

**KINERJA JOIN BALOK-KOLOM BETON  
GEOPOLIMER DENGAN VARIASI DIMENSI *TUBE*  
AKIBAT BEBAN SIKLIK**



**AKBAR BINTANG RUSNADI  
03011282025028**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2024**

# **PROPOSAL TUGAS AKHIR**

## **KINERJA JOIN BALOK-KOLOM BETON GEOPOLIMER DENGAN VARIASI DIMENSI *TUBE* AKIBAT BEBAN SIKLIK**

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



**AKBAR BINTANG RUSNADI  
03011282025028**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2024**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**KINERJA JOIN BALOK-KOLOM BETON  
GEOPOLIMER DENGAN VARIASI DIMENSI *TUBE*  
AKIBAT BEBAN SIKLIK**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar  
Sarjana Teknik

Oleh:

**AKBAR BINTANG RUSNADI  
03011282025028**

Dosen Pembimbing I,



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

NIP. 197610312002122001

Palembang, Agustus 2024  
Diperiksa dan disetujui oleh,  
Dosen Pembimbing II,



**Dr. Ir. 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 dan syukur penulis haturkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia, dan kesehatan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan proposal tugas akhir yang berjudul “**Kinerja Join Balok-Kolom Beton Geopolimer dengan Variasi Dimensi *Tube* Akibat Beban Siklik**”. Pada kesempatan ini, penulis juga hendak mengucapkan banyak terimakasih kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu penyelesaian tugas akhir ini, diantaranya:

1. Bapak Prof. Dr. Taufiq Marwa, SE., MSi., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Ibu 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. Ibu Dr. Mona Foralisa Toyfur, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Sriwijaya.
5. Ibu Dr. Ir. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing dan mengarahkan dalam penelitian program ANSYS.
6. Bapak Dr. Taufik Ari Gunawan, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Orang tua, kakak, keluarga, serta teman-teman yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian proposal tugas akhir.

Besar harapan penulis agar proposal tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan berbagai pihak lain yang membutuhkannya, khususnya civitas akademika Program Studi Teknik Sipil.

Indralaya, Agustus 2023



Akbar Bintang Rusnadi

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>viii</b>
<b>Abstrak</b> .....	<b>ix</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>x</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>xi</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>xii</b>
<b>PERNYATAAN INTEGRITAS</b> .....	<b>xiii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>xiv</b>
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>xvi</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>4</b>
2.1. Gempa Bumi .....	4
2.2. Geopolymer concrete .....	4
2.3. Fiber-Reinforced Polymer .....	7
2.4. Sambungan Balok-Kolom.....	8
2.5. Penelitian terdahulu.....	9
2.6. Beban Siklik.....	14
2.7. Kurva Histeresis.....	15
2.8. Daktilitas Defleksi .....	18
2.9. Finite Element Analysis .....	19
2.10. ANSYS .....	20
2.10.1 Elemen ANSYS .....	20
2.10.2 Tahapan dalam Program ANSYS .....	22
<b>BAB 3</b> .....	<b>23</b>

3.1. Umum .....	23
3.2. Studi Literatur .....	23
3.3. Alur Penelitian .....	23
3.4. Data sekunder.....	25
3.5. Permodelan Struktur .....	26
3.6. Permodelan Struktur Pada Program ANSYS.....	29
3.7. Input Data ANSYS .....	31
3.8. Meshing.....	31
3.9. Solving .....	31
3.10. Analisis dan Pembahasan.....	31
<b>BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>32</b>
4.1. Permodelan Join Balok-Kolom.....	32
4.2. Permodelan Struktur dalam ANSYS.....	33
4.3. Data input.....	37
4.4. Meshing Elemen Struktur .....	38
4.5. Analisis Output Program ANSYS .....	38
4.5.1. Analisis Output Beton Normal.....	39
4.5.2. Analisis Output Beton Geopolimer.....	43
4.6. Daktilitas .....	53
4.6.1. Daktilitas model J-G4 .....	54
4.6.2. Daktilitas Material Beton Geopolimer .....	54
4.7. Kekakuan dan Kekuatan .....	56
4.7.1. Kekakuan dan Kekuatan model J-G4.....	56
4.7.2. Kekakuan dan kekuatan Material Beton Geopolimer .....	58
4.8. Disipasi Energi Kumulatif .....	60
4.8.1. Disipasi Energi Kumulatif Model J-G4 .....	60
4.8.2. Disipasi Energi Kumulatif Model Beton Geopolimer .....	61
<b>BAB 5 PENUTUP.....</b>	<b>63</b>
5.1. Kesimpulan .....	63
5.2. Saran .....	65
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>66</b>
1. Kriteria SCWB.....	66
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>72</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
Gambar 2.1 Beberapa jenis tulangan SFRP (Abbood, dkk.,2021).....	8
Gambar 2.2 tipikal tegangan-regangan pada baja dan FRP (Kim, dkk., 2021) .....	8
Gambar 2.3 Tipe sambungan balok-kolom (ACI 352R-02, 2010) .....	9
Gambar 2.4 Skema pengujian: (a) Spesimen sambungan balok-kolom, (b) Skema pembebanan (Lin, dkk. 2022) .....	10
Gambar 2.5 Skema Pembebanan untuk drift ratio kolom (ACI 374 Reapproved 2019) .....	11
Gambar 2.6 Skema pembebanan (Alavi-Dehkordi, dkk. 2019).....	12
Gambar 2.7 Pembebanan siklik yang digunakan ACI 374.1-05 (Reapproved 2019) .....	13
Gambar 2.8 (a) Gambar pembebanan, (b) Beban berulang siklik (Verderame, dkk. 2022) .....	13
Gambar 2.9 Susunan alat pengujian (Verderame, dkk. 2022) .....	14
Gambar 2.10 variasi sambungan join balok-kolom (ACI 374.1-05, 2019) .....	9
Gambar 2.11 Kurva histeresis (Mellodge, 2016).....	15
Gambar 2.12 Kurva hysteresis (Paknejadi dan Behfarnia, 2020). .....	16
Gambar 2.13 Kurva hysteresis sambungan balok-kolom (Lin, dkk. 2022) .....	17
Gambar 2.14 Pola retakan pada benda uji.....	18
Gambar 2.15 Bermacam-macam nodes FEM: (a) Elemen garis, (b) Elemen dua dimensi, (c) Elemen tiga dimensi, (d) Elemen bangun ruang .....	20
Gambar 2.16 Elemen SOLID65 (ANSYS Inc., 2024).....	21
Gambar 2.17 Elemen SOLID45 (ANSYS Inc., 2024).....	21
Gambar 2.18 Elemen LINK180 (ANSYS Inc., 2024) .....	22
Gambar 3.1 Diagram alir (flowchart) metodologi penelitian.....	25
Gambar 3.2 Hubungan tegangan-regangan beton (Saloma, dkk., 2019) .....	26
Gambar 3.3 Hubungan tegangan-regangan tulangan FRP (Wang, dkk. 2021).....	27
Gambar 3.4 (a) Dimensi model uji sambungan balok-kolom (b) Detail tulangan longitudinal dan tulangan sengkang kolom, balok, dan FRP tube (Lin, dkk. 2022) .....	27
Gambar 3.5 Sketsa variasi panjang tube: (a) 700 mm, (b) 550 mm, (c) 450 mm. 28	

Gambar 3.6 Pengaturan pembebanan (Lin, dkk. 2022) .....	29
Gambar 3.7 Pemodelan join balok-kolom berupa nodes pada program ANSYS .	30
Gambar 3.8 Pemodelan join balok-kolom berupa elemen SOLID65 pada program ANSYS.....	30
Gambar 4.1 Detail permodelan sambungan balok-kolom .....	33
Gambar 4.2 Pemodelan nodes sambungan balok-kolom pada ANSYS .....	34
Gambar 4.3 Pemodelan sambungan balok-kolom .....	35
Gambar 4.4 Pemodelan J-G4 .....	35
Gambar 4.5 Pemodelan J1.....	36
Gambar 4.6 Pemodelan J2.....	36
Gambar 4.7 Pemodelan J3.....	37
Gambar 4.8 Pembebanan untuk drift ratio kolom (ACI 374) .....	38
Gambar 4.9 Kurva histeresis material beton normal.....	39
Gambar 4.10 Kontur tegangan J-G4 pembebanan tarik drift ratio 4,5% .....	41
Gambar 4.11 Kontur tegangan J-G4 pembebanan dorong drift ratio 4,5% .....	41
Gambar 4.12 Kontur perpindahan model J-G4 drift ratio 4,5% .....	43
Gambar 4.13 Kurva histeresis model beton geopolimer.....	45
Gambar 4.14 Kontur tegangan model J1 drift ratio 4,5%.....	47
Gambar 4.15 Kondisi tegangan model J2 drift ratio 3%.....	48
Gambar 4.16 Kondisi tegangan model J3 drift ratio 3% dan 2%.....	49
Gambar 4.17 Kondisi perpindahan model J1 drift ratio 4,5% .....	51
Gambar 4.18 Kondisi perpindahan model J2 drift ratio 3% .....	52
Gambar 4.19 Kondisi perpindahan model J3 drift ratio 3% dan 2% .....	53
Gambar 4.20 Kurva envelope model J-G4.....	54
Gambar 4.21 Kurva envelopeI model Beton Geopolimer .....	55
Gambar 4.22 Kurva hubungan kekakuan dan story drift model J-G4 .....	57
Gambar 4.23 Kurva backbone model J-G4.....	58
Gambar 4.24 Kurva hubungan kekakuan dan drift ratio beton geopolimer.....	58
Gambar 4. 25 Kurva backbone model beton geopolimer .....	60
Gambar 4.26 Kurva hubungan disipasi energi kumulatif dengan drift ratio model J-G4.....	61



Gambar 4.27 Kurva hubungan disipasi energi kumulatif dengan drift ratio model  
beton geopolimer..... 62

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1 Bahan Penyusun Fly Ash kelas F.....	5
Tabel 2.2 ketentuan kualitas fly ash menurut SK SNI S -15 – 1990 – F .....	6
Tabel 2. 3 komposisi campuran yang digunakan .....	6
Tabel 4.1 Variasi dimensi tube join balok-kolom.....	32
Tabel 4.2 Material properties tulangan GFRP .....	38
Tabel 4.3 Hasil pengujian eksperimental dan analisis ANSYS .....	39
Tabel 4.4 Nilai lateral load maksimum dan deformasi .....	45
Tabel 4.5 Drift ratio saat lateral load maksimum.....	46
Tabel Tabel 4.6 Drift ratio maksimum.....	46
Tabel 4.7 Daktilitas model J-G4 .....	54
Tabel 4.8 Daktilitas model Beton Geopolimer .....	56
Tabel 4.9 Degradasi nilai kekakuan model J-G4 .....	57
Tabel 4.10 Penurunan kekakuan pembebanan arah dorong model geopolimer....	59
Tabel 4.11 Penurunan kekakuan pembebanan arah tarik model geopolimer.....	59
Tabel 4.12 Disipasi energi kumulatif model J-G4 .....	60
Tabel 4.13 Disipasi energi kumulatif arah pembebanan dorong dan tarik .....	61

# KINERJA JOIN BALOK-KOLOM BETON GEOPOLIMER DENGAN VARIASI DIMENSI *TUBE* AKIBAT BEBAN SIKLIK

Akbar Bintang Rusnadi<sup>1)</sup>, Saloma<sup>2)</sup>, Siti Aisyah Nurjannah<sup>3)</sup>

- <sup>1)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
E-mail: [akbarbintang653@gmail.com](mailto:akbarbintang653@gmail.com)
- <sup>2)</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
E-mail: [salomaunsri@gmail.com](mailto:salomaunsri@gmail.com)
- <sup>3)</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
E-mail: [sitiaisyahn@ft.unsri.ac.id](mailto:sitiaisyahn@ft.unsri.ac.id)

## Abstrak

Salah satu elemen struktural yang didesain tahan terhadap gempa adalah join balok-kolom. Zona join tersebut merupakan daerah responsif terhadap distribusi beban gempa, sehingga desain yang tepat adalah harus memenuhi kriteria seismik. Kesulitan pematatan beton konvensional akibat kerapatan tulangan dapat diatasi dengan material beton geopolimer. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja join balok-kolom beton geopolimer dengan variasi dimensi *tube* akibat beban 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, serta disipasi energi kumulatif. Kinerja join balok-kolom dengan panjang *tube* 700 mm dibandingkan dengan kinerja join balok-kolom menggunakan variasi dimensi *tube* dan *material properties* beton geopolimer. Nilai daktilitas tertinggi sebesar 3,139 dicapai oleh join balok-kolom J1 karena mengalami leleh struktur lebih lambat. Join balok-kolom J3 memiliki kurva kekakuan paling pendek karena hanya mampu mencapai *drift ratio* 3% pada arah dorong dan 2% pada arah tarik. Join balok-kolom J1 mengalami disipasi energi kumulatif paling besar dikarenakan mampu mencapai *drift ratio* paling tinggi, yaitu sebesar 4,5% untuk arah dorong dan tarik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi dimensi *tube* mempengaruhi kinerja struktur dalam menahan beban siklik.

Kata Kunci: beban siklik, join balok kolom, metode elemen hingga, beton geopolimer

Dosen Pembimbing I,



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

Palembang, Agustus 2024  
Diperiksa dan disetujui oleh,  
Dosen Pembimbing II,



**Dr. Ir. 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

# PERFORMANCE OF GEOPOLYMER CONCRETE BEAM-COLUMN JOINT WITH VARIATIONS OF TUBE DIMENSIONS UNDER CYCLIC LOADS

Akbar Bintang Rusnadi<sup>1)</sup>, Saloma<sup>2)</sup>, Siti Aisyah Nurjannah<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
E-mail: [akbarbintang653@gmail.com](mailto:akbarbintang653@gmail.com)

<sup>2)</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
E-mail: [salomaunsri@gmail.com](mailto:salomaunsri@gmail.com)

<sup>3)</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
E-mail: [sitiaisyahn@ft.unsri.ac.id](mailto:sitiaisyahn@ft.unsri.ac.id)

## Abstract

One of the structural elements designed to withstand earthquakes is the beam-column joints. The joint 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 performance of self compacting concrete beam-column joints with variations of tube dimension under cyclic 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, and cumulative energy dissipation of the structure. The performance of beam-column joints with 700-mm length tube is compared with the behavior of beam-column joints with variations of tube dimension and material properties of self compacting concrete. The lowest ductility value of 3.139 was achieved by beam-column joint J1 because it yielded more slowly. Beam-column joint J3 has the shortest stiffness curve as it is only able to achieve a drift ratio of 3% in the push direction and 2% in the pull direction.

Key Words: cyclic loads, beam-column joints, finite element method, self compacting concrete

Dosen Pembimbing I,



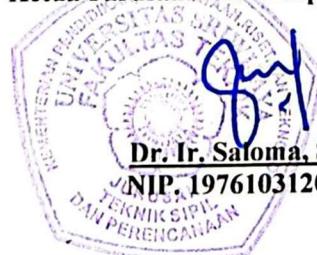
Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T.  
NIP. 197610312002122001

Palembang, Agustus 2024  
Diperiksa dan disetujui oleh,  
Dosen Pembimbing II,



Dr. Ir. 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

## RINGKASAN

### KINERJA JOIN BALOK-KOLOM BETON GEOPOLIMER DENGAN VARIASI DIMENSI TUBE AKIBAT BEBAN SIKLIK

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, Agustus 2024

Akbar Bintang Rusnadi; Dibimbing oleh Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T. dan Dr. Ir. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T.

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

xvi + 75 halaman, 53 gambar, 13 tabel,

Salah satu elemen struktural yang didesain tahan terhadap gempa adalah join balok-kolom. Zona join tersebut merupakan daerah responsif terhadap distribusi beban gempa, sehingga desain yang tepat adalah harus memenuhi kriteria seismik. Kesulitan pematatan beton konvensional akibat kerapatan tulangan dapat diatasi dengan material beton geopolimer. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kinerja join balok-kolom beton geopolimer dengan variasi dimensi tube akibat beban 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, serta disipasi energi kumulatif. Kinerja join balok-kolom dengan panjang tube 700 mm dibandingkan dengan kinerja join balok-kolom menggunakan variasi dimensi tube dan material properties beton geopolimer. Nilai daktilitas tertinggi sebesar 3,139 dicapai oleh join balok-kolom J1 karena mengalami leleh struktur lebih lambat. Join balok-kolom J3 memiliki kurva kekakuan paling pendek karena hanya mampu mencapai drift ratio 3% pada arah dorong dan 2% pada arah tarik. Join balok-kolom J1 mengalami disipasi energi kumulatif paling besar dikarenakan mampu mencapai drift ratio paling tinggi, yaitu sebesar 4,5% untuk arah dorong dan tarik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi dimensi tube mempengaruhi kinerja struktur dalam menahan beban siklik.

**Kata Kunci:** beban siklik, Joint Balok-Kolom, metode elemen hingga, Beton Geopolimer

## SUMMARY

### PERFORMANCE OF GEOPOLYMER CONCRETE BEAM-COLUMN JOINT WITH VARIATIONS OF TUBE DIMENSIONS UNDER CYCLIC LOADS

Scientific papers in form of Final Projects, August<sup>th</sup> 2024

Akbar Bintang Rusnadi; Guide by Advisor Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T. and Dr. Ir. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T.

Civil Engineering, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

xvi + 75 pages, 53 images, 13 tables

One of the structural elements designed to withstand earthquakes is the beam-column joints. The joint 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 performance of self compacting concrete beam-column joints with variations of tube dimension under cyclic 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, and cumulative energy dissipation of the structure. The performance of beam-column joints with 700-mm length tube is compared with the behavior of beam-column joints with variations of tube dimension and material properties of self compacting concrete. The lowest ductility value of 3.139 was achieved by beam-column joint J1 because it yielded more slowly. Beam-column joint J3 has the shortest stiffness curve as it is only able to achieve a drift ratio of 3% in the push direction and 2% in the pull direction.

**Key Words:** cyclic load, Beam-Column joint, finite element method, Geopolymer Concrete

## PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Akbar Bintang Rusnadi

NIM : 03011282025028

Judul : Kinerja Join Balok-Kolom Beton Geopolimer dengan variasi Dimensi  
Tube Akibat Beban 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, Agustus 2024**



**Akbar Bintang Rusnadi**  
**NIM. 03011282025028**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “Kinerja Join Balok-Kolom Beton Geopolimer dengan Variasi Dimensi *tube* akibat Beban Siklik” yang disusun oleh Akbar Bintang Rusnadi, 03011282025028 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal Agustus 2024.

Palembang, Agustus 2024

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir

**Dosen Pembimbing:**

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

(  )

2. Dr. Ir. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T.  
NIP. 197705172008012039

(  )


**Dosen Penguji:**

3. Ir. H. Yakni Idris, M.Sc, MSCE  
NIP. 195812111987031002

(  )

**Mengetahui,**

**Dekan Fakultas Teknik**

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

**Ketua Jurusan Teknik Sipil**

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



## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Akbar Bintang Rusnadi

NIM : 03011282025028

Judul : Kinerja Join Balok-Kolom Beton Geopolimer dengan variasi Dimensi  
Tube Akibat 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 menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding author*).

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

**Palembang, Agustus 2024**



**Akbar Bintang Rusnadi**  
**NIM. 03011282025028**

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Akbar Bintang Rusnadi  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
E-mail : akbarbintang653@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

<b>Nama Sekolah</b>	<b>Fakultas</b>	<b>Jurusan</b>	<b>Pendidikan</b>	<b>Masa</b>
SD kartika ii-3	-	-	SD	2008-2014
SMP Negeri 13 Palembang	-	-	SMP	2014-2017
SMA Negeri 1 Palembang	-	IPA	SMA	2017-2020
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	S1	2020-2024

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,

  
(Akbar Bintang Rusnadi)

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Karena lokasinya yang berada di dekat pertemuan lempeng Pasifik, Indo-Australia, dan Eurasia, tiga lempeng tektonik utama di dunia, Indonesia rentan terhadap aktivitas gempa bumi. Dengan Pembangunan infrastruktur di Indonesia yang sedang berkembang pesat, tentu saja ini menjadi salah satu pemikiran para insinyur Indonesia. Satu dari infrastruktur yang disempurnakan untuk sekarang yakni gedung bertingkat. Agar struktur gedung bertingkat stabil dan tahan terhadap gempa, diperlukan perencanaan yang matang.

Sambungan antara balok dan kolom adalah bagian krusial yang rentan terhadap gempa serta penting untuk menjaga stabilitas lateral struktur pada gedung bertingkat. Oleh karena itu, sambungan balok dan kolom di desain menggunakan bahan yang sangat daktil. Karena selama gempa, kapasitas momen dan kekuatan geser dari balok kolom akan berkurang, sehingga menyebabkan kegagalan. Pentingnya desain sambungan balok kolom yang tepat guna memastikan keamanan, keandalan, dan ketahanan struktur beton bertulang dalam menghadapi beban dinamis, khususnya gempa bumi, yang merupakan faktor utama pada kegagalan bangunan.

Beton geopolimer merupakan inovasi material konstruksi yang menarik perhatian dalam industri konstruksi modern. Pada saat ini, telah banyak penelitian tentang beton geopolymer, dan menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam berbagai aplikasi struktural. Beberapa penelitian menunjukkan performa beton geopolymer dapat bervariasi tergantung pada beberapa faktor termasuk dimensi tube yang digunakan. Perbedaan pada dimensi tube dapat mempengaruhi sifat fisik maupun sifat mekanik dari beton geopolymer.

Beban siklik yang sering terjadi akibat gempa bumi dan beban dinamis lainnya, tentu menjadikan tantangan yang serius bagi integritas struktur beton. Peningkatan kekuatan pada beton geopolymer dan menghadapi beban siklik menjadi aspek yang penting untuk dieksplorasi lebih lanjut.

Ada beberapa cara menguji perilaku beban lateral siklik, melewati proses laboratorium dan ada juga menggunakan aplikasi Bernama ANSYS. ANSYS menggunakan finite element method untuk menganalisis objek secara detail, dengan membagi struktur keseluruhan menjadi elemen-elemen yang lebih kecil dan menghubungkannya melalui nodes. Output dari penggunaan aplikasi ANSYS ini merupakan hasil dari analisis numerik dengan *finite element numeric*.

Pada kajian ini, dilaksanakan analisis perbandingan perilaku sambungan balok-kolom interior berdasarkan riset Lin dkk. (2022) Struktur kemudian disimulasikan menggunakan program ANSYS. Selanjutnya, *material properties* disesuaikan berdasarkan informasi dari kajian Saloma, dkk. (2019). Ukuran tabung juga dimodifikasi dengan memanfaatkan dua jenis variasi tabung. Hasil analisis yang dibandingkan adalah kurva histeresis yang menunjukkan respons siklik dari sambungan antara balok dan kolom interior terhadap beban lateral.

## 1.2 Rumusan Masalah

Pernyataan kendala yang ingin dijelaskan pada kajian mengenai bagaimana sambungan balok-kolom berkinerja dengan berbagai ukuran tabung, yaitu:

1. Apa hasil evaluasi performa sambungan balok-kolom beton biasa pada beban lateral siklik memakai perangkat lunak ANSYS?
2. Apa cara untuk mengevaluasi respons sambungan balok-kolom dengan variasi dimensi tabung menggunakan material beton geopolimer pada beban lateral siklik?
3. Apa evaluasi performa sambungan balok-kolom dengan berbagai dimensi *tube* yang menggunakan material beton geopolimer pada beban lateral siklik?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Objektif studi yang berjudul analisis *punching shear* pada Beton geopolimer dengan variasi rasio tulangan longitudinal ini, yakni:

1. Menyandingkan serta memvalidasi kinerja elemen struktur sambungan balok-kolom beton konvensional dari uji coba eksperimental yang

dilakukan oleh Lin dkk. (2022) dengan hasil evaluasi menggunakan perangkat lunak ANSYS.

2. Memperoleh pemahaman tentang cara menganalisis kinerja sambungan balok-kolom beton geopolimer dengan berbagai sisi *tube* pada beban lateral siklik memanfaatkan rancangan ANSYS.
3. Melakukan evaluasi maupun perbandingan hasil kerja sambungan balok-kolom beton geopolimer dengan berbagai sisi *tube* terhadap beban lateral siklik.

#### 1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup dalam kajian tentang tinjauan performa sambungan balok-kolom beton geopolimer dengan variasi dimensi *tube* dibatasi dalam cakupan:

1. Pada program ANSYS, struktur sambungan balok-kolom dimodelkan memakai SOLID65 mengilustrasikan material beton, SOLID45 mengilustrasikan pelat baja, serta LINK180 yang mengilustrasikan baja tulangan, menggunakan FEM.
2. Data sekunder didapat dari studi sebelumnya yang dilakukan Lin dkk. (2022) mengenai uji coba eksperimental tentang bagaimana sambungan antara balok dan kolom beton yang diperkuat dengan tulangan GFRP yang ditingkatkan dengan tabung FRP, dengan penerapan beban sesuai dengan pedoman ACI 374.
3. Dalam penelitian ini, pemodelan struktur melibatkan pemodelan sambungan balok-kolom J-G2 dan J-G4 menggunakan beton konvensional dan beton geopolimer sebagai materialnya.
4. Informasi tentang *properties* material beton geopolimer diperoleh dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Saloma, dkk. (2019) dalam pengujian beton geopolimer menggunakan serat daun nanas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abramowitch, S., & Easley, D. (2016). Chapter Four - Introduction to Classical Mechanics. In L. Hoyte & M. Damaser (Eds.), *Biomechanics of the Female Pelvic Floor* (pp. 89–107). Academic Press.  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803228-2.00004-0>
- ACI Committee 374. (2019). *Acceptance Criteria for Moment Frames Based on Structural Testing and Commentary*.
- ACI Committee 437. (2019). *Strength Evaluation of Existing Concrete Buildings*.
- ACI Committee 440. (2015). *Guide for the design and construction of structural concrete reinforced with fiber-reinforced polymer FRP bars*. American Concrete Institute.
- ACI-ASCE Committee 352. (2010). *Recommendations for Design of Beam-Column Connections in Monolithic Reinforced Concrete Structures*.
- Alavi-Dehkordi, S., Mostofinejad, D., & Alaei, P. (2019). Effects of high-strength reinforcing bars and concrete on seismic behavior of RC beam-column joints. *Engineering Structures*, 183, 702–719.  
<https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.01.019>
- ANSYS Inc. (2013). *ANSYS Mechanical APDL Introductory Tutorials*.  
<http://www.ansys.com>
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. SNI-2847. Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan. Badan Standarisasi Nasional: Jakarta
- Badshah, M., Badshah, S., & Jan, S. (2020). 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. <https://doi.org/10.1016/j.joes.2019.10.001>

- Cook, R. D., Malkus, D. S., & Plesha, M. E. (1989). Concepts and Applications of Finite Element Analysis, 3rd Edition. *United States of America: Wiley.*
- Cook, R. D., Malkus, D. S., Plesha, M. E., & Witt, R. J. (2001). Concepts and Applications of Finite Element Analysis, 4th Edition. *United States of America: Wiley.*
- EFNARC. (2005). *The European Guidelines for Self-Compacting Concrete Specification, Production and Use.* [www.efnarc.org](http://www.efnarc.org)
- FEMA 356. (2000). *Prestandard and Commentary for The Seismic Rehabilitation of Buildings.*
- Khanmohammadi, M., Eshraghi, M., Sayadi, S., & Ghafarian Mashhadinezhad, M. (2023). Post-earthquake seismic assessment of residential buildings following Sarpol-e Zahab (Iran) earthquake (Mw7.3) part 1: Damage types and damage states. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 173. <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2023.108121>
- Kim, T. K., Park, J. S., Kim, S. H., & Jung, W. T. (2021). Structural behavior evaluation of reinforced concrete using the fiber-reinforced polymer strengthening method. *Polymers*, 13(5), 1–18. <https://doi.org/10.3390/polym13050780>
- Lin, G., Zeng, J. J., Liang, S. Da, Liao, J. J., & Zhuge, Y. (2022). Seismic behavior of novel GFRP bar reinforced concrete beam-column joints internally reinforced with an FRP tube. *Engineering Structures*, 273. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2022.115100>
- Logan, D. L. (2017). *A First Course in the Finite Element Method*, 6th Edition. *Cengage Learning.*
- Majumdar, Md. R. B. A. (2022). Influence of Beam-Column Joint on the Seismic Response of RC Frames. *IJRTI*. <https://doi.org/10.1729/Journal.31744>

- Mellodge, P. (2016). Chapter 4 - Characteristics of Nonlinear Systems. In P. Mellodge (Ed.), *A Practical Approach to Dynamical Systems for Engineers* (pp. 215–250). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100202-5.00004-8>
- Navaratnam, S., Selvaranjan, K., Jayasooriya, D., Rajeev, P., & Sanjayan, J. (2023). Applications of natural and synthetic fiber reinforced polymer in infrastructure: A suitability assessment. In *Journal of Building Engineering* (Vol. 66). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2023.105835>
- Paknejadi, A. H., & Behfarnia, K. (2020). Performance of reinforced self-consolidating concrete beam-column joints with headed bars subjected to pseudo-static cyclic loading. *Ain Shams Engineering Journal*, *11*(3), 751–765. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2019.12.008>
- Shedlock, K. M., & Pakiser, L. C. (1998). *Earthquakes*.
- Verderame, G. M., Ricci, P., De Risi, M. T., & Del Gaudio, C. (2022a). Experimental response of unreinforced exterior RC joints strengthened with prestressed steel strips. *Engineering Structures*, *251*. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.113358>
- Verderame, G. M., Ricci, P., De Risi, M. T., & Del Gaudio, C. (2022b). Experimental response of unreinforced exterior RC joints strengthened with prestressed steel strips. *Engineering Structures*, *251*. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2021.113358>
- Wang, B., Huo, G., Sun, Y., & Zheng, S. (2019). Hysteretic behavior of steel reinforced concrete columns based on damage analysis. *Applied Sciences (Switzerland)*, *9*(4). <https://doi.org/10.3390/app9040687>
- Wu, H., Zhuang, X., Zhang, W., & Zhao, Z. (2022). Anisotropic ductile fracture: Experiments, modeling, and numerical simulations. *Journal of Materials Research and Technology*, *20*, 833–856. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2022.07.128>



Zhu, Y. T., & Wu, X. L. (2018). Ductility and plasticity of nanostructured metals: differences and issues. In *Materials Today Nano* (Vol. 2, pp. 15–20). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.mtnano.2018.09.004>

Zienkiewicz, O. C., & Taylor, R. L. (2000). *The Finite Element Method Fifth edition Volume 1: The Basis*.

Zulfiati, R., Saloma, & Idris, Y. (2019). Mechanical Properties of Fly Ash-Based Geopolymer with Natural Fiber. *Journal of Physics: Conference Series*, 1198(8), 082021.