



## **ANALISIS KEKUATAN BALOK BETON PROYEK MESS TNI EKS YOHUNBAD JAKARTA PUSAT**

Imam Dwi Hatmojo & Sudarwati

e\_mail : [imam.dh@gmail.com](mailto:imam.dh@gmail.com)

### **ABSTRAK**

*Balok merupakan bagian hal yang terpenting pada bangunan gedung tinggi karena balok menahan gaya aksial dan gaya lateral. Namun untuk menahan itu semua harus diberi beton bertulang. Beton bertulang sendiri merupakan material komposit dimana kekuatan atau daktilitas beton yang relatif rendah diimbangi dengan dimasukkan tulangan yang memiliki kekuatan atau daktilitas yang tinggi. Metode perencanaannya adalah studi literatur dengan mengikuti pedoman – pedoman Standar Nasional Indonesia dengan dibantu program SAP2000 untuk mendapatkan hasil beban yang bekerja balok yang dimana untuk mendapatkan hasil gaya momen maksimal dan gaya geser maksimal.*

*Hasil analisis balok pada proyek Mess TNI EKS YOHUNBAD Jakarta pusat adalah dimensi balok tipe 200x400 pada lantai 5 menggunakan tulangan diameter 13 (3D13) dan (5D13) pada tumpuan, sedangkan lapangan (3D13) dan (8D13). Tulangan Sengkang menggunakan D8-150 pada tumpuan, dan D8-190 pada lapangan. Untuk dimensi balok tipe 300x600 menggunakan tulangan dimensi 16 (2D16) dan (6D16) pada tumpuan dan lapangan. Tulangan Sengkang menggunakan D8-150 pada tumpuan dan lapangan.*

**Kata Kunci : Balok, Bangunan Gedung Bertingkat, Mess TNI EKS YOHUNBAD Jakarta Pusat, Struktur Beton Bertulang, Pembebanan, SAP2000**

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia masih butuh para pemuda untuk dijadikan prajurit tentara yang bertugas mengabdikan kepada negara. Dalam hal ini Tentara Nasional Indonesia selaku yang bertanggung jawab untuk memberi tugas kepada para prajurit muda mewajibkan turun kelapangan untuk memberikan pelayanan dan solusi kepada masyarakat. Untuk menompong semua kegiatan tersebut maka dari pihak TNI membuat satuan khusus yang bernama DITZIAD.

DITZIAD bertugas memenuhi sarana infrastruktur untuk

melancarkan kegiatan-kegiatan para prajurit dimana pada proyek ini merupakan bangunan Mess TNI yang berlokasi di Jl. Pejambon 1, Kec. Gambir, Jakarta Pusat. Terdiri dari 6 (Tujuh) lantai untuk tempat tinggal, 1 (Satu) lantai untuk basement dan 1 (Satu) lantai atap.

Perencanaan Struktur merupakan unsur terpenting dalam pembangunan agar dapat menghasilkan suatu struktur yang kuat, nyaman, dan ekonomis selama masa layannya. Struktur terdiri dari struktur bawah dan atas. Struktur atas terdiri dari kolom, balok, plat, dan tangga. Setiap komponen mempunyai fungsi yang berbeda-beda didalam sebuah struktur. Dalam suatu perencanaan suatu gedung tidak pernah terlepas dari namanya kekuatan. Dalam tugas akhir ini akan

menganalisa kekuatan portal balok untuk mengetahui kapasitas penampang dan tulangan yang dibutuhkan dengan menggunakan program SAP2000

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil kekuatan tulangan baja dengan menggunakan metode Tulangan Balok Rangkap dan Metode program software SAP2000

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Balok adalah komponen struktur yang memikul beban-beban akibat gravitasi, seperti beban mati dan beban hidup. Komponen Struktur balok merupakan dari elemen tekan dan tarik. Suatu komponen harus mampu memikul beban *aksial* (tarik/tekan) serta momen lentur. Apabila besar gaya aksial yang bekerja cukup kecil dibandingkan momen lentur yang bekerja, maka efek dari gaya *aksial* tersebut dapat diabaikan dan komponen tersebut dapat didesain sebagai komponen balok lentur. Namun apabila komponen struktur memikul gaya *aksial* dan momen lentur yang tidak dapat diabaikan salah satunya, maka komponen struktur tersebut dinamakan balok-kolom (*Beam-column*).

Beton bertulang (*reinforced concrete*) adalah struktur komposit yang sangat baik untuk digunakan pada konstruksi bangunan. Pada struktur beton bertulang terdapat gabungan antara baja dan beton. Beton kuat tekannya yang tinggi,

sementara baja tulangan sangat baik untuk menahan gaya tarik dan geser. Penggabungan antara material beton dan baja tulangan memungkinkan pelaku konstruksi untuk mendapatkan bahan baru dengan kemampuannya untuk menahan gaya tekan, tarik, dan geser sehingga struktur bangunan secara keseluruhan menjadi lebih kuat dan aman.

Balok dibedakan menjadi tiga penampang yaitu balok persegi, balok L dan balok T. Untuk perencanaan lebar efektif dan tebal balok persegi sudah diatur dalam SNI-03-2847-2002 tentang cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung, sedangkan balok T/L sudah diatur dalam SNI-2847-2013

### **Balok Tulangan Rangkap**

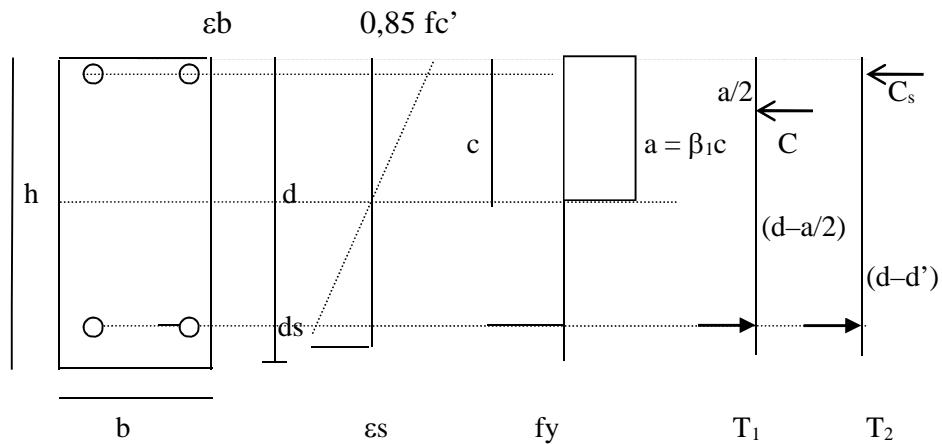
Pada balok, analisa kapasitas momen balok secara manual dengan memperhitungkan tulangan baja tarik 0,75 pb. Atau dengan kata lain, pendekatan dilakukan dengan mengabaikan kekuatan baja diluar jumlah 75% dari jumlah dari jumlah tulangan tarik yang diperlukan untuk mencapai keadaan seimbang.

Penulangan rangkap juga dapat memperbesar momen tahanan pada balok, Hal ini dapat dilakukan dengan penambahan tulangan tarik hingga melebihi batas nilai  $\rho$  maksimum bersamaan dengan penambahan bahan baja didaerah tekan penampang balok. Hasilnya adalah balok dengan penulangan rangkap dimana tulangan baja tarik dipasang didaerah tarik dan tulangan tekan daerah tekan. Pada

keadaan demikian berarti tulangan baja tekan bermanfaat untuk memperbesar kekuatan balok.

Akan tetapi dari berbagai penggunaan tulangan tekan dengan tujuan peningkatan kuat lentur suatu penampang merupakan cara yang kurang efisien terutama dari segi ekonomi baja tulangan dan pelaksanaannya dibandingkan dengan manfaat yang dicapai. Dengan usaha mempertahankan dimensi balok tetap kecil pada umumnya akan mengundang masalah lendutan dan perlunya menambah jumlah tulangan geser pada daerah tumpuan, sehingga akan memperumit pelaksanaan pemasangannya. Penambahan penulangan tekan dengan tujuan utama untuk memperbesar kuat lentur penampang umumnya jarang dilakukan kecuali apabila sangat terpaksa.

Dalam analisis balok bertulangan rangkap akan dijumpai dua jenis kondisi yang umum. Yang pertama yaitu bahwa tulangan tekan luluh bersama dengan tercapainya regangan 0,003 oleh beton. Jika regangan tekan baja ( $\epsilon_s$ ) sama atau lebih besar dari regangan luluhnya ( $\epsilon_{ys}$ ), maka sebagai batas maksimum tegangan tekan baja diambil sama dengan tegangan luluhnya ( $f_y$ ). Sedangkan apabila regangan tekan baja yang terjadi kurang dari regangan luluhnya, maka tegangan tekan baja adalah  $f_s = \epsilon_s E_s$ , dimana  $E_s$  adalah modulus elastisitas baja. Tercapainya masing-masing keadaan (kondisi) tersebut tergantung dari posisi garis netral penampang.



**Gambar 2.3** Diagram Tegangan Ekuivalen

Gaya dalam beton dan tulangan baja tarik dan tekan :

$$C = 0,85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b$$

$$C_s = f_s' \cdot A_s' \text{ (gaya dalam baja tekan)}$$

$$T_1 = f_y \cdot (A_s - A_s')$$

$$T_2 = f_y \cdot (A_s') = \frac{(\rho - \rho') d \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c'}$$

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d}, \quad \rho' = \frac{A_s'}{b \cdot d} \text{ (rasio tulangan tekan)}$$

$$f_s' = 600 \left( 1 - \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot d' \cdot \beta_1}{(\rho - \rho_1) d \cdot f_y} \right)$$

Untuk tulangan tekan leleh atau  $f_s' = f_y$  berlaku syarat

$$(\rho - \rho_1) \left( \frac{600 - f_y}{600} \right) \geq \left( \frac{0,85 \cdot f_c' \cdot d' \cdot \beta_1}{d \cdot f_y} \right)$$

$$M_n = (A_s - A_s') f_y (d - a/2) + A_s' f_y (d - d')$$

$$M_u = 0,8((A_s - A_s') f_y (d - a/2) + A_s' f_s' (d - d'))$$

$$A_s = \left( \frac{1,05 f_c' b}{f_y} \right) \left[ (d - 0,1d') - \sqrt{(d - 0,1d')^2 - \frac{2,383 M_u}{f_c' b}} \right] A_s' = 0,1 \times A_s$$

Dalam TCP SBBG SKSNI 2002 mensyaratkan dalam merancang struktur beton tulangan rangkap harus memenuhi kondisi :

1. Rasio tulangan harus lebih kecil atau sama dengan 75% rasio tulangan setimbang atau :

$$\rho_{\max} \leq 0,75 \rho_b + \rho' f_s' / f_y$$

2. Rasio tulangan harus lebih besar dari rasio tulangan minimum

$$\rho > \rho_{\min}$$

$$\rho_{\min} = 1,4 / f_y \text{ dengan } f_y$$

dalam satuan Mpa

Dengan :

$C_s$  = gaya dalam dari tulangan tekan

$T_1$  = gaya dalam dari baja tarik dengan luas tampang tul.  $(A_s - A_s')$

$T_2$  = gaya dalam dari baja tarik dengan luas tampang tulangan  $(A_s')$

$A_s'$  = luas tul. tekan =  $n'(\pi \phi_t^2/4)$

$n'$  = jumlah tulangan tekan

$\phi_t$  = diameter tulangan tekan

$d'$  = jarak antara garis berat tulangan tekan dengan tepi luar tekan beton

### 3. DATA DAN METODE

#### Data Bahan Kontruksi

Mutu Beton : 35 Mpa

Mutu Tul. Baja : 400Mpa & 240Mpa

Dimensi Balok : 30cm x 60cm

: 20cm x 40cm

: 20cm x 30cm

#### Data Gempa

Lokasi : Jakarta Pusat

Tanah Dasar : Sedang

Desain : D

Level Gempa : 1% Dalam 50 tahun

$I_e$  : 1

$R$  : 5,5

$S_{DS}$  : 0,565

$S_I$  : 0,295

#### Metode Analisa

Dalam perhitungan perencana balok ini penulis melakukan langkah-langkah berikut :

1. Menghitung gaya momen dan gaya geser dengan menggunakan program SAP2000.
2. Menghitung tulangan baja dengan menggunakan Balok Tulangan Rangkap

### 4. HASIL DAN ANALISIS

#### Perhitungan Balok Anak B71 Ukuran Balok 20x40

$f'_c$  = 35 Mpa

$f_y$  = 400 Mpa (Tul. Utama)

= 240 Mpa (Tul. Sengkang)

$\phi_s$  = 8 mm

$\phi_{tarik}$  = 13 mm

$\phi_{tekan}$  = 13 mm

$t$  = 25 mm

$t_1$  = 25 mm

$b$  = 200 mm

$$\begin{aligned}
h &= 400 \text{ mm} \\
ds &= 13+8+25+12,5=58,5 \text{ mm} \\
d' &= t + \emptyset_s + \frac{1}{2} \emptyset \text{ Tekan} \\
&= 25 + 8 + 6,5 = 39,5 \text{ mm} \\
d &= 400 - 58,5 = 338,5 \text{ mm}
\end{aligned}$$

Dari perhitungan SAP2000 v14 didapat :

$$\begin{aligned}
M_{\text{tumpuan}} &= -101956365 \text{ Nmm} \\
M_{\text{lapangan}} &= 51574031 \text{ Nmm} \\
V &= 84018 \text{ N}
\end{aligned}$$

- Tulangan Tumpuan

As=

$$\left( \frac{1,05x f_c' b}{f_y} \right) \left[ (d - 0,1d') - \sqrt{(d - 0,1d')^2 - \frac{2,383.M_u}{f_c' b.}} \right]$$

$$As' = 0,1 \times As = 0,1 \times 1042 = 104,2 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{As}{1/4x.\Pi.x\phi^2} = \frac{1042}{1/4x\pi x13^2} = 7,9$$

Dipakai 8Ø13

- Tulangan Geser

$$V_u = 84018 \text{ N}$$

$$V_n = \frac{V_u}{0,75} = \frac{84018}{0,75} = 112024 \text{ N}$$

$$\begin{aligned}
V_c &= \frac{b.d}{6} \sqrt{f_c'} = \frac{200 \times 338,5}{6} \sqrt{35} \\
&= 66753,1 \text{ N}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
V_n - V_c &= 112024 - 66753,1 \\
&= 45270,9 \text{ N}
\end{aligned}$$

$$4 V_c = 4 \times 66753,1 = 267012 \text{ N}$$

$$(V_n - V_c) < 4V_c$$

$$45270,9 < 267012 \longrightarrow \text{Dimensi dapat dipakai}$$

Cek perlu tulangan geser atau tidak :

$$V_n > V_c/2$$

$$112024 > 33376,55 \longrightarrow \text{Perlu}$$

menggunakan tulangan geser

$$A_v = 2(1/4.3,14.8^2) = 100 \text{ mm}$$

- a. Bagian 1, dengan harga  $V_c = 66,7$  KN, sesuai peraturan tulangan geser minimum :

$$n' = \frac{As'}{1/4x.\Pi.x\phi^2} = \frac{123,1}{1/4x\pi x13^2} = 0,9$$

Dipakai 3Ø13

- Tulangan Lapangan

As=

$$\left( \frac{1,05x f_c' b}{f_y} \right) \left[ (d - 0,1d') - \sqrt{(d - 0,1d')^2 - \frac{2,383.M_u}{f_c' b.}} \right]$$

$$As' = 0,1 \times As = 0,1 \times 503 = 50,3 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{As}{1/4x.\Pi.x\phi^2} = \frac{503}{1/4x\pi x13^2} = 3,8$$

Dipakai 5Ø13

$$n' = \frac{As'}{1/4x.\Pi.x\phi^2} =$$

$$\frac{50,3}{1/4x\pi x13^2} = 0,8 \text{ Dipakai } 3\emptyset13$$

$$s = \frac{3.A_v.f_y}{b}$$

Jika digunakan sengkang berdiameter 8mm, maka

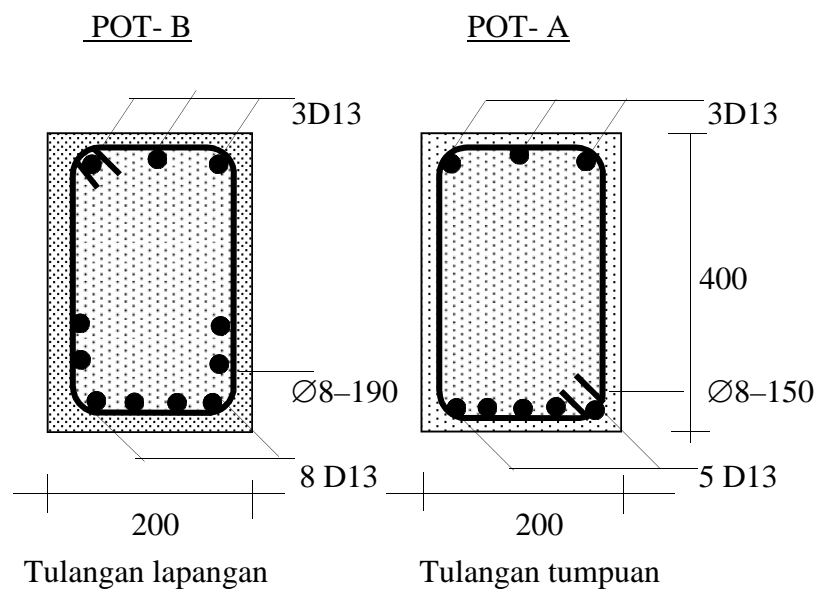
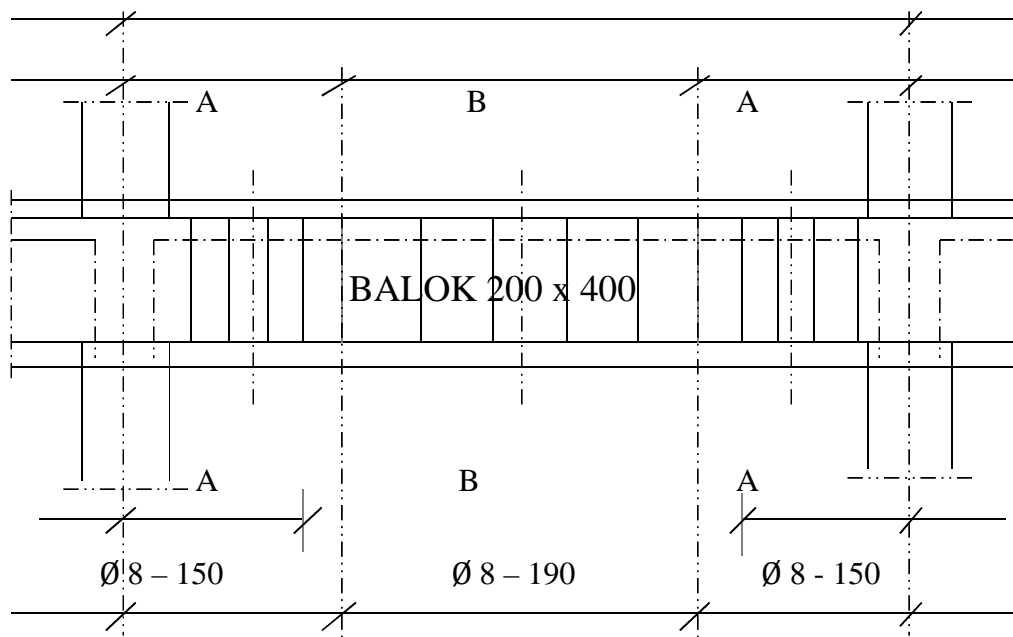
$$s = \frac{3x100x240}{200} = 360 \text{ mm},$$

Dipakai jarak Maksimum =  $d/4 = 338,5/4 = 84,6$  mm atau Ø8-150 mm

- b. Bagian 2, digunakan gaya lintang nominal maksimum  $V_n = 112$  KN, dengan diameter sengkang 8 mm

$$s = \frac{A_v.f_y.d}{(V_n - V_c)} = \frac{100x240x338,5}{45270,9}$$

$$= 179 \text{ Dipakai } \emptyset8-190 \text{ mm}$$



**Gambar 4.3** Penulangan Balok Anak Tipe B(20x40) Kode SAP 71

## 5. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil penulis dari analisis struktur adalah sebagai berikut :

1. Pada Analisis Balok Anak dengan dimensi 200x400 Kode SAP B71 jumlah tulangan pada tumpuan sama cuma ada pertukaran ( Tul. Atas = 3, Tul. Bawah = 5) sedangkan perencanaan proyek ( Tul. Atas = 5, Tul. Bawah = 3) dan jumlah tulangan lapangan lebih besar ( Tul. Atas = 3, Tul. Bawah = 8) di perencanaan proyek ( Tul. Atas = 3, Tul. Bawah = 5 ).
2. Pada Analisis Balok Induk dengan dimensi 300x600 Kode SAP B69 jumlah tulangan pada tumpuan lebih kecil (Tul. Atas = 2, Tul. Bawah = 6 ) sedangkan perencanaan proyek ( Tul. Atas = 6, Tul. Bawah = 5 ) dan jumlah tulangan pada lapangan lebih kecil

juga ( Tul. Atas = 2, Tul. Bawah = 6 ) sedangkan di proyek ( Tul. Atas = 5, Tul. Bawah = 6 )

## 6. DAFTAR RUJUKAN

Anonim. 2013. *Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur lain SNI-1727-2013*. Jakarta.

Anonim. 2012. *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung SNI-2847-2013*. Jakarta.

Anonim. 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. Jakarta.

Setia Romadhon, Eri. 2007. *Struktur Beton*, Universitas Jayabaya, Jakarta.

Pramono, Handi. 2007, *Desain Kontruksi dengan SAP 2000 versi 9*. Yogyakarta : ANDI Penerbit.