

STUDI EVALUASI PERENCANAAN STRUKTUR BETON BERTULANG LAB TERPADU UNIVERSITAS ISLAM MALANG”

Moh. Ilham Walidi¹, Warsito², Bambang Suprpto³

- 1) Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Islam Malang, email: kazeoilham6@gmail.com
- 2) Dosen Teknik Sipil Universitas Islam Malang, email: warsito@unisma.ac.id
- 3) Dosen Teknik Sipil Universitas Islam Malang, email: bambang.suprpto@unisma.ac.id

ABSTRAKSI

Kota Malang merupakan salah satu kota terbesar yang terletak di Jawa Timur salah satu kota pendidikan terbesar di Jawa Timur yang mengalami perkembangan pembangunan gedung perkuliahan setiap tahunnya. Lab terpadu universitas islam malang merupakan salah satu gedung infrastruktur penunjang pendidikan yang berada di Universitas Islam Malang. Lab terpadu Unisma malang terdiri dari 5 lantai dan tinggi gedung 20,5 m. Pada tugas akhir ini gedung lab terpadu dirancang dengan konstruksi beton bertulang. Beban yang dianalisis berupa beban mati, beban hidup dan beban gempa. Mutu baja tulangan ulir $f_y = 390$ Mpa, polos $f_y = 240$ Mpa, dan mutu beton $f_c' = 22,5$ Mpa. Studi perencanaan ini menghasilkan pelat lantai yang mempunyai ketebalan pelat 120 mm. Balok yang terpasang menggunakan dimensi 25/50 cm untuk balok anak, Beban gempa yang direncanakan menggunakan metode respons spectrum gempa dengan jumlah gaya geser terskala $V = 117765$ kg, sedangkan untuk balok induk dimensi yang digunakan adalah 60/100 cm, 30/50 cm. Dimensi kolom yang digunakan adalah tipe K1 65/65 cm. pondasi yang digunakan berupa pondasi tiang pancang dengan ukuran poer pondasi 3,6 x 2,4 m, spesifikasi tiang pancang diameter 40 cm dengan jumlah tiang 6 buah tiang pada kedalaman 9 m.

Kata Kunci : *Evaluasi Perencanaan, Struktur Beton Bertulang, Lab Terpadu Universitas Islam Malang*

Malang is one of the big towns and the largest education center in East Java, which going places for education infrastructure building every year. The integrated lab of University of Islam Malang is one of the infrastructure buildings supporting education at the Islamic University of Malang. The lab consists of 5 floors and has elevation 20.5 m from ground level. In this final project an integrated lab building is designed with reinforced concrete construction. The loads for building analyzed are containing of dead load, live load and earthquake load. The reinforcement steel which are used in this plan consist of f_y (tensile strength for screw steel) = 390 Mpa, f_y (tensile strength for plain steel) = 240 Mpa, and concrete quality $f_c' = 22.5$ Mpa. This planning study produces a floor plate that has a plate thickness of 120 mm. The installed beam uses dimensions 25/50 cm for the joist, the earthquake load planned using the earthquake spectrum response method with the scale of the shear force scaled $V = 117765$ kg, while for the main beam the dimensions used are 60/100 cm, 30/50 cm. The dimensions of the column used are K1 type 65/65 cm. The foundation used is a pile foundation with a foundation size of 3.6 x 2.4 m, specification piles with a diameter of 40 cm with a total of 6 piles at a depth of 9 m.

Keywords : *Planning Evaluation, Reinforced Concrete Structures, Integrated Laboratory of Islamic University of Malang*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur secara umum mengalami kemajuan sangat pesat dengan berdirinya gedung bertingkat seperti pembangunan dome, gedung rektorat, perkuliahan, perpustakaan, dan lab terpadu hingga gedung pencakar langit ada di berbagai penjuru dunia. Tujuan pembangunan gedung lab terpadu bertingkat juga karena kebutuhan untuk meningkatkan fasilitas mahasiswa. tidak sepadan dengan ketersediaan lahan yang memenuhi, memungkinkan hal ini terjadi salah satu alternatif bangunan lab terpadu bertingkat untuk meminimalisir lahan yang ada.

Kota Malang merupakan salah satu kota yang terletak di Jawa Timur salah satu kota pendidikan terbesar di Jawa Timur yang mengalami perkembangan pembangunan gedung perkuliahan setiap tahunnya. Selain pembangunan gedung perkuliahan terdapat juga pembangunan Dome, perpustakaan, gedung rektorat dan lab terpadu. Yang menjadi pembahasan dalam tugas ahir ini adalah pembangunan Lab Terpadu Universitas Islam Malang.

Lab terpadu universitas islam malang merupakan salah satu gedung infrastruktur penunjang pendidikan yang berada di Universitas Islam Malang. Pembangunan ini bertujuan untuk menambah fasilitas pendidikan mahasiswa Universitas Islam Malang, Lab Terpadu Universitas Islam Malang terdiri dari lima lantai. Konstruksi Lab Terpadu Universitas Islam Malang di rencanakan dengan menggunakan struktur beton bertulang. Pada studi ini di lakukan perencanaan ulang Lab Terpadu UNISMA menggunakan struktur beton bertulang dengan menggunakan mutu bahan dan dimensi balok, pelat, kolom yang berbeda dengan dilapangan.

Identifikasi Masalah

Dari uraian latar belakang dapat diperoleh identifikasi masalah sebagai berikut :

1. Merencanakan ulang bangunan dengan dimensi plat, balok dan kolom sesuai dengan fungsi gedung
2. Kondisi kekuatan bangunan jika terjadi gempa
3. Kondisi dimensi dan jarak tiang pancang disesuaikan dengan data SPT

Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang dapat diperoleh identifikasi masalah sebagai berikut

1. Berapa dimensi plat, balok, kolom serta penulangannya ?
2. Berapa besar kapasitas gempa rencana lab terpadu universitas islam malang menggunakan metode respon spectrum gempa ?
3. Berapa dimensi dan jumlah tiang pancang yang direncanakan ?

Tujuan dan Manfaat

1. Untuk mengetahui berapa dimensi pelat, balok, kolom yang akan direncanakan
2. Untuk mengetahui kapasitas gempa rencana pada Lab Terpadu Universitas Islam Malang
3. Untuk memperoleh dimensi dan jumlah tiang pancang yang direncanakan

Adapun manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi para pembaca antara lain:

1. Menjadi referensi bagi perencana bangunan bertingkat

Lingkup Pembahasan

1. Perhitungan struktur pelat lantai
2. Pembebanan analisa perencanaan portal
3. Analisa portal struktur dengan sistem rangka pemikul momen menengah (SRPMM)

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Beton

Beton ialah suatu campuran yang terdiri dari semen, kerikil, pasir dan air, sehingga membentuk suatu beton yang kuat dan kokoh. Terlebih juga dilakukan penambahan aditif lainnya untuk menghasilkan beton dengan karakteristik tertentu, seperti durasi dan waktu pengerasannya lebih cepat dari beton biasanya dan mudah dalam pengerjaannya.

Beban Struktur

Perencanaan struktur bangunan harus memperhitungkan faktor pembebanan yang akan dipikul oleh struktur tersebut. Beban-beban tersebut dapat berupa beban mati, beban hidup, beban gempa dan beban hujan yang bekerja pada struktur tersebut. Pengertian dari beban-beban tersebut menurut Peraturan Pembebanan Untuk Gedung (PPUG, 1983) adalah sebagai berikut:

Beban-beban yang dipakai dalam perhitungan adalah :

- a. Beban mati
- b. Beban hidup
- c. Beban gempa

Pelat

$$h = \frac{\ln \left(0.8 + \frac{fy}{1400} \right)}{36 + 9\beta (afm - 0.2)}$$
$$h = \frac{\ln \left(0.8 + \frac{fy}{1400} \right)}{36 + 9\beta}$$

Balok

$$h_{\min} = \frac{1}{15} L, \quad h_{\max} = \frac{1}{10} L$$
$$b_{\min} = \frac{1}{2} h, \quad b_{\max} = \frac{2}{3} h$$

Kolom

Kolom merupakan batang tekan dari rangka struktur yang memikul beban dari balok, kolom merupakan suatu elemen struktur penting dalam suatu bangunan. Perencanaan dimensi harus sesuai persyaratan yang ditentukan dalam SNI 2847-2013 pasal 21.5.1.4 yaitu lebar komponen struktur (bw) balok tidak boleh melebihi lebar komponen struktur penumpu (kolom), ditambah suatu jarak pada masing-masing sisi komponen struktur penumpu yang sama dengan yang lebih kecil dari :

1. Lebar komponen struktur penumpu, dan
2. 0,75 kali dimensi keseluruhan struktur penumpu

Analisis Perencanaan Struktur Gempa (SNI 1726-2012)

Gempa rencana

Faktor Keutamaan Resiko Struktur Bangunan

Klasifikasi Situs dalam Perumusan Desain Seismik

Parameter Percepatan Gempa

$$S_{MS} = F_a S_s$$

$$S_{M1} = F_v S_1$$

Spektral Desain

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS}$$

$$S_{DI} = \frac{2}{3} S_{M1}$$

Spektrum Respon Desain

$$S_a = S_{DS} + (0.4 + 0.6 \frac{T}{T_0})$$

$$S_a = \frac{SD1}{T}$$

Sistem Struktur

Faktor Redudansi

Kombinasi dan Beban Gempa

Geser Dasar Seismik

$$V = C_s W$$

$$C_s = \frac{SDS}{(\frac{R}{I_e})}$$

$$C_s = \frac{SD1}{T(\frac{R}{I_e})}$$

$$C_s = 0,44 S_{DS} I_e \geq 0,01$$

Periode Fundamental

$$T_a = C_t h_n^x$$

Distribusi Vertikal Gaya Gempa

$$F_x = C_{vx} V$$

Pondasi Tiang Pancang

$$P_a = \frac{qc \times A_p}{FK1} + \frac{\sum li.fi \times Ast}{FK2}$$

METODOLOGI PERENCANAAN

Tahapan Perencanaan

1. Perhitungan dimensi balok
2. Perencanaan plat lantai
 - a. Perhitungan tebal plat lantai
 - b. Analisa pembebanan
 - c. Perhitungan momen
 - d. Perhitungan penulangan
3. Perencanaan balok anak
4. Perhitungan dimensi kolom
5. Analisa berat total bangunan
 - a. Pembebanan (Beban mati dan beban hidup)
 - b. Pembebanan sementara (Gempa)
6. Analisa statika portal pada aplikasi STAAD PRO V8i
7. Perencanaan balok induk
 - a. Perhitungan tulangan longitudinal tumpuan
 - b. Perhitungan longitudinal lapangan
 - c. Perhitungan transversal
8. Perencanaan kolom
 - a. Pengaruh kelangsingan kolom
 - b. Perhitungan tulangan longitudinal
 - c. Kuat kolom
 - d. Perhitungan tulangan transversal
9. Perencanaan pondasi tiang pancang

- a. Perhitungan daya dukung
 - b. Perhitungan penulangan *pile cap* dan tiang pancang
10. Kesimpulan dan saran

PEMBAHASAN

Data Perencanaan

1. Lokasi Bangunan : Kota Malang
2. Fungsi Bangunan : Gedung Lab Terpadu
3. Konstruksi Bangunan: Struktur Beton Bertulang
4. Jenis Tanah : Tanah Lempung
5. Jumlah Lantai : 5 lantai
6. Lebar Bangunan : 16 m
7. Tinggi Bangunan : 20,5 m
 - a. Lantai 1 : 0,00 m
 - b. Lantai 2 : 5,00 m
 - c. Lantai 3 : 9,00 m
 - d. Lantai 4 : 13,00 m
 - e. Lantai 5 : 17,00 m
 - f. Atap : 20,5 m
8. Data Mutu Bahan :
 - a. Mutu Beton f_c' : 22,5 Mpa
 - b. Mutu Baja polos f_y : 240 Mpa
 - c. Mutu Baja ulir f_y : 390 Mpa

Dimensi Balok

Balok merupakan elemen struktural yang menyalurkan beban dari pelat ke kolom. Untuk menentukan Balok merupakan tinggi (h) balok digunakan persamaan $1/15 \times L$ s.d $1/10 \times L$, sedangkan lebar (b) balok digunakan $1/2 \times h$ dan $2/3 \times h$. (W.C Visc dan Gideon H. Kusuma 1993 Hal. 104)

Dimensi balok induk arah memanjang line 1 yang direncanakan :

Bentang (L) 12 m = 1200 cm

$h_{min} = 1/15 \cdot L = 1/15 \cdot 1200 = 80 \text{ cm}$

$h_{max} = 1/10 \cdot L = 1/10 \cdot 1200 = 120 \text{ cm}$

maka, tinggi balok (h) di ambil = 100 cm

$b_{min} = 1/2 \cdot h = 1/2 \cdot 100 = 50 \text{ cm}$

$b_{max} = 2/3 \cdot h = 2/3 \cdot 100 = 66,67 \text{ cm}$

maka, lebar balok (b) di ambil = 60 cm

Dimensi balok melintang yang direncanakan sebagai berikut :

Balok line 1 = 60/100 cm

Dimensi balok induk arah melintang line D yang direncanakan :

Bentang (L) 6 m = 600 cm

$h_{min} = 1/15 \cdot L = 1/15 \cdot 600 = 40 \text{ cm}$

$h_{max} = 1/10 \cdot L = 1/10 \cdot 600 = 60 \text{ cm}$

maka, tinggi balok (h) di ambil = 50 cm

$b_{min} = 1/2 \cdot h = 1/2 \cdot 50 = 25 \text{ cm}$

$b_{max} = 2/3 \cdot h = 2/3 \cdot 50 = 33,33 \text{ cm}$

maka, lebar balok (b) di ambil = 30 cm

Dimensi balok memanjang yang direncanakan sebagai berikut :

Balok line D = 30/50 cm

Perencanaan Pelat lantai

Menentukan tebal pelat minimum, Untuk α_{fm} lebih besar dari 2,0, ketebalan pelat minimum

Sesuai dengan (SNI 2847-2013 pasal 9.5.3.3) Maka, tebal pelat direncanakan (h_f) = 12 cm

Kontrol tebal pelat $\alpha_{fm} > 0,2$

$h = (4400 (0,8 + f_y/1400)) / (36 + 5\beta (\alpha_{fm} - 0,2))$

120 = $(4400 (0,8 + 240/1400)) / (36 + 5 \times 1,63 (\alpha_{fm} - 0,2))$

120 = $(4400 (0,97)) / (36 + 8 (\alpha_{fm} - 0,2))$

$$\begin{aligned}
120 &= 4400/(36 + 8\alpha_{fm} - 1,6) \\
120 &= 4274/(34,4 + 7,95\alpha_{fm}) \\
120(34,4 + 8\alpha_{fm}) &= 4274 \\
4128 + 960\alpha_{fm} &= 4274 \\
960\alpha_{fm} &= -146,3 \\
\alpha_{fm} &= -0,15
\end{aligned}$$

$$\alpha_{fm} < 0,2$$

Dikarenakan $\alpha_{fm} < 0,2$ maka harus menggunakan drop panels (SNI 2847-2013 pasal 9.5.3.2) tebal pelat rencana (hf) = 12 cm memenuhi syarat.

Beban Mati (qd) :

Beban Berfaktor (qf) :

$$qf = 1,2 qd + 1,6 ql$$

$$qf = (1,2 \times 423) + (1,6 \times 320)$$

$$qf = 1019,6 \text{ kg/m}^2$$

$$Mu \text{ Mlx} = 339,5 \text{ kgm} = 3,395 \text{ kNm}$$

$$\text{Asperlu} = \rho_{\min} \cdot b \cdot dx$$

$$\text{Asperlu} = 0,0058 \cdot 1000 \cdot 95$$

$$\text{Asperlu} = 554,17$$

Dipakai tulangan pokok Ø10-125 (Tabel tulangan dan jarak tulangan)

$$\text{Asada} = 1000/125 \times 1/4 \cdot \pi \cdot \text{Øtulangan}^2$$

$$\text{Asada} = 1000/125 \times 1/4 \cdot 3,14 \cdot 10^2$$

$$\text{Asada} = 628 \text{ mm}^2 > \text{Asperlu} = 554,17 \text{ mm}^2 \dots \text{OK}$$

Koefisien tulangan bagi = 0,0014 (SNI 2847-2013.Pasal 7.12.2.1)

$$\text{As'bagi} = 0,0014 \cdot b \cdot h$$

$$\text{As'bagi} = 0,0014 \times 1000 \times 120$$

$$\text{As'bagi} = 168 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan bagi Ø10-125 (Tabel tulangan dan jarak tulangan)

$$\text{As'Ada} = 1000/125 \times 1/4 \cdot \pi \cdot \text{Øtulangan}^2$$

$$\text{As'Ada} = 1000/125 \times 1/4 \cdot 3,14 \cdot 10^2$$

$$\text{As'Ada} = 321,54 \text{ mm}^2 > \text{Asperlu} = 168 \text{ mm}^2 \dots \text{OK}$$

Perencanaan Balok Anak

$$h = 1/15 \cdot L \text{ s/d } 1/10 \cdot L$$

$$b = 1/2 h \text{ dan } 2/3 h$$

(Gideon H Kusuma 1993)

Balok anak arah melintang (L) 5 m = 500 cm

direncanakan :

$$h_{\min} = 1/15 \cdot L = 1/15 \cdot 500 = 33,33 \text{ cm}$$

$$h_{\min} = 1/10 \cdot L = 1/10 \cdot 800 = 80 \text{ cm}$$

tinggi balok anak (h) di ambil = 50 cm

maka, lebar balok anak di ambil :

$$b_{\min} = 1/2 \cdot h = 1/2 \cdot 50 = 25 \text{ cm}$$

$$b_{\max} = 2/3 \cdot h = 2/3 \cdot 50 = 33,33 \text{ cm}$$

lebar balok anak (b) diambil = 25 cm

sehingga, direncanakan dimensi balok anak

Balok Anak line 1'(A' - C) = 25/50 cm

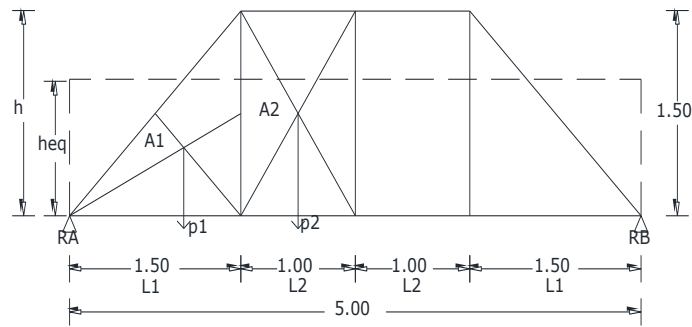
Analisa Pemerataan Beban Plat

Beban trapesium

$$h_{eq} = \frac{8(1/3 h L_1^2 + h L_1 L_2 + 1/2 h L_2^2)}{4 h L_1 + 8 h L_2 + 4 L_2^2}$$

Beban segitiga

$$h_{eq} = 2/3 \cdot h$$



Gambar 1. Pemerataan Balok Line 1' (A'-C)

Diketahui :

$$h = 1,5$$

$$heq = \frac{8(1/3hL_1^2 + hL_1L_2 + 1/2hL_2^2)}{4hL_1 + 8hL_2 + 4L_2^2}$$

$$heq = \frac{8(\frac{1}{3} \cdot 1,5 \cdot 1,5^2 + 1,5 \cdot 1,5 \cdot 2 + \frac{1}{2} \cdot 1,5 \cdot 2^2)}{4 \cdot 1,5 \cdot 1,5 + 8 \cdot 1,5 \cdot 2 + 4 \cdot 2^2}$$

$$heq = 1,40 \text{ m}$$

Pembebanan Balok (Beban Merata)

Beban mati (qd)

$$\text{Berat Sendiri Pelat} = (2 \times 1,40) \cdot 423 = 1128 \text{ kg/m}$$

$$\text{Berat Sendiri Balok} = 0,25 \times 0,5 \times 2400 = 300 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Beban hidup (ql)} = 1484,4 \text{ kg/m}$$

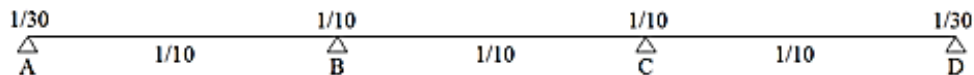
$$\text{Beban Hidup} = (2 \times 1,40) 400 = 1120 \text{ kg/m}$$

Beban Berfaktor (qf)

$$qf = 1,2 \text{ qd} + 1,6 \text{ ql}$$

$$qf = 1,2 (1484,4) + 1,6 (1120)$$

$$qf = 5373,28 \text{ kg/m}$$



Gambar 2. Koefisien Momen (Amrinsa Nasution, 2009 hal.99)

Momen Tumpuan :

$$Ma = Md = \frac{1}{30} \cdot q \cdot l^2$$

$$= \frac{1}{30} \cdot 5373,28 \cdot 5^2$$

$$= 2977,73 \text{ kgm}$$

$$Mb = Mc = \frac{1}{10} \cdot q \cdot l^2$$

$$= \frac{1}{10} \cdot 5373,28 \cdot 5^2$$

$$= 8933,2 \text{ kgm}$$

Momen Lapangan :

$$Mab = Mbc = Mcd = \frac{1}{10} \cdot q \cdot l^2$$

$$= \frac{1}{10} \cdot 5373,28 \cdot 5^2$$

$$= 8933,2 \text{ kgm}$$

$$As = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot b}{f_y} \times d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot Mu \cdot \beta_1}{0,85 \cdot f_c' \cdot b}}$$

$$= \frac{0,85 \cdot 22,5 \cdot 250}{390} \times d - \sqrt{432^2 - \frac{2 \cdot 89332000 \cdot 0,8}{0,85 \cdot 22,5 \cdot 250}}$$

$$= 710,427 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{As}{\frac{1}{4} \pi d_{\text{Tulangan pokok}}^2}$$

$$= \frac{710,427}{\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 16^2}$$

$$= 3,53 - 5 \text{ tulangan}$$

$$As_{\text{sada}} = \frac{1}{4} \pi d_{\text{Tulangan pokok}}^2 \cdot \text{jumlah tulangan}$$

$$As_{\text{sada}} = \frac{1}{4} 3,14 16^2 \cdot 5$$

$$As_{ada} = 1004,8 \text{ mm}^2$$

(Dipakai tulangan 5D16)

$$As' = \frac{p}{p_{max}} \cdot As$$

$$As' = \frac{0,0039}{0,0237} \cdot 1004,8$$

$$As' = 939,181 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah tulangan} &= \frac{As'}{\frac{1}{4} \pi d_{\text{tulangan pokok}}^2} \\ &= \frac{939,181}{\frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 16^2} \\ &= 1,95 \approx 3 \text{ tulangan} \end{aligned}$$

$$As'_{ada} = \frac{1}{4} \pi d^2 \text{Tulangan pokok} \cdot \text{jumlah tulangan}$$

$$As'_{ada} = \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 16^2 \cdot 3$$

$$As'_{ada} = 602,88 \text{ mm}^2$$

(Dipakai tulangan 3D16)

Maka, jarak sengkang :

$$\begin{aligned} \text{Sperlu} &= (157 \times 240 \times 423 \times 10^{-3}) / 66,509 \\ &= 188 \text{ mm} \approx 150 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jarak sengkang maksimum yang dibutuhkan :

$$S_{max1} = 216 \text{ mm}$$

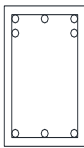
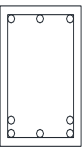
$$S_{max2} = 425,16 \text{ mm}$$

Maka, diambil S_{max} terkecil yaitu, $S_{max1} = 216 \text{ mm}$ sebagai tumpuan tulangan sengkang lapangan

Dari hasil perhitungan, maka dipasang tulangan sengkang

Sengkang tumpuan = Ø10 – 150 mm

Sengkang lapangan = Ø10 – 300 mm

Balok 25/50 line 1'(A'-C)	
Potongan A-A	Potongan B-B
	
250 X 500	
5 D16	3 D16
3 D16	5 D16
ø 10-150	ø 10-300

Gambar 3. Detail Penulangan Balok Line 1' (A'-C)

Pradimensi Kolom

Tabel 1. Rekapitulasi Dimensi Kolom

Lantai	Dimensi
Lantai 1 s/d 5	65 x 65

Sumber : Hasil Perhitungan

Analisa beban gempa

Tabel 2. Rekapitulasi Analisa Beban Gempa

No	Lantai	tinggi (hi)	berat tingkat (Wi)	Wi.hi (kgm)	Cvx	fx	Vx
1	Atap	20,5	93981	1926611	0,263497612	31030,8546	31030,85636
2	Lantai 5	17	110334	1875678	0,256188284	30170,0716	61200,92796
3	Lantai 4	13	112848	1467024	0,19792568	23308,7628	84509,69073
4	Lantai 3	9	112848	1015632	0,134529107	15842,851	100352,5417
5	Lantai 2	5	115362	576810	0,074272405	8746,70667	109099,2484
Jumlah			545373	6861755			

Sumber : Hasil Perhitungan

Perhitungan Balok Induk Line 6 (A-D)

Perencanaan balok induk dihitung menggunakan momen output hasil analisis kombinasi beban dari aplikasi staad pro, berikut adalah tabel resume momen desain portal dari analisis staad pro :

Rekapitulasi Output Analisis Kombinasi Beban

Sumber : Hasil Perhitungan

Momen tumpuan maksimum = 2609 kNm

Momen lapangan maksimum = 436,5 kNm

Komponen struktur lentur rangka momen menengah harus memenuhi persyaratan berikutp:

(SNI 2847-2013 pasal 21.3)

1. $P_u \leq A_g f_c / 10$

$P_u = 0 \leq ((600 \times 1000) \times 35) / 10$

$P_u = 0 \leq 13500000 \text{ N} \quad \dots \text{Ok}$

$M_u = 2609 \text{ kN}$

$R_n = \frac{M_u \cdot 10^6}{\phi \cdot b \cdot d^2} = \frac{2609 \times 10^6}{0,9 \times 600 \times 927,5^2}$
= 5,61 Mpa

$m = f_y / (0,85 \cdot f_c) = 390 / (0,85 \times 22,5)$
= 20,3

$\rho_{\text{perlu}} = 1/m [1 - \sqrt{1 - (2 \cdot m \cdot R_n) / f_y}]$
= $1/20,3 [1 - \sqrt{1 - (2 \cdot 20,3 \cdot 5,61) / 390}]$
= 0,017

$\rho_{\text{min}} = 1,4 / f_y = 1,4 / 390 = 0,00359$

$\rho_b = (0,85 \times \beta \times f_c') / f_y \times 600 / (600 + f_y)$
= $(0,85 \times 0,8 \times 22,5) / 390 \times$
 $600 / (600 + 390)$
= 0,0237

$A_{\text{perlu}} = \rho_{\text{perlu}} \times b \times d$
= $0,017 \times 600 \times 927,5$
= 9759,001 mm²

$N = A_s / (1/4 \pi D_p^2)$
= $(9759,001) / (1/4 \times 3,14 \times 25^2)$
= $19,8 \approx 20$ batang tulangan

$A_{\text{pakai}} = n \times 1/4 \times \pi \times D_p^2$
= $20 \times 1/4 \times 3,14 \times 25^2$
= 9812,5 mm²

digunakan tulangan 20D25

$M_u^+ = 0,5 M_u^-$
= $0,5 \times 2609 \text{ kNm}$
= 1304,5 kNm

$A_s' = 0,5 A_s$
= $0,5 \times 9812,5 \text{ mm}^2$
= 4906,25 mm²

digunakan tulangan 10D25, $A_s' = 4906,25 \text{ mm}^2$

dipasang sengkang 4Ø10-100 pada daerah lapangan. Daerah ujung sendi plastis :

Gaya geser

$V_u = 789,85 \text{ kN}$

$V_u = V_u - (1,4 \times \text{maksimum}, V_u \text{ di ujung zona sendi plastis, yaitu } 2h.$

$2h = 2 \times 1000 = 2000 \text{ mm}$

$W_u = 56,52 \text{ kN}$
= $789,85 - (1,4 \times 56,52)$
= 710,72 kN

$V_s - V_c = 497,43 \text{ kN}$

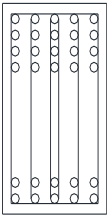
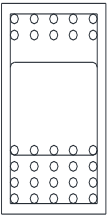
dicoba sengkang 2Ø10

$A_v \times \phi \times 102 = 157 \text{ mm}^2$

$s = (A_v f_y d) / V_s = (157 \times 240 \times 927,5) / (497,43) = 70,25 \text{ mm}$

$s_{\text{maks}} = 463,75 \text{ mm}$

maka, dipasang sengkang 2Ø10 – 70 di daerah tumpuan.

Tipe Balok	Balok 60/100 line 6 (A - D)	
Posisi	Potongan A-A	Potongan B-B
Gambar Detail		
Tipe Ukuran	600 X 1000	
Tulangan atas	20D25	10D25
Tulangan bawah	10D25	20D25
Sengkang	4Ø10-100	2Ø10-70

Gambar 4. Detail Penulangan Balok Induk Line 6 (A-D)

Perhitungan Kolom

Gaya-gaya yang digunakan dalam perhitungan kolom pada tugas akhir ini adalah hasil output dari analisis kombinasi beban menggunakan program staad.proV8i.

$$\begin{aligned}
 A_s &= A_s' = 18 \text{ tulangan} \\
 A_{spasang} &= \pi D_p^2 \times \text{jumlah tulangan} \\
 &= \pi \times 3,14 \times 25^2 \times 18 \\
 &= 8831,25 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

maka digunakan tulangan 18D25 dengan $A_{spasang} = 8831,25 \text{ mm}^2$

menurut SNI 2847-2013 pasal 21.6.4.4 hal. 192, luas penampang tulangan persegi (Ash) tidak boleh kurang dari sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 Ash1 &= 0.3 (100 \times 550 \times 30) / 390 (422500 / 550 - 1) \\
 &= 973,73 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Ash2 &= 0,09 \\
 &= 0.09 (100 \times 650 \times 30) / 390 \\
 &= 380,76 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Ash sebesar $Ash2 = 484.61 \text{ mm}^2$ dicoba sengkang 6Ø12

$$\begin{aligned}
 A_v &= 6 \times \pi / 4 \times \phi^2 \\
 &= 6 \times 3.14 / 4 \times 12^2 \\
 &= 454,59 \text{ mm}^2 > Ash = 380,76 \text{ mm}^2 \quad \dots \text{Ok}
 \end{aligned}$$

sehingga, dipasang tulangan geser 6Ø12-100 disepanjang lo dengan tambahan 1Ø12 sebagai pengikat.

Menentukan tulangan geser di luar panjang lo

Kekuatan geser yang disediakan untuk komponen struktur yang dikenai tekan aksial :

$$\begin{aligned}
 V_c &= 0,17 \\
 &= 0,17 (1 + \frac{2878}{14 \cdot 422500}) \sqrt{(30) \times 575.5} \\
 &= 536,12 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_c &= 536,12 \text{ kN} < \frac{V_e}{\phi} = 2576,8 \text{ kN} \\
 \text{spasi s diluar lo} &= 150 \text{ mm digunakan tulangan geser } 4\phi 12, A_v = 542,59 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_s &= (542,59 \times 390 \times 575,5) / 200 \\
 &= 811,880 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$V_s = 811,880 > \frac{V_e}{\phi} = 275.97 \text{ kN} \quad \dots \text{Ok}$$

Maka, sengkang yang digunakan 4Ø12-150

Perhitungan Tiang Pancang dan Poer

Dari perhitungan staadpro diperoleh gaya yang terjadi sebagai berikut :

$$P_u = 287802 \text{ kg} = 287,802 \text{ ton}$$

$$M_u = 139878 \text{ kgm} = 139,878 \text{ tonm}$$

Kebutuhan tiang (n)

$$\begin{aligned}
 N &= P_u / P_{\text{tiang}} \\
 &= 287,802 / 68,795 = 4,18
 \end{aligned}$$

Direncanakan tiang pancang 6 tiang

Syarat jarak antar tiang (s) :

$$(2,5 D < s < 4 D_{\text{tiang}})$$

Dimana :

S = Jarak antara tiang (as – as)

D = Diameter tiang pancang (40 cm)

M = Banyaknya baris (2)

n = Banyaknya tiang pancang per baris (3)

$$(2,5 \times 40 < s < 4 \times 40)$$

Diambil S = 120 cm

Syarat jarak tiang ke tepi

$$s > 1,25 D_{\text{tiang}}$$

$$s > 1,25 \times 0,40 \text{ m}$$

$$s > 50 \text{ cm, diambil nilai } s = 60 \text{ cm}$$

Dimensi penampang poer pondasi yaitu :

$$P = 3600 \text{ mm} = 3,6 \text{ m}$$

$$L = 2400 \text{ mm} = 2,4 \text{ m}$$

$$t = 500 \text{ mm} = 0,5 \text{ m}$$

berat sendiri poer adalah :

$$w_{\text{poer}} = (p \times l \times t) \times B_j. \text{ Beton}$$

$$= (3,6 \times 2,4 \times 0,5) \times 2400$$

$$= 10368 \text{ kg}$$

$$= 10,368 \text{ ton}$$

$$w_{\text{tiang}} = 0,25 \times 3,14 \times 0,40^2 \times 9 \times 2400$$

$$= 2712,96 \text{ kg} = 2,217 \text{ ton}$$

Perhitungan tulangan tiang pancang

$$A_{\text{tiang}} = \frac{1}{4} \times \pi \times 400^2 = 125600 \text{ mm}^2$$

Direncanakan penulangan pokok 3% dari luas tiang

$$A_{\text{st}} = 3\% \times 125600 = 3768 \text{ mm}^2$$

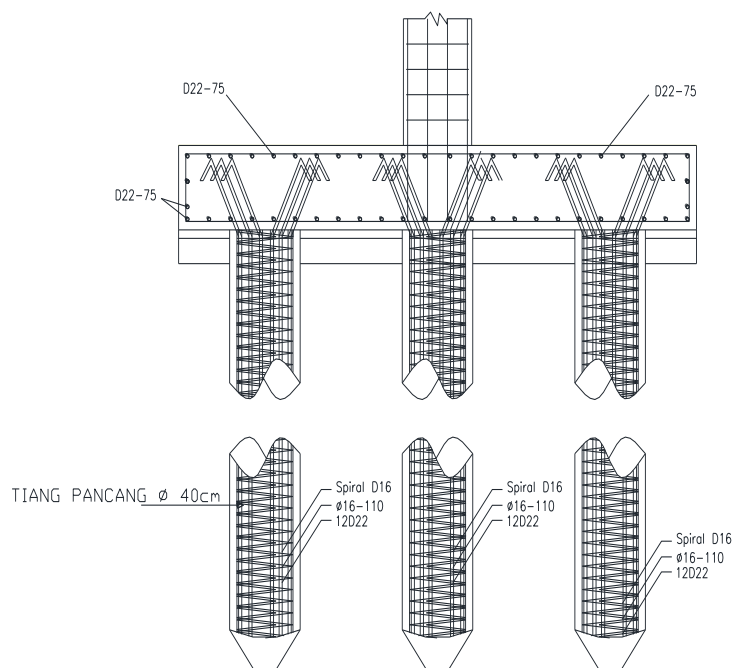
$$n = 3768 / (\frac{1}{4} \times \pi \times 22^2) = 9,91$$

Maka dipakai tulangan 12 D22

$$A_{\text{s ada}} = 12 \times (\frac{1}{4} \times \pi \times 22^2)$$

$$= 4559,28 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{s ada}} > A_{\text{s perlu}} \rightarrow \text{OK}$$



Gambar 5. Detail pondasi Tiang Pancang B-B

PENUTUP

Kesimpulan

1. Dimensi plat beton bertulang adalah 12 cm dengan tulangan pokok $\varnothing 10 - 125$ dan tulangan bagi $\varnothing 10 - 125$, Balok anak BA 25/50 cm dengan diameter tulangan D16, Jumlah tulangan tumpuan 5D16 dan lapangan 3D16 sengkang D10-150 pada daerah tumpuan Sengkang D10-300 pada daerah lapangan. Balok induk BI 60/100 cm dengan diameter tulangan D25, Jumlah tulangan tumpuan 20D25 dan tulangan lapangan 10D25 sengkang 4 $\varnothing 10 - 100$ pada daerah lapangan sengkang 2 $\varnothing 10 - 70$ pada daerah tumpuan, Balok induk B2 30/50 cm dengan diameter tulangan D19, Jumlah tulangan tumpuan 5D19 dan tulangan lapangan 3D19 sengkang D10-150 pada daerah tumpuan sengkang D10-300 pada daerah lapangan. Dimensi kolom beton bertulang 65 x 65cm agar mampu menahan beban aksial, beban kombinasi, dan lentur yang bekerja adalah Kolom. Tulangan yang digunakan 18D25 Tulangan Geser 6D12-100 Tulangan sengkang 4D12-150
2. Beban gempa yang direncanakan dengan menggunakan metode respons spectrum dengan jumlah gaya geser terskala $V = 117765 \text{ kg}$
3. Dimensi pondasi yang digunakan Poer pondasi dengan ukuran 3,6 m x 2,4 m, Jenis pondasi memakai tiang pancang $\varnothing 40$ sebanyak 6 tiang dengan kedalaman 9 m, dengan jumlah tulangan 12D22 tulangan Spiral D16-150 tulangan poer D22-75

DAFTAR PUSTAKA

- [1.] SNI 2847:2002 *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan gedung*
- [2.] SNI 2847:2013 *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*
- [3.] SNI 1726-2012 *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*
- [4.] PPUG, 1983 *Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung*
- [5.] Nasution, Amrinsyah. 2009. *Analisis dan Desain Struktur beton Bertulang*, Bandung, ITB
- [6.] W.C Visc dan Gideon H. Kusuma. 1993. *Dasar-Dasar Perencanaan Beton Bertulang*, Jakarta, Erlangga