

# **TUGAS AKHIR**

## **PERILAKU SAMBUNGAN BALOK-KOLOM INTERIOR *SELF COMPACTING CONCRETE* DENGAN VARIASI TULANGAN GESER TERHADAP BEBAN LATERAL SIKLIK**



**CHRISTINE APRILIA**

**03011281823035**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2022**

# **TUGAS AKHIR**

## **PERILAKU SAMBUNGAN BALOK-KOLOM INTERIOR *SELF COMPACTING CONCRETE* DENGAN VARIASI TULANGAN GESER TERHADAP BEBAN LATERAL SIKLIK**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik  
Pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**CHRISTINE APRILIA**

**03011281823035**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2022**

## HALAMAN PENGESAHAN

### PERILAKU SAMBUNGAN BALOK-KOLOM INTERIOR *SELF COMPACTING CONCRETE* DENGAN VARIASI TULANGAN GESER TERHADAP BEBAN LATERAL SIKLIK

#### TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar  
Sarjana Teknik

Oleh:

**CHRISTINE APRILIA**

**03011281823035**

Palembang, Januari 2022

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.

NIP. 197610312002122001

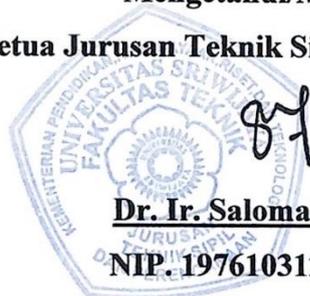


Dr. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T.

NIP. 197705172008012039

Mengetahui/Menyetujui

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan,



Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.

NIP. 197610312002122001

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis haturkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat, rahmat dan karunia-Nya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penelitian Tugas Akhir ini berjudul “Perilaku Sambungan Balok-Kolom Interior *Self Compacting Concrete* dengan Variasi Tulangan Geser Terhadap Beban Lateral Siklik”. Pada proses penyelesaian laporan Tugas Akhir ini penulis mendapatkan banyak bantuan dari beberapa pihak. Karena itu penulis menyampaikan terimakasih dan permohonan maaf yang besar kepada semua pihak yang terkait, yaitu:

1. Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Prof. Dr.Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya dan Dosen Pembimbing I yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penulisan tugas akhir.
4. Dr. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penelitian program ANSYS.
5. Dr. Mona Foralisa Toyfur, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
6. Prof. Dr. Ir. H. Dinar Dwi Anugerah Putranto, MSPJ., selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Orang tua, keluarga, serta teman-teman yang telah memberikan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian tugas akhir.

Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan civitas akademika Program Studi Teknik Sipil.

Palembang, Januari 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
HALAMAN RINGKASAN.....	xii
HALAMAN <i>SUMMARY</i> .....	xiii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	xiv
HALAMAN PERSETUJUAN.....	xv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xvi
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	2
1.4. Ruang Lingkup Penelitian .....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1. Gempa Bumi.....	4
2.2. <i>Self Compacting Concrete</i> .....	6
2.3. Baja Tulangan.....	8
2.3.1. Kuat Tarik Baja.....	8
2.3.2. Modulus Elastisitas Baja.....	9
2.3.3. Jenis Tulangan Baja.....	10
2.4. <i>Joint</i> Balok Kolom.....	11
2.5. Tulangan Geser.....	12

2.6.	Beban Siklik.....	13
2.7.	Kurva Histeresis.....	16
2.8.	Daktilitas.....	18
2.9.	<i>Finite Element Analysis</i> .....	19
	2.9.1.Matriks dalam <i>Finite Element Method</i> .....	20
	2.9.2.Metode Pemecahan Kasus Non-Linier .....	23
	2.9.3.Persamaan Non-Linier untuk Mendapatkan Solusi Model Numerik .	26
	2.9.4.Pemodelan <i>Bond-Slip Interface</i> dalam Program ANSYS .....	27
2.10.	Program ANSYS .....	32
	2.10.1.Simulasi ANSYS Secara Garis Besar.....	32
	2.10.2.Model Elemen ANSYS .....	33
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		36
3.1.	Umum .....	36
3.2.	Studi Literatur .....	36
3.3.	Alur Penelitian .....	36
3.4.	Pengumpulan Data Sekunder.....	38
3.5.	Model Struktur.....	39
3.6.	Pemodelan Struktur dengan Program ANSYS .....	41
3.7.	<i>Input Data ANSYS</i> .....	42
3.8.	<i>Meshing</i> .....	42
3.9.	<i>Solving</i> .....	42
3.10.	Analisis dan Pembahasan .....	42
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....		43
4.1.	<i>Detail</i> Pemodelan Struktur <i>Joint</i> Balok-Kolom Interior .....	43
4.2.	Pemodelan Struktur dalam Program ANSYS.....	44
4.3.	<i>Input Data</i> .....	47
	4.3.1. <i>Concrete Material Properties</i> .....	47
	4.3.2. <i>Steel Bar Material Properties</i> .....	47
	4.3.3.Pembebanan.....	48
4.4.	<i>Meshing</i> Elemen Struktur .....	49

4.5.	Analisis <i>Output</i> ANSYS .....	49
4.5.1.	Analisis <i>Output Normal Concrete</i> .....	49
4.5.2.	Analisis <i>Output Self Compacting Concrete</i> .....	52
4.6.	Daktilitas.....	57
4.6.1.	Daktilitas Elemen Struktur <i>Normal Concrete</i> .....	57
4.6.2.	Daktilitas Elemen Struktur <i>Self Compacting Concrete</i> .....	58
4.7.	Kekakuan dan Kekuatan .....	60
4.7.1.	Kekakuan dan Kekuatan Elemen Struktur <i>Normal Concrete</i> .....	60
4.7.2.	Kekakuan dan Kekuatan Elemen Struktur <i>Self Compacting Concrete</i> .. .....	62
BAB 5 PENUTUP .....		65
5.1.	Kesimpulan.....	65
5.2.	Saran .....	66
DAFTAR PUSTAKA .....		67

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Kerusakan struktur gedung akibat gempa.....	4
2.2. Kegagalan sambungan balok-kolom akibat gempa .....	5
2.3. Kurva hubungan tegangan-regangan baja .....	9
2.4. Perbesaran pada bagian kurva hubungan tegangan-regangan baja.....	9
2.5. Jenis-jenis sambungan balok kolom, (a) <i>Exterior</i> , (b) <i>Corner</i> , (c) <i>Roof-exterior</i> , (d) <i>Roof-corner</i> , (e) <i>Interior</i> , (f) <i>Roof-interior</i> .....	11
2.6. (a) <i>Detail</i> sambungan balok kolom interior (b) Hasil pengujian perilaku sambungan balok kolom interior .....	12
2.7. Variasi tulangan geser bentuk diagonal.....	13
2.8. <i>Set up</i> pembebanan .....	14
2.9. Riwayat perpindahan beban siklik.....	14
2.10. Konfigurasi <i>set up</i> pembebanan.....	15
2.11. Riwayat perpindahan beban lateral siklik.....	15
2.12. Kurva histeresis sambungan balok-kolom interior dengan variasi tulangan geser diagonal .....	16
2.13. Pola keretakan sambungan balok-kolom interior dengan variasi tulangan geser diagonal .....	17
2.14. (a) Kurva histeresis sambungan balok-kolom interior (b) Pola keretakan sambungan balok kolom interior .....	18
2.15. Elemen satu dimensi .....	19
2.16. Elemen dua dimensi.....	20
2.17. Elemen tiga dimensi .....	20
2.18. <i>Finite motion</i> dari balok 3D.....	21
2.19. <i>Newton-Raphson method</i> .....	23
2.20. <i>Modified Newton-Raphson method</i> .....	25
2.21. <i>Secant method</i> dimulai dari prediksi $K^0$ .....	25
2.22. Geometri elemen CONTA178.....	28
2.23. Spesimen uji tarik konsentrik .....	29
2.24. Kurva tegangan regangan <i>bond-slip interface</i> .....	31

2.25. Model elemen SOLID65.....	33
2.26. Model elemen SOLID45.....	34
2.27. Model elemen LINK180.....	34
2.28. Model elemen CONTA178.....	35
3.1. Diagram alir metodologi penelitian .....	38
3.2. Kurva tegangan regangan beton normal dan <i>self compacting concrete</i> .....	39
3.3. (a) Ilustrasi model elemen struktur sambungan balok-kolom interior beton bertulang (b) Variasi tulangan geser.....	39
3.4. <i>Set up</i> pembebanan .....	40
3.5. Riwayat pembebanan siklik.....	41
4.1. <i>Detail</i> variasi tulangan geser .....	43
4.2. <i>Nodes</i> pemodelan elemen struktur.....	44
4.3. Pemodelan 3D elemen SOLID65 dan SOLID45.....	45
4.4. Pemodelan 3D elemen LINK180 pada spesimen V1 .....	45
4.5. Pemodelan 3D elemen LINK180 pada spesimen V2 .....	46
4.6. Pemodelan 3D elemen LINK180 pada spesimen NC dan V3.....	46
4.7. Pemodelan 3D elemen CONTA178 pada spesimen V2 dan V3 .....	47
4.8. Siklus pembebanan .....	48
4.9. <i>Meshing</i> elemen struktur.....	49
4.10. <i>Output</i> kurva histeresis eksperimental dan ANSYS.....	50
4.11. Tegangan NC pada <i>drift ratio</i> 5,6% .....	51
4.12. <i>Output</i> kurva histeresis material <i>self compacting concrete</i> dengan variasi tulangan geser .....	52
4.13. Tegangan V1 pada <i>drift ratio</i> 5,6%.....	55
4.14. Tegangan V2 pada <i>drift ratio</i> 5,6% .....	55
4.15. Tegangan V3 pada <i>drift ratio</i> 5,6% .....	56
4.16. Kurva <i>envelope</i> pemodelan struktur <i>normal concrete</i> pada ANSYS .....	57
4.17. Kurva <i>envelope</i> pemodelan struktur <i>self compacting concrete</i> dengan variasi tulangan geser .....	58
4.18. Kurva keterkaitan kekakuan dan <i>drift ratio</i> dengan <i>load direction push</i> dan <i>pull</i> pada <i>normal concrete</i> .....	61
4.19. <i>Output</i> kurva <i>backbone normal concrete</i> .....	62

4.20. Kurva keterkaitan kekakuan dan <i>drift ratio</i> pada <i>self compacting concrete</i>	62
4.21. <i>Output</i> kurva <i>backbone self compacting concrete</i> .....	64

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2.1. Kelas viskositas .....	6
2.2. Kelas <i>passing ability</i> .....	7
2.3. Kelas <i>filling ability</i> .....	7
2.4. Kelas <i>segregation resistance</i> .....	8
2.5. Ukuran diameter tulangan polos .....	10
2.6. Ukuran diameter tulangan ulir .....	10
2.7. Kategori daktilitas.....	19
4.1. Variasi tulangan geser.....	43
4.2. <i>Steel bar material properties</i> .....	48
4.3. Persentase selisih nilai <i>maximum lateral load</i> dan <i>displacement</i> pada eksperimental dan ANSYS .....	50
4.4. Nilai <i>maximum lateral load</i> dan <i>displacement</i> dengan variasi tulangan geser pada ANSYS.....	54
4.5. Nilai <i>drift ratio</i> pada <i>maximum lateral load</i> .....	54
4.6. Nilai daktilitas <i>normal concrete</i> pada ANSYS.....	58
4.7. Nilai daktilitas <i>self compacting concrete</i> dengan variasi tulangan geser ....	59
4.8. Penurunan nilai kekakuan elemen struktur <i>normal concrete</i> .....	61
4.9. Penurunan nilai kekakuan pada <i>push load direction</i> dengan material SCC	62
4.10. Penurunan nilai kekakuan pada <i>pull load direction</i> dengan material SCC .	63

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Hasil seminar sidang sarjana/ujian tugas akhir.....	71

## RINGKASAN

### PERILAKU SAMBUNGAN BALOK-KOLOM INTERIOR *SELF COMPACTING CONCRETE* DENGAN VARIASI TULANGAN GESER TERHADAP BEBAN LATERAL SIKLIK

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, 13 Januari 2022

Christine Aprilia; Dibimbing oleh Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T., dan Dr. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xvii + 70 halaman, 54 gambar, 17 tabel, 1 lampiran

Elemen struktur sambungan balok kolom merupakan daerah krusial karena rentan terjadinya kegagalan struktur akibat distribusi beban lateral siklik. Oleh karena itu, zona *joint* harus di desain dengan baik dan memenuhi persyaratan perencanaan struktur tahan gempa. Alternatif untuk mengatasi kesulitan pemadatan beton normal akibat jarak tulangan geser yang rapat adalah material *self compacting concrete*. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis perilaku sambungan balok kolom interior *self compacting concrete* dengan variasi tulangan geser terhadap beban lateral siklik. Pemodelan elemen struktur sambungan balok kolom interior dibantu dengan program ANSYS yang berbasis metode elemen hingga (*finite element method*). Hasil analisis perilaku sambungan balok kolom interior berupa kurva histeresis, *story drift* maksimum, kontur tegangan, daktilitas, kekakuan dan kekuatan struktur. Variasi tulangan geser horizontal, diagonal serta kombinasi horizontal dan diagonal, masing-masing dibandingkan untuk mengetahui variasi tulangan geser terbaik. Sambungan balok kolom dengan tulangan geser horizontal dan diagonal mampu mencapai gaya lateral tertinggi dan menahan tegangan tekan -50 MPa dan tegangan tarik 3,33 MPa serta mempunyai degradasi kekakuan lebih baik. Nilai daktilitas tertinggi sebesar 3,437 dicapai oleh sambungan balok kolom dengan tulangan geser diagonal karena struktur mengalami leleh lebih cepat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sambungan balok kolom interior *self compacting concrete* dengan kombinasi tulangan geser horizontal dan diagonal serta tulangan geser horizontal mampu menahan gaya lateral siklik dengan baik.

**Kata kunci:** sambungan balok-kolom interior, beban lateral siklik, *self compacting concrete*, metode elemen hingga

## SUMMARY

### BEHAVIOR OF SELF COMPACTING CONCRETE INTERIOR BEAM-COLUMN JOINTS WITH VARIATIONS OF SHEAR REINFORCEMENT ON CYCLIC LATERAL LOADS

Scientific papers in form of Final Projects, January 13<sup>th</sup> 2022

Christine Aprilia; Guide by Advisor Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T. and Dr. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T.

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xvii + 70 pages, 54 images, 17 table, 1 attachment

The beam-column joints structure element is a crucial area because it is susceptible to structural failure due to the distribution of cyclic lateral loads. Therefore, the joint zone must be well designed and according to the design requirements of earthquake resistant structures. An alternative to overcome the difficulty of normal concrete compaction due to tight shear reinforcement is self compacting concrete material. The purpose of this research is analyze the behavior of self compacting concrete interior beam column joints with variations of shear reinforcement on cyclic lateral loads. Modeling of interior beam column joint structural elements is helped by the ANSYS program based on the finite element method. The results of the analysis of the behavior of interior beam column joints are hysteresis curves, maximum story drift, stress contours, ductility, stiffness and structural strength. Variations of horizontal, diagonal and combinations of horizontal and diagonal shear reinforcement, respectively, were compared to determine the best variation of shear reinforcement. Beam column joints with horizontal and diagonal shear reinforcement are able to achieve the highest lateral forces and restrain compressive stresses of -50 MPa and tensile stresses of 3.33 MPa and have better stiffness degradation. The highest ductility value of 3,437 was achieved by the beam-column joints with diagonal shear reinforcement because the structure yielded faster. The results showed that the self compacting concrete interior column beam joints with a combination of horizontal and diagonal shear reinforcement and horizontal shear reinforcement was able to restrain cyclic lateral loads well.

**Keywords:** *interior beam-column joints, cyclic lateral loads, self compacting concrete, finite element method*

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Christine Aprilia

NIM : 03011281823035

Judul : Perilaku Sambungan Balok-Kolom Interior *Self Compacting Concrete*  
Dengan Variasi Tulangan Geser Terhadap Beban Lateral Siklik

Menyatakan bahwa Tugas Akhir saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Tugas Akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



**Palembang, Januari 2022**



**Christine Aprilia**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “Perilaku Sambungan Balok-Kolom Interior *Self Compacting Concrete* Dengan Variasi Tulangan Geser Terhadap Beban Lateral Siklik” yang disusun oleh Christine Aprilia, 03011281823035 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 13 Januari 2022.

Palembang, Januari 2022

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir

Ketua:

1. Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T. (  )  
NIP. 197610312002122001
2. Dr. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T. (  )  
NIP. 197705172008012039

Anggota:

3. Dr. Arie Putra Usman, S.T., M.T. (  )  
NIP. 198605192019031007

**Mengetahui,**

**Dekan Fakultas Teknik**

  
**Prof. Dr.Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T.**  
NIP. 196706151995121002

**Ketua Jurusan Teknik Sipil**

  
**Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T**  
NIP. 197610312002122001

## **PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Christine Aprilia

NIM : 03011281823035

Judul : Perilaku Sambungan Balok-Kolom Interior *Self Compacting Concrete*  
Dengan Variasi Tulangan Geser Terhadap Beban Lateral Siklik

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu satu tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

**Palembang, Januari 2022**



**Christine Aprilia**

**NIM. 03011281823035**

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Christine Aprilia  
Jenis Kelamin : Perempuan  
E-mail : christineaprilialia95@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

<b>Nama Sekolah</b>	<b>Fakultas</b>	<b>Jurusan</b>	<b>Pendidikan</b>	<b>Masa</b>
SD Karya Dharma Bhakti II Palembang			SD	2006-2012
SMP Xaverius 1 Palembang			SMP	2012-2015
SMA Xaverius 1 Palembang		MIPA	SMA	2015-2018
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	S1	2018-2022

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



(Christine Aprilia)

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Indonesia termasuk negara yang rawan terhadap gempa karena memiliki lempeng tektonik paling aktif di dunia dengan kontribusi hampir 90% dari kejadian gempa bumi yang ada. Berdasarkan data tersebut, Indonesia membutuhkan elemen struktur yang didesain untuk memenuhi persyaratan dari kegagalan struktur. Salah satu elemen struktur yang menggunakan beton bertulang adalah sambungan balok-kolom. Pertemuan sambungan ini merupakan daerah krusial karena bisa mengalami kegagalan akibat distribusi beban lateral siklik sehingga struktur dapat mengalami pergeseran bahkan keruntuhan secara global.

Sambungan balok kolom memiliki peranan penting dalam menyalurkan beban dari balok dan kolom ke pondasi. Gaya geser yang terjadi pada sambungan lebih besar dibandingkan elemen struktur lain. Upaya untuk mencegah keruntuhan struktur akibat gaya geser, dapat dilakukan dengan penambahan tulangan geser (tulangan sengkang). Jarak antar sengkang yang rapat pada sambungan mengakibatkan kesulitan dalam proses pemadatan beton dan bisa terjadi segregasi. Pemadatan dilakukan untuk meminimalisir rongga udara yang tersisa pada bekisting sambungan, apabila pemadatan kurang sempurna maka bisa terjadi penurunan dari kuat tekan beton yang direncanakan.

*Self Compacting Concrete* (SCC) merupakan inovasi baru dari beton yang awal mulanya dikembangkan oleh Jepang. Jenis beton ini tidak memerlukan *vibrator* (alat pemadat) karena memiliki sifat yang lebih encer sehingga dapat mengalir untuk mengisi rongga pada bekisting yang tidak dapat dijangkau oleh *vibrator*. Selain itu, beton juga dapat memadat sendiri hingga mencapai kepadatan tertingginya untuk mengurangi porositas.

Pengujian perilaku elemen struktur terhadap beban lateral siklik dapat dilakukan dengan bantuan program ANSYS, tidak harus melakukan pengujian eksperimental. Penyelesaian dari program ini menggunakan analisis struktural dengan *finite element method*. Objek elemen struktur dibagi menjadi bagian yang

lebih kecil lalu dikoneksikan satu sama lain menggunakan *nodes*. Hasil penelitian yang diperoleh adalah pendekatan dengan analisis numerik.

Penelitian yang dilakukan adalah menganalisis perbandingan perilaku sambungan balok-kolom interior terhadap beban lateral siklik dengan tiga variasi tulangan geser berbentuk diagonal. Hasil analisis yang dibandingkan adalah kurva histeresis dari masing-masing perilaku sambungan balok-kolom interior terhadap beban lateral siklik.

### **1.2. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang dibahas pada penelitian perilaku sambungan balok-kolom interior adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil analisis perilaku sambungan balok-kolom interior beton normal terhadap beban lateral siklik menggunakan program ANSYS?
2. Bagaimana metode analisis perilaku sambungan balok-kolom interior dengan variasi tulangan geser terhadap beban lateral siklik pada material *self compacting concrete*?
3. Bagaimana hasil analisis perilaku sambungan balok-kolom interior dengan variasi tulangan geser terhadap beban lateral siklik pada material *self compacting concrete*?

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian perilaku sambungan balok-kolom interior adalah sebagai berikut:

1. Membandingkan dan memverifikasi perilaku sambungan balok-kolom interior beton normal dari pengujian eksperimental Shen, dkk. (2020) dengan hasil analisis menggunakan program ANSYS.
2. Memahami metode analisis perilaku sambungan balok-kolom interior dengan variasi tulangan geser terhadap beban lateral siklik pada material *self compacting concrete*.
3. Menganalisis dan membandingkan perilaku sambungan balok-kolom interior dengan variasi tulangan geser terhadap beban lateral siklik pada material *self compacting concrete*.

#### 1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dari penelitian studi numerik perilaku sambungan balok-kolom interior terhadap beban lateral siklik dibatasi pada:

1. Peraturan yang digunakan mengacu pada GB50010-2010 (2015).
2. Pemodelan jenis *solid* dan *link* yang digunakan untuk analisis menggunakan program ANSYS. Pemodelan elemen struktur dilakukan secara aktual dan dianalisis perilakunya dengan metode elemen hingga (*finite element method*).
3. Data sekunder diperoleh dari hasil penelitian terdahulu secara eksperimental oleh Shen, dkk. (2020) mengenai perilaku sambungan balok-kolom interior beton terhadap beban lateral siklik.
4. Data material *self compacting concrete* yang diperlukan diperoleh dari hasil penelitian oleh Saloma, dkk. (2017) pada pengujian perilaku dari material *self compacting concrete* (SCC) dengan menggunakan ampas tebu. Peneliti merupakan dosen Universitas Sriwijaya Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee 374, ACI 374.1-05. 2005. Acceptance Criteria for Moment Frames Based on Structural Testing and Commentary. *American Concrete Institute, Farmington Hills: MI.*
- Ali, Moaz H. 2018. Finite Element Analysis is a Powerful Approach to Predictive Manufacturing Parameters. *Journal of University of Babylon.* 26(3).
- ANSYS Inc. 2013. ANSYS Mechanical APDL Introductory Tutorials. *United States of America.*
- Ashtiani, dkk. 2014. Seismic Performance of High-Strength Self-Compacting Concrete in Reinforced Concrete Beam-Column Joints. *Journal of Structural Engineering,* 140.
- Badshah, dkk. 2019. Comparison of Computational Fluid Dynamics and Fluid Structure Interaction Models for The Performance Prediction of Tidal Current Turbines. *Journal of Ocean Engineering and Science,* 5(2), 164-172.
- Budiono, B. 1995. Hysteretic Behavior of Partially-Prestressed Concrete Beam-Column Connections. Disertasi. *Australia : University of New South Wales.*
- Budiono, dkk. 2019. Non-linear Numerical Modeling of Partially Pre-stressed Beam-column Sub-assemblages Made of Reactive Powder Concrete. *Journal of Engineering and Technological Sciences,* 51(1), 28-47.
- China Building Industry Press. 2010. Code for Design of Concrete Structures. GB50010-2010. *Beijing: China Building Industry Press.*
- Choiron, dkk. 2014. Metode Elemen Hingga. *Malang: Universitas Brawijaya.*
- Cook, dkk. 2001. Concepts and Applications of Finite Element Analysis, 4th Edition. *United States of America: Wiley.*
- Dang, C. T., dan Dinh, N. H. 2017. Experimental Study on the Structural Performance of Beam-Column Joints in Old Buildings without Designed Shear Reinforcement under Earthquake. *Materials Science Forum,* 902, 33–40.

- EFNARC. 2005. The European Guidelines for Self-Compacting Concrete Specification, Production and Use. *European: The European Guidelines for Self-Compacting Concrete*.
- FEMA 356. 2000. Prestandard and Commentary for The Seismic Rehabilitation of Buildings. *Washington DC: Federal Emergency Management Agency*.
- Feng, dkk. 2020. Seismic Behavior of RC Beam Column Joints with 600 MPa High Strength Steel Bars. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(1–13).
- Foster, S.J., dan Gilbert, R.I. 1991. A Discrete Bond-Slip Element for Use in Modelling Reinforced Concrete Structures. *The Sixth International Conference in Australia on Finite Element Methods*, 167-172.
- Ganesan, dkk. 2015. SFRHPC Interior Beam-Column-Slab Joints Under Reverse Cyclic Loading. *Advances in Concrete Construction*, 3(3), 237–250.
- Hu, B., dan Kundu, T. 2019. Seismic Performance of Interior and Exterior Beam–Column Joints in Recycled Aggregate Concrete Frames. *Journal of Structural Engineering*, 145(3).
- Isler, O. 2008. S Seismic Performances and Typical Damages of Beam-Column Joints in the RC Buildings. *The 14th World Conference on Earthquake Engineering*.
- Kurniawan, Ferdi. 2017. Simulasi dan Analisa Tegangan Impak pada RIM VELG Truk dengan Metode Elemen Hingga. Tugas Akhir. *Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November*.
- Lee, dkk. 2018. Seismic Behaviour of Interior Reinforced-Concrete Beam-Column Sub-Assemblages with Engineered Cementitious Composites. *Magazine of Concrete Research*, 70(24), 1280–1296.
- Lu, dkk. 2012. Seismic Behavior of Interior RC Beam-Column Joints with Additional Bars Under Cyclic Loading. *Earthquake and Structures*, 3(1), 37–57.
- Mobin, dkk. 2016. Cyclic Behaviour of Interior Reinforced Concrete Beam-Column Connection with Self-Consolidating Concrete. *Structural Concrete*, 1–44.

- Nilson, A.H. 1971. Bond Stress-Slip Relations in Reinforced Concrete. *Department of Structural Engineering Cornell University*, 40.
- Nurjannah, S.A. 2016. Perilaku Histeretik Sub-assemblage Balok-Kolom Reactive Powder Concrete Prategang Parsial. Disertasi. *Bandung : Institut Teknologi Bandung*.
- Patrisia, Y. 2014. Self Compacting Concrete Using Fly Ash and Dust Stone As Filler Material. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 2(January-July), 70–80.
- Saloma, dkk. 2017. The Behavior of Self-Compacting Concrete (SCC) with Bagasse Ash. *AIP Conference Proceedings*, 1903.
- Setiawan, A. 2008. Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LFRD . *Jakarta: Erlangga*.
- Shen, dkk. 2020. Seismic Performance of Reinforced Concrete Interior Beam-Column Joints with Novel Reinforcement Detail. *Engineering Structures*, 227(October 2020), 1–13.
- SNI 2052-2017. Baja Tulangan Beton. *Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum*, 2017.
- SNI 2847-2019. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. *Bandung: Departemen Pekerjaan Umum*, 2019.
- Szabo, B., dan Babuska, I. 2021. Finite Element Analysis Method, Verification, and Validation. *United State of America: Wiley*.
- Tamara, M. 2011. Evaluasi Kerusakan Bangunan Akibat Gempa Besar. Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Victor. 2017. Pengaruh Nilai W/C terhadap Mikrostruktur Self Compacting Concrete (SCC) dengan Abu Sekam Padi. Tugas Akhir. *Indralaya: Universitas Sriwijaya*.
- Zienkiewicz, O. C., & Taylor, R. L. 2000. The Finite Element Method Fifth Edition Volume 1 : The Basis. *Oxford: Butterworth-Heinemann*.

Zienkiewicz, O. C., & Taylor, R. L. 2000. The Finite Element Method Fifth Edition  
Volume 2 : Solid Mechanics. *Oxford: Butterworth-Heinemann.*