

**Studi Pengaruh Lendutan Terhadap Beton Ringan Yang Tetap Terjaga Berat Penampang**  
*Study of the Effect of Deflection on Lightweight Concrete Maintained Cross-sectional Weight*

**M.Fikri hidayattulloh<sup>1</sup>, Pujo Priyono<sup>2</sup>, Muhtar<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Mahasiswa Progam Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember  
email: [fikrifikri320@gmail.com](mailto:fikrifikri320@gmail.com)

<sup>2</sup>Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember  
email: [pujopriyono@unmuhjember.ac.id](mailto:pujopriyono@unmuhjember.ac.id)

<sup>3</sup>Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember  
email: [muhtar@unmuhjember.ac.id](mailto:muhtar@unmuhjember.ac.id)

**Abstrak**

Lendutan dalam balok menggunakan nilai beton normal sebagai acuan dengan menggunakan beban terpusat dan tumpuan sendi rol. Dalam perhitungan lendutan menggunakan rumus SNI 03-2847-2019. Nilai lamda beton ringan mempunyai nilai lamda 0,75, 0,80, 0,85, 0,90 dan 1. Nilai berat balok menjadi empat yaitu 1400 kg/m<sup>3</sup>, 1548 kg/m<sup>3</sup>, 1699 kg/m<sup>3</sup>, 1850 kg/m<sup>3</sup> dan 2400 kg/m<sup>3</sup>. Dalam perhitungan menggunakan lendutan sesaat dan jangka Panjang menggunakan mutu beton ( $f_c'$ ) = 18,6 MPa, 20,7 MPa, dan 23 MPa. Sehingga nilai lendutan beton ringan yang nilainya mendekati beton normal yaitu di lamda 0,90 mempunyai berat balok 6493,5 kg/m mempunyai nilai rata-rata  $\Delta/L$  0,53% dari beberapa penampang yang paling optimum yaitu di penampang balok 450 mm x 600 mm dengan nilai  $\Delta/L$  0,51 %. Jadi dapat disimpulkan bahwa untuk pengaruh berat penampang beton ringan terhadap lendutan yaitu semakin kecil berat baloknya maka nilai  $\Delta/L$  semakin besar. Disarankan menggunakan lamda di atas 0,90 jika menggunakan lamda dibawahnya nilai penampang perlu diperiksa Kembali untuk kemungkinan balok beton mengalami kelendutan yang membesar dan mengakibatkan keruntuhan.

**Kata Kunci:** Beton ringan, Berat balok, Lendutan.

**Abstract**

*Deflection in the beam uses normal concrete values as a reference by using concentrated loads and roller joint supports. In calculating the deflection using the SNI 03-2847-2019 formula. Lambda values for lightweight concrete have lambda values of 0.75, 0.80, 0.85, 0.90 and 1. The weight values of the blocks are four, namely 1400 kg/m<sup>3</sup>, 1548 kg/m<sup>3</sup>, 1699 kg/m<sup>3</sup>, 1850 kg/m<sup>3</sup> and 2400 kg/m<sup>3</sup>. In the calculation using the instantaneous and long-term deflection using concrete quality ( $f_c'$ ) = 18.6 MPa, 20.7 MPa, and 23 MPa. So that the deflection value of lightweight concrete which is close to normal concrete, namely at lamda 0.90 has a beam weight of 6493.5 kg/m has an average value of  $\Delta/L$  0.53% of some of the most optimum cross sections, namely at a beam cross section of 450 mm x 600 mm with a  $\Delta/L$  value of 0.51 %. So it can be concluded that for the effect of light concrete cross-sectional weight on deflection, namely the smaller the weight of the beam, the greater the value of  $\Delta/L$ . It is recommended to use a lambda above 0.90 if using a lambda below that the cross-sectional value needs to be checked again for the possibility of the concrete beam experiencing enlargement and resulting in collapse.*

**Keywords :** Light concrete, Block weight, Deflection.

## 1. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur menjadi hal yang sedang digadag-gadag dalam pemerintahan di era sekarang. Salah satu pembangunan yang berkembang bidang konstruksi. Beton sebagai material yang krusial pada konstruksi. Kualitas beton sebagai penekanan primer yang perlu diperhatikan. Pada konstruksi, material beton mutu tinggi sebagai hal yang utama digunakan (Mulyati & Arkis, 2020)

Beton merupakan suatu bahan campuran dari beberapa material, yang bahan utamanya terdiri dari campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, air dan atau tanpa bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu. Karena beton merupakan komposit, maka kualitas beton sangat tergantung dari kualitas masing-masing material pembentuk dan penggantian material dalam beton bertulang akan mempengaruhi perilaku kuat tekan pada elemen struktur beton bertulang, beton seperti itu umumnya disebut dengan beton ringan (Suratmin *et al.*, 2007).

Beton ringan adalah beton yang dihasilkan oleh agregat ringan. Agregat ringan adalah agregat yang memiliki berat jenis cenderung lebih rendah dari pada beton normal pada umumnya (Putra & Widjaja, 2015).

Menurut (Badan Standardisasi Nasional, 2000) pembuatan beton ringan dapat dilakukan dengan cara melakukan penggantian pada agregat kasar dan agregat halus dengan agregat ringan yang memiliki berat jenis lebih ringan dari pada agregat normal seperti batu pecah dan pasir. Penggantian agregat lebih ringan dapat membuat berat jenis campuran beton yang dibuat lebih ringan dari berat jenis beton normal.

Penelitian ini yaitu menciptakan beton ringan dengan mutu beton yang tinggi, antara lain penghematan biaya yang dilakukan dibandingkan menggunakan beton normal. Adapun salah satu kelemahan beton ringan adalah pada melemahnya momen retak atau ter-reduksinya tegangan tarik beton dan juga lendutan.

### B. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh berat penampang beton ringan terhadap lendutan ?
2. Berapakah nilai penampang yang optimum terhadap lendutan ?

### C. Batasan Masalah

Penelitian ini membatasi masalah yang akan dibahas dalam penelitian sebagai berikut :

1. Menggunakan Analisa lendutan elastis.
2. Menggunakan Analisa lendutan satu arah.
3. Tidak melibatkan RAB
4. Analisa dilakukan dengan metode elemen hingga yang dianalisis dengan bantuan program Microsoft Excel
5. Menetapkan nilai tulangan yang dipakai berdasarkan dari buku SNI 2847-2019
6. Mengabaikan berat balok include ke P dan L

### D. Tujuan

Adapun tujuan dalam studi pengaruh lendutan dengan beton ringan yang tetap terjaga optimasi beratnya, adalah:

1. Mengetahui berat balok beton ringan yang ideal terhadap reduksi lendutan, layaknya beton normal.
2. Mengetahui nilai penampang beton ringan yang optimum terhadap lendutan.

## E. Manfaat

Adapun manfaat yang dapat diharapkan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Studi ini Merupakan kesempatan Bagi penulis untuk menerapkan ilmu yang telah dipelajari selama di bangku perkuliahan dan digunakan dalam praktek secara langsung di lapangan. Maka akan menambah pemahaman penulis dan dapat memberikan manfaat penelitian untuk mengetahui bagaimana kapasitas Lentur pada balok beton bertulang tunggal menggunakan agregat beton normal..
2. Hasil studi ini bisa digunakan sebagai masukan terkait perkembangan bidang konstruksi yang terus meningkat di masa yang akan datang.
3. Hasil studi ini bisa digunakan sebagai bahan referensi dan untuk membandingkan dalam memecahkan masalah yang sama di masa akan datang ataupun digunakan sebagai bahan studi.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Pengertian Umum Beton

Beton adalah suatu bahan komposit (campuran) dan beberapa material yang bahan utamanya terdiri menurut campuran antara agregat halus, agregat kasar, air dan atau tanpa bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu. Karena beton adalah komposit, maka daktilitas beton sangat tergantung menurut kualitas masing-masing pembentuk (Akbar *et al.*, 2014).

### B. Beton Normal

Beton Normal merupakan bahan bangunan yang paling banyak dipakai dalam industri konstruksi. Yang dimaksud dengan beton normal adalah adanya baja tulangan (kawat, anyaman kawat) pada penampang beton dengan maksud buat menambah ketahanan tarik dan lentur. beton normal sendiri merupakan bahan yang relatif cukup berat, dengan berat 2200 kg/m<sup>3</sup> sampai 2500 kg/m<sup>3</sup> dan dibuat menggunakan agregat alam yang dipecah maupun tidak dipecah (Badan Standardisasi Nasional, 2002).

Selain mengenal beton normal, ada pula istilah “beton ringan”. jenis beton ini memiliki

pengertian sebagai beton yang berat jenisnya lebih kecil dari pada beton pada umumnya. beton ringan juga memiliki kandungan rongga yang cukup besar jumlahnya. Berat jenisnya tak lebih dari 1900 kg/m<sup>3</sup>. Aplikasi dari beton ini ialah untuk blok atau bata, panel beton ringan, pagar beton, ornamen bangunan.

### C. Beton Ringan

Beton ringan adalah beton yang memiliki berat jenis (*density*) lebih ringan dari pada beton pada umumnya. beton ringan dapat dibuat dengan berbagai cara, antara lain dengan menggunakan agregat ringan (*fly ash*, batu apung, *expanded polystyrene*, dll), campuran antara semen, silika, pozolan, dll, atau semen dengan kimia penghasil gelembung udara (Miswar, 2020).

**Tabel 1.** Jenis-jenis Beton Ringan Berdasarkan Kuat Tekan, Berat Beton, dan Agregat Penyusunnya

| Konstruksi Beton Ringan | Beton Ringan     |                                | Jenis Agregat Ringan   |
|-------------------------|------------------|--------------------------------|--|
|                         | Kuat Tekan (MPa) | Berat Isi (kg/m <sup>3</sup> ) |  |
| Struktural              |                  |                                | Agregat dibuat melalui proses pemanasan batu serpih, apung, batu sabak, terak besi atau abu terbang; |
| Minimum                 | 17,24            | 1400                           |  |
| Maksimum                | 41,36            | 1850                           |  |
| Struktural ringan       |                  |                                | Agregat mangan alami seperti scoria atau batu apung  |
| Minimum                 | 6,9              | 800                            |  |
| Maksimum                | 17,24            | 1400                           |  |
| Struktur ringan         |                  | 800                            | Pendit   |

Sumber : SK SNI 03-3449-2002

Beton ringan ini dihasilkan oleh agregat ringan. Agregat yang memiliki berat jenis rendah. beton ringan memiliki berat jenis antara 1400 kg/ - 1850 kg/ , sedangkan beton normal memiliki berat jenis antara 2200 kg/ - 2400 kg/ berat jenis beton yang lebih ringan dapat menguntungkan karena dapat

mengurangi beban mati (dead load) yang dipikul oleh pondasi sehingga dimensi pondasi yang digunakan lebih kecil (Putra & Widjaja, 2015).

#### D. Lentutan

Satu hal yang penting dari struktur beton bertulang adalah masalah lendutan yang terjadi akibat beban yang bekerja. Struktur beton bertulang yang mengalami lentur harus direncanakan agar mempunyai kekakuan yang cukup untuk membatasi lendutan yang mungkin memperlemah kekuatan maupun kemampuan layan struktur pada beban kerja.

Menurut Dobrowolski (1998), beton ringan mempunyai berat jenis di bawah 1900 kg/m<sup>3</sup>. Menurut Neville dan Brooks (1987), beton ringan mempunyai berat jenis di bawah 1800 kg/m<sup>3</sup>. Jenis-jenis beton ringan menurut Dobrowolski (1998) dan Neville dan Brooks (1987) dapat dikelompokkan sesuai Tabel 2 di bawah ini.

**Tabel 2.** Jenis-jenis beton ringan menurut Dobrowolski (1998) dan neville and brooks (1987)

| Sumber                    | Jenis Beton Ringan  | Berat Jenis Beton (kg/m <sup>3</sup> ) | Kuat Tekan (MPa) |
|---------------------------|---|--|------------------|
| Dobrowolski (1998)        | Beton dengan berat jenis rendah ( <i>Low-Density Concretes</i> )                          | 240-800                                | 0,35-6,9         |
|                           | Beton ringan dengan kekuatan menengah ( <i>Moderates-Strength Lightweight Concretes</i> ) | 800-1440                               | 6,9-17,3         |
|                           | Beton ringan struktur ( <i>Structural Lightweight Concretes</i> )                         | 1440-1900                              | >17,3            |
| Neville and Brooks (1987) | Beton ringan penahan panas ( <i>Insulating Concrete</i> )                                 | <800                                   | 0,7-7            |
|                           | Beton ringan untuk pemasangan batu ( <i>Masonry Concretes</i> )                           | 500-800                                | 7-14             |
|                           | Beton ringan struktur ( <i>Structural Lightweight Concretes</i> )                         | 1400-1800                              | >17              |

Sumber : SK SNI 03-3449-2002

Salah satu cara untuk mereduksi berat isi yang cukup besar ini adalah dengan mengganti agregat normal dengan agregat ringan, baik yang diperoleh dari alam atau buatan dan hasilnya disebut Beton Ringan (*Lightweight Concrete*).

Berkaitan dengan hal tersebut, bila bentang panjang maka lendutan akan besar. Untuk memperkecil lendutan biasanya dengan memperbesar kekakuan penampang (EI).

#### E. Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas adalah kekuatan untuk menahan gaya-gaya lentur yang terjadi. beton yang sedang menahan beban akan terbentuk suatu hubungan renggangan dan tegangan yang merupakan fungsi dari waktu pembebanan. Beton menunjukkan sifat elastis murni pada waktu menahan beban singkat Kemiringan garis singgung pada segmen pertama garis parabola didefinisikan sebagai Modulus Tangen (Tangen Modulus) dianggap sebagai modulus elastisitas beton  $E_c$ , sedang kemiringan yang melalui titik  $0.5f_c$  adalah Modulus Sekan (Secant Modulus), yang umum diambil sebagai modulus elastisitas (Suratmin et al., 2007).

Untuk itu di analisis ini menggunakan dua modulus elastisitas yang digunakan, karena modulus elastisitas beton normal dan modulus elastisitas beton ringan itu mempunyai nilai yang berbeda.

Menurut (Badan Standardisasi Nasional, 2019) studi-studi terkait perumusan modulus elastisitas beton. Modulus elastisitas untuk beton sensitif terhadap modulus elastisitas agregat dan proporsi campuran beton. Perumusan untuk modulus elastisitas beton normal yaitu :

$$E_c = 4700 \sqrt{f_c}$$

Sedangkan untuk modulus elastisitas untuk beton ringan dijelaskan sesuai dengan (Badan Standardisasi Nasional, 1991) dengan rumus nilai modulus elastisitas beton dengan mempertimbangkan unsur berat isi beton, untuk  $W_c$  diantara 1500 dan 2500 kg/m<sup>3</sup>, rumus yang digunakan yaitu :

$$E_c = (W_c)1,5 \times 0,043 \sqrt{f_c}$$

$$E_c = 0.043 W_c 1.5 f_c^{0.5} \text{ untuk : } 1500 \leq W_c \leq 2500 \text{ kgf/m}^3$$

Dimana:

$E_c$  = modulus elastisitas beton (MPa)

$W_c$  = berat satuan beton (kgf/m<sup>3</sup>)

$f_c$  = kuat tekan beton (MPa).

#### F. Momen Inersia

Momen Inersia adalah salah satu parameter geometri yang sangat penting dalam analisis struktur ini. Keberadaannya sangat penting dalam perancangan suatu komponen struktur bangunan. Momen inersia dibagi

menjadi dua yaitu Momen inersia sebelum retak menggunakan  $I_g$ , dan setelah retak menggunakan  $I_{cr}$ . Momen inersia efektif adalah nilai antara  $I_g$  dan  $I_{cr}$ . Semakin besar momen inersia yang digunakan maka semakin kecil lendutan yang diperoleh, dibeton normal maupun dibeton ringan. Berikut ini rumus momen inersia yang digunakan Rumus :

$$\frac{1}{12} = bh^3$$

Dimana:

- $E_c$  = modulus elastisitas beton (MPa)
- $w_c$  = berat satuan beton ( $\text{kgf/m}^3$ )
- $f_c$  = kuat tekan beton (MPa)

### G. Lendutan

Lendutan adalah perubahan bentuk pada balok dalam arah y akibat adanya pembebanan vertikal yang diberikan pada balok. Deformasi pada balok secara dapat dijelaskan berdasarkan defleksi balok dari posisinya sebelum mengalami pembebanan. Defleksi diukur dari permukaan netral awal ke posisi netral setelah terjadi deformasi (Pala'biran *et al.*, 2019).

Defleksi pada balok dipengaruhi oleh beban yang bekerja, sifat material yang mengalami perubahan, sifat kelelahan material, rangkai, dan perubahan geometri balok. Perubahan-perubahan ini akan menimbulkan tegangan dan regangan pada materialnya, seperti beton dan besi tulangan. Perubahan tegangan dan regangan yang semakin besar akan mengakibatkan material mengalami kelelahan dan kehancuran, sehingga balok akan mengalami retak-retak yang semakin lama semakin bertambah jumlah dan lebar retaknya, yang selanjutnya balok beton akan menjadi hancur atau runtuh (R. Park and T. Paulay, 1975).

Metode penelitian yang dilakukan adalah dengan menganalisis defleksi dengan menggunakan jenis pembebanan beban terpusat dan menggunakan tumpuan sendi-rol

Di analisis perencanaan ini menggunakan rumus dari perilaku hubungan beban dengan defleksi. Menurut (Badan Standardisasi Nasional, 2019) Pendekatan rumus lendutan ini dilakukan dengan menggunakan dua rumus yaitu lendutan sesaat dan lendutan jangka panjang :

$$\begin{aligned} (\Delta i)_D &= \frac{5wDL^4}{384EI} \\ (\Delta i) &= \frac{5wDL^4}{48EI} \end{aligned}$$

Dimana:

- $E$  = modulus elastisitas
- $\Delta$  = Defleksi/Lendutan
- $P$  = berat sendiri balok (Ditetapkan)
- $L$  = bentang (Ditetapkan)
- $I$  = momen inersia penampang

Diasumsikan di analisis ini bahwa untuk berat sendiri balok include  $P$ ,  $P$  juga sebagai variabel tetap,  $L$  juga variabel tetap. Dan yang menjadi pembahasan penelitian ini adalah  $E$  dan  $I$  yaitu penampang, lendutan seketika akibat pembebanan harus dihitung dengan menggunakan nilai modulus elastisitas beton  $E_c$  sesuai dengan ketentuannya (untuk beton normal maupun beton ringan) dan dengan momen inersia. Jadi di analisis ini yang saya bahas tentang modulus elastisitas ( $E_c$ ) dan momen inersia ( $I$ ) karena kedua variabel tersebut yang berhubungan dengan judul penelitian ini yaitu tentang berat beton normal dan beton ringan maupun dimensi baloknya.

### 3. PERENCANAAN PENELITIAN

#### A. Diagram Alir Penelitian



**Gambar 1.** Rancangan Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Sumber: (Penulis, 2022)

#### B. Perhitungan

Menggunakan rumus Badan Standarisasi Nasional. (2002). SNI 03-2847-2002.

$$(\Delta i)_D = \frac{5wDL^4}{384EI}$$

$$(\Delta i)_L = \frac{PL^3}{48EI}$$

dimana :

E = modulus elastisitas

$\Delta$  =Defleksi/Lendutan

P = berat sendiri balok (Ditetapkan)

L = bentang (Ditetapkan)

I = momen inersia penampang

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Data

##### 1. Data Nilai $\lambda$

**Tabel 3.** Nilai  $\lambda$  Pasal 19.2.4 SNI 2847:2019

| Beton   | Komposisi Agregat  | $\lambda$ |
|---|--|-----------|
| Beton ringan dengan semua agregat ringan                    | Halus : ASTM C330 M<br>Kasar : ASTM C330 M                     | 0.75      |
| Beton ringan dengan agregat halus campuran                  | Halus : kombinasi ASTM C330 M dan C33 M<br>Kasar : ASTM C330 M | 0.80      |
| Beton ringan dengan pasir ringan                            | Halus : ASTM C33 M<br>Kasar : ASTM C330 M                      | 0.85      |
| Beton ringan dengan pasir ringan dan agregat kasar campuran | Halus : ASTM C33 M<br>Kasar : Kombinasi ASTM C330 M dan C33 M  | 0.90      |
| Beton normal  | Halus : ASTM C33 M<br>Kasar : ASTM C33 M                       | 1         |

<sup>1</sup> Interpolasi linier dari 0.75 hingga 0.85 diijinkan berdasarkan perbandingan dari volume absolut agregat kasar normal dan total volume absolut agregat halus  
<sup>2</sup> Interpolasi linier dari 0.85 hingga 1 diijinkan berdasarkan perbandingan dari volume absolut agregat kasar normal dan total volume absolut agregat halus

Sumber: (Badan Standardisasi Nasional, 2019)

#### B. Data Balok

- a) b (Lebar) = 450 mm
- h (tinggi) = 500 mm
- b) b (Lebar) = 450 mm
- h (tinggi) = 550 mm
- c) b (Lebar) = 450 mm
- h (tinggi) = 600 mm

#### C. Data Perhitungan Lendutan

- $f_y$  = 400 MPa
- $E_s$  = 200000 MPa
- $W_c$  =
  - a) 1400 kg/m<sup>3</sup>
  - b) 1548 kg/m<sup>3</sup>
  - c) 1699 kg/m<sup>3</sup>
  - d) 1850 kg/m<sup>3</sup>
  - e) 2400 kg/m<sup>3</sup>

Dengan catatan =

Untuk beton ringan  $\lambda = 0,75$  Menggunakan nilai  $W_c = 1400 \text{ kg/m}^3$

Untuk beton ringan  $\lambda = 0,80$  Menggunakan nilai  $W_c = 1548 \text{ kg/m}^3$

Untuk beton ringan  $\lambda = 0,85$  Menggunakan nilai  $W_c = 1699 \text{ kg/m}^3$

Untuk beton ringan  $\lambda = 0,90$  Menggunakan nilai  $W_c = 1850 \text{ kg/m}^3$

Untuk beton normal  $W_c = 2400 \text{ kg/m}^3$

- $A_s$  = 4428,00 mm<sup>2</sup>
- d = 517,5 mm
- P = 111,2 kN/m
- L = 13 m

**D. Menghitung Nilai Lendutan Sesaat Dan Lendutan Jangka Panjang menggunakan mutu beton  $f_c' = 23 \text{ MPa}$**

**Tabel 4.** Hasil lendutan Sesaat Dan Lendutan Jangka Panjang dimensi 450 mm x 600.

| Beton Normal |                 | Beton Ringan 1 (0,75) |                 | Beton Ringan 2 (0,80) |                 | Beton Ringan 3 (0,85) |                 | Beton Ringan 4 (0,90) |                 |
|--------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
| Ig           | = 8100000000    | Ig                    | = 8100000000    | Ig                    | = 8100000000    | Ig                    | = 8100000000    | Ig                    | = 8100000000    |
| fr           | = 2.97          | fr                    | = 2.23          | fr                    | = 2.38          | fr                    | = 2.53          | fr                    | = 2.68          |
| Mcr          | = 80282219.70   | Mcr                   | = 60211664.78   | Mcr                   | = 64225775.76   | Mcr                   | = 68239886.75   | Mcr                   | = 72253998      |
| Mcr / Ma     | = 0.07          | Mcr / Ma              | = 1.32          | Mcr / Ma              | = 0.75          | Mcr / Ma              | = 0.45          | Mcr / Ma              | = 0.28          |
| le           | = 6703129427.13 | le                    | = 7913288001.19 | le                    | = 8123219640.14 | le                    | = 7914534521.31 | le                    | = 7595180054.11 |
| le           | = 6605442879.17 | le                    | = 8689475573.05 | le                    | = 8193145244.64 | le                    | = 7764872353.57 | le                    | = 7400287043.49 |
| Ec           | = 22540.41      | Ec                    | = 10802.50      | Ec                    | = 12559.98      | Ec                    | = 14441.84      | Ec                    | = 16409.30      |
| Δ            | = 59.96         | Δ                     | = 78.07         | Δ                     | = 73.51         | Δ                     | = 69.61         | Δ                     | = 66.27         |
| Δ/L          | = 0.46%         | Δ/L                   | = 0.60%         | Δ/L                   | = 0.57%         | Δ/L                   | = 0.54%         | Δ/L                   | = 0.51%         |

Sumber : Perhitungan tahun 2023

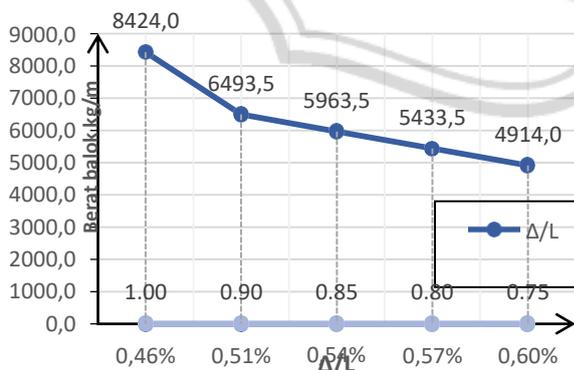
Dari pembahasan gambar 2 diatas mendapatkan hasil perhitungan lendutan sesaat dan jangka panjang meliputi beton normal  $(\Delta i)_L = 0.46\%$  ,(beton ringan  $\lambda : 0,75$ ) :  $(\Delta i)_L = 0,60\%$  , (beton ringan  $\lambda : 0,80$ ) :  $(\Delta i)_L = 0,57\%$  , (beton ringan  $\lambda : 0,85$ ) :  $(\Delta i)_L = 0,54\%$  % , dan (beton ringan  $\lambda : 0,90$ ) :  $(\Delta i)_L = 0,51\%$  % .

### E. Hasil Pembahasan Tabel dan Grafik

**Tabel 5.** Perhitungan lendutan sesaat dan jangka panjang

| Balok 450 x 600 mutu 23 |       |             |      |
|-------------------------|-------|-------------|------|
| No                      | Δ/L   | Berat balok | λ    |
|                         | mm    | kg/m        | MPa  |
| 1                       | 0.46% | 8424.0      | 1.00 |
| 2                       | 0.51% | 6493.5      | 0.90 |
| 3                       | 0.54% | 5963.5      | 0.85 |
| 4                       | 0.57% | 5433.5      | 0.80 |
| 5                       | 0.60% | 4914.0      | 0.75 |

Sumber : Perhitungan tahun 2023



**Gambar 3.** Grafik perhitungan balok 450 mm x 600 mm

Sumber : Perhitungan tahun 2023

### F. Hasil Perhitungan Penampang Balok

Dibawah ini adalah hasil dari perhitungan lendutan yang ditetapkan yaitu 21,02 mm.

**Tabel 6.** Nilai λ

| Ukuran Penampang (h) | λ          |           |           |           |           |
|----------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                      | 1.00       | 0.90      | .85       | .80       | .75       |
| 450 x 600            | 114.<br>47 | 16.<br>67 | 18.<br>34 | 20.<br>19 | 22.<br>22 |
| 450 x 550            | 111.<br>20 | 13.<br>34 | 14.<br>96 | 16.<br>76 | 18.<br>73 |
| 450 x 500            | 107.<br>72 | 09.<br>79 | 11.<br>36 | 13.<br>10 | 15.<br>02 |

Sumber : Perhitungan tahun 2023

**Tabel 7.** Selisih Beton Ringan Terhadap Beton Normal

| Ukuran Penampang (h) | Selisih    |          |          |          |          |
|----------------------|------------|----------|----------|----------|----------|
|                      | 1.00       | 0.9      | 0.8      | 0.8      | 0.7      |
| 450 x 600            | 114.<br>47 | 2.2<br>0 | 3.8<br>7 | 5.7<br>2 | 7.7<br>5 |
| 450 x 550            | 111.<br>20 | 2.1<br>4 | 3.7<br>6 | 5.5<br>6 | 7.5<br>3 |
| 450 x 500            | 107.<br>72 | 2.0<br>7 | 3.6<br>4 | 5.3<br>8 | 7.2<br>9 |

Sumber : Perhitungan tahun 2023

**Tabel 8 .** Presentase Penampang Beton Ringan

| Ukuran Penampang (h) | Presentase |     |     |     |     |
|----------------------|------------|-----|-----|-----|-----|
|                      | 1.00       | 0.9 | 0.8 | 0.8 | 0.7 |
| 450 x 600            | 114.4<br>7 | 2%  | 3%  | 5%  | 7%  |
| 450 x 550            | 111.2<br>0 | 2%  | 3%  | 5%  | 7%  |
| 450 x 500            | 107.7<br>2 | 2%  | 3%  | 5%  | 7%  |

Sumber : Perhitungan tahun 2023

## 5. PENUTUP

### A. Kesimpulan

Dari hasil analisa perhitungan pengaruh lendutan terhadap beton ringan yang tetap terjaga berat penampang dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain sebagai berikut :

1. Dapat disimpulkan bahwa untuk pengaruh berat penampang beton ringan terhadap lendutan yaitu semakin kecil berat baloknya maka nilai  $\Delta/L$  semakin besar.
2. Dengan variabel tetap nilai lendutan 21 mm, maka menghasilkan penampang beton ringan lebih besar, yang mempunyai rata-rata 4% dari penampang beton normal. dan presentase nilai penampang yang paling mendekati beton normal yaitu di  $\lambda : 0,90$  yaitu 2 %.

### B. Saran

Dari hasil analisa perhitungan pengaruh lendutan terhadap beton ringan yang tetap terjaga berat penampang dapat diambil beberapa saran antara lain sebagai berikut :

1. Untuk penelitian selanjutnya disarankan menggunakan  $\lambda$  diatas 0,90 Mpa karena jika menggunakan  $\lambda$  dibawahnya nilai penampang balok overload, maka kemungkinan beton mengalami kelendutan yang membesar dan mengakibatkan keruntuhan.
2. Pemeriksaan nilai  $\Delta/L$  pada penampang balok perlu dilaksanakan untuk melengkapi informasi tentang pengaruh lendutan terhadap beton ringan yang tetap terjaga berat penampangnya.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, F., Ariyanto, A., & Edison, B. (2014). Penggunaan Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton K-100. *Jurnal Mahasiswa Teknik, 1*(1), 1–11.
- Badan Standardisasi Nasional. (1991). *SK SNI T-15-1991-03 Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). *SNI 03-2834-2000 Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). *SNI 03-2847-2002 Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung (Beta version)*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 2847:2019 Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan (ACI 318M-14 dan ACI 318RM-14, MOD)*.
- Miswar, K. (2020). Pemanfaatan Batu Apung Sebagai Material Beton Ringan. *Jurnal Teknik Sipil, 12*(1), 25–32.
- Mulyati, M., & Arkis, Z. (2020). Pengaruh Metode Perawatan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. *Jurnal Teknik Sipil ITP, 7*(2), 78–84. <https://doi.org/10.21063/jts.2020.v702.05>
- Pala'biran, O. A., Windah, R. S., & Pandaleke, R. (2019). Perhitungan Lendutan Balok Taper Kantlever Dengan Menggunakan SAP2000. *Jurnal Sipil Statik, 7*(8), 1039–1048.
- Park, R., & Paulay, T. (1975). *Reinforced Concret Structures*. John Wiley & Sons.
- Priyono, P., & Nurtjahjaningtyas, I. (2021). *DESAIN DAN ANALISIS: STRUKTUR BETON BERTULANG 1* (Edisi kedua). CV. REVKA PRIMA MEDIA.
- Putra, D. M., & Widjaja, D. (2015). Hubungan Kuat Tarik Belah dengan Kuat Tekan Beton Ringan dengan Crumb Rubber dan Pecahan Genteng. *Rekayasa Sipil, 4*(2), 76–88.