

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG KULIAH SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI RONGGOLAWE CEPU DENGAN ANALISA STRUKTUR MENGGUNAKAN SOFTWARE ETABS VERSI 20

Muhammad imron¹⁾ Sulistia⁽²⁾

¹⁾Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu, Jl. Kampus Ronggolawe Blok B No. 1 Mentul Cepu. Email:
muhammadimron25111997@gmail.com

Abstrak

Perencanaan Struktur Gedung Kuliah Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu Dengan Analisa Struktur Menggunakan Software ETABS versi 20 ini meliputi perencanaan struktur atas dan struktur bawah, perencanaan menggunakan program ETABS versi 20. Pada penulisan tugas akhir ini penulis merancang atap, kolom, balok, tangga, dan pelat lantai sebagai elemen struktur atas, serta sloof dan pile cap sebagai elemen struktur bawah. Mutu beton yang digunakan adalah $f_c' 25$ MPA dan $f_c' 30$ MPA. Mutu baja untuk struktur atap adalah tegangan leleh (f_y) 240 MPA dan tegangan putus (f_u) 370 MPA. Mutu baja 240 MPA untuk tulangan yang berdiameter kurang atau sama dengan 12 mm, dan mutu baja 400 MPA untuk tulangan yang berdiameter lebih dari 12 mm. Pembebanan yang ditinjau untuk perencanaan elemen struktur ini adalah beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Struktur dirancang menggunakan aplikasi ETABS versi 20. Hasil perencanaan struktur yang diperoleh pada tugas akhir ini berupa dimensi atap, kolom, balok, pelat, sloof, dan pilecap.

Berdasarkan perhitungan Struktur atap menggunakan kanal kait 150.130.20.3,2 dan pada struktur batang baja profil siku-siku sama kaki 75.75.10, 60.60.10, dan 60.60.6. Sambungan menggunakan paku keling pada tiap pelat simpul sejumlah 2 buah. Untuk penulangan pelat menggunakan tulangan pokok D10 – 230 dan tulangan bagi menggunakan $\varnothing 6$ – 100. Struktur balok menggunakan tulangan pokok 2D16, 3D16 dan 5D16 dan tulangan bagi menggunakan $\varnothing 10$ – 220 dan $\varnothing 10$ – 170. Struktur kolom dengan dimensi 40 x 40 menggunakan tulangan pokok 6D – 19 dan tulangan geser menggunakan $\varnothing 10$ – 200. Struktur fondasi menggunakan pilecap dengan dimensi 1,30 m x 1,30 m x 0,3 m tulangan pokok arah x dan y menggunakan 7D16 serta pada tulangan geser bagi arah x dan y menggunakan D10 – 200.

Kata Kunci : ETABS versi 20, Struktur Gedung Kuliah, Struktur Atas, Struktur Bawah.

Abstract

Structural planning of conference buildings at Ronggolawe High School of Technology Cepu using structural analysis using ETABS version 20 software includes planning of upper and sub structures, planning using ETABS version 20 program. floors as superstructure elements, and cantilevers and piles as substructure elements. The quality of the concrete used is $f_c' 25$ MPA and $f_c' 30$ MPA. Steel grades for the roof structure have a yield strength (f_y) of 240 MPA and a ultimate strength (f_u) of 370 MPA. 240 MPA grade steel for reinforcement with a diameter less than or equal to 12 mm, and 400 MPA grade steel for reinforcement with a diameter greater than 12 mm. The loads reviewed for the planning of these structural elements are dead loads, live loads and seismic loads. The structure was designed using the ETABS version 20 application. The structural planning results obtained in this final project are the dimensions of the roof, columns, beams, slabs, screed and pile.

Based on the calculation of the roof structure using channel books 150.130.20.3.2 and the structure of steel rods with isosceles profiles 75.75.10, 60.60.10 and 60.60.6. The connection uses 2 rivets on each knot plate. For plate reinforcement using main reinforcement D10 – 230 and sectional reinforcement using $\varnothing 6$ – 100. Beam structures using main reinforcement 2D16, 3D16 and 5D16 and sectional reinforcement using $\varnothing 10$ – 220 and $\varnothing 10$ – 170. Column structures with dimensions of 40 x 40 using 6D – 19 main reinforcement and shear reinforcement using $\varnothing 10$ – 200. The foundation structure uses a pile with dimensions of 1,30 m x 1,30 m x 0,3 m, the main reinforcement in the x and y directions uses 7D16 and the shear reinforcement for the x and y directions use D10-200.

Keywords: ETABS version 20, Structure of the conference building, Upper Structure, Sub Structure.

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Perkembangan pendidikan di daerah Cepu saat ini semakin pesat, khususnya di jenjang

pendidikan perguruan tinggi. Ini terlihat dengan adanya beberapa perguruan tinggi yang sudah terakreditasi. Salah satunya Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe (STTR) yang merupakan perguruan tinggi swasta di daerah Cepu.

Dalam sebuah perguruan tinggi, gedung perkuliahan merupakan salah satu prasarana yang penting dalam kegiatan belajar mengajar. Meningkatnya pengetahuan masyarakat terkait pentingnya pendidikan di kota Cepu dan sekitarnya. Sehingga peningkatan jumlah calon mahasiswa baru di perguruan tinggi negeri maupun swasta meningkat berkala dari tahun ke tahun khususnya di Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu. Adapun permasalahan yang terjadi salah satunya kebutuhan gedung perkuliahan sebagai prasarana kegiatan belajar mengajar meningkat dikarenakan meningkatnya jumlah calon mahasiswa baru untuk menempuh pendidikan di perguruan tinggi. Peningkatan jumlah calon mahasiswa baru yang meningkat berdampak pada perguruan tinggi Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu dengan jumlah ruangan kegiatan belajar mengajar masih terbatas.

Oleh karena itu, penyusunan Tugas Akhir dengan judul Perencanaan Struktur Gedung Kuliah Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu Dengan Analisa Struktur Menggunakan Software ETABS Versi 20, penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan dalam merencanakan struktur gedung perkuliahan di Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Dasar – Dasar Perencanaan

Dalam merencanakan suatu bangunan, kita harus memperhatikan dan memperhitungkan segala aspek yang berhubungan dengan bangunan tersebut baik dari segi teknis maupun segi nonteknis.

Jika kita merencanakan suatu bangunan, kita dituntut dalam hal kesempurnaan bangunan itu sendiri. Untuk mewujudkan hal itu, kita harus berpedoman pada syarat – syarat yang telah ditentukan baik dari segi teknis maupun dari segi nonteknis.

2.2.1 Faktor Keamanan

1. Faktor keamanan yang berkaitan dengan beban luar yang bekerja pada struktur, disebut faktor beban. Menurut Pasal 11.2 SNI 03-2847-2002, ketentuan dari kombinasi-kombinasi beban terfaktor adalah sebagai berikut:

- Jika struktur atau komponen struktur hanya menahan beban mati D saja, maka dirumuskan:
 $U = 1,4.D$
- Jika berupa kombinasi beban mati D dan beban hidup L, maka dirumuskan:
 $U = 1,2.D + 1,6.L + 0,5.(A \text{ atau } R)$
- Jika berupa kombinasi beban mati D, beban hidup L dan beban angin W, maka diambil pengaruh yang besar dari dua macam rumus berikut:

$$U = 1,2.D + 1,0.L \pm 1,6.W + 0,5.(A \text{ atau } R)$$

$$U = 0,9.D \pm 1,6.W$$

- Jika pengaruh beban gempa E diperhitungkan, maka diambil yang besar dari dua macam rumus berikut:

$$U = 1,2.D + 1,0.L \pm 1,0.E$$

$$U = 0,9.D \pm 1,0.$$

Keterangan :

U = kombinasi beban terfaktor (kN, kN/m, atau kNm),

D = beban mati (Dead Load) (kN, kN/m, atau kNm),

L = beban hidup (Life Load) (kN, kN/m, atau kNm),

Lr = beban hidup atap (kN, kN/m, atau kNm),

R = beban air hujan (kN, kN/m, atau kNm),

W = beban angin (Wind Load) (kN, atau kNm),

E = beban gempa (Earth Quake Load) (kN, atau kNm), ditetapkan berdasarkan ketentuan SNI atau penggantinya.

2. Faktor keamanan yang berkaitan dengan kekuatan struktur (gaya dalam), disebut faktor reduksi kekuatan ϕ . yang nilainya ditentukan menurut Pasal 11.3 SNI 03-2847-2002, sebagai berikut:

- Struktur lentur tanpa beban aksial (missal : balok)

$$\phi = 0,80$$

- Beban aksial dan beban aksial dengan lentur
Komponen struktur dengan tulangan spiral atau Sengkang ikat,

$$\phi = 0,70$$

Komponen struktur dengan tulangan Sengkang biasa,

$$\phi = 0,65$$

- Geser dan torsi

$$\phi = 0,75$$

- Tumpuan pada beton

$$\phi = 0,65$$

2.2.2 Jenis – Jenis Pembebanan

1. Beban Mati (D)

Beban mati terdiri dari 2, yaitu : berat sendiri bahan bangunan (tabel 1) dan berat sendiri komponen gedung (tabel 2).

Table 1 Berat Sendiri Bahan Bangunan

NO	Material	Berat	Keterangan
1	Baja	7.850 kg/m ³	
2	Batu alam	2600 kg/m ³	
3	Beton	2.200 kg/m ³	
4	Beton bertulang	2.400 kg/m ³	

5	Kayu	1.000 kg/m ³	
6	Kerikil, Koral	1.650 kg/m ³	Kering udara sampai lembut, tanpa ada ayak
7	Pasangan bata merah	1.700 kg/m ³	
8	Pasir	1.800 kg/m ³	Jenuh air
9	Pasir kerikil, Koral	1.850 kg/m ³	Kering udara sampai lembab
10	Tanah, Lempung, dan Lanau	2.000 kg/m ³	Basah

Table 2 Berat Sendiri Komponen Gedung

NO	Material	Berat	Keterangan
1	Adukan, per cm tebal		
	– Dari semen	21 kg/m ³	
	– Dari kapur semen merah atau tras	17 kg/m ³	
2	Dinding pasangan bata merah		
	– Satu batu	450 kg/m ³	
	– Setengah batu	250 kg/m ³	
3	Langit-langit dan dinding, terdiri dari:		Termasuk rusuk-rusuknya, tanpa penggantung langit-langit atau pengaku
	– Semen asbes (<i>eternit</i>) dengan tebal maks 4 mm	11 kg/m ³	
	– Kaca dengan tebal 3-4 mm	10 kg/m ³	
4	Penggantung langit-langit (dari kayu)	7 kg/m ³	Dengan bentang maks 5 m, dan jarak s.k.s min 0,8 m
5	Penutup atap genteng	50 kg/m ³	Dengan reng dan usuk/kaso, per m ² bidang atap
6	Penutup lantai	24 kg/m ³	Dari ubin semen Portland, teraso, dan beton tanpa adukan, per cm tebal

3. Beban Hidup (L)

Beban hidup pada gedung dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini.

Table 3 Beban Hidup Gedung

No.	Material	Berat
a.	Lantai dan tangga rumah tinggal	200 kg/m ²
b.	- Lantai dan tangga dan rumah tinggal sementara - Gudang-gudang yang tidak penting dan bukan untuk toko	125 kg/m ²
c.	- Lantai sekolah - Ruang kuliah - Kantor - Toko - Toserba - Restoran - Hotel - Asrama - Rumah sakit	250 kg/m ²
d.	- Tangga - Bordes tangga - Gang (Dari yang disebut dalam c)	300 kg/m ²

4. Beban Angin (W)

Beban angin ditentukan dengan menganggap adanya tekanan positif dan tekanan negatif (isapan), yang bekerja tegak lurus pada bidang-bidang yang ditinjau. Tekanan tiup diambil minimal 25 kg/m², kecuali di laut atau di tepi laut sejauh 5 km dari pantai harus diambil minimum 40 kg/m².

5. Beban Gempa (E)

Perencanaan beban gempa berdasarkan tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung SNI 03-1726-2003.

Gaya geser dapat dihitung dengan rumus

$$V = \frac{C \cdot I}{R} \cdot Wt$$

Keterangan :

V = Gaya geser dasar gempa

C = Koefisien gempa dasar

I = Faktor keutamaan struktur

R = Koefisien reduksi gempa

Wt = Berat total struktur

Distribusi gaya geser horizontal dapat dihitung dengan rumus:

$$F_i = \frac{W_i \cdot h_i}{\sum W_i \cdot h_i} \cdot V$$

Keterangan :

F_i = Gaya geser horisontal total pada lantai ke- i

V = Gaya geser horisontal total

W_i = Berat bangunan lantai ke- i

h_i = Tinggi lantai ke- i terhadap muka tanah

Faktor keutamaan I untuk masing-masing kategori bangunan berdasarkan SNI 03-1726-2003, seperti yang terlihat pada tabel 4 berikut:

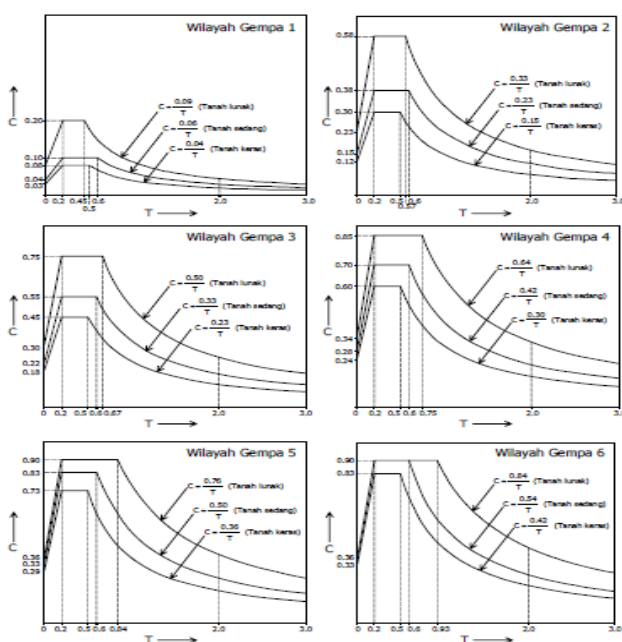
Table 4 Faktor Keutamaan I

Kategori Gedung atau Bangunan	Faktor Keutamaan I
Gedung umum seperti untuk perumahan, perniagaan, dan perkantoran	1
Monumen dan bangunan monumental	1,5
Gedung penting pasca gempa seperti rumah sakit, instalasi air bersih, pembangkit tenaga listrik, pusat penyelamatan dalam keadaan darurat, fasilitas radio dan televisi	1,5
Gedung untuk menyimpan bahan berbahaya seperti gas, produk minyak bumi, asam, bahan beracun	1,5
Cerobong, tangka diatas menara	1,25

Wilayah gempa dan masing-masing jenis tanah dapat dilihat pada tabel 5 berikut:

Table 5 Spektrum Respon Gempa Renacana

Wilayah Gempa	Tanah Keras $T_c = 0,5$ det		Tanah Sedang $T_c = 0,6$ det		Tanah Lunak $0,4 < T_c < 1,0$		
	A_m	A_r	A_m	A_r	A_m	A_r	T_c
1	0,08	0,04	0,10	0,06	0,20	0,09	0,45
2	0,30	0,15	0,38	0,23	0,58	0,33	0,57
3	0,45	0,23	0,55	0,33	0,75	0,50	0,67
4	0,60	0,30	0,70	0,42	0,85	0,64	0,75
5	0,73	0,36	0,83	0,50	0,90	0,76	0,84
6	0,83	0,42	0,90	0,54	0,90	0,84	0,93



GAMBAR 1 Respon Spectrum Gempa Rencana Untuk Masing-Masing Wilayah Gempa

3. METODE PERENCANAAN

3.1 Kriteria Perencanaan

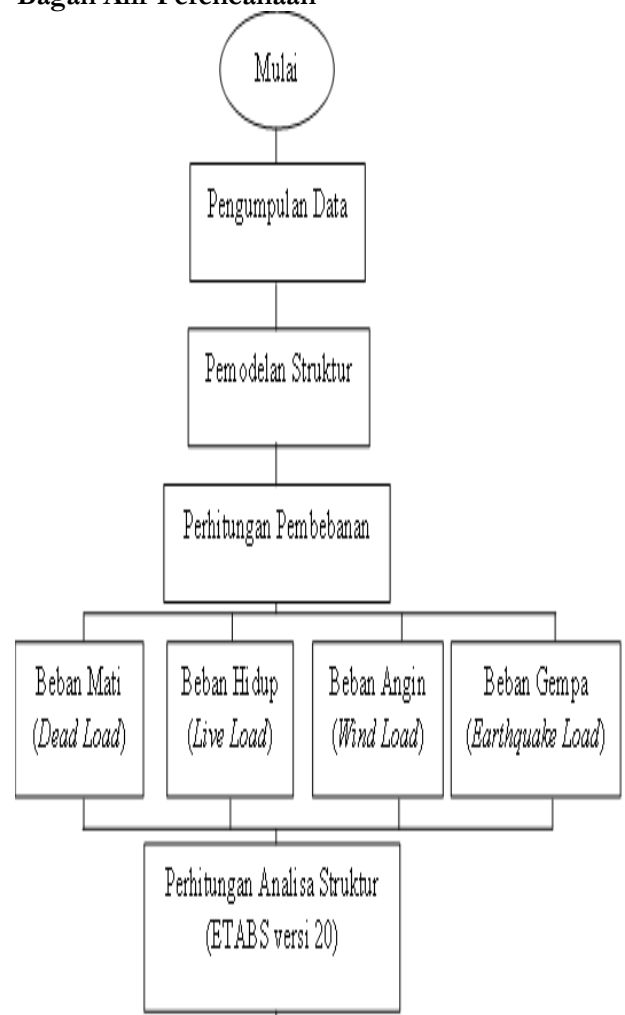
1. Spesifikasi bangunan

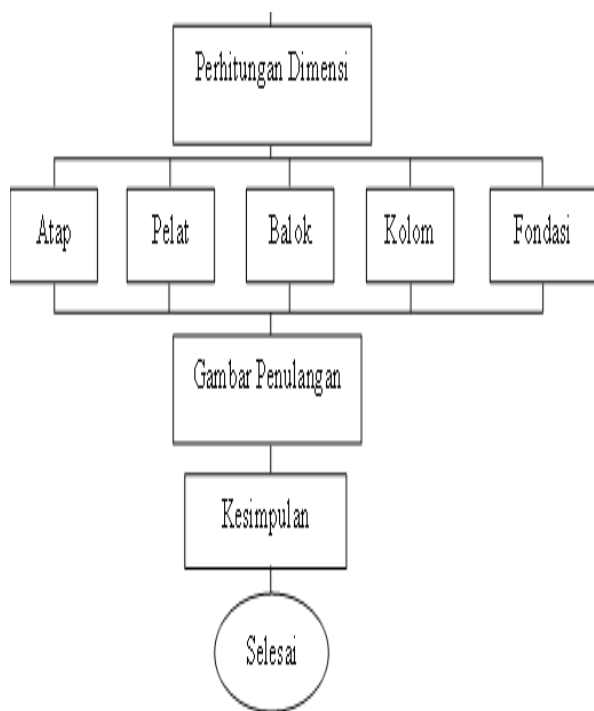
- a. Fungsi bangunan = Gedung kuliah
- b. Luas bangunan = 20 m x 20 m
- c. Kemiringan Atap = 30°
- d. Jumlah lantai = 2 lantai
- e. Tinggi tiap lantai = 4 m
- f. Struktur bangunan = Struktur beton bertulang
- g. Konstruksi atap = Rangka kuda-kuda
- h. Penutup atap = Genteng
- i. Fondasi = Foot Plate

2. Spesifikasi bahan

- a. Mutu baja profil = BJ 37
(f_u : 370 MPa, f_y : 240 MPa)
- b. Mutu beton (f'_c) = 25 MPa dan 30 MPa
- c. Mutu baja tulangan (f_y) = Polos : 240 MPa
Ulir : 400 MPa

3.2 Bagan Alir Perencanaan





4. PERHITUNGAN STRUKTUR

4.1 Perencanaan Struktur Atap

1. Perhitungan panjang batang

- Batang 1 sampai 8 = $\frac{2,5}{\cos 30^\circ} = 2,887 \text{ m}$
- Batang 9 sampai 16 = 2,5 m
- Batang 17 dan 29 = $\sqrt{(2,887)^2 - (2,5)^2} = 1,444 \text{ m}$
- Batang 19 dan 27 = $\sqrt{(5,774)^2 - (5)^2} = 2,888 \text{ m}$
- Batang 18 dan 28 = $\sqrt{(2,888)^2 - (2,5)^2} = 1,446 \text{ m}$
- Batang 21 dan 25 = $\sqrt{(8,661)^2 - (7,5)^2} = 4,332 \text{ m}$
- Batang 20 dan 26 = $\sqrt{(4,332)^2 - (2,5)^2} = 3,538 \text{ m}$
- Batang 23 = $\sqrt{(11,547)^2 - (10)^2} = 6,352 \text{ m}$
- Batang 22 dan 24 = $\sqrt{(6,352)^2 - (2,5)^2} = 5,840 \text{ m}$

2. Perhitungan dimensi gording

Gording diasumsikan menggunakan baja profil tipe *lip channel* / kanal kait (C) 150.130.20.3,2

Kontrol tegangan dan lendutan pada gording adalah sebagai berikut:

a. Kontrol tegangan

Tegangan terhadap beban tetap

$$\sigma = \sqrt{\left\{\frac{M_X}{W_X}\right\}^2 + \left\{\frac{M_Y}{W_Y}\right\}^2}$$

$$= \sqrt{\left\{\frac{31562,5 \text{ kgcm}}{88,6 \text{ cm}^3}\right\}^2 + \left\{\frac{54666,3 \text{ kgcm}}{73,2 \text{ cm}^3}\right\}^2}$$

$$= \sqrt{(356,236)^2 + (746,807)^2}$$

$$= 827,421 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{ijin} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

Tegangan terhadap beban sementara

$$\sigma = \sqrt{\left\{\frac{M_X}{W_X}\right\}^2 + \left\{\frac{M_Y}{W_Y}\right\}^2}$$

$$= \sqrt{\left\{\frac{31562,5 \text{ kgcm}}{88,6 \text{ cm}^3}\right\}^2 + \left\{\frac{59177,2 \text{ kgcm}}{73,2 \text{ cm}^3}\right\}^2}$$

$$= \sqrt{(356,236)^2 + (808,432)^2}$$

$$= 883,44 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{ijin} = 1600 \text{ kg/cm}^2$$

b. Kontrol lendutan

$$f_{ijin} = \frac{1}{750} \cdot l \text{ s/d } \frac{1}{300} \cdot l = \text{diambil } \frac{1}{300} \cdot l$$

$$= \frac{1}{300} \cdot 5 \text{ m}$$

$$= \frac{1}{300} \cdot 500 \text{ cm}$$

$$= 1,667 \text{ cm}$$

$$f_x = \frac{5}{384} \times \frac{q_x \cdot l^4}{E \cdot I_y} + \frac{1}{48} \times \frac{P_x \cdot l^3}{E \cdot I_y}$$

$$= \frac{5}{384} \times \frac{0,81 \text{ kg/cm} \cdot (500 \text{ cm})^4}{2,1 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2 \cdot 476 \text{ cm}^4} + \frac{1}{48} \times \frac{50 \text{ kg} \cdot (500 \text{ cm})^3}{2,1 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2 \cdot 476 \text{ cm}^4}$$

$$= 0,66 \text{ cm} + 0,13 \text{ cm}$$

$$= 0,79 \text{ cm}$$

$$f_y = \frac{5}{384} \times \frac{q_y \cdot l^4}{E \cdot I_x} + \frac{1}{48} \times \frac{P_y \cdot l^3}{E \cdot I_x}$$

$$= \frac{5}{384} \times \frac{1,40292 \text{ kg/cm} \cdot (500 \text{ cm})^4}{2,1 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2 \cdot 664 \text{ cm}^4} + \frac{1}{48} \times \frac{86,6 \text{ kg} \cdot (500 \text{ cm})^3}{2,1 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2 \cdot 664 \text{ cm}^4}$$

$$= 0,88 \text{ cm} + 0,16 \text{ cm}$$

$$= 1,04 \text{ cm}$$

$$f = \sqrt{(f_x)^2 + (f_y)^2}$$

$$= \sqrt{(0,79)^2 + (1,04)^2}$$

$$= 1,31 \text{ cm} < f_{jin} = 1,667 \text{ cm} \quad (\text{dapat digunakan})$$

4.2 Perencanaan Struktur Pelat 3,5 m x 4,5 m

1. Beban ultimate (qu)

$$qu = 1,2.D + 1,6.L$$

$$= \{(1,2 \times 306,66 \text{ kg/m}) + (1,6 \times 250 \text{ kg/m})\}$$

$$= 367,992 \text{ kg/m} + 400 \text{ kg/m}$$

$$= 767,992 \text{ kg/m}$$

2. Kondisi tumpuan pelat terjepit penuh, dengan l_y/l_x

$$= 4,5/3,5 = 1,3$$

Momen perlu:

$$M_{lx} = 0,001 \cdot C_{lx} \cdot qu \cdot l_x^2$$

$$= 0,001 \times 31 \times 767,992 \text{ kg/m} \times (3,5 \text{ m})^2$$

$$= 291,645 \text{ kgm}$$

$$M_{ly} = 0,001 \cdot C_{ly} \cdot qu \cdot l_y^2$$

$$= 0,001 \times 19 \times 767,992 \text{ kg/m} \times (3,5 \text{ m})^2$$

$$= 178,750 \text{ kgm}$$

$$M_{tx} = 0,001 \cdot C_{tx} \cdot qu \cdot l_x^2$$

$$= 0,001 \times 69 \times 767,992 \text{ kg/m} \times (3,5 \text{ m})^2$$

$$= 649,145 \text{ kgm}$$

$$M_{ty} = 0,001 \cdot C_{ty} \cdot qu \cdot l_y^2$$

$$= 0,001 \times 57 \times 767,992 \text{ kg/m} \times (3,5 \text{ m})^2$$

$$= 536,250 \text{ kgm}$$

a. Penulangan lapangan arah x (l_x)

$$M_{lx} = 291,645 \text{ kgm} = 2,91645 \text{ kNm}$$

– Faktor momen pikul (K) dan nilai a

$$K = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2}$$

$$= \frac{2,91645 \times 10^6 \text{ Nmm}}{0,8 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot (95 \text{ mm})^2}$$

$$= 0,404 \text{ MPa} < K_{\max} = 6,5736 \text{ MPa}$$

$$a = \left\{ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot K}{0,85 \cdot f_c'}} \right\} \cdot d$$

$$= \left\{ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 0,404 \text{ MPa}}{0,85 \cdot 25 \text{ MPa}}} \right\} \cdot 95 \text{ mm}$$

$$= 1,824 \text{ mm}$$

– Luas dan jarak tulangan pokok

Luas tulangan pokok (A_s) dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$A_s = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b}{f_y}$$

$$= \frac{0,85 \times 25 \text{ MPa} \times 1,824 \text{ mm} \times 1000 \text{ mm}}{400 \text{ MPa}}$$

$$= 96,9 \text{ mm}^2$$

Apabila $f_c' < 31,36 \text{ MPa}$, maka:

$$A_s \geq \frac{1,4}{f_y} \cdot b \cdot d$$

$$= \frac{1,4}{400 \text{ MPa}} \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 95 \text{ mm}$$

$$= 332,5 \text{ mm}^2$$

Dipilih yang terbesar, maka $A_{s,u} = 332,5 \text{ mm}^2$

Jarak tulangan pokok (s) dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$s = \frac{\frac{1}{4} \pi \phi^2 \cdot S}{A_{s,u}} = \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times (10 \text{ mm})^2 \times 1000 \text{ mm}}{332,5 \text{ mm}^2} = 236,090$$

mm

$$s \leq 2.h = 2.120 = 240 \text{ mm}$$

$$s \leq 450 \text{ mm}$$

dipilih yang terkecil, yaitu $s = 230 \text{ mm}$

$$\text{Kontrol luas tulangan} = \frac{\frac{1}{4} \pi \phi^2 \cdot S}{s}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times (10 \text{ mm})^2 \times 1000 \text{ mm}}{230 \text{ mm}}$$

$$= 341,304 \text{ mm}^2 > A_{s,u} = 332,5$$

mm² (**Aman**)

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan tulangan lapangan menggunakan tulangan pokok **D10 – 230**

b. Penulangan tumpuan arah x (l_x)

$$M_{tx} = 649,145 \text{ kgm} = 6,49145 \text{ kNm}$$

– Faktor momen pikul (K) dan nilai a

$$K = \frac{M_u}{\phi \cdot b \cdot d^2}$$

$$= \frac{6,49145 \times 10^6 \text{ Nmm}}{0,8 \cdot 1000 \text{ mm} \cdot (95 \text{ mm})^2}$$

$$= 0,899 \text{ MPa} < K_{\max} = 6,5736 \text{ MPa}$$

$$a = \left\{ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot K}{0,85 \cdot f_c'}} \right\} \cdot d$$

$$= \left\{ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 0,899 \text{ MPa}}{0,85 \cdot 25 \text{ MPa}}} \right\} \cdot 95 \text{ mm}$$

$$= 4,108 \text{ mm}$$

– Luas dan jarak tulangan pokok

Luas tulangan pokok (A_s) dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$A_s = \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b}{f_y}$$

$$= \frac{0,85 \times 25 \text{ MPa} \times 4,108 \text{ mm} \times 1000 \text{ mm}}{400 \text{ MPa}}$$

$$= 218,238 \text{ mm}^2$$

Apabila $f_c' < 31,36 \text{ MPa}$, maka:

$$A_s \geq \frac{1,4}{f_y} \cdot b \cdot d$$

$$= \frac{1,4}{400 \text{ MPa}} \cdot 1000 \text{ mm} \cdot 95 \text{ mm}$$

$$= 332,5 \text{ mm}^2$$

Dipilih yang terbesar, maka $A_{s,u} = 332,5 \text{ mm}^2$

Jarak tulangan pokok (s) dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$s = \frac{\frac{1}{4} \pi \phi^2 \cdot S}{A_{s,u}} = \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times (10 \text{ mm})^2 \times 1000 \text{ mm}}{332,5 \text{ mm}^2} = 236,090$$

mm

$$s \leq 2.h = 2.120 = 240 \text{ mm}$$

$$s \leq 450 \text{ mm}$$

dipilih yang terkecil, yaitu $s = 230 \text{ mm}$

$$\text{Kontrol luas tulangan} = \frac{\frac{1}{4} \pi \phi^2 \cdot S}{s}$$

$$= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times (10 \text{ mm})^2 \times 1000 \text{ mm}}{230 \text{ mm}}$$

$$= 341,304 \text{ mm}^2 > A_{s,u} = 332,5$$

mm² (**Aman**)

– Luas dan jarak tulangan bagi

Luas tulangan bagi (A_{sb}) dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$A_{sb} = 20\% \times A_{s,u}$$

$$= 20\% \times 332,5 \text{ mm}^2$$

$$= 66,5 \text{ mm}^2$$

Untuk $f_y = 400 \text{ MPa}$, maka:

$$A_{sb} = 0,0018.b.h$$

$$= 0,0018 \times 1000 \text{ mm} \times 120 \text{ mm}$$

$$= 216 \text{ mm}^2$$

Dipilih yang terbesar, maka $A_{sb,u} = 216 \text{ mm}^2$

Jarak tulangan bagi (S_b) dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$S_b = \frac{\frac{1}{4} \pi \phi^2 S}{A_{sb,u}} = \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times (6 \text{ mm})^2 \times 1000 \text{ mm}}{216 \text{ mm}^2} = 130,833 \text{ mm}$$

$$S_b \leq 5.h = 5 \times 120 \text{ mm} = 600 \text{ mm}$$

$$S_b \leq 450 \text{ mm}$$

Dipilih yang terkecil, maka $s_b = 100 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} \text{Kontrol luas tulangan} &= \frac{\frac{1}{4} \pi \phi^2 S}{s_b} \\ &= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times (6 \text{ mm})^2 \times 1000 \text{ mm}}{100 \text{ mm}^2} \\ &= 282,6 \text{ mm}^2 > A_{sb,u} = 216 \text{ mm}^2 \text{ (Aman)} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dapat disimpulkan tulangan tumpuan menggunakan tulangan pokok **D10 – 230** dan tulangan bagi **D6 – 100**.

4.3 Perencanaan Portal

1. Data perencanaan portal

– Perencanaan dimensi rangka

a. Kolom = 400 mm x 400 mm

b. Ring balk = 350 mm x 500 mm

c. Balok = 350 mm x 500 mm

d. Sloof = 200 mm x 400 mm

e. Mutu beton (f_c') = 30 MPa dan 25 MPa

f. Mutu baja (f_y) = 400 MPa (Ulir) dan 240 MPa (Polos)

g. Beban hidup untuk gedung kuliah = 250 kg/m²

h. Berat penutup lantai per cm tebal = 24 kg/cm²

i. Berat spesi = 21 kg/m²

j. Berat penggantung = 11 kg/cm²

k. Berat *Mechanical* dan *Electrical* = 25 kg/m²

l. Berat pasangan dinding setengah bata = 250 kg/m²

m. Modulus elastisitas beton (E_c)

$$E_c = 4700\sqrt{f_c'} = 4700\sqrt{30 \text{ MPa}} = 25742,96 \text{ MPa}$$

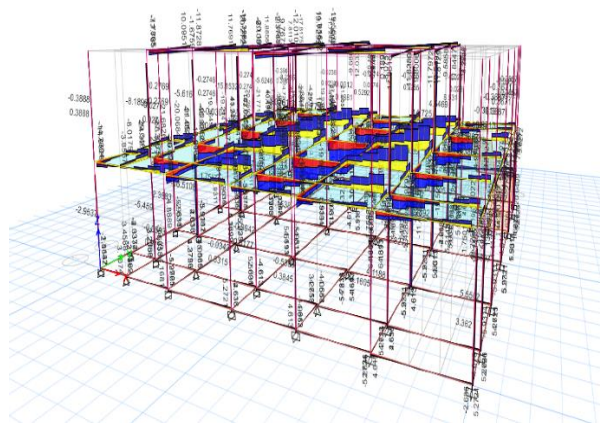
$$E_c = 4700\sqrt{f_c'} = 4700\sqrt{25 \text{ MPa}} = 23500 \text{ MPa}$$

n. Modulus elastisitas baja (E_s)

$$E_s = 200000 \text{ MPa}$$

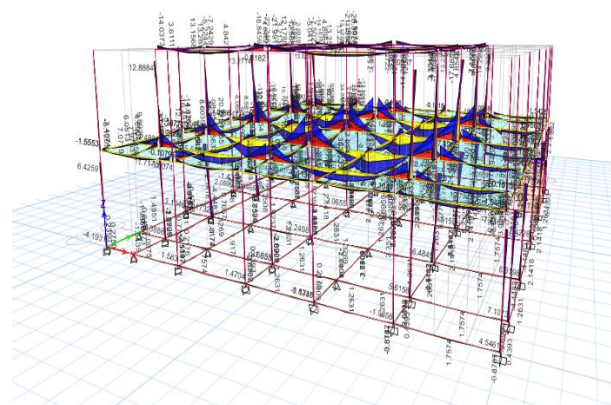
2. Bidang lintang dan momen akibat pembebanan pada ETABS

Bidang lintang akibat pembebanan pada ETABS dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini



GAMBAR 2 Bidang Lintang

Momen akibat pembebanan pada ETABS dapat dilihat pada gambar 3 dibawah ini



5. KESIMPULAN

a. Struktur Atap

Struktur atap terdiri dari kuda-kuda dan gording, pada struktur kuda-kuda menggunakan baja profil siku-siku sama kaki dengan ukuran ($\perp$) 75.75.10, ($\perp$) 60.60.10, dan ($\perp$) 60.60.6. Sedangkan pada gording menggunakan profil kanal kait 150.130.20.3,2.

Sambungan pada pelat simpul menggunakan tebal pelat 20 mm dan sambungan pada kuda-kuda menggunakan 2 buah paku keling tiap pelat simpulnya.

b. Struktur Pelat Lantai

Pada pelat lantai daerah lapangan menggunakan tulangan pokok D10 – 230 dan tulangan bagi $\varnothing 6$ – 100, sedangkan pada daerah tumpuan menggunakan tulangan pokok D10 – 230 dan tulangan bagi $\varnothing 6$ – 100.

c. Struktur Tangga

Struktur tangga terdiri dari pelat tangga dan pelat bordes. Pada pelat tangga daerah lapangan menggunakan tulangan pokok D10 – 230 dan tulangan bagi $\varnothing 6$ – 100, sedangkan pada daerah tumpuan menggunakan tulangan pokok D10 – 230 dan tulangan bagi $\varnothing 6$ – 100

Pada pelat bordes daerah lapangan menggunakan tulangan pokok D10 – 230 dan tulangan bagi Ø6 – 100, sedangkan pada daerah tumpuan menggunakan tulangan pokok D10 – 230 dan tulangan bagi Ø6 – 100.

d. Struktur Balok dan Kolom

Pada struktur balok mempunyai banyak tipe, yaitu balok struktur, sloof, dan ring balk. Pada balok struktur daerah lapangan menggunakan 5D16, daerah tumpuan menggunakan 5D16, dan tulangan bagi menggunakan Ø10 – 220. Pada ring balk daerah lapangan menggunakan 3D16, daerah tumpuan menggunakan 3D16, dan tulangan bagi menggunakan Ø10 – 220. Pada sloof daerah lapangan menggunakan 2D16, daerah tumpuan menggunakan 2D16, dan tulangan bagi menggunakan Ø10 – 170.

Pada tulangan kolom menggunakan 6D19 untuk tulangan pokok dan Ø10 – 200 untuk tulangan bagi.

e. Struktur Fondasi

Struktur fondasi menggunakan pile cap dengan dimensi 1,30 m x 1,30 m x 0,3 m. Untuk penulangan pile cap pada tulangan pokok arah x D16 – 200, tulangan pokok arah y D16 – 200. Sedangkan pada tulangan bagi arah x D10 – 200 dan tulangan bagi arah y D10 – 200.

SNI 03-1729-2002, 2002. Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung. Bandung.

1. DAFTAR PUSTAKA

- Asroni, A., 2010. Balok dan Pelat Beton Bertulang. Yogyakarta:Graha Ilmu.
- Asroni, A., 2010. Kolom Fondasi & Balok T Beton Bertulang. Yogyakarta:Graha Ilmu.
- Dewi., S.U., & Pratama, M.I., 2018. Analisa Perencanaan Struktur Beton Gedung Kuliah Kampus 2 IAIN Kota Metro Menggunakan Program ETABS (Ekstended Three Analysis Systems). Lampung:Kampus 2 IAIN
- Dharmayasa, I.G.N.P., & Utami, D.A.N.A., 2018. Desain Pondasi Telapak Berdasarkan Uji CPT. Bali:Universitas Pendidikan Nasional.
- Masagala, A.A., & Ma'arif, F., 2016. Perencanaan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa Berlantai 4. Yogyakarta:Universitas Teknologi Yogyakarta.
- PPIUG, 1983. Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung. Bandung.
- SNI 03-2847-2002, 2002. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (Beta Version). Bandung.
- SNI 03-1726-2003, 2003. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung (Beta Version). Bandung.