

**STUDI NUMERIS BALOK BETON BERTULANG DENGAN
PERKUATAN GESER CFRP**

Laporan Tugas Akhir

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh:

Yoshua Yordan Damaledo

NPM: 160216570



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA
DESEMBER 2020**

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**STUDI NUMERIS BALOK BETON BERTULANG DENGAN
PERKUATAN GESER CFRP**

Oleh :

YOSHUA YORDAN DAMALEDO

NPM : 160216570 / TS

Telah diuji dan disetujui oleh Pembimbing:

Yogyakarta,.....



Pembimbing

(Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng)

Disahkan oleh:

Program Studi Teknik Sipil



Ketua

Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D.

PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir

STUDI NUMERIS BALOK BETON BERTULANG DENGAN PERKUATAN GESER CFRP



Oleh :

YOSHUA YORDAN DAMALEDO

NPM : 160216570

Telah diuji dan disetujui

	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	: Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng.
Sekretaris	: Angelina Eva Lianasari, S.T., M.T.
Anggota	: Ir. J. Tri Hatmoko, M.Sc.

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul:

STUDI NUMERIS BALOK BETON BERTULANG DENGAN PERKUATAN GESER CFRP

Benar-benar merupakan hasil karya tulis saya sendiri dan bukan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data hasil penelitian maupun kutipan, baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir Saya merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, Desember 2020

Yang membuat pernyataan

Yoshua Yordan Damaledo

KATA HANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, cinta serta kasih karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan segala baik yang merupakan syarat menyelesaikan pendidikan tinggi Program Strata-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak mungkin diselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini, antara lain:

1. Bapak Dr.Eng. Luky Handoko, S.T., M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Bapak Ir. AY. Harijanto Setiawan, M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
3. Bapak Dinar Gumilang Jati, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu, sabar dalam memberikan arahan, petunjuk dan sangat peduli terhadap penulis sehingga Tugas Akhir ini boleh terselesaikan dengan baik.
4. Seluruh Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mengajarkan dan memberikan ilmu pengetahuan dalam bidang teknik sipil yang sangat berguna bagi penulis.
5. Kedua orang tua, kakak dan adik serta seluruh keluarga yang sudah memberi restu, dukungan, doa dan semangat dalam proses perkuliahan dari awal hingga pembuatan Tugas Akhir ini sehingga boleh berjalan dengan lancar.

6. Sahabat-sahabat terbaik antara lain BAPERPRA(Erwin, Lukki, Rico, Datu, Nodi, Roy, Mek, Edo, Nico, Evan, Tama, Bangkit, Mijok, Vanesha, Dyan, Himawan, Jose, Vinto, Radit, Fano, Reza, Engki), BBC(Anom, Toro, Frs, Juan, Gilar, Huda, Arel), Yoga, Fredi, Romy, Bona, Kris, Dudut, Agung, Otto, Citisa, Prima, Red yang selalu support dalam suka maupun duka, memberikan warna selama perkuliahan dan menyelesaikan Tugas Akhir ini.
7. Mikha Angie Rebecca Pungus, S.T. yang selalu setia menemani, memberikan semangat dan juga selalu menopang dalam doa selama pembuatan tugas akhir.
8. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah memberi semangat dan dukungan dalam masa perkuliahan serta pihak yang membantu penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Yogyakarta, Desember 2020

Penulis

Yoshua Yordan Damaledo

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
ABSTRAK	xi
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Keaslian Tugas Akhir	3
1.5. Tujuan Tugas Akhir.....	4
1.6. Manfaat Tugas Akhir.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Umum.....	5
2.2. Eksperimen Perkuatan Geser Balok Beton Bertulang dengan CFRP.	6
2.3. Eksperimen Perilaku Lentur dan Geser <i>Deep Beam</i> dengan CFRP ...	7

2.4.	Pemodelan Perkuatan Lentur Balok Beton Bertulang dengan GFRP menggunakan <i>software</i> LUSAS	7
III. LANDASAN TEORI		9
3.1.	Beton.....	9
3.2.	Bahan Penyusun Beton.....	9
3.2.1.	Semen	9
3.2.2.	Air.....	9
3.2.3.	Agregat	10
3.3.	<i>Carbon Fiber Reinforced Polymer</i>	10
3.4.	Gaya Geser	12
3.5.	Analisis Kuat Geser Pada Beton Normal	13
3.6.	Gaya Geser <i>Carbon Fiber Reinforced Polymer</i>	14
IV. METODE PENELITIAN.....		18
4.1.	Rancangan Penelitian	18
4.2.	Penetapan Model	18
4.3.	Desain Penampang	19
4.4.	Diagram Alir Penelitian.....	20
V. HASIL DAN PEMBAHASAN		21
5.1.	Pemodelan Balok Dengan <i>Software</i> LUSAS.....	21
5.2.	Analisis Penampang (ACI 440 2R.17)	24

5.3	Hasil Analisis.....	29
5.3.1.	Grafik Beban Dengan Lendutan.....	29
5.3.2.	Perbandingan Beban Ultimit Pada Balok	30
5.3.3.	Pola Retak Balok	32
VI.	PENUTUP.....	34
6.1.	Kesimpulan.....	34
6.2.	Saran.....	35

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1	Desain Pembebanan	18
Gambar 4.2	Desain Penampang Balok Beton Bertulang	19
Gambar 4.3	Diagram Alir Prosedur Penelitian	20
Gambar 5.1	Pemodelan Tulangan Utama Dengan LUSAS	21
Gambar 5.2	Pemodelan Tulangan Tekan Dengan LUSAS	21
Gambar 5.3	Pemodelan Tulangan Tarik Dengan LUSAS	22
Gambar 5.4	Pemodelan Pemberian Perkuatan CFRP Dengan LUSAS	22
Gambar 5.5	Pendefinisian Meshing pada LUSAS	22
Gambar 5.6	Pendefinisian Geometric pada LUSAS	23
Gambar 5.7	Pendefinisian properti material pada LUSAS	23
Gambar 5.8	Pendefinisian kontrol beban pada LUSAS	24
Gambar 5.9	Grafik perbandingan beban dan lendutan pada software LUSAS	29
Gambar 5.10	Perbandingan P maksimum balok beton bertulang	31
Gambar 5.11	Perbandingan Lendutan balok beton bertulang	32
Gambar 5.12	Pola Retak Balok Normal pada LUSAS	32
Gambar 5.13	Pola Retak Balok dengan perkuatan CFRP pada LUSAS	33

STUDI NUMERIS BALOK BETON BERTULANG DENGAN PERKUATAN GESER CFRP

Yoshua Yordan Damaledo

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Jalan Babarsari No.44, Janti, Caturtunggal, Kec. Depok, Kabupaten Sleman,
Daerah Istimewa Yogyakarta, 55281

Email: yoshuadamaledo1@gmail.com

ABSTRAK

CFRP (*Carbon Fiber Reinforced Polymer*) merupakan bahan serat yang dapat dijadikan sebagai perkuatan pada balok dalam bidang konstruksi. Untuk mengetahui perkuatan geser setelah diberi CFRP pada balok, dapat diketahui dengan melakukan pengujian. Pengujian pada balok dapat dilakukan dengan pengujian di laboratorium maupun menggunakan *software*. Pada penelitian ini akan dimodelkan balok dengan bantuan *software* LUSAS serta menggunakan material dan model yang sama dengan penelitian sebelumnya yang hasilnya akan diverifikasi dengan eksperimen. Dengan adanya pemodelan yang baik secara numeris pada balok CFRP dapat menjadi gambaran serta memberikan kemudahan dalam pengujian penggunaan CFRP sebagai bahan material perkuatan balok.

Pada penelitian ini, dilakukan studi perkuatan geser balok beton bertulang menggunakan CFRP (*Carbon Fiber Reinforced Polymer*) di bagian permukaan benda uji yang diletakkan secara diagonal 45°. Dimensi balok beton bertulang yang digunakan dengan lebar 152,4 mm, tinggi 228,6 mm, dan panjang 1828,8 mm. Desain pembebanan 1 titik yang terletak pada tengah bentang. Metode penelitian dari studi ini dilakukan untuk mengetahui kapasitas beban maksimal, lendutan, dan pola retak balok beton bertulang. Analisis penampang dihitung berdasarkan peraturan ACI (*American Concrete Institute*) 440. Geometri benda uji juga dimodelkan dengan *software* LUSAS untuk mengetahui perkuatan geser setelah diberi CFRP akibat pembebanan.

Dari hasil pemodelan LUSAS didapat beban maksimum pada balok dengan perkuatan CFRP sebesar 111,25 kN yang hasilnya sama dengan eksperimen, sedangkan lendutan maksimum balok dengan perkuatan CFRP mendapatkan hasil pada pemodelan LUSAS sebesar 23,8487 mm yang tidak jauh berbeda dari hasil eksperimen yaitu sebesar 23,36 mm. Pada hasil pemodelan LUSAS balok mengalami retak lentur, begitu juga pada hasil eksperimen. Dengan penggunaan perkuatan geser CFRP dapat menahan kuat geser yang terjadi sehingga tidak menimbulkan retak geser, maka retak yang terjadi pada balok hanyalah retak lentur.

Kata kunci: Balok, LUSAS, *Carbon Fiber Reinforced Polymers*, Beton, Kuat Geser, Retak Geser.