

Analisa Struktur Gedung Kantor Pramuka Kota Ambon Dengan Menggunakan Metode Kekuatan Batas

Anang Sulthoni Fauzan¹, Pieter Lourens Frans², Willem Gaspersz³

^{1,2,3} Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ambon, Indonesia

Corresponding Author

Nama Penulis: Anang Sulthoni Fauzan

E-mail: anangsulthonifauzan@gmail.com

Abstrak

Analisa struktur merupakan salah satu bidang penting dalam teknik sipil yang berfokus pada evaluasi kekuatan, stabilitas, dan ketahanan bangunan terhadap berbagai beban yang bekerja pada struktur. Pada proyek Pembangunan Gedung Kantor Pramuka Kota Ambon belum dilakukan analisa struktur sehingga perencanaan dilakukan belum sesuai dengan standar yang berlaku, untuk itu perlu dilakukannya perencanaan dimensi dan analisa struktur yang sesuai dengan standar. Maka tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan ini adalah mendimensikan perencanaan yang sesuai standar, menganalisa keamanan dan kelayakan struktur terhadap pembebanan, dan mendesain pembebanan pada struktur Gedung kantor pramuka Kota Ambon. Metode yang dilakukan dalam penulisan ini adalah kekuatan batas dan dibantu dengan program SAP2000 v.20 yang bertujuan untuk mengetahui keamanan dan kelayakan struktur pada proyek Pembangunan Gedung Kantor Pramuka Kota Ambon. Dari hasil penelitian diperoleh pendimensian perencanaan yang dibuat sudah sesuai dengan standar SNI 2847 2019 dan SNI 2847 2013 sehingga didapatkan hasil struktur atas Balok B1 ukuran 40 x 55 cm, Balok B2 ukuran 30 x 40 cm, Kolom K1 ukuran 60 x 60 cm, Kolom K2 ukuran 40 x 40 cm, dan Pelat lantai tebal 13 cm diterapkan pada lantai 1 dan lantai 2 bangunan. Dalam menganalisa keamanan dan kelayakan struktur terhadap pembebanan berdasarkan Software SAP2000 V.20 didapatkan hasil bahwa bangunan dapat dikatakan aman dengan rasio 0,70 – 0,90. Dalam mendesain sistem penulangan pada struktur gedung didapatkan hasil bahwa syarat gaya dan geometri dikatakan "OK" atau aman sudah sesuai dengan standar SNI 2847 2019.

Kata kunci – struktur, SAP2000, keamanan, desain

Abstract

Structural analysis is one of the important fields in civil engineering that focuses on evaluating the strength, stability, and durability of buildings against various loads acting on structures. In the Ambon City Scout Office Building Construction project, structural analysis has not been carried out so that the planning has not been carried out in accordance with the applicable standards, for that it is necessary to carry out dimensional planning and structural analysis in accordance with the standards. So the goal to be achieved in this writing is to dimension planning according to standards, analyze the safety and feasibility of the structure against loading, and design the iron on the structure of the Ambon City Scout Office Building. The method carried out in this writing is the strength of the boundary and is assisted by the SAP2000 v.20 program which aims to determine the safety and feasibility of the structure in the Ambon City Scout Office Building Construction project. From the results of the study, it was obtained that the planning application made was in accordance with the SNI 2847 2019 and SNI 2847 2013 standards so that the results of the upper structure of B1 Beam 40 x 55 cm, B2 Beam 30 x 40 cm, K1 Column 60 x 60 cm, K2 Column 40 x 40 cm, and 13 cm thick floor slabs were applied to the 1st and 2nd floors of the building. In analyzing the safety and feasibility of the structure against loading based on SAP2000 V.20 Software, the results were obtained that the building can be said to be safe with a ratio of 0.70 – 0.90. In designing the repeating system on the building structure, it was obtained that the force and geometry requirements were said to be "OK" or safe in accordance with the SNI 2847 2019 standard.

Keywords – structure, SAP2000, security, design

This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license

PENDAHULUAN

Struktur bangunan merupakan sarana untuk menyalurkan beban yang diakibatkan penggunaan atau kehadiran bangunan diatas tanah. Struktur terdiri dari unsur-unsur atau elemen-elemen yang terintegrasi yang berfungsi sebagai satu kesatuan utuh untuk menyalurkan semua jenis beban yang diantisipasi ke tanah. Analisa struktur merupakan salah satu bidang penting dalam teknik sipil yang berfokus pada evaluasi kekuatan, stabilitas, dan ketahanan bangunan terhadap berbagai beban yang bekerja pada struktur tersebut. Dengan pertumbuhan pembangunan infrastruktur yang pesat, kebutuhan akan analisis struktur yang akurat dan andal semakin meningkat. Hal ini penting untuk memastikan bahwa bangunan dapat berfungsi sesuai dengan tujuannya, serta aman bagi penghuninya dalam jangka panjang (Sinay et al., 2024).

Kota Ambon, sebagai salah satu kota besar di Indonesia, memiliki tantangan tersendiri dalam hal keamanan struktur bangunan. Terletak di daerah rawan gempa, bangunan di kota ini harus dirancang dan dianalisis dengan cermat untuk memastikan ketahanannya. Salah satu bangunan penting di kota ini adalah gedung kantor Pramuka yang berfungsi sebagai pusat kegiatan kepanduan dan sosial. Dengan fungsinya yang vital, keamanan dan stabilitas struktur gedung ini harus dijamin melalui analisis yang tepat menggunakan metode kekuatan batas.

Pada proyek Pembangunan Gedung Kantor Pramuka Kota Ambon ini, penulis berkeinginan untuk mengetahui perencanaan dimensi dan Analisa struktur pada Gedung kantor pramuka kota Ambon. Untuk itu penulis akan menggunakan metode kekuatan batas dan dibantu dengan program SAP2000 V.20 yang bertujuan untuk mengetahui keamanan dan kelayakan struktur pada proyek Pembangunan Gedung Kantor Pramuka Kota Ambon. Maka judul yang diangkat adalah "Analisa Struktur Gedung Kantor Pramuka Kota Ambon Dengan Menggunakan Metode Kekuatan Batas".

TINJAUAN PUSTAKA

Analisa struktur merupakan kegiatan yang dilakukan untuk menghitung serta menentukan efek dari beban yang bekerja pada struktur bangunan. Segala jenis bangunan perlu dianalisa untuk mengetahui apakah beban yang bekerja pada struktur bangunan dapat menimbulkan reaksi gaya dalam (internal force) pada struktur bangunan atau tidak (Sirayan et al., 2024). Dengan dilakukannya Analisa struktur, maka akan didapatkan hasil bagaimana perilaku struktur dan Tingkat keamanannya. Ketika bangunan tersebut dikenai atau diberikan beban yang diperkirakan akan bekerja.

Perhitungan struktur atas dengan metode kekuatan batas, menyimpulkan bahwa idealisasi struktur bangunan atas didapatkan sebagai hasil struktur rangka pemikul momen yang telah memenuhi persyaratan kapasitas dan mampu memikul semua beban yang bekerja pada struktur dan dari hasil perhitungan dimensi dan struktur penulangan yaitu diperoleh dimensi kolom 50 x 50 cm dengan jumlah tulangan 12-D25, sedangkan untuk balok diperoleh dimensi 30 x 50 cm dengan jumlah tulangan pada bagian tumpuan diperoleh 12-D19, dan pada bagian lapangan diperoleh 8-D19, kemudian dibandingkan dengan struktur existing diperoleh dimensi kolom 1 (70 x 70 cm) dengan jumlah tulangan 16-D25, kolom 2 (110 x 70 cm) dengan jumlah tulangan 22-D25 sedangkan untuk balok diperoleh dimensi 40 x 60 cm dengan jumlah tulangan pada bagian tumpuan diperoleh 8-D22, dan pada Bagian lapangan diperoleh 6-D22. Maka dari hasil tinjauan dan hasil existing dinyatakan bahwa hasil tinjauan didapatkan dimensi dan penulangan yg jauh lebih kecil namun mampu menahan beban yang bekerja (Maruapey et al., 2024).

Dalam merencanakan struktur bangunan bertingkat, digunakan struktur yang mampu mendukung berat sendiri, gaya angin, beban hidup maupun beban khusus yang bekerja pada struktur bangunan tersebut. Sehingga dapat mengidentifikasi beban yang bekerja pada struktur. Proses desain elemen struktur dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu: (1) Desain umum, merupakan peninjauan secara garis besar keputusan-keputusan desain. Tipe struktur dipilih dari berbagai alternatif yang memungkinkan. Tata letak struktur, geometri atau bentuk bangunan, jarak antar kolom, tinggi lantai

dan material bangunan ditetapkan secara baik dalam tahap ini. (2) Desain terinci, mencakup peninjauan tentang penentuan besar penampang tentang balok, kolom, dan elemen struktur lainnya.

1. Kekuatan desain

Kuat desain yang disediakan oleh suatu komponen struktur, sambungannya dengan komponen struktur lain, dan penampangnya, sehubungan dengan lentur, beban normal, geser, dan torsi, harus diambil sebesar kuat nominal dikalikan dengan faktor reduksi kekuatan (ϕ) ditentukan berdasarkan SNI 2847:2019.

2. Perencanaan balok

Balok adalah komponen struktur yang bertugas meneruskan beban yang disangga sendiri maupun dari plat kepada kolom penyangga. Dua hal utama yang dialami oleh suatu balok adalah kondisi tekan dan tarik, yang antara lain karena adanya pengaruh lentur ataupun gaya lateral.

3. Perencanaan Kolom

Kolom adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial tekan vertikal dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dari dimensi lateral terkecil. Sebagai bagian dari suatu kerangka bangunan, kolom menempati posisi penting di dalam sistem struktur bangunan. Kegagalan kolom akan berakibat langsung pada runtuhnya komponen struktur lain yang berhubungan dengannya, atau bahkan merupakan batas runtuh total keseluruhan struktur bangunan. Oleh karena itu, dalam merencanakan struktur kolom harus memperhitungkan secara cermat dengan memberikan cadangan kekuatan lebih tinggi daripada untuk komponen struktur lainnya.

METODE

A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Jalan Ra. Kartini, Kelurahan Karang Panjang, Kecamatan Sirimau, Kota Ambon, Provinsi Maluku.

B. Jenis Data

1. Data Primer

Data Data primer yang akan melengkapi data penelitian ini yaitu dilakukan dengan metode pengamatan dilapangan dan pendekatan kepada konsultan.

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan suatu data yang telah ada sebelumnya dan diolah kembali oleh peneliti dan digunakan untuk melengkapi kebutuhan data penelitian. Data sekunder bisa dikumpulkan melalui berbagai sumber seperti buku, situs, atau dokumen instansi.

Data sekunder juga merupakan data yang sudah tersedia sehingga hanya perlu dicari, dikumpulkan, dan diolah yang diperoleh dari instansi terkait. Data sekunder ini meliputi :

- Gambar Kerja.
- Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung (SNI 2847-2013).
- Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung (SNI 2847-2019).
- Perilaku struktur gedung dianalisis dengan bantuan program SAP2000.

C. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data merupakan bagian yang sangat urgen dari penelitian itu sendiri. maka, untuk mengumpulkan data dari objek penelitian, penulis menggunakan metode-metode sebagai berikut :

- Metode observasi, Dimana penulis mengumpulkan data yang dilakukan melalui pengamatan dan pendekatan kepada konsultan juga para pekerja, dengan disertai pencatatan-pencatatan terhadap keadaan atau perilaku objek sasaran. Dalam hal ini penulis melakukan pengamatan langsung pada proyek pembangunan Gedung Kantor Pramuka Kota Ambon yang menjadi

objek penelitian untuk memperoleh data pendukung dalam pelaksanaan penulisan berupa Gambar Kerja.

- b. Metode studi pustaka, dimana penulis mengumpulkan berbagai referensi teori dengan mempelajari dari berbagai sumber seperti buku-buku, artikel, penelitian terdahulu, browsing internet serta jurnal yang berhubungan dengan pembebanan struktur bangunan atas pada proyek Pembangunan Gedung Kantor Pramuka Kota Ambon.

D. Sumber Data

Data diperoleh bersumber dari metode pustaka dan dari instansi atau pihak yang melaksanakan proyek berupa denah dan gambar kerja.

E. Metode Analisa

Dalam penelitian ini menggunakan metode kekuatan batas untuk mendesain tulangan dan untuk menganalisa gaya dalam menggunakan program software SAP 2000.

PEMBAHASAN

A. Dimensi Penampang Pembangunan Gedung Kantor Pramuka

Perencanaan dimensi dilakukan dengan data elemen struktur atas yang terdiri dari kolom dan balok. Dimensi tersebut dapat dilihat sebagai berikut:

1. Perencanaan Dimensi Balok

Panjang arah X = 600 cm

Panjang arah Y = 500 cm

Balok 1

$$\begin{aligned}\text{Tinggi balok} &= \frac{1}{11} \times L \\ &= \frac{1}{11} \times 600 \text{ cm} \\ &= 54,5 \approx 55 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lebar balok} &= \frac{2}{3} \times h \\ &= \frac{2}{3} \times 55 \text{ cm} \\ &= 36,4 \approx 40 \text{ cm}\end{aligned}$$

Balok 2

$$\begin{aligned}\text{Tinggi balok} &= \frac{1}{16} \times L \\ &= \frac{1}{16} \times 600 \text{ cm} \\ &= 37,5 \approx 40 \text{ cm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lebar balok} &= \frac{2}{3} \times h \\ &= \frac{2}{3} \times 40 \text{ cm} \\ &= 26,7 \approx 30 \text{ cm}\end{aligned}$$

Kontrol Dimensi Balok

Kontrol Balok 1

$$L \text{ balok} > 4 \times h = 600 > 4 \times 55 = 600 > 220 \text{ cm}$$

$$b \geq 0,3 \times h = 40 \geq 0,3 \times 55 = 40 \geq 16,5 \text{ cm}$$

$$b > 25 = 40 > 25 \text{ cm}$$

kontrol Balok 2

$$L \text{ balok} > 4 \times h = 600 \text{ cm} > 4 \times 40 \text{ cm} = 600 \text{ cm} > 160 \text{ cm}$$

$$b \geq 0,3 \times h = 30 \text{ cm} \geq 0,3 \times 40 \text{ cm} = 30 \text{ cm} \geq 12 \text{ cm}$$

$$b > 25 = 30 \text{ cm} > 25 \text{ cm}$$

2. Perencanaan Dimensi Kolom

Beban tekan kolom lantai 1 = 822,982 kN

Beban tekan kolom lantai 2 = 890,059 kN

Mutu beton ($f'c$) = 25 N/mm²

Kolom 1

$$\text{Luas penampang (A)} = \frac{3 \times P}{f'c} = \frac{3 \times 822981,91 \text{ N}}{25 \text{ N/mm}^2} = 98757,83 \text{ mm}^2$$

$$\text{Sisi kolom (S)} = \sqrt{A} = \sqrt{98757,83} = 314,26 \text{ mm}$$

Dipakai = 600 mm > 300 mm (Memenuhi Syarat)

Kolom 2

$$\text{Luas penampang (A)} = \frac{3 \times P}{f'c} = \frac{3 \times 890059,40 \text{ N}}{25 \text{ N/mm}^2} = 106807,13 \text{ mm}^2$$

$$\text{Sisi kolom (S)} = \sqrt{A} = \sqrt{106807,13} = 326,81 \text{ mm}$$

Dipakai = 400 mm > 300 mm (Memenuhi Syarat)

Maka dimensi penampang struktur atas untuk balok dan kolom adalah sebagai berikut :

- a. Balok B1 ukuran 40 x 55 cm
- b. Balok B2 ukuran 30 x 40 cm
- c. Kolom K1 ukuran 60 x 60 cm
- d. Kolom K2 ukuran 40 x 40 cm

Data material struktur gedung Kantor Pramuka Kota Ambon menggunakan bahan beton bertulang, sehingga data spesifikasi material gedung yaitu sebagai berikut:

a. Data material beton

Berat jenis beton (B_{jc}) : 2400 Kg/m³

Modulus elastisitas beton (E_c) : $4700\sqrt{f'c} = 21409,5 \text{ Mpa}$

Kuat tekan beton ($f'c$) : 25 MPa

b. Data material baja tulangan

Berat jenis baja (B_{js}) : 76.982 kN/m³

Modulus elastisitas baja (E_s) : 200000 MPa

Angka poisson baja (μ) : 0,3

Tulangan Utama :

Tegangan leleh tulangan utama (f_y) : 420 MPa

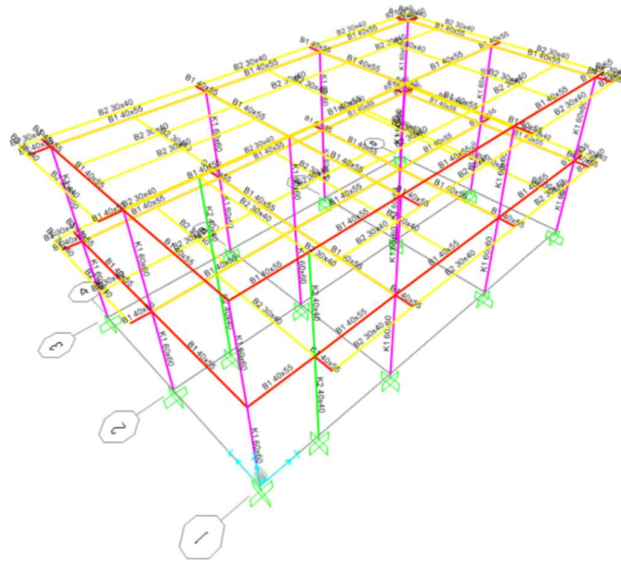
Tegangan putus tulangan utama (f_u) : 525 MPa

Tulangan sengkang :

Tegangan leleh tulangan utama (f_y) : 420 MPa

Tegangan putus tulangan utama (f_u) : 525 MPa

Sumber : Penulis, 2024



Gambar 1.
Gedung pemodelan 3D

Pada gambar 1 merupakan tampak gedung setelah dimodelkan dengan program SAP2000 V.20 jika dilihat secara 3D.

B. Analisa Keamanan dan Kelayakan Struktur Atas Terhadap Pembebanan

Analisis keamanan dan kelayakan ditinjau melalui pembebanan yang bertujuan agar diinput pada struktur yang telah dibuat pemodelan 3D pada program SAP2000 V.20 yang sesuai dengan data-data gedung, yang meliputi analisa beban mati, beban mati tambahan, beban hidup dan beban gempa.

1. Analisis Beban Mati

Beban mati merupakan berat sendiri struktur dimana pada program SAP2000 v.20 berat sendiri struktur akan dihitung otomatis setelah kita melakukan pemodelan bangunan.

2. Analisis Beban mati Tambahan

Beban mati tambahan merupakan beban selain berat sendiri struktur dimana elemen-elemen bangunan seperti dinding bata, spesi, keramik akan dihitung beratnya terlebih dahulu kemudian di input pada program SAP2000 V.20. terlebih dahulu dilihat jenis beban yang bekerja pada gedung berdasarkan SNI 1727-2020 dan PPURG 1983.

- Beban mati tambahan pada lantai atap = 16235,21 Kg
- Beban mati tambahan pada pelat lantai 2 = 33582,42 Kg
- Beban mati tambahan pada balok = 60724,1 Kg

3. Analisis Beban Hidup

Sesuai dengan penggunaan bangunan sebagai perkantoran, kemudian di input pada setiap pelat lantai pada bangunan yang telah dimodelkan dengan program SAP2000 V.20.

- Beban hidup pada lantai atap = 1 kN/m²
- Beban hidup pada pelat lantai 2 = 3,59 kN/m²

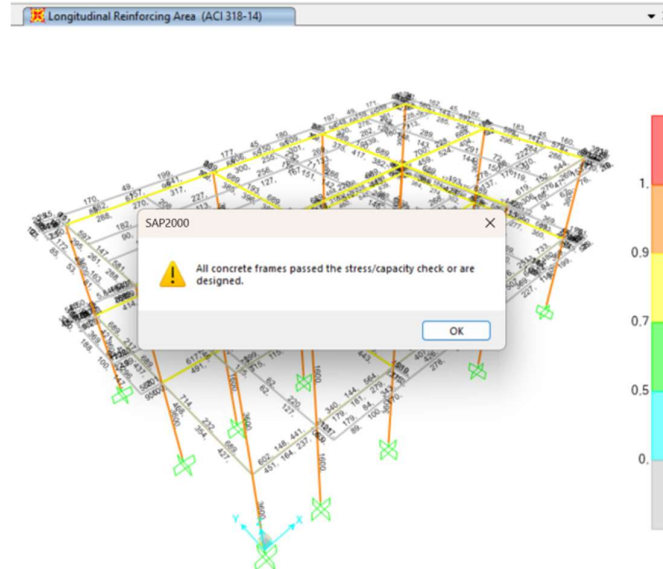
4. Analisis beban gempa

Analisis beban gempa pada penelitian ini menggunakan analisis beban gempa statik ekuivalen (EQ) dan respons spektrum (RSP). Data gempa hanya menampilkan rekapitulasi hasil dari pencarian data, baik dari SNI 1726–2019 tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung maupun dari puskim. Analisis beban gempa

pada penelitian ini menggunakan alat bantu program SAP2000 V.20 dengan pola beban seismik ASCE 7-16.

Maka, analisis struktur terhadap kemampuan struktur menahan gaya dalam berdasarkan nilai output pada software SAP2000 V.20 mampu memperlihatkan bagaimana struktur dapat menahan gaya dalam terhadap seluruh pembebanan yang telah dimasukkan sesuai dengan nilai yang telah dimasukan hal ini dapat dilihat pada gambar 2.

Sumber : SAP2000 V.20



Gambar 2.
Analisis struktur program SAP2000 V.20

Pada gambar 2 menunjukkan bahwa struktur aman untuk menahan gaya dalam terhadap distribusi yang ada, sesuai dengan warna yang dihasilkan dari Sap2000 V.20 yaitu warna kuning dengan tingkat risiko kontrol rasio 0,70 – 0,90 dan warna orange dengan tingkat risiko kontrol rasio 0,90 – 0,94.

C. Desain Pembesian Pada Struktur Atas Gedung

Untuk mendapatkan hasil desain tulangan perlu dilakukan perhitungan secara teori berdasarkan informasi tulangan yang telah diketahui dari hasil analisis SAP2000 V.20. Adapun hasil desain tulangan yang ditinjau sebagai berikut:

1. Desain Tulangan Kolom K1

Data Kolom K1

Bahan Struktur

Kuat tekan beton,

$f_c' = 25 \text{ MPa}$

Tegangan leleh baja (deform) untuk tulangan lentur

$f_y = 420 \text{ MPa}$

Tegangan leleh baja (polos) untuk tulangan geser

$f_y = 420 \text{ MPa}$

Dimensi Kolom

Lebar kolom

$b = 600 \text{ mm}$

Panjang kolom

$h = 600 \text{ mm}$

Diameter tulangan (deform) yang digunakan,

$D = 22 \text{ mm}$

Diameter sengkang (polos) yang digunakan,

$\emptyset = 8 \text{ mm}$

Tebal bersih selimut beton,

$t_s = 40 \text{ mm}$

Momen dan Gaya Geser Rencana

Gaya aksial akibat beban terfaktor,

$$P_u = 797,779 \text{ kN}$$

Momen ultimate akibat beban terfaktor,

$$M_u = 170,115 \text{ kNm}$$

Gaya geser rencana akibat beban terfaktor,

$$V_u = 65,503 \text{ kN}$$

Tulangan Kolom K1

Jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton

$$d_s = t_s + \emptyset + \frac{D}{2}$$

$$d_s = 40\text{mm} + 8\text{mm} + \frac{22\text{mm}}{2} = 59 \text{ mm}$$

Tinggi efektif kolom, $d = b - d_s$

$$d = 600\text{mm} - 59\text{mm} = 541 \text{ mm}$$

Besarnya eksentrisitas minimum (e_0)

$$e_0 = M_u/P_u = 170,115 \text{ kNm} / 797,779 \text{ kN}$$

$$= 0,2136 \text{ m} \approx 213 \text{ mm}$$

$$e_{min} = 15 + 0,03h = 15 + 0,03 \times 600 = 33 \text{ mm}$$

$$A_{gr} = b \times h = 600 \times 600 = 360000 \text{ mm}^2$$

$$360000/1000000 = 0,36 \text{ mm}$$

$$P_u = 0,1 \times f_c' \times 1000 \times 0,36 = 900 \text{ kN}$$

Menentukan faktor reduksi

$$\text{Dipakai } \Phi = 0,65$$

→ Karena digunakan sengkang persegi

Menentukan tulangan

$$\frac{\frac{P_u}{\Phi \times A_{gr} \times 0,85 \times f_c'}}{797,779 \text{ kN}} = 0,016$$

$$\left(\frac{P_u}{\Phi \times A_{gr} \times 0,85 \times f_c'} \right) \times \left(\frac{e_0}{h} \right) = 0,006$$

$$\frac{d'}{h} = 0,098$$

Rasio tulangan kolom :

$$\text{Diameter} = 22 \text{ mm}$$

$$\text{Luas 1 tulangan} = \frac{1}{4} \times 3,14 \times D^2$$

$$= 0,25 \times 3,14 \times 22^2 = 379,94 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan} = 10 \text{ tulangan}$$

$$\text{Luas tulangan total} = 10 \times 379,94 = 3799,4$$

$$\text{Luas dimensi kolom} = 360000 \text{ mm}^2$$

$$\text{Rasio } (\rho) \text{ tulangan pakai } (A_{st}) = \frac{3799,4}{360000} = 0,01055$$

Kontrol rasio

$$\text{Rasio } (\rho) \text{ tulangan pakai } (A_{st}) = 0,01055 > 0,01 \quad \text{.....(OK)}$$

$$\text{Rasio } (\rho) \text{ tulangan pakai } (A_{st}) = 0,01055 < 0,06 \quad \text{.....(OK)}$$

$$A_{st} = \rho \times A_{gr} = 3600$$

Digunakan tulangan 10 D 22 mm

$$\text{Dengan Luas tulangan } A_s = n \times \left(\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \right) = 3799 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak antara tulangan deform kolom : } x = h - 2 \times d_s = 482 \text{ mm}$$

Gaya aksial nominal maksimal

$$\phi P_n = 0,80 \times \phi \times (0,85 \times f_c' \times (A_g - A_s) + (f_y \times A_s))$$

$$= 4765,806$$

Dengan Syarat :

$$\phi P_n \geq P_u \ggg 4765,806 \geq 797,779 \quad (\text{OK})$$

Tulangan Geser

Gaya geser ultimit rencana (V_u) = 65,503 kNm

Faktor reduksi kekuatan geser (Φ) = 0,75 kN

Tegangan leleh tulangan geser (f_y) = 420 MPa

Kuat geser beton

$$V_c = \frac{\sqrt{f_c'}}{6} \times b \times d = 270,500 \text{ kN}$$

Tahanan geser beton = $\Phi \times V_c = 202,875 \text{ kN} > V_u = 65,503 \text{ kN}$

Menggunakan sengkang praktis

Tahanan geser sengkang

$$\Phi \times V_s = V_u - \Phi \times V_c$$

Gaya geser baja (V_s) = 65,503 kN

Digunakan sengkang Ø 8 mm

Luas tulangan perlu geser per meter panjang kolom

$$A_v = \frac{b \times S}{3 \times f_y} = 476,190 \text{ mm}^2$$

$$A_{v/s} \text{ perlu} = 0,476 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Jarak Sengkang maksimum ($s_{\max} = d/2$) = 271 mm

Diambil jarak sengkang (s) : 150 mm

Luas tulangan pakai geser

$$A_v = 4 \times \frac{1}{4} \times \pi \times \emptyset^2 = 100 \text{ mm}^2$$

$$A_{v/s} \text{ pakai} = 0,670 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Digunakan sengkang Ø 8 – 150 mm

Dengan syarat :

$$A_{v/s} \text{ pakai} > A_{v/s} \text{ perlu} \ggg 0,670 > 0,476 \quad \dots \text{OK}$$

2. Desain Tulangan Balok B1

Bahan Struktur

Kuat tekan beton,

$$f_c' = 25 \text{ MPa}$$

Tegangan leleh baja (deform) untuk tulangan lentur

$$f_y = 420 \text{ MPa}$$

Tegangan leleh baja (polos) untuk tulangan geser

$$f_y = 420 \text{ MPa}$$

Dimensi Balok

Lebar balok

$$b = 400 \text{ mm}$$

Panjang balok

$$h = 550 \text{ mm}$$

Diameter tulangan (deform) yang digunakan,

$$D = 16 \text{ mm}$$

Diameter sengkang (polos) yang digunakan,

$$\emptyset = 10 \text{ mm}$$

Tebal bersih selimut beton,

$$t_s = 40 \text{ mm}$$

Momen dan Gaya Geser Rencana

Momen rencana positif akibat beban terfaktor

$$M_{u+} = 115,087 \text{ kNm}$$

Momen rencana negatif akibat beban terfaktor

$$M_{u-} = 193,421 \text{ kNm}$$

Gaya geser rencana akibat beban terfaktor

$$V_u = 132,450 \text{ kN}$$

Perhitungan Tulangan

Untuk : $f_c' \leq 30$ MPa, maka : $\beta_1 = 0,85$ (faktor bentuk distribusi tegangan beton)

Rasio tulangan pada kondisi balance/seimbang

$$\rho_b = 0,85 \times \beta_1 \times \frac{f_c'}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$\rho_b = 0,85 \times 0,85 \times \frac{25}{420} \left(\frac{600}{600 + 420} \right) = 0,025$$

Faktor tahanan momen maksimum

$$R_{max} = 0,75 \times \rho_b \times f_y \times \left(1 - \frac{1}{2} \times 0,75 \times \rho_b \times \frac{f_y}{(0,85 \times f_c')} \right)$$

$$R_{max} = 0,75 \times 0,025 \times 420 \times \left(1 - \frac{1}{2} \times 0,75 \times 0,025 \times \frac{420}{(0,85 \times 25)} \right)$$

$$= 6,475$$

Faktor reduksi kekuatan lentur $\phi = 0,90$

Jarak tulangan terhadap sisi luar beton

$$d_s = t_s + \phi + \frac{D}{2}$$

$$d_s = 40 + 10 + \frac{16}{2} = 58 \text{ mm}$$

Tulangan Tumpuan

Momen nominal rencana (Mn)

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = 214,912 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton (ds)} &= t_s + \phi + (0,5 \times D) \\ &= 40 + 10 + (0,5 \times 16) \text{ mm} \\ &= 58 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tinggi efektif balok

$$d = h - ds$$

$$d = 550 - 58 = 492 \text{ mm}$$

Faktor tahanan momen

$$R_n = M_n \times \frac{10^6}{b \times d^2} = 2,220$$

$$R_n < R_{max} \quad \gg \gg \quad 2,220 < 6,475 \dots \text{ (OK)}$$

Faktor tahanan momen kurang dari faktor tahanan momen maksimum, maka, faktor tahanan yang dipakai adalah $R_n = 2,220$

Rasio tulangan yang diperlukan

$$\rho = 0,85 \times \frac{f_c'}{f_y} \times \left(1 - \sqrt{1 - 2 \times \frac{R_n}{0,85 \times f_c'}} \right)$$

$$\rho = 0,85 \times \frac{25}{420} \times \left(1 - \sqrt{1 - 2 \times \frac{2,220}{0,85 \times 25}} \right) = 0,0056$$

Rasio tulangan minimum

$$\rho_{min} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4 \times f_y} = 0,0030$$

Rasio tulangan maksimum

$$\rho_{max} = 0,75 \times \rho_{bal} = 0,0190$$

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$$

$$0,0030 < 0,0056 < 0,0190 \quad \dots(\text{OK})$$

Jadi rasio tulangan yang digunakan adalah $\rho = 0,0056$

Luas tulangan yang diperlukan

$$A_s = \rho \times b \times d = 1101 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan yang diperlukan

$$n = \frac{A_s}{\left(\frac{\pi}{4} \times D^2\right)} = 5,294 \approx 6$$

Digunakan tulangan tumpuan atas 6 D 16

Tulangan tumpuan bawah dipakai 50% dari tulangan atas

Digunakan tulangan tumpuan bawah 3 D 16

$$\text{Luas Tulangan Terpakai : } A_s = n \times \frac{\pi}{4} \times D^2 = 1206 \text{ mm}^2$$

Pengecekan / Analisis Balok

Tinggi Balok Tegangan tekan beton ekuivalen

$$a = A_s \times \frac{f_y}{0,85 \times f_c' \times b} = 59,609 \text{ mm}$$

Momen Nominal

$$M_n = A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2}\right) \times 10^{-6} = 234,183 \text{ kNm}$$

Tahanan Momen Balok

$$\Phi \times M_n = 210,765 \text{ kNm}$$

Dengan syarat :

$$\Phi \times M_n \geq M_u^-$$

$$210,765 > 193,421 \dots(\text{OK})$$

Tulangan Lapangan

Momen nominal rencana (M_n)

$$M_n = \frac{M_u^+}{\phi} = 127,874 \text{ kNm}$$

Jarak pusat tulangan lentur ke sisi beton (d_s) = $t_s + \emptyset + (0,5 \times D)$

$$= 40 + 10 + (0,5 \times 16) \text{ mm}$$

$$= 58 \text{ mm}$$

Tinggi efektif balok

$$d = h - d_s = 492 \text{ mm}$$

Faktor tahanan momen

$$R_n = M_n \times \frac{10^6}{b \times d^2} = 1,3207$$

$$R_n < R_{max} \quad \gg \gg \quad 1,3207 < 6,475 \text{ (OK)}$$

Faktor tahanan momen kurang dari faktor tahanan momen maksimum, maka, faktor tahanan yang dipakai adalah $R_n = 1,3207$

Rasio tulangan yang diperlukan

$$\rho = 0,85 \times \frac{f_c'}{f_y} \times \left(1 - \sqrt{1 - 2 \times \frac{R_n}{0,85 \times f_c'}}\right) = 0,0032$$

Rasio tulangan minimum

$$\rho_{min} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4 \times f_y} = 0,0030$$

Rasio tulangan maksimum

$$\rho_{max} = 0,75 \times \rho_{bal} = 0,0190$$

$$\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$$

$$0,0030 < 0,0032 < 0,0190 \quad \dots\dots(\text{OK})$$

Jadi rasio tulangan yang digunakan adalah $\rho = 0,0032$

Luas tulangan yang diperlukan

$$A_s = \rho \times b \times d = 639 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan yang diperlukan

$$n = \frac{A_s}{\left(\frac{\pi}{4} \times D^2\right)} = 3,180 \approx 4$$

Digunakan tulangan lapangan bawah **4 D 16 mm**

Tulangan lapangan bawah dipakai 50% dari tulangan bawah

Digunakan tulangan lapangan atas 2 D 16

$$\text{Luas Tulangan Terpakai : } A_s = n \times \frac{\pi}{4} \times D^2 = 804 \text{ mm}^2$$

Pengecekan / Analisis Balok

Tinggi Balok Tegangan tekan beton ekuivalen

$$a = A_s \times \frac{f_y}{0,85 \times f_c' \times b} = 39,739 \text{ mm}$$

Momen Nominal

$$M_n = A_s \times f_y \times \left(d - \frac{a}{2}\right) \times 10^{-6} = 159,478 \text{ kNm}$$

Tahanan Momen Balok

$$\Phi \times M_n = 127,582 \text{ kNm}$$

Dengan syarat :

$$\Phi \times M_n \geq M_u \ggg 127,582 > 115,087 \dots \text{OK}$$

Tulangan Geser

$$\text{Gaya geser ultimit rencana (V}_u\text{)} = 132,450 \text{ kN}$$

$$\text{Faktor reduksi kekuatan geser } (\Phi) = 0,75 \text{ kN}$$

$$\text{Tegangan leleh tulangan geser (f}_y\text{)} = 420 \text{ MPa}$$

Kuat geser beton

$$V_c = \frac{\sqrt{f_c'}}{6} \times b \times d \times 10^{-3} = 164,000 \text{ kN}$$

$$\text{Tahanan geser beton} = \Phi \times V_c = 123,000 \text{ kN} < V_u = 132,450 \text{ kN}$$

Maka diperlukan tulangan geser

Tahanan geser sengkang

$$\Phi \times V_s = V_u - \Phi \times V_c = 9,450$$

$$\text{Gaya geser baja (V}_s\text{)} = 12,600 \text{ kN}$$

Digunakan sengkang **Ø 10 mm**

Luas tulangan perlu geser per meter panjang balok

$$A_v = \frac{V_s \times s}{f_y \times d} = 0,061 \text{ mm}^2$$

$$A_{v/s} \text{ perlu} = 0,061 \text{ mm}^2 / \text{mm}$$

$$\text{Jarak Sengkang maksimum (s max= d/2)} = 246 \text{ mm}$$

Berdasarkan SNI 2847:2019 jarak sengkang tidak lebih dari d/2 dan tidak melebihi 300mm

$$\text{Diambil jarak sengkang (s) lapangan} = 150 \text{ mm}$$

Luas tulangan pakai geser

$$A_v = 2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times \emptyset^2 = 157 \text{ mm}^2$$

$$A_{v/s} \text{ pakai} = 1,047 \text{ mm}^2 / \text{mm}$$

Digunakan sengkang **Ø 10 – 150 mm**

Dengan syarat :

$$A_{v/s} \text{ pakai} > A_{v/s} \text{ perlu} \ggg 1,047 > 0,061 \dots (\text{OK})$$

$$\text{Diambil jarak sengkang (s) tumpuan} = 100 \text{ mm}$$

Luas tulangan pakai geser

$$A_v = 2 \times \frac{1}{4} \times \pi \times \emptyset^2 = 157 \text{ mm}^2$$

$$A_{v/s} \text{ pakai} = 1,570 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Digunakan sengkang $\emptyset$ 10 – 100 mm

Dengan syarat :

$$A_{v/s} \text{ pakai} > A_{v/s} \text{ perlu} \ggg 1,570 > 0,061 \dots (\text{OK})$$

KESIMPULAN

Setelah menganalisa, mendimensikan serta mendesain struktur atas Gedung Kantor Pramuka Ambon, maka dapat mengambil kesimpulan yaitu Pendimensian perencanaan struktur atas sudah sesuai dengan standar SNI 2847 2019 dan SNI 2847 2013 sehingga didapatkan hasil Balok B1 ukuran 40 x 55 cm, Balok B2 ukuran 30 x 40 cm, Kolom K1 ukuran 60 x 60 cm, Kolom K2 ukuran 40 x 40 cm, dan Pelat lantai tebal 13 cm. Menganalisa keamanan dan kelayakan struktur atas terhadap pembebanan berdasarkan Software SAP2000 V.20 didapatkan hasil bahwa bangunan dikatakan aman dengan rasio 0,70 – 0,90. Dalam mendesain sistem penulangan pada struktur gedung berdasarkan standar SNI 2847 2019 didapatkan hasil dengan ukuran balok 40 x 55 cm pada daerah tumpuan atas dipasang pembesian 6 D 16 mm, pada daerah tumpuan bawah dipasang pembesian 3 D 16 mm, pada daerah lapangan atas dipasang pembesian 2 D 16 mm, pada daerah lapangan bawah dipasang pembesian 4 D 16 mm, dan balok B2 dengan ukuran 30 x 40 cm pada daerah tumpuan atas dipasang pembesian 5 D 16 mm, pada daerah tumpuan bawah dipasang pembesian 3 D 16 mm, pada daerah lapangan atas dipasang pembesian 2 D 12 mm, pada daerah lapangan bawah dipasang pembesian 3 D 12 mm. Untuk tulangan geser atau sengkang/balok pada balok B1 dipasang besi $\emptyset$ 10 dengan jarak 15 cm pada daerah lapangan dan jarak 10 cm pada daerah tumpuan, pada balok B2 dipasang besi $\emptyset$ 8 dengan jarak 15 cm pada daerah lapangan dan jarak 10 cm pada daerah tumpuan. Sedangkan pada kolom didapatkan hasil dengan ukuran kolom K1 60 x 60 cm dipasang pembesian 10 D 22 mm, untuk ukuran kolom K2 40 x 40 cm dipasang pembesian 8 D 16 dengan sengkang/begel masing-masing dipasang besi $\emptyset$ 8 jarak 15 cm.

DAFTAR PUSTAKA

- Maruapey, S., Betaubun, R. J., & Jakob, J. C. (2024). Evaluasi Saluran Drainase Jalan Wolter Monginsidi Passo Kecamatan Baguala Kota Ambon. *KOLONI*, 3(1), 116-122.
- Sinay, A. I., Maitimu, A., & Jacob, J. C. (2024). Analisis Kebutuhan Jembatan Penyeberangan Orang Berdasarkan Perhitungan Hubungan Arus Kendaraan Penyeberang Pada Jl. Jenderal Sudirman. *ULIL ALBAB: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 3 (8), 198-214.
- Sirayan, R. A. N., Betaubun, R. J., & Jakob, J. C. (2024, October). PERENCANAAN SALURAN DRAINASE PADA RUAS JALAN WASU-OMA KABUPATEN MALUKU TENGAH. In *Prosiding Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV)* (Vol. 10, No. 1, pp. 201-208).
- SNI. (2019). SNI 2847:2019: Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan. Badan Standardisasi Nasional.
- Soselisa., Filex, M., Frans, P, L., & Hutubessy, V, R, R. (2022). Tinjauan Perhitungan Struktur Atas Pada Gedung Auditorium IAIN Kota Ambon Dengan Metode Kekuatan Batas. *Journal Agregate* 1(1): 58–65.
- Wahyudi, L., & Rahim, S.A. (1997), Struktur Beton Bertulang (Standar Baru SNI T-15-1991-03), Gramedia Pustaka Utama, Jakarta