

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG KANTOR 5 LANTAI JL. SOEKARNO HATTA NO. 82B, MOJOLANGU, KEC. LOWOKWARU, KOTA MALANG

Muhammad Rivanda Zulkarnaen¹, Wahiddin², Sugiharti³

¹Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang, ³Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

muhamadrivanda@gmail.com, wahiddin@polinema.ac.id ³sugihartismoko@gmail.com

ABSTRAK

Struktur gedung kantor 5 lantai memiliki luas bangunan 7484,4 m². Struktur gedung terdiri dari pelat lantai, tangga, balok, kolom, sloof, dan pondasi menggunakan beton bertulang menggunakan mutu beton fc'30 Mpa dan dengan mutu BJ-37. Perhitungan struktur beton bertulang mengacu pada SNI-03-2847-2013, dan perhitungan bangunan tahan gempa mengacu pada SNI-03-1726-2019. Dari Perhitungan diperoleh hasil sebagai berikut : Pelat lantai dengan tebal pelat 150mm. digunakan tulangan lapangan dan tumpuan arah x Ø12-150, tulangan tumpuan arah y Ø10-150 , tulangan bagi Ø12-300. Balok 60x100 didapat tulangan tumpuan tarik 10D25 tulangan tekan 5D25, tulangan lapangan tarik 6D25, tulangan lapangan tekan 3D25. Balok 30x60 didapat tulangan tumpuan tarik 6D25 tulangan tekan 3D25, tulangan lapangan tarik 4D25, tulangan lapangan tekan 2D25. Kolom 95/95 digunakan tulangan utama 28D25, Kolom 60/60 digunakan tulangan utama 12D25. Sloof 30x60 didapat tulangan Tumpuan tarik 3D25 tulangan tekan 2D25, tulangan lapangan tarik 3D25, tulangan lapangan tekan 2D25 Pondasi digunakan 6 tiang Diameter 50cm dengan tulangan utama 6D22 tulangan geser D10-335, *Pile-cap* 2,75m x 4,00m x 0,7m menggunakan tulangan bagian bawah 25D-150, tulangan bagian atas 25D-175.

Kata kunci: Perencanaan Struktur Atas Beton Bertulang, Struktur Bawah Beton Bertulang

ABSTRACT

The 5-story office building structure has a building area of 7484.4 m². The building structure consists of a roof using gable frames, floor plates, stairs, beams, columns, foundations using reinforced concrete using concrete fc'30 MPa and with BJ37 steel quality. This plan is intended to get a building with good quality. Calculation of concrete structures refers to SNI-03-2847-2013, and earthquake load calculations refer to SNI-03-1726-2019. With 3D static analysis method using the Professional Robot Structural Analysis 2020 program. From the calculations obtained the following results: Floor plate with 150mm plate thickness. used pitch reinforcement and direction pedestal x Ø10-150, reinforcement direction y direction Ø10-150, reinforcement for Ø10-300. Beam 60x100 obtained 10D25 tensile support reinforcement 5D25 compressive reinforcement, 6D25 tensile reinforcement reinforcement, 3D25 compressive reinforcement. 30x60 beams obtained 6D29 tensile reinforcement 3D25 reinforcement reinforcement, 4D25 tensile reinforcement bars, 2D25 compressive reinforcement. Column 95/95 used the main reinforcement 28D25, Column 60/60 used the main reinforcement 12D25, 2.75m x 4.00m x 0.7m pile-cap using 25D-150 bottom reinforcement, 25D-175 upper reinforcement.

Keyword: Planning; Steel Roof Structures; Reinforced Concrete Structures; Reinforced Concrete Structures

1. PENDAHULUAN

Pembangunan yang dilakukan di Kota Malang terus meningkat terutama dalam hal infrastruktur (Wali Kota Malang, Sutiaji). Oleh karena itu pembangunan kantor di bidang konstruksi sangat cocok untuk didirikan di tempat yang strategis yaitu di pusat perkotaan, karena Gedung besar akan menjadi ikon suatu perusahaan tersebut agar di

kenal, dan memberikan kepercayaan pada calon pengguna jasanya. Hal ini mengakibatkan perlunya direncanakan tata ruang kerja secara vertikal guna melaksanakan kegiatan aktivitas perekonomian di Kota Malang.

Gedung Kantor 5 Lantai ini merupakan bangunan dengan struktur beton bertulang. Struktur ini terdiri dari struktur bawah dan struktur atas dengan struktur atas yaitu: Kolom,

Balok, Pelat Lantai. Sedangkan Struktur Bawah dipilih Pondasi bored pile, karena tanah keras terletak pada kedalaman 4,8 m dan banyaknya bangunan eksisting di sekitarnya. Letak Pembangunan Gedung Kantor 5 Lantai berada di Jl. Soekarno Hatta No.82B, Mojolangu, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65100 dengan luas tanah 8.353 m². Gedung Kantor sendiri memiliki Luas Tiap Lantainya 1.497 m². Saat ini Kondisi Gedung Kantor ini masih belum dibangun karena masih pada tahap perencanaan.

Dengan memperhatikan latar belakang di atas, pembahasan ini akan menghitung perencanaan Struktur tahan gempa dengan metode hitung 3D menggunakan program *Robot Structural analysis Profesional 2020*.

2. METODE

Data-data yang diperlukan dalam perencanaan portal adalah sebagai berikut:

- Nama Proyek : Pembangunan Gedung Kantor
- Jumlah Lantai : 5 Lantai
- Fungsi Bangunan : Perkantoran
- Luas Bangunan : 29,7x50,4 m
- Data Bahan :

 - 1. Beton berulang (fc') : 30 MPa
 - 2. Baja (fy) : 400 MPa

Secara garis besar, beban yang mempengaruhi dalam perencanaan adalah sebagai berikut:

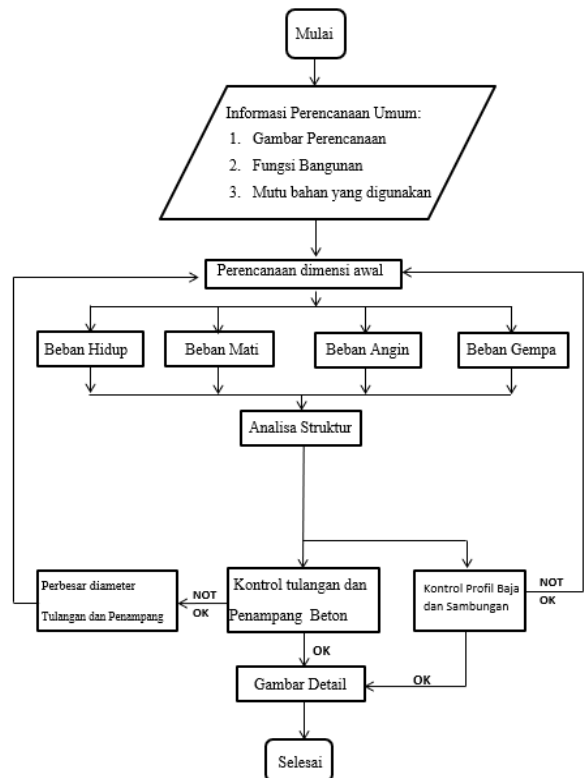
1. Beban mati
Beban mati merupakan beban yang meliputi berat sendiri masing-masing elemen struktur dan nonstruktur. Berat sendiri elemen struktur akan diperoleh dari pemodelan menggunakan *software sRobot Structural analysis Profesional 2020*.
2. Beban hidup
Beban hidup untuk gedung perkantoran sesuai dengan SNI 1727-2013 yaitu sebesar 479 kg/m².
3. Beban gempa
Beban gempa ditentukan dengan menggunakan analisis respons spektrum probabilistik sesuai dengan SNI 1726-2019.

Berdasarkan SNI 1726-2019, kombinasi pembebanan ditentukan sebagai berikut:

1. 1,4D
2. 1,2D + 1,6L + 0,5 (Lr atau S atau R)
3. 1,2D + 1,6 (L,atau S atau R) + (L atau 0,5W)
4. 1,2D + 1W + 1L+0,5 (L atau R)
5. 0,9D + 1 WL
6. 1,2DL + 1,0LL + 1,0EX + 0,3Ey
7. 1,2DL + 1,0LL + 1,0Ex - 0,3Ey

8. 1,2DL + 1,0LL - 1,0Ex + 0,3 Ey
9. 1,2DL + 1,0LL - 1,0Ex - 0,3 Ey
10. 1,2DL + 1,0LL + 0,3Ex + 1,0 Ey
11. 1,2DL + 1,0LL + 0,3Ex - 1,0 Ey
12. 1,2DL + 1,0LL - 0,3Ex + 1,0 Ey
13. 1,2DL + 1,0LL - 0,3Ex - 1,0 Ey
14. 0,9DL + 1,0Ex + 0,3Ey
15. 0,9DL + 1,0Ex - 0,3Ey
16. 0,9DL - 1,0Ex + 0,3Ey
17. 0,9DL - 1,0Ex - 0,3Ey
18. 0,9DL + 0,3Ex + 1,0Ey
19. 0,9DL + 0,3Ex - 1,0Ey
20. 0,9DL - 0,3Ex + 1,0Ey
21. 0,9DL - 0,3Ex - 1,0Ey

Diagram alir perencanaan portal Pembangunan Kantor Kecamatan Pagu. Kabupaten Kediri ditunjukkan pada **Gambar 2.1**



Gambar 2.1 Diagram Alir Perencanaan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan perhitungan menurut referensi yang ada didapat:

1. Beban mati
Balok Bentang (3,0m<7,2m) = 1658 kg/m²
Balok Induk Bentang (9m<) = 2,666 kg/m²
Sloof = 2184 kg/m²
Atap Dak = 393 kg/m²
Pelat Lantai = 650 kg/m²

2. Beban hidup

Atap Dak = 133 kg/m²
Pelat Lantai = 490 kg/m²

3. Beban Angin

Bangunan Kantor termasuk kategori eksposur B, factor arah angin adalah 0,8 dan kecepatan wilayah Malang adalah 38,3 m/s maka didapat tekanan angin desain untuk bangunan kantor adalah :

Depan = -265,85 N/m²
Belakang = -281,959 N/m²
Samping = -281,959 N/m²

4. Beban gempa

Penentuan percepatan respon spektrum menggunakan Sumber dan Bahaya Gempa, didapatkan nilai S_s = 0,8 dan S₁ = 0,35. Kategori resiko bangunan I, faktor keutamaan gempa adalah 1,0. Lokasi bangunan berada di kondisi tanah Keras. Nilai C_s = 0,055.

Berdasarkan gaya geser dasar seismic, selanjutnya didistribusikan ke semua lantai menjadi gaya gempa lateral (Flx dan Fly) pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Beban Gempa Lateral Tiap Lantai

Story	Wt= DL1+LL 25 %	Tinggi(m)	Wx.hx ²	V	Fi	Flx	Fly
Story 1	2429577	6.6	26740596.74	511868.8137	47790.82894	6627.261277	7965.13816
Story 2	1731765	10.8	35642702.41	511868.8137	63700.68367	7962.585459	10616.7806
Story 3	1731765	15	54112926.48	511868.8137	96710.69192	12088.83649	16118.4487
Story 4	1727122	19.2	73859346.34	511868.8137	131999.553	16499.94413	21999.9255
Story 5	1553620	23.4	85431338.93	511868.8137	152683.3564	19085.41956	25447.2261
Story 6	6016	27.4	404286.0842	511868.8137	722.5406107	90.31757633	722.540611
Story 7	126839	31.6	10217740.58	511868.8137	18261.15914	2282.644892	18261.1591
Total berat	9306706	134.00	286408037.56	3583081.70	9306705.704	64837.01	101131.22

Tabel 3.1 Beban Gempa Lateral Tiap Lantai

Sumber: Hasil Perhitungan

Simpangan antar lantai akibat beban gempa mengikuti SNI 1726-2019, simpangan antar lantai yang didapat dari perhitungan Tabel 3.2:

Tabel 3.2 Simpangan Antar Lantai arah-x

Sub	Pergeseran		Tinggi tingkat	Δ _{ux}	Δ	Δ _a	Keterangan
	Max Ux						
Story 5	85.67	4200	13.510	74.305	105	OK	
Story 4	72.16	4200	16.410	90.255	105	OK	
Story 3	55.75	4200	18.707	102.889	105	OK	
Story 2	37.043	4200	18.221	100.216	105	OK	
Story 1	18.822	6600	18.822	103.521	165	OK	

Tabel 3.2 Simpangan Antar Lantai arah-x

Sumber: Hasil Perhitungan

Karena Simpangan Δ < Δ_{ijin} beban gempa tersebut aman terhadap struktur bangunan Gedung Kantor.

Tabel 3.3 Simpangan Antar Lantai arah-y

Sub	Pergeseran		Tinggi tingkat	Δ _{uy}	Δ	Δ _a	Keterangan
	Max Uy						
Story 5	70.11	4200	8.930	49.115	105	OK	
Story 4	61.18	4200	12.220	67.210	105	OK	
Story 3	48.96	4200	14.940	82.170	105	OK	
Story 2	34.02	4200	16.040	88.220	105	OK	
Story 1	17.98	6600	17.980	98.890	165	OK	

Tabel 3.2 Simpangan Antar Lantai arah-y

Sumber: Hasil Perhitungan

Karena Simpangan Δ < Δ_{ijin} beban gempa tersebut aman terhadap struktur bangunan Gedung Kantor.

Pelat Lantai

Data-data perencanaan balok sebagai berikut:

Tebal Pelat = 15 cm
Tebal Spesi = 2 cm
fy = 400 MPa

Dari Perhitungan software Robot structural analysis 2020 didapat gaya dalam:

Momen Lapangan X = 511,86 kgm
Momen Lapangan Y = 684,12 kgm
Momen Tumpuan X = 1.306,45 kgm
Momen Lapangan Y = 236,25 kgm

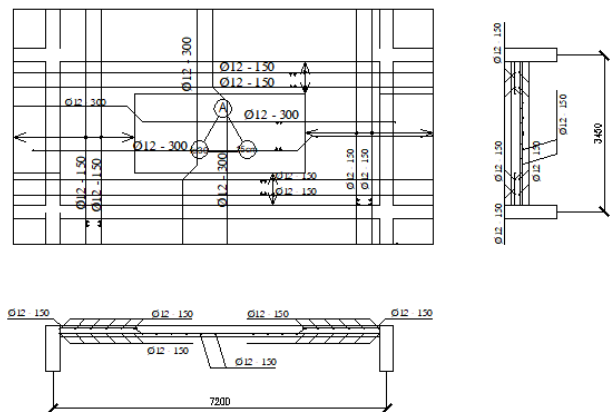
Berdasarkan analisis perhitungan, untuk rekapitulasi kebutuhan jumlah tulangan balok tertera pada Tabel 3.3

Tabel 3.4 Rekapitulasi Penulangan Pelat Lantai

Bagian	Arah X	Arah Y
Tumpuan	Ø12-150	Ø10-150
Lapangan	Ø12-150	Ø10-150

Sumber: Hasil Perhitungan

Detail penulangan pelat lantai dengan tebal 15 cm ditunjukkan pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Detail Pelat Lantai

Balok

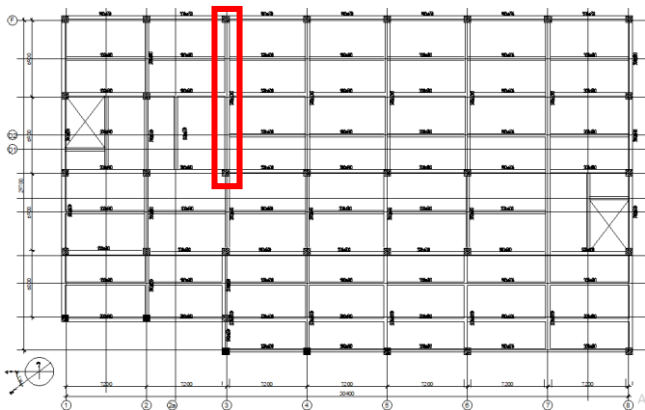
Data-data perencanaan balok sebagai berikut:

Tulangan Utama = 25 mm
Tulangan Sengkang = 10 mm
Tebal Selimut = 3cm
fc' = 30 MPa
fy = 400 MPa

Output gaya dalam maksimum yang dihasilkan dari kombinasi pembebanan dengan nilai dari software Robot structural analysis 2020 berikut yaitu kombinasi 3 (1,2D + 1,6 (L,atau S atau R) + (L atau 0,5W) :

Momen tumpuan (Mut) = 1.473.440.000 Nmm
Momen lapangan (Mul) = 822.900.000 Nmm

Denah pembalokan Lantai 1-4 pada Kantor **Gambar 3.2**



Gambar 3.2 Denah Pembalokan

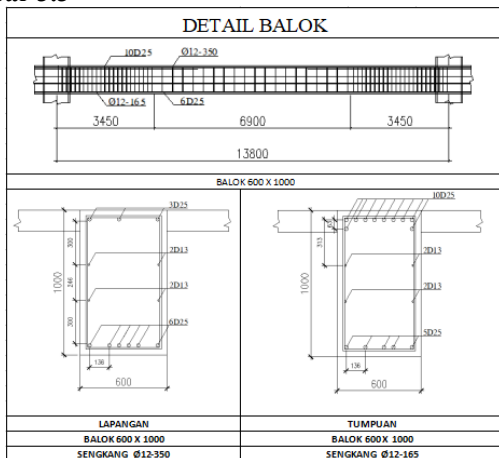
Berdasarkan analisis perhitungan, untuk rekapitulasi kebutuhan jumlah tulangan balok tertera pada **Tabel 2**.

Tabel 3.5 Rekapitulasi Penulangan Balok 60x100

Bagian	Tul. Atas	Tul. Bawah	Sengkang
Tumpuan	10D25	5D25	Ø12- 165
Lapangan	3D25	6D25	Ø12 - 350

Tabel 3.5 Rekapitulasi Penulangan Balok 60 x 100

Detail penulangan balok 60x100 cm ditunjukkan pada **Gambar 3.3**



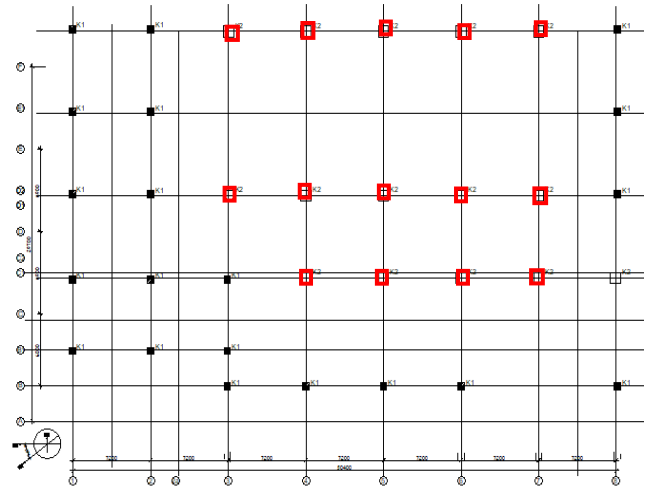
Gambar 3.3 Detail Balok

Kolom

Data-data perencanaan kolom adalah sebagai berikut:

- Mutu Baja (f_y) tul. Utama = 400 MPa
- Mutu Baja (f_y) tul. sengkang = 240 MPa
- Mutu Beton = 30 MPa
- Tinggi kolom (h) = 950 mm
- Lebar Kolom (b) = D22
- Selimit Beton = 40mm
- Rasio Tulangan = 1,632%

Denah rencana kolom Lantai 1-5 pada Kantor ditunjukkan pada **Gambar 3.4**



Gambar 3.4 Denah Kolom

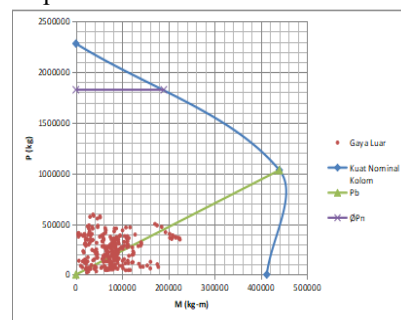
Output gaya dalam maksimum yang dihasilkan dari kombinasi pembebanan dengan nilai dari *software Robot Structural Analysis 2020* adalah sebagai berikut:

- Momen x = 32.900 kgm
- Momen y = 3.390 kgm
- Aksial = 592.768 kNm

Dengan pembesaran momen $\phi_n s$ (1,021) didapat dari hasil perhitungan, menjadi:

$M_u = 37.047 \text{ kgm}$

Kolom yang di rencanakan dilihat dari beberapa tinjauan diantaranya beban sentris ($M=0$); ($P, M \neq 0$), dan ($P= 0$) sehingga membentuk diagram interaksi pada masing masing kolom seperti pada **Gambar 3.5**:



Gambar 3.5 Diagram Interaksi Kolom Dimensi 95/95

Berdasarkan analisis perhitungan, untuk rekapitulasi kebutuhan jumlah tulangan kolom tertera pada **Tabel 3**.

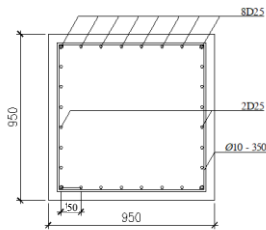
Tabel 3.6 Rekapitulasi Penulangan Kolom K2 95/95

Bagian	Tul. Utama	Sengkang
Kolom	28D25	Ø10 - 350

Tabel 3.6 Rekapitulasi Penulangan Kolom K2 95/95

Sumber: Hasil Perhitungan

Detail penulangan kolom ditunjukkan pada **Gambar 3.6**



Gambar 3.6 Detail Kolom

Sloof

Data-data perencanaan Sloof sebagai berikut:

- Tulangan Utama = 25 mm
- Tulangan Sengkang = 10 mm
- Tebal Selimut = 3cm
- f_c' = 30 MPa
- f_y = 400 MPa

Output gaya dalam maksimum yang dihasilkan dari kombinasi pembebanan yang di *input* ke dalam *software Robot structural analysis 2020* sehingga didapat hasil sebagai berikut yaitu :

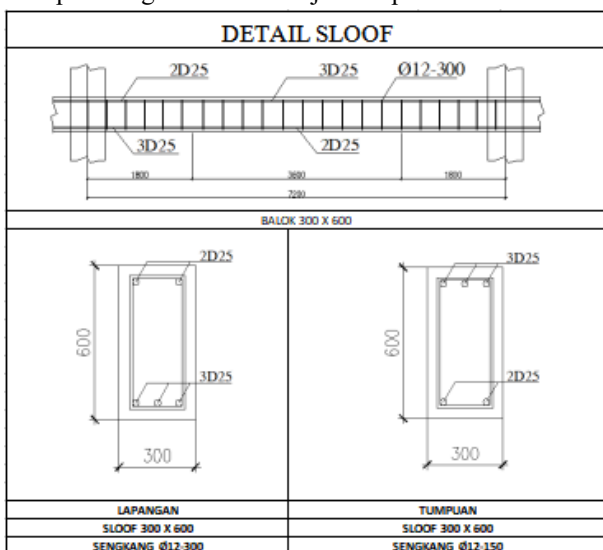
- Momen tumpuan (M_{ut}) = 240.294.600 Nmm
- Momen lapangan (M_{ul}) = 120.147.300 Nmm
- Gaya geser ($V_{u_{maks}}$) = 16019,84 kg

Tabel 3.7 Rekapitulasi Penulangan Balok sloof 30 x 60

Bagian	Tul. Atas	Tul. Bawah	Sengkang
Tumpuan	3D25	2D25	Ø12- 300
Lapangan	2D25	3D25	Ø12 - 30

Tabel 3.7 Rekapitulasi Penulangan Balok sloof 30x60
Sumber: Hasil Perhitungan

Detail penulangan Sloof ditunjukkan pada **Gambar 3.7**



Gambar 3.7 Detail Sloof

Bored Pile

Data Perencanaan Bored Pile:

- Diameter = 50 cm
- Panjang = 480 cm

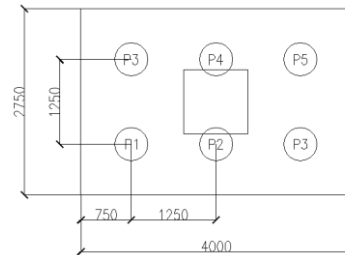
Berdasarkan hasil Analisa bangunan terhadap kolom dengan kombinasi beban didapat nilai:

- P_u = 416.638 kg = 417 ton
- M_x = 106.295 kgm = 106 ton.m
- M_y = 109.054 kgm = 109 ton.m
- H_x = 17.805 kg = 18 ton
- H_y = 15.492 kg = 15 ton

Dari perhitungan daya dukung tiang tunggal didapat:

- Tahanan ujung tiang (Q_b) = 250,119 ton
 - Tahanan Selimut Tiang (Q_s) = 92,4 ton
- Sehingga didapat daya dukung ultimit (Q_u) sebesar 342 ton. Untuk keamanan bangunan Gedung kantor maka kapasitas dukung tiang direduksi dengan factor keamanan $F = 25$. Sehingga kapasitas dukung ijin tiang (Q_a) = 137,045 ton.

Perencanaan boredpile direncanakan 6 tiang dengan gambar sebagai berikut:



Gambar 3.8 Perencanaan Pile Group

Efisiensi kelompok tiang direncanakan 6 tiang

Sehingga didapat nilai:

Daya dukung group tiang (Q_g) = 589,893 Ton

Beban yang diterima adalah :

P_u' = 435,118 ton

Sedangkan Momen yang diterima masing masing boredpile adalah:

- P1 = 25,740 ton
- P2 = 49,172 ton
- P3 = 72,605 ton
- P4 = 72,434 ton
- P5 = 95,867 ton
- P6 = 119,299 ton

Berdasarkan perhitungan reaksi pada tiap tiang diketahui beban yang diterima $P_n < Q_a$. Sehingga tiang dinyatakan mampu menerima beban.

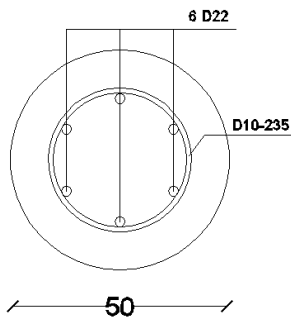
Tabel 3.8 Rekapitulasi Penulangan *Boredpile*

Bagian	Tul. Utama	Sengkang
Bored Pile	6D22	D10 - 235

Tabel 3.8 Rekapitulasi Penulangan *Boredpile*

Sumber: Hasil Perhitungan

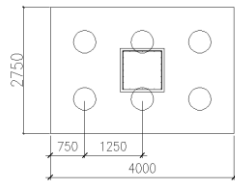
Detail penulangan *Boredpile* dengan tebal 15 cm ditunjukkan pada **Gambar 3.8**



Gambar 3.8 Detail Kolom

PileCap

Data Perencanaan *pilecap*:



Gambar 3.9 Perencanaan Pile-cap

- D = 50 cm
- S = 125 cm
- t = 75 cm
- B = 275 cm
- L = 400 cm
- Vu = 247,379 ton
- Dimensi pilecap = 2,75 x 4

Hasil Perhitungan aksial satu arah didapat nilai :

$$\text{Ø Vc} = 184,856 \text{ ton}$$

Hasil Perhitungan aksial dua arah didapat nilai:

$$\text{Ø Vc} = 845,5 \text{ ton}$$

Karena $\text{Ø Vc} > \text{Vu}$ maka gaya geser yang bekerja pada penampang kritis aman.

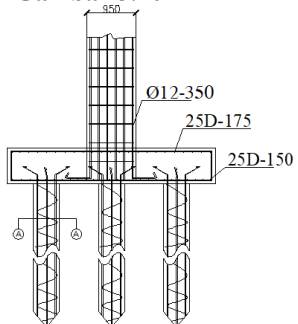
Tabel 3.9 Rekapitulasi Penulangan *Pilecap*

Bagian	Tul. Atas	Tul. Bawah
PileCap	25D-175	25D-150

Tabel 3.9 Rekapitulasi Penulangan *pilecap*

Sumber: Hasil Perhitungan

Detail penulangan *Boredpile* dengan tebal 15 cm ditunjukkan pada **Gambar 3.10**



Gambar 3.10 Detail *Pilecap*

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pembahasan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Perhitungan struktur atas beton bertulang Gedung Kantor
 - a. Perencanaan Tangga digunakan tebal pelat tangga 120mm dengan tulangan Lapangan arah x Ø12-150, arah y Ø12-150. Tumpuan arah x Ø12-150, arah Ø12-150
 - b. Perencanaan pelat lantai digunakan tebal pelat 150mm dengan tulangan Lapangan arah Ø12-150, arah y Ø10-150. Tumpuan arah x Ø12-150, arah y Ø10-150. Tulangan bagi Ø12-300
 - c. Perencanaan Balok direncanakan 2 tipe balok.:
 - Balok 60x100 cm menggunakan tulangan tumpuan atas 10D25, bawah 5D25. Tulangan Lapangan atas 3D25, bawah 6D25. Tulangan Geser tumpuan Ø12-165, lapangam Ø12-350
 - Balok 30x60 cm menggunakan tulangan tumpuan atas 6D25, bawah 3D25. Tulangan Lapangan atas 2D25, bawah 4D25. Tulangan geser tumpuan Ø12-150, lapangam Ø12-300
 - d. Perencanaan Kolom direncanakan 2 tipe kolom:
 - Kolom 95x95 cm digunakan Tulangan 28D25, tulangan geser Ø12-350
 - Kolom 60x60 cm digunakan Tulangan 14D25, tulangan geser Ø10-350
2. Struktur Bawah
 - a. Perencanaan *Sloof*: Balok *Sloof* 30x60 cm menggunakan tulangan tumpuan tarik 3D25, tekan 2D25. Tulangan Lapangan tarik 3D25, tekan 2D25. Tulangan geser tumpuan Ø12-300, lapangam Ø12-300

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Asroni, Ali. 2017. "Kolom Fondasi & Balok T Beton Bertulang", Graha Ilmu, Yogyakarta
- [2] Badan Standarisasi Nasional 2013. SNI 2847-2013. "Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. Jakarta.
- [3] Badan Standarisasi Nasional 2013. SNI 1727-2013. *Beban Minimum Untuk Perencanaan Gedung dan Struktur Lain*. Jakarta.
- [4] Badan Standarisasi Nasional 2019 SNI 1726-2019. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*.
- [5] Pamungkas, Anugrah. 2013. "Desain Pondasi Tahan Gempa", Andi Offset, Yogyakarta
- [6] Setiawan, Agus. 2016. "Perencanaan Struktur Beton Bertulang", Erlangga, Jakarta.