

SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH APLIKASI *SLIDING HINGE*
JOINT SEBAGAI *BEAM SPLICE* TERHADAP
PERILAKU NONLINEAR STRUKTUR GEDUNG BAJA
RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS**



**SHAFIRA NADYARIZA WIDJAJA
NPM : 2016410135**

PEMBIMBING: Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D.

KO-PEMBIMBING: Wisena Perceka, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
2020**

SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH APLIKASI *SLIDING HINGE*
JOINT SEBAGAI *BEAM SPLICE* TERHADAP
PERILAKU NONLINEAR STRUKTUR GEDUNG BAJA
RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS**



**SHAFIRA NADYARIZA WIDJAJA
NPM : 2016410135**

PEMBIMBING: Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D.

KO-PEMBIMBING: Wisena Perceka, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
2020**

SKRIPSI

**ANALISIS PENGARUH APLIKASI *SLIDING HINGE*
JOINT SEBAGAI *BEAM SPLICE* TERHADAP
PERILAKU NONLINEAR STRUKTUR GEDUNG BAJA
RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS**



**SHAFIRA NADYARIZA WIDJAJA
NPM : 2016410135**

BANDUNG, 14 AGUSTUS 2020

PEMBIMBING:

Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D.

KO-PEMBIMBING:

Wisena Perceka, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
2020**

PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut:

Nama : Shafira Nadyariza Widjaja

NPM : 2016410135

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

Analisis Pengaruh Aplikasi *Sliding Hinge Joint* sebagai *Beam Splice* terhadap Perilaku Nonlinear Struktur Gedung Baja Rangka Pemikul Momen Khusus

adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan dosen pembimbing. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Dinyatakan: di Bandung

Tanggal: 23 Juli 2020



Shafira Nadyariza Widjaja

**ANALISIS PENGARUH APLIKASI *SLIDING HINGE JOINT*
SEBAGAI *BEAM SPLICE* TERHADAP PERILAKU NONLINEAR
STRUKTUR GEDUNG BAJA RANGKA PEMIKUL MOMEN
KHUSUS**

**Shafira Nadyariza Widjaja
NPM: 2016410135**

**Pembimbing: Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D.
Ko-Pembimbing: Wisena Perceka, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYNGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
AGUSTUS 2020**

ABSTRAK

Sliding hinge joint (SHJ) dikembangkan untuk meminimalkan kerusakan pada komponen-komponen struktur. Jika SHJ dipasang sebagai sambungan balok-kolom, kegagalan pada sambungan las antara flens atas balok dan flens kolom dapat terjadi dan sulit untuk diperbaiki. Metode alternatif pemasangan SHJ sebagai *beam splice* diusulkan untuk mencegah terjadinya kegagalan tersebut sehingga perbaikan lebih mudah dilakukan. Dalam studi ini dilakukan desain struktur gedung baja reguler secara tiga dimensi dengan rangka pemikul momen khusus pada rangka perimeter. Struktur tersebut kemudian dimodifikasi dengan menambahkan SHJ sebagai *splice* pada balok-balok yang merupakan bagian dari rangka pemikul momen. Analisis statik nonlinear dilakukan pada tiga model struktur, yaitu struktur tanpa SHJ, struktur dengan SHJ dengan faktor *overstrength* 2,523, dan struktur dengan SHJ dengan faktor *overstrength* 1,682. Perilaku nonlinear SHJ, yang dimodelkan sebagai sendi plastis tambahan di lokasi *splice*, didefinisikan berdasarkan mekanisme *sliding* sambungan flens bawah dan lentur pelat penyambung flens atas. Berdasarkan hasil analisis statik nonlinear, nilai faktor pembesaran defleksi, faktor kuat lebih, dan faktor modifikasi respons paling besar dihasilkan oleh struktur tanpa *sliding hinge joint*, sedangkan faktor daktilitas paling besar dihasilkan oleh struktur dengan *sliding hinge joint* dengan faktor *overstrength* 2,523. Selain itu, mekanisme nonlinear pada struktur dengan SHJ terjadi pada sambungan *splice* sehingga kerusakan yang dapat diperbaiki. Tingkat kerusakan pada SHJ sambungan dapat diindikasikan dari rotasi maksimum sendi plastis SHJ terkait mekanisme *sliding* pada pelat penyambung flens bawah, momen leleh pada pelat penyambung flens atas, atau rotasi ultimit.

Kata Kunci: *Sliding Hinge Joint*, *Beam Splice*, Rangka Pemikul Momen Khusus, *Pushover*



ANALYSIS OF THE EFFECTS OF SLIDING HINGE JOINT APPLICATION AS BEAM SPLICE TOWARD INELASTIC BEHAVIOR OF STEEL SPECIAL MOMENT FRAME

Shafira Nadyariza Widjaja
NPM: 2016410135

Advisor: Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D.
Co-Advisor: Wisena Perceka, Ph.D.

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
(Accredited by SK BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)

BANDUNG
AUGUST 2020

ABSTRACT

The sliding hinge joint connection was developed to minimize the damage of a structure, but failure may occur in the welded joints between the column flange and upper beam flange. Innovation in sliding hinge joint as a beam splice is designed to prevent that failure and suggest an easier action of repairment. This study is conducted by designing a three-dimensional steel structure with special moment frame as exterior frames. The sliding hinge joint as a beam splice consists of a sliding hinge joint connection and a rigid connection. Nonlinear behavior of sliding hinge joint is determined by the sliding moment and rotation resulted from the connection. In this study, three different steel building structures based on the existence of sliding hinge joint as a beam splice in the structure were modeled, namely, the structure without the sliding hinge joint, the structure with the sliding hinge joint with the overstrength factor of 2,523, and the structure with the sliding hinge joint with the overstrength factor of 1,682. The results of this study is to show that the first model resulted the highest values of deflection magnification factor, overstrength factor, and response modification factor, whilst the two later models showed higher ductility factors. The sliding hinge joint as a beam splice connection has successfully performed a controlled weakening of the whole structure with different degrees of damage in the joints, i.e., the occurrence of sliding moments in the bottom flange plate, yield moments in the upper flange plate, and maximum deformation.

Keywords: Sliding Hinge Joint, Beam Splice, Special Moment Frame, Pushover Analysis



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat dan penyertaan-Nya yang tidak pernah berhenti sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Analisis Pengaruh Aplikasi *Sliding Hinge Joint* sebagai *Beam Splice* terhadap Perilaku Nonlinear Struktur Gedung Baja Rangka Pemikul Momen Khusus” dengan baik. Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat Sarjana di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung. Mata kuliah skripsi ini merupakan mata kuliah wajib berbobot 6 SKS dan dapat ditempuh setelah lulus 120 SKS. Selama proses penyusunan skripsi ini, penulis menghadapi berbagai macam pengalaman dan hambatan baik selama proses persiapan, pelaksanaan pengujian, maupun penulisan. Penulis menyadari bahwa tanpa doa, semangat, dukungan, dan serta bantuan dari berbagai pihak selama proses penyusunan skripsi ini, maka penyusunan skripsi ini tidak dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Sebagai penghargaan dan ucapan terima kasih, penulis ingin menyampaikan terima kasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Papa Reza, Mama Rini, dan Adik Nico selaku keluarga terdekat penulis yang selalu memberikan dukungan, bantuan, dan doa setiap saat dalam proses penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Helmy Hermawan Tjahjanto, Ph.D. selaku dosen pembimbing dan Bapak Wisena Perceka, Ph.D. selaku dosen ko-pembimbing yang senantiasa membantu dan membimbing serta memberikan saran selama proses penyusunan skripsi ini.
3. Para dosen penguji skripsi yang telah hadir baik saat seminar judul, seminar isi, dan sidang, yang telah memberikan banyak saran dan masukan.
4. Raihan Ilham Sulaiman yang senantiasa memberikan dukungan dan motivasi selama penyusunan skripsi.

5. Radella Adelia, Vasha Pradipta, Jessica Santika, Alia Andynar, Danesya Ananda, Fanisa Widya, Kuspatria Anggani, Audrey Muliauwan, Lulu Hafsyah, Adinka Rayya, dan Aulia Dianti sebagai teman-teman terdekat penulis yang selalu menemani penulis dari awal kuliah yang senantiasa memberikan semangat serta membantu penulis selama penyusunan skripsi.
6. Teman-teman seperjuangan skripsi yang senantiasa membantu dan memberi semangat kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
7. Lembaga Kepresidenan Mahasiswa Dedikasi periode 2019 selaku rekan kerja, yang selau memberikan dukungan dari awal hingga akhir penyusunan skripsi.
8. Semua pihak yang telah membantu dan memberikan semangat yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna dan memiliki banyak keterbatasan. Penulis menerima saran dan kritik yang membangun. Semoga skripsi ini dapat berguna bagi penelitian dan penerapan kelak di masa yang akan datang.

Bandung, Agustus 2020



Shafira Nadyariza Widjaja

2016410135

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1-2
1.1 Latar Belakang.....	1-2
1.2 Inti Permasalahan.....	1-4
1.3 Tujuan Penelitian.....	1-4
1.4 Batasan Masalah	1-5
1.5 Metode Penelitian	1-7
1.6 Sistematika Penulisan	1-7
1.7 Diagram Alir Penelitian	1-8
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	2-1
2.1 Sistem Rangka Baja Pemikul Momen Khusus.....	2-1
2.1.1 Sambungan Momen	2-1
2.1.2 Sambungan Baja Terpraktualifikasi.....	2-2
2.2 Pembebanan Gempa untuk Struktur Gedung	2-2
2.2.1 Kombinasi Pembebanan.....	2-4
2.3 <i>Sliding Hinge Joint</i>	2-5
2.3.1 Mekanisme <i>Sliding Hinge Joint</i>	2-6
2.3.2 Efek Interaksi M-V-P pada <i>Sliding Hinge Joint</i>	2-7
2.3.3 Prosedur Desain <i>Sliding Hinge Joint</i>	2-10
2.4 Analisis Statik Nonlinear	2-13

2.4.1	Target Perpindahan dan <i>Performance Level</i>	2-13
2.4.2	Kurva Hubungan Gaya dan Deformasi.....	2-18
BAB 3 TINJAUAN KHUSUS.....		3-1
3.1	<i>Sliding Hinge Joint</i> sebagai <i>Beam Splice</i>	3-1
3.1.1	Prosedur Desain <i>Sliding Hinge Joint</i>	3-1
3.1.2	Prosedur Desain Sambungan Kaku	3-3
3.2	Perilaku Nonlinear <i>Sliding Hinge Joint</i> sebagai <i>Beam Splice</i>	3-3
3.3	Pemodelan Kurva Hubungan Momen dan Rotasi	3-6
BAB 4 PEMODELAN DAN DESAIN.....		4-1
4.1	Umum.....	4-1
4.2	Data Struktur Bangunan.....	4-1
4.3	Data Material	4-2
4.4	Pembebanan.....	4-3
4.4.1	Beban Mati	4-3
4.4.2	Beban Mati Tambahan.....	4-3
4.4.3	Beban Hidup.....	4-4
4.4.4	Beban Gempa	4-4
4.4.5	Kombinasi Pembebanan.....	4-5
4.4.6	Prosedur Pemberian Pembebanan	4-6
4.5	Sistem Struktur	4-6
4.6	Komponen Struktur.....	4-9
4.7	Analisis Respons Spektra.....	4-10
4.8	Pemeriksaan Kapasitas Komponen Struktur	4-12
4.9	Simpangan Antarlantai dan Simpangan Antarlantai Izin.....	4-12
4.10	Desain <i>Sliding Hinge Joint</i> sebagai <i>Beam Splice</i>	4-12
4.10.1	Desain <i>Sliding Hinge Joint</i>	4-13
4.10.2	Desain Sambungan Kaku	4-15
4.11	Analisis Statik Nonlinear	4-18
4.11.1	Kurva Hubungan Momen dan Rotasi	4-19

4.11.2	Pemodelan Letak Sendi Plastis.....	4-22
4.11.3	Prosedur Analisis Statik Nonlinear.....	4-24
4.11.4	Perhitungan Faktor Cd, Ω_0 , R, dan μ	4-25
BAB 5 ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....		5-1
5.1	Analisis Perilaku Struktur secara Global	5-1
5.1.1	Pemeriksaan Kapasitas Komponen Struktur	5-1
5.1.2	Simpangan Antarlantai dan Simpangan Antarlantai Izin.....	5-3
5.1.3	Kurva Hubungan Gaya Geser dan Perpindahan Lateral Atap.....	5-4
5.1.4	Faktor Pembesaran Defleksi (Cd).....	5-7
5.1.5	Faktor Kuat Lebih (Ω_0)	5-8
5.1.6	Faktor Modifikasi Respons (R)	5-10
5.1.7	Faktor Daktilitas (μ)	5-11
5.1.8	Target Perpindahan.....	5-13
5.1.9	Tingkat Kinerja Struktur	5-14
5.2	Analisis Perilaku Struktur secara Lokal.....	5-14
5.2.1	Persebaran Sendi Plastis.....	5-15
5.2.3	Tingkat Kerusakan pada <i>Sliding Hinge Joint</i> sebagai <i>Beam Splice</i>	5-21
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN.....		6-1
6.1	Kesimpulan.....	6-1
6.2	Saran	6-2
DAFTAR PUSTAKA.....		xvii

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

ASCE = American Society of Civil Engineers

A_g = Luas gross penampang

C_d = Faktor pembesaran defleksi

C_s = Koefisien respons seismik

C_t = Parameter untuk menentukan periode fundamental struktur

C_m = Faktor massa efektif

CP = *Collapse Prevention*

D = Beban mati

E = (1) Beban gempa; (2) Modulus elastisitas

F_a = Faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode pendek

F_v = Faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran periode 1 detik

F_i = Gaya gempa total pada lantai i

F_{nt} = Kuat tarik nominal baut

F_{ny} = Kuat geser nominal baut

F_y = Tegangan leleh minimum

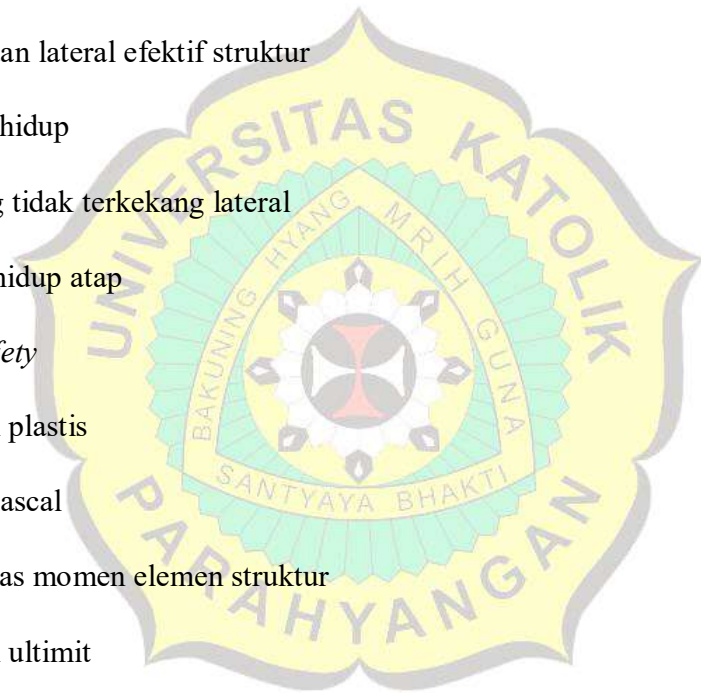
F_u = Kekuatan tarik minimum

G = Modulus geser

FEMA = Federal Emergency Management Agency

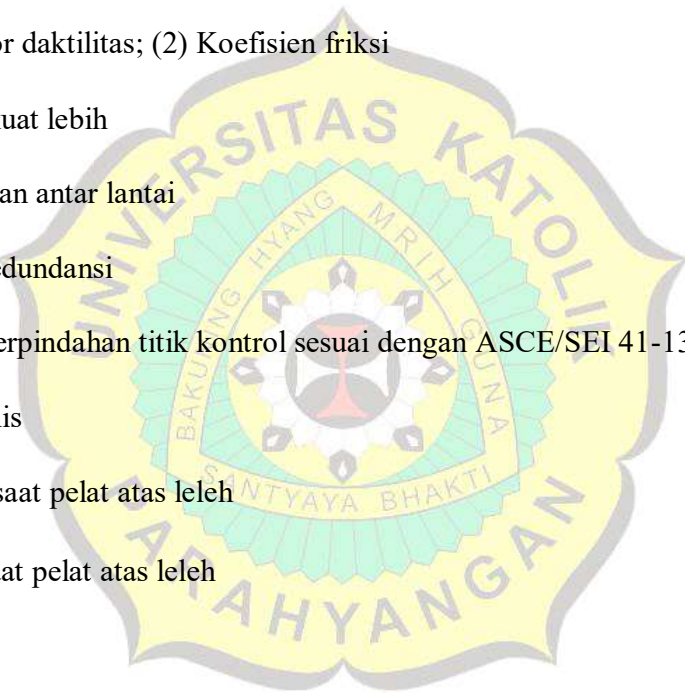
h_{sx} = Tinggi struktur di bawah tingkat x

- I_e = Faktor keutamaan gempa
 I_x = Modulus inersia terhadap sumbu x
 I_y = Modulus inersia terhadap sumbu y
 IO = *Immediate Occupancy*
 JIS = Japan Industrial Standards
 kN = Kilo Newton
 K_e = Kekakuan lateral efektif struktur
 L = Beban hidup
 L_b = Panjang tidak terkekang lateral
 L_r = Beban hidup atap
 LS = *Life Safety*
 M_p = Momen plastis
 MPa = Mega Pascal
 M_n = Kapasitas momen elemen struktur
 M_u = Momen ultimit
 N = Newton
 $NEHRP$ = National Earthquake Hazards Reduction Program
 P_u = Gaya akibat kombinasi pembebanan
 P_n = Kapasitas elemen
 R = Faktor modifikasi respons
 S = Modulus elastis penampang



S_{DS}	= Parameter percepatan spektral desain untuk periode pendek
SD_1	= Parameter percepatan spektral desain untuk perioda 1 detik
S_1	= Parameter respons spektral percepatan gempa terpetakan untuk periode 1 detik
S_s	= Parameter respons spektral percepatan gempa terpetakan untuk periode pendek
T	= Periode getar fundamental struktur
T_a	= Periode getar fundamental pendekatan
T_e	= Periode getar fundamental efektif
SNI	= Standar Nasional Indonesia
V	= Gaya geser dasar seismik
W	= Berat seismik efektif
WF	= <i>Wide Flange</i>
Z_x	= Modulus plastis terhadap sumbu x
b_f	= Lebar flens penampang
d	= Tinggi penampang
d_b	= Diameter lubang baut
f_{uf}	= Tegangan tarik ultimit baut
f_c'	= Kuat tekan beton
g	= Percepatan gravitasi
l_{eb}	= Jarak baut ke tepi
m	= Meter
mm	= Milimeter

- n = Jumlah baut
 r_x = Radius girasi penampang terhadap sumbu x
 s = Spasi antar baut
 t_f = Tebal flens penampang
 t_w = Tebal web penampang
 w = Ukuran las
 μ = (1) Faktor daktilitas; (2) Koefisien friksi
 Ω_o = Faktor kuat lebih
 Δ = Simpangan antar lantai
 ρ = Faktor redundansi
 δ_t = Target perpindahan titik kontrol sesuai dengan ASCE/SEI 41-13
 γ = Berat jenis
 M_{yp} = Momen saat pelat atas leleh
 θ_{yp} = Rotasi saat pelat atas leleh



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1	Rancangan <i>Sliding Hinge Joint</i>	1-3
Gambar 1. 2	Rancangan <i>Sliding Hinge Joint</i> sebagai <i>Beam Splice</i>	1-4
Gambar 1. 3	Denah Tipikal Struktur	1-5
Gambar 1. 4	Struktur Rangka Perimeter	1-6
Gambar 1. 5	Diagram Alir Penelitian	1-9
Gambar 2. 1	Skematik Tampak Samping Sambungan <i>Sliding Hinge Joint</i>	2-6
Gambar 2. 2	Mekanisme Gesekan Pelat saat Deformasi Siklik.....	2-7
Gambar 2. 3	Deformasi Baut Teridealisasi.....	2-8
Gambar 2. 4	Gaya Eksternal pada Komponen Baut.....	2-8
Gambar 2. 5	Kurva Statik Pushover Teridealisasi	2-13
Gambar 2. 6	Kurva Gaya-Perpindahan Teridealisasi.....	2-14
Gambar 2.7	Kurva Gaya-Deformasi Tergeneralisasi.....	2-18
Gambar 3. 1	Mekanisme <i>Sliding</i> pada Pelat Penyambung Flens Bawah.....	3-4
Gambar 3. 2	Mekanisme Lentur pada Pelat Penyambung Flens Atas.....	3-4
Gambar 3. 3	Kurva Momen-Rotasi <i>Sliding Hinge Joint</i> sebagai <i>Beam Splice</i>	3-6
Gambar 4. 1	Pemodelan Struktur Tiga Dimensi.....	4-1
Gambar 4. 2	Denah Sistem Grid untuk Pemodelan	4-7
Gambar 4. 3	Tampak Elevasi Sistem Grid untuk Pemodelan	4-7
Gambar 4. 4	Pemodelan Struktur Rangka Interior sebagai Penahan Beban Gravitasi (Grid 1-5 dan Grid B-E)	4-8
Gambar 4. 5	Pemodelan Struktur Rangka Eksterior sebagai Penahan Beban Lateral (Grid 1, 6, A, dan F)	4-8
Gambar 4. 6	Posisi dan Orientasi Kolom pada Semua Lantai	4-9
Gambar 4. 7	Tampak Depan Sambungan <i>Sliding Hinge Joint</i> sebagai <i>Beam Splice</i>	4-16

Gambar 4. 8 Tampak Atas Sambungan <i>Sliding Hinge Joint</i> sebagai <i>Beam Splice</i>	4-16
Gambar 4. 9 Tampak Bawah Sambungan <i>Sliding Hinge Joint</i> sebagai <i>Beam Splice</i>	4-17
Gambar 4. 10 Tampak Depan Sambungan <i>Sliding Hinge Joint</i> sebagai <i>Beam Splice</i> dengan Penambahan Baut.....	4-17
Gambar 4. 11 Tampak Atas Sambungan <i>Sliding Hinge Joint</i> sebagai <i>Beam Splice</i> dengan Penambahan Baut.....	4-18
Gambar 4. 12 Tampak Bawah Sambungan <i>Sliding Hinge Joint</i> sebagai <i>Beam Splice</i> dengan Penambahan Baut.....	4-18
Gambar 4. 13 Kurva Hubungan Momen dan Rotasi pada Balok.....	4-20
Gambar 4. 14 Kurva Momen dan Rotasi untuk Sendi Plastis <i>Sliding Hinge Joint</i> Model 2.....	4-21
Gambar 4. 15 Kurva Momen dan Rotasi untuk Sendi Plastis <i>Sliding Hinge Joint</i> Model 3.....	4-21
Gambar 4. 16 Pemodelan Letak Sendi Platis pada Rangka Eksterior Model 1 Sumbu 1.....	4-23
Gambar 4. 17 Pemodelan Letak Sendi Plastis Rangka Eksterior Model 2 dan Model 3 Sumbu 1.....	4-24
Gambar 5. 1 Rasio Interaksi P-M Pemodelan Struktur pada Sumbu 1.....	5-2
Gambar 5. 2 Rasio Interaksi P-M Pemodelan Struktur pada Sumbu 2.....	5-2
Gambar 5. 3 Rasio Interaksi P-M Pemodelan Struktur pada Potongan Lantai 1 ..	5-3
Gambar 5. 4 Simpangan Antarlantai dan Simpangan Antarlantai Izin Struktur ..	5-4
Gambar 5. 5 Kurva <i>Pushover</i> Setiap Model Struktur Akibat Beban <i>Pushover</i> Tipe Akselerasi.....	5-5
Gambar 5. 6 Kurva <i>Pushover</i> Setiap Model Struktur Akibat Beban <i>Pushover</i> Tipe Modal.....	5-5

Gambar 5. 7 Kurva <i>Pushover</i> Setiap Model Struktur Akibat Beban <i>Pushover</i> Tipe <i>Load Pattern</i>	5-6
Gambar 5. 8 Persebaran Sendi Plastis pada Model Struktur Tanpa <i>Sliding Hinge Joint</i> Akibat Beban <i>Pushover</i> Tipe Akselerasi	5-15
Gambar 5. 9 Persebaran Sendi Plastis pada Model dengan <i>Sliding Hinge Joint</i> akibat Beban <i>Pushover</i> Tipe Akselerasi	5-16
Gambar 5. 10 Persebaran Sendi Plastis pada Model dengan <i>Sliding Hinge Joint</i> dengan Penambahan Baut akibat Beban <i>Pushover</i> Tipe Akselerasi	5-16
Gambar 5. 11 Persebaran Sendi Plastis pada Model Tanpa <i>Sliding Hinge Joint</i> akibat Beban <i>Pushover</i> Tipe Modal	5-17
Gambar 5. 12 Persebaran Sendi Plastis pada Model dengan <i>Sliding Hinge Joint</i> akibat Beban <i>Pushover</i> Tipe Modal	5-17
Gambar 5. 13 Persebaran Sendi Plastis pada Model dengan <i>Sliding Hinge Joint</i> dengan Penambahan Baut akibat Beban <i>Pushover</i> Tipe Modal	5-18
Gambar 5. 14 Persebaran Sendi Plastis pada Model Tanpa <i>Sliding Hinge Joint</i> akibat Beban <i>Pushover</i> Tipe <i>Load Pattern</i>	5-18
Gambar 5. 15 Persebaran Sendi Plastis pada Model dengan <i>Sliding Hinge Joint</i> akibat Beban <i>Pushover</i> Tipe <i>Load Pattern</i>	5-19
Gambar 5. 16 Persebaran Sendi Plastis pada Model dengan <i>Sliding Hinge Joint</i> dengan Penambahan Baut akibat Beban <i>Pushover</i> Tipe <i>Load Pattern</i>	5-19

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Sambungan Baja Terprakualifikasi sesuai dengan AISC 358-16	2-2
Tabel 2. 2	Efektifitas dari Berbagai Material Shim	2-11
Tabel 2. 3	Tingkat Kinerja Struktur sesuai ATC-40	2-16
Tabel 4. 1	Parameter Respons Spektra dan Sistem Struktur	4-4
Tabel 4. 2	Partisipasi Massa Ragam Arah X dan Arah Y	4-10
Tabel 4. 3	Massa Struktur	4-11
Tabel 4. 4	Gaya Geser Dasar Maksimum Struktur	4-11
Tabel 4. 5	Perbandingan Hasil Desain Sambungan <i>Sliding Hinge Joint</i> sebagai <i>Beam Splice</i>	4-18
Tabel 5. 1	Pengecekan Simpangan Antarlantai Struktur pada Arah X	3
Tabel 5. 2	Pengecekan Simpangan Antarlantai Struktur pada Arah Y	4
Tabel 5. 3	Gaya Geser pada Seni Plastis Pertama dan Desain Akibat Semua Tipe Beban <i>Pushover</i>	7
Tabel 5. 4	Faktor Pembesaran Defleksi Akibat Beban <i>Pushover</i> Tipe Akselerasi ...	7
Tabel 5. 5	Faktor Pembesaran Defleksi Akibat Beban <i>Pushover</i> Tipe Modal	8
Tabel 5. 6	Faktor Pembesaran Defleksi Akibat Beban <i>Pushover</i> Tipe <i>Load Pattern</i>	8
Tabel 5. 7	Faktor Kuat Lebih Akibat Beban <i>Pushover</i> Tipe Akselerasi	9
Tabel 5. 8	Faktor Kuat Lebih Akibat Beban <i>Pushover</i> Tipe Modal	9
Tabel 5. 9	Faktor Kuat Lebih Akibat Beban <i>Pushover</i> Tipe <i>Load Pattern</i>	10
Tabel 5. 10	Faktor Modifikasi Respons Akibat Beban <i>Pushover</i> Tipe Akselerasi .	11
Tabel 5. 11	Faktor Modifikasi Respons Akibat Beban <i>Pushover</i> Tipe Modal	11
Tabel 5. 12	Faktor Modifikasi Respons Akibat Beban <i>Pushover</i> Tipe <i>Load Pattern</i>	11
Tabel 5. 13	Faktor Daktilitas Akibat Beban <i>Pushover</i> Tipe Akselerasi	12

Tabel 5. 14 Faktor Daktilitas Akibat Beban <i>Pushover</i> Tipe Modal	12
Tabel 5. 15 Faktor Daktilitas Akibat Beban <i>Pushover</i> Tipe <i>Load Pattern</i>	13
Tabel 5. 16 Target Perpindahan pada Setiap Model Struktur	13
Tabel 5. 17 Tingkat Kinerja Struktur pada Setiap Model Struktur	14
Tabel 5. 18 Kemunculan Sendi Plastis Pertama Kali di Setiap Model Struktur	20
Tabel 5. 19 Tahapan Sendi Plastis pada Struktur dengan <i>Sliding Hinge Joint</i> sebagai <i>Beam Splice</i>	25



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan letak geografis, Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng bumi sehingga menyebabkan seringnya terjadi fenomena gempa bumi. Getaran yang diakibatkan oleh gempa bumi dapat mengakibatkan kerusakan pada bangunan dan merenggut korban jiwa maupun harta benda. Oleh karena itu, perencanaan konstruksi bangunan harus mengikuti standar yang telah ditetapkan untuk meminimalisir kerusakan.

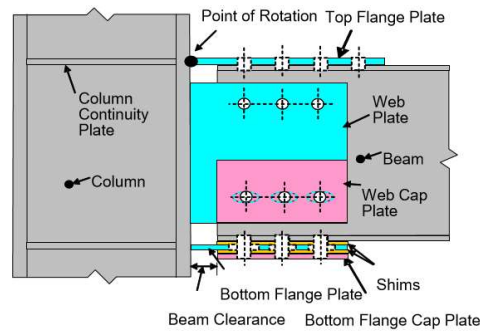
Di Indonesia, beton dan baja merupakan material yang paling sering digunakan sebagai bahan utama struktur gedung tahan gempa dibandingkan material lain. Meskipun demikian, material baja memiliki beberapa keuntungan dibandingkan beton seperti memiliki berat yang lebih ringan, proses pemasangan yang lebih cepat, dan sifat daktil yang lebih tinggi.

Pada perencanaan struktur gedung tahan gempa, salah satu struktur rangka utama yang umum digunakan adalah sistem rangka pemikul momen, yaitu sistem rangka yang mendisipasi energi gempa melalui mekanisme lentur yang terjadi di kedua ujung balok dan tepi bawah kolom lantai dasar. Seiring dengan kemajuan infrastruktur dan teknologi, semakin banyak dikembangkan inovasi dalam dunia konstruksi, salah satunya inovasi sambungan pada struktur baja.

Pada tahun 2005, Clifton mengembangkan *sliding hinge joint*, yaitu sebuah inovasi sambungan yang dipasang pada struktur baja rangka pemikul momen dan dapat meminimalisir kerusakan pada struktur. Menurut Clifton (2010), sistem struktur gedung tahan gempa dapat diklasifikasikan menjadi beberapa generasi. Pada struktur generasi keempat, sistem struktur tidak hanya direncanakan untuk mengalami kerusakan akibat beban desain, namun struktur tersebut juga direncanakan untuk tidak mengalami kerusakan pada bagian lainnya.

Dalam sistem struktur ini, sambungan pada ujung balok didesain untuk menahan perpindahan inelastis. *Sliding hinge joint* dikembangkan oleh Clifton untuk

memenuhi persyaratan struktur generasi keempat tersebut. Gambar skematik dari sambungan *sliding hinge joint* dapat dilihat pada **Gambar 1.1**.

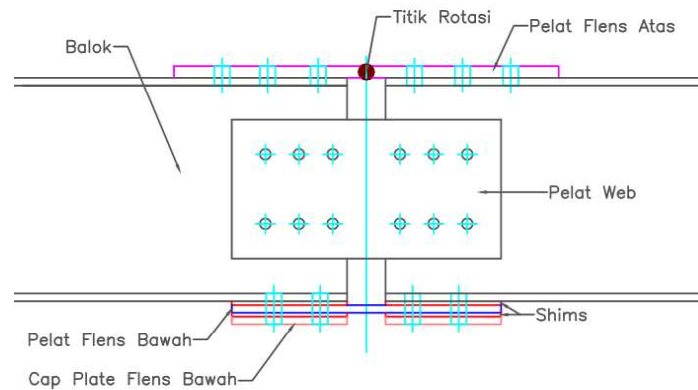


Gambar 1.1 Rancangan *Sliding Hinge Joint* (Tidak Berskala)

(sumber: Clifton et al, 2010)

Pada saat diberikan beban, sambungan bersifat kaku (*rigid*), namun masih bisa menerima rotasi inelastis akibat gempa yang besar. Pada saat terjadi gempa, *sliding hinge joint* akan berotasi pada pin di bagian flens atas balok dan mengalami gesek pada *Asymmetric Friction Connection* (AFC) yang terhubung di bagian flens bawah balok. Apabila beban gempa telah melebihi ketahanan gesek pada AFC, maka gaya gesek pertama akan terjadi di flens bagian bawah. Beban gempa yang semakin besar akan menyebabkan gesek pada pelat paling bawah.

Pada *sliding hinge joint*, sambungan las antara flens atas balok dan kolom merupakan area yang kritis. Area kritis tersebut disebabkan oleh tuntutan dari gaya aksial dan lentur dari rotasi joint serta slip gaya geser vertikal. Hal tersebut menyebabkan area tersebut mudah mengalami kegagalan. Oleh karena itu, perlu dikembangkan suatu inovasi dari *sliding hinge joint* untuk mencegah kegagalan tersebut, salah satunya adalah dengan cara diaplikasikan sebagai *beam splice* pada sambungan balok - balok. Gambar skematik dari sambungan *sliding hinge joint* sebagai *beam splice* dapat dilihat pada **Gambar 1.2**.



Gambar 1. 2 Rancangan *Sliding Hinge Joint* sebagai *Beam Splice* (Tidak Berskala)

Saat ini, *sliding hinge joint* sudah diterapkan pada konstruksi aktual di New Zealand dan berpotensi untuk diterapkan pada struktur gedung baja tahan gempa di Indonesia. Meskipun demikian, sambungan ini merupakan inovasi yang masih baru serta belum pernah dilakukan sebuah studi terkait sistem sambungan *sliding hinge joint* sebagai *beam splice* pada struktur gedung baja rangka pemikul momen khusus. Oleh karena itu, masih perlu dilakukan penelitian terkait sambungan tersebut.

1.2 Inti Permasalahan

Pengaruh *sliding hinge joint* sebagai *beam splice* terhadap perilaku nonlinear struktur gedung baja rangka pemikul momen khusus perlu diteliti dikarenakan sambungan ini merupakan inovasi baru pada struktur baja. Studi mengenai *sliding hinge joint* sebagai sambungan antara balok dan kolom sudah pernah dilakukan sebelumnya, namun hingga saat ini belum terdapat penelitian terkait pengaplikasiannya sebagai *beam splice*.

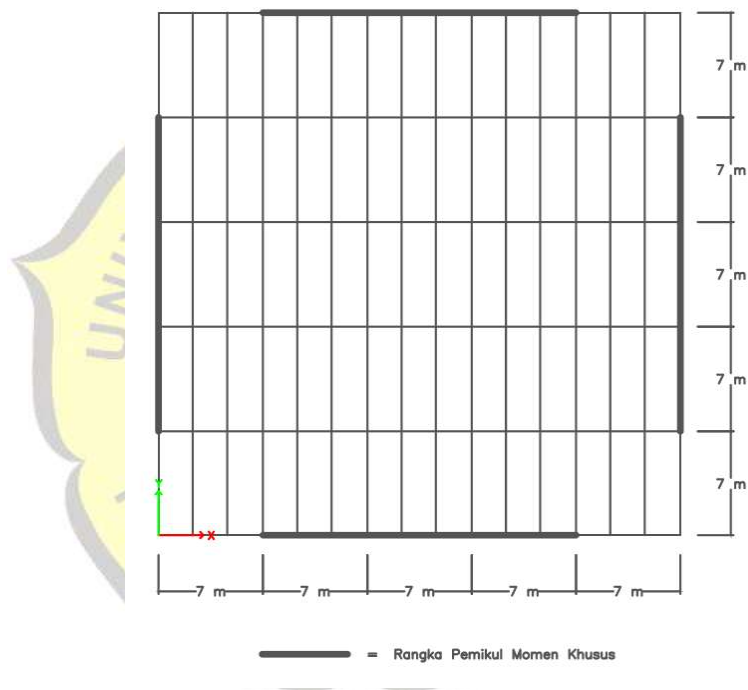
1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mendesain *sliding hinge joint* sebagai *beam splice* dan melakukan analisis pemodelan nonlinear pada sistem struktur baja tahan gempa untuk mengetahui repons struktur akibat gempa kuat pada struktur gedung baja rangka pemikul momen khusus.

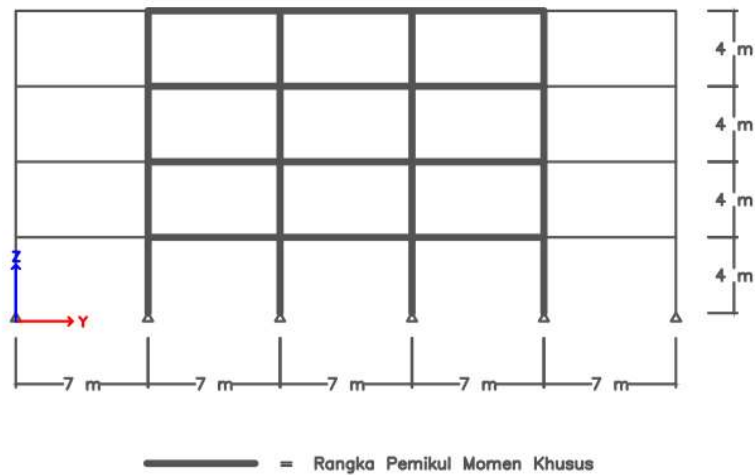
1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pemodelan yang dilakukan pada studi ini adalah rangka baja tiga dimensi.
2. Pemodelan dilakukan pada bangunan reguler (teratur) dan tidak memiliki ketidakberaturan vertikal dan horizontal.
3. Untuk pemodelan struktur, panjang bentang antarkolom 7 meter dan tinggi antartingkat 4 meter. Pemodelan struktur dapat dilihat pada **Gambar 1.3** dan **Gambar 1.4**.



Gambar 1.3 Denah Tipikal Struktur



Gambar 1. 4 Struktur Rangka Perimeter

4. Struktur berfungsi sebagai perkantoran diatas tanah keras (SC) dan berlokasi di Bandung.
5. Material baja yang digunakan memiliki mutu BJ-37 dengan $F_y = 240$ MPa dan $F_u = 370$ MPa.
6. Sambungan antara balok dan kolom yang dipakai dalam rangka pemikul momen adalah *sliding hinge joint* dengan mutu baut A490 dan mutu *shims* G400 dengan spesifikasi $f_u = 1300$ MPa, $f_y = 1100$ MPa dan *hardness* = 400 HBW.
7. Profil baja yang digunakan adalah profil JIS (Japanese Industrial Standards).
8. Peraturan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:
 - a. AISC 360-16, Specification for Structural Steel Buildings.
 - b. AISC 341-16, Seismic Provisions for Structural Steel Buildings.
 - c. AISC 358-16, Prequalified Connections Seismic.
 - d. SNI 1726:2019, Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung.
 - e. SNI 1727:2013, Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
9. Akan dilakukan analisis nonlinear *pushover* satu arah pada model struktur.

1.5 Metode Penelitian

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan mempelajari jurnal, artikel, buku, skripsi perbandingan dan referensi lainnya yang berhubungan dengan topik penelitian dan berguna untuk menambah ilmu dan pengetahuan yang diperlukan dalam melaksanakan penelitian.

2. Analisis dan Desain Struktur

Analisis struktur pada penelitian dilakukan dengan menggunakan bantuan perangkat lunak ETABS dan analisis sambungan dilakukan dengan perhitungan manual yang mengacu pada jurnal yang berkaitan dengan topik penelitian yang dilakukan. Analisis statik nonlinear *pushover* dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak ETABS dan dengan *pushover* satu arah.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini, terdapat latar belakang, inti permasalahan, tujuan penelitian, batasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini, terdapat dasar-dasar teori terkait topik penelitian serta referensi yang akan digunakan sebagai acuan dalam pelaksanaan penelitian ini.

BAB III PEMODELAN DAN ANALISIS STRUKTUR

Pada bab ini akan dibahas mengenai desain struktur dan tahapan dalam melakukan pemodelan gedung yang akan digunakan untuk analisis *sliding hinge joint* pada rangka pemikul momen khusus.

BAB IV ANALISIS NONLINEAR

Pada bab ini akan dibahas mengenai tahapan dalam melakukan analisis statik nonlinear terhadap struktur gedung baja rangka pemikul momen khusus.

BAB V HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

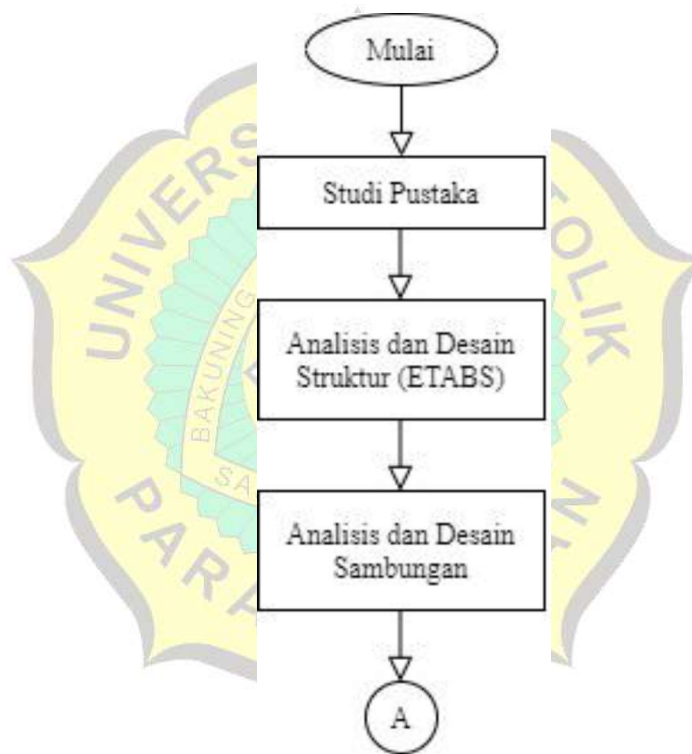
Pada bab ini, hasil dan pembahasan analisis pengaruh *sliding hinge joint* sebagai *beam splice* pada perilaku nonlinear rangka pemikul momen khusus akan dibahas.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini, terdapat kesimpulan dari hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya serta saran berdasarkan kesimpulan yang diperoleh untuk penelitian selanjutnya.

1.7 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir di bawah ini bertujuan untuk menggambarkan jalannya penelitian secara lebih ringkas. Diagram dapat dilihat pada **Gambar 1.5**.





Gambar 1.5 Diagram Alir Penelitian

