

TUGAS AKHIR

**ANALISIS ELEMEN HINGGA PADA BALOK TINGGI
BETON BERTULANG PENAMPANG MEMANJANG
ASIMETRIS**

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik

di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik,

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun oleh:

Eri Putra Siswantoro

20160110051

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2020

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Eri Putra Siswantoro
NIM : 20160110051
Judul : Analisis Elemen Hingga pada Balok Tinggi Beton Bertulang Penampang Memanjang Asimetris.

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Yogyakarta, 11 July 2020

Yang membuat pernyataan



Eri Putra Siswantoro

HALAMAN PERNYATAAN

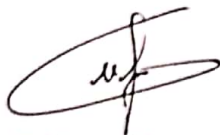
Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Eri Putra Siswantoro
NIM : 20160110051.
Judul : Analisis Elemen Hingga pada Balok Tinggi Beton Bertulang
Penampang Memanjang Asimetris.

Menyatakan bahwa tugas akhir ini merupakan bagian dari penelitian payung dosen pembimbing yang berjudul Analisis Elemen Hingga pada Balok Tinggi Beton Bertulang Penampang Memanjang Asimetris dan didanai melalui skema hibah penelitian dasar pada tahun 2020 oleh Lembaga Penelitian, Publikasi, dan Pengabdian Masyarakat (LP3M) Universitas Muhammadiyah Yogyakarta Tahun Anggaran 2020 dengan nomor hibah 031/PEN-LP3M/I/2020.

Yogyakarta, 22 Juli 2020

Penulis,



Eri Putra Siswantoro

Dosen Peneliti,



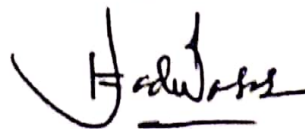
Martyana Dwi Cahyati, S.T., M.Eng

Dosen Anggota Peneliti 1,



Hakas Prayuda, S.T., M.Eng

Dosen Anggota Peneliti 2,



Ir. Fadillawaty Salleh, S.T., M.T

HALAMAN PERSEMBAHAN



Sembah sujud serta syukur kepada Allah SWT. Kasih sayang-Mu telah memberikanku semangat serta membekaliku dengan ilmu. Atas karunia-Mu serta kemudahan yang Engkau berikan akhirnya karya kecil ini dapat terselesaikan. Shalawat serta salam selalu terucapkan kepada Rasullulah Muhammad SAW.

Kupersembahkan karya sederhana ini kepada orang tersayang

Orang tua Tercinta

Hormat, bakti dan rasa terima kasih yang amat besar kuwakilkan dengan karya kecil ini kepada Ibunda (Rohina) dan Ayahanda (Bambang Tri Heryanto) yang membesarkan dengan kasih sayang dan memberikan dukungan serta semangat dalam proses pengerjaan skripsi ini.

Teman-teman pendukung

Ku ucapkan terima kasih kepada teman-teman yang telah mendukung dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Kepada Erlinda yang membantu dan setia menemani selama perkuliahan serta proses penyelesaian tugas akhir. Kepada Ahmad dan Afif yang menyemangati dan senantiasa bertukar pikiran.

PRAKATA



Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT yang menguasai segala sesuatu. Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan beban lendutan, daktilitas, kekakuan, distribusi tegangan, dan pola retak *deep beam* asimetris dengan penampang persegi.

Selama penyusunan tugas akhir ini, banyak rintangan yang penyusun dapatkan, tetapi berkat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak akhirnya dapat terselesaikan dengan baik. Melalui kesempatan ini, penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih atas kerja sama dan dukungan dari berbagai pihak selama proses penelitian hingga penyusunan tugas akhir ini kepada:

1. Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Fanny Monika , S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.
3. Dr. Seplika Yadi, S.T.,M.Eng selaku Dosen Penguji Tugas Akhir.
4. Kedua Orang Tua dan saudara saya yang selalu memberikan arahan selama belajar dan menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Hakas Prayuda, S.T., M.Eng dan Martyana Dwi Cahyati, S.T., M.Eng yang selalu membimbing dan mengajarkan dalam menyelesaikan tugas akhir ini
6. Risky Dwi Erlinda yang senantiasa berjuang bersama dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Sahabat-sahabat yang selalu memberi semangat dan membantu dalam setiap kesulitan.

8. Rekan-rekan Teknik Sipil angkatan 2016 yang telah menemani dan mengajarkan arti kebersamaan.
9. Semua pihak yang senantiasa membantu dalam masa perkuliahan dan dalam penyusunan Tugas Akhir yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan.

Wallahu a'lam bi Showab.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, 2020

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
PRAKATA.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG.....	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
DAFTAR ISTILAH	xvii
ABSTRAK.....	xviii
<i>ABSTRACT</i>	xix
BAB I. PENDAHULUAN.....	20
1.1. Latar Belakang	20
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Lingkup Penelitian	3
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	5
2.1. Tinjauan Pustaka	5
2.1.1. Penelitian Terdahulu	5
2.1.2. Perbedaan dengan Penelitian Terdahulu	8
2.2. Dasar Teori.....	10
2.2.1. Beton	10
2.2.2. Balok Tinggi (<i>Deep Beam</i>)	10
2.2.3. Metode Elemen Hingga (<i>Finite Element Method</i>).....	11
2.2.4. Pemodelan Numerik Elemen Hingga (<i>Abaqus CAE</i>).....	11
2.2.5. Daktilitas	11

2.2.6.	Tegangan dan Regangan	13
2.2.7.	Keruntuhan dan Pola Retak.....	14
2.2.8.	Hubungan Beban dan Lendutan	16
BAB III. METODE PENELITIAN.....		18
3.1	Materi Penelitian	18
3.2	Detail Model.....	19
3.3	Pemodelan Elemen Hingga	22
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN		25
4.1	Hubungan Beban dan Lendutan	25
4.2	Daktilitas	27
4.3	Kekakuan.....	28
4.4	Distribusi tegangan.....	29
4.5	Pola Retak	30
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....		33
5.1	Kesimpulan	33
5.2	Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA		35
LAMPIRAN.....		37

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Simbol Benda Uji (Hussain,2017)	6
Tabel 2.2 Perbandingan eksperimental dan teoritis dari beban ultimate berbagai jenis balok. (Hussain, 2017).....	7
Tabel 2.3 Perbedaan dengan penelitian terdahulu.....	9
Tabel 3.1 <i>Concrete Damaged Plasticity</i> (Prayuda dkk., 2018b).....	23
Tabel 3.2 Data Konstitutif Desak Beton (Prayuda dkk., 2018b)	23
Tabel 3.3 Data Konstitutif Tarik Beton (Prayuda dkk., 2018b).....	24
Tabel 3.4 Data hubungan tegangan dan regangan baja Ø10 (Apriyatno dkk., 2019)	24
Tabel 3.5 Data hubungan tegangan dan regangan baja Ø12 (Apriyatno dkk., 2019)	24
Tabel 3.6 Data hubungan tegangan dan regangan baja Ø16 (Prayuda dkk., 2018b)	24
Tabel 4.1 Parameter <i>first crack</i> dan ultimit.....	25
Tabel 4.2 Perbandingan nilai daktilitas pada benda uji.	27
Tabel 4.3 Perbandingan nilai kekakuan pada benda uji.	29

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penentuan titik leleh (Silalahi dkk, 2017).....	13
Gambar 2.2 Grafik hubungan tegangan regangan beton (dimodifikasi dari Wijaya (2018)).....	13
Gambar 2.3 Grafik hubungan tegangan regangan baja (dimodifikasi dari Hussain (2017)).....	14
Gambar 2.4 Retak lentur murni (Mukahar dkk, 2009) dalam (Prayuda dkk., 2018a).....	15
Gambar 2.5 Retak geser (Mukahar dkk, 2009) dalam (Prayuda dkk., 2018a).....	15
Gambar 2.6 Retak geser-lentur (Mukahar dkk, 2009) dalam (Prayuda dkk., 2018a).....	15
Gambar 2.7 Retak puntir (Mukahar dkk, 2009) dalam (Prayuda dkk., 2018a).....	16
Gambar 2.8 Retak lekatan (Mukahar dkk, 2009) dalam (Prayuda dkk., 2018a).....	16
Gambar 2.9 Diagram hubungan beban dan lendutan. (Ujianto, 2006).	16
Gambar 3.1 Bagan alir penelitian.....	19
Gambar 3.2 Potongan memanjang benda uji 1 (BP-1).	20
Gambar 3.3 Potongan A-A benda uji 1 (BP-1).	20
Gambar 3.4 Model 3D benda uji 1 (BP-1).....	20
Gambar 3.5 Potongan memanjang benda uji 2 (BP-2).	21
Gambar 3.6 Potongan A-A dan B-B benda uji 2 (BP-2).....	21
Gambar 3.7 Model 3D benda uji 2 (BP-2).....	21
Gambar 3.8 Potongan memanjang benda uji 3 (BP-3).	21
Gambar 3.9 Potongan A-A dan B-B benda uji 3 (BP-3).....	22
Gambar 3.10 Model 3D benda uji 3 (BP-3).....	22
Gambar 3.11 Hubungan tegangan regangan.	23
Gambar 3.12 hubungan tegangan regangan baja diameter 10, diameter 12, dan diameter 16.	24
Gambar 4.1 Hubungan beban dan lendutan.....	26
Gambar 4.2 Beban maksimum benda uji.	26
Gambar 4.3 Lendutan benda uji.	26
Gambar 4.4 Menentukan nilai daktilitas	27
Gambar 4.5 Daktilitas benda uji.....	28

Gambar 4.6 Menentukan nilai kekakuan.	28
Gambar 4.7 Kekakuan benda uji.	29
Gambar 4.8 Distribusi tegangan BP-1.	30
Gambar 4.9 Distribusi tegangan BP-2.	30
Gambar 4.10 Distribusi tegangan BP-3.	30
Gambar 4.11 Retak pertama BP-1.	31
Gambar 4.12 Retak BP-1 pada <i>ultimate</i>	31
Gambar 4.13 Retak pertama BP-2.	31
Gambar 4.14 Retak BP-2 pada <i>ultimate</i>	32
Gambar 4.15 Retak Pertama BP-3.	32
Gambar 4.16 Retak BP-3 pada <i>ultimate</i>	32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data <i>output</i> lendutan.....	34
Lampiran 2. Data <i>output</i> beban.....	37

DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

Simbol	Dimensi	Keterangan
l_n	[L]	Panjang Bentang
L	[L]	Lebar
h	[L]	Tinggi
μ	[-]	Nilai Daktilitas
Δu	[L]	Deformasi rencana maksimum
Δ_y	[L]	Deformasi saat terjadi leleh
μ_ε	[-]	Daktilitas regangan
ε_u	[-]	Regangan maksimum
ε_y	[-]	Regangan leleh
μ_φ	[-]	Daktilitas kelengkungan
φ_u	[°]	Sudut kelengkungan maksimum
φ_y	[°]	Sudut kelengkungan leleh
μ_θ	[-]	Daktilitas rotasi
θ_u	[-]	Putaran sudut maksimum
θ_y	[-]	Putaran sudut leleh
μ_δ	[-]	Daktilitas perpindahan
δ_u	[L]	Perpindahan maksimum
δ_y	[L]	Perpindahan leleh
k	[kN/mm]	Kekakuan
F_c'	[M/L ²]	Mutu beton

DAFTAR SINGKATAN

Simbol	Dimensi	Keterangan
CAE	[-]	Computer-aided engineering
FEA	[-]	Finite Element Analysis
RC	[-]	Reinforced Concrete
SNI	[-]	Standar Nasional Indonesia

DAFTAR ISTILAH

1. *Fix Point*
Posisi titik tetap pada tumpuan object.
2. *Free Point*
Posisi titik bebas tanpa tumpuan.
3. *Grittle*
Kondisi getas pada beton.
4. Ultimit
Kondisi pada saat mencapai beban puncak.
5. *Poisson Ratio*
Perbandingan antara kontraksi lateral terhadap regangan longitudinal, jika suatu bahan ditarik secara linier.