

PERENCANAAN ULANG STRUKTUR GEDUNG KANTOR WARINGIN MEGAH SURABAYA

Yudha Adi Febianto¹, Agustin Dita Lestari², Agus Sugiarto³.

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang³

Email: yudhaadif17@gmail.com¹, agustinditalestari@polinema.ac.id², agussugiarto1030@gmail.com³.

ABSTRAK

Gedung Kantor Waringin Megah merupakan salah satu gedung bertingkat yang menggunakan struktur beton bertulang dengan menggunakan atap rangka baja. Gedung ini berlokasi di Jl. Bukit Darmo Golf Blok L No.7-9, Surabaya, Jawa Timur. Perencanaan ulang struktur gedung membuat desain yang baru meliputi desain struktur atap dengan menggunakan pelat atap dak beton, mengubah dimensi dari elemen struktur balok dan kolom yang ada dan pondasi menggunakan tiang pancang. Data yang digunakan merupakan gambar kerja eksisting dan data tanah. Peraturan yang digunakan adalah SNI 1727-2020 untuk pembebanan, SNI 2847-2019 untuk analisa dan desain beton bertulang, dan SNI 1726-2019 untuk ketentuan gempa. Analisa statika menggunakan bantuan software Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2020, dan AutoCAD 2021 untuk membuat gambar kerja hasil perencanaan. Hasil dari perencanaan diperoleh: pelat atap dengan tebal 100 mm menggunakan tulangan utama S10-200. Pelat lantai dengan tebal 120 mm menggunakan tulangan utama S10-200. Balok induk 400/550 mm tulangan tumpuan tarik 7S16 dan tekan 4S16, tulangan lapangan tarik 4S16 dan tekan 2S16, tulangan sengkang S13. Kolom 550/700 mm tulangan utama 12S25, tulangan sengkang S13. Untuk pondasi kolom utama pilecap berukuran 2400/4800 mm tebal 700 mm dengan 8 tiang pancang D450 class C.

Kata kunci : Perencanaan Ulang Struktur Gedung, SNI, Beton Bertulang

ABSTRACT

Waringin Megah Surabaya Office Building is one of the multi-storey buildings that use reinforced concrete structures with steel frame roof. This building is located on Jl. Bukit Darmo Golf Blok L No.7-9, Surabaya, East Java. The redesign of the building structure made a new design including the design of the roof structure using concrete roof slab, changing the dimensions of the existing beam and column structural elements and the foundation using piles. The data used are existing work drawings and soil data. The regulations used are SNI 1727-2020 for loading, SNI 2847-2019 for reinforced concrete analysis and design, and SNI 1726-2019 for earthquake provisions. Static analysis using software Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2020, dan AutoCAD 2021 to create design drawing based on design result. From the design result obtained: roof slabs with a thickness of 100 mm use the main reinforcement S10-200. Floor slabs with a thickness of 120 mm use the main reinforcement S10-200. Main beam 400/550 mm, negative moment section have tension reinforcement 7S16 and compression 4S16, positive moment section have tension reinforcement 4S16 and compression 2S16, stirrup S13. Column 550/700 mm main reinforcement 12S25, stirrup S13. For the main column foundation pilecap measuring 2400/4800 mm thick 700 mm with 8 D450 class C piles.

Keywords : Redesign of Building Structure, SNI, Reinforced Concrete

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Gedung Kantor Waringin Megah merupakan salah satu gedung bertingkat yang menggunakan struktur beton bertulang dengan menggunakan atap rangka baja. Gedung ini berlokasi di Jl. Bukit Darmo Golf Blok L No.7-9, Surabaya, Jawa Timur. Gedung bertingkat ini memiliki 7 lantai dengan total luas lantai ± 2.878,4 m².

Dalam kegiatan pembangunan Gedung Kantor Waringin Megah Surabaya ini berkaitan erat dengan pembelajaran teknik sipil mengenai perhitungan struktur gedung bertingkat, sehingga analisis–analisis khusus yang berhubungan dengan perencanaan struktur bangunan gedung bertingkat diperlukan agar mendapatkan bangunan yang efisien, kokoh serta aman dengan melakukan perencanaan yang baik sesuai peraturan-peraturan yang berlaku.

Perencanaan ulang gedung ditujukan untuk mencari alternatif perencanaan struktur dari sebuah bangunan gedung bertingkat yang direncanakan sesuai dengan peraturan - peraturan yang berlaku di Indonesia. Ditambah dengan perkembangan teknologi yang ada, inovasi dapat dilakukan pada perencanaan struktur gedung sehingga menghasilkan gedung yang kuat, aman, nyaman, dan ekonomis.

Pada atap Gedung Kantor Waringin Megah Surabaya menggunakan konstruksi Gable Frame, perencanaan ulang ini akan mengubah struktur atap dengan menggunakan pelat atap dak beton. Perencanaan ulang ini juga akan mengubah dimensi dari elemen struktur balok dan kolom yang ada.

Dengan demikian maka penulis mengambil masalah tersebut sebagai bahan penyelesaian tugas akhir dengan judul “Perencanaan Ulang Struktur Gedung Kantor Waringin Megah Surabaya”, sehingga diharapkan dapat menghasilkan desain beton bertulang baru pada bangunan Gedung Kantor Waringin Megah yang memiliki struktur dengan daya tekan kuat dan tahanan lentur yang cukup sehingga dapat efisien pada saat terjadi bencana gempa bumi dan meminimalkan terjadinya kegagalan struktur.

Rumusan Masalah

Sebagai pertimbangan rumusan masalah dari latar belakang di atas, penulis merumuskan masalah pada Gedung Kantor Waringin Megah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil perencanaan ulang struktur atap gedung?
2. Bagaimana hasil perencanaan ulang struktur atas gedung yang meliputi pelat, balok, kolom dan tangga?
3. Bagaimana hasil perencanaan ulang perencanaan struktur bawah gedung?

Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah sebelumnya, batas masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

1. Bangunan yang direncanakan ulang adalah Gedung Kantor Waringin Megah.
2. Tidak memperhitungkan kesulitan pengadaan material serta pengaruh dan dampaknya terhadap lingkungan selama pelaksanaan.
3. Perhitungan portal diasumsikan sebagai portal tiga dimensi dengan menggunakan software Robot Structural Analysis 2020.
4. Penggambaran menggunakan program bantu Autocad.

5. Tidak memperhitungkan Rancangan Anggaran Biaya (RAB).
6. Pembebanan pada gedung ini mengacu pada buku (SNI) Standar Nasional Indonesia 1727: 2020 dan Pedoman perencanaan Untuk Rumah dan Gedung (PPURG 1987) untuk berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung.
7. Perencanaan struktur beton pada gedung ini mengacu pada buku (SNI) Standar Nasional Indonesia 2847: 2019.
8. Tata cara perencanaan ketahanan gempa pada gedung ini mengacu pada buku (SNI) Standar Nasional Indonesia 1726: 2019.
9. Tidak memperhitungkan penurunan pondasi tiang.

Tujuan

Dari rumusan masalah diatas didapat tujuan yang ingin dicapai sebagai berikut:

1. Dapat dan mampu menghitung struktur atap yang aman dan efisien pada Gedung Kantor Waringin Megah.
2. Dapat dan mampu menghitung struktur atas yang digunakan pada struktur bangunan yang mampu menahan beban seismik gempa rencana yang bekerja.
3. Dapat dan mampu menghitung struktur pondasi yang digunakan pada struktur bangunan yang mampu menahan beban seismik gempa rencana yang bekerja.

2. METODE

Tahapan yang dilakukan untuk menyelesaikan “Perencanaan Ulang Struktur Gedung Kantor Waringin Megah Surabaya”, sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data-data yang dibutuhkan.
2. Menentukan peraturan-peraturan sebagai acuan dalam pengerjaan.
3. Melakukan *preliminary design* dan membuat gambar kerja sementara untuk pemodelan pada software.
4. Menghitung pembebanan pada tiap elemen struktur.
5. Melakukan pemodelan struktur secara 3D beserta pembebanannya.
6. Melakukan analisis dan rekapitulasi gaya-gaya dalam yang ada pada setiap elemen struktur.
7. Merencanakan setiap elemen struktur sesuai dengan hasil gaya-gaya dalam yang terjadi.
8. Menghitung kebutuhan tulangan.

9. Menganalisis kapasitas penampang dari tiap elemen struktur untuk mengontrol tingkat keamanan dari hasil perencanaan.
10. Membuat gambar kerja berdasarkan hasil perencanaan yang telah dilakukan.

Dasar Peraturan Perencanaan

Perencanaan struktur bangunan harus mencakup tidak hanya pedoman, tetapi juga batasan dan aturan yang harus dipatuhi. Pedoman yang digunakan dalam skripsi ini adalah:

1. SNI 2847:2019^[1]
Pedoman mengenai persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung.
2. SNI 1726:2019^[2]
Pedoman perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung.
3. SNI 1727:2020^[3]
Pedoman untuk menentukan beban desain minimum untuk perencanaan bangunan gedung.

Sistem Pembebanan

Perhitungan pembebanan struktur yang digunakan pada bangunan gedung ini mengacu pada SNI 1727:2020^[3], sedangkan untuk beban gempa mengacu pada SNI 1726:2019^[2].

1. Beban Mati
Beban mati merupakan beban gravitasi yang diakibatkan oleh massa total bangunan/bagian-bagian bangunan yang timbul secara permanen selama bangunan tersebut beroperasi.
2. Beban Hidup
Beban hidup merupakan beban gravitasi yang timbul akibat penggunaan suatu bangunan selama bangunan tersebut beroperasi.
3. Beban Angin
Beban lateral yang diakibatkan oleh adanya tekanan dari gerakan angin disebut beban angin. SNI 1727:2020^[3] menjadi dasar perhitungan beban angin.
4. Beban Gempa
Beban gempa adalah beban lateral dari struktur yang ditimbulkan oleh gerakan tanah akibat gempa bumi, baik dalam arah vertikal maupun horizontal. Perhitungan beban gempa dilakukan sesuai dengan prosedur yang ditetapkan dalam SNI 1726:2019^[2].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Preliminary Design Elemen Struktur

1. Balok

Berdasarkan SNI 2847: 2019^[1] pasal 9.3.1.1, berikut merupakan dimensi awal balok induk, dan balok anak pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Dimensi Balok

Jenis Balok	Lebar Balok, b (mm)	Tinggi Balok, h (mm)
B1	250	350
B2	400	550
Ba1	200	300

Sumber: Hasil Perhitungan

2. Pelat
Berdasarkan SNI 2847: 2019^[1] pasal 8.3.1.1, berikut merupakan tebal pelat atap dan pelat lantai pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Tebal Pelat

Jenis	Tebal Pelat (cm)
Pelat Atap	10
Pelat Lantai	12

Sumber: Hasil Perhitungan

3. Kolom
Berdasarkan SNI 2847: 2019^[1], berikut merupakan dimensi awal kolom pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Dimensi Kolom

Jenis Kolom	Lebar Kolom, b (mm)	Tinggi Kolom, h (mm)
K1	550	700
K2	450	500

Sumber: Hasil Perhitungan

Pembebanan

1. Beban Mati (*Dead Load*)
 - a. Dengan menggunakan *Software Robot Structural Analysis Professional 2020*, berat sendiri struktur gedung yang merupakan struktur utama dihitung secara otomatis.
 - b. Pada pelat atap, pelat lantai, balok induk, balok anak, dan tangga struktur gedung kantor Waringin Megah Surabaya direncanakan beban mati tambahan sebesar 96 kg/m², 240 kg/m², 479 kg/m², 895 kg/m², dan 223 kg/m².
2. Beban Hidup (*Live Load*)
Beban hidup pada pelat atap, pelat lantai, tangga, dan air hujan struktur gedung kantor Waringin Meegah Surabaya direncanakan sebesar 153 kg/m², 130 kg/m², 882,5 kg/m², 895 kg/m², dan 223 kg/m².
3. Beban Angin (*Wind Load*)

Direncanakan beban angin pada gedung kantor Waringin Megah Surabaya sebesar 77 kg/m².

4. Beban Gempa (*Earthquake Load*)

Berikut merupakan gaya gempa tiap lantai dimana mengacu pada SNI 1726-2019 pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Gaya Gempa Setiap Lantai

Story	Total Wt (kg)	hn (m)	W x hn ^k	Fi (Kg)
1	736657,31	5,50	6104996,50	13968,65
2	657288,72	9,50	10730558,20	24552,26
3	657288,72	13,50	16593393,86	37966,83
4	657288,72	17,50	22895223,18	52385,86
5	657288,72	21,50	29556029,50	67626,24
6	654229,52	25,50	36353248,92	83178,75
7	618027,50	29,50	41145468,42	94143,68
Total	4638069,23		163378918,6	373822,28

Sumber: Hasil Perhitungan

Struktur Atap Gedung

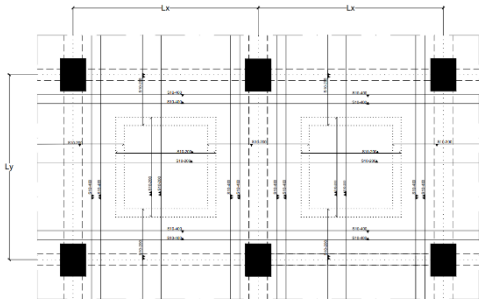
Berikut adalah hasil analisis untuk struktur atap gedung:

1. Pelat Atap (100 mm)

Ketebalan pada pelat atap direncanakan sebesar 100 mm dengan selimut beton 20 mm. Hasil momen berfaktor yang diperoleh dari hasil analisa sebagai berikut:

- Mlx = 288,22 kg.m = 2882200 N.mm
- Mtx = 463,86 kg.m = 4638600 N.mm
- Mly = 265,63 kg.m = 2656300 N.mm
- Mty = 422,39 kg.m = 4223900 N.mm

Dengan demikian diperoleh penulangan pada pelat atap untuk arah x tulangan lapangan dan tumpuan menggunakan S10-200 dan untuk arah y tulangan lapangan dan tumpuan menggunakan S10-200, gambar penulangan pelat atap ditunjukkan seperti pada **Gambar 1**. berikut ini.



Gambar 1. Gambar Penulangan Pelat Atap

Struktur Atas Gedung

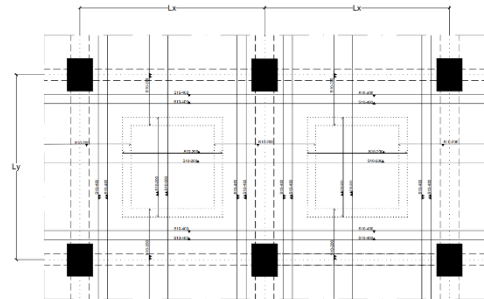
Berikut hasil analisis untuk struktur atas gedung yang meliputi elemen Pelat Lantai, Tangga, Balok, dan Kolom:

1. Pelat Lantai

Pelat lantai direncanakan dari lantai 2-7 dengan ketebalan sebesar 120 mm dan selimut beton 20 mm. Hasil momen berfaktor yang diperoleh dari hasil analisa sebagai berikut:

- Mlx = 433,79 kg.m = 4337900 N.mm
- Mtx = 607,96 kg.m = 6079600 N.mm
- Mly = 398,86 kg.m = 3988600 N.mm
- Mty = 692,49 kg.m = 6924900 N.mm

Dengan demikian diperoleh penulangan pada pelat lantai untuk arah x tulangan lapangan dan tumpuan menggunakan S10-200 dan untuk arah y tulangan lapangan dan tumpuan menggunakan S10-200, gambar penulangan pelat lantai ditunjukkan seperti pada **Gambar 2**. berikut ini.



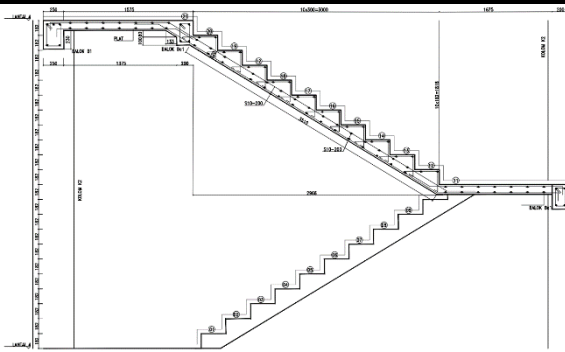
Gambar 2. Gambar Penulangan Pelat Lantai

2. Pelat Tangga

Ketebalan pada pelat tangga direncanakan sebesar 120 mm dengan selimut beton 20 mm. Hasil momen berfaktor yang diperoleh dari hasil analisa sebagai berikut:

- Mlx = 130,99 kg.m = 1309900 N.mm
- Mtx = 72,67 kg.m = 726700 N.mm
- Mly = 869,58 kg.m = 8695800 N.mm
- Mty = 589,63 kg.m = 5896300 N.mm

Dengan demikian diperoleh penulangan pada pelat tangga untuk arah x tulangan lapangan dan tumpuan menggunakan S10-200 dan untuk arah y tulangan lapangan dan tumpuan menggunakan S10-200, gambar penulangan pelat tangga ditunjukkan seperti pada **Gambar 3**. berikut ini.



Gambar 3. Gambar Penulangan Pelat Tangga

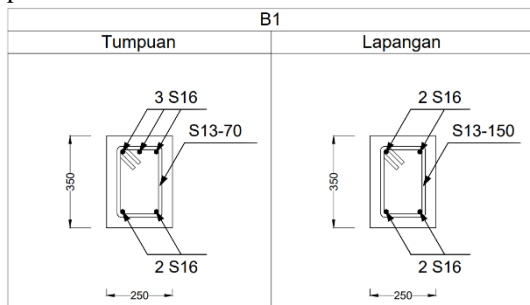
3. Balok B1 (250/350)

Balok B1 memiliki dimensi 250/350, gaya befaktor yang diperoleh dari analisa statika dengan *software* sebagai berikut:

- Mu max lapangan = 2251,36 kg.m
- Mu max tumpuan = 4145,52 kg.m
- Vu max = 5042,65 kg

Dengan demikian diperoleh penulangan pada balok B1 untuk tulangan tumpuan tarik menggunakan 3S16 dan tekan 2S16, tulangan lapangan tarik menggunakan 2S16 dan tekan 2S16, tulangan sengkang tumpuan menggunakan S13-70 dan lapangan S13-150.

Gambar penulangan Balok B1 ditunjukkan seperti pada **Gambar 4.** berikut ini.



Gambar 4. Gambar Penulangan Balok B1

4. Kolom K1 (550/700)

Kolom B1 memiliki dimensi 250/350, gaya befaktor yang diperoleh dari analisa statika dengan *software* sebagai berikut:

- Pu max = 294531,73 kg
- Mux = 12034 kg.m
- Muy = -19957,03 kg.m

Metode bresler analisa lentur 2 arah

$$\frac{1}{\phi P_n} = \frac{1}{P_{nx}} + \frac{1}{P_{ny}} - \frac{1}{P_o}$$

$$= \frac{1}{8977224,561} + \frac{1}{4593653,918} - \frac{1}{8179890,625}$$

$$= 4834804,231 \text{ N}$$

$$\phi P_n = 0,65 \times 4834804,231$$

$$= 3142622,75 \text{ N}$$

$$R = \frac{P_u}{\phi P_n} = \frac{2945317,30}{3142622,75} = 0,986 < 1 \quad (\text{OK})$$

Dengan demikian diperoleh penulangan pada kolom K1 untuk tulangan utama menggunakan 12S25, tulangan sengkang tumpuan 4S13-100 dan lapangan 4S13-150.

Gambar penulangan Kolom K1 ditunjukkan seperti pada **Gambar 5.** berikut ini.

TIPE	K1		
Potongan			
Dimensi Kolom	K 550/700		
Tulangan	12 S25		
Sengkang	H1 = 70 cm	H2 = 260 cm	H3 = 70 cm
	lo	l-lo	Atas
	S13 - 100	S13 - 150	S13 - 100

Gambar 5. Gambar Penulangan Kolom K1

Struktur Bawah Gedung

Berikut hasil analisis untuk struktur bawah gedung yang meliputi elemen Sloof dan Pondasi:

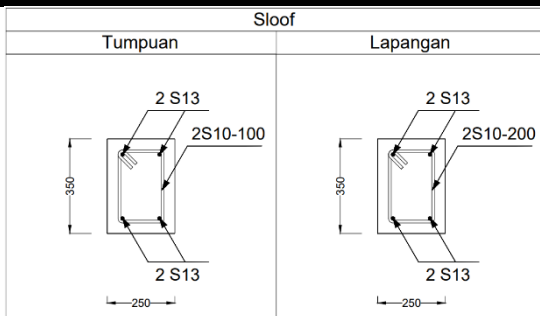
1. Sloof

Sloof memiliki dimensi 250/350, gaya befaktor yang diperoleh dari analisa statika dengan *software* sebagai berikut:

- Mu max lapangan = 486,20 kg.m
- Mu max tumpuan = 972,41 kg.m
- Vu max = 926,10 kg

Dengan demikian diperoleh penulangan pada sloof untuk tulangan tumpuan tarik menggunakan 2S13 dan tekan 2S13, tulangan lapangan tarik menggunakan 2S13 dan tekan 2S13, tulangan sengkang tumpuan menggunakan S10-100 dan lapangan S10-200.

Gambar penulangan Sloof ditunjukkan seperti pada **Gambar 4.** berikut ini.



Gambar 6. Gambar Penulangan Sloof

2. Pondasi PC-1

Pondasi PC-1 memiliki dimensi 2400/4800 dengan ketebalan pilecap 700 mm dan selimut 75 mm. Gaya yang bekerja pada PC-1 adalah sebagai berikut:

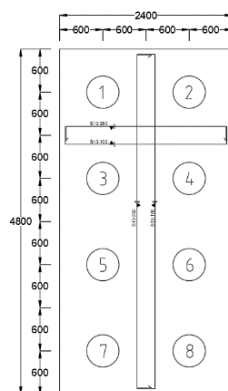
- $P_u \text{ max} = 295457,83 \text{ kg}$
- $M_{ux} = 26805,95 \text{ kg.m}$
- $M_{uy} = -25227,03 \text{ kg.m}$

Untuk memenuhi $P_u \text{ max}$ digunakan tiang pancang D450 class C sebanyak 8 tiang. Diperoleh momen ultimit pada pilecap akibat tiang pancang sebesar:

- $M_{ux} = 13129,26 \text{ kg.m}$
- $M_{uy} = 10099,43 \text{ kg.m}$

Dengan demikian diperoleh penulangan pada pilecap PC-1 untuk arah memanjang tulangan tarik (As) menggunakan S13 – 100 dan tulangan tekan (As') S13 – 250, untuk arah memendek tulangan tarik (As) menggunakan S13 – 100 dan tulangan tekan (As') S13 – 250.

Gambar penulangan Pilecap PC-1 ditunjukkan seperti pada **Gambar 7.** berikut ini.



Gambar 7. Gambar Penulangan Pilecap PC-1

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perencanaan ulang struktur pada bangunan “Gedung Kantor Waringin Megah” yang telah diselesaikan pada bab sebelumnya dapat disimpulkan hasil sebagai berikut:

1. Struktur atap beton

a. Pelat atap (tebal 100 mm)

Untuk arah x tulangan lapangan dan tumpuan menggunakan S10-200 dan untuk arah y tulangan lapangan dan tumpuan menggunakan S10-200.

2. Struktur Atas

a. Pelat Lantai (tebal 120 mm)

Untuk arah x tulangan lapangan dan tumpuan menggunakan S10-200 dan untuk arah y tulangan lapangan dan tumpuan menggunakan S10-200.

b. Pelat Tangga (tebal 120 mm)

Untuk arah x tulangan lapangan dan tumpuan menggunakan S10-200 dan untuk arah y tulangan lapangan dan tumpuan menggunakan S10-200.

c. Balok

Balok B1 (250/350)

Untuk tulangan tumpuan tarik menggunakan 3S16 dan tekan 2S16, tulangan lapangan tarik menggunakan 2S16 dan tekan 2S16, tulangan sengkang tumpuan menggunakan S13-70 dan lapangan S13-150.

Balok B2 (400/550)

Untuk tulangan tumpuan tarik menggunakan 7S16 dan tekan 4S16, tulangan lapangan tarik menggunakan 4S16 dan tekan 2S16, tulangan sengkang tumpuan menggunakan S13-90 dan lapangan S13-150.

Balok Ba1 (200/300)

Untuk tulangan tumpuan tarik menggunakan 2S16 dan tekan 2S16, tulangan lapangan tarik menggunakan 2S16 dan tekan 2S16, tulangan sengkang tumpuan menggunakan S13-50 dan lapangan S13-150.

d. Kolom

Kolom K1 (500/700)

Untuk tulangan utama menggunakan 12S25, tulangan sengkang tumpuan 4S13-100 dan lapangan 4S13-150.

Kolom K2 (500/500)

Untuk tulangan utama menggunakan 10S25, tulangan sengkang tumpuan 4S13-100 dan lapangan 4S13-150.

3. Struktur Bawah

- a. Balok Sloof (250/350)
 Untuk tulangan tumpuan tarik menggunakan 2S13 dan tekan 2S13, tulangan lapangan tarik menggunakan 2S13 dan tekan 2S13, tulangan sengkang tumpuan menggunakan S10-100 dan lapangan S10-200.
- b. Pondasi
Pondasi PC1
 Dimensi pilecap sebesar 2400/4800 mm, dengan 8 tiang pancang berukuran D450 class C, penulangan pilecap diperoleh untuk arah memanjang tulangan tarik (As) menggunakan S13 – 100 dan tulangan tekan (As') S13 – 250, untuk arah memendek tulangan tarik (As) menggunakan S13 – 100 dan tulangan tekan (As') S13 – 250.
Pondasi PC2
 Dimensi pilecap sebesar 2400/3600 mm, dengan 6 tiang pancang berukuran D450 class C, penulangan pilecap diperoleh untuk arah memanjang tulangan tarik (As) menggunakan S13 – 100 dan tulangan tekan (As') S13 – 250, untuk arah memendek tulangan tarik (As) menggunakan S13 – 100 dan tulangan tekan (As') S13 – 250.
- [7] KOMPOSITS, vol. 2, no. 1, pp. 36-45, Februari 2021.
 A. Setiawan, Perencanaan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2013, Jakarta: Erlangga, 2016.
 [8] Y. Lesmana, Handbook Desain Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847: 2019, Makassar: Nas Media Pustaka, 2020.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Standarisasi Nasional. 2019. Persyaratan Beton struktural Untuk Bangunan Gedung Dan Penjelasan. SNI 2847:2019. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- [2] Badan Standarisasi Nasional. 2019. Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung. SNI 1726:2019. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- [3] Badan Standarisasi Nasional. 2020. Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain. SNI 1727:2020. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- [4] A. P. Pamungkas, B. A. Raharjo and S. Riyanto, "Perencanaan Struktur Gedung Asrama Putra Anwarut-Taufiq Kota Batu," JOS -MRK, vol. 3, no. 3, pp. 205-211, September 2022.
- [5] A. Mistavhirul, T. Setianingrum, I. Nurhuda and Sukamta, "Redesain Struktur Gedung Hotel Citihub Magelang," JURNAL KARYA TEKNIK SIPIL, vol. 7, no. 2, pp. 67-76, 2018.
- [6] R. Hartono, S. and A. E. Nasution, "Redesain Gedung Kuliah Berlantai Empat," JURNAL