



TINJAUAN PERHITUNGAN STRUKTUR ATAS GEDUNG PENDIDIKAN TERPADU IAIN AMBON METODE KEKUATAN BATAS

Fariz Vitran Akbar Maruapey¹⁾, Pieter Lourens Frans²⁾, Maslan Abdin³⁾,
Apri Adam Matitaputty⁴⁾

Teknik Sipil¹⁾, Prodi Sarjana Terapan Manajemen Proyek Konstruksi²⁾, Politeknik Negeri Ambon³⁾
farizakbar2511@gmail.com¹⁾, oncopiet@gmail.com²⁾, maslanabdin15@gmail.com³⁾,
apriadammatitaputty@gmail.com⁴⁾

ARTICLE HISTORY

Received:

February 6, 2026

Revised

March 24, 2026

Accepted:

March 24, 2026

Online available:

May 25, 2026

Keyword:

Superstructure, Limit Strength
Method, SAP2000, Safety, Design.

*Correspondence:

Name : Fariz Vitran A Maruapey

E-mail:

farizakbar2511@gmail.com

Kantor Editorial

Politeknik Negeri Ambon

Pusat Penelitian dan Pengabdian

Masyarakat

Jalan Ir. M. Putuhena, Wailela-

Rumahtiga, Ambon Maluku,

Indonesia

Kode Pos: 97234

ABSTRACT

In Construction Project Management studies, it is essential to analyze and assess the stability and strength of building structures to determine their ability to resist applied loads. In the construction project of the Integrated Educational Building of IAIN Ambon, several structural elements were found not to meet the applicable standards. Therefore, the objective of this study is to design and redesign the dimensions and reinforcement system of the superstructure of the Integrated Educational Building of IAIN Ambon in accordance with the standards. The analysis was conducted using the Limit Strength Method in combination with SAP2000 v.25 to evaluate the safety and serviceability of the structure. The results of the study show that the dimensions of beams and columns meet the requirements of SNI 2847:2019, with dimensions of Beam B1: 750×350 mm, Beam B2: 650×350 mm, and Beam B3: 500×300 mm. Meanwhile, the slab with a thickness of 130 mm was deemed inadequate and replaced with a thickness of 200 mm. Based on the analysis results, the designed reinforcement system satisfies both strength and geometric requirements, ensuring safety and compliance with SNI 2847:2019.

1. PENDAHULUAN

Apabila berbicara tentang Teknik Sipil pasti berhubungan dengan Manajemen Proyek konstruksi. Dalam studi Manajemen Proyek Konstruksi tentunya kita harus mampu menganalisis dan menghitung kestabilan dan kekuatan struktur gedung untuk mengetahui seberapa amankah struktur gedung itu digunakan untuk menahan beban yang bekerja. Sehingga dari hasil tinjauan, selain mengetahui tingkat kestabilan struktur gedung, kita juga bisa merancang atau mendesain struktur gedung yang lebih stabil menampung beban yang bekerja sesuai dengan rencana fungsi gedung yang akan dibuat dengan menggunakan salah satu metode yaitu Metode Kekuatan Batas.

Metode Kekuatan Batas adalah pendekatan di mana struktur dirancang agar tetap aman pada kondisi batas ultimit (*ultimate limit state*) dan tetap layak fungsi pada kondisi batas layan (*serviceability limit state*).

Metode Kekuatan Batas (*Limit Strength Method*) yang digunakan menghasilkan penggunaan material yang lebih efektif dan efisien dengan tetap menjaga nilai demand/capacity ratio yang lebih rendah yang membuat penggunaan metode kekuatan batas menjadi pilihan dalam merencanakan struktur (Ratih et al., 2023).

Sesuai topik utama pembahasan selaku penulis tujuan menulis dan meneliti hal ini karena ingin menganalisa komponen elemen struktur dan



mendapatkan sistem komponen struktur atas yang sesuai standar pada tiap lantai untuk mengetahui seberapa stabil struktur pada gedung ini dalam menahan berbagai beban yang dipikul meliputi *dead load*, *live load*, *wind load*, *earthquake load* menggunakan analisis komponen beton memakai Metode Kekuatan Batas pada struktur beton untuk mendapatkan hasil penggunaan material besi beton yang lebih efektif, efisien, dan lebih ekonomis dengan hasil yang optimal dan tentunya sesuai dengan aturan yang ditetapkan pada Gedung Pendidikan Terpadu IAIN Ambon.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Beton struktur memiliki sifat tidak lentur saat mencapai beban maksimum, sehingga teori lentur tidak bisa menghitung dengan tepat kapasitas daya tahan struktur tersebut. Pada struktur yang dirancang menggunakan metode beban kerja, faktor beban (beban batas atau beban kerja) tidak tetap dan bisa berbeda antar struktur yang satu sama lain, berdasar pada itu kita menggunakan Metode Kekuatan Batas untuk mendesain elemen struktur sehingga lebih aman terhadap beban maksimum dan lebih sesuai dengan umur pakai rencana. Selain kekuatan menahan beban yang bekerja dipertimbangkan juga kenyamanan sesuai dengan fungsi gedung selama masa pakainya (Valent, 2019). Berdasarkan SNI 2847:2019 yang mengacu pada ACI-318 ada beberapa situasi yang harus dikontrol seperti lendutan yang berlebihan, retak yang berlebihan, getaran atau guncangan yang terlalu besar, ketahanan, serta tampilan visual yang harus diperhatikan. Dengan analisis elastisitas kita bisa mendapatkan nilai dari lendutan, keretakan, getar dan ketahanan tapi itu tidak perlu terlalu diperhatikan. Jika hal-hal tersebut ditentukan berdasarkan desain kekuatan maka strukturnya aman.

Untuk mendapatkan hasil struktur bertingkat yang lebih efisien dengan penggunaan tulangan yang dipakai cenderung lebih sedikit dengan batas keamanan struktur yang masih tetap terpenuhi maka digunakannya Metode Kekuatan Batas (*Limit Strength Method*) (Soselisa et al., 2022).

2.1 Balok

Dalam analisis balok beton bertulang, khususnya terkait teori distribusi tegangan-regangan pada penampang (mengacu SNI 2847:2019, ACI 318). Ukuran balok ditentukan mengacu SNI 2847-2019 pasal 9.3.1.1 Balok non-prategang yang berdiri sendiri dan tidak terhubung dengan dinding atau bagian bangunan lain yang bisa rusak karena lendutan berlebih, tebal total pelat (h) harus memenuhi batas minimum yang telah ditentukan :

Tabel 1 : Tinggi minimum balok nonprategang

Kondisi perlekatan	Minimum $h^{(1)}$
Perlekatan sederhana	$l/16$
Menerus satu sisi	$l/18,5$
Menerus dua sisi	$l/21$
Kantilever	$l/8$

Sumber : SNI 2847:2019

Sedangkan penulangan balok ditentukan berdasarkan SNI 2847-2019 yang beberapa syaratnya :

- 1) Jika baja tekan leleh maka gaya pada baja tekan $C_s \approx A's f_y (d-d')$ yang tercantum pada pasal R22.3
- 2) Menentukan tulangan tarik dan tekan yang dipakai berdasar pada Pasal 9.6 rasio tulangan minimum dan maksimum dengan 9.6.1.2 tulangan tarik minimum $\geq 0,25\rho_b$, 9.6.1.3 tulangan tarik maksimum $\leq 0,75\rho_b$ agar tidak terjadi keruntuhan getas. Jadi As ditentukan bukan hanya dari kebutuhan M_u , tetapi juga harus memenuhi syarat $\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$.
- 3) Rasio tulangan tarik bersih ρ tidak boleh lebih dari $\rho_{max} = 0,025$ untuk beton normal (ρ dihitung dari luasan tulangan tarik terhadap luas bruto penampang) sesuai pasal 9.6.1.
- 4) Pasal 9.6.2 membatasi agar penampang tetap *under-reinforced*, sehingga keruntuhan terjadi karena tarik (*ductile*) bukan tekan (getas).
- 5) Menghitung gaya geser ultimit (V_c) sesuai pasal 22.5.5.1, diperuntukan elemen non prategang, dan pasal 22.5.1 kekuatan geser rencana harus melebihi atau minimal sama dengan gaya geser terfaktor V_u .
- 6) Jika gaya geser terfaktor melebihi gaya geser rencana maka diperlukan tulang geser, begitupun sebaliknya.

2.2 Kolom

Perencanaan dimensi kolom berdasar SNI 2847 - 2019 Pasal 18.7.3. Kolom-kolom dibuat mengacu pada Pasal 18.7.3.2 atau pasal 18.7.3.3. (Badan Standarisasi Nasional, 2019, hlm.385) Badan Standarisasi Nasional, (2019, hlm.385) Desain ukuran kolom mengacu pada Pasal 18.7.2.1:

- 1) Ukuran sisi terkecil dari penampang kolom harus minimal 0,3 m, diukur sepanjang garis lurus yang melewati titik pusat penampang.
- 2) Perbandingan antara sisi terkecil dan sisi tegak lurusnya pada penampang kolom tidak boleh kurang dari 0,4.

Kekuatan lentur harus dihitung dengan cara menjumlahkannya sehingga arah momen pada kolom berbeda arus dengan momen balok. Pasal (18.7.3.2) harus sesuai pada momen balok dua arah vertikal



komponen yang ditinjau. Untuk luas tulangan memanjang (Ast) sesuai Pasal 20.5.1.2 yaitu tidak boleh kurang dari 0,01 dan tidak lebih dari 0,06 dari luas penampang beton bruto (Ag).

2.3 Pelat

Ukuran tebal pelat mengacu pada SNI 2847-2019 Pasal 8.3.1 tentang tebal minimum. Menurut Pasal 8.3.1.1, untuk pelat non-prategang yang tidak ditopang semua sisi dan balok anak, tidak mempunyai rasio lebih dari 2 bentangan memanjang dan memendek, maka tebal pelat (h) harus memenuhi batas minimum yang ada di dalam tabel (Badan Standarisasi Nasional, 2019, hlm.133)

Tabel 2 : Tebal minimum pelat dua arah non-prategang tanpa balok interior

fy (Mpa)	Tanpa Drop Panel			Dengan Drop Panel		
	Panel Eksterior		Panel Interior	Panel Eksterior		Panel Interior
	Tanpa Balok Tepi	Degan Balok Tepi		Tanpa Balok Tepi	Dengan Balok Tepi	
280	ℓ _n /33	ℓ _n /33	ℓ _n /36	ℓ _n /36	ℓ _n /40	ℓ _n /40
420	ℓ _n /30	ℓ _n /33	ℓ _n /33	ℓ _n /33	ℓ _n /36	ℓ _n /36
520	ℓ _n /28	ℓ _n /31	ℓ _n /31	ℓ _n /31	ℓ _n /34	ℓ _n /34

Sumber : SNI 2847:2019 Pasal 8.3.1.1

Analisa struktur memiliki lingkup evaluasi kekuatan, stabilitas, dan ketahanan bangunan terhadap beban yang dipikul komponen gedung. Karena belum melakukan tinjauan komponen gedung proyek Pembangunan Gedung Kantor Pramuka Kota Ambon belum sesuai standar yang berlaku, maka perlu dilakukan perencanaan yang sesuai standar pada dimensi struktur. Sehingga dengan menggunakan Metode Kekuatan Batas dengan bantuan SAP2000 untuk mengetahui keamanan dan kelayakan proyek Pembangunan Gedung Kantor Pramuka Kota Ambon (Fauzan et al., 2025). Pembebanan struktur pada tinjauan menggunakan beberapa acuan seperti PPIUG 1983, SNI 1727-2018, SNI 1727-2020, dan SNI 1726-2019 mencakup *Dead Load*, *Live Load*, *Earthquake Load*. Untuk mengaplikasikan pada struktur yang ditinjau menggunakan salah satu software yaitu SAP2000, analisis struktur gedung dengan menggunakan perangkat lunak SAP2000 merupakan metode berbasis software untuk menganalisis, mengevaluasi perilaku komponen gedung terhadap berbagai jenis pembebanan. Dalam penggunaannya, SAP2000 memungkinkan pemodelan struktur secara tiga dimensi dengan pendefinisian material, dimensi penampang, serta kondisi perletakan yang mendekati kondisi nyata, kemudian dilakukan pembebanan mengacu pada standar meliputi *dead load*, *live load*, *wind load*, dan *earthquake load*. Hasil analisis yang diperoleh meliputi gaya dalam elemen struktur, simpangan, serta reaksi tumpuan dan dihitunglah

kekuatan, stabilitas, dan kinerja struktur, sehingga SAP2000 banyak digunakan dalam perencanaan dan penelitian struktur gedung karena kemampuannya menghasilkan analisis yang akurat dan efisien.

3. METODOLOGI

Metode kuantitatif merupakan penelitian yang menitikberatkan penggunaan data numerik dan analisis statik untuk pengujian pendapat sementara, mengukur variabel dan hubungan masing-masingnya sehingga mendapat hasil berupa kesimpulan yang teruji ilmiah. Metode Kuantitatif yang saya gunakan disini berupa Metode Kekuatan Batas untuk menganalisa struktur bangunan.

Metode analisis data merupakan serangkaian tahapan dalam proses penelitian di mana data yang terkumpul dilakukan proses analisis secara rinci guna mencapai tujuan penulisan, tahapan penelitian ini :

- 1) Menelaah dan menganalisa pedoman untuk penelitian yang dilakukan.
- 2) Menelusuri komponen data yang dipakai untuk penelitian meliputi Gambar Kerja, PPIUG 1983, SNI 1727:2018, SNI 1727:2020, SNI 2847:2019, dan 1726:2019.
- 3) Mendefinisikan jenis beban yang dipikul pada komponen gedung.
- 4) Menganalisa struktur dengan menggunakan Metode Kekuatan Batas.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian pada objek yang ditinjau menghasilkan dimensi dan penggunaan tulangan standar yang dapat digunakan pada komponen struktur atas yang terdiri dari balok, kolom, dan pelat pada gedung yang ditinjau.

4.1 Balok 1 (B1)

Sesuai *Tabel 1 : tinggi minimum balok non prategang*, diklasifikasikan balok **menerus satu sisi**.

$$P \text{ balok } (\ell) = 8000 \text{ mm}$$

$$T \text{ Balok } (h) = \ell / 18,5 = \frac{8000 \text{ mm}}{18,5} = 432,43 \text{ mm} >>>> \text{ yang dipakai adalah } 750 \text{ mm}$$

Syarat balok yang mengacu pada SNI 2847 : 2019 :

$$\ell_n \text{ minimum} = 4d \text{ (} d = \text{ jarak efektif beton) .}$$

$$d = 750 - 40 - 10 - 22/2 = 689 \text{ mm}$$

$$\ell_n = 8000 - 375 - 375 = 7250 \text{ mm}$$

$$\ell_n = 7250 \text{ mm} > (4d) = 4 \times 689 = 2756 \text{ mm}$$

(Memenuhi).

Lebar penampang bw, harus sekurang-kurangnya 200 mm, atau 0,4 – 0,6 x h.

$$b = 0,4 \times 750 = 300 \text{ mm, dipakai } 350 \text{ mm}$$



Balok yang lebih lebar dari kolom tidak diperkenankan lebih besar dari sisi kolom yang nilai terkecilnya c_2 dan $0,75 c_1$. (Standarisasi Nasional Indonesia 2847:2019 pasal 18.6.2.1).

Lebar kolom yang dipakai 500 mm x 750 mm, sedangkan balok yang dipakai 350 mm (**Memenuhi**).

Perancangan tulangan Balok 1 (B1) yang mengacu pada SNI 2847-2019 dengan menggunakan Metode Kekuatan Batas, maka :

Panjang Balok (L) = 80000 mm
 Lebar Balok (b) = 350 mm
 Tinggi Balok (h) = 750 mm
 Tebal Efektif Balok (d) = 689 mm
 Kuat Tekan Beton (f_c') = 26,4 MPa
 f_y = 420 MPa

$$M_u = 260,4087 \text{ kN/m}$$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{260,4087}{0,90} = 289,343 \text{ kN/m}$$

Hitung luas A_s'

$$M_n 2 = A_s' s f_y (d-d')$$

$$12,48 = A_s' s \times 420 \times (689 - 40)$$

$$A_s' s = \frac{12,48 \times 10^6}{272 \times 580} = 45,78 \text{ mm}^2$$

$$\text{Luas } A_s = A_{s1} + A_{s2} = 1156,75 \text{ mm}^2$$

Menentukan Tulangan Tarik dan Tulangan Tekan

Tulangan Tarik

$$D22 = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = 0,25 \times 3,14 \times 22^2 = 379,94$$

$$D16 = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = 0,25 \times 3,14 \times 16^2 = 200,96$$

$$= \frac{1156,75}{379,94} = 3,044 \approx 4 \text{ buah}$$

$$= 7 \times 379,94 = 2659,60 \text{ mm}^2$$

$$A_s = 7 D22 = 2659,60 \text{ mm}^2 > 1156,75 \text{ mm}^2 \rightarrow$$

OK

Tulangan Tekan

$$A_s' = 4 \times 379,94 = 1519,76 \text{ mm}^2$$

$$A_s' = 4 D22 = 1519,76 \text{ mm}^2 > 55,25 \text{ mm}^2$$

Rasio Tulangan (ρ)

$$\rho = \frac{A_s \text{ pasang}}{b \times d} = \frac{2659,60 \text{ mm}^2}{350 \times 689 \text{ mm}^2} = 0,0110$$

$$\rho' = \frac{A_s' \text{ pasang}}{b \times d} = \frac{1519,76 \text{ mm}^2}{350 \times 689 \text{ mm}^2} = 0,0063$$

$$(\rho - \rho') = 0,0110 - 0,0063 = 0,0047$$

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

$$0,0037 < 0,0047 < 0,0150 \rightarrow \text{OK}$$

Kontrol Penampang

$$\rho_{max} = 0,0150 > \rho = 0,0047 \dots\dots\dots \text{Penampang under-reinforced.}$$

Jarak efektif tulangan

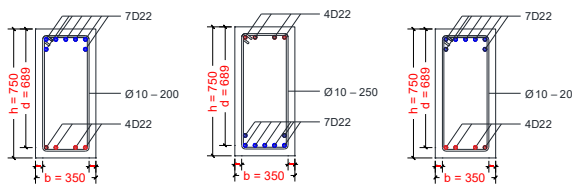
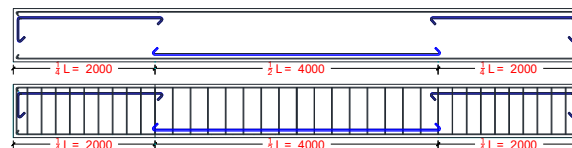
(SNI 2847:2019 pasal 25.2.1)

$$\text{Jarak efektif} = \frac{b-2cc-2ds-n \times db}{n-1} = \frac{350-2 \times 40-2 \times 10-5 \times 22}{5-1} = 35 \text{ mm}$$

Syarat = Jarak efektif \geq maksimum (db dan 25mm)

$$= 35 \geq \text{maksimum (22 dan 25mm)} \rightarrow \text{terbesar}$$

$$= 35 \geq 25 \rightarrow \text{OK.}$$



Sumber : Fariz Vitran Akbar Maruapey, (2025)

Gambar 1. Zona dan Tulangan Lapangan dan Tumpuan Balok 1

4.2 Balok 2 (B2)

Sesuai Tabel 1 : tinggi minimum balok non prategang, diklasifikasikan balok **menerus dua sisi**.

$$P \text{ balok } (\ell) = 7000 \text{ mm}$$

$$T \text{ Balok } (h) = \ell/21 = \frac{7000 \text{ mm}}{21}$$

$$= 333,33 \text{ mm} >>>> \text{dipakai } 650 \text{ mm}$$

Syarat balok yang mengacu pada SNI 2847 : 2019 :

$$L_n \text{ minimum} = 4d \text{ (d= jarak efektif beton).}$$

$$d = 650 - 40 - 10 - 19/2 = 590,5 \text{ mm}$$

$$L_n = 7000 - 250 - 250 = 6500 \text{ mm}$$

$$L_n = 6500 \text{ mm} > (4d) = 4 \times 590,5 = 2362 \text{ mm}$$

(Memenuhi)

Lebar penampang b_w , harus sekurangnya 200 mm, atau $0,4 - 0,6 \times h$.

$$b = 0,4 \times 650 = 260 \text{ mm, dipakai } 350 \text{ mm}$$

Balok yang lebih lebar dari kolom tidak diperkenankan lebih besar dari sisi kolom yang nilai terkecilnya c_2 dan $0,75 c_1$. (Standarisasi Nasional Indonesia 2847:2019 pasal 18.6.2.1).

Lebar kolom yang dipakai 500 mm x 750 mm, sedangkan balok yang dipakai 200 mm (**Memenuhi**).



Perancangan tulangan Balok 2 (B2) yang berpedoman pada SNI 2847-2019 dengan menggunakan Metode Kekuatan Batas, maka :

Panjang Balok (L) = 7000 mm
 Lebar Balok (b) = 350 mm
 Tinggi Balok (h) = 650 mm
 Tebal Efektif Balok (d) = 589 mm
 Kuat Tekan Beton (fc') = 26,4 MPa
 Kuat Leleh Tulangan Longitudinal (fy) = 382 MPa
 Mu = 513,621 kN/m
 Kapasitas Lentur (Mn)
 (SNI 2847:2019 pada pasal 22.2.2.4.1)

$$Mn = \frac{Mu}{0,90} = \frac{513,621}{0,90} = 570,69 \text{ kN/m}$$

Hitung luas tulangan tekan As'
 (SNI 2847 : 2019 Pasal 22.2.2 dan R22.3)

$Mn2 = A's \cdot fy \cdot (d-d')$
 $31,34 = A's \times 420 \times (589 - 40)$

$A's = \frac{66,41 \times 10^6}{230 \cdot 580} = 288,012 \text{ mm}^2$

Luas As = As1 + As2
 = 2563,26 mm² + 288,012 mm²
 = 2851,27 mm²

Menentukan Tulangan Tarik dan Tulangan Tekan
 (SNI 2847 : 2019 Pasal 9.6.1 dan 9.6.2)

Tulangan Tarik
 As = 8 D22 = 3039,52 mm² > 2851,27 mm²

Tulangan Tekan
 As' = 2 D16 = 401,92 mm² > 288,012 mm²

Rasio Tulangan (ρ)

$$\rho = \frac{As \text{ pasang}}{b \cdot d} = \frac{3039,52 \text{ mm}^2}{350 \times 589 \text{ mm}^2} = 0,0147$$

$$\rho' = \frac{As' \text{ pasang}}{b \cdot d} = \frac{401,92 \text{ mm}^2}{350 \times 589 \text{ mm}^2} = 0,00195$$

$(\rho - \rho') = 0,0147 - 0,00195 = 0,0128$

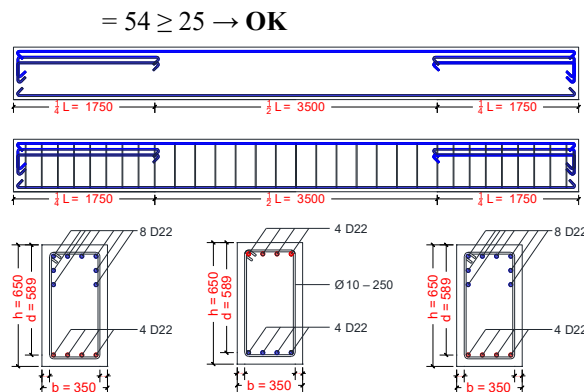
$\rho_{min} < \rho < \rho_{max}$
 $0,0033 < 0,0128 < 0,0150 \rightarrow \text{OK}$

Kontrol Penampang
 $\rho_{max} = 0,0150 > \rho = 0,0128$Penampang *under-reinforced*.

Jarak efektif tulangan
 (SNI 2847:2019 pasal 25.2.1)

Jarak efektif = $\frac{b-2cc-2ds-n \cdot db}{n-1} = \frac{350-2 \times 40-2 \times 10-4 \times 22}{4-1} = 54 \text{ mm}$

Syarat = Jarak efektif ≥ maksimum (db dan 25mm)
 = 54 ≥ maksimum (22 dan 25mm) → terbesar



Sumber : Fariz Vitran Akbar Maruapey, (2025)

Gambar 2. Zona dan Tulangan Lapangan dan Tumpuan Balok 2

4.3 Balok 3 (B3)

Sesuai Tabel 1 : Tinggi minimum balok non prategang, diklasifikasikan balok **menerus dua sisi**.

P balok (ℓ) = 7000 mm

T Balok (h) = $\frac{\ell}{21} = \frac{7000 \text{ mm}}{21} = 333,33 \text{ mm} >>>> \text{dipakai } 500 \text{ mm}$

Syarat balok yang mengacu pada SNI 2847 : 2019 :

Ln minimum = 4d (d= jarak efektif beton).

d = 500 - 40 - 10 - 19/2 = 440,5 mm

Ln = 7000 - 250 - 250 = 6500 mm

Ln = 6500 mm > (4d) = 4 x 590,5 = 1762 mm

(Memenuhi)

Lebar penampang bw, harus sekurang-kurangnya 200 mm, atau 0,4 - 0,6 x h.

b = 0,4 x 500 = 200 mm, dipakai 300 mm

Balok yang lebih lebar dari kolom tidak diperkenankan lebih besar dari sisi kolom yang nilai terkecilnya c2 dan 0,75 c1. (Standarisasi Nasional Indonesia 2847:2019 pasal 18.6.2.1).

Lebar kolom yang dipakai 500 mm x 750 mm, sedangkan balok yang dipakai 350 mm **(Memenuhi)**.

4.4 Kolom 1 (K1)

Pu = 1,2 DL + 1,6 LL

Pu = (1,2 x 59035,04) + (1,6 x 7484,40)

Pu = 82 817,09 kg → 812 435,63 N

Rencana Awal (A) = $\frac{Pu}{\phi \cdot x \cdot fc'} = \frac{812 \cdot 435,63}{0,6 \cdot x \cdot 26,4}$

A = 51 290,13 mm²

Kolom Simetris b = h atau A = h² = b², Maka b = √A

b = √51 290,13 mm²

b = 226 mm jika kolom dianggap simetris maka, 300 x 300 mm.

Beban yang diterima kolom



$$= 82\,817,09 \text{ kg} + (1,2 \times (0,3 \times 0,3 \times 4 \times 2400))$$

$$= 83\,853,89 \text{ kg} \rightarrow 769\,778,71 \text{ N}$$

$$\text{Luasan Kolom (A)} = \frac{Pu}{\phi \times f_c'} = \frac{769\,778,71}{0,6 \times 26,4} = 48\,597,14 \text{ mm}^2$$

$$b = \sqrt{48\,597,14 \text{ mm}^2}$$

$$b = 220 \text{ mm},$$

Jadi lebar kolom minimum adalah 220 mm \approx 250 mm, dipakai 500 mm x 750 mm.

Mengacu SNI 2847:2019 pasal 18.7.2 bahwa :

- 1) Sisi terkecil tidak diperkenankan < 300 mm.
- 2) Sisi terkecil dengan dimensi vertikal tidak diperkenankan < 0,4 ukuran kolom bisa digunakan.

Dimensi Kolom 1 (K1) 500 mm x 750 mm
 = 500 mm >>> 300 mm (**Memenuhi**)
 = 750 / 500 = 1,5 >>> 0,4 (**Memenuhi**)

Perancangan tulangan Kolom 1 (K1) yang mengacu SNI 2847-2019 dengan Metode Kekuatan Batas, maka

T Kolom (L)	= 4000 mm
L Kolom (b)	= 500 mm
P Kolom (h)	= 750 mm
Luas Penampang (Ag)	= 375 000 mm ²
D Tulang Longitudinal (db)	= 25 mm
D Tulang Sengkang (ds)	= 13 mm
Selimit Beton (Cc)	= 40 mm
T Efektif Kolom (d)	= 684,5 mm
fc'	= 26,4 MPa
fy	= 382 MPa

Gaya Dalam

Pu	= 2386,95 kN
Vu	= 65,357 kN
Mu	= 252,0559 kNm

Eksentrisitas minimum (e0)
 (SNI 2847:2019 Pasal 22.4.2)

$$e_0 = \frac{Mu}{Pu} = \frac{252,0559 \text{ kNm}}{2386,95 \text{ kN}} = 0,105 \text{ m} = 105 \text{ mm} > 0,1h = 0,1 \times 750 \text{ mm} = 75 \text{ mm} \rightarrow \text{OK}$$

Asperlu = 1% Ag = 0,01 x 375 000 mm²
 = 3 750 mm² \rightarrow Luasan Tulangan Minimum yang dibutuhkan.

Jumlah Tulangan yang dibutuhkan

$$\text{Ast} = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 20^2 = 379,94 \text{ mm}^2/\text{buah}$$

$$\text{As} = \frac{3\,750}{379,94} = 9,89 \approx \mathbf{10 - D22}$$

$$\text{As pakai} = n \times \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 = 10 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 22^2 = 3\,799,40 \text{ mm}^2$$

Jarak efektif tulangan
 (SNI 2847:2019 pasal 25.2.1)

$$\text{Jarak efektif} = \frac{b-2cc-2ds-n \times db}{n-1} = \frac{500-2 \times 40-2 \times 10-3 \times 22}{3-1} = 167 \text{ mm}$$

Syarat = Jarak efektif \geq maksimum (db dan 25mm)
 = 167 \geq maksimum (22 dan 25mm) \rightarrow terbesar
 = 167 \geq 25 \rightarrow **OK**

As pakai = 3 799,40 mm² > As perlu = 3 750 mm²

Gaya geser baja (Vs) = 65,357 kN

Digunakan sengkang Ø13 mm

$$A_v = \frac{b \times s}{3 \times f_y} = 277,78 \text{ mm}^2$$

$$A_{v\text{perlu}} = 277,78/103 = 0,28 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak sengkang maks} = d/2 = 684,5/2 = 342,25 \text{ mm}$$

Diambil jarak sengkang (s) = 250 mm
 Digunakan sengkang dua kaki D13 mm²

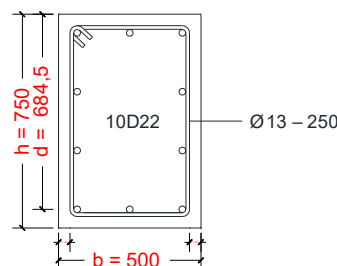
Luas tulangan pakai geser

$$A_v = 2 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times D^2 = 2 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 13^2 = 265,33 \text{ mm}^2$$

$$A_v/\text{spakai} = 265,33/250 = 1,06 \text{ mm}^2$$

Dengan syarat :

$$A_v/s \text{ pakai} > A_v/s \text{ perlu} \\ 1,06 \text{ mm}^2 > 0,28 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{OK}$$



Sumber : Fariz Vitran Akbar Maruapey, (2025)

Gambar 3. Tulangan Kolom 1

4.5 Pelat 1 (P1)

Berdasarkan pada Tabel 2 : Ketebalan minimum pelat dua arah nonprategang tanpa balok interior, Pelat tanpa penebalan panel dan dikategorikan pelat interior dengan fy = 420 MPa, dua arah dan adanya balok anak sebagai balok pendukung, dengan dimensi pelat 6300 x 3000 mm, maka :

$$\frac{Ln}{33} = \frac{6300 - \frac{350}{2} - \frac{350}{2}}{33} = \frac{6300 - 350}{33}$$

$$h_{min} = 180 \text{ mm}$$

Besar α di bentang x = 6,3 m adalah sebagai berikut :

$$\alpha_{fi} = \frac{E_{cb} \times I_b}{E_{cp} \times I_p}$$



$$= \frac{24\,149,04\text{ MPa} \times 23\,774\,527\,500\text{ MPa}}{24\,149,04\text{ MPa} \times 3\,717\,900\,000\text{ MPa}} = 6,40$$

Maka, $\alpha_{fm} = \frac{\alpha_{fs} + \alpha_{fi}}{2} = \frac{8,22 + 6,40}{2} = 7,31$

$$\beta = \frac{6300 - 350}{3000 - 350} = 2,24$$

Karena α_{fm} hitung 18,06 > dari 2 maka tebal pelat minimum h adalah

$$h = \frac{Ln \times (0,8 + fy/1400)}{(36 + (9 \times \beta))} = \frac{6300 \times (0,8 + 420/1400)}{(36 + (9 \times 2,24))}$$

$h_{min} = 123,40$ mm, dan di lapangan 130 mm maka dianggap tidak memenuhi, maka dipakai :

200 mm > (syarat $\alpha_{fm} > 2 = 90$ mm) dan ($\frac{Ln}{33} h_{min} = 180$ mm) (**Memenuhi**)

- P pelat (Lx) = 6300 mm
- P pelat (Ly) = 8000 mm
- Rasio Ly/Lx = 1,26
- Model pelat = 2 arah, karena Ly/Lx ≤ 2
- T Pelat (h) = 200 mm
- D Tulang (db) = 8 mm
- Selimut beton (cc) = 20 mm
- Tebal efektif (d) = 166 mm
- Kuat tekan beton (fc') = 26,4 MPa

Nilai koefisien $\frac{Ly}{Lx} = 1,270$ diambil dari tabel momen pelat maka :

- Lap x, Clx = 30,10
- Lap y, Cly = 19,30
- Tum x, Ctx = 67,50
- Tum y, Cty = 56,70
- D Tulang = 8 mm
- T efektif selimut pelat = 20 mm

Kuat momen rencana : $\phi M_n \geq M_u$

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{34,75}{0,9} = 38,61\text{ kN}$$

$\phi M_n = 38,61\text{ kN} \geq M_u = 34,75\text{ kN} \rightarrow \text{OK}$

$$A_s = \frac{M_n}{f_y j d} = \frac{38,61 \times 10^6}{294 \times 180} = 729,59\text{ mm}^2$$

Pilih tulangan aktual daerah tumpuan

Tulangan yang digunakan dipilih dari Tabel atau dapat dihitung :

$$A_s = \phi 12 - 125 = 904,78\text{ mm}^2 > A_s = 729,59\text{ mm}^2$$

Tulangan susut dan suhu atau pembagi yang digunakan:

Perhitungan momen jepit tak terduga arah x y diambil nilai terbesar = 5,91 kNm

$$A_s = \frac{M_n}{f_y j d} = \frac{5,91 \times 10^6}{294 \times 180} = 111,68\text{ mm}^2$$

Tulangan yang digunakan dipilih dari Tabel atau dapat dihitung :

$$A_s = \phi 8\emptyset - 150 = 335,10\text{ mm}^2 > A_s = 111,68\text{ mm}^2$$

Kontrol rasio tulangan

$$\rho = \left(\frac{A_s}{b d}\right) = \left(\frac{904,78}{1000 \times 180}\right) = 0,0050$$

$\rho_{minimum} < \rho < \rho_{maksimum}$
 $0,0048 < 0,0050 < 0,0245 \dots \dots \dots \text{OK}$

Kontrol penampang :

$\rho_{maksimum} = 0,0245 > \rho = 0,0057 \dots \dots \dots$ Penampang *under-reinforced*

$$\phi M_n = 0,9 \times 64,037 = 57,63\text{ kNm}$$

Periksa momen rencana : $\phi M_n \geq M_u$

$\phi M_n = 57,63\text{ kNm} \geq M_u = 34,75\text{ kNm} \rightarrow \text{OK}$

Pilih tulangan aktual daerah lapangan.

Tulangan yang digunakan dipilih dari Tabel atau dapat dihitung :

Tulangan pada bagian penampang tarik :

$$A_s = \phi 12 - 125 = 940,78\text{ mm}^2 > A_s = 253,97\text{ mm}^2$$

Kontrol rasio tulangan

$$\rho = \left(\frac{A_s}{b d}\right) = \left(\frac{904,78}{1000 \times 180}\right) = 0,0050$$

$\rho_{minimum} < \rho < \rho_{maksimum}$
 $0,0048 < 0,0050 < 0,0245 \rightarrow \text{OK}$

Kontrol Penampang

$\rho_{maksimum} = 0,0245 > \rho = 0,0050 \dots \dots \dots$ Penampang *under-reinforced*.

$$\phi M_n = 0,9 \times 25,023 = 22,521\text{ kNm}$$

Periksa momen rencana : $\phi M_n \geq M_u$

$\phi M_n = 22,521\text{ kNm} \geq M_u = 11,83\text{ kNm} \rightarrow \text{OK}$

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Adapun hasil penelitian dan dapat diambil kesimpulan yaitu :

Untuk komponen Balok dan Kolom sudah sesuai standar dimensi dan penulangan sesuai SNI 2847:2019 dan dianggap cukup untuk menopang beban bekerja maka tulangan yang dipakai pada elemen struktur diantaranya, Balok 1 (B1) 350 mm x 750 mm digunakan tulangan 7D22 dan 4D22 serta sengkang Ø10 – 200 pada tumpuan, sengkang Ø10 – 250 pada lapangan. Balok 2 (B2) 350 mm x 650 mm digunakan tulangan 8D22 dan 4D22 serta sengkang Ø10 – 200 pada tumpuan, sengkang Ø10 – 250 pada lapangan. Kolom (K1) 500mm x 750 mm digunakan tulangan 10D22 dan juga sengkang Ø13 – 250 di sepanjang penampang balok. Untuk tulangan pelat lantai dipakai M8 – 150 mm dan M12 – 125 mm dianggap sudah memenuhi standar untuk memikul beban terfaktor yang bekerja pada komponen struktur atas gedung.

5.2. Saran

Dari hasil penelitian adapun saran yang dirangkum dibawah ini :



Disarankan bahwa pada penelitian selanjutnya yang dilakukan khususnya pada pekerjaan gedung bertingkat sebaiknya digunakan data yang lebih valid dan akurat yang mencakup seperti mutu material, beban dan kombinasi beban yang bekerja sesuai SNI yang terbaru dan juga mempertimbangkan kondisi nyata struktur agar hasil analisis dapat mendekati keadaan yang sesuai dilapangan. Selain itu, penelitian yang selanjutnya dilakukan agar memakai metode analisis yang lebih detail agar hasil perencanaan tulangan lebih aman terhadap beban maksimum dan lebih efisien serta sesuai dengan kondisi struktur yang sebenarnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Fauzan, A. S., Frans, P. L., & Gasperz, W. (2025). *Analisa Struktur Gedung Kantor Pramuka Kota Ambon Dengan Menggunakan Metode Kekuatan Batas Anang. Vol 1. No.8* , Jurnal Penelitian Multidisiplin Bangsa. Ambon
- Badan Standarisasi Nasional, (2019). *SNI 2847:2019 – Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung*. BSN. Jakarta
- Ratih, S. Y., Setyawan, A., & Hakim, A. N. (2023). *Analisis Perbandingan Struktur Baja Menara Masjid Dengan Metode Ultimit dan Tegangan Ijin. Vol 5.No.1* Jurnal Media Komunikasi Dunia Ilmu Sipil (*MoDuluS*), Karanganyar
- Soselisa, J. F., Frans, P. L., & Hutubessy, V. R. R. (2022). *TINJAUAN PERHITUNGAN STRUKTUR ATAS PADA GEDUNG AUDITORIUM IAIN KOTA AMBON DENGAN METODE KEKUATAN BATAS. Vol 1.No.1*, Journal Agregate, Ambon
- Valent. (2019). *Metode-Kekuatan-Batas*. <https://www.scribd.com/document/435527839/>