

# **SKRIPSI**

## **STUDI NUMERIKAL PERILAKU HUBUNGAN BALOK-KOLOM BAJA INTERIOR TINGKAT TERATAS PADA RANGKA MOMEN KHUSUS**



**GREGORIUS NATHAN ADRIEL  
NPM : 6101801060**

**PEMBIMBING: Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
BANDUNG  
JANUARI 2022**

# SKRIPSI

## STUDI NUMERIKAL PERILAKU HUBUNGAN BALOK-KOLOM BAJA INTERIOR TINGKAT TERATAS PADA RANGKA MOMEN KHUSUS



**NAMA: GREGORIUS NATHAN ADRIEL**

**NPM: 6101801060**

**PEMBIMBING: Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D.**

**PENGUJI 1: Dr. Johannes Adhijoso Tjondro**

**PENGUJI 2: Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
**BANDUNG**  
**JANUARI 2022**

## PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini,

Nama Lengkap : Gregorius Nathan Adriel  
Nomor Pokok Mahasiswa : 6101801060

dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul Studi Numerikal Perilaku Hubungan Balok-Kolom Baja Interior Tingkat Teratas pada Rangka Momen Khusus adalah karya ilmiah saya sendiri yang bebas plagiat. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya plagiarisme dalam karya ilmiah ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, 4 Januari 2022



**Gregorius Nathan Adriel**  
**6101801060**

# STUDI NUMERIKAL PERILAKU HUBUNGAN BALOK-KOLOM BAJA INTERIOR TINGKAT TERATAS PADA RANGKA MOMEN KHUSUS

Gregorius Nathan Adriel  
NPM: 6101801060

Pembimbing: Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021  
BANDUNG  
JANUARI 2022

## ABSTRAK

Mekanisme keruntuhan struktur bangunan merupakan salah satu faktor penting dalam sebuah perencanaan bangunan tahan gempa. Pada sistem rangka momen khusus (RMK) struktur baja, diharapkan keruntuhan *sway mechanism*. Untuk mencapai mekanisme tersebut, kolom harus direncanakan lebih kuat daripada balok sehingga keelehan sendi plastis akan terjadi pada bagian balok. Kriteria perencanaan ini dikenal sebagai prinsip *strong column weak beam*. SNI 7972:2020 tidak mengatur secara rinci kriteria hubungan balok-kolom interior pada tingkat teratas sistem rangka momen khusus. Pada penelitian ini akan dilakukan pemodelan hubungan balok-kolom interior baja pada tingkat teratas yang memenuhi kriteria *strong column weak beam* dan *strong beam weak column* dengan bantuan program elemen hingga nonlinier, yaitu ABAQUS. Model tersebut kemudian diberikan perpindahan pada ujung balok (1 model menggunakan sambungan penampang balok tereduksi (PBR), 2 model lain direncanakan tanpa reduksi dengan faktor yang divariasikan adalah nilai  $R_y$ ). Hasil pemodelan tersebut akan memberikan *output* berupa pola distribusi keelehan, momen-rotasi, dan kapasitas zona panel. Berdasarkan hasil pemodelan pada penelitian ini disimpulkan bahwa hubungan balok-kolom yang direncanakan memenuhi *strong beam weak column* akan meningkatkan porsi deformasi pada bagian zona panel. Kelelahan yang terjadi pada hubungan balok-kolom yang direncanakan memenuhi kriteria *strong column weak beam* berdasarkan SNI 7972:2020 dominan pada bagian balok, namun distribusi keelehan sendi plastis yang terjadi tidak ideal karena sumbu netral tidak tepat berada pada titik berat penampang. Terbentuknya keelehan sendi plastis yang tidak ideal dapat disebabkan karena adanya ketidakseimbangan antara jumlah momen kolom (satu momen) yang menahan jumlah momen dari balok (dua momen) pada hubungan balok-kolom interior tingkat teratas.

Kata Kunci: hubungan balok-kolom baja interior tingkat teratas, rangka momen khusus, sambungan penampang balok tereduksi, perilaku struktur baja rangka momen khusus

# **NUMERICAL STUDY OF TOP STORY INTERIOR STEEL BEAM-COLUMN JOINT BEHAVIOR ON SPECIAL MOMENT FRAME**

**Gregorius Nathan Adriel  
NPM: 6101801060**

**Advisor: Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL  
ENGINEERING**

**(Accredited by SK BAN-PT Number: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)**

**BANDUNG**

**JANUARY 2022**

## **ABSTRACT**

The failure mechanism of structural building is one of the most important factors in an earthquake-resistant structural building design. In the steel special moment frame (SMF) structural system, sway mechanism is expected. To achieve this mechanism, the column must be designed to be stronger than the beam so that plastic hinge fatigue will occur at the beam section. This design criterion is known as the strong column weak beam principle. In this study, there will be a model of the interior steel beam-column joint at the top story that meets the criteria for strong column weak beam and strong beam weak column using a nonlinear finite element program, ABAQUS. The model will be given a displacement at the end of the beam (1 model uses a reduced beam section (RBS), 2 other models are designed without beam reduction with the variation of the  $R_y$  value). The modelling results will give output in the form of yield distribution, rotational moments, and panel zone capacities. Based on the modeling results in this study, it is concluded that beam-column joint with strong beam weak column criteria will increase the deformation portion in the panel zone. The yielding that occurs in the beam-column joint with strong column weak beam criteria based on SNI 7972:2020 dominant in the beam section, but the yield distribution of the plastic hinges that occur is unideal because the neutral axis is not exactly occur at the center of gravity of the cross section. The unideal formation of plastic hinge yielding can be caused by an imbalance between the number of column moments (one moment) that resist the number of moments from the beam (two moments) at the top story interior beam-column joint.

**Keywords:** Top story interior steel beam-column joint, special moment frame, reduced beam section, steel special moment frame structural system behavior

## PRAKATA

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena oleh berkat dan anugerah-Nya, skripsi yang berjudul Studi Numerikal Perilaku Hubungan Balok-Kolom Baja Interior Tingkat Teratas pada Rangka Momen Khusus dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Studi ini merupakan syarat akademik untuk menyelesaikan studi tingkat Sarjana pada Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Proses pelaksanaan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, dukungan, dan motivasi dari beberapa pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada;

1. Bapak **Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D.** selaku Dosen Pembimbing yang selalu membimbing, memberikan arahan, kritik dan saran sepanjang proses penyusunan skripsi penulis.
2. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberikan ilmu, pengalaman, dan pelajaran dalam bidang Teknik Sipil.
3. Orangtua dan kakak yang senantiasa memberikan dukungan moril dan doa selama masa studi penulis.
4. Saudara dan teman-teman yang telah mendukung selama masa studi penulis di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil.
5. Rekan mahasiswa Program Studi Teknik Sipil angkatan 2018 yang telah membantu, memberi dukungan dan motivasi selama masa studi, sehingga skripsi ini dapat selesai pada waktunya.
6. Kelompok belajar Pororo yang selalu menjadi tempat diskusi dan mengembangkan diri selama perkuliahan penulis.
7. Kelompok musik Lovebird yang selalu memberikan semangat selama proses perkuliahan penulis.

Dengan adanya skripsi ini, diharapkan dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan juga sebagai perkembangan ilmu Teknik Sipil, khususnya terkait prosedur desain hubungan balok-kolom baja interior tingkat teratas pada rangka momen khusus. Akan tetapi, skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Maka dari itu, skripsi ini masih membutuhkan kritik dan saran yang bersifat membangun sehingga dapat berguna untuk studi yang akan dilakukan selanjutnya.

Bandung, 24 Januari 2022

*Nathan*

Gregorius Nathan Adriel  
6101801060



# DAFTAR ISI

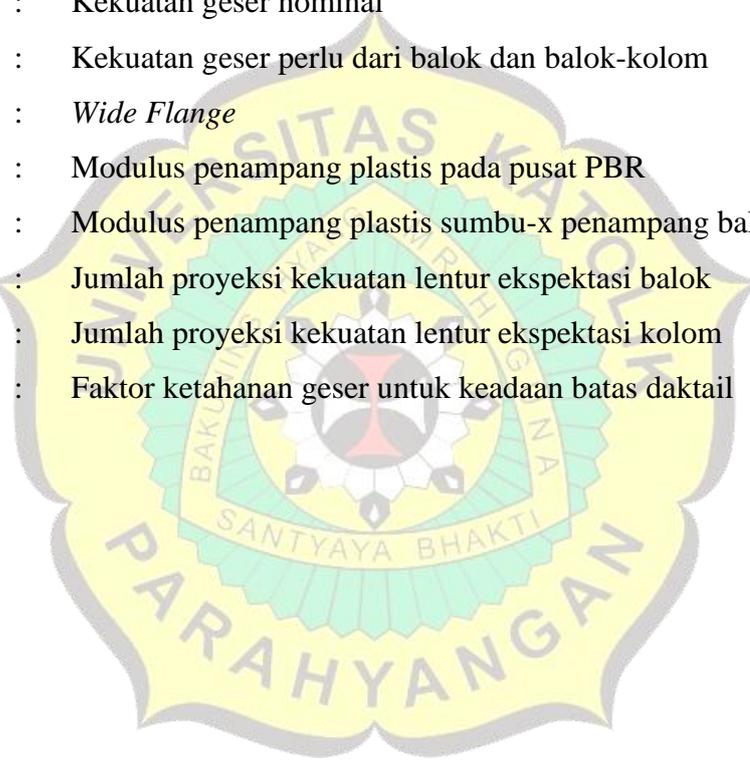
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iii</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1-1</b>
1.1    Bagian Pendahuluan.....	1-1
1.2    Inti Permasalahan .....	1-3
1.3    Tujuan Penulisan .....	1-3
1.4    Pembatasan Masalah .....	1-3
1.5    Metode Penelitian.....	1-6
1.6    Sistematika Penulisan.....	1-6
<b>BAB 2 DASAR TEORI</b> .....	<b>2-1</b>
2.1    Material baja.....	2-1
2.2    Sistem Rangka Momen Khusus .....	2-1
2.2.1    Panel Zones .....	2-2
2.3    Hubungan Balok-Kolom .....	2-2
2.4    Sambungan Baja Penampang Balok Tereduksi (PBR) Berdasarkan SNI 7972:2020 .....	2-3
2.4.1    Sambungan Penampang Balok Tereduksi (PBR) .....	2-4
2.5    Desain Sambungan Penampang Balok Tereduksi (PBT).....	2-5
2.4.1    Batas Prakuifikasi .....	2-5

2.4.2	Prosedur Desain PBT .....	2-6
2.4.3	Periksa Persyaratan Pelat Penerus .....	2-10
2.4.4	Periksa Pembatasan Hubungan Balok-Kolom .....	2-10
2.6	Metode Elemen Hingga .....	2-12
<b>BAB 3 DESAIN DAN ANALISIS SAMBUNGAN BAJA .....</b>		<b>3-1</b>
3.1	Sistem Struktur .....	3-1
3.2	Desain Elemen Struktur .....	3-2
3.2.1	Desain Profil Balok dan Kolom .....	3-2
3.3	Pemodelan Numerik .....	3-11
3.3.1	Geometri Model .....	3-11
3.3.2	Properti Material .....	3-12
<b>BAB 4 HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>4-1</b>
4.1	Tinjauan Perilaku Global .....	4-1
4.2	Pola Kelelahan Sendi Plastis dengan Momen-Rotasi Penampang Balok dan Kolom .....	4-2
4.3	Kapasitas Zona Panel .....	4-12
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>5-1</b>
5.1	Kesimpulan .....	5-1
5.2	Saran .....	5-3
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>xiii</b>

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

AISC	:	American Institute of Steel Construction
ASCE	:	American Society of Civil Engineers
$A_g$	:	Luas penampang bruto
$A_w$	:	Luas badan, tinggi keseluruhan dikalikan dengan tebal badan
$a$	:	Jarak horizontal dari muka sayap kolom ke pemotongan PBR
$b$	:	Panjang pemotongan PBR
$b_{bf}$	:	Lebar sayap balok
$c$	:	Kedalaman pemotongan pada pusat penampang balok tereduksi
DL	:	Beban mati
$d$	:	Tinggi penampang balok
$d_b$	:	Tinggi balok
$d_c$	:	Tinggi kolom
$E'$	:	Modulus Elastisitas Baja
$E_c$	:	Modulus Elastisitas Beton
$F_u$	:	Kekuatan tarik minimum
$F_y$	:	Tegangan leleh minimum
$F_{yb}$	:	Tegangan leleh balok minimum yang disyaratkan
$F_{yc}$	:	Tegangan leleh kolom minimum yang disyaratkan
JIS	:	<i>Japanese Industrial Standard</i>
kN	:	Kilo Newton
LL	:	Beban hidup
$L_h$	:	Jarak antara lokasi sendi plastis
MPa	:	Mega Pascal
$M_f$	:	Momen maksimum yang mungkin terjadi pada muka kolom
$M_{pe}$	:	Momen plastis balok berdasarkan tegangan ekspektasi
$M_{pr}$	:	Momen maksimum yang mungkin terjadi pada PBR
$m$	:	Meter
$mm$	:	Milimeter
PBR	:	Penampang Balok Tereduksi
$P_u$	:	Kekuatan aksial yang diperlukan menggunakan kombinasi beban
$P_y$	:	Kekuatan leleh aksial kolom

$R_u$	:	Kekuatan geser pada zona panel kolom
$R_v$	:	Kekuatan geser nominal
$R_y$	:	Rasio tegangan leleh ekspektasi terhadap tegangan leleh min.
SNI	:	Standar Nasional Indonesia
$S_h$	:	Jarak dari sendi plastis ke muka kolom
$t_{bf}$	:	Tebal sayap balok
$t_{bw}$	:	Tebal badan kolom
$t_{cf}$	:	Tebal sayap kolom
$V_{gravitasi}$	:	Gaya geser balok yang dihasilkan dari $1,2D + f1L + 0,2S$
$V_n$	:	Kekuatan geser nominal
$V_u$	:	Kekuatan geser perlu dari balok dan balok-kolom
WF	:	<i>Wide Flange</i>
$Z_{RBS}$	:	Modulus penampang plastis pada pusat PBR
$Z_x$	:	Modulus penampang plastis sumbu-x penampang balok penuh
$\Sigma M_{pb}^*$	:	Jumlah proyeksi kekuatan lentur ekspektasi balok
$\Sigma M_{pc}^*$	:	Jumlah proyeksi kekuatan lentur ekspektasi kolom
$\phi_v$	:	Faktor ketahanan geser untuk keadaan batas daktail



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Mekanisme Keruntuhan.....	1
<b>Gambar 1.2</b> Ilustrasi Pembentukan Sendi Plastis .....	2
<b>Gambar 1.3</b> Sambungan Penampang Balok Tereduksi .....	4
<b>Gambar 1.4</b> Skema Pemodelan dan Analisis.....	5
<b>Gambar 1.5</b> Balok, Kolom, dan Pelat Penerus .....	5
<b>Gambar 2.1</b> Penampang Balok Tereduksi (PBR).....	2-4
<b>Gambar 2.2</b> <i>Free-body Diagram</i> antara pusat PBR dan muka kolom .....	2-8
<b>Gambar 3.1</b> Potongan Melintang Struktur Bangunan .....	3-3
<b>Gambar 3.2</b> <i>Free-Body Diagram</i> Pusat PBR dan Muka Kolom .....	3-7
<b>Gambar 3.3</b> Pemodelan <i>Displacement</i> .....	3-12
<b>Gambar 3.4</b> Perletakan Balok dan Kolom.....	3-13
<b>Gambar 3.5</b> Variasi Model-1.....	3-14
<b>Gambar 3.6</b> Variasi Model-2.....	3-15
<b>Gambar 3.7</b> Variasi Model-3.....	3-15
<b>Gambar 4.1</b> Kurva Beban-Perpindahan.....	4-1
<b>Gambar 4.2</b> Rotasi Balok yang Dihitung ( $\theta$ ).....	4-3
<b>Gambar 4.3</b> Rotasi Kolom yang Dihitung ( $\theta$ ) .....	4-3
<b>Gambar 4.4</b> Deformasi dan Kontur Regangan Plastis Ekuivalen (PEEQ) Saat Terjadi Leleh awal Model-1.....	4-4
<b>Gambar 4.5</b> Deformasi dan Kontur Regangan Plastis Ekuivalen (PEEQ) Saat Terjadi Leleh akhir Model-1 .....	4-4
<b>Gambar 4.6</b> Deformasi dan Kontur Regangan Plastis Ekuivalen (PEEQ) Penampang Balok Model-1.....	4-5
<b>Gambar 4.7</b> Deformasi dan Kontur Regangan Plastis Ekuivalen (PEEQ) Penampang Kolom Model-1 .....	4-5
<b>Gambar 4.8</b> Perbandingan Kurva Momen-Rotasi dengan Momen Plastis Balok dan Momen Plastis Kolom Model-1 .....	4-6
<b>Gambar 4.9</b> Deformasi dan Kontur Regangan Plastis Ekuivalen (PEEQ) Saat Terjadi Leleh Awal Model-2.....	4-7
<b>Gambar 4.10</b> Deformasi dan Kontur Regangan Plastis Ekuivalen (PEEQ) Saat Terjadi Leleh Akhir Model-2.....	4-7

<b>Gambar 4.11</b> Deformasi dan Kontur Regangan Plastis Ekuivalen (PEEQ) Penampang Balok Model-2.....	4-8
<b>Gambar 4.12</b> Deformasi dan Kontur Regangan Plastis Ekuivalen (PEEQ) Penampang Kolom Model-2 .....	4-8
<b>Gambar 4.13</b> Perbandingan Kurva Momen-Rotasi dengan Momen Plastis Balok dan Momen Plastis Kolom Model-2 .....	4-9
<b>Gambar 4.14</b> Deformasi dan Kontur Regangan Plastis Ekuivalen (PEEQ) Saat Terjadi Leleh Awal Model-3.....	4-10
<b>Gambar 4.15</b> Deformasi dan Kontur Regangan Plastis Ekuivalen (PEEQ) Saat Terjadi Leleh Akhir Model-3 .....	4-10
<b>Gambar 4.16</b> Deformasi dan Kontur Regangan Plastis Ekuivalen (PEEQ) Penampang Balok Model-3.....	4-11
<b>Gambar 4.17</b> Deformasi dan Kontur Regangan Plastis Ekuivalen (PEEQ) Penampang Kolom Model-3 .....	4-11
<b>Gambar 4.18</b> Perbandingan Kurva Momen-Rotasi dengan Momen Plastis Balok dan Momen Plastis Kolom Model-3 .....	4-12
<b>Gambar 4.19</b> Sudut pada Zona Panel .....	4-13
<b>Gambar 4.20</b> Perbandingan Kurva Gaya Geser - Rotasi Setiap Model .....	4-13
<b>Gambar 4.21</b> Kurva Beban - Rotasi Model-3.....	4-14

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 3.1</b> Hasil Perhitungan Momen Maksimum Penampang Balok .....	3-8
<b>Tabel 3.2</b> Kebutuhan Pelat Penerus.....	3-9
<b>Tabel 3.3</b> Pemeriksaan Kebutuhan Pelat Penganda .....	3-10
<b>Tabel 3.4</b> Pemeriksaan Kriteria Hubungan Balok-Kolom .....	3-11
<b>Tabel 3.5</b> Variasi Pemodelan .....	3-14



## **DAFTAR LAMPIRAN**

LAMPIRAN 1 PERHITUNGAN SYARAT DAKTILITAS TINGGI BALOK  
DAN KOLOM

LAMPIRAN 2 PERHITUNGAN DESAIN SAMBUNGAN DAN HUBUNGAN  
BALOK-KOLOM

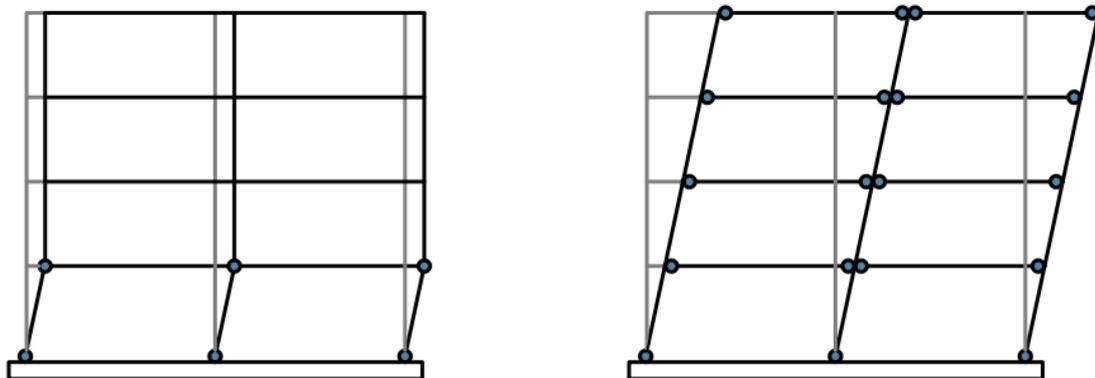


# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Bagian Pendahuluan

Pada sistem rangka pemikul momen khusus (RMK), diharapkan terjadi *sway mechanism* dan bukan *story mechanism*. Ketika *story mechanism* terbentuk, maka sebagian besar porsi inelastik dari simpangan struktur akan terjadi pada suatu tingkat sehingga dapat menghasilkan efek  $P-\Delta$  yang sangat besar pada tingkat tersebut sehingga struktur dapat langsung mengalami keruntuhan. Dari sisi stabilitas struktur, *sway mechanism* dapat dikatakan lebih stabil karena jumlah total kemungkinan terbentuknya sendi plastis pada keseluruhan struktur lebih banyak dibandingkan dengan jumlah total kemungkinan terbentuknya sendi plastis pada struktur yang mengalami *story mechanism*. Agar terjadi *sway mechanism*, kolom yang direncanakan harus lebih kuat dibandingkan dengan balok yang kemudian dikenal dengan istilah “*Strong Column Weak Beam*”. Hal ini ditujukan agar balok baja mengalami kegagalan terlebih dulu saat terjadi *overload* pada struktur sebelum sambungan balok-kolom dan kolom mengalami kegagalan. Balok baja memiliki daktilitas yang tinggi, sehingga saat mengalami kegagalan balok tersebut akan melendut terlebih dahulu dan masih mampu menahan beban. Hal tersebut dimaksudkan agar dapat memberi peringatan terhadap penghuni bangunan sebelum keseluruhan bangunan mengalami keruntuhan.



a. *Sway-mechanism*

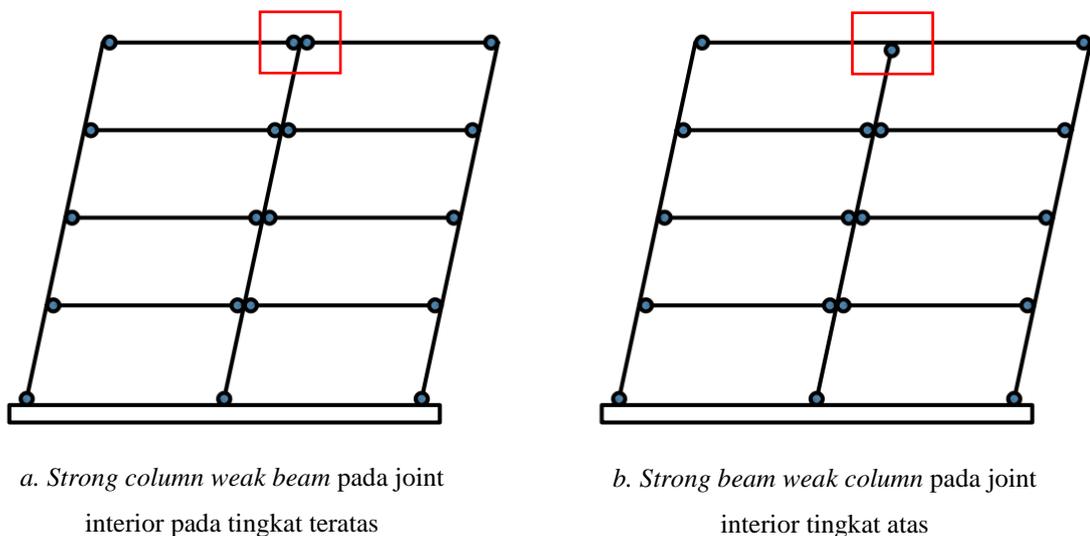
b. *Single-story-mechanism*

**Gambar 1.1** Mekanisme Keruntuhan

SNI 7860:2020 mensyaratkan pendekatan desain *strong column weak beam* yang memerlukan jumlah kekuatan lentur kolom pada setiap joint melebihi jumlah kekuatan lentur dari balok (1.1). Melalui persamaan E3-1, dimana  $\Sigma M^*_{pc}$  merupakan jumlah proyeksi kekuatan lentur nominal kolom di atas dan di bawah joint pada garis sumbu balok dengan gaya aksial tereduksi kolom.  $\Sigma M^*_{pb}$  merupakan jumlah proyeksi garis kekuatan lentur dari balok pada lokasi sendi pastis di sumbu kolom.

$$\frac{\Sigma M^*_{pc}}{\Sigma M^*_{pb}} \geq 1 \quad (1.1)$$

Sambungan terprakualifikasi SNI 7972:2020 tidak dimaksudkan untuk digunakan pada sambungan balok-kolom di lantai paling atas sebuah struktur. Bila direncanakan penerapan *strong column weak beam* pada lantai paling atas, hasil perencanaan dimensi kolom menjadi sangat besar sehingga boros. Salah satu solusinya adalah dengan menerapkan *strong beam weak column* pada bagian interior lantai paling atas sehingga ketika terjadi sway kolom akan leleh terlebih dahulu.



**Gambar 1.2** Ilustrasi Pembentukan Sendi Plastis

Dengan menerapkan prinsip *strong beam weak column* diharapkan mampu menghasilkan desain kolom yang lebih ekonomis. Bila dilihat secara keseluruhan (Gambar 1.2), mekanisme yang terjadi pada struktur adalah *sway mechanism* sehingga penerapan *strong beam weak column* akan baik-baik saja bila yang terjadi adalah mekanisme tersebut.

## 1.2 Inti Permasalahan

Bila diterapkan *strong column weak beam* pada kolom interior *top story*, maka dimensi kolom yang dihasilkan akan jauh lebih besar dibandingkan dimensi kolom pada lantai lainnya dengan asumsi ukuran balok tiap tingkat sama. Maka, ada satu solusi yaitu menerapkan *strong beam weak column* khusus pada joint interior tingkat teratas sehingga dapat menghemat dimensi kolom. Bila dilihat secara keseluruhan, terlihat jumlah sendi plastis yang dapat terbentuk saat diterapkan *strong beam weak column* pada joint interior lantai paling atas tidak jauh berbeda dengan saat diterapkan *strong column weak beam*. Mekanisme yang dihasilkan adalah mekanisme *sway*, bukan *single-story mechanism* atau kegagalan di suatu tingkat. Dengan menerapkan *strong beam weak column* pada joint interior lantai teratas, akan dilakukan evaluasi kondisi hubungan balok-kolom dan kemudian akan dibandingkan dengan kondisi hubungan balok-kolom saat menerapkan *strong column weak beam*.

## 1.3 Tujuan Penulisan

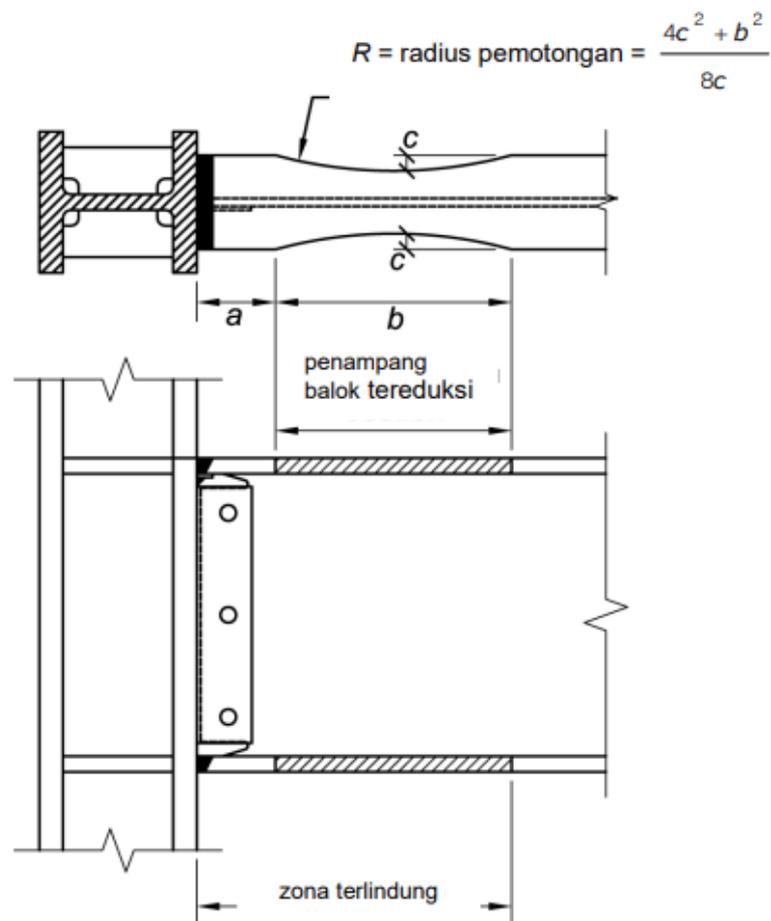
1. Mendesain hubungan balok-kolom dengan kriteria *strong column weak beam* dan *strong beam weak column*.
2. Melakukan analisis numerik pada satu joint dengan kolom dan balok tertentu yang memenuhi kriteria *strong column weak beam* dan yang memenuhi kriteria *strong beam weak column*.
3. Melakukan evaluasi perilaku inelastik hubungan balok-kolom interior tingkat teratas dengan kriteria desain yang berbeda.

## 1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah pada penelitian ini ditentukan sebagai berikut:

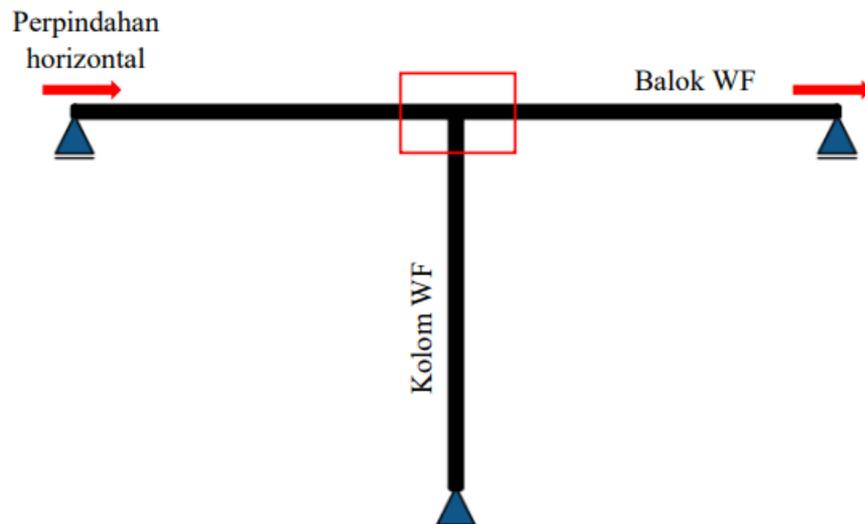
1. Hubungan balok-kolom interior tingkat teratas yang ditinjau merupakan bagian dari struktur rangka momen khusus yang memenuhi kriteria SNI 7860:2020.
2. Balok dan kolom yang digunakan adalah profil JIS G 3192 Metric Series yang memenuhi syarat daktilitas tinggi sesuai ketentuan dalam SNI 7860:2020.
3. Material baja untuk balok, kolom, dan pelat penerus adalah BJ37.

4. Sambungan balok ke kolom adalah sambungan momen penampang balok tereduksi (PBR) sesuai SNI 7972:2020.



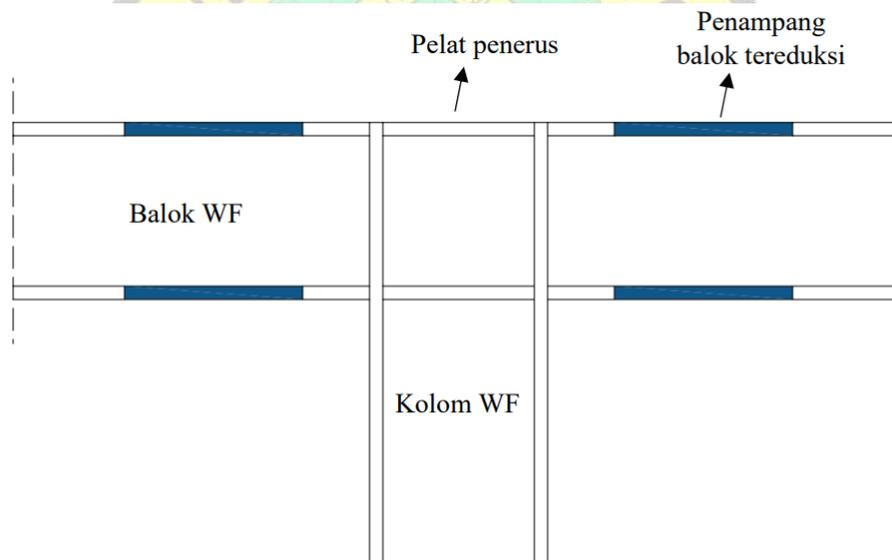
**Gambar 1.3** Sambungan Penampang Balok Tereduksi

5. Pemodelan numerik dengan program ABAQUS sesuai skema pada Gambar 1.4. Tumpuan diberikan pada titik balik momen (*inflection point*) yang diasumsikan berada di tengah bentang balok dan kolom.



**Gambar 1.4** Skema Pemodelan dan Analisis

6. Sayap dan badan balok, sayap dan badan kolom, serta pelat penerus dimodelkan dengan *shell element*.



**Gambar 1.5** Balok, Kolom, dan Pelat Penerus

7. Sambungan las dianggap kuat dan kaku.
8. Parameter yang divariasikan adalah rasio kekuatan lentur kolom terhadap kekuatan lentur balok (lebih besar dan lebih kecil daripada satu). Model-1 menggunakan sambungan penampang balok tereduksi (PBR) dan memenuhi kriteria *strong column weak beam*. Model-2 menggunakan penampang balok tanpa reduksi dan memenuhi kriteria *strong beam weak column*. Model-3

menggunakan penampang balok tanpa reduksi dan tidak memperhitungkan nilai  $R_y$  dalam perencanaan dimensi balok dan kolom. Model-3 memenuhi kriteria *strong beam weak column*.

9. Perilaku hubungan balok-kolom yang ditinjau mencakup: kapasitas lentur hubungan balok-kolom; pembentukan sendi plastis pada PBR; serta pola kelelahan pada zona panel dan sekitarnya.

### 1.5 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui dua metode, yaitu:

#### 1. Studi Literatur

Penelusuran informasi, data, dan acuan untuk memahami permasalahan dalam penelitian dan mencari solusi dari permasalahan tersebut. Sumber literatur berupa buku, jurnal, paper, dan sumber lainnya.

#### 2. Studi Analisis

Penggunaan perangkat lunak elemen hingga *non-linear* (ABAQUS) untuk menganalisis permasalahan dalam penelitian.

### 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan yang digunakan dalam studi ini adalah sebagai berikut:

#### BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini membahas latar belakang, inti permasalahan, tujuan penulisan, pembatasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

#### BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan tinjauan Pustaka mengenai persyaratan-persyaratan dan landasan teori yang akan dijadikan acuan untuk studi dan pembahasan.

#### BAB 3 DESAIN DAN ANALISIS SAMBUNGAN BAJA

Bab ini membahas desain dari sambungan baja terpraktualifikasi “Penampang Balok Tereduksi” yang memenuhi persyaratan *strong column weak beam* dan *strong beam weak column* berdasarkan studi kasus model balok dan kolom yang direncanakan.

#### BAB 4 HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas analisis dari model sambungan baja yang telah didesain pada bab sebelumnya dengan menggunakan program elemen hingga ABAQUS.

#### BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas kesimpulan akhir dari hasil analisis dan saran terkait hasil yang didapatkan pada analisis yang telah dilakukan.

