

TUGAS AKHIR
KINERJA *FLAT SLAB* BETON GEOPOLIMER
DENGAN VARIASI BUKAAN



CHRISTOPER CHANDRA
03011281924073

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023

TUGAS AKHIR

KINERJA *FLAT SLAB* BETON GEOPOLIMER DENGAN VARIASI BUKAAN

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



CHRISTOPER CHANDRA

03011281924073

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2023

HALAMAN PENGESAHAN

**KINERJA *FLAT SLAB* BETON GEOPOLIMER
DENGAN VARIASI BUKAAN**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik

Oleh:

CHRISTOPER CHANDRA

03011281924073

Palembang, Juni 2023

Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,



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

NIP. 197610312002122001



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 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 “Kinerja *Flat Slab* Beton Geopolimer dengan Variasi *Bukaan*”. Pada proses penyelesaian laporan Tugas Akhir ini penulis mendapatkan banyak bantuan dari beberapa pihak. Karena itu penulis menyampaikan terima kasih 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. Ir. 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. Puteri Kusuma Wardhani, S.T., M.SC., PH.D, 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, Juni 2023



Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
HALAMAN ABSTRAK.....	xii
HALAMAN ABSTRACT	xiii
HALAMAN RINGKASAN.....	xiv
HALAMAN SUMMARY.....	xv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	xvi
HALAMAN PERSETUJUAN.....	xvii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xviii
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	xix
BAB I 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. Material Beton	4
2.2. Beton Geopolimer.....	4
2.3. Sifat Mekanik Beton	5
2.4. <i>Flat Slab</i>	8
2.5. <i>Finite Element Method</i>	12
2.5.1. Elemen Segitiga.....	13
2.5.2. Elemen Segiempat.....	16

2.6. Kasus Nonlinier	18
2.7. ANSYS	21
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	23
3.1. Umum	23
3.2. Studi Literatur	23
3.3. Alur Penelitian	23
3.4. Pengumpulan Data Sekunder.....	25
3.5. Model Struktur.....	26
3.6. Pemodelan Struktur Pada Program ANSYS.....	28
3.7. Input Data ANSYS	31
3.8. <i>Meshing</i>	31
3.9. <i>Solving</i>	31
3.10. Analisis dan Pembahasan	31
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN	32
4.1. Detail Model Struktur <i>Flat Slab</i> dengan Bukaannya	32
4.2. Pemodelan Struktur <i>Flat Slab</i> Pada Program ANSYS.....	33
4.3. Data Input	35
4.3.1. Data Properti Material Beton.....	36
4.3.2. Data Properti Material Baja	36
4.3.3. Pembebanan	36
4.4. <i>Meshing</i> Elemen Struktur	37
4.5. Analisis <i>Output</i> ANSYS.....	37
4.5.1. Analisis <i>Output</i> Beton Normal	38
4.5.2. Analisis <i>Output</i> Beton Geopolimer.....	41
4.6. Kontur Tegangan	44
4.6.1. Kontur Tegangan <i>Flat Slab</i> Beton Normal.....	45
4.6.2. Kontur Tegangan <i>Flat Slab</i> Beton Geopolimer	49
4.7. Kontur Defleksi	54
4.7.1. Kontur Defleksi <i>Flat Slab</i> Beton Normal	54
4.7.2. Kontur Defleksi <i>Flat Slab</i> Beton Geopolimer.....	56
4.8. Daktilitas.....	59
4.8.1. Daktilitas Struktur <i>Flat Slab</i> Eksperimental.....	59

4.8.2.	Daktilitas <i>Flat Slab</i> Beton Normal ANSYS	62
4.8.3.	Daktilitas <i>Flat Slab</i> Beton Geopolimer	64
4.9.	Kekakuan	67
4.9.1.	Kekakuan <i>Flat Slab</i> Beton Normal Eksperimental.....	67
4.9.2.	Kekakuan <i>Flat Slab</i> Beton Normal ANSYS.....	69
4.9.3.	Kekakuan <i>Flat Slab</i> Beton Geopolimer	71
4.10.	Energi Disipasi.....	73
4.10.1.	Energi Disipasi <i>Flat Slab</i> Beton Normal Eksperimental	73
4.10.2.	Energi Disipasi <i>Flat Slab</i> Beton Normal ANSYS	75
4.10.3.	Energi Disipasi <i>Flat Slab</i> Beton Geopolimer	77
4.11.	Pengaruh Geser Terhadap Variasi Bukaannya	80
BAB 5 PENUTUP		82
5.1.	Kesimpulan	82
5.2.	Saran	84
DAFTAR PUSTAKA		85

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Hubungan antara tegangan dan regangan kuat tekan beton (Li, 2022) ..	7
2.2. Hasil pengujian <i>flat slab</i> beton (Santos, dkk., 2022).....	8
2.3. Grafik hubungan gaya dan perpindahan <i>flat slab</i> hasil pengujian (Santos, dkk., 2022).....	9
2.4. Hasil pengujian <i>flat slab</i> beton kuat tekan 24 MPa dengan kode sampel S-SO-300-200 (Shafiey, dkk., 2022).....	10
2.5. Grafik beban dan defleksi <i>flat slab</i> beton kuat tekan 24 MPa (Shafiey, dkk., 2022).....	10
2.6. Hasil pengujian <i>flat slab</i> beton dengan bukaan berbentuk lingkaran (Bora, dkk., 2019).....	11
2.7. Hasil pengujian <i>flat slab</i> beton dengan dua bukaan berbentuk persegi (Akkaya, dkk., 2022)	11
2.8. Elemen satu dimensi (Madenci, dkk., 2015)	12
2.9. Elemen dua dimensi (Madenci, dkk., 2015).....	13
2.10. Elemen tiga dimensi (Madenci, dkk., 2015).....	13
2.11. Elemen segitiga (Tjerita, 2018)	14
2.12. Elemen segiempat (Tjerita, 2018).....	16
3.1. Diagram Alir Metodologi Penelitian	25
3.2. Kurva hubungan tegangan dan regangan untuk beton normal dan beton geopolimer	26
3.3. (a) Ilustrasi pemodelan pelat datar (b) Pelat datar dengan bukaan (Santos, dkk., 2022).....	27
3.4. Ilustrasi <i>test setup</i> pembebanan (Santos, dkk., 2022).....	27
3.5. Pemodelan <i>nodes</i> struktur pelat datar pada program ANSYS.....	28
3.6. Pemodelan elemen <i>SOLID65</i> struktur pelat datar yang memiliki bukaan berdimensi 400 mm x 400 mm dengan posisi bukaan di arah timur kolom pada program ANSYS	29

3.7. Pemodelan elemen <i>SOLID65</i> struktur pelat datar yang memiliki bukaan berdimensi 400 mm x 400 mm dengan posisi bukaan di arah utara kolom pada program ANSYS	29
3.8. Pemodelan elemen <i>SOLID65</i> struktur pelat datar yang memiliki bukaan berdimensi 200 mm x 200 mm dengan posisi bukaan di arah timur kolom pada program ANSYS	30
3.9. Pemodelan elemen <i>SOLID65</i> struktur pelat datar yang memiliki dua bukaan berdimensi 200 mm x 200 mm dengan posisi bukaan di arah timur dan barat kolom pada program ANSYS	30
4.1. Detail dimensi model struktur <i>flat slab</i> (Santos, dkk., 2022)	33
4.2. <i>Flat slab</i> dengan bukaan variasi 1	34
4.3. <i>Flat slab</i> dengan bukaan variasi 2	34
4.4. <i>Flat slab</i> dengan bukaan variasi 3	35
4.5. <i>Flat slab</i> dengan bukaan variasi 4	35
4.6. <i>Meshing</i> elemen struktur <i>flat slab</i>	37
4.7. Grafik perbandingan antara beban-defleksi ANSYS dan eksperimental beton normal	40
4.8. Grafik perbandingan antara beban-defleksi <i>flat slab</i> beton geopolimer dengan empat variasi bukaan	43
4.9. Kontur tegangan tipe NC-1	45
4.10. Kontur tegangan tipe NC-2	47
4.11. Kontur tegangan tipe NC-3	48
4.12. Kontur tegangan tipe NC-4	49
4.13. Kontur tegangan tipe GC-1	50
4.14. Kontur tegangan tipe GC-2	51
4.15. Kontur tegangan tipe GC-3	52
4.16. Kontur tegangan tipe GC-4	53
4.17. Kontur defleksi <i>flat slab</i> beton normal	55
4.18. Kontur defleksi <i>flat slab</i> beton geopolimer	58
4.19. Kurva <i>envelope flat slab</i> beton normal eksperimental	61
4.20. Kurva <i>envelope flat slab</i> beton normal ANSYS	63
4.21. Kurva <i>envelope flat slab</i> beton geopolimer ANSYS	66

4.22. Kurva hubungan kekakuan dan <i>time load flat slab</i> beton normal eksperimental.....	67
4.23. Kurva hubungan degradasi kekakuan dan <i>time load flat slab</i> beton normal eksperimental.....	69
4.24. Kurva hubungan kekakuan dan <i>time load flat slab</i> beton normal ANSYS	69
4.25. Kurva hubungan degradasi kekakuan dan <i>time load flat slab</i> beton normal ANSYS	71
4.26. Kurva hubungan kekakuan dan <i>time load flat slab</i> beton geopolimer ANSYS	71
4.27. Kurva hubungan degradasi kekakuan dan <i>time load flat slab</i> beton geopolimer ANSYS	73
4.28. Energi disipasi <i>flat slab</i> beton normal eksperimental.....	74
4.29. Energi disipasi <i>flat slab</i> beton normal ANSYS	76
4.30. Energi disipasi <i>flat slab</i> beton geopolimer ANSYS	79
4.31. Grafik pengaruh geser terhadap variasi bukaan.....	80

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Klasifikasi kuat tekan beton.....	6
4.1. Data properti material baja	36
4.2. Selisih nilai defleksi maksimum antara hasil ANSYS dan eksperimental.....	40
4.3. Nilai beban maksimum dan defleksi maksimum <i>flat slab</i> beton geopolimer dengan empat variasi bukaan.....	44
4.4. Nilai daktilitas <i>flat slab</i> beton normal eksperimental.....	61
4.5. Nilai daktilitas <i>flat slab</i> beton normal ANSYS	64
4.6. Nilai daktilitas <i>flat slab</i> beton geopolimer ANSYS	66
4.7. Nilai degradasi kekakuan <i>flat slab</i> beton normal eksperimental.....	68
4.8. Nilai degradasi kekakuan <i>flat slab</i> beton normal ANSYS	70
4.9. Nilai degradasi kekakuan <i>flat slab</i> beton geopolimer ANSYS	72
4.10. Perbandingan nilai energi disipasi variasi <i>flat slab</i> beton normal eksperimental.....	74
4.11. Perbandingan nilai energi disipasi variasi <i>flat slab</i> beton normal ANSYS	76
4.12. Selisih antara nilai energi disipasi <i>flat slab</i> beton normal eksperimental dan ANSYS	77
4.13. Perbandingan nilai energi disipasi variasi <i>flat slab</i> beton geopolimer ANSYS	79
4.14. Pengaruh geser terhadap variasi bukaan.....	80

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Lampiran Penjabaran Perhitungan Geser	87
2. Lembar Asistensi Tugas Akhir	89
3. Hasil Seminar Sidang Sarjana/Ujian Tugas Akhir	93
4. Surat Keterangan Selesai Tugas Akhir	94
5. Surat Keterangan Selesai Revisi Tugas Akhir	95

KINERJA *FLAT SLAB* BETON GEOPOLIMER DENGAN VARIASI BUKAAN

Christopher Chandra¹⁾, Saloma²⁾, Siti Aisyah Nurjannah³⁾

- ¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: chrischan0013@gmail.com
- ²⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: salomaunsri@gmail.com
- ³⁾ Dosen Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: sitiaisyahn@ft.unsri.ac.id

Abstrak

Flat slab adalah pelat beton bertulang yang dibangun secara monolitik dengan ditumpu kolom secara langsung, tanpa menggunakan balok yang bertujuan untuk mentransfer beban secara langsung ke kolom pendukung yang ditempatkan di bawah pelat. Struktur *flat slab* dengan bukaan pada daerah kolom adalah hal yang umum pada proyek pembangunan *flat slab* yang berfungsi untuk keperluan melintasi instalasi perpipaan. Penelitian *flat slab* ini menggunakan material beton geopolimer yang merupakan beton ramah lingkungan dan lebih baik menahan korosi pada baja tulangan dibandingkan beton konvensional biasa. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk menganalisis kinerja *flat slab* beton geopolimer dengan variasi bukaan. Pemodelan beserta pembebanan monotonik pada struktur *flat slab* dilakukan dengan bantuan program Microsoft Excel dan program ANSYS yang dianalisis dengan metode elemen hingga. Pada awal penelitian dilakukan verifikasi hasil pengujian eksperimental dengan hasil analisis program ANSYS. Kemudian struktur *flat slab* dengan material beton geopolimer dianalisis dengan hasil analisis berupa grafik beban-defleksi, kontur tegangan, kontur perpindahan, daktilitas, kekakuan, dan energi disipasi struktur *flat slab*. Penelitian dilanjutkan dengan variasi dimensi, posisi, dan jumlah bukaan yang berdekatan dengan kolom pada struktur *flat slab* untuk mendapatkan variasi bukaan terbaik. Hasil penelitian menunjukkan beton geopolimer mampu menahan geser dengan baik untuk diterapkan sebagai material pembentuk struktur *flat slab*. Penggunaan struktur *flat slab* dengan dimensi dan jumlah bukaan yang kecil serta posisi bukaan berada pada arah sisi kolom yang lebih besar dapat memberikan ketahanan geser yang lebih baik pada struktur *flat slab*.

Kata kunci: *flat slab*, variasi bukaan, beton geopolimer, metode elemen hingga

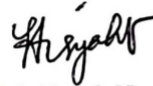
Palembang, Juni 2023
Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing I,



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

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 FLAT SLAB WITH OPENING VARIATION

Christopher Chandra¹⁾, Saloma²⁾, Siti Aisyah Nurjannah³⁾

¹⁾Student of the Department of Civil Engineering and Planning, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

E-mail: chrischan0013@gmail.com

²⁾Lecturer in the Department of Civil Engineering and Planning, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

E-mail: salomaunsri@gmail.com

³⁾Lecturer in the Department of Civil Engineering and Planning, Faculty of Engineering, Sriwijaya University

E-mail: sitiaisyahn@ft.unsri.ac.id

Abstract

Flat slab is a monolithically constructed reinforced concrete slab that is directly supported by columns, without the use of beams that aim to transfer the load directly to the supporting columns placed under the slab. Flat slab structures with opening in the column area are common in flat slab construction projects that function for the purpose of crossing piping installations. This flat slab research uses geopolymer concrete material which is environmentally friendly concrete and better resists corrosion of reinforcing steel than ordinary conventional concrete. The purpose of this research is to analyze the performance of geopolymer concrete flat slab with a variety of opening. Modeling along with monotonic loading of the flat slab structure was done with the help of Microsoft Excel program and ANSYS program analyzed by finite element method. At the beginning of the research, the experimental test results were verified with the analysis results of the ANSYS program. Then the flat slab structure with geopolymer concrete material was analyzed with the analysis results in the form of load-deflection graphs, stress contours, displacement contours, ductility, stiffness, and energy dissipation of the flat slab structure. The research was continued with variations in the dimensions, position, and number of openings adjacent to the column in the flat slab structure to obtain the best opening variation. The results showed that geopolymer concrete is able to withstand shear well to be applied as a material forming a flat slab structure. The use of flat slab structure with small dimensions and number of openings and the position of openings in the direction of the larger side of the column can provide better shear resistance in flat slab structures.

Keywords: flat slab, opening variation, geopolymer concrete, finite element method

Palembang, Juni 2023

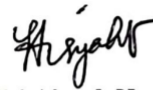
Diperiksa dan disetujui oleh,

Dosen Pembimbing I,



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

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 *FLAT SLAB* BETON GEOPOLIMER DENGAN VARIASI BUKAAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, 23 Juni 2023

Christoper Chandra; 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

xix + 86 halaman, 31 gambar, 14 tabel, 5 lampiran.

Flat slab adalah pelat beton bertulang yang dibangun secara monolitik dengan ditumpu kolom secara langsung, tanpa menggunakan balok yang bertujuan untuk mentransfer beban secara langsung ke kolom pendukung yang ditempatkan di bawah pelat. Struktur *flat slab* dengan bukaan pada daerah kolom adalah hal yang umum pada proyek pembangunan *flat slab* yang berfungsi untuk keperluan melintasi instalasi perpipaan. Penelitian *flat slab* ini menggunakan material beton geopolimer yang merupakan beton ramah lingkungan dan lebih baik menahan korosi pada baja tulangan dibandingkan beton konvensional biasa. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk menganalisis kinerja *flat slab* beton geopolimer dengan variasi bukaan. Pemodelan beserta pembebanan monotonik pada struktur *flat slab* dilakukan dengan bantuan program Microsoft Excel dan program ANSYS yang dianalisis dengan metode elemen hingga. Pada awal penelitian dilakukan verifikasi hasil pengujian eksperimental dengan hasil analisis program ANSYS. Kemudian struktur *flat slab* dengan material beton geopolimer dianalisis dengan hasil analisis berupa grafik beban-defleksi, kontur tegangan, kontur perpindahan, daktilitas, kekakuan, dan energi disipasi struktur *flat slab*. Penelitian dilanjutkan dengan variasi dimensi, posisi, dan jumlah bukaan yang berdekatan dengan kolom pada struktur *flat slab* untuk mendapatkan variasi bukaan terbaik. Hasil penelitian menunjukkan beton geopolimer mampu menahan geser dengan baik untuk diterapkan sebagai material pembentuk struktur *flat slab*. Penggunaan struktur *flat slab* dengan dimensi dan jumlah bukaan yang kecil serta posisi bukaan berada pada arah sisi kolom yang lebih besar dapat memberikan ketahanan geser yang lebih baik pada struktur *flat slab*.

Kata kunci: *flat slab*, variasi bukaan, beton geopolimer, metode elemen hingga

SUMMARY

PERFORMANCE OF GEOPOLYMER CONCRETE FLAT SLAB WITH OPENING VARIATION

Scientific Papers in the form of Final Project (Thesis), June 23th 2023

Christoper Chandra; Supervised by Dr. Ir. Saloma, S.T., M.T. dan Dr. Ir. Siti Aisyah Nurjannah, S.T., M.T.

Civil Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Universitas Sriwijaya

xix + 86 pages, 31 pictures, 14 tables, 5 attachments.

Flat slab is a monolithically constructed reinforced concrete slab that is directly supported by columns, without the use of beams that aim to transfer the load directly to the supporting columns placed under the slab. Flat slab structures with opening in the column area are common in flat slab construction projects that function for the purpose of crossing piping installations. This flat slab research uses geopolymer concrete material which is environmentally friendly concrete and better resists corrosion of reinforcing steel than ordinary conventional concrete. The purpose of this research is to analyze the performance of geopolymer concrete flat slab with a variety of opening. Modeling along with monotonic loading of the flat slab structure was done with the help of Microsoft Excel program and ANSYS program analyzed by finite element method. At the beginning of the research, the experimental test results were verified with the analysis results of the ANSYS program. Then the flat slab structure with geopolymer concrete material was analyzed with the analysis results in the form of load-deflection graphs, stress contours, displacement contours, ductility, stiffness, and energy dissipation of the flat slab structure. The research was continued with variations in the dimensions, position, and number of openings adjacent to the column in the flat slab structure to obtain the best opening variation. The results showed that geopolymer concrete is able to withstand shear well to be applied as a material forming a flat slab structure. The use of flat slab structure with small dimensions and number of openings and the position of openings in the direction of the larger side of the column can provide better shear resistance in flat slab structures.

Keywords: *flat slab, opening variation, geopolymer concrete, finite element method*

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : CHRISTOPER CHANDRA

NIM : 03011281924073

Judul : KINERJA *FLAT SLAB* BETON GEOPOLIMER DENGAN VARIASI
BUKAAN

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, Juni 2023



CHRISTOPER CHANDRA



HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “Kinerja *Flat Slab* Beton Geopolimer Dengan Variasi Bukaannya” yang disusun oleh Christopher Chandra, NIM 03011281924073 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 23 Juni 2023.


Palembang, 23 Juni 2023

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

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M.P.

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 : CHRISTOPER CHANDRA

NIM : 03011281924073

Judul : KINERJA *FLAT SLAB* BETON GEOPOLIMER DENGAN VARIASI
BUKAAN

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, Juni 2023



CHRISTOPER CHANDRA

NIM. 03011281924073

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : CHRISTOPER CHANDRA

Jenis Kelamin : Laki-Laki

Email : chrischan0013@gmail.com

Riwayat Pendidikan:

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
SD Xaverius 3 Palembang	-	-	SD	2007-2013
SMP Xaverius 1 Palembang	-	-	SMP	2013-2016
SMA Xaverius 1 Palembang	-	MIPA	SMA	2016-2019
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	S1	2019-2023

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



(Christopher Chandra)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur di Indonesia bertambah maju pada masa sekarang. Beton adalah komponen yang penting dalam proses pembangunan infrastruktur. Dalam pembuatan beton diperlukan semen sebagai material perekat pembentuk beton. Semen yang digunakan dalam pembangunan infrastruktur memiliki dampak buruk bagi lingkungan disekitarnya. Hal ini diakibatkan proses pembuatan semen mengeluarkan emisi gas karbon dioksida (CO₂) yang tercampur dengan udara dan tersebar ke lingkungan. Oleh sebab itu, dalam upaya mengurangi pencemaran lingkungan dilakukan penelitian untuk mendapatkan teknologi beton yang memerlukan limbah dan bahan alam.

Penggunaan beton geopolimer merupakan salah satu beton yang ramah lingkungan, dikarenakan tidak menggunakan semen sebagai bahan pembentuknya. Bahan yang dapat digunakan beton geopolimer untuk menggantikan semen yaitu abu terbang (*fly ash*). Abu terbang (*fly ash*) diperoleh dari limbah sisa pembakaran batu bara yang tidak dapat digunakan kembali dan berbahaya bagi lingkungan, sehingga untuk mengurangi pencemaran lingkungan maka digunakan limbah sisa pembakaran batu bara ini.

Beton geopolimer ini bisa digunakan sebagai material beton untuk struktur *flat slab*. *Flat slab* adalah beton bertulang yang dibentuk dengan monolit menggunakan kolom pendukung yang dimana beban akan disalurkan secara langsung dari bawah pelat ke kolom pendukung. Penelitian ini akan membahas kinerja pelat datar dengan material beton geopolimer yang memiliki variasi jumlah, ukuran dan posisi bukaan.

Penelitian struktur *flat slab* beton geopolimer dengan variasi bukaan ini menggunakan *software* ANSYS dengan metode analisis numerik. Dimensi *flat slab* yang akan dimodelkan berdasarkan pada penelitian Santos, dkk. (2022), dengan dimensi 2400 mm x 2400 mm x 150 mm. Dalam penelitian ini, *flat slab* yang akan di modelkan memiliki variasi dalam posisi, jumlah, dan ukuran bukaan dengan dua

buah *flat slab* memiliki satu bukaan dengan dimensi bukaan yang berbeda dan posisi bukaan di arah timur kolom, satu buah *flat slab* memiliki satu bukaan dengan posisi bukaan di arah utara kolom, dan satu buah *flat slab* memiliki dua bukaan dengan dimensi yang sama dan posisi bukaan yang berbeda. Penelitian ini menggunakan pembebanan statik monotonik.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian kinerja *flat slab* beton geopolimer berdasarkan latar belakang adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil yang diperoleh dari proses analisis kinerja *flat slab* beton geopolimer yang memiliki variasi bukaan menggunakan program ANSYS?
2. Bagaimana pengaruh beban terhadap defleksi pada *flat slab* beton geopolimer dengan variasi bukaan?
3. Bagaimana pengaruh variasi posisi, jumlah, dan ukuran bukaan terhadap kinerja *flat slab* beton geopolimer?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang diperoleh dalam penelitian kinerja *flat slab* beton geopolimer adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis dan membandingkan selisih nilai defleksi maksimum *flat slab* hasil pengujian eksperimental dengan *flat slab* hasil analisis program ANSYS.
2. Mengetahui dan membandingkan beban maksimum yang dapat dihasilkan *flat slab* dengan material beton geopolimer dan material beton normal.
3. Mengetahui dan membandingkan keruntuhan yang dihasilkan kontur tegangan pada variasi bukaan *flat slab* dengan material beton geopolimer dan material beton normal.
4. Mengetahui dan membandingkan defleksi maksimum yang dihasilkan pada variasi bukaan *flat slab* dengan material beton geopolimer dan material beton normal.

5. Mengetahui dan menganalisis nilai daktilitas yang dihasilkan pada variasi bukaan *flat slab* dengan material beton geopolimer dan material beton normal.
6. Mengetahui dan menganalisis nilai energi disipasi yang dihasilkan pada variasi bukaan *flat slab* dengan material beton geopolimer dan material beton normal.
7. Mengetahui dan menganalisis pengaruh geser terhadap variasi bukaan yang dihasilkan *flat slab* dengan material beton geopolimer dan material beton normal.
8. Mengetahui dan menganalisis pengaruh variasi posisi, jumlah, dan ukuran bukaan terhadap kinerja *flat slab* beton geopolimer.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini memiliki ruang lingkup yang membahas kinerja *flat slab* beton geopolimer berdasarkan:

1. Penelitian dilakukan dengan menganalisis struktur *flat slab* dengan bantuan dari program ANSYS dengan menggunakan metode elemen hingga.
2. Permodelan struktur *flat slab* mengacu pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dengan variasi posisi, jumlah, dan ukuran bukaan.
3. Analisis yang digunakan dalam pengujian berupa *load control method*.
4. Penelitian ini menggunakan material beton geopolimer yang diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.
5. Pembebanan yang dipakai untuk penelitian ini yaitu pembebanan statik monotonik.

DAFTAR PUSTAKA

- Akkaya, dkk. 2022. Experimental, analytical, and numerical investigation of punching behaviour of two-way rc slab with multiple openings. In *Structures* (Vol. 43, pp. 574-593). Elsevier.
- American Concrete Institute, 2019. *Standard Test Method for Compressive Strength of Cyndrical Concrete Specimens*. ACI 318-19, American Concrete Institute.
- American Standard Testing and Material, 2017. *Standard Test Method for Splitting Tensile Strength of Cylindrical Concrete Specimens*. ASTM C496, American Standard Testing and Material
- ANSYS Inc. 2021. *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*.
- Bora, dkk. 2019. Analysis Of Flat Slab With And Without Opening. *International Journal of Scientific and Technology Research*, 8(9).
- El-Shafiey, dkk. 2022. Effect of opening shape, size and location on the punching shear behaviour of RC flat slabs. In *Structures* (Vol. 44, pp. 1138-1151). Elsevier.
- Fatmawati, dkk. 2020. Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Recycle Terhadap Beton Normal. *Bangun Rekaprima: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa, Sosial dan Humaniora*, 30-34.
- FEMA 356. 2000. *Prestandard and Commentary for The Seismic Rehabilitation of Buildings*. *Washington DC: Federal Emergency Management Agency*.
- Hamdi, dkk. 2022. *Teknologi Beton*. Tohar Media. Makassar.
- Hermawan, O. H. 2018. Pengaruh Perawatan Terdapat Kuat Tekan Beton. *Engineering: Jurnal Bidang Teknik*, 1-7.
- Li, Zongjin. 2022. *Advanced concrete technology*. John Wiley & Sons, Hoboken.
- Ma, dkk. 2018. Structural and material performance of geopolymer concrete: A review. *Construction and Building Materials*, 186, 90-102.

- Marinica, dkk. 2021. Finite element method to solve engineering problems using ansys. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 342). EDP Sciences.
- Pathak, dkk. 2017. Nonlinear finite element analysis of FRP strengthened RC beams with bond-slip effect. *International Journal of Computational Methods*, 14(03), 1750032.
- Sandya, Y., dan Musalamah, S. 2019. Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Pada Beton Geopolimer. *Educational Building Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil*, 5(2 DES), 59-63.
- Santos, dkk. 2022. Punching Resistance of Flat Slabs with Openings Adjacent to the Columns. *ACI Structural Journal*, 119(1), 41-53.
- SNI 2847-2019. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. *Bandung: Departemen Pekerjaan Umum*, 2019.
- Thompson, M. K., dan Thompson, J. M. 2017. *ANSYS mechanical APDL for finite element analysis*. Butterworth-Heinemann.
- Tjerita, K. N. 2018. Metode Elemen Hingga. *Bali: Universitas Udayana*.
- Tjoanto, dkk. 2021. Pengujian Kuat Tekan Beton Geopolimer Dengan Penambahan Semen Putih Pada Perawatan Suhu Ruang. *Jurnal Statik Sipil*, 9(4).
- Yulistiyanto, B. 2019. *Metode Numerik Aplikasi Untuk Teknik Sipil*. UGM PRESS. Yogyakarta.
- Zulfiati, dkk. 2019. Mechanical Properties of Fly Ash-Based Geopolymer with Natural Fiber. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1198, No. 08202, pp. 1-7). IOP Publishing.