

TUGAS AKHIR

**ANALISIS *PUNCHING SHEAR* PADA
FLAT SLAB SELF COMPACTING CONCRETE
DENGAN VARIASI RASIO TULANGAN
LONGITUDINAL**



**MUHAMMAD ANGGARA ADJI PRASETIYA
03011281924034**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

TUGAS AKHIR

ANALISIS *PUNCHING SHEAR* PADA *FLAT SLAB SELF COMPACTING CONCRETE* DENGAN VARIASI RASIO TULANGAN LONGITUDINAL

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



**MUHAMMAD ANGGARA ADJI PRASETIYA
03011281924034**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS *PUNCHING SHEAR* PADA
FLAT SLAB SELF COMPACTING CONCRETE DENGAN
VARIASI RASIO TULANGAN LONGITUDINAL**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik

Oleh:

MUHAMMAD ANGGARA ADJI PRASETIYA
03011281924034

Palembang, Januari 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

Kelompok 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 “Analisis *Punching Shear* pada *Flat Slab Self Compacting Concrete* dengan Variasi Rasio Tulangan Longitudinal”. 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. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. H. Joni Arliansyah, M.T., 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. Ibu Dr. Imroatul Chalimah Juliana, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Orang tua, adik, 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.

Palembang, Januari 2023

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
HALAMAN ABSTRAK.....	xv
HALAMAN ABSTRACK.....	xvi
HALAMAN RINGKASAN.....	xvii
HALAMAN SUMMARY.....	xviii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	xix
HALAMAN PERSETUJUAN.....	xx
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	xxi
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	xxii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Ruang Lingkup Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Material Beton	5
2.2. Beton Ringan	6
2.2.1. Beton Ringan Menggunakan Agregat Ringan	6
2.2.2. Beton Ringan Menggunakan Bubuk Aluminium.....	6
2.3. <i>Self Compacting Concrete</i>	7
2.4. Baja Tulangan.....	14
2.4.1. Baja Tulangan Polos (<i>Plain Bar</i>)	15

4.1.	Detail Pemodelan Struktur <i>Flat Slab</i> dengan Variasi Tulangan Longitudinal	53
4.2.	Pemodelan Struktur dalam ANSYS	54
4.3.	Data <i>Input</i>	57
	4.3.1. <i>Material Properties</i> Beton	58
	4.3.2. <i>Material Properties</i> Baja.....	58
	4.3.3. Pembebanan	58
4.4.	<i>Meshing</i> Elemen Struktur	59
4.5.	Analisis <i>Output</i> Program ANSYS	59
	4.5.1. Analisis <i>Output Flat Slab</i> Beton Agregat Ringan.....	60
	4.5.2. Analisis <i>Output Flat Slab Self Compacting Concrete</i>	63
4.6.	Kontur Tegangan	66
	4.6.1. Kontur Tegangan <i>Flat Slab</i> Beton Agregat Ringan (BAR)	67
	4.6.2. Kontur Tegangan <i>Flat Slab Self Compacting Concrete</i>	69
4.7.	Kontur Defleksi	71
	4.7.1. Kontur Defleksi <i>Flat Slab</i> Beton Agregat Ringan (BAR)	71
	4.7.2. Kontur Defleksi <i>Flat Slab Self Compacting Concrete</i>	74
4.8.	Daktilitas.....	77
	4.8.1. Daktilitas <i>Flat Slab</i> Eksperimental	77
	4.8.2. Daktilitas <i>Flat Slab</i> Beton Agregat Ringan (BAR).....	79
	4.8.3. Daktilitas <i>Flat Slab Self Compacting Concrete</i>	81
4.9.	Kekakuan	84
	4.9.1. Kekakuan <i>Flat Slab</i> Eksperimental.....	84
	4.9.2. Kekakuan <i>Flat Slab</i> Beton Agregat Ringan (BAR)	86
	4.9.3. Kekakuan <i>Flat Slab Self Compacting Concrete</i>	87
4.10.	Energi Disipasi.....	89
	4.10.1. Energi Disipasi <i>Flat Slab</i> Eksperimental	89
	4.10.2. Energi Disipasi <i>Flat Slab</i> Beton Agregat Ringan (BAR)	91
	4.10.3. Energi Disipasi <i>Flat Slab Self Compacting Concrete</i>	93
4.11.	Pengaruh Geser Terhadap Variasi Rasio Tulangan Longitudinal	94
BAB 5 PENUTUP		97

5.1. Kesimpulan.....	97
5.2. Saran	98
 DAFTAR PUSTAKA	 99

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 2. 1 Sketsa alat pengujian <i>fresh properties</i> SCC: (a) Meja sebar,.....	10
Gambar 2. 2 Tipe-tipe <i>slab</i> , (a) <i>Slab with beam</i> , (b) <i>Flat slab</i> , (c) <i>Flat slab with column capital</i> , (d) <i>Flat slab with drop panel</i> , (d) <i>Waffle slab</i>	16
Gambar 2. 3 (a) Detail tulangan longitudinal dan tulangan geser <i>flat slab</i> , (b) Hasil pengujian berupa pola retak pada sisi atas benda uji LC-1.23-0 terhadap variasi beban monotonik (Urban, dkk., 2019).....	18
Gambar 2. 4 Kondisi tampak atas dan bawah pelat L4-75-4s setelah dilakukan pembebanan (Marques, dkk., 2020).....	18
Gambar 2. 5 Detail geometri dan penulangan pada spesimen.....	19
Gambar 2. 6 Kapasitas <i>drift</i> pada pengujian spesimen (Broms, 2020).....	20
Gambar 2. 7 Kurva tegangan-regangan baja.....	21
Gambar 2. 8 Spesifikasi benda uji, (a) benda uji rasio 1.3%,	22
Gambar 2. 9 Kegagalan geser (Ruiz, dkk., 2013).....	23
Gambar 2. 10 Kondisi keruntuhan spesimen seri I, (a) tanpa tulangan geser, (b) tulangan yang diperkuat dengan <i>double-headed studs</i>	23
Gambar 2. 11 Kondisi keruntuhan spesimen seri II (Urban, dkk., 2019).....	24
Gambar 2. 12 Energi disipasi pembebanan monotonik (Decanini, 2005).....	25
Gambar 2. 13 Geser satu arah dan dua arah pada <i>slab</i> (Wigh dan McGregor, 2011).....	26
Gambar 2. 14 (a) <i>Set up</i> pembebanan monotonik, (b) <i>Section plan</i> pembebanan, (c) Ilustrasi pembebanan monotonik (Urban, dkk., 2019).....	28
Gambar 2. 15 Grafik hubungan geser (V) terhadap defleksi akibat beban monotonik (Urban, dkk., 2019).....	28
Gambar 2. 16 Pemodelan kurva tegangan-regangan beban monotonik pada beton normal (Hognestad, 1951).....	29
Gambar 2. 17 Hubungan antara <i>load carrying capacities</i> dan rasio tulangan longitudinal (Urban, dkk., 2019).....	30
Gambar 2. 18 Hipotesis <i>yield line</i> pada <i>flat slab</i> , (a) tanpa <i>punching shear reinforcement</i> , (b) dengan <i>punching shear reinforcement</i>	31

Gambar 2. 19 Elemen satu dimensi (Choiron, dkk., 2014).....	32
Gambar 2. 20 Elemen dua dimensi (Choiron, dkk., 2014)	32
Gambar 2. 21 Elemen tiga dimensi (Choiron, dkk., 2014)	33
Gambar 2. 22 <i>Finite motion</i> dari balok 3D (Zienkiewicz dan Taylor, 2000)	33
Gambar 2.23 Metode Newton-Raphson modifikasi dengan kenaikan tangen awal (Zienkiewicz dan Taylor, 2000)	37
Gambar 2.24 Metode Newton-Raphson modifikasi dengan kenaikan tangen (Zienkiewicz dan Taylor, 2000)	38
Gambar 2. 25 <i>Secant method</i> dimulai dari prediksi K^0 (Zienkiewicz dan Taylor, 2000).....	38
Gambar 2. 26 Model elemen SOLID65 (ANSYS Inc., 2013)	41
Gambar 2. 27 Model elemen SOLID45 (ANSYS Inc., 2013)	42
Gambar 2. 28 Model elemen LINK180 (ANSYS Inc., 2013)	42
Gambar 3. 1 Diagram alir (<i>flowchart</i>) metodologi penelitian.....	46
Gambar 3. 2 Kurva tegangan-regangan beton.....	48
Gambar 3. 3 Detail tulangan longitudinal elemen struktur <i>flat slab</i>	49
Gambar 3. 4 <i>Set up</i> pembebanan (Urban, dkk., 2019)	50
Gambar 3.5 Pemodelan <i>nodes SOLID65</i> struktur <i>flat slab</i> dengan ANSYS	51
Gambar 3. 6 Pemodelan <i>element SOLID65</i> struktur <i>flat slab</i> dengan ANSYS	51
Gambar 4. 1 Detail Pemodelan Struktur <i>Flat Slab</i> dengan Variasi Rasio Tulangan Longitudinal (Urban, dkk., 2019).....	54
Gambar 4. 2 <i>Nodes</i> pemodelan struktur <i>flat slab</i>	55
Gambar 4. 3 Representasi SOLID45 dan SOLID65 struktur <i>flat slab</i>	55
Gambar 4. 4 Pemodelan elemen LINK180 <i>type</i> LC-0.47-0 dan A1	56
Gambar 4. 5 Pemodelan elemen LINK180 <i>type</i> LC-0.86-0 dan A2.....	56
Gambar 4. 6 Pemodelan elemen LINK180 <i>type</i> LC-1.23-0 dan A3.....	57
Gambar 4. 7 <i>Meshing</i>	59
Gambar 4. 8 Perbandingan grafik geser (V)-defleksi model LC-0.47-0 material BAR.....	60
Gambar 4. 9 Perbandingan grafik geser (V)-defleksi model LC-0.86-0 material BAR.....	61

Gambar 4. 10 Perbandingan grafik geser (V)-defleksi model LC-1.23-0 material BAR.....	61
Gambar 4. 11 Perbandingan grafik geser (V)-defleksi model eksperimental material BAR.....	62
Gambar 4. 12 Perbandingan grafik geser (V)-defleksi model <i>output</i> ANSYS material BAR.....	62
Gambar 4. 13 Grafik geser (V)-defleksi model A1.....	64
Gambar 4. 14 Grafik geser (V)-defleksi model A2.....	64
Gambar 4. 15 Grafik geser (V)-defleksi model A3.....	65
Gambar 4. 16 Grafik geser (V)-defleksi gabungan model A1, A2, dan A3	65
Gambar 4. 17 Kontur tegangan <i>flat slab</i> model LC-0.47-0 BAR	67
Gambar 4. 18 Kontur tegangan <i>flat slab</i> model LC-0.86-0 BAR	68
Gambar 4. 19 Kontur tegangan <i>flat slab</i> model LC-1.23-0 BAR	69
Gambar 4. 20 Kontur tegangan <i>flat slab</i> model A1 beton SCC.....	70
Gambar 4. 21 Kontur tegangan <i>flat slab</i> model LC-0.86-0 BAR	70
Gambar 4. 22 Kontur tegangan <i>flat slab</i> model LC-1.23-0 BAR	71
Gambar 4. 23 Kontur defleksi material BAR.....	74
Gambar 4. 24 Kontur defleksi material <i>self compacting concrete</i>	76
Gambar 4. 25 Kurva <i>envelope flat slab</i> eksperimental	78
Gambar 4. 26 Kurva <i>envelope</i> material BAR	80
Gambar 4. 27 Kurva <i>envelope flat slab</i> material <i>self compacting concrete</i>	83
Gambar 4. 28 Kurva hubungan kekakuan dan <i>time load flat slab</i> eksperimental. 84	
Gambar 4. 29 Kurva hubungan persentase degradasi kekakuan dan <i>time load flat slab</i> eksperimental	85
Gambar 4. 30 Kurva hubungan kekakuan dan <i>time load flat slab</i> material BAR. 86	
Gambar 4. 31 Kurva hubungan persentase degradasi kekakuan dan <i>time load flat slab</i> material BAR	87
Gambar 4. 32 Kurva hubungan kekakuan dan <i>time load flat slab</i> material <i>self compacting concrete</i>	88
Gambar 4. 33 Kurva hubungan persentase degradasi kekakuan dan <i>time load flat slab</i> material <i>self compacting concrete</i>	89
Gambar 4. 34 Luasan hasil energi disipasi <i>flat slab</i> eksperimental	91

Gambar 4. 35 Luasan hasil energi disipasi <i>flat slab</i> material BAR	92
Gambar 4. 36 Luasan hasil energi disipasi <i>flat slab</i> material <i>self compacting concrete</i>	94
Gambar 4. 37 Pengaruh geser terhadap variasi rasio tulangan longitudinal	96

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2. 1 Klasifikasi kelas <i>slump flow</i>	8
Tabel 2. 2 Klasifikasi kelas <i>viscosity</i>	8
Tabel 2. 3 Klasifikasi kelas <i>passing ability</i>	9
Tabel 2. 4 Klasifikasi kelas <i>segregation resistance</i>	9
Tabel 2. 5 Persyaratan komposisi campuran <i>self compacting concrete</i>	11
Tabel 2. 6 Kandungan <i>sugarcane bagasse ash</i> (SCBA).....	12
Tabel 2. 7 Komposisi campuran <i>self compacting concrete</i> dengan ampas tebu...	12
Tabel 2. 8 Hasil pengujian <i>fresh properties self compacting concrete</i> dengan ampas tebu.....	14
Tabel 2. 9 Rekapitulasi akibat variasi rasio tulangan longitudinal	22
Tabel 2. 10 Kategori daktilitas	24
Tabel 3. 1 Data tegangan-regangan material <i>self compacting concrete</i>	47
Tabel 4. 1 Variasi tulangan longitudinal <i>flat slab</i>	53
Tabel 4. 2 <i>Material Properties</i>	57
Tabel 4. 3 <i>Material properties</i> baja tulangan.....	58
Tabel 4. 4 Persentase selisih nilai defleksi maksimum pada eksperimental dan ANSYS.....	63
Tabel 4. 5 Nilai geser (V) maksimum dan defleksi maksimum berbagai variasi tulangan longitudinal material <i>self compacting concrete</i>	66
Tabel 4. 6 Penentuan titik leleh dan nilai daktilitas <i>flat slab</i> eksperimental.....	77
Tabel 4. 7 Penentuan titik leleh dan nilai daktilitas <i>flat slab</i> BAR berbagai variasi rasio tulangan longitudinal	79
Tabel 4. 8 Persentase selisih nilai daktilitas pada eksperimental dan ANSYS.....	81
Tabel 4. 9 Nilai daktilitas <i>flat slab self compacting concrete</i> berbagai variasi rasio tulangan longitudinal.....	81
Tabel 4. 10 Persentase selisih nilai daktilitas model BAR dan beton SCC hasil analisis ANSYS.....	83
Tabel 4. 11 Degradasi nilai kekakuan struktur <i>flat slab</i> eksperimental.....	85
Tabel 4. 12 Degradasi nilai kekakuan struktur <i>flat slab</i> material BAR.....	86

Tabel 4. 13 Degradasi nilai kekakuan struktur <i>flat slab</i> material <i>self compacting concrete</i>	88
Tabel 4. 14 Nilai energi disipasi <i>flat slab</i> eksperimental	91
Tabel 4. 15 Nilai energi disipasi <i>flat slab</i> material BAR	92
Tabel 4. 16 Persentase selisih nilai energi disipasi pada eksperimental dan ANSYS	93
Tabel 4. 17 Nilai energi disipasi <i>flat slab</i> material <i>self compacting concrete</i>	94
Tabel 4. 18 Pengaruh geser terhadap variasi rasio tulangan longitudinal.....	95

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Lampiran Penjabaran Perhitungan Geser	102
2. Lembar Asistensi Tugas Akhir.....	104
3. Hasil Seminar Sidang Sarjana/Ujian Tugas Akhir.....	105
4. Surat Keterangan Tidak Ada Kesamaan Judul Tugas Akhir	107
5. Surat Keterangan Selesai Tugas Akhir	108
6. Surat Keterangan Selesai Revisi Tugas Akhir.....	109

ANALISIS PUNCHING SHEAR PADA FLAT SLAB SELF COMPACTING CONCRETE DENGAN VARIASI RASIO TULANGAN LONGITUDINAL

Muhammad Anggara Adji Prasetya¹⁾, Saloma²⁾, Siti Aisyah Nurjannah³⁾

- ¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya
E-mail: anggaraaji064@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

Seiring dengan adanya kemajuan dalam teknologi dan ilmu pengetahuan pada bidang konstruksi, banyak sistem atau metode yang telah dikembangkan untuk tujuan perencanaan atau pelaksanaan konstruksi elemen struktur, salah satunya adalah *flat slab*. Namun, bila suatu bangunan gedung dengan sistem *flat slab* dibebani secara vertikal, bagian pertemuan kolom dan *slab* mengalami tegangan akibat gaya geser atau yang dikenal dengan *punching shear* yang relatif besar, sehingga mengakibatkan defleksi yang relatif besar juga. *Self compacting concrete (SCC)* atau beton alir merupakan inovasi terkini yang dapat memungkinkan untuk memenuhi rongga pada tulangan yang sulit untuk dijangkau *vibrator* karena celah yang rapat. Penelitian ini bertujuan menganalisis *punching shear* pada *flat slab self compacting concrete* terhadap beban monotonik. Analisis dilakukan menggunakan ANSYS yang berbasis metode elemen hingga (*finite element method*). Output analisis berupa kurva hubungan geser (V) dan defleksi, penentuan titik leleh struktur, daktilitas, kontur tegangan, kontur defleksi, kekakuan struktur, energi disipasi, serta pengaruh geser terhadap rasio tulangan longitudinal. Hasil perbandingan *punching shear* struktur *flat slab* dengan variasi rasio tulangan longitudinal menggunakan program ANSYS terhadap pengujian eksperimental beton agregat ringan memiliki selisih defleksi maksimum sebesar 2,685% pada model LC-0.47-0, selisih 0,538% pada model LC-0.86-0, dan selisih 7,228% pada model LC-1.23-0. Nilai daktilitas beton SCC lebih kecil daripada beton agregat ringan karena komposisi material beton SCC tidak mengandung *fiber* dan memiliki massa jenis lebih besar dari beton agregat ringan. Model A3 memiliki jarak antar tulangan longitudinal yang sangat rapat dibandingkan kedua model lainnya sehingga defleksi yang dihasilkan sangat kecil dan bersifat getas, meskipun menghasilkan energi disipasi yang kecil model A3 memperlihatkan perilaku yang sangat baik dibandingkan model A1 dan A2. Ditinjau terhadap pengaruh geser bahwa semakin tinggi variasi rasio tulangan longitudinal pada model *flat slab*, maka semakin besar juga ketahanan geser pada struktur tersebut ketika diaplikasikan beban monotonik.

Kata kunci: beban monotonik, *flat slab*, metode elemen hingga, *self compacting concrete*

Palembang, Januari 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

Dekan Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan



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

NIP. 197610312002122001

ANALISIS PUNCHING SHEAR PADA FLAT SLAB SELF COMPACTING CONCRETE DENGAN VARIASI RASIO TULANGAN LONGITUDINAL

Muhammad Anggara Adji Prasetya¹⁾, Saloma²⁾, Siti Aisyah Nurjannah³⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

E-mail: anggaraaji064@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: sitiaisyah@fl.unsri.ac.id

Abstrack

Along with advances in technology and science in the field of construction, many systems or methods have been developed for the purpose of planning or implementing the construction of structural elements, one of which is flat slab. However, if a building with a system flat slab vertically loaded, the junction of the column and slab subjected to stress due to shear force or what is known as punching shear relatively large, resulting in a relatively large deflection as well. Self compacting concrete (SCC) or flowing concrete is the latest innovation that can make it possible to fill cavities in reinforcement that are difficult to reach vibrator due to tight gaps. This study aims to analyze punching shear on flat slab self compacting concrete against monotonic loads. Analysis was performed using ANSYS which is based on the finite element method. Output analysis in the form of shear relationship (V) and deflection curves, determining the yield point of the structure, ductility, stress contours, deflection contours, structural stiffness, energy dissipation, and the effect of shear on the ratio of longitudinal reinforcement. Comparison results punching shear structure flat slab with variations in the longitudinal reinforcement ratio using the ANSYS program on experimental testing of lightweight aggregate concrete has a maximum deflection difference of 2.685% in the LC-0.47-0 model, a difference of 0.538% in the LC-0.86-0 model, and a difference of 7.228% in the LC-1.23-0 model. Self compacting concrete ductility value smaller than lightweight aggregate concrete due to the self compacting concrete material composition not contain fiber and has a density greater than light aggregate concrete. Model A3 has a very tight distance between the longitudinal reinforcement compared to the other two models so that the resulting deflection is very small and brittle, although it produces a small energy dissipation the A3 model shows very good behavior compared to the A1 and A2 models. Judging from the effect of shear, the higher the variation of the longitudinal reinforcement ratio in the model flat slab, the greater the shear resistance of the structure when a monotonic load is applied.

Key Words: monotonic load, flat slab, finite element method, self compacting concrete

Palembang, Januari 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

Teknik Sipil dan Perencanaan



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

NIP. 197610312002122001

RINGKASAN

ANALISIS *PUNCHING SHEAR* PADA *FLAT SLAB SELF COMPACTING CONCRETE* DENGAN VARIASI RASIO TULANGAN LONGITUDINAL

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir, 20 Januari 2023

Muhammad Anggara Adji Prasetya; 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

xxii + 101 halaman, 71 gambar, 29 tabel, 6 lampiran

Seiring dengan adanya kemajuan dalam teknologi dan ilmu pengetahuan pada bidang konstruksi, banyak sistem atau metode yang telah dikembangkan untuk tujuan perencanaan atau pelaksanaan konstruksi elemen struktur, salah satunya adalah *flat slab*. Namun, bila suatu bangunan gedung dengan sistem *flat slab* dibebani secara vertikal, bagian pertemuan kolom dan *slab* mengalami tegangan akibat gaya geser atau yang dikenal dengan *punching shear* yang relatif besar, sehingga mengakibatkan defleksi yang relatif besar juga. *Self compacting concrete (SCC)* atau beton alir merupakan inovasi terkini yang dapat memungkinkan untuk memenuhi rongga pada tulangan yang sulit untuk dijangkau *vibrator* karena celah yang rapat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis *punching shear* pada *flat slab self compacting concrete* terhadap beban monotonik. Analisis dilakukan menggunakan ANSYS yang berbasis metode elemen hingga (*finite element method*). *Output* analisis berupa kurva hubungan geser (V) dan defleksi, penentuan titik leleh struktur, daktilitas, kontur tegangan, kontur defleksi, kekakuan struktur, energi disipasi, serta pengaruh geser terhadap rasio tulangan longitudinal. Hasil perbandingan *punching shear* struktur *flat slab* dengan variasi rasio tulangan longitudinal menggunakan program ANSYS terhadap pengujian eksperimental beton agregat ringan memiliki selisih defleksi maksimum sebesar 2,685% pada model LC-0.47-0, selisih 0,538% pada model LC-0.86-0, dan selisih 7,228% pada model LC-1.23-0. Nilai daktilitas beton SCC lebih kecil daripada beton agregat ringan karena komposisi material beton SCC tidak mengandung *fiber* dan memiliki massa jenis lebih besar dari beton agregat ringan. Model A3 memiliki jarak antar tulangan longitudinal yang sangat rapat dibandingkan kedua model lainnya sehingga defleksi yang dihasilkan sangat kecil dan bersifat getas, meskipun menghasilkan energi disipasi yang kecil model A3 memperlihatkan perilaku yang sangat baik dibandingkan model A1 dan A2. Ditinjau terhadap pengaruh geser bahwa semakin tinggi variasi rasio tulangan longitudinal pada model *flat slab*, maka semakin besar juga ketahanan geser pada struktur tersebut ketika diaplikasikan beban monotonik.

Kata kunci: beban monotonik, *flat slab*, metode elemen hingga, *self compacting concrete*

SUMMARY

PUNCHING SHEAR ANALYSIS ON SELF COMPACTING CONCRETE FLAT SLAB WITH VARIATION OF LONGITUDINAL REINFORCEMENT RATIO

Scientific papers in form of Final Projects, January 20th 2023

Muhammad Anggara Adji Prasetya; 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

xxii + 101 pages, 71 images, 29 table, 6 attachment

Along with advances in technology and science in the field of construction, many systems or methods have been developed for the purpose of planning or implementing the construction of structural elements, one of which is flat slab. However, if a building with a system flat slab vertically loaded, the junction of the column and slab subjected to stress due to shear force or what is known as punching shear relatively large, resulting in a relatively large deflection as well Self compacting concrete (SCC) or flowing concrete is the latest innovation that can make it possible to fill cavities in reinforcement that are difficult to reach vibrator due to tight gaps. This study aims to analyze punching shear on flat slab self compacting concrete against monotonic loads. Analysis was performed using ANSYS which is based on the finite element method. Output analysis in the form of shear relationship (V) and deflection curves, determining the yield point of the structure, ductility, stress contours, deflection contours, structural stiffness, energy dissipation, and the effect of shear on the ratio of longitudinal reinforcement. Comparison results punching shear structure flat slab with variations in the longitudinal reinforcement ratio using the ANSYS program on experimental testing of lightweight aggregate concrete has a maximum deflection difference of 2.685% in the LC-0.47-0 model, a difference of 0.538% in the LC-0.86-0 model, and a difference of 7.228% in the LC-1.23-0 model. Self compacting concrete ductility value smaller than lightweight aggregate concrete due to the self compacting concrete material composition not contain fiber and has a density greater than light aggregate concrete. Model A3 has a very tight distance between the longitudinal reinforcement compared to the other two models so that the resulting deflection is very small and brittle, although it produces a small energy dissipation the A3 model shows very good behavior compared to the A1 and A2 models. Judging from the effect of shear, the higher the variation of the longitudinal reinforcement ratio in the model flat slab, the greater the shear resistance of the structure when a monotonic load is applied.

Keywords: monotonic load, flat slab, finite element method, self compacting concrete

PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Anggara Adji Prasetya

NIM : 03011281924034

Judul : Analisis *Punching Shear* pada *Flat Slab Self Compacting Concrete* dengan Variasi Rasio Tulangan Longitudinal

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 2023



Muhammad Anggara Adji Prasetya

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tugas Akhir ini dengan judul “Analisis *Punching Shear* pada *Flat Slab Self Compacting Concrete* dengan Variasi Rasio Tulangan Longitudinal” yang disusun oleh Muhammad Anggara Adji Prasetya, 03011281924034 telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 20 Januari 2023.

Palembang, 20 Januari 2023

Tim Penguji Karya Ilmiah berupa Tugas Akhir

Ketua:

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

()

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

()

Anggota:

3. Dr. Ir. K. M. Aminuddin, S.T., M.T.,
IPM., ASEAN. Eng.
NIP. 197203141999031006

()

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik


Prof. Dr. 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 : Muhammad Anggara Adji Prasetya

NIM : 03011281924034

Judul : Analisis *Punching Shear* pada *Flat Slab Self Compacting Concrete* dengan Variasi Rasio Tulangan Longitudinal

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 2023



Muhammad Anggara Adji Prasetya

NIM. 03011281924034

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Muhammad Anggara Adji Prasetya
Jenis Kelamin : Laki-Laki
E-mail : anggaraaji064@gmail.com

Riwayat Pendidikan :

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Masa
SD Negeri 6 Martapura			SD	2007-2013
SMP Negeri 1 Martapura			SMP	2013-2016
SMA Negeri 3 Martapura		MIPA	SMA	2016-2019
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	S1	2019-2023

Demikian riwayat hidup penulis yang dibuat dengan sebenarnya.

Dengan Hormat,



(Muhammad Anggara Adji Prasetya)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara berkembang yang sedang mengembangkan infrastruktur di seluruh wilayahnya. Salah satu pembangunan infrastruktur yang telah banyak dikembangkan adalah konstruksi gedung bertingkat. Peningkatan terhadap perkembangan gedung bertingkat terjadi di Indonesia. Hal tersebut pastinya memberikan dampak positif terhadap masyarakat Indonesia yang semakin bertambah dari tahun ke tahun. Suatu struktur dikatakan stabil jika tidak mengalami kehancuran sampai pada perencanaan umur bangunan tersebut. Salah satu struktur penting pada bangunan atas, yaitu kolom, merupakan komponen yang membutuhkan pertimbangan penting, kehancuran atau kegagalan pada suatu kolom dapat mengakibatkan runtuhnya seluruh struktur bangunan bagian atas dari gedung tersebut.

Seiring dengan adanya kemajuan dalam teknologi dan ilmu pengetahuan pada bidang konstruksi, banyak sistem atau metode yang telah dikembangkan untuk tujuan perencanaan atau pelaksanaan konstruksi elemen struktur, salah satunya adalah *flat slab*. Struktur *flat slab* merupakan salah satu metode konstruksi pada pelat lantai beton bertulang dimana pelat lantai ditumpu langsung oleh kolom tanpa adanya interposisi balok seperti pada struktur bangunan umumnya. Ketinggian struktur yang minimal dan pemasangan perpipaan dan saluran utilitas yang fleksibel memungkinkan dalam sistem *flat slab*. Akibat meminimalkan tinggi antar lantai, tinggi kolom dan penggunaan partisi relatif kecil. Namun, bila suatu bangunan gedung dengan sistem *flat slab* dibebani secara vertikal, bagian pertemuan kolom dan *slab* mengalami tegangan akibat gaya geser atau yang dikenal dengan *punching shear* yang relatif besar, sehingga mengakibatkan defleksi yang relatif besar juga, terutama pada area pembebanan yang menjadikan titik tersebut akar dari kelemahan struktur.

Punching shear adalah gaya geser yang menyebabkan *slab* mengalami desak setempat dengan dua arah kerja pada *slab*. Keruntuhan akibat *punching shear* ini dapat terjadi secara tiba-tiba tanpa ada peringatan awal. Kekuatan dan daktilitas

elemen struktur dapat mengalami penurunan akibat pengaruh dari gaya geser. Selain itu ragam keruntuhan akibat geser jauh lebih kompleks dibandingkan dengan keruntuhan akibat lentur karena banyak faktor yang berpengaruh terhadap ragam keruntuhan tersebut seperti kuat tekan beton (f'_c), rasio tulangan longitudinal, serta perbandingan bentang geser terhadap tinggi efektif.

Pelat lantai merupakan elemen struktur yang sangat penting di dalam sistem struktur bangunan, dikarenakan pelat lantai secara langsung menerima beban gravitasi dan beban pelat lantai itu sendiri yang kemudian akan disalurkan ke kolom. Gaya-gaya pada pelat lantai ditopang oleh kolom yang akan menjadi elemen tekan pada kolom tersebut. Selain menahan gravitasi, pelat lantai juga harus menahan kombinasi beban aksial dan momen lentur. Kegagalan pelat lantai dapat mengakibatkan runtuhnya komponen struktur utama seperti kolom yang berhubungan langsung pada pelat lantai.

Seiring kemajuan teknologi, penelitian terkait perilaku suatu elemen struktur tidak hanya dilakukan secara eksperimental di laboratorium, namun juga terdapat program bantuan yang dapat menganalisisnya, seperti ANSYS. Program ANSYS ini merupakan program yang dapat menyelesaikan masalah analisis struktur berdasarkan metode elemen hingga (*finite element method*). *Output* dari analisis program ANSYS adalah pendekatan secara numerik.

Self compacting concrete (SCC) atau beton alir merupakan inovasi terkini yang dapat memberikan kemudahan dalam kegiatan pengecoran beton bertulang. Material *self compacting concrete* (SCC) adalah salah satu beton bermutu tinggi yang dapat digunakan untuk bangunan atau struktur tahan gempa. Pengecoran *self compacting concrete* (SCC) memiliki jenis beton yang dapat memadatkan dan mengalirkan beton dengan berat sendirinya, sehingga tidak membutuhkan alat penggetar. Sifat homogen dan keenceran pada beton SCC dapat memungkinkan untuk memenuhi rongga pada tulangan yang sulit untuk dijangkau *vibrator* karena celah yang rapat. Oleh karena itu, pada penelitian ini dengan menggunakan program ANSYS dilakukan studi numerik mengenai analisis *punching shear* pada *flat slab* yang diberikan variasi rasio tulangan longitudinal dengan material *self compacting concrete* terhadap beban monotonik.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas pada penelitian analisis *punching shear* pada *flat slab self compacting concrete* dengan variasi rasio tulangan longitudinal adalah:

1. Bagaimana hasil analisis *punching shear* pada *flat slab lightweight aggregate concrete* (beton agregat ringan) terhadap beban monotonik yang dianalisis menggunakan program ANSYS?
2. Bagaimana metode analisis beban monotonik pada elemen *flat slab* material *self compacting concrete* terhadap beban monotonik dengan variasi rasio tulangan longitudinal menggunakan program ANSYS?
3. Bagaimana hasil analisis *punching shear* pada *flat slab* yang diberikan variasi rasio tulangan longitudinal dengan material *self compacting concrete* terhadap beban monotonik?

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian berjudul analisis *punching shear* pada *self compacting concrete flat slab* dengan variasi rasio tulangan longitudinal, yaitu:

1. Membandingkan dan memverifikasi analisis *punching shear* elemen struktur *flat slab lightweight aggregate concrete* (beton agregat ringan) dari pengujian eksperimental Urban, dkk. (2019) dengan hasil analisis menggunakan program ANSYS.
2. Menganalisis beban monotonik pada elemen struktur *flat slab* material *self compacting* dengan variasi rasio tulangan longitudinal menggunakan program ANSYS.
3. Menganalisis dan membandingkan analisis *punching shear* pada *flat slab self compacting concrete* dengan variasi rasio tulangan longitudinal terhadap beban monotonik.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup pada penelitian analisis *punching shear* pada *flat slab self compacting concrete* dengan variasi rasio tulangan longitudinal diatur dalam lingkup:

1. Pemodelan struktur *flat slab* pada program ANSYS berupa pemodelan elemen jenis SOLID65 untuk merepresentasikan beton, SOLID45 untuk merepresentasikan pelat baja, dan LINK180 untuk merepresentasikan baja tulangan dengan analisis metode elemen hingga (*finite element method*).
2. Data sekunder diambil dari hasil penelitian eksperimental terdahulu oleh Urban, dkk. (2019) tentang analisis *punching shear* pada *flat slab* terhadap beban monotonik. Pembebanan mengacu pada ACI 318.
3. Pemodelan struktur yang digunakan dalam penelitian ini adalah pemodelan *flat slab* tipe LC-0.47-0, LC-0.86-0, dan LC-1.23-0 dengan material *lightweight aggregate concrete* (beton agregat ringan) dan material *self compacting concrete*.
4. Data *properties* material *self compacting concrete* didapatkan dari penelitian terdahulu oleh Hanafiah, dkk. (2017) pada pengujian perilaku *self compacting concrete* dengan ampas tebu.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI (American Concrete Institute). (2013). Guide for testing reinforced concrete structural element under slowly applied simulated seismic loads. *Farmington Hills, MI*.
- ACI (American Concrete Institute). (2014). Building code requirements for structural concrete (ACI 318-14) and commentary. *ACI 318-14, Farmington Hills, MI*.
- ACI (American Concrete Institute). (2019). Response of Slab-Column Connections under Dynamic Collapse Load Rates. *Farmington Hills, MI*.
- ACI (American Concrete Institute). (2020). Study of Failure Mode of Reinforced Concrete Flat Slabs with Openings and Studs. *Farmington Hills, MI*.
- ACI (American Concrete Institute). (2022). On Punching Shear Strength of Steel Fiber-Reinforced Concrete Slabs-on-Ground. *Farmington Hills, MI*.
- ACI (American Concrete Institute). (2022). Uncertainty Modeling and Analysis of Punching Shear Resistance of Flat Slabs. *Farmington Hills, MI*.
- Ali, Moaz H. 2018. Finite Element Analysis is a Powerful Approach to Predictive Manufacturing Parameters. *Journal of University of Babylon*. 26(3).
- ANSYS Inc. 2013. ANSYS Mechanical APDL Introductory Tutorials. *United States of America*.
- 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*.
- Brouwers, H. J. H., dan Radix, H. J. 2005. Self-Compacting Concrete: Theoretical and Experimental Study. *Cement and Concrete Research*, 35(11), 2116–2136.

- 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.
- 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*.
- Decanini, L. 2005. Estimation of Near-Source Ground Motion and Seismic Behaviour of RC Framed Structures Damaged by The 1999 Athens Earthquake. *Journal of Earthquake Engineering*, Vol. 9 No. 5 (609-635).
- Desai, D. 2012. Development of Lightweight Concrete. *Civil Engineering Portal*.
- 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*.
- Hanafiah, dkk. 2017. The Behavior of Self-Compacting Concrete (SCC) with Bagasse Ash. *AIP Conference Proceedings*, 1903.
- Jagota, dkk. 2013. Finite Element Method: An Overview. *Walailak Journal of Science and Technology*, 10(1), 1–8.
- Lee, H. T., & Ludwig, H. M. (2016). Effect Of Rice Husk Ash And Other Mineral Admixtures On Properties Of Self-Compacting High Performance Concrete. *Materials & Design*.
- Li, Zongjin. 2011. Advanced Concrete Technology. *John Wiley & Sons, Hoboken*.

- Lu, Yiqiu, et al. 2016. Cyclic Testing of Reinforced Concrete Walls with Distributed Minimum Vertical Reinforcement. *J. Struct. Eng. American Society of Civil Engineers*.
- Nawy, Tavio, dan Kusuma. Beton Bertulang: Sebuah Pendekatan Mendasar. 2010. Surabaya: ITS Press.
- Persson, B., 2000, A Comparison Between Mechanical Properties of self-compacting concrete and the Corresponding Properties of Normal Concrete, *Cement and Concrete Research*, Vol. 31, Pergamon.
- Singh, Ningombam Thoiba. 2016. Effective Uses of Lightweight Concrete. *Journal of Civil Engineering and Environmental Technology*.
- SNI 2847-2019. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. Bandung: Departemen Pekerjaan Umum, 2019.
- Szabo, B., dan Babuska, I. 2021. Finite Element Analysis Method, Verification, and Validation. *United State of America: Wiley*.
- Urban, dkk. 2019. Experimental investigations on punching shear of lightweight aggregate concrete flat slabs. *Journal Of Engineering Structures* 197.
- Victor. 2017. Pengaruh Nilai W/C terhadap Mikrostruktur Self Compacting Concrete (SCC) dengan Abu Sekam Padi. Tugas Akhir. *Indralaya: Universitas Sriwijaya*.
- Wu, dkk. 2022. Anisotropic ductile fracture: experiments, modeling, and numerical simulations. *Journal of Materials Research and Technology* 20:833-856.
- Zienkiewicz, O. C., & Taylor, R. L. 2000. The Finite Element Method Fifth Edition Volume 1 : The Basis. *Oxford: Butterworth-Heinemann*.
- Zienkiewicz, O. C., & Taylor, R. L. 2000. The Finite Element Method Fifth Edition Volume 2 : Solid Mechanics. *Oxford: Butterworth-Heinemann*.