

TUGAS AKHIR

**STUDI EKSPERIMENTAL KEKAKUAN BALOK BETON
BERTULANG RANGKAP DENGAN AGREGAT NORMAL**

*Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil
Universitas Muhammadiyah Jember*



**Disusun Oleh:
AJENG TEGAR AFRILIA
NIM. 1810611037**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH JEMBER**

2022

HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**STUDI EKSPERIMENTAL KEKAKUAN BALOK BETON
BERTULANG RANGKAP DENGAN AGREGAT NORMAL**

*Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh
Gelara Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil
Universitas Muhammadiyah Jember*

Disusun Oleh :

AJENG TEGAR AFRILIA

NIM. 1810611037

Telah disahkan oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Adhitya Surya Manggala, ST., MT


Dr. Ir. Muhtar, ST., MT., IPM

NIDN. 0727088701

NIDN. 0010067301

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II


Ir. Pujo Priyono, MT


Ir. Totok Dwi Kuryanto, MT

NIDN. 0022126402

NIDN. 0013086602

HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**STUDI EKSPERIMENTAL KEKAKUAN BALOK BETON
BERTULANG RANGKAP DENGAN AGREGAT NORMAL**

Disusun Oleh :

AJENG TEGAR AFRILIA

NIM. 1810611037

Telah mempertanggung jawabkan Laporan Skripsinya pada Sidang Skripsi tanggal 06, bulan Januari 2023 sebagai salah satu syarat kelulusan dan mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember.

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II


Adhitva Surya Manggala, ST., MT


Dr. Ir. Muhtar, ST., MT., IPM

NIDN. 0727088701

NIDN. 0010067301

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II


Ir. Pujo Priyono, MT


Ir. Totok Dwi Kuryanto, MT

NIDN. 0022126402

NIDN. 0013086602

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknik

Dr. Nanang Saiful Rizal, ST., MT., IPM
NIDN. 0705047806

Mengetahui,
Kepala Program Studi Teknik Sipil

Taufan Abadi, ST., MT
NIDN. 071009603

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ajeng Tegar Afrilia

NIM : 1810611037

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa karya ilmiah berupa skripsi yang berjudul : EKSPERIMENTAL KEKAKUAN BALOK BETON BERTULANG RANGKAP DENGAN AGREGAT NORMAL adalah hasil karya sendiri. Terkecuali jika ada beberapa kutipan substansi telah saya sebutkan sumbernya. Belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya plagiat maupun jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keaslian, keabsahan, dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun serta saya bersedia memperoleh sanksi atas perbuatan tersebut, jika ternyata di kemudian hari ada pihak-pihak yang dirugikan dari pernyataan yang tidak benar tersebut.

Jember, 20 Januari 2023

Yang menyatakan,



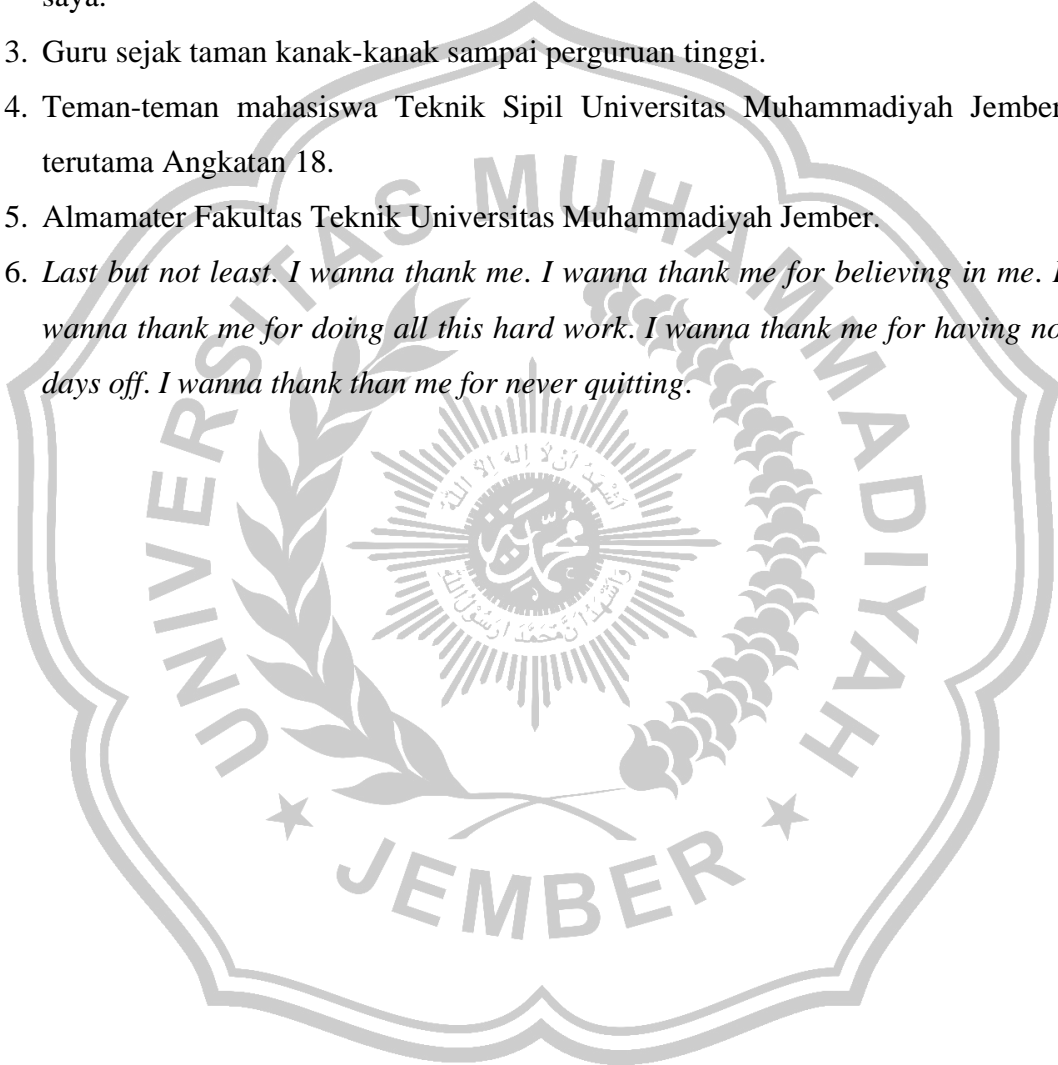
Ajeng Tegar Afrilia

NIM. 1810611037

PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan kepada :

1. Orang tua tercinta, Bapak Ja'far Shodiq dan Ibu Bunaya Nuryati yang selalu memberikan doa serta dukungan secara mental, fisik, dan finansial dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
2. Kakak kandung saya Dian Ayu Oktaviane dan semua anggota keluarga besar saya.
3. Guru sejak taman kanak-kanak sampai perguruan tinggi.
4. Teman-teman mahasiswa Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember terutama Angkatan 18.
5. Almamater Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember.
6. *Last but not least. I wanna thank me. I wanna thank me for believing in me. I wanna thank me for doing all this hard work. I wanna thank me for having no days off. I wanna thank than me for never quitting.*



MOTTO

“Allah tidak akan membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”

(Al-Baqarah:286)

“I feel like the the possibility of all those possibilities being possible is just another possibility that could possibly happen”

(Mark Lee)



PRAKARTA

Puji dan syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala anugerah-Nya dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini tepat pada waktunya dengan judul “EKSPERIMENTAL KEKAKUAN BALOK BETON BERTULANG RANGKAP DENGAN AGREGAT NORMAL”. Skripsi ini merupakan persyaratan terakhir akademis yang telah ditetapkan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember.

Selama pengerjaan skripsi ini banyak sekali hambatan yang penulis alami, namun berkat bantuan, dorongan serta bimbingan dari berbagai pihak, akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT atas petunjuk, hidayah serta rahmat dan karunia-Nya yang menjadi penuntun dalam setiap langkah saya dan semoga bisa menjadi barokah dalam hidup.
2. Orang tua tercinta, Bapak Ja'far Shodiq dan Ibu Bunaya Nuryati, terima kasih atas seluruh doa yang selalu kalian panjatkan, serta memberikan semangat hingga saya bisa sampai di titik ini.
3. Kakak saya Dian Ayu Oktaviane serta seluruh keluarga yang senantiasa menjadi inspirasi dan motivasi serta memberikan dukungan kepada saya dalam menyelesaikan tugas akhir dengan baik.
4. Dr. Ir. Nanang Saiful Rizal, ST., MT., IPM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember.
5. Taufan Abadi, ST., MT selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Jember.
6. Adhitya Surya Manggala, ST., MT selaku dosen pembimbing I terima kasih sudah membimbing dan memberikan masukan kepada saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Dr. Ir. Muhtar, ST., MT., IPM selaku dosen pembimbing II terima kasih sudah membimbing dan memberikan masukan kepada saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Ir. Pujo Priyono, MT selaku dosen penguji I.

9. Ir. Totok Dwi Kuryanto, MT selaku dosen penguji II.
10. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Jember yang telah banyak memberikan ilmu kepada saya.
11. Teman se perjuangan ST, sefrekuensi, sahabat, dan juga sudah saya anggap seperti keluarga kedua Nicho Fiero dan mahasiswa Teknik Sipil Angkatan 18 yang selalu memberikan motivasi untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
12. Semua pihak yang telah membantu menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak bisa saya sebutkan satu-persatu.

Penulis mengakui bahwa mungkin tugas akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan. Untuk itu penulis berharap kritik dan saran yang membangun untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Akhir kata, semoga penulis tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan dunia konstruksi teknik sipil.

Jember, 20 Januari 2023

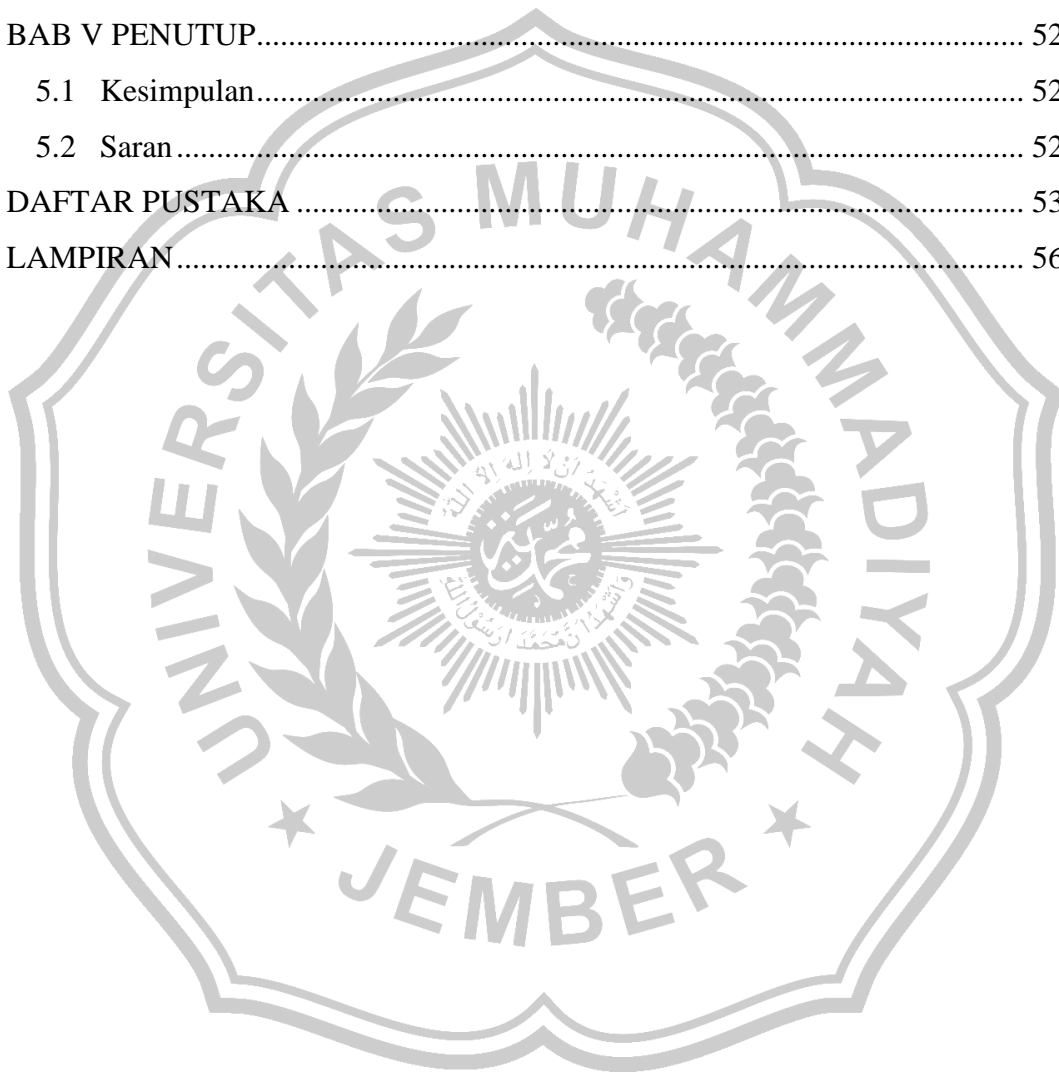
Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iv
PERSEMBAHAN	v
MOTTO	vi
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vi
PRAKARTA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tinjauan Umum	5
2.2 Kekakuan.....	5
2.3 Lendutan.....	8
2.4 Daktilitas	9
2.5 Kapasitas Lentur Balok Beton Bertulang Rangkap.....	10
2.6 Jenis-jenis Keruntuhan Pada Balok Beton Bertulang	14
2.7 Material Pembentuk Beton	16
2.7.1 Semen PPC (<i>Portland Pozzoland Cement</i>).....	16
2.7.2 Air	17
2.7.3 Agregat.....	17

2.7.4	Bahan Tambah (<i>Additive</i>)	18
2.7.5	Baja Tulangan	18
2.8	Pengujian Kuat Tekan Beton.....	18
2.9	Pengujian Kuat Lentur Balok	19
2.10	Penelitian Terdahulu.....	19
BAB III METODE PENELITIAN.....		22
3.1	Lokasi Penelitian	22
3.2	Alat dan Bahan Penelitian	22
3.2.1	Alat Penelitian.....	22
3.2.2	Bahan Penelitian	23
3.3	Pegujian Bahan Pembuatan Beton.....	23
3.3.1	Semen.....	23
3.3.2	Air	23
3.3.3	<i>Admixture</i> atau Bahan Tambah.....	24
3.3.4	Agregat Kasar dan Agregat Halus	24
3.4	Pengujian Tulangan	25
3.5	Pembuatan Benda Uji	25
3.6	Perencanaan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>)	26
3.7	Perawatan Beton (<i>Curing</i>)	26
3.8	Pengujian Kuat Tekan Beton.....	26
3.9	Pengujian Kuat Lentur Balok	27
3.10	Tahapan Penelitian	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		30
4.1	Hasil Pemeriksaan Agregat	30
4.2	Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja Tulangan.....	31
4.3	Hasil Perhitungan Teoritis Kapasitas Balok Beton Bertulang Rangkap ...	31
4.3.1	Perhitungan Kapasitas K-300	32
4.3.2	Perhitungan Kapasitas K-350	33
4.3.3	Perhitungan Kapasitas K-400	34
4.4	Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Silinder.....	35
4.5	Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok.....	36

4.5.1 Hubungan Beban dengan Lendutan.....	36
4.5.2 Hubungan Tegangan dengan Regangan	40
4.5.3 Kekakuan	42
4.5.4 Daktilitas.....	44
4.6 Perbandingan Hasil Kapasitas Lentur	45
4.7 Validasi dengan Aplikasi Diana FEA	47
BAB V PENUTUP.....	52
5.1 Kesimpulan.....	52
5.2 Saran.....	52
DAFTAR PUSTAKA.....	53
LAMPIRAN.....	56



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Perilaku beban-lendutan	7
Gambar 2.2 Perilaku beban-lendutan pada elemen lentur	10
Gambar 2.3 Kondisi sebelum retak	11
Gambar 2.4 Kondisi setelah retak	12
Gambar 2.5 Tegangan regangan dalam kondisi <i>ultimate</i>	13
Gambar 2.6 Hubungan non linear-balok beton bertulang	15
Gambar 2.7 Kategori retak	16
Gambar 3.1 Geometri balok dan detail tulangan balok	25
Gambar 3.2 Skema pengujian kuat tekan beton	27
Gambar 3.3 <i>Set-up</i> pengujian benda uji balok beton bertulang	28
Gambar 3.4 Diagram alur tahapan penelitian	29
Gambar 4.1 Pembuatan bekisting	36
Gambar 4.2 Sampel balok	36
Gambar 4.3 Pengujian benda uji balok	37
Gambar 4.4 Hubungan beban-lendutan $f'c$ 22 MPa	37
Gambar 4.5 Hubungan beban-lendutan $f'c$ 28 MPa	38
Gambar 4.6 Hubungan beban-lendutan $f'c$ 30.2 MPa	38
Gambar 4.7 Gabungan hubungan beban-lendutan	39
Gambar 4.8 Hubungan tegangan-regangan $f'c$ 22 MPa	40
Gambar 4.9 Hubungan tegangan-regangan $f'c$ 28 MPa	40
Gambar 4.10 Hubungan tegangan-regangan $f'c$ 30.2 MPa	41
Gambar 4.11 Gabungan hubungan tegangan-regangan	41
Gambar 4.12 Kekakuan balok	42
Gambar 4.13 Perbedaan kekakuan balok	43
Gambar 4.14 Daktilitas	44
Gambar 4.15 Perbandingan P_{cr} hasil teoritis dengan eksperimen	46
Gambar 4.16 Perbandingan $P_{ultimate}$ hasil teoritis dengan eksperimen	46
Gambar 4.17 Kondisi retak aplikasi Diana FEA pada $f'c$ 22 MPa	48
Gambar 4.18 Kondisi retak eksperimen pada $f'c$ 22 MPa	48
Gambar 4.19 Kondisi retak aplikasi Diana FEA pada $f'c$ 28 MPa	49

Gambar 4.20 Kondisi retak eksperimen pada $f'c$ 28 MPa	49
Gambar 4.21 Kondisi retak aplikasi Diana FEA pada $f'c$ 30.2 MPa	50
Gambar 4.22 Kondisi retak eksperimen pada $f'c$ 30.2 MPa	50
Gambar 4.23 Tegangan pada aplikasi Diana FEA $f'c$ 22 MPa	50
Gambar 4.24 Tegangan pada aplikasi Diana FEA $f'c$ 28 MPa	51
Gambar 4.25 Tegangan pada aplikasi Diana FEA $f'c$ 30.2 MPa	51



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Lendutan izin maksimum yang dihitung.....	9
Tabel 4.1 Hasil pemeriksaan agregat	30
Tabel 4.2 Hasil pengujian kuat tarik baja tulangan.....	31
Tabel 4.3 Hasil perhitungan teoritis kapasitas balok beton bertulang rangkap.....	35
Tabel 4.4 Hasil pengujian kuat tekan beton silinder	35
Tabel 4.5 Hasil perhitungan kekakuan balok.....	42
Tabel 4.6 Hasil perhitungan daktilitas	44
Tabel 4.7 Hasil perbandingan teoritis dan eksperimen.....	45
Tabel 4.8 Spesifikasi material Diana FEA.....	47

