

TUGAS AKHIR

**ANALISIS PEMODELAN PENGARUH PERKUATAN FRP
PADA BAGIAN TARIK BALOK BETON BERTULANG
MENGUNAKAN *SOFTWARE*
*ATENA GID***

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



Azman Krida Aulia

20170110257

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

2021

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Azman Krida Aulia
NIM : 20170110257
Judul : Analisis Pemodelan Pengaruh Perkuatan FRP pada
Bagian Tarik Balok Beton Bertulang Menggunakan
Software ATENA Gid

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, 26 Juli 2021

Yang membuat pernyataan



Azman Krida Aulia

HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji bagi Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, pertolongan, dan petunjuknya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Semoga keberhasilan ini dapat menjadi langkah awal dalam mencapai cita-cita di masa depan.

Tugas akhir ini penulis persembahkan dan ucapkan terima kasih untuk:

1. Kedua orang tua yang senantiasa menyemangati dan memberikan dukungan moril dan material.
2. Adik-ku Intivada Jingga Aulia yang selalu mendukung dan memberikan semangat terhadap apa yang saya kerjakan.
3. Teman-teman seperjuangan teknik sipil kelas f angkatan 2017 yang selalu memberikan dukungan dan bantuan dalam perkuliahan semenjak semester 1 hingga akhir perkuliahan.
4. Teman-teman Dewan Perwakilan Mahasiswa Fakultas Teknik yang selalu memberikan wawasan dan pengalaman baru yang berguna dalam mengasah *soft skill*.
5. Teman-teman Generasi Bakti Negeri SSP 6 yang telah memberikan pengalaman pengabdian serta membantu saya dalam penulisan tugas akhir ini.
6. Teruntuk Fayka Fidelia dan Laode Muhammad Zalmin yang senantiasa menemani dan mensupport saya disaat senang dan susah dalam mengerjakan penyusunan Tugas Akhir.
7. Teruntuk Maisarah Mitra Adrian yang selalu membantu saya dalam Menyusun dan mengoreksi Tugas Akhir.
8. Kampus Universitas Muhammadiyah Yogyakarta yang telah menyediakan sarana dan prasarana dalam menempuh pendidikan program studi teknik sipil.
9. *Last but not least, I wanna thank me, for believing in me, for doing all these hard works, for having no days off, for never quitting, for always being a give and tryna give more than I receive.*

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 menambah pengetahuan mengenai pengaruh perkuatan FRP pada bagian tarik balok beton bertulang dengan pemodelan menggunakan program *ATENA Gid*.

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. Ir. Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D. selaku Kepala Jurusan Teknik Sipil UMY
2. Ir. Ahmad Zaky, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing tugas akhir
3. Dr. Ir. Seplika Yadi, S.T., M.T. selaku dosen penguji tugas akhir
4. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan moril dan materil.

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, 2021

Penyusun

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
DAFTAR ISTILAH	xv
ABSTRAK.....	xvii
<i>ABSTRACT</i>	18
BAB I.....	19
PENDAHULUAN	19
1.1 Latar Belakang.....	19
1.2 Rumusan Masalah	20
1.3 Lingkup Penelitian	20
1.4 Tujuan Penelitian.....	21
1.5 Manfaat Penelitian	21
BAB II.....	22
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	22
2.1 Tinjauan Pustaka.....	22
2.2 Dasar Teori.....	34
2.2.1 Pengertian Beton.....	34
2.2.2 Baja Tulangan.....	36
2.2.3 Balok.....	38
2.2.4 Lendutan	40
2.2.5 Kekakuan Balok.....	42
2.2.6 Pola Retak.....	43
2.2.7 FRP	45
2.2.8 Metode elemen hingga.....	46
2.2.9 <i>ATENA Gid</i>	46

BAB III	49
METODE PENELITIAN.....	49
3.1 Bahan dan Materi.....	49
3.2 Alat.....	50
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian.....	50
3.4 Tahapan Penelitian.....	50
3.4.1 Diagram alir.....	52
3.4.2 Langkah-langkah Pemodelan <i>ATENA Gid</i>	54
3.5 Analisis Data.....	73
BAB IV	76
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	76
4.1 Perbandingan Hasil Pemodelan dengan Eksperimental	76
4.1.1 Beban dan Lendutan	76
4.2 Perilaku mekanis beton.....	77
4.2.1 Beban dan Lendutan	77
4.2.2 Perbandingan beban dan lendutan balok pada variasi mutu beton	81
4.2.3 Daktalitas balok	82
4.3 Pola Retak Balok	83
4.3.1 Pola retak balok mutu 20 MPa.....	83
4.3.2 Pola retak balok mutu 25 MPa.....	84
4.3.3 Pola retak balok mutu 30 MPa.....	84
4.3.4 Pola retak balok mutu 35 MPa.....	85
BAB V.....	86
KESIMPULAN DAN SARAN.....	86
5.1 Kesimpulan.....	86
5.2 Saran.....	86
DAFTAR PUSTAKA	87
LAMPIRAN.....	89

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Hasil pengujian beban dan lendutan (Jung dkk., 2017)	22
Tabel 2. 2 Hasil pengujian beban dan lendutan (Darma dan Nuryati, 2020).....	29
Tabel 2. 3 Perbandingan penelitian terdahulu dan penelitian sekarang	31
Tabel 2. 4 Sifat mekanis baja tulangan beton SNI 2052:2017 (BSN, 2017)	37
Tabel 3 1 Spesifikasi balok beton bertulang	49
Tabel 3 2 Spesifikasi Sika CarbodurS812.....	49
Tabel 3. 3 Data material beton 20 MPa.....	73
Tabel 3. 4 Data material beton 25 MPa.....	73
Tabel 3. 5 Data material beton 30 MPa.....	74
Tabel 3. 6 Data material beton 35 MPa.....	74
Tabel 3. 7 Data material baja	75
Tabel 3 8 Data Material Sika CarboDur s812.....	75
Tabel 4. 1 Perbandingan beban maksimum pada balok.....	76
Tabel 4. 2 Perbandingan peningkatan kemampuan balok.....	81
Tabel 4. 3 Analisis perhitungan daktilitas balok beton bertulang	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Grafik hubungan beban dan lendutan (Utami, 2019).....	24
Gambar 2. 2 Grafik hubungan beban dan lendutan (Önal, 2014).....	25
Gambar 2. 3 Grafik hubungan antara beban dan lendutan (Mulyadi, 2018).....	26
Gambar 2. 4 Grafik hubungan beban dan lendutan (Yasir dkk., 2019).....	27
Gambar 2. 5 Grafik hubungan beban dan lendutan (Chang dan Zhou, 2020).....	28
Gambar 2. 6 Grafik hubungan beban dan lendutan (Nalarita, 2019).....	29
Gambar 2. 7 Grafik hubungan beban dan lendutan (Hadi dkk., 2021).....	30
Gambar 2. 8 Grafik hubungan beban dan lendutan (Hassen dkk., 2017).....	31
Gambar 2. 9 Penampang balok persegi.....	39
Gambar 2. 10 Penampang balok L dan T.....	40
Gambar 2. 11 Grafik hubungan beban-lendutan (Nawy, 2003).....	41
Gambar 2. 12 Grafik hubungan beban dan lendutan.....	42
Gambar 2. 13 Retak lentur.....	43
Gambar 2. 14 Retak geser.....	44
Gambar 2. 15 Retak lentur geser.....	44
Gambar 2. 16 Retak punter.....	44
Gambar 2. 17 Retak lekatan.....	45
Gambar 2. 18 Tampilan awal program ATENA Gid.....	47
Gambar 3. 1 Detail memanjang pemodelan balok bertulang.....	50
Gambar 3. 2 Detail melintang pemodelan balok.....	50
Gambar 3. 3 Diagram alir penelitian.....	52
Gambar 3. 4 Diagram alir pemodelan ATENA Gid.....	53
Gambar 3. 5 Menentukan jenis pengolahan data.....	54
Gambar 3. 6 Pengaturan parameter.....	55
Gambar 3. 7 Membuat titik koordinat.....	55
Gambar 3. 8 Menghubungkan titik menggunakan garis.....	56
Gambar 3. 9 Tampilan menu <i>NURBS surface</i>	56
Gambar 3. 10 Tampilan setelah membuat <i>surface</i>	56
Gambar 3. 11 Mengubah <i>surface</i> menjadi <i>volume</i>	57
Gambar 3. 12 Tampilan akhir pembuatan geometri.....	57
Gambar 3. 13 membuat garis plate.....	58
Gambar 3. 14 tampilan pemodelan load plate.....	58
Gambar 3. 15 Tampilan akhir pemodelan load plate dan suport plate.....	58
Gambar 3. 16 pemodelan garis tulangan.....	59
Gambar 3. 17 Copy garis tulangan.....	59
Gambar 3. 18 Pembuatan layer balok.....	60
Gambar 3. 19 Pembuatan layer plate.....	60
Gambar 3. 20 Pembuatan layer tulangan.....	61
Gambar 3. 21 Input material beton.....	61
Gambar 3. 22 Input material loading dan supporting steel plate.....	62
Gambar 3. 23 Input material tulangan.....	62
Gambar 3. 24 Tampilan setelah input material.....	62

Gambar 3. 25 Membagi permukaan pelat	63
Gambar 3. 26 Tampilan setelah membagi permukaan pelat	63
Gambar 3. 27 Mengatur kondisi tumpuan.....	64
Gambar 3. 28 Tampilan setelah pengaturan kondisi tumpuan.....	64
Gambar 3. 29 Membagi permukaan load plate	65
Gambar 3. 30 tampilan setelah pembagian permukaan load plate.....	65
Gambar 3. 31 Membagi garis load plate	65
Gambar 3. 32 Mengatur displacement point	66
Gambar 3. 33 Tampilan setelah pengaturan displacement point	67
Gambar 3. 34 Mengatur permukaan sisi balok	67
Gambar 3. 35 Tampilan akhir penambahan support dan beban.....	67
Gambar 3. 36 Menentukan titik pantau beban	68
Gambar 3. 37 Menentukan interval pembebanan	68
Gambar 3. 38 Hasil dari FE Mesh.....	69
Gambar 3. 39 Jendela interface ATENA	69
Gambar 3. 40 Menentukan parameter solusi.....	70
Gambar 3. 41 Tampilan pengaturan master top beam	70
Gambar 3. 42 Tampilan pengaturan slave top plate.....	71
Gambar 3. 43 Tampilan balok setelah pengaturan master top beam dan slave top plate	71
Gambar 3. 44 Hasil setelah calculate	72
Gambar 3. 45 Setting grafik	72
Gambar 3. 46 Hasil running grafik defleksi terhadap beban	72
Gambar 4. 1 Grafik Hubungan beban dan lendutan balok eksperimen dengan pemodelan	77
Gambar 4. 2 Grafik hubungan beban dan lendutan balok 20 MPa	78
Gambar 4. 3 Grafik hubungan beban dan lendutan balok 25 MPa	79
Gambar 4. 4 Grafik hubungan beban dan lendutan balok 30 MPa	80
Gambar 4. 5 Grafik hubungan beban dan lendutan balok .35 Mpa	81
Gambar 4 6 Pola retak balok beton bertulang mutu 20 MPa (a) Retak awal (b) Retak saat tulangan leleh (c) retak saat beban maksimum.....	83
Gambar 4. 7 Pola retak balok beton bertulang mutu 20 MPa (a) Retak awal (b) Retak saat tulangan leleh (c) retak saat beban maksimum.....	84
Gambar 4. 8 Pola retak balok beton bertulang mutu 30 MPa (a) Retak awal (b) Retak saat tulangan leleh (c) retak saat beban maksimum.....	85
Gambar 4. 9 Pola retak balok beton bertulang mutu 35 MPa (a) Retak awal (b) Retak saat tulangan leleh (c) retak saat beban maksimum.....	85

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Beban dan Lendutan Balok Beton mutu 20 MPa	89
Lampiran 2 Beban dan Lendutan Balok Beton mutu 25 MPa	92
Lampiran 3 lampiran beban dan lendutan balok beton mutu 30 MPa	95
Lampiran 4 lampiran beban dan lendutan balok beton mutu 35 MPa	98

DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

Simbol	Dimensi	Keterangan
F_c	MPa	Kuat tekan beton
f'_c	MPa	Kuat tekan rencana beton
F_y	Mpa	Tegangan leleh baja
W	kN	Beban
E	MPa	Modulus elastisitas
I	mm	Momen inersia

DAFTAR SINGKATAN

FRP	: <i>Fiber Reinforcement Polymer</i>
CFRP	: <i>Carbon Fiber Reinforcement Polymer</i>
GFRP	: <i>Glass Fiber Reinforcement Polymer</i>
NSM	: <i>Near-surface mounted</i>
BK1	: Balok Kontrol 25 MPa
BC1	: Balok FRP 1 lembar
BC2	: Balok FRP 2 lembar
BK2	: Balok Kontrol 30 MPa
BC3	: Balok FRP 1 lembar
BC4	: Balok FRP 2 lembar
BK3	: Balok Kontrol 35 MPa
BC5	: Balok FRP 1 lembar
BC6	: Balok FRP 2 lembar
BK4	: Balok Kontrol 40 MPa
BC7	: Balok FRP 1 lembar
BC8	: Balok FRP 2 lembar
T	: Balok Penampang T
P	: Balok Penampang Persegi
BjTP	: Baja Tulangan Polos
BjTS	: Baja Tulangan Sirip

DAFTAR ISTILAH

1. Beton
Bahan komposit atau campuran dari beberapa material dimana bahan utamanya terdiri dari campuran antara semen, agregat halus, agregat kasar, air dan atau tanpa bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu.
2. Baja Tulangan
Baja paduan dengan bentuk batang berpenampang bundar dengan bentuk permukaan polos atau sirip/ulir dan digunakan pada penulangan beton.
3. Balok
Struktur melintang yang berfungsi sebagai penyalur gaya menuju kolom pada struktur bangunan.
4. Daktilitas
Kemampuan suatu struktur bangunan mengalami lendutan yang cukup besar diakibatkan oleh tercapainya beban maksimal sebelum keruntuhan terjadi.
5. Lendutan
Perilaku melendut pada suatu struktur akibat beban yang bekerja pada struktur tersebut.
6. Kekakuan
Sudut kemiringan dari hubungan beban dan lendutan.
7. Retak lentur
Retak pada balok dengan arah vertikal dengan mengarah keatas dimulai dari sisi tarik suatu balok sampai dengan sumbu netral balok.
8. Retak miring
Retak pada balok yang terjadi diakibatkan oleh beban geser pada struktur balok.
9. Retak lekatan
Retakan yang terjadi antara beton dengan tulangan akibat tegangan lekatan
10. Retak punter
Retak melingkar pada balok yang disebabkan oleh tegangan punter yang terjadi pada struktur balok.

11. *ATENA Gid*

Program computer berbasis elemen hingga digunakan sebagai analisis permasalahan pada struktur beton.