

TESIS

**PERILAKU SAMBUNGAN BALOK-KOLOM
INTERIOR *STEEL FIBER REINFORCED
SELF COMPACTING CONCRETE*
TERHADAP BEBAN SIKLIK**



**Disusun Oleh:
M. ARLAN
03022622226007**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024**

TESIS

PERILAKU SAMBUNGAN BALOK-KOLOM INTERIOR *STEEL FIBER REINFORCED* *SELF COMPACTING CONCRETE* TERHADAP BEBAN SIKLIK

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik pada Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya



Disusun Oleh:
M. ARLAN
03022622226007

JURUSAN TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2024

HALAMAN PENGESAHAN

PERILAKU SAMBUNGAN BALOK-KOLOM INTERIOR *STEEL FIBER REINFORCED SELF COMPACTING CONCRETE* TERHADAP BEBAN SIKLIK

TESIS

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik pada Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh:

M. ARLAN

03022622226007

Dosen Pembimbing I,



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

Palembang, Juli 2024
Dosen Pembimbing II,



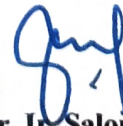
Dr. Ir. Arie Putra Usman, S.T., M.T.
NIP. 198605192019031007

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya



Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T.
NIP. 197502112003121002

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan
Perencanaan



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

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tesis ini dengan judul "Perilaku Sambungan Balok-Kolom Interior *Steel Fiber Reinforced Self Compacting Concrete* Terhadap Beban Siklik" telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada Juli 2024

Palembang, Juli 2024

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Tesis

Pembimbing:

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

NIP. 197610312002122001

()

2) Dr. Ir. Arie Putra Usman, S.T., M.T.

NIP. 198605192019031007

()

Penguji

1) Dr. Ir. Rosidawani, S.T., M.T.

NIP. 197605092000122001

()

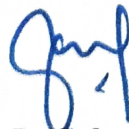
2) Dr. Ir. Hanafiah, M.S., IPM., ASEAN Eng.

NIP. 195603141985031002

()

Mengetahui, Juli 2024

Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan



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

NIP. 197610312002122001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Arlan

NIM : 03022622226007

Judul : Perilaku Sambungan Balok-Kolom Interior Steel Fiber Reinforced
Self Compacting Concrete Terhadap Beban Siklik

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

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



Palembang, Juli 2024



M. Arlan

NIM. 03022622226007

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M. Arlan

NIM : 03022622226007

Judul : Perilaku Sambungan Balok-Kolom Interior Steel Fiber Reinforced
Self Compacting Concrete Terhadap Beban 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 untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

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

Palembang, Juli 2024



M. Arlan

NIM. 03022622226007

RINGKASAN

Penelitian ini bertujuan untuk memahami serta menganalisis bagaimana pengaruh *steel fiber* terhadap kuat tarik yang mampu ditahan oleh beton, kuat tekan yang mampu ditahan oleh beton, dan tegangan-regangan pada *self compacting concrete*. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk memahami dan menganalisis perilaku *steel fiber reinforced self compacting concrete* pada sambungan balok-kolom terhadap beban siklik. Penelitian ini berfokus pada sifat mekanik dan perilaku sambungan balok-kolom interior *steel fiber reinforced self compacting concrete* (SFRSCC). Pemodelan tersebut dianalisis untuk mengetahui parameter utama perilaku sambungan antara lain kurva histeresis, nilai daktilitas, dan distribusi tegangan.

Hasil penelitian ini adalah penggunaan *steel fiber* menaikkan sifat mekanik beton, tetapi menurunkan sifat fisik beton. Penambahan *steel fiber* memberikan kenaikan pada sifat mekanik beton, seperti kuat tekan beton yang meningkat sebesar 15.93%, kuat tarik meningkat sebesar 103.81%, dan modulus elastisitas meningkat sebesar 3.60%. Nilai daktilitas rata-rata untuk permodelan SCC adalah 2.051, sedangkan untuk permodelan SFRSCC adalah 2.498.

Kata kunci: *self compacting concrete*, *steel fiber*, sambungan balok-kolom interior


SUMMARY

This study aims to understand and analyze how steel fibers affect the tensile strength that can be withstood by concrete, the compressive strength that can be withstood by concrete, and the stress-strain in self-compacting concrete. In addition, this study also aims to understand and analyze the behavior of steel fiber reinforced self-compacting concrete at the beam-column connection against cyclic loads. This study focuses on the mechanical properties and behavior of the interior beam-column connection of steel fiber growing self-compacting concrete (SFRSCC). The modeling is explained to determine the main parameters of the behavior of the connection between other curves, hysteresis, ductility value, and stress distribution.

The results of this study are the use of steel fibers increases the mechanical properties of concrete, but decreases the physical properties of concrete. The addition of steel fibers provides an increase in the mechanical properties of concrete, such as the compressive strength of concrete which increases by 15.93%, the tensile strength increases by 103.81%, and the modulus of elasticity increases by 3.60%. The average ductility value for the SCC modeling is 2,051, while for the SFRSCC modeling it is 2,498.

Keywords: self compacting concrete, steel fiber, interior beam-column joint

BIODATA

	A. IDENTITAS DIRI	
	Nama Lengkap	M. Arlan
	Tempat dan Tanggal Lahir	Palembang, 9 September 1999
	Alamat	Perumahan OPI, Jl. Bungur, Blok Q 27
	Alamat e-mail	Muhammadarlan99@gmail.com
	Pekerjaan	Mahasiswa

B. Riwayat Pendidikan

	S-1	S-2
Nama Perguruan Tinggi	Universitas Sriwijaya	Universitas Sriwijaya
Bidang Ilmu	Teknik Sipil	Struktur
Tahun Masuk-Lulus	2017-2021	2022-2024
Judul Skripsi/Thesis/Disertasi	Sifat Fisik dan Mekanik Beton Ringan Kombinasi <i>Fly Ash</i> dan <i>Bottom Ash</i>	Perilaku Sambungan Balok-Kolom Interior <i>Steel Fiber Reinforced Self Compacting Concrete</i> Terhadap Beban Siklik
Nama Pembimbing/Promotor/Co-Promotor	Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T. Dr. Ir. Arie Putra Usman, S.T., M.T.	Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T. Dr. Ir. Arie Putra Usman, S.T., M.T.

KATA PENGANTAR

Segala Puji bagi Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberi penulis keadaan yang sehat wal'afiat sehingga diberikan izin untuk menyelesaikan tesis yang berjudul “Perilaku Sambungan Balok-Kolom Interior *Steel Fiber Reinforced Self Compacting Concrete* terhadap beban siklik”.

Dalam penulisan laporan ini, penulis banyak dibimbing dan dibantu oleh berbagai pihak, karena tanpa pihak yang terlibat mungkin penulis akan mengalami kesulitan dalam penyusunan laporan ini. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Taufiq Marwa, S.E., M.Si, Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Prof. Ir. Joni Arliansyah. S.T., M.T., IPM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dr. Yulindasari, S.T., M.Eng. IPM selaku Koordinator Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Dr. Mona Foralisa Toyfur, S.T., M.T. selaku sekretaris jurusan Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T. dan Bapak Dr. Ir. Arie Putra Usman, S.T., M.T, selaku dosen pembimbing tesis penulis yang telah banyak memberikan bantuan dan arahan baik dalam pelaksanaan penelitian maupun penyusunan tesis.
6. Kedua orang tua dari penulis yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan dalam menyelesaikan proposal laporan tugas akhir ini.
7. Teman-teman dari Program Studi Teknik Sipil Universitas Sriwijaya yang telah membantu dan memberikan semangat dalam penyelesaian laporan ini.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan pada penulisan laporan ini. Untuk itu, penulis menerima segala kritikan, pendapat dan masukan agar dalam penulisan laporan ini kedepannya menjadi lebih baik dan bermanfaat bagi yang membaca.

Palembang, Juli 2024



M. Arlan

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
RINGKASAN.....	vi
SUMMARY.....	vii
BIODATA.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
DAFTAR TABEL.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 RUMUSAN MASALAH.....	2
1.3 TUJUAN PENELITIAN.....	2
1.4 RUANG LINGKUP PENELITIAN.....	2
1.5 MANFAAT PENELITIAN.....	3
1.6 SISTEMATIKA PENULISAN.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 <i>Self Compacting Concrete</i>	5
2.2 <i>Steel Fiber</i>	6
2.3 SFRSCC.....	7
2.4 Baja Tulangan	8
2.4.1 Kuat Tarik Baja Tulangan.....	8
2.4.2 Modulus Elastisitas Baja Tulangan.....	9
2.5 Sambungan Balok-Kolom Interior.....	10
2.6 Daktilitas	16
2.7 Beban Siklik.....	16
2.8 Pengujian Beton.....	19

2.8.1	Sifat Fisik	19
2.8.2	Sifat Mekanik	22
2.9	Kelebihan, Kekurangan, dan Penggunaan <i>Steel Fiber Reinforced Self Compacting Concrete</i>	26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		27
3.1	Studi Literatur	27
3.2	Alur penelitian	27
3.3.	Bahan Penyusun <i>Steel Fiber Reinforced Self Compacting Concrete</i>	30
3.3.1	Semen.....	30
3.3.2	Agregat Halus	30
3.3.3	Agregat Kasar	30
3.3.4	Steel Fiber	31
3.3.5	Air	32
3.3.6	Admixture	32
3.3.7	Baja Tulangan	33
3.4	Peralatan.....	33
3.4.1	Neraca digital	33
3.4.2	Cetakan	33
3.4.3	Mixer.....	34
3.4.4	Alat uji slump flow	34
3.4.5	Alat uji <i>v funnel</i>	35
3.4.6	Universal testing machine.....	35
3.5	Tahapan Penelitian dan Pengujian	35
3.5.1	Tahap I	36
3.5.2	Tahap II.....	36
3.5.3	Tahap III.....	36
3.5.4	Tahap IV	37
3.5.5	Tahap V.....	39
3.5.6	Tahap VI	39
3.6	Jadwal Penelitian	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		43
4.1	Hasil Pengujian Material.....	43
4.1.1	Kadar Zat Organik	43
4.1.2	Kadar Lumpur	43
4.1.3	Specific Gravity	44
4.1.4	Analisa Saringan	44

4.1.5	Kadar Air	44
4.2	Hasil Pengujian Beton dan Baja.....	44
4.2.1	Pengujian Sifat Fisik Beton.....	44
4.2.2	Pengujian Sifat Mekanik Beton	47
4.2.3	Pengujian Kuat Tarik Baja.....	53
4.3	Pemodelan Struktur.....	53
4.3.1	Material <i>Properties</i>	55
4.3.2	Validasi Permodelan	57
4.3.3	Kurva Histeristik.....	57
4.3.4	Daktilitas	60
4.3.5	Distribusi Tegangan.....	61
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		69
5.1	Kesimpulan	69
5.2	Saran	71
DAFTAR PUSTAKA		72
LAMPIRAN.....		76

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. <i>Steel fiber</i> jenis <i>hooked-end</i> (Sulthan dan Saloma, 2019).....	6
Gambar 2.2. Grafik hubungan tegangan-regangan baja tulangan (Wang, et al., 2016).....	9
Gambar 2.3. Grafik tegangan-regangan baja tulangan (Chen, et al., 2020).....	9
Gambar 2.4. (a) Detail pada sambungan balok-kolom interior, (b) <i>Set up</i> pengujian balok-kolom interior (Shen, et al., 2021).....	10
Gambar 2.5. Hasil pengujian beban siklik (a) 15 mm; (b) 45 mm; (c) 75 mm; (d) 105 mm; (e) Gagal (Shen, et al., 2021)	11
Gambar 2.6. Jenis sambungan interior pada balok-kolom (ACI-ASCE 352, 2002)	12
Gambar 2. 7. Dimensi balok-kolom interior (Long & Lee, 2015).....	13
Gambar 2.8. Hasil pengujian balok-kolom interior (Long & Lee, 2015)	13
Gambar 2.9. Detail sambungan balok-kolom interior (Feng, et al., 2018)	12
Gambar 2.10. Hasil pengujian sambungan balok-kolom interior (a) ekperimental benda uji 1; (b) numerikal benda uji 1; (c) eksperimental benda uji 2; (d) numerikal benda uji 2 (Feng, et al., 2018).....	12
Gambar 2.11. Sambungan balok-kolom(a) Pemodelan sambungan; (b) hasil pengujian eksperimental (Mossalam, et al., 2019)	14
Gambar 2.12. Detail sambungan balok-kolom interior (Sermet, et al., 2020).....	14
Gambar 2.13. Hasil uji sambungan balok-kolom interior (Sermet, et al., 2020)..	15
Gambar 2.14. Simulasi pembebanan siklik (Salih, et al., 2020)	17
Gambar 2.15. Kurva histeristik untuk benda uji: (a) balok padat, (b) balok dengan bukaan zona geser, (c) balok dengan bukaan zona lentur (Salih, et al., 2020).....	17
Gambar 2.16. Beban siklik yang digunakan (Shen, et al., 2021).....	18
Gambar 2.17. Pembebanan siklik yang diberikan (Abbas, et al., 2014)	18
Gambar 2.18. Grafik hasil pengujian tegangan-regangan (Lv et al., 2019).....	26
Gambar 3.1. Diagram alur penelitian	29
Gambar 3.2. Semen	30

Gambar 3.3. Agregat halus.....	31
Gambar 3.4. Agregat kasar	31
Gambar 3.5. <i>Steel fiber</i> (Cajka, et al., 2020).....	31
Gambar 3.6. Air.....	32
Gambar 3.7. <i>Superplasticizer</i>	32
Gambar 3.8. Cetakan silinder (a) Tampak samping (b) Tampak atas.....	33
Gambar 3.9. <i>Concrete mixer</i>	34
Gambar 3.10. Kerucut Abrams dan tongkat pemadat	34
Gambar 3.11. Alat uji kuat tekan beton	35
Gambar 3.12. Pencetakan benda uji silinder.....	38
Gambar 3.13. <i>Set up</i> pengujian balok-kolom interior (Wang, 2020).....	15
Gambar 3.14. Pembebanan siklik sambungan balok-kolom interior (Wang, 2020)	18
Gambar 3.15. Hasil pengujian (Wang, 2020)	16
Gambar 3.16. Pemodelan sambungan balok-kolom interior (Wang, 2020)	15
Gambar 3.17. <i>Set up</i> pengujian balok-kolom interior.....	40
Gambar 3.18. Contoh pemodelan balok-kolom interior	41
Gambar 4.1. Grafik hasil uji <i>slump flow</i>	45
Gambar 4.2. Pengujian <i>slump flow</i>	45
Gambar 4.3. Grafik hasil uji T-500.....	46
Gambar 4.4. Grafik hasil uji <i>v funnel</i>	47
Gambar 4.5. Grafik rata-rata kuat tekan beton.....	48
Gambar 4.6. Grafik tegangan-regangan <i>self compacting concrete</i>	49
Gambar 4.7. Grafik tegangan-regangan scc campuran <i>steel fiber 5D</i>	49
Gambar 4.8. Pengujian kuat tekan beton	49
Gambar 4.9. Grafik rata-rata kuat tarik belah beton	50
Gambar 4.10. Pengujian kuat tarik belah beton (a) sampel 1 dan (b) sampel 2....	51
Gambar 4.11. Grafik rata-rata modulus elastisitas beton.....	52
Gambar 4.12. Pengujian modulus elastisitas.....	52
Gambar 4.13. Grafik hasil uji kuat tarik nominal baja tulangan	53
Gambar 4.14. Hasil permodelan ulang Abaqus SCC Sermet, et al.....	54
Gambar 4.15. Detail sambungan balok-kolom interior (Sermet, 2020).....	54

Gambar 4.16. Pemodelan ulang	55
Gambar 4.17. Kuat tekan validasi permodelan (Sermet, et al., 2020)	56
Gambar 4.18. Beban siklik.....	56
Gambar 4.19 Kurva <i>backbone</i> validasi	58
Gambar 4.20 Kurva histerisis permodelan SCC	58
Gambar 4.21. Kurva <i>backbone</i> SCC	59
Gambar 4.22. Kurva histerisis permodelan SFRSCC	59
Gambar 4.23. Kurva <i>backbone</i> SFRSCC.....	59

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran Tabel 1. Jadwal penelitian	76
Lampiran Gambar 1. Pengujian kuat tarik beton	77
Lampiran Gambar 2. Pengujian kuat tekan beton	77
Lampiran Gambar 3. Pengujian kuat tarik beton	77
Lampiran Gambar 4. Pencetakan benda uji	77
Lampiran Gambar 5. Pengujian <i>slump flow</i>	78
Lampiran Gambar 6. Persiapan material.....	78

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. <i>Properties steel fiber</i> (Sulthan dan Saloma, 2019)	7
Tabel 2.2. Komposisi campuran <i>steel fiber reinforced concrete</i> (ACI 544.IR, 2002)	7
Tabel 2.3. Komposisi campuran <i>self compacting concrete</i> (ACI 237 R-07)	8
Tabel 2.4. Hasil pengujian beton (Nehme, et al., 2017).....	20
Tabel 2.5. Komposisi campuran beton (Nehme, et al., 2017).....	20
Tabel 2.6. Hasil pengujian sifat fisik beton (Sulthan & Saloma, 2019).....	21
Tabel 2.7. Pengujian beton segar (Luvena, et al., 2017).....	21
Tabel 2.8. Komposisi campuran untuk 1m ³ (Luvena, et al., 2017).....	22
Tabel 2.9. Hasil pengujian kuat tekan beton (Luvena et al. 2017).....	23
Tabel 2.10. Peningkatan sifat mekanik beton (Sulthan & Saloma, 2019)	23
Tabel 2.11 Hasil pengujian sifat mekanik beton (Sulthan & Saloma, 2019).....	24
Tabel 2.12. Hasil pengujian tegangan-regangan (Lv, et al., 2019)	25
Tabel 2.13. Komposisi campuran <i>self compacting concrete</i> dengan <i>rubber</i> sebagai agregat ringan (Lv, et al., 2019).....	26
Tabel 3.1. Komposisi <i>steel fiber reinforced self compacting concrete</i> per 1m ³ ...	36
Tabel 4.1. Hasil pengujian agregat.....	43
Tabel 4.2. Hasil uji <i>slump flow</i>	45
Tabel 4.3. Hasil uji T-500	46
Tabel 4.4. Hasil uji <i>v funnel</i>	47
Tabel 4.5. Hasil pengujian kuat tekan beton	48
Tabel 4.6. Hasil pengujian kuat tarik belah beton.....	50
Tabel 4.7. Hasil uji modulus elastisitas.....	52
Tabel 4.8. Hasil pengujian kuat tarik baja.....	53
Tabel 4.9. Input material properties validasi permodelan (Sermet, 2021).....	56
Tabel 4.10 Input material properties	57
Tabel 4.11. Daktilitas pada sambungan balok-kolom SCC dan SFRSCC.....	60
Tabel 4.12. Distribusi tegangan material scc dengan beban siklik	61
Tabel 4.13. Distribusi tegangan material scc dengan beban siklik	64

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Sektor konstruksi yang sedang dikembangkan oleh pemerintah Indonesia dilakukan dengan sangat pesat. Material yang digunakan pada proyek konstruksi umumnya adalah beton, oleh karena itu dilakukan pengembangan material beton oleh banyak pihak. Material beton sendiri dikembangkan dengan tujuan dan maksud untuk mendapatkan beton yang memiliki kualitas lebih tinggi jika dibandingkan dengan beton normal atau beton biasa yang sering digunakan sekarang. Material yang umumnya dijadikan bahan campuran pada pembuatan beton antara lain semen sebagai pengikat, agregat halus (pasir) dan agregat kasar (batu pecah) sebagai pengisi, air, serta bahan aditif (*admixture*) tambahan yang ditambahkan sesuai berdasarkan komposisi campuran jika diperlukan.

Pada saat dilakukan pengerjaan menggunakan beton normal, biasanya memiliki kendala pada saat pemadatan yang harus dilakukan pemadatan menggunakan *vibrator concrete*. *Self compacting concrete* menjadi solusi ketika terkendala dalam proses pemadatan. *Self compacting concrete* atau beton memadat sendiri merupakan jenis beton dengan kemampuan untuk melakukan pemadatan sendiri, sehingga tidak diperlukan *vibrator concrete* untuk melakukan pemadatan. Berdasar pada penelitian Sharifi, et al. (2019), disebutkan bahwa beton dengan jenis *self compacting concrete* akan mengalir dan mengisi semua celah pada area yang akan dilakukan pengecoran, hal tersebut dapat terjadi karena beton tersebut memanfaatkan berat dari beton itu sendiri.

Serat baja (*steel fiber*) merupakan serat buatan yang banyak digunakan sebagai campuran dalam beton. Menurut Sharma, et al. (2016), serat baja atau *steel fiber* sebagai campuran pada beton bertujuan untuk menaikkan daktilitas pada beton. Beton bersifat getas, dengan ditambahkan steel fiber, sifat getas beton dapat dikurangi (Luvena, 2017). Serat baja dapat meningkatkan sifat mekanik beton, namun dapat menurunkan kemampuan kerja beton segar (Sulthan 2020). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Nehme (2017), diketahui bahwa teknologi beton yang semakin maju telah membuat beton menjadi lebih tahan terhadap gaya tarik,

salah satunya karena adanya penambahan serat baja ke dalam campuran beton. *Steel fiber reinforced self compacting concrete* adalah gabungan antara *self compacting concrete* dengan *steel fiber* atau serat baja.

Berdasarkan penjelasan di atas, dilakukan penelitian mengenai perilaku sambungan balok-kolom interior *steel fiber reinforced self compacting concrete* terhadap beban siklik. Hasil dari analisis yang dilakukan adalah berupa kurva histeristik pada sambungan balok-kolom interior terhadap beban siklik. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan menghasilkan beton yang memiliki keunggulan dibanding beton normal, diantaranya tanpa memerlukan pemadatan dan mempunyai daktilitas yang tinggi.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Pada subbab di atas telah dijelaskan mengenai latar belakang, berdasarkan hal tersebut, rumusan yang digunakan sebagai permasalahan yang menjadi inti dari tesis ini antara lain:

1. Bagaimana pengaruh *steel fiber* terhadap kuat tarik beton, kuat tekan beton, dan tegangan-regangan *self compacting concrete*?
2. Bagaimana perilaku *steel fiber reinforced self compacting concrete* pada sambungan balok-kolom interior terhadap beban siklik?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Pada subbab di atas telah dijelaskan mengenai latar belakang, berdasarkan hal tersebut, penelitian ini memiliki tujuan antara lain:

1. Untuk memahami serta menganalisis bagaimana pengaruh *steel fiber* terhadap kuat tarik yang mampu ditahan oleh beton, kuat tekan yang mampu ditahan oleh beton, dan tegangan-regangan pada *self compacting concrete*.
2. Untuk memahami dan menganalisis perilaku *steel fiber reinforced self compacting concrete* pada sambungan balok-kolom terhadap beban siklik.

1.4 RUANG LINGKUP PENELITIAN

Ruang lingkup pada penelitian mengenai perilaku sambungan balok-kolom interior *steel reinforced fiber self compacting concrete* antara lain seperti berikut.

1. *Steel fiber* yang dijadikan bahan tambahan berjenis *hooked-end 5D*.
2. Pemodelan struktur berupa sambungan balok-kolom interior.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat yang menjadi harapan dari penelitian yang dilakukan ini antara lain.

1. Menghasilkan beton yang memiliki daktilitas yang tinggi.

Steel fiber reinforced self compacting concrete ini diharapkan mampu memiliki daktilitas yang tinggi, dengan daktilitas yang tinggi tersebut diharapkan memiliki kemampuan untuk menahan gaya dengan pembebanan yang lebih besar dibandingkan beton konvensional atau beton normal.

2. Menghasilkan beton yang tidak diperlukan pemadatan.

Steel fiber reinforced self compacting concrete ini memiliki sifat mengalir sendiri dengan memanfaatkan berat beton itu sendiri. Beton yang memiliki kemampuan untuk mengalir sendiri lebih mudah untuk dikerjakan, karena tidak memerlukan bantuan *vibrator concrete*.

1.6 SISTEMATIKA PENULISAN

Sistematika penulisan adalah suatu tahapan atau kerangka yang digunakan di dalam penulisan suatu karya ilmiah yang disusun dengan cara yang sistematis. Sistematika penulisan yang digunakan pada proposal tesis ini terbagi dalam lima bab, berikut merupakan sistematika penulisan yang digunakan.

BAB 1 PENDAHULUAN

Isi dari bab pertama ini adalah latar belakang penelitian, rumusan dari masalah penelitian, tujuan dari penelitian ini, ruang lingkup penelitian, metode atau cara yang digunakan untuk melakukan pengumpulan sampel atau data, dan sistematika yang dijadikan acuan pada penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Isi dari bab kedua ini yaitu mengenai studi literatur atau studi referensi yang berisi tentang penjelasan mengenai teori mengenai *self compacting concrete*, *steel reinforced fiber*, serta pemodelan struktur menggunakan *software*. Studi literatur

yang dijadikan referensi seperti halnya bahan yang menjadi campuran, komposisi pada campuran, dan juga pemodelan pada penelitian sebelumnya yang digunakan untuk menjadi dasar pada penelitian yang dilakukan ini.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Isi dari bab ketiga ini yaitu mengenai alur atau diagram penelitian, peralatan yang digunakan, material atau bahan sebagai bahan campuran yang digunakan, serta tahapan-tahapan pada kegiatan penelitian ini.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Isi dari bab keempat ini menjelaskan mengenai hasil berdasarkan penelitian yang telah dilakukan. Hasil dari penelitian yang dimaksud adalah hasil pada pengujian material seperti agregat halus, agregat kasar, hasil pengujian sifat fisik dan mekanik *steel reinforced fiber self compacting concrete*, serta hasil permodelan sambungan balok-kolom menggunakan *software*.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Isi dari bab kelima ini yaitu kesimpulan berdasarkan hasil dari penelitian dan saran sebagai referensi yang akan digunakan untuk modifikasi atau pembaharuan pada penelitian pada masa depan nantinya.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- ACI 237R-07. (2007). *Self-Consolidating Concrete*. USA: American Concrete Institute.
- ACI Committee 374. ACI 374.1-05 Acceptance Criteria for Moment Frames Based on Structural Testing and Commentary, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI, 2019 (reapproved).
- ACI 544.1R-02. (2002). *State of the Art Report on Fiber Reinforced Concrete*. USA: American Concrete Institute.
- ACI-ASCE 352. (2002). *Recommendations for Design of Beam-Column Connections in Monolithic Reinforced Concrete Structures*. USA: American Concrete Institute.
- Acito, M., Bocciarelli, M., Chesi, C., Milani, G. (2014). Collapse of the clock tower in Finale Emilia after the May 2012 Emilia Romagna earthquake sequence: Numerical insight. *Eng. Struct.* 72, 70–91. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2014.04.026>
- Ananda, F., Febriani, O., Pribadi, J. A., Junaidi, & Gunawan (2019). Effect the Use of Steel Fibers (Dramix) on Reinforced Concrete Slab. *CSID Journal of Infrastructure Development* (2)2: 183-191.
- ASTM C33/C33M – 18. *Standard Specification for Concrete Aggregates*. 2018. American Society for Testing and Materials International, USA.
- ASTM C39/C39M – 14. *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*. 2014. American Society for Testing and Materials International, USA.
- ASTM C109/C109M – 13. *Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement*. American Society for Testing and Materials International, USA.
- ASTM C143/C143M – 17. *Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete*. American Society for Testing and Materials International, USA.
- ASTM C469/C469M – 14. *Standart Test Method For Static Modulus of Elastitisitas and paission' Ratio of Concrete in Compression*. 2014. American Society for Testing and Materials International, USA.
- Badshah, M., Badshah, S., and Jan, S. Comparison of computational fluid dynamics and fluid structure interaction models for the performance prediction of tidal

- current turbines, *Journal of Ocean Engineering and Science*, Vol. 5, No. 2, 164-172, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.joes.2019.10.001>
- Budi, A. S., Sangadji, S., & Insyiroh, F. R. N. (2018). Pengaruh Ukuran Spesimen Terhadap Hubungan Tegangan Dan Regangan Pada Beton High Volume Fly Ash Self Compacting Concrete. *Matriks Teknik Sipil*, 6(1).
- Cajka, R., Marcalikova, Z., Kozielova, M., Mateckova, P., and Sucharda, O. (2020). Experiments on Fiber Concrete Foundation Slab in Interaction with the Subsoil. *Sustainability*, 12, 3939.
- Chen, et al. (2020). Assessment of the mechanical behaviour of reinforcement bars with localised pitting corrosion by Digital Image Correlation. *Engineering Structures* 219. 110936.
- Dhanasekar, M., Page, A., and Kleeman, P., (1985). The failure of brick masonry under biaxial stresses. *Proc. Inst. Civ. Eng.* 79, 295–313. <https://doi.org/10.1680/iicep.1985.992>
- EFNARC Association, (2005). *The European Guidelines for Self-Compacting Concrete*, United Kingdom.
- Eric, Saloma, Arie P. U., Anis S., M. F. A. Hashim, F. Usman, “Behavior of Exterior Beam-Column Joints Steel Fiber Reinforced Self-Compacting Concrete (SFRSCC) Against Cyclic Lateral Loads,” *Civil Engineering and Architecture*, vol. 12, no. 3A, pp. 2043-2056, 2024. DOI: 10.13189/cea.2024.121309.
- Federal Emergency Management Agency, FEMA 356. *Prestandard and Commentary for the Seismic Rehabilitation of Buildings*, Washington DC, 2000.
- Feng, D. C., Wu, G., and Lu, Y. (2018) Finite element modelling approach for precast reinforced concrete beam-to-column connections under cyclic loading. *Engineering Structures* 174. 49-66.
- Lee, J., Fenves, G.L. (1998). Plastic-Damage Model for Cyclic Loading of Concrete Structures. *J. Eng. Mech.* 124, 892–900. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9399\(1998\)124:8\(892\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9399(1998)124:8(892))
- Li, Z., Zhu, H., Zhen, X., Wen, C., Chen, G. (2021). Effects of steel fiber on the flexural behavior and ductility of concrete beams reinforced with BFRP rebars under repeated loading. *Composite Structures* 270. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2021.114072>

- Luvena, G. A., Siswanto, M. F., and Saputra, A. (2017). Pengaruh Penambahan Serat Baja Pada Self Compacting Concrete Mutu Tinggi. *JTS, Vol. 14, No. 2*, halaman 85 – 93.
- Lv, J. Zhou, T. Du, Q. Li, K. and Sun, K. (2019). Evaluation of Stress–Strain Behavior of Self-Compacting Rubber Lightweight Aggregate Concrete under Uniaxial Compression Loading. *Materials, 12*, 4064.
- Milani, G., Lourenço, P.B., and Tralli, A., (2006). Homogenised limit analysis of masonry walls, Part I: Failure surfaces. *Comput. Struct.* 84, 166–180. <https://doi.org/10.1016/j.compstruc.2005.09.005>
- Mossalam, A. Allam, K. and Salama, M. (2019). Analytical and numerical modeling of RC beam-column joints retrofitted with FRP laminates and hybrid composite connectors. *Engineering Structures*, 214, 486-503.
- Nehme, G. S., Laszlo, R., Mir, A. E., (2017). Mechanical Performance of Steel Fiber Reinforced Self-Compacting Concrete in Panels. *Procedia Engineering 196*. page number 90 – 96.
- Nurjannah, S. A., Saloma, Idris, Y., Usman, A. P., Juliantina, I., and Aprilia, C. (2022). The Behavior of Interior Beam-Column Joint Models Using Self-Compacting Concrete with Variations of Shear Reinforcement Subjected to Cyclic Lateral Loads. *Civil Engineering and Architecture*. 10(4): 1574-1589. DOI: 10.13189/cea.2022.100427
- Poiani, M., Gazzani, V., Clementi, F., Milani, G., Valente, M., and Lenci, S. (2018). Iconic crumbling of the clock tower in Amatrice after 2016 central Italy seismic sequence: advanced numerical insight. *Procedia Structural Integrity 11*. 314 – 321. DOI: 10.1016/j.prostr.2018.11.041
- Salih, R., Zhou, F., Abbas, N., Mastoi, A. K. (2020). Experimental Investigation of Reinforced Concrete Beam with Openings Strengthened Using FRP Sheets under Cyclic Load. *Materials*, 13, 3127.
- Sermet, F., Ercan, E., Hokelekli, E., Arisoy, B. (2020). Cyclic Behavior Of Composite Column-Reinforced Concrete Beam Joints. *Sigma J Eng & Nat Sci* 38 (3), 2020, 1427-1445.
- Sharifi, N. P., Jewell, R. B., Duvallet, T., Oberlink, A., Robl, T., Mahboub, K. C., & Ladwig, K. J. (2019). The Utilization Of Sulfite-Rich Spray Dryer Absorber Material In Portland Cement Concrete. *Construction And Building Materials*, 213, 306-312.
- Sharma, S., Sharma, V. K., & Meena, M. (2016). Comparison of Behaviour of SCC Compression Members With and Without Steel Fibre. *SSRG International Journal of Civil Engineering (SSRG-IJCE)*, III(5).

- Shen, et al. (2021). Seismic Performance of Reinforced Concrete Interior Beam-Column Joints with Novel Reinforcement Detail. *Engineering Structures*, 227, 1–13.
- SNI 2847. (2019). Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. Bandung: De Bandung: Departemen Pekerjaan Umum.
- SNI 7656. (2012). Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat, Dan Beton Massa. Bandung: De Bandung: Departemen Pekerjaan Umum.
- SNI 8321. (2016). Spesifikasi Agregat Beton. Badan Standarisasi Nasional.
- Soehardjono, A., Sabariman, B., Wisnumurti, and Wibowo, A. (2022). Contribution of Steel Fibers Onductility Of Confinedconcrete Columns. *International Journal of GEOMATE*, Sept. 2022, Vol.23, Issue 97, pp.188-195. DOI: <https://doi.org/10.21660/2022.97.3483>
- Sulthan, Faiz, and Saloma. (2019). Pengaruh Tipe Bentuk Serat Baja Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Beton Berserat Baja Memadat Sendiri. *Cantilever*, Vol. 8, No. 1, ISSN: 2477-4863.
- Valente, M., Milani, G. (2016). Seismic assessment of historical masonry towers by means of simplified approaches and standard FEM. *Constr. Build. Mater.* 108, 74–104. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.01.025>
- Wang, Z., Wang, J., Liu, T., & Zhang, F. (2016). Modeling seismic performance of high-strength steel–ultra-high performance concrete piers with modified Kent–Park model using fiber elements. *Advances in Mechanical Engineering*, Vol. 8(2) 1–14.
- Wang, J. H. (2020). Cyclic behaviors of reinforced concrete beam-column joints with debonded reinforcements and beam failure: experiment and analysis. *Bulletin of Earthquake Engineering*
- Zhang, L., Li, X., Li, C., Zhao, J., and Cheng, S. (2024). Mechanical Properties of Fully Recycled Aggregate Concrete Reinforced with Steel Fiber and Polypropylene Fiber. *Materials*, 18, 1156. <https://doi.org/10.3390/ma17051156>