

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENGARUH JARAK BEBAN TERHADAP PANJANG
BENTANG PADA BALOK TINGGI BERPENAMPANG T
MENGUNAKAN SOFTWARE BERBASIS ELEMEN HINGGA**



Disusun oleh:

Ar Bhiseta Cahya Bagaskara

20170110003

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

2021

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PENGARUH JARAK BEBAN TERHADAP PANJANG
BENTANG PADA BALOK TINGGI BERPENAMPANG T
MENGUNAKAN SOFTWARE BERBASIS ELEMEN HINGGA**

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik
di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik,
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun oleh:

AR BHISETA CAHYA BAGASKARA

20170110003

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
2021**

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ar Bhiseta Cahya Bagaskara
NIM : 20170110003
Judul : Analisis Pengaruh Jarak Beban Terhadap Panjang
Bentang Pada Balok Tinggi Berpenampang T
Menggunakan Software Berbasis Metode Elemen
Hingga

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, 31 Desember 2021

Yang membuat pernyataan



Ar Bhiseta Cahya Bagaskara

HALAMAN PERSEMBAHAN

(1)

سافرُ تجدُ عوضاً عمَّن تفارقه
وانصبَ فإنَّ لذيذَ العيشِ في النَّصبِ

(2)

إني رأيتُ وقوفَ الماءِ يفسدهُ
إن سآحَ طآبَ وإن لم يجرِ لم يطبِ

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk:
Tuhan Yang Maha Baik dan Maha Penolong
Ibu dan bapak yang saya cintai
Adikku yang saya cintai
Diri saya sendiri

Terima kasih atas perjuangan saya
Terima kasih atas dukungan dari kedua orang tua
Terima kasih atas dukungan dari tim dosen pembimbing yaitu:
Dr. Seplika Yadi, S.T. M.T.

Yogyakarta, 31 Desember 2021
Ar Bhiseta Cahya Bagaskara

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 analisis balok tinggi beton bertulang asimetris dengan bentuk penampang T menggunakan metode elemen hingga

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. Dr. Seplika Yadi, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I.
3. Dr. Eng. Pinta Astuti, S.T, M.Eng. selaku Dosen Penguji.
4. Kedua Orang Tua saya yang telah memberi dukungan, doa, serta segala yang saya butuhkan.
5. Velisa Devina Remalya yang telah memberi dukungan.
6. Adji Mukti, Dimas Wahyu, dan Tiara Amalia yang telah banyak membantu dan mendukung dalam segala hal saat pengerjaan Tugas Akhir
7. Teman teknik sipil kelas A yang telah memberi dukungan.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan. *Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Yogyakarta, 31 Desember 2021

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG.....	xv
DAFTAR ISTILAH	xvi
ABSTRAK.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Lingkup Penelitian.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pustaka.....	5
2.1.1 Studi Literatur	5
2.1.2 Penelitian Terdahulu dan Sekarang	11
2.2 Landasan Teori	13
2.2.1 Beton.....	13
2.2.2 Balok Tinggi (<i>deep beam</i>)	13
2.2.3 Metode Elemen Hingga	13
2.2.4 Hubungan Tegangan dan Regangan	14
2.2.5 Keruntuhan Balok.....	14
2.2.6 Pola Retak	15
2.2.7 <i>Abaqus CAE</i>	16
2.2.8 Daktalitas	17
2.2.9 <i>Von Mises</i>	18
BAB III METODE PENELITIAN.....	19

3.1	Materi Penelitian.....	19
3.2	Detail Model	20
3.3	Pemodelan Elemen Hingga.....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		28
4.1	Hubungan Beban dan Lendutan.....	29
4.2	Daktilitas	32
4.3	Distribusi Tegangan.....	33
4.4	Pola Retak.....	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		67
5.1	Kesimpulan	67
5.2	Saran	68
DAFTAR PUSTAKA		69
LAMPIRAN.....		71

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil perhitungan menghasilkan Stress dan deformasi ultimit pada model balok tinggi dengan variasi mutu beton.....	6
Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Terdahulu dan Sekarang	12
Tabel 3.4 Data hubungan tegangan dan regangan baja Ø10, dan Ø16	26
Tabel 4.1 Nomenklatur model benda uji.....	28
Tabel 4.2 Nilai beban dan lendutan pada saat kondisi <i>first crack</i> dan <i>ultimate</i>	30
Tabel 4.3 Nilai Daktilitas	32
Tabel 4.3 Beban maksimum pada distribusi tegangan.....	34
Tabel 4.4 Beban maksimum masing masing model.....	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik Deformasi dengan Stress	6
Gambar 2.2 Pemodelan Balok pada <i>Software ANSYS</i>	7
Gambar 2.3 Pola keruntuhan Balok pada <i>Software ANSYS</i> variasi jarak Sengkang 300 mm dan 250 mm.	7
Gambar 2.3 Pola keruntuhan Balok pada <i>Software ANSYS</i> variasi jarak Sengkang 200 mm dan 50 mm.	8
Gambar 2.4 Grafik Tegangan Maksimum tiap Model Balok.	8
Gambar 2.5 Diagram Hasil Pengujian Lendutan (Elia dkk, 2018)	9
Gambar 2.6 Diagram Hasil Pengujian Daktilitas Kurvatur (Elia dkk, 2018).....	9
Gambar 2.7 Hasil Pengujian Tegangan Beton dan Tulangan Baja (Elia dkk,2018)9	
Gambar 2.5 Hubungan Tegangan Regangan Beton.....	14
Gambar 2.6 Jenis Jenis Keruntuhan pada Balok (Dady dkk,2015).....	15
Gambar 3.1 Flowchart Metode Penelitian	20
Gambar 3.2 Potongan memanjang BT 1 Normal.....	20
Gambar 3.3 Potongan memanjang BT 1 Sengkang Berjarak	21
Gambar 3.4 Potongan memanjang BT 1 Tanpa Sengkang	21
Gambar 3.5 Perletakan beban jarak 100 mm	21
Gambar 3.6 Perletakan beban jarak 200 mm	22
Gambar 3.7 Perletakan beban jarak 300 mm	22
Gambar 3.8 Perletakan beban jarak 400 mm	23
Gambar 3.9 Perletakan beban jarak 500 mm	23
Gambar 3.10 Perletakan beban jarak 533 mm	23
Gambar 4.1 Grafik hubungan beban dan lendutan gabungan	30
Gambar 4.2 Pembebanan pada saat kondisi <i>first crack</i> dan <i>ultimate</i>	31
Gambar 4.3 Lendutan pada saat kondisi <i>first crack</i> dan <i>ultimate</i>	31

Gambar 4.4 Cara mendapatkan nilai Δy dan Δu pada balok tinggi	32
Gambar 4.5 Nilai Daktilitas	33
Gambar 4.4 Grafik beban maksimum	34
Gambar 4.5 Visualisasi 3D pemodelan distribusi tegangan dari BT 100 mm pada saat <i>step time</i> 0,25	35
Gambar 4.6 Visualisasi 3D pemodelan distribusi tegangan dari BT 100 mm pada saat <i>step time</i> 0,5	36
Gambar 4.7 Visualisasi 3D pemodelan distribusi tegangan dari BT 100 mm pada saat <i>step time</i> 0,75	36
Gambar 4.8 Visualisasi 3D pemodelan distribusi tegangan dari BT 100 mm pada saat <i>step time</i> 1,00	37
Gambar 4.9 Visualisasi 3D pemodelan distribusi tegangan dari BT 200 mm pada	38
saat <i>step time</i> 0,25	38
Gambar 4.10 Visualisasi 3D pemodelan distribusi tegangan dari BT 200 mm pada saat <i>step time</i> 0,50	38
Gambar 4.11 Visualisasi 3D pemodelan distribusi tegangan dari BT 200 mm pada saat <i>step time</i> 0,75	39
Gambar 4.12 Visualisasi 3D pemodelan distribusi tegangan dari BT 200 mm pada saat <i>step time</i> 1,00	39
Gambar 4.13 Visualisasi 3D pemodelan distribusi tegangan dari BT 300 mm pada saat <i>step time</i> 0,25	40
Gambar 4.14 Visualisasi	41
Gambar 4.15 Visualisasi 3D pemodelan distribusi tegangan dari BT 300 mm pada saat <i>step time</i> 0,75	41
Gambar 4.15 Visualisasi 3D pemodelan distribusi tegangan dari BT 300 mm pada saat <i>step time</i> 1,00	42

Gambar 4.16 Visualisasi 3D pemodelan distribusi tegangan dari BT 400 mm pada saat <i>step time</i> 0,25	43
Gambar 4.17 Visualisasi 3D pemodelan distribusi tegangan dari BT 400 mm pada saat <i>step time</i> 0,50	43
Gambar 4.18 Visualisasi 3D pemodelan distribusi tegangan dari BT 400 mm pada saat <i>step time</i> 0,75	44
Gambar 4.19 Visualisasi 3D pemodelan distribusi tegangan dari BT 400 mm pada saat <i>step time</i> 1,00	44
Gambar 4.20 Visualisasi 3D pemodelan distribusi tegangan dari BT 500 mm pada saat <i>step time</i> 0,25	45
Gambar 4.21 Visualisasi 3D pemodelan distribusi tegangan dari BT 500 mm pada saat <i>step time</i> 0,50	46
Gambar 4.22 Visualisasi 3D pemodelan distribusi tegangan dari BT 500 mm pada saat <i>step time</i> 0,75	46
Gambar 4.23 Visualisasi 3D pemodelan distribusi tegangan dari BT 500 mm pada saat <i>step time</i> 1,00	47
Gambar 4.24 Visualisasi 3D pemodelan distribusi tegangan dari BT 533 mm pada saat <i>step time</i> 0,25	48
Gambar 4.25 Visualisasi 3D pemodelan distribusi tegangan dari BT 533 mm pada saat <i>step time</i> 0,50	48
Gambar 4.25 Visualisasi 3D pemodelan distribusi tegangan dari BT 533 mm pada saat <i>step time</i> 0,75	49
Gambar 4.26 Visualisasi 3D pemodelan distribusi tegangan dari BT 533 mm pada saat <i>step time</i> 1,00	49
Gambar 4.29 Beban maksimum masing masing model.....	51
Gambar 4.30 Visualisasi 3D pemodelan pola retak dari BT 100 mm pada saat... <i>step time</i> 0,25	51
Gambar 4.31 Visualisasi 3D pemodelan pola retak dari BT 100 mm pada saat <i>step time</i> 0,50.....	52

Gambar 4.32 Visualisasi 3D pemodelan pola retak dari BT 100 mm pada saat <i>step time</i> 0,75.....	52
Gambar 4.33 Visualisasi 3D pemodelan pola retak dari BT 100 mm pada saat <i>step time</i> 1,00.....	53
Gambar 4.34 Visualisasi 3D pemodelan pola retak dari BT 200 mm pada saat <i>step time</i> 0,25.....	54
Gambar 4.35 Visualisasi 3D pemodelan pola retak dari BT 200 mm pada saat <i>step time</i> 0,50.....	54
Gambar 4.36 Visualisasi 3D pemodelan pola retak dari BT 200 mm pada saat <i>step time</i> 0,75.....	55
Gambar 4.37 Visualisasi 3D pemodelan pola retak dari BT 200 mm pada saat <i>step time</i> 1,00.....	55
Gambar 4.38 Visualisasi 3D pemodelan pola retak dari BT 300 mm pada saat <i>step time</i> 0,25.....	56
Gambar 4.39 Visualisasi 3D pemodelan pola retak dari BT 300 mm pada saat <i>step time</i> 0,50.....	57
Gambar 4.40 Visualisasi 3D pemodelan pola retak dari BT 300 mm pada saat <i>step time</i> 0,75.....	57
Gambar 4.41 Visualisasi 3D pemodelan pola retak dari BT 300 mm pada saat <i>step time</i> 1,00.....	58
Gambar 4.42 Visualisasi 3D pemodelan pola retak dari BT 400 mm pada saat <i>step time</i> 0,25.....	59
Gambar 4.43 Visualisasi 3D pemodelan pola retak dari BT 400 mm pada saat <i>step time</i> 0,50.....	59
Gambar 4.44 Visualisasi 3D pemodelan pola retak dari BT 400 mm pada saat <i>step time</i> 0,75.....	60
Gambar 4.45 Visualisasi 3D pemodelan pola retak dari BT 400 mm pada saat <i>step time</i> 1,00.....	60

Gambar 4.46 Visualisasi 3D pemodelan pola retak dari BT 500 mm pada saat <i>step time</i> 0,25.....	61
Gambar 4.47 Visualisasi 3D pemodelan pola retak dari BT 500 mm pada saat <i>step time</i> 0,50.....	62
Gambar 4.48 Visualisasi 3D pemodelan pola retak dari BT 500 mm pada saat <i>step time</i> 0,75.....	62
Gambar 4.49 Visualisasi 3D pemodelan pola retak dari BT 500 mm pada saat <i>step time</i> 1,00.....	63
Gambar 4.50 Visualisasi 3D pemodelan pola retak dari BT 533 mm pada saat <i>step time</i> 0,25.....	64
Gambar 4.51 Visualisasi 3D pemodelan pola retak dari BT 533 mm pada saat <i>step time</i> 0,50.....	64
Gambar 4.52 Visualisasi 3D pemodelan pola retak dari BT 533 mm pada saat <i>step time</i> 0,75.....	65
Gambar 4.53 Visualisasi 3D pemodelan pola retak dari BT 533 mm pada saat <i>step time</i> 1,00.....	65

DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

L_n	= Panjang bentang
h	= Tinggi
d	= Tinggi efektif
L	= Panjang
μ	= Daktilitas
Δu	= Deformasi ultimit
Δy	= Deformasi leleh pertama
μ_c	= Daktilitas regangan
ϵ_{max}	= Regangan Maksimum
ϵ_y	= Regangan saat leleh
μ_ϕ	= Daktilitas kelengkungan
ϕ_{max}	= Sudut lengkung maksimum
ϕ_y	= Sudut lengkung maksimum
μ_θ	= Daktilitas rotasi
θ_{max}	= Sudut lengkung maksimum
θ_y	= Sudut lengkung maksimum
μ_δ	= Daktilitas perpindahan
δ_{max}	= Deformasi maksimum
δ_y	= Deformasi saat leleh
ϵ_c	= Regangan
F_c'	= Mutu beton
\emptyset	= Diameter

DAFTAR ISTILAH

- Ultimate* = Kondisi ketika mencapai beban puncak
- Ductile* = Suatu material yang sudah mengalami deformasi plastis yang luas sekitar retakan
- Poisson Ratio* = Rasio regangan kontraksi dengan regangan ekstensi ke arah gaya regang
- First Crack* = Kondisi Ketika mencapai leleh pertama
- Plastic Strain* = Regangan yang didapatkan akibat adanya perubahan plastis. Ketika beban dilepaskan maka regangan ini akan tetap tinggal sebagai perubahan permanen bahan.