,882 kN/m²
 1,8882 kN/m² x tinggi dinding 3,1 m : 5,8534 kN/m
 1,8882 kN/m² x tinggi dinding parapet 0.9 m : 1,6938 kN/m
4. Beban gempa
 Kategori Risiko Bangunan : II (gedung kantor)
 Faktor keutamaan gempa I_e : 1,0
 Klasifikasi situs : tanah lunak
 Parameter percepatan gempa (S_s dan S₁) <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021> koordinat lintang -6.649823 dan Bujur 106.854163
 S_s = 1,0682g
 S₁ = 0,4839g



Gambar 8 Grafik respon spectra

3.1.4 Pemodelan struktur

Pemodelan struktur tiga dimensi menggunakan ETABS V.21



Gambar 9 Model struktur 3D

3.2. Penulangan Elemen-Elemen struktur

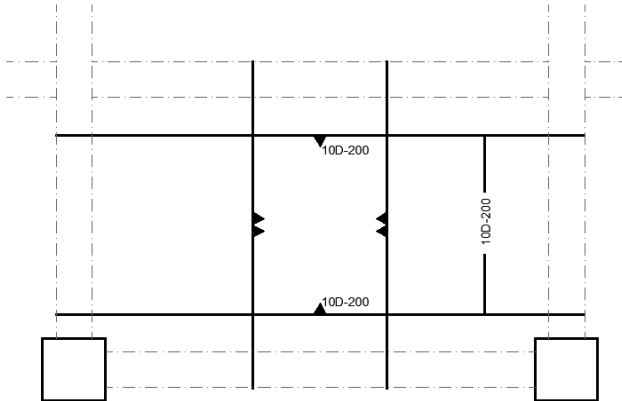
3.2.1 Pelat

1. Pelat Lantai

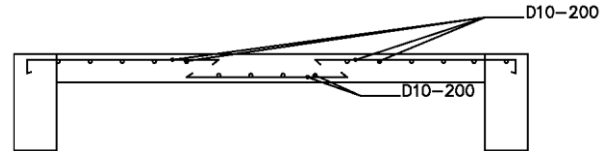
Perhitungan struktur pelat lantai akan ditinjau berdasarkan dimensi pelat lantai tipe S1 dengan dimensi terluas yaitu 3250 mm x 5500 mm dengan tebal 125 mm.

Tabel 3 Hasil perhitungan tulangan pelat lantai

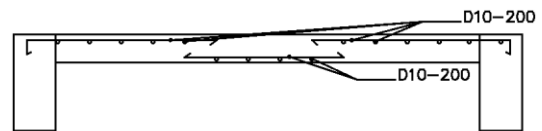
	Tumpuan x	Tumpuan y	Lapangan x	Lapangan y
Tebal pelat (mm)	125	125	125	125
Mu (kNm)	-5,085	-7,786	3,749	4,075
As perlu (mm ²)	150,3	208,33	315	108,26
As pakai (mm ²)	392,7	392,7	392,7	392,7
Tulangan	D10-200	D10-200	D10-200	D10-200



Gambar 10 Penulangan Pelat lantai



Gambar 11 Penulangan pelat lantai arah x



Gambar 12 Penulangan pelat lantai arah y

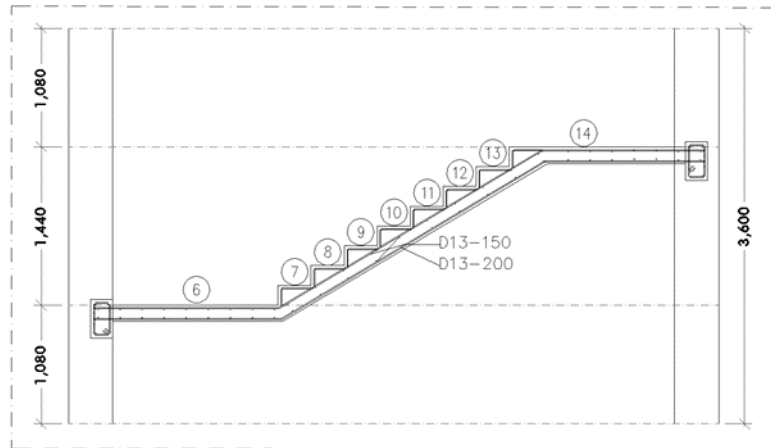
2. Pelat tangga

Data perencanaan :

Mutu Beton (f' _c)	: 45 MPa
Mutu Baja (f _y)	: 420 MPa
Tinggi antar lantai	: 3600 mm
Tebal pelat tangga	: 150 mm
Tebal pelat bordes	: 150 mm
Panjang bordes	: 1650 mm
Lebar tangga	: 1350 mm
Lebar bordes	: 1700 mm
Diameter tulangan	: 13 mm
Tinggi tanjakan (t)	: 180 mm
Jumlah tanjakan (nt)	: 3600/180=20 buah
Kemiringan (α)	: $\tan^{-1} \cdot \frac{180}{300}$
	: 30,96°

Tabel 4 Perhitungan tulangan tangga

	Tumpuan	Lapangan
Tebal pelat (mm)	150	150
Mu (kNm)	34,139	18,853
As perlu (mm ²)	756,752	432,5
As pakai (mm ²)	884,43	442,21
Tulangan	D13-150	D13-200



Gambar 13 Potongan pelat tangga

3.2.3 Balok

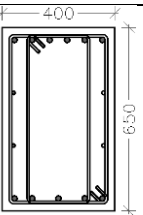
1. Balok Induk

Selain bertugas menerima beban gravitasi mati dan hidup, balok induk juga mampu menerima beban akibat gaya gempa yang terjadi.

Tabel 5 Tulangan longitudinal balok B1

Tulangan	Tumpuan negative	Tumpuan positif	Lapangan positif	Lapangan negatif
M_u (kNm)	444,439	370,973	192,6196	188,294
ϕM_n (kNm)	480,812	404,229	274,031	274,031
Jumlah tulangan	6D22	5D22	3D22	3D22
As pakai (mm ²)	2281	1899,7	1139,82	1139,82

Tabel 6 Hasil perhitungan balok induk

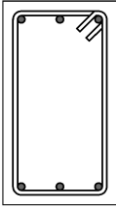
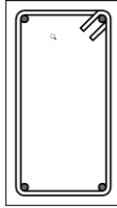
Tipe	BI	
Posisi	Tumpuan	Lapangan
Penampang		
Dimensi	400/650 mm	
Tul. Atas	6D22	3D22
Tul bawah	5D22	3D22
Tul torsi	4D13	2D13
Sengkang	4D10-100 mm	3D10-100 mm
Selimut beton	40 mm	

2. Balok anak

Tabel 7 Tulangan longitudinal balok anak

Tulangan	Tumpuan	Lapangan
M_u (kNm)	98,7679	65,2489
ϕM_n (kNm)	119,548	70,325
Jumlah tulangan	3D19	2D19
As pakai (mm^2)	1700,2	1134,112

Tabel 8 Hasil perhitungan balok anak

Type	BA	
Posisi	Tumpuan	Lapangan
Penampang		
Dimensi	250/450 mm	
Tul. Atas	3D19	2D19
Tul bawah	3D19	2D19
Senggang	2D10-150 mm	2D10-150 mm
Selimit beton	40 mm	

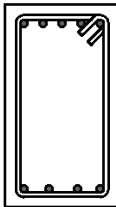
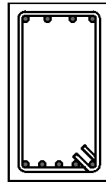
3. Balok Lift

Balok yang berhubungan dengan mesin lift dimasukkan dalam perencanaan lift. Gedung ini menggunakan lift yang diproduksi oleh modern Fuji

Tabel 9 Tulangan longitudinal balok lift

Tulangan	Tumpuan	Lapangan
M_u (kNm)	68,5615	96,2526
ϕM_n (kNm)	82,45	96,2836
Jumlah tulangan	4D13	5D13
As pakai (mm^2)	663,325	795,99

Tabel 10 Hasil perhitungan balok lift

Type	BL	
Posisi	Tumpuan	Lapangan
Penampang		
Dimensi	250/400 mm	
Tul. Atas	5D13	4D13
Tul bawah	4D13	5D13
Senggang	2D10-150 mm	2D10-150 mm
Selimit beton	40 mm	

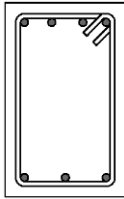
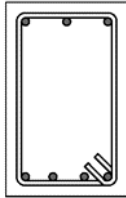
4. Balok bordes

Perhitungan struktur balok bordes dihitung berdasarkan gaya-gaya dalam yang didapatkan dari output program bantu ETABS yang terjadi pada jenis frame section balok bordes dengan diambil nilai paling kritis.

Tabel 11 Tulangan longitudinal balok bordes

Tulangan	Tumpuan	Lapangan
M_u (kNm)	57,156	27,625
ϕM_n (kNm)	82,45	50,36
Jumlah tulangan	4D13	3D13
As pakai (mm ²)	663,325	397,995

Tabel 12 Hasil perhitungan balok bordes

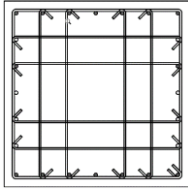
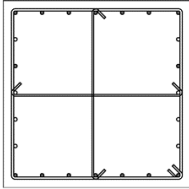
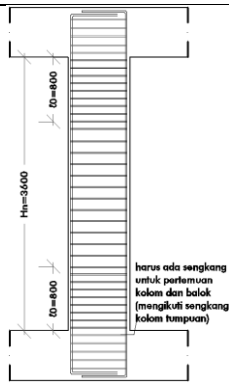
Tipe	BT	
Posisi	Tumpuan	Lapangan
Penampang		
Dimensi	250/400 mm	250/400 mm
Tul. Atas	4D13	3D13
Tul bawah	3D13	4D13
Sengkang	2D10-150 mm	2D10-150 mm
Tipe	BT	

3.2.4 Kolom

Analisis kolom bertujuan untuk mencari kebutuhan tulangan kolom. Gaya dalam kritis kolom K1 850 X 850 didapatkan dari program ETABS. Untuk menentukan jumlah tulangan longitudinal kolom menggunakan program bantu spColumn dengan menginputkan gaya dalam pada tabel IV.41.

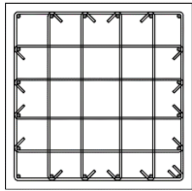
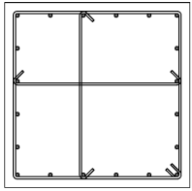
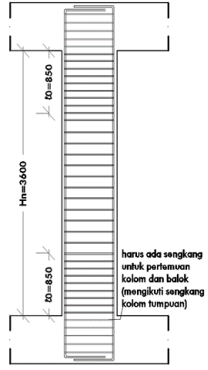
1. K1 lantai 1-4

Tabel 13 Hasil Perhitungan Kolom K1 850

Tipe	Kolom K1 850		
Posisi	Tumpuan $\ell_0 = 850$ mm	Lapangan diluar ℓ_0	Posisi ℓ_0
Penampang			
Dimensi	850/850 mm	850/850 mm	
Tul. Utama	24D22	24D22	
Sengkang	6D13-100 mm	3D13-150 mm	
Selimut beton	40 mm	40 mm	

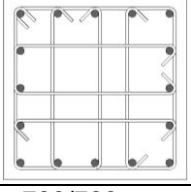
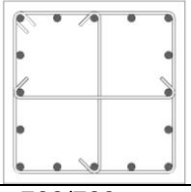
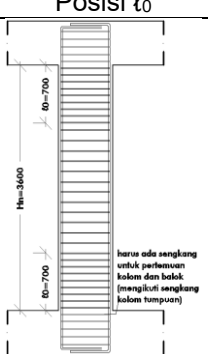
2. K1 lantai 5-8

Tabel 14 Hasil Perhitungan Kolom K1 800

Tipe	Kolom K1 800/800		
Posisi	Tumpuan $\ell_0 = 800$ mm	Lapangan diluar ℓ_0	Posisi ℓ_0
Penampang			
Dimensi	800/800mm	800/800 mm	
Tul. Utama	20D22	20D22	
Sengkang	6D13-100 mm	2D13-150 mm	
Selimit beton	40 mm	40 mm	

3. K1 lantai 9-10

Tabel 15 Hasil Perhitungan Kolom K1 700

Tipe	Kolom K1 700/700		
Posisi	Tumpuan $\ell_0 = 700$ mm	Lapangan diluar ℓ_0	Posisi ℓ_0
Penampang			
Dimensi	700/700 mm	700/700 mm	
Tul. Utama	16D22	16D22	
Sengkang	5D10-100 mm	3D10-150 mm	
Selimit beton	40 mm	40 mm	

4. Kesimpulan

Rekapitulasi hasil perhitungan

1. Hasil perhitungan Tulangan Balok

Tipe balok	L (mm)	b (mm)	h (mm)	Tumpuan		Lapangan		Geser		Torsi
				atas	bawah	atas	bawah	Tumpuan	Lapangan	
BI	5500	400	650	6D22	5D22	3D22	3D22	4D10-100 mm	3D10-100 mm	4D13
BA	5500	250	450	3D19	3D19	2D19	2D19	2D10-150 mm	2D10-150 mm	-
BT	1200	250	400	4D13	3D13	3D13	4D13	2D10-150 mm	2D10-150 mm	-
BL	1800	250	400	5D13	4D13	4D13	5D13	2D10-150 mm	2D10-150 mm	-

2. Hasil Perhitungan Tulangan Kolom K1

Tipe Kolom	b (mm)	h (mm)	Tulangan Longitudinal	Tulangan transversal	
				ℓ_0	dilar ℓ_0
KI	850	850	24D22	6D13-100 mm	3D13-150 mm
KI	800	800	20D22	6D13-100 mm	2D13-150 mm
KI	700	700	16D22	5D10-100 mm	3D10-150 mm

3. Hasil perhitungan Desain plat

Tipe pelat	Tebal pelat (mm)	lx	ly	Tulangan			
				Tumpuan x	Tumpuan y	Lapangan x	Lapangan y
Lantai	125	5500	3250	D10-200	D10-200	D10-200	D10-200
Atap	120	5500	3250	Ø8-200	Ø8-150	Ø8-200	Ø8-200
Tangga dan bordes	150	-	1350	-	D13-150	-	D13-150

Referensi

- [1] Andriyono, R., & Zahroh, F. (2017). Perencanaan Ulang Struktur Bangunan Gedung Kozko Citraland Dengan Metode Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah.
- [2] Badan Standardisasi Nasional. (2017). Baja Tulangan Beton. Sni 2052-2017, 13.
- [3] Badan Standardisasi Nasional. (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. Sni 2847-2019, 8, 720.
- [4] Beny Setiawan, H. A. (2018). TINJAUAN DESAIN TULANGAN GEDUNG BARU KAMPUS UNIVERSITAS PAHLAWAN TUANKU TAMBUSAI. 01(2), 1–23.
- [5] Budiono, B., Herlina Dewi, N. T., Kristalya, M., Manik, S., & Kurniawan ong, E. H. (2017). CONTOH DESAIN BANGUNAN TAHAN GEMPA DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS DAN SISTEM DINDING STRUKTUR KHUSUS DI JAKARTA (E. WARSISI (Ed.)).
- [6] Bulgis, R., Sonia, A., Darmawan, S., & Refani, A. N. (2017). Dengan Metode Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (Srpmm) Dengan Metode Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (Srpmm). 557.
- [7] Di, U., Jenderal, J., Yani, A., & Banjarmasin, N. O. (2021). Tinjauan Struktur Gedung Rumah Sakit Umum Daerah. 04(01), 1–9.
- [8] Ellsa Sarassantika, I. P. (2015). Perencanaan Gedung the Samator Superblock dengan Elemen structure beton pratekan parsial paska tarik. (Undergraduate Thesis, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- [9] Fazar, M., Rahayu, T., Studi, P., Sipil, T., Teknik, F., & Suryakencana, U. (2022).
- [10] PERENCANAAN HOTEL BERBINTANG 6 LANTAI DI KABUPATEN. 05(02), 1–7.
- [11] INDONESIA, P. P. R., & 2021, N. 16 T. (2021). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2021. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia, 223, 1–9.
- [12] Kurnia, G., Saraswati, I. A. P. E. C., Rofiq, H. I., & Patrisko Hirel Karisoh, Servie O. Dupas, R. P. (2019). Perencanaan struktur gedung lima (5) lantai rumah susun lokasi sumurboto semarang. Universitas Sam Ratulangi Manado, 6(5), 1–260.
- [13] Lesmana, Y. (2020a). HANDBOOK DESAIN STRUKTUR BETON BERTULANG Berdasarkan SNI 2847-2019 (first). CV Nas Media Pustaka.
- [14] Lesmana, Y. (2020b). Handbook PROSEDUR ANALISA BEBAN GEMPA STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG BERDASARKAN SNI 1726-2019 (pertama). CV Nas Media Pustaka.
- [15] Lesmana, Y. (2021). HANDBOOK ANALISA DAN DESAIN STRUKTUR TAHAN GEMPA BETON BERTULANG (SRPMB, SRPMM & SRPMK) BERDASARKAN SNI 2847-2019 & 1726-2019 (PERTAMA). CV Nas Media Pustaka.
- [16] Ma'rip, A. S., Rosdiyani, T., & Sari, F. A. (2023). Perencanaan Struktur Balok Dan Kolom Pada Gedung Banten Islamic Center Kota Serang. Journal of Sustainable Civil Engineering (JOSCE), 5(02), 109–118. <https://doi.org/10.47080/josce.v5i02.2842>
- [17] Nugraha, W. T. (2021). Perencanaan Struktur Gedung Hotel 5 Lantai D kota Balikpapan. Jurnal Momen Teknik Sipil, 4(2), 58. <https://doi.org/10.35194/momen.v4i2.1908>
- [18] Oktavia, C., Putri, F. A., & Sujiani, A. (2023). Redesain Gedung Asimetris Pada Gedung Sistem Online Universitas Terbuka. TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi): Jurnal Program Studi Teknik Sipil, 12(2), 132. <https://doi.org/10.24127/tp.v12i2.2591>
- [19] Putri, P. Y., & Candra. (2021). Assessment of the structure of public elementary school 28 Air Tawar Timur Padang. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 871(1), 11–20. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/871/1/012012>
- [20] Rihandiar, E., & Indrawan, M. R. (2020). Komparasi Perencanaan Konstruksi Serta Rencana Biaya Pembangunan Gedung Konstruksi Beton Dan Gedung Konstruksi Baja Komposit. Jurnal Momen Teknik Sipil, 3(1), 10. <https://doi.org/10.35194/momen.v3i1.1018>
- [21] Saraswati, I. A. P. E. C., & Rofiq, H. I. (2020). Perancangan gedung bertingkat 10 lantai dengan beton bertulang mutu tinggi. SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS BERDASARKAN SNI 2847 : 2019. (2020).
- [22] Yudhiarma, Y., Prabowo, H., & Hilmy, M. (2021). Tinjauan Kapasitas dan Detailing Lentur Dan Geser Balok Beton Bertulang Konvensional Berdasarkan SNI 2847:2013 Dengan Pertimbangan Aspek Kemudahan Praktik Di Lapangan dan Acuan Rules Of Thumb Studio Arsitektur. Jurnal Vokasi, 16(2), 68–73. <https://doi.org/10.31573/vokasi.v16i2.335>