

TUGAS AKHIR

PERILAKU SAMBUNGAN BALOK-KOLOM EKSTERIOR SELF COMPACTING CONCRETE DENGAN VARIASI TULANGAN GESEN TERHADAP BEBAN LATERAL SIKLIK



RIESKE CALISTA VIEGRA EFFENDY

03011281823033

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2022

TUGAS AKHIR

PERILAKU SAMBUNGAN BALOK-KOLOM EKSTERIOR SELF COMPACTING CONCRETE DENGAN VARIASI TULANGAN GESEN TERHADAP BEBAN LATERAL SIKLIK

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



**RIESKE CALISTA VIEGRA EFFENDY
03011281823033**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

PERILAKU SAMBUNGAN BALOK-KOLOM EKSTERIOR SELF COMPACTING CONCRETE DENGAN VARIASI TULANGAN GESEN TERHADAP BEBAN LATERAL SIKLIK

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik

Oleh:

RIESKE CALISTA VIEGRA EFFENDY

03011281823033

Dosen Pembimbing I,



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

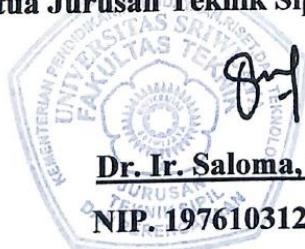
Palembang, Januari 2022
Diperiksa dan disetujui oleh,
Dosen Pembimbing II,



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 Allah SWT, karena atas berkat, rahmat dan karunia-Nya dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penelitian Tugas Akhir ini berjudul “Perilaku Sambungan Balok-Kolom Eksterior *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. Dr. Imroatul Chalimah Juliana, S.T., M.T., 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

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
HALAMAN RINGKASAN.....	xi
HALAMAN SUMMARY.....	xii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	xiii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	xiv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xv
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	xvi
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>	5
2.3. Baja Tulangan	7
2.3.1. Kuat Tarik Baja.....	8
2.3.2. Modulus Elastisitas Baja.....	9
2.3.3. Jenis Baja Tulangan	9
2.4. Sambungan Balok-Kolom	10
2.5. Tulangan Geser.....	13

2.6.	Beban Siklik.....	14
2.7.	Kurva Histeresis.....	17
2.8.	Daktilitas.....	19
2.9.	<i>Finite Element Analysis</i>	19
2.9.1.	Matiks dalam Metode Elemen Hingga	21
2.9.2.	Metode Pemecahan Kasus Non Linier.....	23
2.9.3.	Persamaan Non Linier untuk Mendapatkan Solusi Numerik	26
2.10.	ANSYS	28
2.10.1.	Elemen ANSYS	28
2.10.2.	Tahapan Simulasi Program ANSYS	30
 BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		31
3.1.	Umum	31
3.2.	Studi Literatur.....	31
3.3.	Alur Penelitian	31
3.4.	Pengumpulan Data Sekunder.....	33
3.5.	Model Struktur.....	34
3.6.	Pemodelan Struktur dengan Program ANSYS	36
3.7.	<i>Input</i> Data ANSYS	36
3.8.	<i>Meshing</i>	37
3.9.	<i>Solving</i>	37
3.10.	Analisis dan Pembahasan	37
 BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN		38
4.1.	<i>Detail</i> Model Sambungan Balok-Kolom Eksterior	38
4.2.	Pemodelan Struktur dalam ANSYS	39
4.3.	Data <i>Input</i>	41
4.3.1.	<i>Material Properties</i> Beton	42
4.3.2.	<i>Material Properties</i> Baja Tulangan	42
4.3.3.	Pembebatan	42
4.4.	<i>Meshing</i> Elemen Struktur	43
4.5.	Analisis <i>Output</i> Program ANSYS	44

4.5.1. Analisis <i>Output Normal Concrete</i>	44
4.5.2. Analisis <i>Output Self Compacting Concrete</i>	46
4.6. Daktilitas.....	50
4.6.1. Daktilitas <i>Normal Concrete</i>	50
4.6.2. Daktilitas <i>Self Compacting Concrete</i>	51
4.7. Kekakuan dan Kekuatan	53
4.7.1. Kekakuan dan Kekuatan <i>Normal Concrete</i>	53
4.7.2. Kekakuan dan Kekuatan <i>Self Compacting Concrete</i>	55
 BAB 5 PENUTUP	58
5.1. Kesimpulan.....	58
5.2. Saran	59
 DAFTAR PUSTAKA	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Keruntuhan bangunan pasca gempa	5
2.2. Kurva hubungan regangan-tegangan baja	8
2.3. Perbesaran kurva hubungan tegangan-regangan baja.....	8
2.4. Tipe sambungan balok-kolom	10
2.5. Sambungan balok-kolom yang rusak akibat beban gempa.....	11
2.6. (a) <i>Detail</i> sambungan balok-kolom eksterior (b) Hasil pengujian perilaku sambungan balok-kolom eksterior.....	11
2.7. (a) <i>Detail</i> sambungan balok-kolom eskterior kriteria seismik (b) Hasil pengujian eksperimental	12
2.8. (a) Tanpa tulangan geser (b) Dengan tulangan geser horizontal	13
2.9. Tulangan geser diagonal	14
2.10. <i>Set up</i> pengujian.....	15
2.11. Riwayat beban siklik.....	15
2.12. Skema pengujian beban	16
2.13. Riwayat perpindahan beban siklik.....	16
2.14. <i>Set up</i> beban siklik pada ujung kolom	17
2.15. Kurva histeresis sambungan balok-kolom eskterior dengan variasi tulangan geser.....	18
2.16. (a) Pola keretakan benda uji tanpa tulangan geser (b) Pola keretakan benda uji dengan tulangan geser horizontal	18
2.17. Kurva histeresis dan pola keretakan sampel RC-1	19
2.18. Elemen 1D	20
2.19. Elemen 2D	20
2.20. Elemen 3D	21
2.21. <i>Finite motion</i> balok 3D	22
2.22. Newton-Raphson <i>method</i>	24
2.23. <i>Modified</i> Newton-Raphson <i>method</i>	25
2.24. <i>Secant method</i> dimulai dari prediksi K^0	26
2.25. Model SOLID65	29

2.26. Model SOLID45	29
2.27. Model LINK180	30
3.1. Diagram alir metodologi penelitian	32
3.2. Kurva tegangan-regangan beton	34
3.3. (a) Ilustrasi model struktur sambungan balok-kolom eksterior beton bertulang (b) <i>Detail</i> tulangan geser	34
3.4. Skema uji pembebanan	35
3.5. Riwayat pembebanan.....	36
4.1. <i>Detail</i> pemodelan sambungan balok-kolom eksterior	38
4.2. <i>Nodes</i> elemen struktur	39
4.3. Pemodelan elemen SOLID65 dan SOLID45.....	40
4.4. Pemodelan elemen LINK180 model N1 dan S1.....	40
4.5. Pemodelan elemen LINK180 model S2	41
4.6. Pemodelan elemen LINK180 model S3	41
4.7. Siklus beban siklik.....	43
4.8. <i>Meshing</i>	43
4.9. Perbandingan kurva histeresis material <i>normal concrete</i>	44
4.10. Kondisi tegangan model N1 <i>drift ratio</i> 6%	45
4.11. Kurva histeresis material <i>self compacting concrete</i>	46
4.12. Kondisi tegangan model S1 <i>drift ratio</i> 6%	49
4.13. Kondisi tegangan model S2 <i>drift ratio</i> 6%	49
4.14. Kondisi tegangan model S3 <i>drift ratio</i> 6%	49
4.15. Kurva <i>envelope</i> material <i>normal concrete</i> program ANSYS	51
4.16. Kurva <i>envelope</i> material <i>self compacting concrete</i>	51
4.17. Kurva hubungan kekakuan dan <i>story drift</i> model N1.....	54
4.18. Kurva <i>backbone</i> material <i>normal concrete</i> program ANSYS	55
4.19. Kurva hubungan kekakuan dan <i>story drift</i> material SCC.....	55
4.20. Kurva <i>backbone</i> material <i>self compacting concrete</i>	57

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Klasifikasi kelas <i>slump flow</i>	6
2.2. Klasifikasi kelas <i>viscosity</i>	6
2.3. Klasifikasi kelas <i>passing ability</i>	7
2.4. Klasifikasi kelas <i>segregation resistance</i>	7
2.5. Diameter tulangan polos	9
2.6. Diameter tulangan ulir	9
4.1. Variasi tulangan geser sambungan balok-kolom eksterior	38
4.2. <i>Material properties</i> baja tulangan	42
4.3. Persentase selisih nilai <i>lateral load</i> maksimum dan <i>displacement</i> pada eksperimental dan ANSYS	45
4.4. Nilai <i>lateral load</i> maksimum dan <i>displacement</i> berbagai variasi tulangan geser.....	48
4.5. <i>Drift ratio</i> saat <i>lateral load</i> maksimum.....	48
4.6. Nilai daktilitas <i>normal concrete</i> program ANSYS.....	50
4.7. Nilai daktilitas <i>self compacting concrete</i> berbagai variasi tulangan geser ..	52
4.8. Penurunan nilai kekakuan struktur material <i>normal concrete</i>	54
4.9. Penurunan nilai kekakuan struktur material <i>self compacting concrete</i> arah pembebahan <i>push</i>	56
4.10. Penurunan nilai kekakuan struktur material <i>self compacting concrete</i> arah pembebahan <i>pull</i>	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Hasil seminar sidang sarjana/ujian tugas akhir.....	63

RINGKASAN

PERILAKU SAMBUNGAN BALOK-KOLOM EKSTERIOR *SELF COMPACTING CONCRETE* DENGAN VARIASI TULANGAN GEGER TERHADAP BEBAN LATERAL SIKLIK

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, 13 Januari 2022

Rieske Calista Viegra Effendy; 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

xvi + 62 halaman, 52 gambar, 16 tabel, 1 lampiran

Salah satu elemen struktural yang didesain tahan terhadap gempa adalah sambungan balok-kolom. Zona sambungan tersebut merupakan daerah responsif terhadap distribusi beban gempa, sehingga desain yang tepat adalah harus memenuhi kriteria seismik. Kesulitan pemanfaatan beton konvensional akibat kerapatan tulangan dapat diatasi dengan material *self compacting concrete*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perilaku sambungan balok-kolom eksterior *self compacting concrete* dengan variasi tulangan geser terhadap beban lateral siklik. Analisis dilakukan menggunakan ANSYS yang berbasis metode elemen hingga (*finite element method*). Output analisis berupa kurva histeresis, *story drift* maksimum, kontur tegangan, daktilitas, kekakuan dan kekuatan struktur. Perilaku sambungan balok-kolom eksterior tanpa tulangan geser dibandingkan dengan perilaku sambungan balok-kolom menggunakan tulangan geser horizontal ataupun diagonal. Sambungan balok-kolom tanpa tulangan geser mampu menahan tegangan tekan sebesar -17,22 s.d. -3,33 MPa, sedangkan sambungan balok-kolom menggunakan tulangan geser horizontal ataupun diagonal mampu menahan tegangan tekan sebesar -20 s.d. -3,33 MPa. Nilai daktilitas tertinggi sebesar 3,6169 dicapai oleh sambungan balok-kolom tanpa tulangan geser karena mengalami leleh struktur lebih cepat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tulangan geser horizontal ataupun diagonal mempengaruhi kinerja struktur dalam menahan beban lateral siklik.

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

SUMMARY

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

Scientific papers in form of Final Projects, January 13th 2022

Rieske Calista Viegra Effendy; 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

xvi + 62 pages, 52 images, 16 table, 1 attachment

One of the structural elements designed to withstand earthquakes is the beam-column joints. The connection zone is an area that is responsive to earthquake load distribution, so the right design must qualify seismic criteria. The difficulty of compacting conventional concrete due to the density of reinforcement can be overcome by self-compacting concrete material. This research purpose to analyze the behavior of self compacting concrete exterior beam-column joints with variations of shear reinforcement on cyclic lateral loads. The analysis was carried out using ANSYS based on the finite element method. The results of the analysis are hysteresis curve, maximum story drift, stress contour, ductility, stiffness and strength of the structure. The behavior of exterior beam-column joints without shear reinforcement is compared with the behavior of beam-column joints using horizontal or diagonal shear reinforcement. Beam-column joints without shear reinforcement are able to withstand compressive stresses of -17.22 s.d. -3.33 MPa, while the beam-column connection using horizontal or diagonal shear reinforcement is able to withstand compressive stresses of -20 to -20. -3.33 MPa. The highest ductility value of 3.6169 was achieved by the beam-column connection without shear reinforcement because the structure yielded faster. The results show that horizontal or diagonal shear reinforcement affects the performance of the structure in resisting cyclic lateral loads.

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

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rieske Calista Viegra Effendy

NIM : 03011281823033

Judul : Perilaku Sambungan Balok-Kolom Eksterior *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



Rieske Calista Viegra Effendy

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “Perilaku Sambungan Balok-Kolom Eksterior *Self Compacting Concrete* Dengan Variasi Tulangan Geser Terhadap Beban Lateral Siklik” yang disusun oleh Rieske Calista Viegra Effendy, 03011281823033 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 13 Januari 2022.

Palembang, 13 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 : Rieske Calista Viegra Effendy

NIM : 03011281823033

Judul : Perilaku Sambungan Balok-Kolom *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



Rieske Calista Viegra Effendy

NIM. 03011281823033

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Rieske Calista Viegra Effendy
Jenis Kelamin : Perempuan
E-mail : rieskevie@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
SD Xaverius 4 Palembang			SD	2006-2012
SMP Xaverius 2 Palembang			SMP	2012-2015
SMA Plus Negeri 17 Palembang		MIPA	SMA	2015-2018
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	S1	2018-2022

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



(Rieske Calista Viegra Effendy)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Posisi wilayah Kepulauan Indonesia berada pada pertemuan tiga lempeng utama dunia, yakni Eurasia, Pasifik, dan Indo-Australia. Keberadaannya pada posisi tersebut sangat berpotensi terjadi gempa bumi. Bencana alam gempa bumi diakibatkan oleh pergerakan lempeng tektonik secara terus menerus sepanjang waktu. Badan Standarisasi Nasional menetapkan Indonesia untuk mendesain elemen struktural tahan terhadap gempa. Sebagian besar elemen struktural terbuat dari beton bertulang, salah satunya sambungan balok dan kolom. Zona pertemuan sambungan ini termasuk daerah responsif terhadap distribusi beban gempa yang dapat menyebabkan kerusakan sambungan pada struktur.

Keruntuhan struktur pasca gempa ditentukan oleh kualitas sambungan, dimana desain elemen sambungan balok-kolom yang tepat adalah memenuhi kriteria kekuatan dan daktilitas untuk mencegah keruntuhan mendadak akibat gaya geser. Kejadian tersebut dapat diatasi dengan penambahan tulangan geser sesuai dengan kriteria kode seismik. Tulangan geser dapat divariasikan dengan berbagai macam. Kerapatan akibat penambahan tulangan geser pada *joint* menyebabkan penuangan dan pemadatan beton konvensional semakin sulit. Pemadatan bertujuan meminimalkan rongga udara yang terjebak pada beton segar, dikarenakan apabila pemadatan beton tidak sempurna dapat menurunkan deformasi dan kerentanan sambungan akibat gempa.

Self Compacting Concrete (SCC) atau beton alir adalah inovasi baru dalam mempermudah pengecoran beton bertulang. Pengecoran SCC tidak memerlukan alat penggetar, karena beton jenis ini dapat mengalirkan dan memadatkan beton dengan berat sendirinya. Sifat beton SCC yang sangat encer dan lebih homogen mampu mengisi celah antar tulangan yang rapat dan tidak dapat dijangkau *vibrator*.

Pengujian perilaku beban lateral siklik tidak hanya dengan pengujian eksperimental di laboratorium, namun dapat menggunakan program ANSYS. ANSYS menyelesaikan masalah analisis struktural dengan berbasis *finite element*, dimana suatu objek dirincikan menjadi *part* yang lebih kecil kemudian

dihubungkan dengan *nodes*. *Output* dari ANSYS berupa suatu pendekatan menggunakan analisis numerik.

Pada penelitian ini, dilakukan analisis perbandingan perilaku sambungan balok-kolom eksterior dengan tiga variasi tulangan geser terhadap beban lateral siklik. Hasil analisis yang dibandingkan berupa kurva histeresis dari masing-masing perilaku sambungan balok-kolom eksterior terhadap beban lateral siklik.

1.2. Rumusan Masalah

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

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

1.3. Tujuan Penelitian

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

1. Membandingkan dan memverifikasi perilaku sambungan balok-kolom eksterior *normal concrete* dari pengujian eksperimental Saghafi dan Shariatmadar (2018) dengan hasil analisis menggunakan program ANSYS.
2. Memahami metode analisis perilaku sambungan balok-kolom eksterior *self compacting concrete* dengan variasi tulangan geser terhadap beban lateral siklik.
3. Menganalisis dan membandingkan perilaku sambungan balok-kolom eksterior *self compacting concrete* dengan variasi tulangan geser terhadap beban lateral siklik.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian perilaku sambungan balok-kolom eksterior dibatasi pada:

1. Peraturan tulangan geser pada sambungan balok-kolom yang digunakan sesuai kriteria seismik ACI 318M-11.
2. Peraturan pembebanan siklik yang diterapkan mengacu pada ACI 374.1-05.
3. Penggunaan model *solid* dan *link* dalam analisis menggunakan program ANSYS. Elemen struktur dimodelkan secara aktual dan dianalisis perilakunya dengan metode elemen hingga (*finite element method*).
4. Data sekunder yang digunakan diperoleh dari penelitian terdahulu Saghafi dan Shariatmadar (2018) pada pengujian eksperimental perilaku sambungan balok-kolom eksterior beton bertulang terhadap beban lateral siklik.
5. Properti material *self compacting concrete* yang digunakan diperoleh dari penelitian Saloma, dkk. (2017) pada pengujian perilaku *self compacting concrete* dengan ampas tebu yang merupakan dosen Universitas Sriwijaya Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI-ASCE Committee 352, ACI 352R-02. 2002. Recommendation for Design of Beam-Column Connection in Monolithic Reinforced Concrete Structures. *American Concrete Institute, Farmington Hills: MI.*
- ACI Committee 318, ACI 318M-11. 2011. Buildings Code Requirements for Structural Concrete. *American Concrete Institute, Farmington Hills: MI.*
- ACI Committee 318, ACI 318R-05. 2005. Buildings Code Requirements for Structural Concrete. *American Concrete Institute, Farmington Hills: MI.*
- 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, M. H. 2018. Finite Element Analysis is A Powerful Approach To Predictive Manufacturing Parameters. *Journal of Babylon University*, 26(1).
- ANSYS Inc. 2013. ANSYS Mechanical APDL Introductory Tutorials. *United States of America.*
- 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.
- Brouwers, H. J. H., dan Radix, H. J. 2005. Self-Compacting Concrete: Theoretical and Experimental Study. *Cement and Concrete Research*, 35(11), 2116–2136.
- 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.
- 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.*
- Dehkordi, dkk. 2019. Effects of High-Strength Reinforcing Bars and Concrete on Seismic Behavior of RC Beam-Column Joints. *Engineering Structures*, 183, 702–719.

- EFNARC. 2005. The European Guidelines for Self-Compacting Concrete Specification, Production and Use. *European: The European Guidelines for Self-Compacting Concrete*.
- Ekasanti, dkk. 2014. Pengaruh Kadar Fly Ash Terhadap Kebutuhan Air dan Kuat Tekan High Volume Fly Ash-Self Compacting Concrete (HVFA-SCC). *Matriks Teknik Sipil*, 2(2), 8–15.
- FEMA 356. 2000. Prestandard and Commentary for The Seismic Rehabilitation of Buildings. *Washington DC: Federal Emergency Management Agency*.
- Ganesan, dkk. 2015. SFRHPC Interior Beam-Column-Slab Joints Under Reverse Cyclic Loading. *Advances in Concrete Construction*, 3(3), 237–250.
- Gao, dkk. 2020. Seismic Behavior of Exterior Beam-Column Joints with High-Performance Steel Rebar: Experimental and Numerical Investigations. *Advances in Structural Engineering*.
- Jagota, dkk. 2013. Finite Element Method: An Overview. *Walailak Journal of Science and Technology*, 10(1), 1–8.
- Kurniawan, Ferdi. 2017. Simulasi dan Analisa Tegangan Impak pada RIM VELG Truk dengan Metode Elemen Hingga. Tugas Akhir. *Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember*.
- Li, Y., dan Sanada, Y. 2016. Structural Performance Evaluation and Strengthening of an Earthquake-Damaged Beam-Column Joint in Indonesia. *International Conference on Technology, Innovation, and Society*, 357–367.
- Oinam, dkk. 2019. Cyclic Performance of Steel Fiber-Reinforced Concrete Exterior Beam-Column Joints. *Earthquake and Structures*, 16(5), 533–546.
- Paknejadi, A. H., dan Behfarnia, K. 2019. Performance of Reinforced Self-Consolidating Concrete Beam-Column Joints with Headed Bars Subjected to Pseudo-Static Cyclic Loading. *Ain Shams Engineering Journal*.
- Saghafi, M. H., dan Shariatmadar, H. 2018. Enhancement of Seismic Performance of Beam-Column Joint Connections Using High Performance Fiber Reinforced Cementitious Composites. *Construction and Building Materials*, 180, 665–680.

- Saghafi, dkk. 2019. Seismic Behavior of High-Performance Fiber-Reinforced Cement Composites Beam-Column Connection with High Damage Tolerance. *International Journal of Concrete Structures and Materials*, 13(1).
- 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*.
- 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 States of America: Wiley*.
- Wang, dkk. 2019. Hysteretic Behavior of Steel Reinforced Concrete Columns Based on Damage Analysis. *Applied Sciences*, 9(4).
- Zienkiewicz, O. C., dan Taylor, R. L. 2000. The Finite Element Method Fifth Edition Volume 1 : The Basis. *Oxford: Butterworth-Heinemann*.
- Zienkiewicz, O. C., dan Taylor, R. L. 2000. The Finite Element Method Fifth Edition Volume 2 : Solid Mechanics. *Oxford: Butterworth-Heinemann*.