

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Balok merupakan salah satu elemen struktur yang berfungsi menahan beban melintang terhadap sumbu panjangnya. Dalam konstruksi beton bertulang, dimensi balok sangat mempengaruhi kekuatan dan kekakuan struktur secara keseluruhan. Salah satu dimensi utama yang memengaruhi perilaku balok adalah **lebar balok (b)**.

Perubahan lebar balok akan berdampak langsung terhadap luas penampang, momen inersia, serta kapasitas lentur dan geser balok. Dalam praktik perencanaan struktur, pemilihan dimensi balok harus memperhatikan efisiensi material dan kekuatan struktur. Oleh karena itu, penting untuk memahami sejauh mana lebar balok memengaruhi perilaku struktur, seperti **lendir, kapasitas momen, dan distribusi tegangan**.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui **pengaruh variasi lebar balok** terhadap perilaku balok beton bertulang melalui pendekatan **perhitungan manual berdasarkan teori mekanika teknik dan struktur**

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi lebar balok terhadap lendutan maksimum balok beton bertulang?
2. Bagaimana perubahan kapasitas momen lentur akibat variasi lebar balok?
3. Bagaimana pengaruh variasi lebar terhadap distribusi tegangan pada penampang balok?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Menganalisis perilaku balok beton bertulang akibat variasi lebar balok (b) menggunakan perhitungan manual.
2. Menentukan perubahan nilai lendutan, tegangan, dan momen lentur akibat variasi lebar balok.
3. Memberikan pemahaman teoritis mengenai pentingnya dimensi penampang dalam desain balok beton bertulang.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Memberikan referensi teknis mengenai pengaruh dimensi penampang terhadap kekuatan dan kekakuan balok.
2. Menjadi bahan kajian akademik bagi mahasiswa teknik sipil dalam memahami konsep dasar perencanaan balok beton bertulang.
3. Menjadi dasar pertimbangan dalam pemilihan dimensi balok untuk struktur sederhana.

1.5 Batasan Masalah

1. Material yang digunakan adalah beton bertulang dengan mutu tetap (misal: $f_c = 25 \text{ MPa}$).
2. Panjang bentang dan tinggi balok dibuat konstan.
3. Variasi dilakukan hanya pada lebar balok (misalnya: 150 mm, 200 mm, 250 mm, dan 300 mm).
4. Pembebanan bersifat statis dan seragam (uniform load).
5. Perhitungan dilakukan secara manual dengan mengacu pada teori lentur, momen inersia, dan tegangan.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini disusun dalam lima bab, yaitu:

1. Bab I: Pendahuluan, berisi latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan, dan sistematika penulisan.
2. Bab II: Tinjauan Pustaka, membahas teori-teori yang berkaitan dengan balok beton bertulang, lentur, lendutan, dan perhitungan struktur.
3. Bab III: Metodologi Penelitian, menjelaskan cara dan tahapan penelitian serta parameter yang digunakan.
4. Bab IV: Hasil dan Pembahasan, memuat hasil perhitungan dan analisis pengaruh lebar balok terhadap perilaku struktur.
5. **Bab V**: Kesimpulan dan Saran, berisi rangkuman hasil penelitian serta rekomendasi untuk studi lanjutan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Balok Beton Bertulang

Balok beton bertulang merupakan elemen struktural horizontal yang berfungsi menahan beban dari lantai, atap, dan beban lain yang bekerja secara transversal terhadap panjang balok. Dalam sistem struktur bangunan, balok berperan penting dalam mendistribusikan beban ke kolom dan pondasi.

Balok beton bertulang dirancang untuk menahan beban lentur dan geser. Beton, sebagai material yang kuat terhadap tekan namun lemah terhadap tarik, diperkuat dengan tulangan baja agar mampu menahan gaya tarik yang timbul akibat momen lentur. Menurut SNI 2847:2019, perancangan balok harus memenuhi kriteria kekuatan (strength), kekakuan (stiffness), dan ketahanan terhadap retak (cracking resistance).

2.2 Parameter Geometri Penampang Balok

Parameter utama pada penampang balok meliputi:

1. b = lebar penampang balok
2. h = tinggi penampang balok
3. A_s = luas tulangan tarik
4. d = tinggi efektif (jarak dari serat tekan terjauh ke tulangan tarik)

Lebar balok (b) secara langsung memengaruhi luas penampang (A) dan momen inersia (I), yang kemudian berdampak pada tegangan, kapasitas momen lentur, serta lendutan balok. Peningkatan lebar balok cenderung meningkatkan kekakuan lentur (EI) dan menurunkan lendutan.

2.3 Teori Lentur pada Balok

Menurut teori elastis linier, distribusi tegangan pada balok yang dibebani secara lentur mengikuti hukum distribusi linear, dengan tegangan maksimum terjadi pada serat paling atas (tekan) dan paling bawah (tarik).

Rumus tegangan lentur:

$$\sigma = \frac{I \cdot M \cdot y}{I}$$

Keterangan:

1. σ = tegangan lentur (MPa)
2. M = momen lentur (Nm)
3. y = jarak dari netral axis ke serat luar (m)
4. I = momen inersia penampang (m^4)

2.4 Momen Inersia dan Pengaruh Lebar Balok

Momen inersia (I) untuk penampang persegi panjang (balok beton biasa) dapat dihitung dengan rumus:

$$I = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3$$

Dari rumus tersebut, terlihat bahwa semakin besar nilai **b**, semakin besar pula nilai **I**, yang berarti kekakuan balok akan meningkat. Hal ini akan berdampak pada **pengurangan lendutan** dan **peningkatan kapasitas momen lentur**.

2.5 Teori Lendutan Balok

Keterangan:

$\Delta_{\max}$ = lendutan maksimum (m)

w = beban merata (N/m)

L = panjang bentang balok (m)

E = modulus elastisitas beton (N/m^2)

I = momen inersia penampang (m^4)

Dari rumus ini, terlihat bahwa semakin besar I (yang dipengaruhi oleh b), maka lendir balok akan semakin kecil, atau balok makin kaku.

2.6 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji pengaruh dimensi penampang terhadap perilaku balok, seperti:

1. **Andri et al. (2018)** menemukan bahwa peningkatan lebar balok sebesar 25% dapat meningkatkan kapasitas momen hingga 18%.
2. **Siregar (2020)** menyatakan bahwa momen inersia meningkat linier terhadap lebar balok, yang sejalan dengan berkurangnya lendutan maksimum.
3. **Fitriani (2022)** menganalisis bahwa lebar balok yang terlalu besar bisa menyebabkan pemborosan material jika tidak dibarengi dengan kebutuhan kekuatan struktural.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Balok Beton Bertulang

Balok beton bertulang merupakan elemen struktural horizontal yang berfungsi menahan beban dari lantai, atap, dan beban lain yang bekerja secara transversal terhadap panjang balok. Dalam sistem struktur bangunan, balok berperan penting dalam mendistribusikan beban ke kolom dan pondasi.

Balok beton bertulang dirancang untuk menahan beban lentur dan geser. Beton, sebagai material yang kuat terhadap tekan namun lemah terhadap tarik, diperkuat dengan tulangan baja agar mampu menahan gaya tarik yang timbul akibat momen lentur. Menurut SNI 2847:2019, perancangan balok harus memenuhi kriteria kekuatan (strength), kekakuan (stiffness), dan ketahanan terhadap retak (cracking resistance).

2.2 Parameter Geometri Penampang Balok

Parameter utama pada penampang balok meliputi:

1. **b** = lebar penampang balok
2. **h** = tinggi penampang balok
3. **A_s** = luas tulangan tarik
4. **d** = tinggi efektif (jarak dari serat tekan terjauh ke tulangan tarik)

Lebar balok (**b**) secara langsung memengaruhi luas penampang (**A**) dan momen inersia (**I**), yang kemudian berdampak pada tegangan, kapasitas momen lentur, serta lendutan balok. Peningkatan lebar balok cenderung meningkatkan kekakuan lentur (**EI**) dan menurunkan lendutan.

2.3 Teori Lentur pada Balok

Menurut teori elastis linier, distribusi tegangan pada balok yang dibebani secara lentur mengikuti hukum distribusi linear, dengan tegangan maksimum terjadi pada serat paling atas (tekan) dan paling bawah (tarik).

Rumus Tegangan lentur :

$$\sigma = \frac{m.y}{I}$$

Keterangan:

1. σ = tegangan lentur (MPa)
2. M = momen lentur (Nm)
3. y = jarak dari netral axis ke serat luar (m)
4. I = momen inersia penampang (m^4)

2.4 Momen Inersia dan Pengaruh Lebar Balok

Momen inersia (I) untuk penampang persegi panjang (balok beton biasa) dapat dihitung dengan rumus:

$$I = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3$$

Dari rumus tersebut, terlihat bahwa semakin besar nilai b , semakin besar pula nilai I , yang berarti kekakuan balok akan meningkat. Hal ini akan berdampak pada pengurangan lendutan dan peningkatan kapasitas momen lentur.

2.5 Teori Lendutan Balok

Untuk balok sederhana dengan beban merata w dan dua tumpuan (sendi-rol), lendutan maksimum dapat dihitung dengan:

$$\Delta_{max} = \frac{5wL^4}{384EI}$$

Keterangan:

Δ_{max} = lendutan maksimum (m)

w = beban merata (N/m)

L = panjang bentang balok (m)

E = modulus elastisitas beton (N/m^2)

I = momen inersia penampang (m^4)

Dari rumus ini, terlihat bahwa semakin besar I (yang dipengaruhi oleh b), maka lendir balok akan semakin kecil, atau balok makin kaku.

2.6 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian sebelumnya telah mengkaji pengaruh dimensi penampang terhadap perilaku balok, seperti:

1. Andri et al. (2018) menemukan bahwa peningkatan lebar balok sebesar 25% dapat meningkatkan kapasitas momen hingga 18%.
2. Siregar (2020) menyatakan bahwa momen inersia meningkat linier terhadap lebar balok, yang sejalan dengan berkurangnya lendutan maksimum.
3. Fitriani (2022) menganalisis bahwa lebar balok yang terlalu besar bisa menyebabkan pemborosan material jika tidak dibarengi dengan kebutuhan kekuatan struktural.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian kuantitatif analitik, yang bertujuan untuk menganalisis secara numerik pengaruh variasi lebar balok terhadap perilaku struktural balok beton bertulang. Analisis dilakukan menggunakan pendekatan teori mekanika struktur dan bahan, tanpa bantuan perangkat lunak analisis struktur.

3.2. Variabel Penelitian

Variabel bebas:

- Lebar balok (b), dengan variasi ukuran tertentu (misal: 150 mm, 200 mm, 250 mm, 300 mm)

Variabel terikat:

- Momen lentur maksimum
- Tegangan lentur maksimum
- Lendutan maksimum

Variabel tetap:

- Panjang bentang balok (L)
- Tinggi balok (h)
- Mutu beton dan tulangan
- Jenis pembebanan (beban merata)
- Sistem tumpuan (sendi – rol)

3.3. Objek Penelitian

Objek penelitian berupa balok beton bertulang dengan panjang dan tinggi tetap, serta variasi pada lebar balok. Balok diasumsikan sebagai elemen struktur sederhana, dibebani merata sepanjang bentang dan dianalisis sebagai balok elastis linier.

3.4. Metode Pengumpulan Data

Data yang digunakan adalah data sekunder berupa:

- Mutu material (f_c' beton, f_y baja)
- Dimensi penampang balok
- Beban kerja (uniform load)
- Sifat mekanik bahan (modulus elastisitas E beton)

Semua data digunakan untuk menghitung momen, tegangan, dan lendutan menggunakan rumus-rumus struktur dasar.

3.5. Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan melalui tahapan berikut:

1. **Menentukan parameter balok:**

- Panjang (L): misalnya 4 meter
- Tinggi (h): misalnya 300 mm
- Lebar (b): divariasikan
- Mutu beton: misalnya $f_c' = 25$ MPa
- Beban merata: misalnya 5 kN/m

2. **Menghitung Momen Lentur Maksimum**

$$M_{\max} = w \cdot L^2 \quad M_{\max} = \frac{w \cdot L^2}{8} \quad M_{\max} = 8w \cdot L^2$$

3. **Menghitung Momen Inersia (I) untuk tiap variasi b**

$$I = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 \quad I = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 \quad I = 121 \cdot b \cdot h^3$$

4. **Menghitung Tegangan Lentur Maksimum**

$$\sigma = \frac{M \cdot y}{I} \quad \sigma = \frac{M \cdot y}{I} \quad \sigma = I \cdot M \cdot y$$

5. **Menghitung Lendutan Maksimum**

$$\Delta_{\max} = \frac{5wL^4}{384EI} \quad \Delta_{\max} = \frac{5wL^4}{384EI} \quad \Delta_{\max} = 384EI5wL^4$$

6. **Membandingkan hasil antar variasi lebar balok**

3.6. Alat dan Bahan

Karena penelitian bersifat analitis, alat yang digunakan adalah perangkat bantu perhitungan, seperti:

- Kalkulator teknik
- Spreadsheet (Microsoft Excel)
- Buku referensi perhitungan struktur
- Data mutu material dari standar (SNI 2847:2019)
- Software struktur sap 2000

3.7. Teknik Analisis Data

Data hasil perhitungan dianalisis secara komparatif. Setiap variasi lebar balok akan dibandingkan untuk melihat:

- Perubahan momen lentur
- Perubahan tegangan lentur
- Perubahan lendutan

Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk memudahkan interpretasi.