

## PERANCANGAN BALOK BETON PROFIL RINGAN UNTUK PEMASANGAN LANTAI BANGUNAN BERTINGKAT YANG EFEKTIF

Jamiatul Akmal<sup>1, a \*</sup>, Ofik Taufik Purwadi<sup>2, b</sup>, Joko Pransytio<sup>3, c</sup>

<sup>1,3)</sup> Jurusan Teknik Mesin, UNILA, Bandar Lampung, Indonesia

<sup>2)</sup> Jurusan Teknik Sipil, UNILA, Bandar Lampung, Indonesia

<sup>a</sup> [jamiatulakmal@gmail.com](mailto:jamiatulakmal@gmail.com) <sup>b</sup> [ofik.t.p@gmail.com](mailto:ofik.t.p@gmail.com) <sup>c</sup> [pransytio1127@gmail.com](mailto:pransytio1127@gmail.com)

### Abstrak

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh keprihatinan terhadap laju kehilangan hutan (*deforestasi*), yang salah satu penyebabnya adalah penggunaan kayu untuk bekisting pengecoran beton pada lantai bangunan bertingkat. Berbagai upaya pun telah dilakukan peneliti sebelumnya dan menawarkan berbagai produk, misalnya keramik komposit beton (*cheilling brick*) dan balok dari beton berpori. Produk-produk yang telah ada masih saja menyisakan beberapa kekurangan, diantaranya teknologi dan harga yang relatif tinggi. Penelitian ini akan mengupayakan metode baru untuk pengecoran dak beton yang efektif. Metode ini menawarkan balok-balok profil ringan yang dirancang sedemikian rupa supaya susunan balok-balok terpasang saling mengunci. Analisis kekuatan dilakukan dengan metode numerik dan eksperimen. Material model dan beban yang diberikan mengacu kepada peraturan pembebanan Indonesia untuk gedung (SNI 03-2847-2002). Di ujung balok, faktor keamanan untuk tulangan sebesar 31,616 (240 Mpa/7,591 Mpa) dan untuk beton sebesar 5,874 (40 Mpa/6,81 MPa). Di tengah balok, faktor keamanan untuk tulangan sebesar 39,702 (240 Mpa/6,045 Mpa) dan untuk beton sebesar 1,547 (5 Mpa/3,233 MPa). Jika analisis dilakukan terhadap balok yang sudah dirakit maka faktor keamanan akan meningkat. Sebagai contoh, di bagian tengah balok faktor keamanan untuk beton bertambah menjadi 2,126 untuk 7 balok. Balok profil ini relatif ringan (kurang lebih 25 kg/m) sehingga efektif dalam pemasangan dan minimal dalam penggunaan kayu bekisting.

Kata kunci: Mengurangi laju kehilangan hutan, perancangan, balok beton, lantai bangunan bertingkat, analisis tegangan

### PENDAHULUAN

Dewasa ini hutan Indonesia mengalami pengurangan (*deforestasi*) dengan laju 1,13 ha pertahun [1]. Salah satu cara untuk mengatasi *deforestasi* adalah dengan mengendalikan pemanfaatan kayu. Kayu biasa digunakan sebagai alat bantu dalam bangunan yang disebut kayu bekisting. Kayu bekisting setelah selesai digunakan akan terbuang sia-sia.

Untuk meminimalkan kayu bekisting dalam proses pengecoran, telah banyak ditemukan produk teknologi. Teknologi tersebut diantaranya mengembangkan metode pengecoran dengan menawarkan balok-balok siap pasang. Contohnya adalah keramik komposit beton yang dikenal dengan istilah keraton (*cheilling brick*) [2]. Contoh lainnya

adalah teknologi yang menawarkan balok-balok beton dengan bobot ringan (beton berpori) [3]. Gambar 1(a) memperlihatkan balok keraton dan (b) balok dari beton berpori. Permasalahan yang dihadapi adalah produk ini tidak umum, membutuhkan teknologi dan harga yang relatif tinggi.

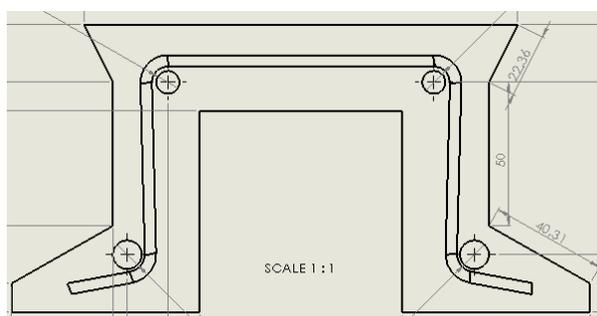


Gambar 1. a. Balok Material Keramik Komposit b. Balok Berpori

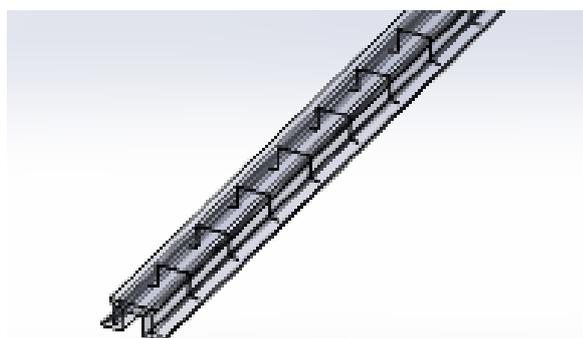
Padahal masyarakat membutuhkan teknologi pengecoran lantai bangunan bertingkat dengan metode yang mudah dan murah. Pada penelitian ini dikembangkan metode baru dalam pemasangan lantai beton yang mudah diaplikasikan. Material yang digunakan adalah beton biasa dengan penguat tulangan besi.

### PROFIL BALOK RINGAN YANG DIUSULKAN

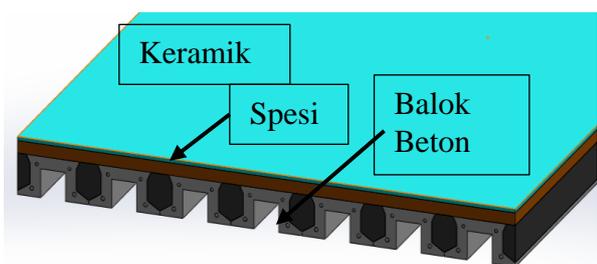
Produk ini merupakan pengembangan dari produk-produk yang telah ada (balok keraton dan balok beton berpori). Profil balok dirancang sedemikian rupa agar ketika terpasang saling mengunci (*interlocking*), seperti yang terlihat pada Gambar 2 (a), (b) dan (c).



(a)



(b)



Gambar 2. (a) Penampang Model Balok Beton (b) Pemasangan Besi Tulangan dan (c) Balok Beton Terpasang

### KONSTRUKSI BETON

Beton adalah konstruksi bangunan sipil yang paling banyak digunakan. Beton bertulang adalah beton yang ditulangi dengan luas dan jumlah tulangan yang tidak kurang dari nilai minimum dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua material bekerja bersama-sama dalam menahan gaya yang bekerja. Beton bertulang dirancang dengan memperhatikan standar SNI - 03 - 2847 - 2002 [4].

Tabel 1 memperlihatkan sifat material beton dengan komposisi semen dan pasir. Tabel 2 menunjukkan sifat material besi baja untuk tulangan [5]

Tabel 1. Propertis Material Beton  
(Concrete)

Parameter	Nilai
Modulus elastisitas	4100 MPa
Poisson's ratio	0,21
Shear modulus	17 MPa
Mass density	2200 kg/m <sup>3</sup>
Tensile strength	5 MPa
Compressive strength	40 MPa

Tabel 2. Propertis Material Besi Beton

Parameter	Nilai
Modulus elastisitas	120 GPa
Poisson's ratio	0,26
Shear modulus	6500 MPa
Mass density	7250 kg/m <sup>3</sup>
Tensile strength	450 MPa
Yield strength	240 MPa

### KETENTUAN PEMBEBANAN

Dalam perencanaan pembebanan digunakan beberapa acuan standar, yaitu sebagai berikut:

- 1) Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002).
  - 2) Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung (SNI 1726-2002).
  - 3) Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung (SKBI-1987).
- Berdasarkan peraturan-peraturan di atas, struktur sebuah gedung harus direncanakan

kuatannya terhadap beban-beban berikut:

- a. Beban Mati (*Dead Load*)
- b. Beban Hidup (*Live Load*)
- c. Beban Gempa (*Earthquake Load*)
- d. Beban Angin (*Wind Load*)

Beban-beban yang bekerja pada struktur bangunan ini adalah sebagai berikut:

**a. Beban Mati**

Beban mati yang diperhitungkan dalam struktur gedung bertingkat ini merupakan berat sendiri elemen struktur bangunan yang memiliki fungsi struktural menahan beban. Beban tersebut harus disesuaikan dengan volume elemen struktur yang akan digunakan. Beban dari berat sendiri elemen-elemen tersebut diantaranya sebagai berikut[4]:

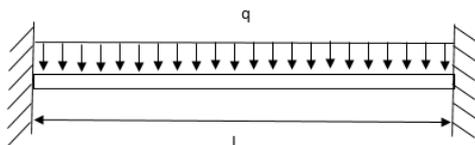
- Beton = 2200 kg/m<sup>3</sup>
- Tegel (keramik) tebal per cm = 24 kg/m<sup>3</sup>
- Spesi tebal per cm = 21 kg/m<sup>3</sup>

**b. Beban Hidup**

Beban hidup yang digunakan untuk lantai bangunan gedung/rumah bertingkat mengacu pada standar pedoman pembebanan yang ada, yaitu sebesar 250 kg/m<sup>2</sup>[4].

**ANALISIS UNTUK TEGANGAN**

Model balok beton dianggap tumpuan penjepit (*fix end*) karena besi yang ada pada balok beton bekerja pada dinding (lihat Gambar 3) Panjang balok beton diasumsikan 4 m, lebar 0,2 m, tebal kramik 1 cm, tebal spesi 3 cm dan beban yang bekerja adalah beban hidup dan beban mati. Beban mati yaitu berat beton 170 kg, berat dan beban hidup 200 kg (250 kg/m<sup>2</sup> x 4 m x 0,2 m). Jadi total beban (qL) adalah 370 kg atau 3700N.



Gambar 3. Model Balok

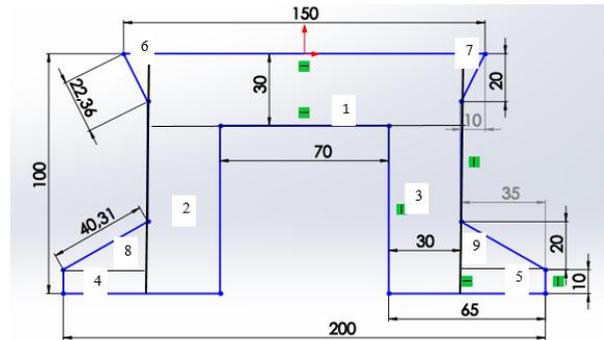
Tegangan terbesar yang dihasilkan dari balok beton sebagai berikut :

$$M = qL^2/12$$

$$M = 3700 \text{ N} \cdot 4 \text{ m} /12$$

$$M = 1233,33 \text{ Nm} = 1,233 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

**a. Titik Centroid**



Gambar 4. Penampang Balok Beton

Untuk mempermudah dalam melakukan perhitungan maka penampang balok beton dibagi menjadi 9 bangun ditunjukkan pada Gambar 4 dan ditebelkan pada Tabel 1 seperti di bawah ini.

Tabel 1. Luas dan titik *centroid* pada penampang balok beton.

Bangun	Luas(A), mm <sup>2</sup>	Titik <i>centroid</i> (y), mm
1	3900	85
2	2100	35
3	2100	35
4	350	5
5	350	5
6	100	83,33
7	100	83,33
8	350	16,67
9	350	16,67
Jumlah	9700	365

$$y = \frac{\sum y.A}{\sum A}$$

$$y = \frac{(2 \times 93,33 \times 100) + (2 \times 16,67 \times 350) + (2 \times 5 \times 350) + (2 \times 35 \times 2100) + (85 \times 3900)}{(2 \times 100) + (2 \times 350) + (2 \times 350) + (2 \times 2100) + 3900}$$

$$y = 52,28 \text{ mm (jarak dihitung dari bawah)}$$

**b. Momen Inersia**

Untuk menghitung momen inersia dapat dihitung dengan persamaan ini .

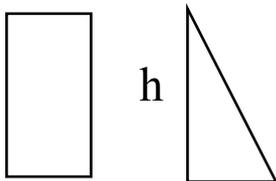
$$I = I_o + A (d)^2 \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan ;

$I_o$  = momen Inersia,  $mm^4$

A = Luas penampang,  $mm^2$

d = Jarak centroid bangun dengan titik centroid penampang, mm



$$I = \frac{bh^3}{12} \quad I = \frac{bh^3}{36}$$

Pada Tabel 2 menunjukkan besar momen inersia pada balok yang telah dibagi menjadi 9 bagian untuk mempermudah perhitungan. Momen inersia total untuk penampang balok adalah 10205531,75  $mm^4$ .

Tabel 2. Besar Momen Inersia pada Balok Beton.

Bangun	Momen Inersia
1	4467833,76 $mm^4$
2	148556,64 $mm^4$
3	148556,64 $mm^4$
4	785306,10 $mm^4$
5	785306,10 $mm^4$
6	147383,22 $mm^4$
7	147383,22 $mm^4$
8	451603,035 $mm^4$
9	451603,035 $mm^4$
Jumlah	10205531,75 $mm^4$

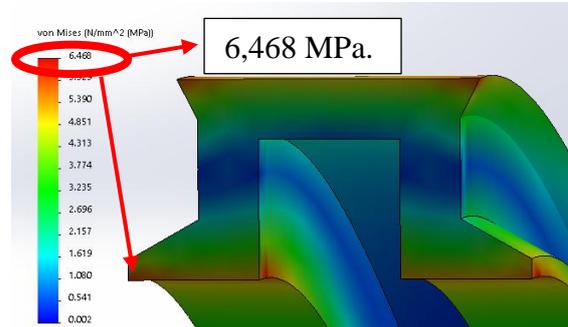
Besar tegangan yang terjadi pada balok beton yang dihitung secara teoritik adalah :

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

$$\sigma = \frac{1,233 \times 10^6 \text{ Nmm} \times 52,28 \text{ mm}}{10205531,75 \text{ mm}^4}$$

$$\sigma = 6,316 \text{ Mpa}$$

Selain analisis teoritik, dilakukan juga analisis numerik dengan *software* elemen hingga. Distribusi tegangannya ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Tegangan yang terjadi pada balok beton

Secara numerik, tegangan maksimum yang terjadi pada balok adalah 6,468 MPa, sedangkan secara teoritik tegangan diketahui sebesar 6,316 MPa. Hasil ini menunjukkan konsistensi dalam analisis dengan tingkat kesalahan 2,35%.

**ANALISIS KEKUATAN DAN DISKUSI**

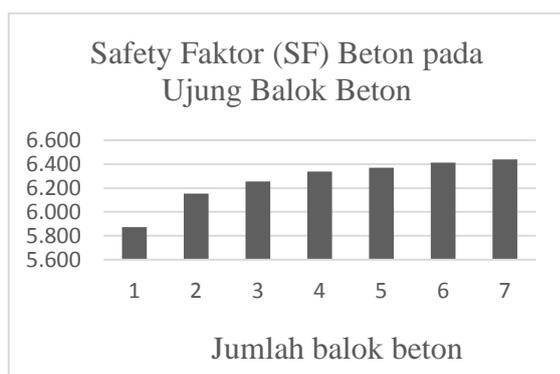
Berikut ditampilkan Faktor Keamanan (*Safety Factor/SF*), yang dihitung terpisah antara beton dan besi tulangan. Hasil dari tegangan yang terjadi menunjukkan penurunan tegangan jika balok beton disusun berdampingan dibanding hanya satu balok beton sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 6, 7, 8, dan 9.



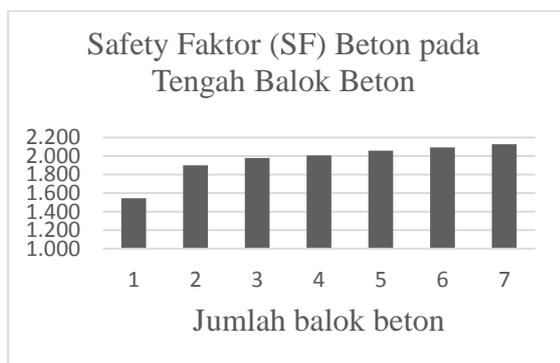
Gambar 6. Grafik SF besi tulangan pada bagian ujung balok beton



Gambar 7. Grafik SF besi tulangan pada bagian tengah balok beton



Gambar 8. Grafik SF beton pada bagian ujung balok beton



Gambar 9. Grafik SF beton pada bagian tengah balok beton

prospek untuk dilanjutkan dan diaplikasikan untuk bangunan bertingkat.

### Saran

Dari analisis numerik dan spesimen yang dihasilkan maka dapat diberikan beberapa saran (1) Material yang digunakan dapat di kombinasikan selain semen dan pasir namun teknologinya yang mudah didapatkan agar seluruh masyarakat dapat membuatnya. (2) Balok beton yang telah di analisis secara numerik dapat dilanjutkan penelitian ekperimental.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Commmitte on foresty (FAO). 2015. *Global Forest Resources Assessment 2014*. Food and Agriculture
- [2] Mursodo, Bambang. 1990. *Modifikasi Dak Keraton*. Bandung: Cipta Karya PU
- [3] Informasi pada <http://www.baliton.net>
- [4] Badan Standarisasi Nasional. 2002. SNI 03-1726-2002 *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung*. Bandung: ICS.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan bahwa Safety factor (SF) seluruh material yaitu beton dan besi tulangan aman karena nilainya lebih dari 1. Dengan demikian model ini layak dan