

PERENCANAAN STRUKTUR ATAS PEMBANGUNAN RUSUNAWA 5 LANTAI NGLORAM CEPU BLORA JAWA TENGAH

Wanto¹, Umami Chasanah², Soehartono³

¹ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pandanaran Semarang

^{2,3} Dosen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pandanaran Semarang

Email : chasanah.ummi01@yahoo.co.id., wanto.construction86@gmail.com.,

soehartono.sipilunpand@gmail.com

Abstrak

Perencanaan Struktur Atas Pembangunan Rusunawa 5 Lantai Ngloram Cepu Blora ini mengacu pada peraturan Standar Nasional Indonesia (SNI), SNI 1726:2019 (Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung), SNI-03-1729-2019 (Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung), Peraturan Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung 1987. Perencanaan Struktur Atas Pembangunan Rusunawa 5 Lantai Ngloram Cepu Blora ini. Dalam perencanaan struktur dimodelkan melalui SAP 2000 V.14 dan Autodesk Revit 2022, Struktur atas yang dimaksud meliputi, plat, balok, kolom dan tangga. Pembebanan yang di input seperti beban mati, beban hidup, beban angin dan beban gempa. Hasil perencanaan menggunakan kombinasi beban gempa kombinasi. Didapat 3 tipe balok yaitu Sloof (25 x 45 cm), B1 (30 x 50 cm), B2 (25 x 40 cm) dan B3 (20 x 30 cm) terdapat 3 tipe kolom yaitu K1 (45 x 45 cm), K2 (30 x 30 cm), K3 (20 x 20 cm) pelat lantai 12 cm, atap 10 cm.

Kata Kunci : Struktur Gedung, Balok, Kolom, Plat.

Abstract

The structural planning of the Ngloram Cepu Blora 5 Floor Flats refers to the regulations of the Indonesian National Standard (SNI), SNI 1726:2019 (Procedures for Planning Earthquake Resistance for Building and Non-Building Structures), SNI-03-1729-2019 (Structure Planning Procedures) Steel for Buildings), Loading Planning Regulations for Houses and Buildings 1987. The structural planning of the Ngloram Cepu Blora 5 Floor Flats includes the planning of the upper and lower structures. In planning the structure modeled through SAP 2000 V.14 and Autodesk Revit 2022, the upper structure in question includes the, plates, beams, columns and stairs. The input loads are dead load, live load, wind load and earthquake load. The results of the planning used a combination of earthquake. There are 4 types of beams, namely Tie Beam (25 x 45 cm), B1 (30 x 50 cm), B2 (25 x 30 cm) and B3 (20 x 30 cm). There are 3 types of columns, namely K1 (45 x 45 cm), K2 (30 x 30 cm), K3 (20 x 20 cm) Floors 12 cm and Roof Plate 10 cm.

Keywords : Building Structure, Beams, Columns, Plates.

Pendahuluan

Pemukiman penduduk yang dibangun secara tingkat (*vertikal*) tetapi bangunan sarana prasarana juga dibangun dengan vertikal seperti Rumah Sakit, Perkantoran, Pasar, Mall dan lainnya. Sebagai negara berkembang Indonesia melakukan pembangunan secara bertingkat (*vertikal*) dan tentunya tidak lepas dari keindahan bangunannya, yang menampilkan berbagai macam bentuk, dari yang *representatif* maupun yang *konvensional*.

Bangunan-bangunan yang dibangun secara tingkat (*vertikal*) tentunya memerlukan ilmu yang memadai dan ditunjang dengan penguasaan aplikasi komputer agar dapat merancang dan membangun bangunan tersebut dengan baik, benar dan mudah.

Dengan adanya Rusunawa baru bisa membantu masyarakat yang menjadi program pemerintah daerah yaitu program peremajaan kota atau pembangunan kota terpadu. Rusunawa merupakan alternatif pilihan untuk masyarakat yang berpenghasilan menengah kebawah terutama bagi mereka yang berkeluarga sebagai tempat tinggal sementara dan untuk perumahan di kota yang diakibatkan adanya keterbatasan lahan.

Tinjauan Pustaka

Perencanaan Struktur

Perencanaan struktur gedung bertingkat harus berpedoman pada syarat dan ketentuan yang berlaku di negara tempat proyek tersebut dilaksanakan dalam kasus ini proyek dilaksanakan di Indonesia maka harus berpedoman pada Standar Nasional Indonesia (SNI) mengenai perencanaan gedung dan buku pedoman lain yang dirasa sesuai.

Adapun syarat dan ketentuan tersebut terdapat pada buku pedoman, antara lain :

1. Tata Cara Perencanaan Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung SNI 2847 : 2019.
2. Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur bangunan Gedung dan Non Gedung SNI 1726-2019.
3. Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung SNI 03- 1726-2019.
4. Pedoman Perencanaan Pembangunan Rumah dan Gedung (PPPURG 1987).
5. Tata cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung- SK SNI-T-15 1991-03
6. Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural (SNI 1729:2020).
7. Buku Teknik Sipil (Sunggono, 1984).
8. Dasar-dasar Perencanaan Struktur Beton Bertulang (Gedeon Kusuma, 1993).

Mutu Beton

Gedung direncanakan dengan mutu bahan beton $f_c' = 25$ MPa untuk struktur balok dan plat lantai dan $f_c' = 25$ MPa untuk kolom. Dengan bahan pendukung baja tulangan menggunakan mutu baja $f_y = 400$ MPa untuk tulangan lentur (tulangan pokok dan tulangan ekstra) dan $f_y = 240$ MPa untuk tulangan geser (tulangan sengkang dan tulangan sepihak) sedangkan untuk perencanaan kuda-kuda baja menggunakan bahan dengan mutu baja (f_y) = 400 Mpa.

Analisa Struktur Terhadap Gempa

Struktur bangunan gedung terdiri dari struktur atas dan bawah. Struktur atas adalah bagian struktur gedung yang berada diatas permukaan tanah dan Struktur bawah adalah bagian dari struktur bangunan yang terletak di bawah permukaan tanah yang dapat terdiri dari struktur basemen, dan atau struktur pondasi lainnya. (SNI 03-1726-2012).

Koefisien-koefisien Situs dan Parameter Percepatan Gempa

Untuk menentukan respons spektral percepatan gempa MCE_R dipermukaan tanah, diperlukan faktor amplifikasi seismik pada periode 0,2 detik dan 1 detik. Faktor amplifikasi meliputi faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode pendek (F_a) dan faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode 1 detik (F_v) yang ditentukan oleh dengan tabel. Parameter *spektrum respons* percepatan pada

periode pendek (S_M) dan periode 1 detik (S_{M1}) yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs, harus ditentukan dari persamaan:

$$S_{MS} = Fa \times S_s \dots\dots\dots 2.1$$

$$S_{M1} = Fv \times S_1 \dots\dots\dots 2.2$$

Tabel 1. Koefisien Situs F_a

Kelas Situs	Parameter Respons Spektral Percepatan Gempa (MCE_R) Terpetakan Pada Periode Pendek, $T = 0,2$ detik, S_s				
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s \geq 1,25$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1	1	1	1	1
SC	1,2	1,2	1,2	1	1
SD	1,6	1,4	1,2	1	1
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	SS				

Sumber : Tabel 4 SNI 1726-2019

Tabel 2. Karakteristik Mekanis Baja Berdasarkan Mutunya

Jenis Baja	Tegangan Putus Minimum, F_u (Mpa)	Tegangan Leleh Minimum, F_y (Mpa)	Peregangan Minimum (%)
BJ 34	340	210	22
BJ 37	370	240	20
BJ 41	410	250	18
BJ 50	500	290	16
BJ 55	550	410	13

Sumber : Tabel 4 SNI 1726-2019

Pada SNI 03-1729-2002, karakteristik mekanis dari beberapa jenis mutu baja yang beredar di pasaran dijelaskan pada Tabel 1 dengan nilai tegangan leleh (f_y) dan tegangan putus (f_u) yang tidak boleh melebihi nilai yang telah ditetapkan pada tabel, nilai mekanis yang secara umum akan dijelaskan dalam Tabel 3.

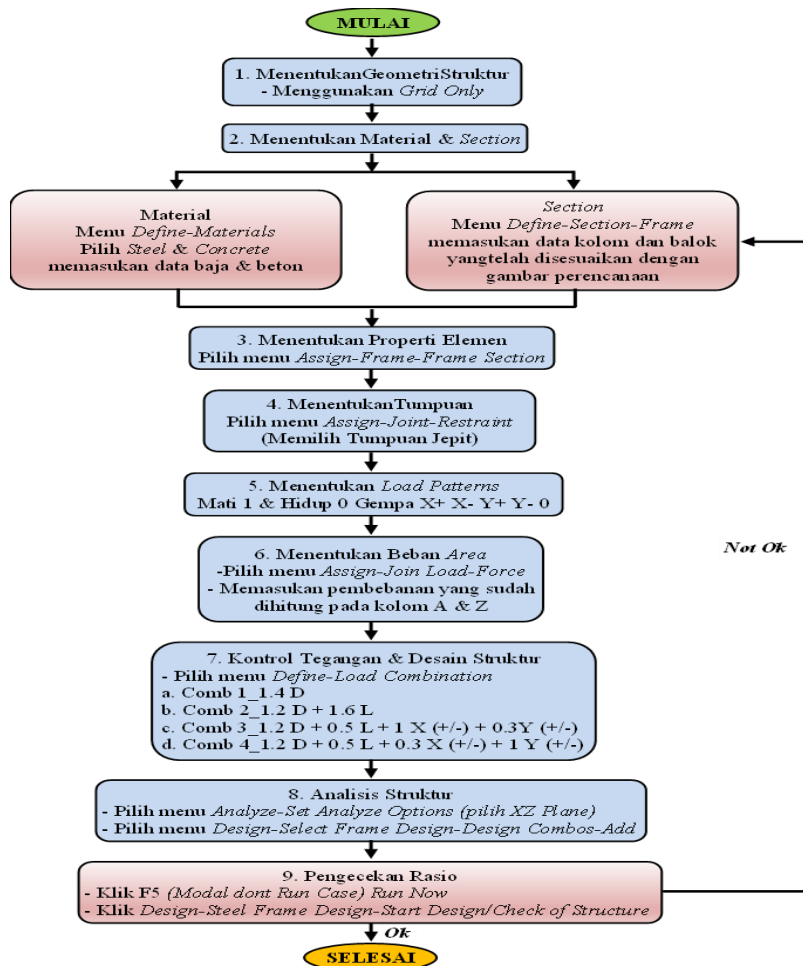
Tabel 3. Karakteristik Mekanis Baja Struktural Secara Umum.

Sifat Mekanis	Simbol	Nilai	Satuan
Modulus Elastisitas	E	200.000	MPa
Modulus Geser	G	80.000	MPa
Nisbah Poisson	μ	0,3	-
Koefisien Pemuaian	α	12×10^{-6}	/oC

Sumber : Tabel 4 SNI 1726-2019

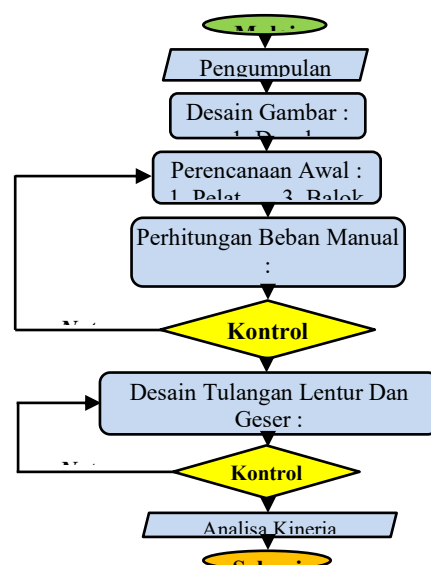
Analisis Perhitungan SAP 2000 v.14 Versi Student

SAP 2000 v.14 Versi Student Merupakan Program perhitungan analisa struktur, hanya sebatas mencari harga - harga momen, normal, lintang.



Metodologi Penelitian

Dalam perencanaan struktur gedung dengan menggunakan balok – balok kantilever dibuat langkah kerja dalam bentuk *flow chart* dibawah ini :



Gambar 1. Flowchart Perencanaan
(Sumber : Dokumen Pribadi 2023)

Hasil dan Pembahasan

Perhitungan Balok, Kolom dan Sloof

Data Teknis Portal

1. Material beton

Berat per unit volume = 24 kN/m³

f.c (balok dan kolom) = 25 MPa

Modulus elastisitas = 23.500 MPa

$E_c = 4700\sqrt{f_c} \rightarrow 4700\sqrt{25} = 23.500 \text{ MPa}$ (SNI -03-2847-2012, pasal 10.5(1), hal 54)

2. Material tulangan

Besi ulir , $f_y = 400 \text{ MPa}$; $f_u = 570 \text{ MPa}$

Besi polos , $f_y = 240 \text{ MPa}$; $f_u = 390 \text{ MPa}$

Berat volume = 78,50 kN/m³

Modulus elastisitas = 200.000 MPa

A. Menentukan Syarat-syarat Batas dan Panjang Bentang

Balok dianggap ditumpu bebas pada kedua tepinya, dengan panjang bentang 200 cm , 300 cm dan 400 cm.

B. Menentukan Dimensi

1. Pada perencanaan dimensi balok induk (B1) menggunakan acuan dengan asumsi awal, 1/10 L hingga 1/15 L dari jarak kolom. Dalam perencanaan ini digunakan 1/10.

$$h = 1/10 L \Rightarrow = 1/10 \times 400 = 40 \text{ cm}$$

$$b = \left(\frac{L}{16}\right) \times \left(0,4 + \frac{f_y}{700}\right) \\ = \left(\frac{4000}{16}\right) \times \left(0,4 + \frac{400}{700}\right) = 242,85 \text{ mm} \sim 25 \text{ cm}$$

2. Pada perencanaan dimensi balok anak (B2) menggunakan acuan dengan asumsi awal, 1/10 L jarak kolom. Dalam perencanaan ini digunakan 1/10.

$$h = 1/10 L \Rightarrow = 1/10 \times 300 = 30 \text{ cm}$$

$$b = \left(\frac{L}{21}\right) \times \left(0,4 + \frac{f_y}{700}\right) \\ = \left(\frac{3000}{21}\right) \times \left(0,4 + \frac{400}{700}\right) = 185,03 \text{ mm} \sim 20 \text{ cm}$$

Sloof = 25 x 45 cm, B1 = 30 x 50 cm , B2 = 25 x 40 cm, B3 = 20 x 30 cm

3. Pada perencanaan dimensi kolom dengan menyesuaikan beban yang terjadi dengan asumsi awal.

4. Kombinasi pembenanan :

- 1) Comb 1 : 1,4 DL
- 2) Comb 2 : 1,2 DL + 1,6 LL
- 3) Comb 3 : 1,2 DL + EX + LL
- 4) Comb 4 : 1,2 DL + EY + LL
- 5) Envelope : Comb 1 + Comb 2

▪ Kolom Tepi

Untuk menentukan dimensi kolom rencana untuk kolom yang paling bawah (lantai 1), dapat ditentukan dengan cara sebagai berikut.

dimana :

σ = tegangan beton

$$\sigma = P / A$$

P = Total beban ditanggung kolom paling bawah

A = Luas penampang kolom rencana

Mutu beton $f_c = 25 \text{ MPa} \rightarrow K = 300 \text{ kg/cm}^2$

$$\sigma = K / 3 = 100 \text{ kg/cm}^2$$

Perkiraan total beban per m² dari berat plat, balok, beban mati tambahan dan beban hidup pada masing-masing lantai adalah :

1) Beban mati (DL) :

- a. Dicoba Kolom ukuran 45 x 45 cm pada keempat sisi pelat, tinggi 3,3 m :
 $0,45 \times 0,45 \times 3,3 \times 24 \text{ kN} = 16,038 \text{ kN/m}^2$
- b. Berat dinding dengan tinggi 3,3 m per lantai, dengan panjang yang dipikul kolom tepi adalah 3 m :
 $1,5 \times 3 \times 2,4 \text{ kN} = 10,80 \text{ kN/m}^2$
- c. Balok induk (B1) yang dipikul dengan ukuran 30 x 50 cm, panjang total daerah yang dipikul 3 m :
 $0,30 \times 0,50 \times 1,5 \times 24 \text{ kN} = 10,88 \text{ kN/m}^2$
- d. Beban mati finishing per lantai
 Total beban mati finishing (taksir) = 2 kN/m²
- e. Beban atap didapat dari perhitungan kuda-kuda (taksir)
 Beban atap = 8 kN/m² +
 Total DL = 47,718 kN/m²

2) Beban hidup (LL) = 2,5 kN/m²

3) Kombinasi beban

- 1,2 DL + 1,6 LL = (1,2) (47,718) + (1,6) (2,5) → = 62,268 kN/m²

Daerah yang ditopang kolom :

$$P = 3 \text{ m} ; L = 2,1 \text{ m}$$

$$P = 61,262 \text{ kN/m}^2 \times 3 \text{ m} \times 2,1 \text{ m} \times 5 \text{ lantai} = 1.929,74 \text{ kN}$$

$$A = P / \sigma$$

$$= 1.929,74 / 100 \Rightarrow = 1929,74 \text{ cm}^2$$

$$\text{Dimensi kolom yang dipakai} = \sqrt{1929,74} = 43,93 \sim 45 \text{ cm}$$

$$K1 = 45 \times 45 \text{ cm}, K2 = 30 \times 30 \text{ cm}, K3 = 20 \times 20 \text{ cm}$$

Pembebanan Portal

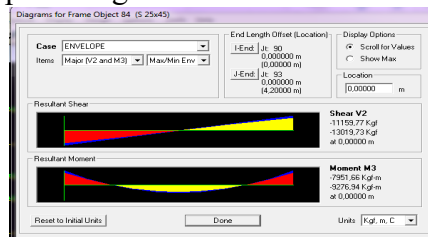
Sesuai dengan Peraturan Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (PPPURG 1987), ada empat pembebanan yang ditinjau dalam portal, yaitu beban mati, beban hidup, beban angin dan beban gempa. Sesuai dengan kegunaannya, diperoleh beban sebagai berikut :

a. Beban Pada Plat Lantai 1 sampai dengan 5

1. Beban pada plat lantai yang terdiri dari : beban mati (W_D), beban hidup (W_L), beban pada balok, berat struktur.

b. Perhitungan sloof dan balok

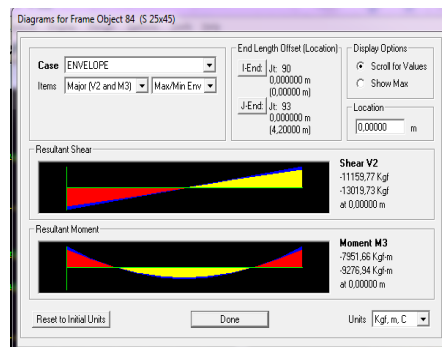
Berdasarkan perhitungan SAPv14.0.0 di lantai 1 frame 64.



Gambar 2. Output Momen Tumpuan Sloof 25 x 50

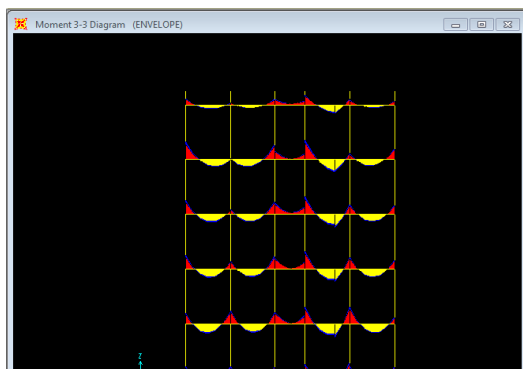
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2023)

Sehingga tulangan lapangan dengan Nilai momen ultimit bagian lapangan Sloof (25/45) yang dibahas dalam perhitungan dari hasil *run analysis* SAP 2000 v14.0.0 di lantai 1 frame 84

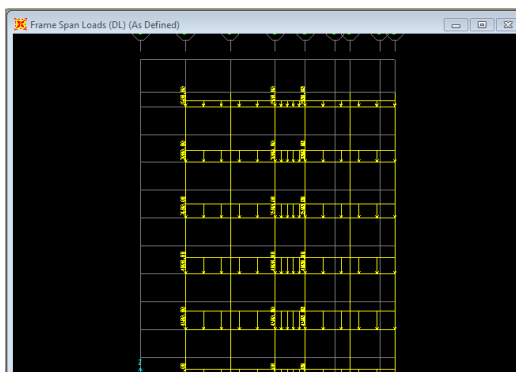


Gambar 3. Output Momen Lapangan Sloof 25 x 45
(Sumber : Dokumen Pribadi, 2023)

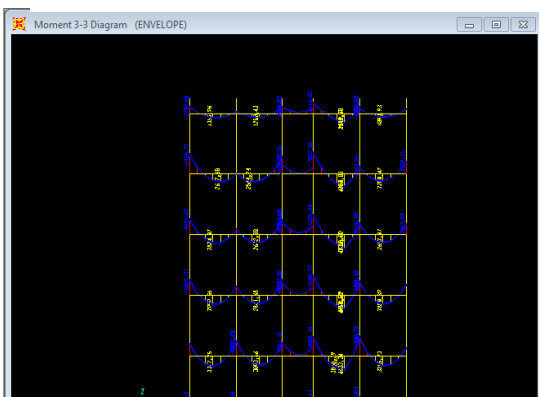
Dalam analisis perhitungan SAP2000.v14.0.0 dilakukan adalah perhitungan tulangan geser untuk sloof 25/45, perhitungan balok B1 30/50, balok B2 25/40, balok B3 20/30, kolom K1 45/45, K2 30/30. Berikut merupakan diagram bidang momen berdasarkan SAP2000v14.0.0.



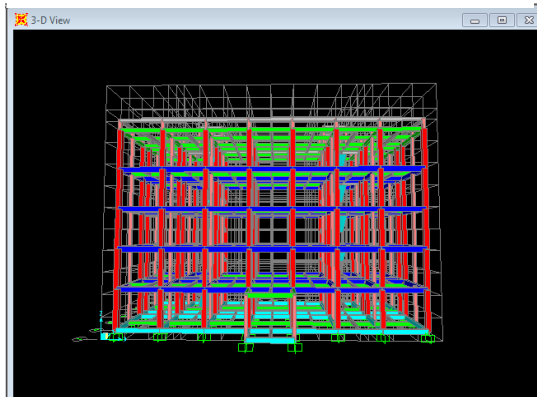
Gambar 4. Diagram Bidang Momen 3-3 Sumbu YZ



Gambar 5. Diagram Beban Mati Sumbu 3-3 YZ



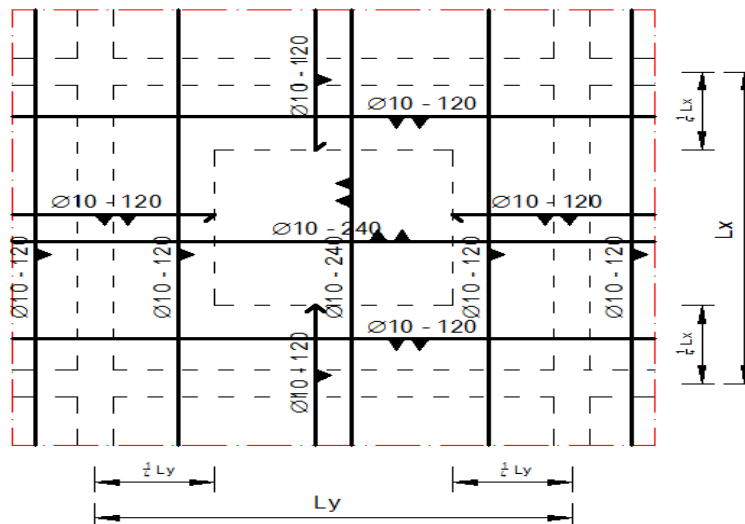
Gambar6. Diagram Bidang Momen 3-3 Sumbu YZ



Gambar 7. Portal Struktur 3 Dimensi

Tabel 4. Penulangan Plat Lantai

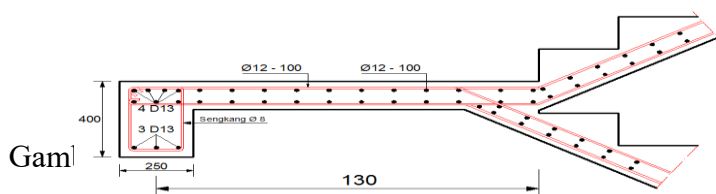
Tipe Pelat	Momen				Tulangan Lapangan		Tulangan Tumpuan	
	Mlx (kNm)	Mly (kNm)	Mtx (kNm)	Mty (kNm)	Arah x (mm)	Arah y (mm)	Arah x (mm)	Arah y (mm)
A1	1,756	1,015	- 3,824	- 3,005	Ø10-240	Ø10-240	Ø10-120	Ø10-120
A	1,561	1,054	- 3,473	- 2,887	Ø10-240	Ø10-240	Ø10-120	Ø10-120
B1	0,920	0,743	- 2,124	- 1,947	Ø10-240	Ø10-240	Ø10-120	Ø10-120
B	0,743	0,743	- 1,840	- 1,840	Ø10-240	Ø10-240	Ø10-120	Ø10-120

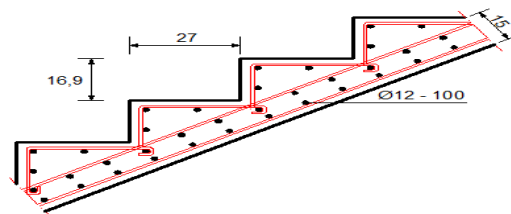
**Gambar 8. Penulangan Plat Lantai****Perhitungan Tulangan Tangga.**

Pembatasan rasio tulangan (ρ_b) karena mutu beton $f_c' 25$, maka: $\beta_1 = 0,85$ (SNI 03-2847-2019) adalah perhitungan plat tangga tumpuan untuk arah X dan arah Y, plat tangga lapangan untuk arah X dan arah Y, tulangan plat bordes tumpuan untuk arah X dan arah Y, tulangan plat bordes lapangan untuk arah X dan arah Y.

Tabel 5. Rekap Tulangan Tangga

Jenis Pelat Tangga	Posisi Tulangan	Tulangan	As Tulangan (mm ²)
Pelat Tangga	Tump. x	Ø12 - 100	1130
	Lap. x	Ø10 - 100	785
	Tump. y	Ø12 - 100	1592
	Lap. y	Ø12 - 100	1326
Bordes	Tump. x	Ø12 - 100	1002
	Lap. x	Ø12 - 100	904
	Tump. y	Ø12 - 100	1043
	Lap. y	Ø12 - 100	1582





Gambar 10. Detail Plat Tangga

Kesimpulan

1. Perhitungan tulangan pada tie beam, balok, kolom, plat lantai, dibantu menggunakan SAP 2000 v.14. Diperoleh nilai momen, gaya lintang dan torsi yang berbeda-beda. Diambil nilai maksimum dan dikelompokkan untuk mempermudah perhitungan.
 - a. Penulangan Sloof 250 x 450 mm bentang 420 cm di lantai 1 frame 84 Penulangan balok dapat dilihat pada gambar bawah.

Tabel Detail Penulangan Tie Beam 250 x 450 mm

Tie Beam 250 x 450 mm	Tumpuan	Lapangan
Tulangan Atas	5D16	4D16
Tulangan Samping	2D13	2D13
Tulangan Bawah	4D16	5D16
Tulangan Sengkang	Ø 8 – 100	Ø 8 – 150

- b. Penulangan Lentur B1 300 x 500 mm bentang 420 cm di lantai 2 frame 147 Penulangan balok dapat dilihat pada gambar bawah.

Tabel Detail Penulangan Lentur Balok B1 300 x 500 mm

B1 300 x 500 mm	Tumpuan	Lapangan
Tulangan Atas	6D19	4D19
Tulangan Samping	2D16	2D16
Tulangan Bawah	4D19	6D19
Tulangan Sengkang	Ø 8 – 100	Ø 8 – 150

- c. Penulangan Lentur B2 250 x 400 mm bentang 420 cm di lantai 3 frame 965 Penulangan balok dapat dilihat pada gambar bawah.

Tabel Detail Penulangan Lentur Balok B2 250 x 400 mm

B2 250 x 400 mm	Tumpuan	Lapangan
Tulangan Atas	4D16	3D16
Tulangan Samping	2D13	2D13
Tulangan Bawah	3D16	4D16
Tulangan Sengkang	Ø 8 – 100	Ø 8 – 150

- d. Kolom yang dirancang K1 450 x 450 di lantai 1 Penulangan utama 16D22, sengkang Ø10 -100 di sepanjang l_0 dan sengkang Ø10-150 di luar l_0 .
2. Plat dua arah dengan tebal 120 mm, digunakan Ø10-200 untuk tulangan pokok arah-x dan Ø10-240 untuk arah-y. Penulangan susut Ø10-240.
3. Tebal plat tangga dan bordes 150 mm. Penulangan lapangan dan tumpuan digunakan Ø12-200. Penulangan susut digunakan Ø10- 200.
4. Penulangan balok bordes 250 x 400 mm dapat dilihat pada tabel dibawah

Balok Bordes 250 x 400 mm	Tumpuan	Lapangan
Tulangan Atas	4D16	3D16

Tulangan Samping	2D13	2D13
Tulangan Bawah	3D16	4D16
Tulangan engkang	Ø 8 – 100	Ø 8 – 150

Daftar Pustaka

- Antonius, 2021. "Perilaku Dasar dan Desain Beton Bertulang Berdasarkan SNI-2847-2019" Penerbit Unissula Press, Semarang.
- Anugrah Pamungkas, Erny Harianti.2010. "Desain Pondasi Tahan Gempa". Penerbit ITS Press: Surabaya.
- Asroni, Ali. 2010. "Balok dan Pelat Beton Bertulang Berdasarkan SNI-2847-2019" Penerbit Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. "Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Rumah dan Gedung". SNI 1726-2012.
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. "Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung" SNI 03-1729-2019.
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. Tata Cara Perhitungam Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung" SNI 03-2847-2019.
- Departemen Pekerjaan Umum, "Pedoman Perencanaan Pembangunan Untuk Rumah dan Gedung (PPPURG) "1987.
- Gunawan, Rudy.2013. "Tabel Konstruksi Baja. Penerbit Kanisius : Yogyakarta.
- Juwana, J. S. 2004. Panduan Sistem Bangunan Tinggi. Erlangga:. Jakarta.
- Purwanto. 2006. "Bahan Ajar Beton 1". Fakultas Teknik Undip Semarang.
- Vis, W. C. dan Kusuma, Gideon H. 1993. "Grafik Dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang". Penerbit Erlangga : Jakarta.
- Vis, W. C. dan Kusuma, Gideon H. 1997. "Dasar – Dasar Perencanaan Beton Bertulang". Penerbit Erlangga : Jakarta.