

**TUGAS AKHIR**

**PENGARUH MUTU BALOK BETON BERTULANG  
TERHADAP PRILAKU LENTUR DENGAN ATENA DAN  
RCCSA**

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



**M.Aulya Akhsan**

**20160110203**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
2020**

## HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M.Aulya Akhsan

NIM : 20160110203

Judul : Pengaruh Mutu Balok Beton Bertulang Terhadap Prilaku  
Lentur dengan Atena dan RCCSA

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, ...27... Juli..... 2020

Yang membuat pernyataan



M.Aulya Akhsan.

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Segala puji dan syukur Penyusun panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, Penyusun dapat menyelesaikan Skripsi dengan judul, " Pengaruh Mutu Beton Terhadap Prilaku Lentur dengan RCCSA dan Atena ". Skripsi ini disusun sebagai syarat untuk memperoleh gelar S1 pada program studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Selama proses pembuatan simulasi, analisa dan penulisan Skripsi ini tentunya banyak hal yang tidak bisa dilakukan sendiri oleh penyusun dan harus dibantu pihak yang lebih dalam hal tersebut. Demikian juga dalam penyusunan Skripsi ini, banyak hal yang diperlukan sebagai bahan masukan sehingga Skripsi ini bisa terselesaikan sesuai dengan waktu yang diberikan. Untuk itu penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Puji Harsanto, ST, MT, Ph.D sebagai Ketua Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
2. Bapak Ahmad Zaki, ST, M.Sc, Ph.D sebagai Dosen Pembimbing yang telah dengan sabar memberikan arahan dan masukan-masukan terkait simulasi Atena dan RCSSA dan penulisan Skripsi ini.
3. Semua Dosen pengajar program studi Teknik Sipil UMY yang telah memberikan pengajaran di Program Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
4. Semua teman-teman Teknik Sipil UMY yang telah banyak membantu dan mensupport hingga terselesaikannya Skripsi ini.
5. Seluruh pihak yang berkontribusi, kami membuka kritik dan saran yang membangun untuk Skripsi ini.

Semoga tulisan ini dapat menambah wawasan pembaca dalam bidang balok beton bertulang .Penulis sadar bahwa didalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan.Karena hal itu, diharapkan kritik dan saran yang membangun. Akhir kata, semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

## 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 pengaruh mutu balok beton bertulang terhadap perilaku lentur dengan Atena dan RCCSA

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, penulis 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, ST, MT, Ph.D sebagai Ketua Prodi Teknik Sipil UMY
2. Ahmad Zaki, ST, M.Sc, Ph.D sebagai Dosen Pembimbing
3. Keluarga yang telah mendukung penuh untuk menyelesaikan skripsi ini

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, 27 Juli 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG.....	xii
DAFTAR SINGKATAN .....	xiii
DAFTAR ISTILAH .....	xiv
ABSTRAK .....	xv
<i>ABSTRACT</i> .....	xvi
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
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
2.2 Dasar Teori .....	12
2.2.1 Beton .....	12
2.2.2 Baja Tulangan .....	13
2.2.3 Balok .....	14
2.2.4 Daktilitas .....	15
2.2.5 Lendutan.....	16
2.2.6 <i>Momen Ultimate</i> .....	17
2.2.7 Pengertian pola retak.....	17
2.2.8 Pengertian metode elemen hingga .....	19
2.2.9 ATENA 3D .....	20
2.2.10 RCCSA ( <i>Reinforcement Concrete Cross Section Analysis</i> ) .....	20
2.2.11 Kekakuan ( <i>Stiffness</i> ).....	21
BAB III. METODE PENELITIAN.....	22
3.1 Bahan atau Materi.....	22

3.2	Alat .....	24
3.3	Tempat dan Waktu Penelitian.....	24
3.4	Metode Penelitian .....	24
3.5	Tahapan Penelitian.....	24
3.6	Analisis Data.....	29
3.6.1	Langkah-Langkah Atena .....	29
3.6.2	Langkah-Langkah RCSSA.....	41
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....		46
4.1	Pendahuluan.....	46
4.2	Perilaku Beton Hasil Uji Numerik Aplikasi Atena 3D.....	46
4.2.1	<i>Load Deflection</i> .....	46
4.2.2	Daktilitas .....	49
4.2.3	Kekakuan.....	50
4.3	Perilaku beton hasil uji numerik RCSSA .....	51
4.3.1	<i>Load Deflection</i> .....	51
4.4	Perbandingan Hasil Uji Numerik Atena 3D dan RCSSA.....	56
4.5	Pola Retak Pada Atena .....	59
BAB V.. KESIMPULAN DAN SARAN.....		63
5.1	Kesimpulan.....	63
5.2	Saran .....	64
DAFTAR PUSTAKA .....		65
LAMPIRAN.....		66

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil test kuat tekan beton ( Sundari 2012) .....	7
Tabel 2.2 Hasil Momen dari pengurangan mutu beton dan beban aksial (P) ( Abrar,2016).....	8
Tabel 2.3 Penelitian terdahulu dan sekarang.....	11
Tabel 2.4 Mutu beton dan penggunaannya .....	13
Tabel 3.1 Dimensi benda uji balok persegi .....	23
Tabel 3.2 Dimensi benda uji balok T .....	23
Tabel 3.3 Dimensi benda uji balok I .....	24
Tabel 4.1 Nilai daktilitas hasil analisis menggunakan Atena 3D.....	50
Tabel 4.2 Nilai kekakuan hasil analisis menggunakan Atena 3D .....	51
Tabel 4.3 Nilai daktilitas hasil analisis menggunakan RCCSA.....	55
Tabel 4.4 Nilai kekakuan hasil analisis menggunakan RCSSA.....	56
Tabel 4.5 Perbandingan nilai kekakuan hasil analisis Atena dan RCCSA .....	58
Tabel 4.6 Perbandingan nilai daktilitas hasil analisis Atena dan RCCSA .....	59

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Grafik kekuatan lentur berbagai umur beton (Fakhrezi, 2018).....	5
Gambar 2.2 Grafik lenturan di titik 1 sebagai fungsi dari beban untuk balok 1 dan balok 2 ( Tarigan 2019).....	6
Gambar 2.3 Grafik beban perpindahan(Bastian 2019) .....	9
Gambar 2.4 Grafik Hubungan beban lendutan (Nur 2010).....	10
Gambar 2.5 Korelasi antara kuat tekan dan modulus elastisitas statis beton dengan agregat daur ulang yang berbeda(Kou dkk 2015) .....	10
Gambar 2.6 Kurva Tegangan-Regangan Tulangan Baja (Budi,2011).....	14
Gambar 2.7 Hubungan beban-lendutan pada balok (Nawy, 1996).....	16
Gambar 2.8 Retak Lentur ( Chelcea 2017 ) .....	18
Gambar 2.9 Retak Geser( Chelcea 2017 ).....	18
Gambar 2.10 Retak Geser-lentur( Chelcea 2017 ) .....	18
Gambar 2.11 Retak Puntir ( Chelcea 2017 ) .....	18
Gambar 2.12 Retak lekatan( Chelcea 2017 ) .....	19
Gambar 3.1 Benda uji balok persegi.....	22
Gambar 3.2 Benda uji balok T .....	22
Gambar 3.3 Benda uji balok I .....	23
Gambar 3.4 Bagan alir tahapan penelitian .....	26
Gambar 3.5 Bagan alir tahapan Atena 3D .....	27
Gambar 3.6 Bagan alir tahapan RCSSA .....	28
Gambar 3.7 Analisis Informasi .....	29
Gambar 3.8 Input <i>Global Structural Parameters</i> .....	29
Gambar 3.9 Input <i>Global Solution Parameters</i> .....	30
Gambar 3.10 Input Material <i>Concrete</i> .....	30
Gambar 3.11 Input Material <i>Steel Plates</i> .....	30
Gambar 3.12 Input Material Tulangan Tarik .....	31
Gambar 3.13 Input Material Tulangan Tekan.....	31
Gambar 3.14 Input Material Sengkang .....	31
Gambar 3.15 Geometrik Balok .....	32
Gambar 3.16 Edit grid.....	33
Gambar 3.17 Peletakan titik, <i>line</i> , dan <i>surface</i> .....	33
Gambar 3.18 Hasil setelah <i>extrude</i> dan penambahan material .....	34
Gambar 3.19 Pemodelan <i>steel plates</i> .....	34
Gambar 3.20 Hasil <i>contacts</i> antar <i>macroelements</i> .....	35
Gambar 3.21 <i>Edit grid reinforcement bars</i> .....	35
Gambar 3.22 Penulangan beton .....	36
Gambar 3.23 Pemberian Beban <i>Support</i> .....	36
Gambar 3.24 Pemberian Beban <i>Prediscribed Deformation</i> .....	37
Gambar 3.25 <i>Mesh Elemen</i> Hingga .....	37
Gambar 3.26 Hasil <i>FE Mesh</i> .....	38
Gambar 3.27 Pembuatan parameter solusi.....	38
Gambar 3.28 Penambah Langkah Analisis .....	39



Gambar 3.29 Hasil <i>Monitoring Points</i> .....	39
Gambar 3.30 Tampilan Pengaturan Grafik .....	40
Gambar 3.31 Hasil running grafik <i>displacement</i> terhadap beban .....	40
Gambar 3.32 Input <i>Cross Section Dimensions</i> .....	41
Gambar 3.33 Input Data Balok .....	41
Gambar 3.34 Input <i>Main Material Properties of Cross Section</i> .....	42
Gambar 3.35 Tampilan <i>longitudal reinforcement</i> .....	42
Gambar 3.36 Input <i>Steel Reinforcement Data</i> .....	42
Gambar 3.37 Tampilan <i>Transverse Reinforcement</i> .....	43
Gambar 3.38 Input <i>Transverse Reinforcement Data</i> .....	43
Gambar 3.39 Tampilan <i>Transverse Reinforcement</i> .....	43
Gambar 3.40 Input <i>Steel Confinement Data</i> .....	44
Gambar 4.1 Tampilan <i>Type of Analisis</i> ,.....	44
Gambar 3.42 Tampilan <i>Run</i> .....	44
Gambar 3.43 Tampilan Hasil <i>Running</i> .....	45
Gambar 3.44 Grafik <i>Load vs Deflection</i> .....	45
Gambar 4.1 Kurva <i>Load vs Deflection</i> hasil analisis Atena 3D balok persegi .....	47
Gambar 4.2 Kurva <i>Load vs Deflection</i> hasil analisis Atena 3D balok T .....	48
Gambar 4.3 Kurva <i>Load vs Deflection</i> hasil analisis Atena 3D balok I .....	48
Gambar 4.4 Kurva Perbandingan <i>Load vs Deflection</i> hasil analisis Atena .....	49
Gambar 4.5 Kurva <i>Load vs Deflection</i> balok Persegi pada RCCSA .....	53
Gambar 4.6 Kurva <i>Load vs Deflection</i> balok T pada RCCSA.....	53
Gambar 4.7 Kurva <i>Load vs Deflection</i> balok I pada RCCSA.....	54
Gambar 4.8 Perbandingan Kurva <i>Load vs Deflection</i> balok P, T dan I pada RCCSA.....	54
Gambar 4.9 Perbandingan hasil analisis Atena 3D dan RCCSA.....	57
Gambar 4.10 Kurva perbandingan hasil analisis Atena 3D dan RCCSA benda uji P2.....	58
Gambar 4.11 Kurva <i>load deflection</i> hasil analisis Atena 3D.....	60
Gambar 4.12 Pola retak balok persegi mutu 25 MPa kondisi (a) zona 1, (b) zona 2 dan (c) zona 3.....	60
Gambar 4.13 Pola retak balok T mutu 25 MPa kondisi (a) zona 1, (b) zona 2 dan (c) zona 3.....	61
Gambar 4.14 Pola retak balok I mutu 25 MPa kondisi (a) zona 1, (b) zona 2 dan (c) zona 3.....	62

## DAFTAR SIMBOL DAN LAMBANG

$f'_c$  = kuat tekan beton (MPa)

$c$  = letak garis netral (cm)

$a$  = tinggi tekan beton (cm)

$d'$  = selimut beton (cm)

$A_s'$  = luas tulangan tarik( $\text{cm}^2$ )

## DAFTAR SINGKATAN

RCCSA : *Reinforced Concrete Cross Section Analysis*

UTM : *Universal Testing Machine*

GUI : *Graphical user interface*

FRP : *Factory Reset Protection*