

JURNAL Techno-Socio Ekonomika

Jurnal Ilmu-Ilmu Ekonomi-Sosial dan Teknologi

**Pengaruh Komunikasi Dan Lingkungan Kerja Terhadap Kinerja Pegawai
(Survei Pada R.S.U D Cibabat Cimahi)**

Billier Panjaitan

**Pengaruh Kinerja Keuangan Perusahaan Terhadap Perubahan Harga Saham Di Bursa Efek
Indonesia (Studi Kasus: Bank Rakyat Indonesia Tbk. Periode 2010 s.d 2015)**

Tahmat

***The Role Of Acceptance In Expediting Export Payment Transactions Using Usance
Documentary Credit***

Finny Redjeki

**Pengaruh Substitusi Sebagian Material Agregat Halus Dengan Material Abu Batu
Terhadap Kuat Tekan Beton Normal**

Yushar Kadir¹⁾ Aulia Hadi Saputra²⁾

**Pengaruh Risiko Bisnis dan Risiko Finansial Terhadap Risiko Sistematis Saham
Industri Manufaktur (Studi Pada Industri manufaktur yang Terdaftar
di Bursa Efek Jakarta)**

Anita Syafariah

**Pengaruh Pengumuman Dividen Terhadap *Abnormal Return*
(Studi Kasus Kategori *Blue-Chips Stock* Periode 2016)**

Muhamad Diaz Aprianda¹⁾, Tieka Trikartika Gustyana²⁾, Muhammad Azhari³⁾

**Pengaruh *Earning Per Share, Return On Investment*
Dan Inflasi Terhadap Perubahan Harga Saham
(Studi Kasus Pada Perusahaan Perseroan Pt Telekomunikasi Indonesia Tbk.)**

Eva Rachmawati

Analysis of Inset Feed Microstrip Patch Antennas with Gap on Low-k Substrate

Pamungkas Daud

**Evaluasi Balok Sendi Plastik Pada Struktur Rangka Baja Mengacu Sni 1729-2015 (Studi Kasus
: Gedung Rabbani Jakarta)**

Iwan Gunawan.¹⁾ Muhamad Ryanto.²⁾

**Analisa Portofolio Optimal Menggunakan Metode *Liquidity Adjusted
Capital Asset Pricing Model* (Studi Kasus Saham Indeks Lq-45)**

Teuku Ismail Fadhil¹⁾, Brady Rikumahu²⁾, Andrieta Shintia Dewi³⁾

**Analisis Kinerja Keuangan Perusahaan Dengan Metode *Economic Value Added (EVA) Dan
Market Value Added (MVA)* Pada Pt Telekomunikasi Indonesia Tbk,
Pt Indosat Tbk, dan Pt XI Axiata Tbk Periode 2011-2015**

Muhammad Rizki Fauzi¹⁾, Brady Rikumahu²⁾, Andrieta Shintia Dewi³⁾

**Analisis Penguatan Model Bisnis Dengan Pendekatan Business Model Canvas Pada Unit Bisnis
Sales and Channel Koperasi Telekomunikasi Selular**

Tsani Fathan¹⁾, Djoko Wahdjuadi²⁾, Tri Djatmiko³⁾



JURNAL	VOLUME	NO	HALAMAN	BANDUNG	ISSN
USB--YPKP	10	1	1 - 116	JUNI 2017	1979-4835

EVALUASI BALOK SENDI PLASTIS PADA STRUKTUR RANGKA BAJA

MENGACU SNI 1729-2015

(STUDI KASUS : GEDUNG RABBANI JAKARTA)

Iwan Gunawan¹, Muhamad Ryanto²

ABSTRAK

Struktur Gedung Rabbani Jakarta yang terdiri dari 6 lantai dievaluasi terhadap Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dengan mengacu pada SNI baja yang berlaku (SNI 1726-2015/RSNI 1729-201x), Struktur rangka baja dievaluasi dengan mengaplikasikan konsep desain kapasitas (*capacity design*). Penerapan dari konsep desain kapasitas ini adalah demi terciptanya struktur yang berfilosofi kolom kuat balok lemah (*strong column weak beam*).

Dalam evaluasi, struktur diperhitungkan terhadap kapasitas lentur dengan mengambil tinjauan satu balok dengan pembebanan terbesar, adanya bahaya pembesaran momen yang terjadi akibat dari kelangsingan penampang juga diperhitungkan sehingga didapat secara pasti apakah struktur telah terjadi sendi plastis masih aman dan sesuai dengan keamanan struktur berdasarkan sistem rangka pemikul momen khusus.

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa kapasitas lentur balok yang telah mengalami sendi plastis masih dalam batasan ijin berdasarkan SNI baja yang berlaku (SNI 1726-2015/RSNI 1729-201x).

Kata kunci: *capacity design, balok sendi plastis, SRPMK*

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Menimbang dengan semakin besarnya kerusakan bangunan terhadap gaya gempa, maka konstruksi bangunan yang direncanakan harus memenuhi kaidah struktur tahan gempa. Sistem struktur yang didisain harus bisa berfungsi sebagai sekring (*seismic fuse*) bila saat terjadi gempa. Dalam mendesain bangunan gedung sangat penting untuk memperhatikan kekuatan dari elemen struktur balok yang menopang sistem struktur. Struktur balok, menerima seluruh beban lantai, dan beban-beban lain di atasnya termasuk bila terjadi gaya gempa, sedangkan balok hanya elemen struktur yang menopang dan mendistribusikan beban-beban di lantai tersebut menuju ke kolom-kolom. Sistem struktur balok harus mengalami keruntuhan secara plastis, sehingga balok yang mengalami keruntuhan lebih dulu maka kerusakan hanya terjadi pada bagian balok itu kemudian menjalar ke elemen balok yang lainnya sampai struktur benar menjadi perlemahan terhadap momen plastis, sehingga kerusakan balok yang

tidak mendahului kerusakan pada struktur kolom.

1.2. Perumusan Masalah

Penelitian ini akan mengecek serta menguraikan suatu perencanaan struktur bangunan dengan menerapkan metode **Desain Kapasitas (*Capacity Design*)** yang akan menghasilkan suatu struktur bangunan yang berkonsep balok mengalami sendi plastis yang tidak hanya didesain seekonomis mungkin namun juga dapat memberikan kepastian keamanan pada struktur bangunan ini.

Berdasarkan uraian sebelumnya, maka dapat diambil rumusan masalah yaitu:

- Letak titik runtuh harus dikendalikan, dimana titik runtuh tersebut diharapkan terjadi di balok adalah prinsip dasar perencanaan **Sistem Rangka Baja Pemikul Momen Khusus (SRPMK)**.
- Bagaimana perilaku struktur balok yang jika didapati bangunan yang ditinjau sudah memenuhi balok plastis ?

1.3. Batasan Masalah

Permasalahan dibatasi sebagai berikut:

1. Menggunakan metode desain kapasitas
2. Elemen struktur kolom dan balok terdiri dari profil baja IWF
3. Perhitungan pembebanan dan analisa struktur sudah tidak lagi dilakukan karena sudah tersedia dari rancangan desain bangunan yang sudah ada
4. Hanya meninjau struktur balok bangunan.
5. Ditinjau berdasarkan **Sistem Rangka Baja Pemikul Momen Khusus (SRPMK)** yang dituangkan dalam **RSNI 1729-201x**.

1.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

- Mengecek serta merencanakan sebuah bangunan dengan cara desain kapasitas sehingga mendapatkan sebuah bangunan yang memenuhi konsep balok mengalami sendi plastis duluan dibanding struktur kolom.
- Menghasilkan pemahaman tentang perlakuan khusus terhadap balok bila diinginkan keruntuhan struktur harus terjadi dibagian balok sehingga tercapai sendi plastis.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Analisis balok hingga mengalami plastis digunakan untuk mengevaluasi kinerja struktur bangunan. Dimana analisis yang dilakukan secara mengacu pada **SNI 1729.1-2015**, **RSNI 1729.2-201x** dan **SNI 1729.3-2013**

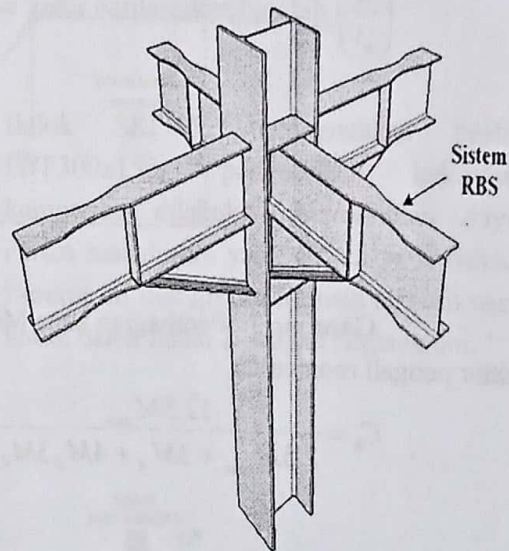
III. LANDASAN TEORI

3.1. Desain Kapasitas

Dalam perencanaan struktur, perencanaan *limit states design*-nya disebut *Capacity Design* atau Desain Kapasitas yang berarti bahwa ragam keruntuhan struktur akibat

pembebanan yang besar ditentukan lebih dahulu dengan elemen-elemen kritisnya yang pertama dipilih adalah struktur balok harus mengalami pelelehan sehingga terciptanya sendi plastis pada balok di bagian sambungan balok ke kolom.

Agar elemen-elemen balok menjadi kritis dapat dijamin pembentukannya secara sempurna maka elemen-elemen balok harus direncanakan khusus, agar lebih lemah dibanding struktur kolom. Untuk mencapai kondisi sendi plastis yang terjadi di balok maka harus didisain sambungan perlemahan pada balok sehingga benar bagian kritis dapat tercapai pada bagian balok, seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Sambungan Balok - Kolom Dengan Sistem **RBS** (*Reduced Beam Section*)

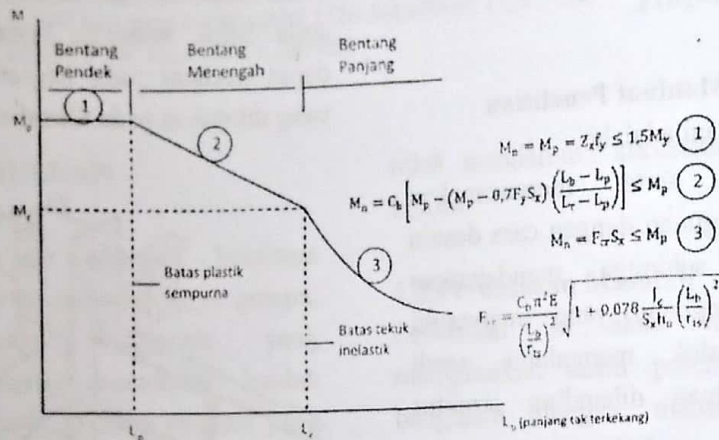
Parameter penting dalam desain sambungan SRPMK :

- Lokasi sendi plastis
- Momen maksimum yang mungkin terjadi di lokasi sendi plastis, ditentukan oleh :
 - Kekuatan bahan, strain hardening
 - Kekangan setempat, perkuatan atau
 - kondisi sambungan

- Parameter mekanisme leleh pada pelat sayap kolom
- Konfigurasi baut, yang akan ikut menentukan mekanisme kelelahan kekuatan batas sambungan terhadap sobek pelat, tekuk pada pelat.

Momen Plastis

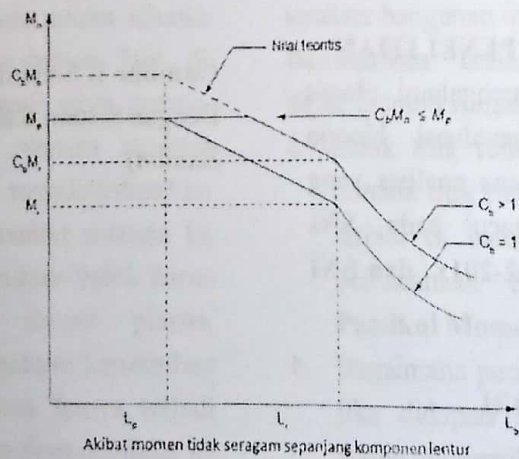
Perhitungan momen plastis pada balok lentur tanpa tekuk lokal :



Gambar 2. Pembagian zona Momen plastis terhadap bentang balok

Faktor pengali momen C_b

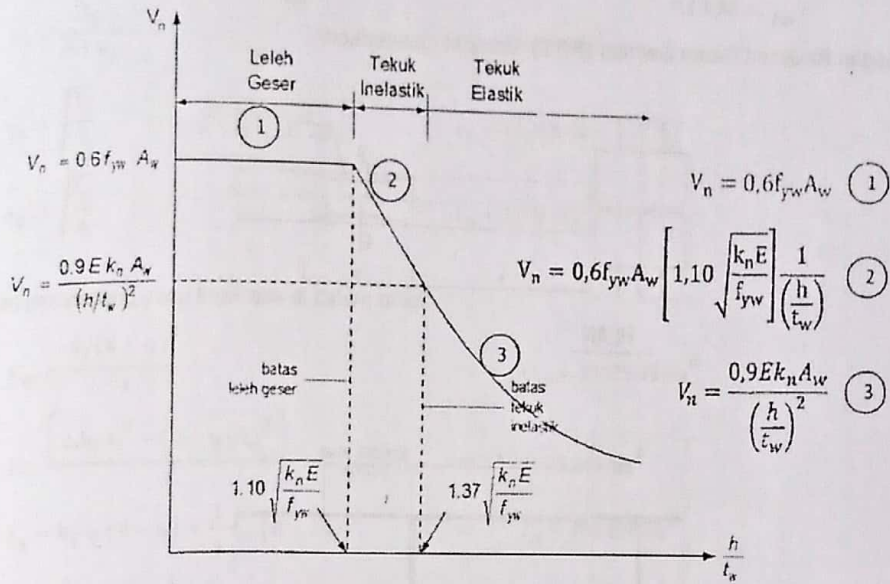
$$C_b = \frac{12.5 M_{\max}}{2.5 M_{\max} + 3 M_A + 4 M_B + 3 M_C}$$



Gambar 3. Kurva C_b terhadap bentang balok

Gaya Geser Nominal

Perhitungan gaya geser nominal pada balok :

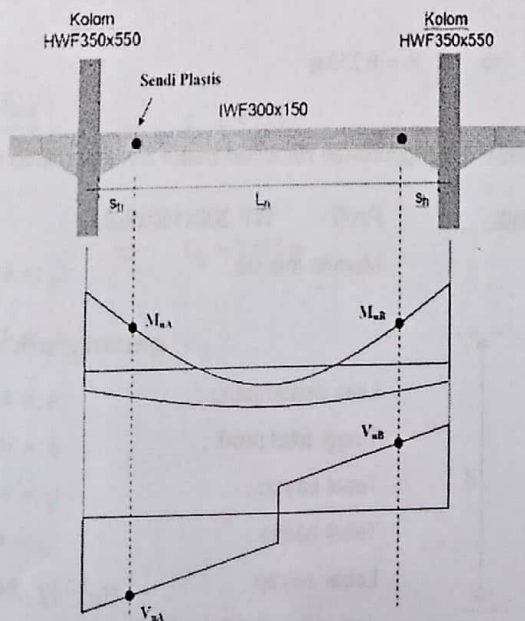


Gambar 4. Pembagian perhitungan gaya geser berdasarkan batasan $\left(\frac{h}{t_w}\right)$

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

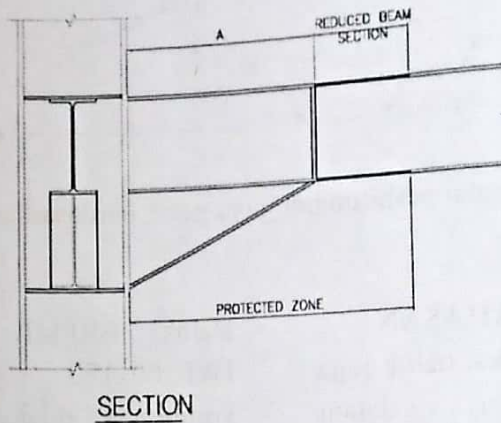
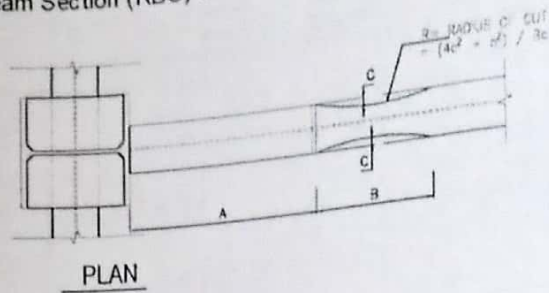
Pengecekan kekuatan komponen balok juga dilakukan berdasarkan gaya dalam maksimum yang terjadi pada balok. Perhitungan balok hanya dilakukan terhadap elemen struktur balok terlemah dimana diperkirakan akan terjadi sendi plastis.

Balok SRPMK menggunakan profil IWF300x150, pengecekan kekuatan komponen dilakukan berdasarkan gaya dalam maksimum yang terjadi pada balok. Berikut ini merupakan analisis pemeriksaan untuk balok lantai 2 dengan bentang 6m.



Gambar 4. Gaya-Gaya Dalam pada Balok

- Dari hasil analisis diperoleh dengan kondisi Load Combination Ultimate
 - $M_{uA} := 101 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 - $M_{uB} := 83.7 \text{ kN}\cdot\text{m}$
 - $V_{uA} := 86.1 \text{ kN}$
 - $V_{uB} := 87.6 \text{ kN}$
- Sambungan Reduced Beam Section (RBS) Moment Connection



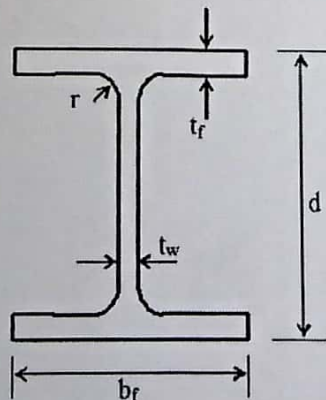
Gambar 5. Titik Perlemahan Balok dengan sistem RBS

- Data RBS :
 - $a := 600 \text{ mm}$
 - $b := 100 \text{ mm}$
 - $c := 5 \text{ mm}$

$$R := \frac{4 \cdot c^2 + b^2}{8 \cdot c} \quad \Rightarrow \quad R = 0.253 \text{ m}$$

- Besaran profil IWF300x150x9x14 menggunakan Reduced Beam Section (RBS) Moment Connection

Profil I Data penampang:



Profil: WF 300x150x9x6.5

Momen inersia : $I_x := 6551 \text{ cm}^4$

$I_y := 412 \text{ cm}^4$

Luas penampang : $A := 43.53 \text{ cm}^2$

Tinggi total profil : $d := 300 \text{ mm}$

Tebal sayap : $t_f := 9 \text{ mm}$

Tebal badan : $t_w := 6.5 \text{ mm}$

Lebar sayap : $b_f := 140 \text{ mm}$

Jari-jari sudut flens-badan : $r := 13 \text{ mm}$

• Besaran penampang yang ada di tabel tetapi juga dapat dihitung dengan rumus:

$$S_x := \frac{I_x}{0.5 \cdot d} \Rightarrow S_x = 436.733 \text{ cm}^3$$

$$S_y := \frac{I_y}{0.5 \cdot b_f} \Rightarrow S_y = 58.857 \text{ cm}^3$$

$$r_x := \sqrt{\frac{I_x}{A}} \Rightarrow r_x = 12.268 \text{ cm}$$

$$r_y := \sqrt{\frac{I_y}{A}} \Rightarrow r_y = 3.076 \text{ cm}$$

• Besaran penampang yang tidak ada di dalam tabel:

$$C_w := \frac{I_y \cdot (d - t_f)^2}{4} \Rightarrow C_w = 87221.43 \text{ cm}^6$$

$$J := \frac{2 \cdot b_f \cdot t_f^3 + (d - t_f) \cdot t_w^3}{3} \Rightarrow J = 9.468 \text{ cm}^4$$

$$Z_x := b_f \cdot t_f \cdot (d - t_f) + \frac{1}{4} \cdot t_w \cdot (d - 2 \cdot t_f)^2 \Rightarrow Z_x = 495.886 \text{ cm}^3$$

$$Z_y := \frac{2}{4} \cdot t_f \cdot b_f^2 + \frac{1}{4} \cdot (d - 2 \cdot t_f) \cdot t_w^2 \Rightarrow Z_y = 91.179 \text{ cm}^3$$

$$h := d - 2 \cdot t_f - 2 \cdot r \Rightarrow h = 256 \text{ mm}$$

• Data Material :

$$E := 2 \cdot 10^5 \text{ MPa} \rightarrow (\text{Modulus Elastisitas Baja})$$

$$G := \frac{E}{2.6} \Rightarrow G = 76923.077 \text{ MPa}$$

$$F_y := 240 \text{ MPa} \rightarrow (\text{Tegangan leleh flens dan badan sama})$$

$$F_r := 0.3 \cdot F_y \Rightarrow F_r = 72 \text{ MPa}$$

• Panjang balok tak tertumpu :

$$L := 6 \text{ m} \rightarrow (\text{Panjang bentang balok dari as kolom ke kolom})$$

$$d_{\text{col}} := 350 \text{ mm}$$

$$s_h := 600 \text{ mm}$$

$$L_n := L - 2 \cdot \left(s_h - \frac{d_{\text{col}}}{2} \right) \Rightarrow L_n = 5.15 \text{ m}$$

$$L_b := \frac{L_n}{2} \Rightarrow L_b = 2.575 \text{ m}$$

• Data momen untuk menghitung C_b :

$$M_A := 31.7 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_B := 51.9 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_C := 33.7 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_u := \max(M_{uA}, M_{uB})$$

$$M_{\text{maks}} := M_u \Rightarrow M_{\text{maks}} = 101 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

- Pemeriksaan kelangsingan penampang

Pelat Sayap :

$$\lambda_f := \frac{b_f}{2 \cdot t_f} \Rightarrow \lambda_f = 7.778$$

$$\lambda_{hd} := 0.3 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} \Rightarrow \lambda_{hd} = 8.66$$

$$\text{Cek} := \begin{cases} \text{"Penampang Kompak"} & \text{if } \lambda_f < \lambda_{hd} \\ \text{"Tidak Kompak"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \text{Cek} = \text{"Penampang Kompak"}$$

→ (Daktilitas Tinggi)

- Pelat Badan

$$\lambda_w := \frac{d}{t_w} \Rightarrow \lambda_w = 46.154$$

$$\lambda_{hd} := 2.45 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} \Rightarrow \lambda_{hd} = 70.73$$

$$\text{Cek} := \begin{cases} \text{"Penampang Kompak"} & \text{if } \lambda_f < \lambda_{hd} \\ \text{"Tidak Kompak"} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \text{Cek} = \text{"Penampang Kompak"}$$

→ (Daktilitas Tinggi)

∴ Jadi penampang balok Kompak

- Menghitung momen plastis :

$$M_p := Z_x \cdot F_y \Rightarrow M_p = 119.013 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

- Menghitung C_b :

$$C_b := \frac{12.5 \cdot M_{\text{maks}}}{2.5 \cdot M_{\text{maks}} + 3 \cdot M_A + 4 \cdot M_B + 3 \cdot M_C} \Rightarrow C_b = 1.92$$

- Menghitung L_p dan L_r :

$$X_1 := \frac{\pi}{S_x} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot G \cdot J \cdot A}{2}} \Rightarrow X_1 = 12808.025 \text{ MPa}$$

$$X_2 := \frac{4 \cdot C_w}{I_y} \cdot \left(\frac{S_x}{G \cdot J} \right)^2 \Rightarrow X_2 = 3.045 \times 10^{-4} \text{ MPa}^{-2}$$

$$L_p := 1.76 \cdot r_y \cdot \sqrt{\frac{E}{F_y}} \Rightarrow L_p = 1.563 \text{ m}$$

$$L_r := \frac{r_y \cdot X_1}{(F_y - F_r)} \cdot \sqrt{1 + \sqrt{1 + X_2 \cdot (F_y - F_r)^2}} \Rightarrow L_r = 4.748 \text{ m}$$

- Menghitung M_r . Karena tegangan leleh flens dan badan sama, maka digunakan rumus

$$M_r := (F_y - F_r) \cdot S_x \Rightarrow M_r = 73.371 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Menghitung momen nominal M_n LTB berdasarkan panjang tak tertumpu L_b

$$M_{nLTB} := \begin{cases} M_p & \text{if } L_b \leq L_p & \text{tidak ada LTB} \\ C_b \left[M_p - (M_p - M_r) \frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right] & \text{if } L_p < L_b \leq L_r & \text{LTB inelastis} \\ C_b \frac{\pi}{L_b} \sqrt{E \cdot I_y \cdot G \cdot J + \left(\frac{\pi \cdot E}{L_b} \right)^2 \cdot I_y \cdot C_w} & \text{if } L_b > L_r & \text{LTB elastis} \end{cases}$$

$$M_{nLTB} = 201.042 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Momen nominal : $M_n := \min((M_p, M_{nLTB}))$

$$M_n = 119.013 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Faktor tahanan untuk lentur = $\phi_b := 0.90$

$$M_{desain} := \phi_b \cdot M_n \quad M_{desain} = 107.111 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_u = 101 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\text{Cek} := \begin{cases} \text{"OK"} & \text{if } M_{desain} > M_u \\ \text{"N.G"} & \text{otherwise} \end{cases} \quad \rightarrow \quad \text{Ratio} := \frac{M_u}{M_{desain}} \quad \Rightarrow \quad \text{Ratio} = 0.943$$

Cek = "OK"

Pemeriksaan kuat geser balok

Besaran penampang yang dihitung :

$$A_w := d \cdot t_w \quad \Rightarrow \quad A_w = 19.5 \text{ cm}^2$$

Leleh pada pelat badan :

$$\lambda_w := \frac{h}{t_w} \quad \Rightarrow \quad \lambda_w = 39.385$$

Batas-batas kelangsingan untuk tekuk badan :

$$a := L_n \quad \Rightarrow \quad a = 5.15 \text{ m} \quad \rightarrow \quad (\text{Panjang bentang balok})$$

$$k_n := 5 + \frac{5}{\left(\frac{a}{d}\right)^2} \quad k_n = 5.017$$

→ badan stabil

$$1.10 \cdot \sqrt{\frac{k_n \cdot E}{F_y}} = 71.125$$

→ tekuk badan inelastis dapat terjadi

$$1.37 \cdot \sqrt{\frac{k_n \cdot E}{F_y}} = 88.583$$

→ tekuk badan elastis dapat terjadi

- Gaya geser nominal

$$V_n(h, t_w) := \begin{cases} 0.6 \cdot F_y \cdot A_w & \text{if } \frac{h}{t_w} \leq 1.10 \cdot \sqrt{\frac{k_n \cdot E}{F_y}} \\ 0.6 \cdot F_y \cdot A_w \cdot 1.10 \cdot \frac{\sqrt{\frac{k_n \cdot E}{F_y}}}{\frac{h}{t_w}} & \text{if } 1.10 \cdot \sqrt{\frac{k_n \cdot E}{F_y}} < \frac{h}{t_w} \leq 1.37 \cdot \sqrt{\frac{k_n \cdot E}{F_y}} \\ 0.9 \cdot E \cdot \frac{k_n \cdot A_w}{\left(\frac{h}{t_w}\right)^2} & \text{if } 1.37 \cdot \sqrt{\frac{k_n \cdot E}{F_y}} < \frac{h}{t_w} \leq 260 \end{cases}$$

$$V_n(h, t_w) = 280.8 \text{ kN}$$

Geser desain dengan faktor tahanan : $\phi_v := 0.9$

$$\phi_v \cdot V_n(h, t_w) = 252.72 \text{ kN}$$

$$V_u := \max(V_{uA}, V_{uB}) \quad \Rightarrow \quad V_u = 87.6 \text{ kN}$$

$$\text{Cek} := \begin{cases} \text{"OK"} & \text{if } \phi_v \cdot V_n(h, t_w) > V_u \\ \text{"N.G"} & \text{otherwise} \end{cases} \quad \rightarrow \quad \text{Ratio} := \frac{V_u}{\phi_v \cdot V_n(h, t_w)} \quad \Rightarrow \quad \text{Ratio} = 0.347$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{\text{Cek} = \text{"OK"}}$$

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi pada struktur yang dijadikan tinjauan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Secara struktural, komponen struktur pada bangunan ini struktur balok masih masuk dalam kategori dalam sistem rangka pemikul momen khusus yang disyaratkan **RSNI 1729-201x** yang bertujuan untuk mencapai sistem kolom kuat balok lemah.

2. Kapasitas lentur balok pada kasus ini masih memenuhi syarat sistem rangka baja pemikul momen khusus yang dimulai dari analisis balok terhadap momen kuat lentur plastis pada SRPMK dan kemudian ditinjau terhadap kemungkinan pembesaran momen yang terjadi, walau sebenarnya struktur bangunan didesain berdasarkan peraturan lama bukan berdasarkan SRPMK.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standarisasi Nasional. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan non Gedung* (SNI 1726-2012).

Badan Standarisasi Nasional. *Spesifikasi Untuk Bangunan Gedung Baja Struktural* (SNI 1729.1-2015).

Badan Standarisasi Nasional. *Spesifikasi Ketentuan Desain Tahan Gempa Untuk Struktur Gedung Baja* (RSNI 1729.2-201x).

Badan Standarisasi Nasional. *Sambungan Prakuualifikasi Untuk Rangka Momen*

Baja Khusus Dan Menengah Untuk Aplikasi Seismik (SNI 1729.3-2013).

Budiono, B. 2011. *Konsep SNI Gempa 1726:201x*. Seminar HAKI

HAKI, 2012. *Struktur Bangunan Baja Tahan Gempa, " Short Course "*. Jakarta.

Penulis :

Iwan Gunawan, ST., MT. ¹⁾ Muhamad Ryanto, ST., MT. ²⁾

Dosen Tetap USB YPKP

Pada Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil