

Universitas Katolik Santo Thomas

Repositori Unika Santo Thomas

<http://eprints.ust.ac.id>

Fakultas Teknik (FT)
Program Studi Teknik Sipil

Undergraduate Papers

Sianipar, Madison Liberty

2022

Uji Peningkatan Kapasitas Lentur Balok Perkuatan Pada Sisi Atas Tanpa Tulangan.

<http://eprints.ust.ac.id/id/eprint/454>

Downloaded from Repositori Institusi UST, Universitas Katolik Santo Thomas

**UJI PENINGKATAN KAPASITAS LENTUR BALOK DENGAN
PERKUATAN PADA SISI ATAS TANPA TULANGAN**

(PENELITIAN)

TUGAS AKHIR

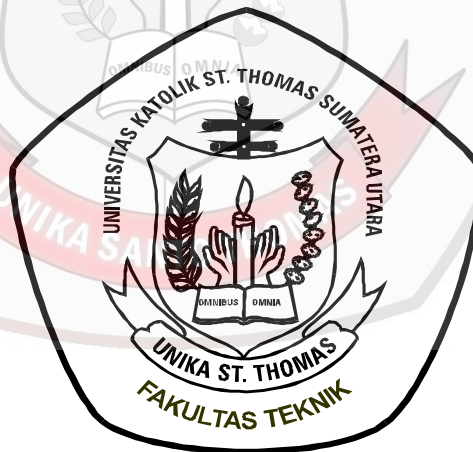
Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-Tugas Dan Memenuhi Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil

(Rekayasa Struktur)

Disusun Oleh :

MADISON LIBERTY SIANIPAR

140310012



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK SANTO THOMAS MEDAN
SUMATERA UTARA
2022**

**UJI PENINGKATAN KAPASITAS LENTUR BALOK DENGAN
PERKUATAN PADA SISI ATAS TANPA TULANGAN
(PENELITIAN)**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Melengkapi Tugas – Tugas Dan Memenuhi Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil
(Struktur)**

Disusun Oleh :

MADISON LIBERTY SIANIPAR

140310012

Seminar Proposal : 28 Mei 2021

Seminar Isi : 22 Oktober 2021

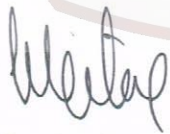
Sidang Meja Hijau : 14 Januari 2022

DISETUJUI OLEH :

(Samsuadi Batubara, ST, MT)

Pembimbing Utama

DISAHKAN OLEH :



(Ir. Simon Dertha Tarigan, MT)
Koordinator Tugas Akhir




(Ir. Binsar Silitonga, MT)
Ketua Program Studi Teknik Sipil




(Ir. Oloan Sitohang, MT)
Dekan Fakultas Teknik

**UJI PENINGKATAN KAPASITAS LENTUR BALOK DENGAN
PERKUATAN PADA SISI ATAS TANPA TULANGAN
(PENELITIAN)**

TUGAS AKHIR

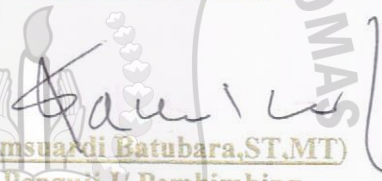
**Diajukan Untuk Melengkapi Tugas – Tugas Dan Memenuhi Syarat Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil
(Struktur)**

Disusun Oleh :

MADISON LIBERTY SIANIPAR
140310012

Seminar Proposal : 28 Mei 2021
Seminar Isi : 22 Oktober 2021
Sidang Meja Hijau : 18 Februari 2022

DISETUJUI OLEH :


(Samsuardi Batubara, ST, MT)
Penguji I/ Pembimbing

DISAHKAN OLEH :


(Ir. Martius Ginting, MTSi)
Penguji II


(Ir. Simon Dertina Tarigan, MT)
Pemanding III


(Ir. Binsar Silitonga, MT)
Pemanding IV

ABSTRAK

Konstruksi beton bertulang adalah salah satu struktur yang umum digunakan pada dewasa ini. Seiring dengan peningkatan ekonomi dan ketersediaan lahan, mengakibatkan munculnya bangunan-bangunan tinggi dan tidak jarang bangunan lama berubah fungsi. Sehingga perubahan tersebut tentu akan mengakibatkan perubahan beban yang bekerja pada struktur. Akibat perubahan tersebut struktur dievaluasi kemampuan struktur dalam memikul beban, dengan dua alternatif yakni: pertama struktur dirubuhkan dan dibangun struktur yang baru, kedua dilakukan perkuatan pada elemen strukturnya.

Mempelajari hal tersebut penulis melakukan penelitian “Uji Peningkatan Kapasitas Lentur Balok Perkuatan Pada Sisi Atas Tulangan”. Adapun penelitian yang saya lakukan yaitu dengan membuat dua benda uji balok bertulang, dengan ukuran benda uji (150 × 300) mm dan panjang 3000 mm. Balok pertama tanpa perkuatan, benda uji ke dua balok yang diperkuat dengan penambahan dimensi pada sisi atas dengan dimensi 150 × 300 × 3000 mm. Pembebanan dilakukan dengan satu beban terpusat di tengah bentang balok. Untuk menghubungkan antara beton lama dengan beton baru dilakukan dengan menggunakan sika bonding. Parameter yang diukur dalam pengujian ini adalah lendutan, beban ultimate. Hasil pengujian kemudian dibandingkan dengan hasil analitis.

Berdasarkan hasil penelitian ini bahwa perkuatan dengan penambahan dimensi pada sisi atas dapat meningkatkan kapasitas balok dalam memikul lentur sebesar 165,35%.

Kata kunci : Balok Beton Bertulang, Lendutan, Kuat Tekan Beton, Kuat Lentur Beton.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, atas berkat dan kemurahan hati-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tugas Akhir ini disusun untuk melengkapi persyaratan dalam menempuh Ujian Sarjana Teknik Sipil di Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas. Tugas Akhir ini berjudul “Uji Peningkatan Kapasitas Lentur Balok Perkuatan Pada Sisi Atas Tanpa Tulangan”. Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis tidak terlepas dari dukungan dan bimbingan dari berbagai pihak berupa dukungan moril, material, spiritual maupun dari segi administrasi.

Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terimakasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Ir. Oloan Sitohang, MT. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Sumatera Utara.
2. Bapak Ir. Charles Sitindaon, MT. Selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Sumatera Utara.
3. Bapak Ir. Binsar Silitonga, MT. Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Sumatera Utara.
4. Bapak Reynaldo Siahaan, ST, M,Eng, selaku sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Santo Thomas Sumatera utara.
5. Bapak Ir. Simon Dertha, MT. Selaku Dosen Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Sumatera Utara.
6. Bapak Ir. Martius Ginting, MT. Selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan masukan, dukungan, bimbingan serta meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam membantu penulis Tugas Akhir ini.
7. Bapak Samsuardi Batubara, ST, MT, Selaku Dosen Pengajar yang selalu sabar “menghadapi” penulis dalam memberikan materi perkuliahan serta ilmu akademik bagi sang penyusun selama perkuliahan dan penyusunan Tugas Akhir ini.
8. Seluruh Staf Pengajar dan Pegawai Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas.

9. Teristimewa terimakasih yang sebesar-besarnya kepada keluarga tercinta Ayahanda D. Sianipar dan Ibunda R. Nadeak Serta saudara-saudara saya dan semua keluarga dan sanak saudara yang telah banyak memberikan doa, motivasi dan wejangan, serta finansial kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir dan perkuliahan ini.
10. Kepada teman-teman mahasiswa angkatan 2014 Fakultas Teknik Universitas Katolik Santo Thomas Medan yang telah memberikan dorongan dan bantuan sehingga tugas akhir ini dapat selesai.
11. Abang/kakak stambuk dan adik-adik stambuk serta rekan-rekan mahasiswa Teknik Unika Santo Thomas, yang telah memberikan banyak masukan, dukungan dan pengalaman yang berarti selama masa perkuliahan.
12. Serta pihak-pihak lain yang turut serta membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa senantiasa melimpahkan karunia-Nya kepada semua pihak yang telah banyak memberikan bantuan dan bimbingan. Sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini tidak terlepas dari kesalahan dan juga kekurangan, maka penulis sangat berterimakasih atas kritikan yang disampaikan guna menyempurnakan Tugas Akhir ini di lain hari kemudian.

Akhir kata, penulis mengharapkan semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkannya.

Medan, February 2022

Hormat Saya

Madison Liberty Sianipar

NPM : 140310012

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR NOTASI	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud Dan Tujuan.....	2
1.3 Permasalahan.....	3
1.4 Pembatasan Masalah.....	5
1.5 Metodologi.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1. Beton.....	8
2.1.1 Sifat-Sifat Beton.....	8
2.1.2 Kelebihan dan kekurangan Beton	10
2.1.3 Kekuatan Beton	11
2.2 Sifat Bahan	12
2.2.1 Bahan Beton Bertulang	12
2.2.2 Kuat Tekan Beton	14
2.2.3 Bahan Baja Tulangan	16
2.3 Balok Beton	18
2.3.1 Balok Beton Bertulang	19
2.3.2 Balok Beton Tanpa Tulangan	22

2.4 Lentur Murni	23
2.5 Kuat Lentur Balok Persegi	25
2.6 Perkuatan Struktur Beton Bertulang	27
2.7 Perilaku Defleksi Pada Balok	28
2.8 Keruntuhan Lentur Akibat Kondisi Batas (Ultimate)	30
2.9 Geser Pada Balok Beton Bertulang	33
2.9.1 Tulangan Geser Atau Sengkang	34
2.9.2 Kekuatan Geser Beton Bertulang	34
2.10 Formula Perkuatan Lentur Dengan SK SNI	35
2.10.1 Balok Beton Normal	35
2.10.2 Balok Beton Perkuatan Pada Sisi Atas	38
2.11 Momen Inersia Penampang Retak	39
2.12. Lendutan Pada Balok	41
BAB III METODE PELAKSANAAN PENELITIAN	45
3.1. Studi Pustaka	45
3.2. Jenis Penelitian Dan Desain Penelitian	45
3.2.1 Jenis Penelitian	45
3.2.2 Desain Benda Uji	46
3.3. Lokasi Dan Waktu Penelitian	47
3.4 Syarat-Syarat Pelaksanaan	47
3.4.1 Perencanaan Campuran Beton	47
3.4.2 Baja Tulangan	48
3.5 Bahan-Bahan Dan Peralatan	48
3.5.1 Bahan	48
3.5.2 Peralatan	49

3.6 Persiapan Material	51
3.7 Persiapan Pembuatan Benda Uji	52
3.8 Pengecoran Benda Uji.....	54
3.8.1 Pengecoran Benda Uji Balok Normal	54
3.8.2 Pengecoran Benda Uji Balok Perkuatan	54
3.9 Perawatan Benda Uji.....	55
3.10 Pengujian Benda Uji	55
3.10.1 Pengujian Kuat Tekan Beton	55
3.10.2 Pengujian Kuat Tarik Tulangan Baja	56
3.11 Pengujian Balok Beton Bertulang	57
3.11.1 Pengujian Balok I (Balok Normal)	57
3.11.2 Pengujian Balok II (Balok Dengan Perkuatan).....	57
BAB IV ANALISA DATA.....	59
4.1 Pengujian Kuat Tekan Beton	59
4.2 Pengujian Kuat Tarik Tulangan Baja.....	61
4.3 Analisa Kapasitas Penampang Secara Teoritis	61
4.3.1 Balok Beton Tanpa Penambahan Dimensi	61
4.3.2 Balok Perkuatan Dengan Penambahan Dimensi Pada Sisi Atas Tanpa Tulangan	65
4.4. Lendutan Yang Terjadi Pada Balok	71
4.4.1 Menghitung Lendutan Yang Terjadi Pada Balok Normal	71
4.4.2 Menghitung Lendutan Yang Terjadi Pada Balok Dengan Perkuatan Penambahan Dimensi Pada sisi atas	76
4.5. Pengujian Balok Beton Bertulang	84
4.5.1 Pengujian Beton Bertulang Balok Normal	84

4.5.2 Pengujian Balok Beton Bertulang Perkuatan Dengan Penambahan Dimensi Pada Sisi Atas.....	87
4.6. Pola Retak Pada Penelitian	90
4.7. Pembahasan	94
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	99
5.1. Kesimpulan	99
5.2. Saran	99
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Balok Beton Bertulang Tanpa Perkuatan Pada Sisi Atas	3
Gambar 1.2 Balok Beton Bertulang Setelah Dibebeani 60% Beban Rencana Kemudian Diberi Perkuatan Pada Sisi Atas	4
Gambar I.3 Balok Beton Bertulang dengan Perkuatan Pada Sisi Atas	4
Gambar I.4 <i>Flow Chart</i> Penelitian	7
Gambar 2.1 Beton Bertulang.....	12
Gambar 2.2 Regangan-Tegangan Beton	14
Gambar 2.3 Berbagai Kuat Tekan Beton	15
Gambar 2.4 Diagram Tegangan-Regangan Batang Tulangan Baja	17
Gambar 2.5 Balok beton bertingkat	18
Gambar 2.6 Pengerjaan Struktur Balok Bertulang.....	19
Gambar 2.7 Balok Dibebeani Lentur Murni	24
Gambar 2.8 Distribusi Tegangan-Regangan Pada Penampang Beton Bertulang Dengan Momen Yang Semakin Besar	25
Gambar 2.9 Diagram Tegangan Dan Regangan	25
Gambar 2.10 Diagram Tegangan	27
Gambar 2.11 Hubungan Antara Beban Dan Defleksi Pada Balok Beton Bertulang	29
Gambar 2.12 Balok Yang Dibebeani Sampai Runtuh	31
Gambar 2.13 Kurva Momen-Kelengkungan Balok	31
Gambar 2.14 Perilaku Keruntuhan Balok	33
Gambar 2.15 Pola Retak Lentur Saat Runtuh di Tengah Bentang Pada Balok	33
Gambar 2.16 Penampang Trasformasi	41

Gambar 2.17 Bidang Momen Sebagai Muatan Pada Beban Terpusat	43
Gambar 2.18 Bidang Momen Sebagai Muatan Pada Beban Terbagi Rata	43
Gambar 4.1 Grafik Hubungan Beban-Lendutan Balok Normal secara Teoritis	70
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Beban Lendutan Balok perkuatan pada sisi Atas Secara Teoritis	75
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Beban-Lendutan Pengujian Balok Normal	78
Gambar 4.4 Retakan Yang Terjadi Pada Balok Normal	79
Gambar 4.5 Grafik Hubungan Beban-Lendutan Beban 60% dari Kapasitas Rencana	81
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Beban-Lendutan Pengujian Perkuatan pada Sisi Atas	83
Gambar 4.7 Pola Retak Lentur Pada Balok Tanpa Perkuatan	85
Gambar 4.8 Pola Retak Lentur Balok atas Perkuatan pada sisi	86
Gambar 4.9 Pola Retak Lentur Pada Balok Perkuatan Pada Sisi Atas	86

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Nilai Modulus Elastisitas Beton (E_c) berbagai mutu beton.....	16
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Silinder Balok awal	54
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Benda Uji Silinder Balok Perkuatan..	54
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Kuat Tarik Tulangan Baja	55
Table 4.4 Resume Perhitungan Kapasitas Penampang Secara Teoritis	64
Tabel 4.5 Hasil Analisa Secara Teoritis Lendutan Pada Balok Norma	69
Tabel 4.6 Hasil Analisa Secara Teoritis Lendutan Pada Balok Perkuatan Dengan Penambahan Dimensi Pada Sisi Atas Tanpa Tulangan	74
Tabel 4.7 Resume Perhitungan Lendutan Secara Teoritis	76
Tabel 4.8 Data Hasil Pengujian Lendutan Pada Balok Normal	77
Tabel 4.9 Data Hasil Pengujian Lendutan dibebani 60% Dari Kapasitas Rencana	80
Tabel 4.10 Data Hasil Pengujian Lendutan Balok Beton Bertulang Perkuatan Pada Sisi Atas.....	81
Table 4.11 Resume Hasil Pengujian	84
Tabel 4.12 Kapasitas Penampang Teoritis dan Hasil Pengujian Benda Uji....	87

DAFTAR NOTASI

A	=	Luas Penampang
ACI	=	American Concrete Institute
A_s	=	Luas tulangan tarik (mm^2)
A_c	=	Luas tulangan tekan (mm^2)
b	=	Lebar penampang balok (mm)
c	=	Jarak dari serat tekan terluar ke garis netral (mm)
CL	=	<i>Center Line</i> (Titik tengah bentang)
d	=	Jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan Tarik (mm)
D	=	Beban mati atau momen dan gaya dalam yang berhubungan dengan beban mati
d'	=	Jarak dari serat tekan terluar ke pusat tulangan tekan (mm)
E	=	Modulus Elastisitas
E_c	=	Modulus elastisitas beton (MPa)
E_y	=	Modulus elastisitas baja (MPa)
Fas	=	Faktor air semen
f'_c	=	Kuat tekan beton (MPa)
f'_{c_r}	=	Kuat tekan beton rata-rata
FM	=	Susunan gradasi butiran
fs	=	Tegangan dalam tulangan pada beban kerja (MPa)
fy	=	Tegangan leleh tulangan baja (MPa)
h	=	Tinggi balok (mm)
L	=	Jarak bentang penampang (mm)

DAFTAR PUSTAKA

- Istimawan Dipohusodo.1999, "*Struktur Beton Bertulang*" Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03 Departemen Pekerjaan Umum RI.PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- SNI 03-4154-1996. Metode Pengujian Kuat Lentur dengan Balok Uji Sederhana Yang Dibebani Beban Terpusat Langsung.
- Ida Bagus Rai Widiarsa Dan Made Sukrawa, "*Perilaku Balok-T jembatan Dengan Pelat Baja Sebagai Perkuatan Lentur*", Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol. 10, No.2, Juli 2006 129.
- SNI 03-1972-1990. Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971*, NI-2 Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta
- Badan Standarisasi Nasional, 2002. Standar Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002). Jakarta, Indonesia.
- Ali Asroni, "*Balok dan Pelat Beton Bertulang*", Edisi Pertama, Penerbit Graha Ilmu.
- Chu-Kia Wang, Charles G.Salmon, "*Desain Beton Bertulang*",Edisi Keempat, Penerbit Erlangga.
- Tugas Akhir Francois Siregar ST, "*Uji Peningkatan Kapasitas Lentur Dengan Penambahan Dimensi Pada Sisi Bawah balok dan Sisi Atas Balok*".