

**ANALISIS PERBAIKAN KEGAGALAN STRUKTUR BALOK
BETON AKIBAT TARIK BELAH DAN LENTUR DENGAN
MENGUNAKAN BAHAN TAMBAH LEM BETON X**

TUGAS AKHIR

Karya tulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari
Universitas Katolik Soegijapranata



Oleh:

**YOGA PRIYANTONO
ARIYA FERDIAN NALENDRA**

**NIM: 16.B1.0069
NIM: 16.B1.0074**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJARPNATA
2021**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

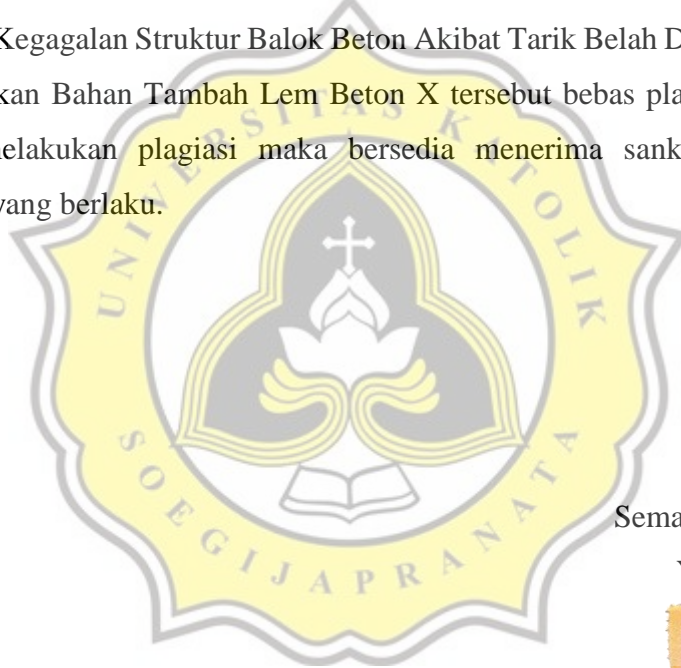
Nama : Yoga Priyantono

NIM : 16.B1.0069

Progdi / Konsentrasi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir dengan Judul Analisis Perbaikan Kegagalan Struktur Balok Beton Akibat Tarik Belah Dan Lentur Dengan Menggunakan Bahan Tambah Lem Beton X tersebut bebas plagiasi. Akan tetapi terbukti melakukan plagiasi maka bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku.



Semarang, 27 Juli 2021

Yang menyatakan,



Yoga Priyantono

HALAMAN PENGESAHAN



Judul Tugas Akhir : Analisis Kegagalan Perbaikan Kegagalan Struktur Balok
Beton Akibat Tarik Belah Dan Lentur Dengan
Menggunakan Bahan Tambah Lem Beton X

Diajukan oleh : Yoga Priyantono

NIM : 16.B1.0069

Tanggal disetujui : 24 Juni 2021

Telah setuju oleh

Pembimbing 1 : Ir. Widija Suseno Widjaja M.T. , IPU

Pembimbing 2 : Dr. Ir. Djoko Suwarno M.Si

Penguji 1 : Ir. Widija Suseno Widjaja M.T. , IPU

Penguji 2 : Dr. Ir. Djoko Suwarno M.Si

Penguji 3 : Daniel Hartanto S.T., M.T.

Penguji 4 : Ir. Y. Yuli Mulyanto M.T.

Ketua Program Studi : Daniel Hartanto S.T., M.T.

Dekan : Prof. Dr. Ir. Slamet Riyadi M.T.

Halaman ini merupakan halaman yang sah dan dapat diverifikasi melalui alamat di bawah ini.

sintak.unika.ac.id/skripsi/verifikasi/?id=16.B1.0069

HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yoga Priyantono

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Jenis Karya : Tugas Akhir

Menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Katolik Soegijapranata Semarang Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah yang berjudul “Analisis Perbaikan Kegagalan Struktur Balok Beton Akibat Tarik Belah Dan Lentur Dengan Menggunakan Bahan Tambah Lem Beton X” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Katolik Soegijapranata berhak menyimpan, mengalihkan media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir ini selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Semarang, 27 Juli 2021

Yang menyatakan



Yoga Priyantono

PRAKATA

Puji dan syukur penulis ucapkan atas kehadiran rahmat Tuhan Yang Maha Esa, karena-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis Perbaikan Kegagalan Struktur Balok Beton Akibat Tarik Belah Dan Lentur Dengan Menggunakan Bahan Tambah Lem Beton X”

Tugas Akhir ini disusun sebagai syarat yang harus dipenuhi untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik dari Universitas Katolik Soegijapranata.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan doa dari berbagai pihak laporan ini tidak dapat selesai tepat pada waktunya. Penulis juga berterima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam proses praktik kerja serta pembuatan laporan ini, diantaranya yaitu:

1. Prof. Dr. Ir. Slamet Riyadi, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata Semarang,
2. Daniel Hartanto, ST. MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata Semarang,
3. Dr. Ir. Maria Wahyuni, MT. selaku Koordinator Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Soegijapranata,
4. Ir. Widija Suseno, W, MT. selaku Dosen Pembimbing I selama penelitian dan penyusunan laporan Tugas Akhir ini,
5. Dr. Ir. Djoko Suwarno, M.Si. selaku Dosen Pembimbing II selama penelitian dan penyusunan laporan Tugas Akhir ini,
6. Ir. Yohanes Yuli Mulyanto, M.T. dan Daniel Hartanto, ST. MT. selaku Dosen Penguji yang memberikan saran, koreksi, dan evaluasi terhadap laporan Tugas Akhir sehingga kekurangan dan kesalahan dalam laporan dapat diperbaiki menjadi lebih baik,
7. Ir. Yohanes Yuli Mulyanto, M.T. yang membimbing selama proses praktikum di Laboratorium Konstruksi Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata,
8. Dimas Diktha Septana, S.T. selaku laboran dari Laboratorium Konstruksi Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata,

9. Orang tua beserta keluarga yang selalu mendukung dan memberikan semangat,
10. Teman-teman Teknik Sipil Universitas Katolik Soegijapranata atas segala bantuan dan dukungannya,
11. Semua pihak yang telah banyak membantu dan mendukung penyusun, baik secara moral maupun material, yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan-kekurangan dalam penyusunan laporan ini, karena kemampuan penulis yang masih terbatas. Oleh karena itu, penulis terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan laporan ini. Akhir kata, penulis berharap laporan ini dapat berguna bagi semua pihak yang membacanya



Semarang, 27 Juli 2021



Yoga Priyantono

ABSTRAK

ANALISIS PERBAIKAN KEGAGALAN STRUKTUR BALOK BETON AKIBAT TARIK BELAH DAN LENTUR DENGAN MENGUNAKAN BAHAN TAMBAH LEM BETON X

Oleh

YOGA PRIYANTONO
ARIYA FERDIAN NALENDRA

NIM: 16.B1.0069
NIM: 16.B1.0074

Beton adalah bahan bangunan yang diperoleh dari campuran semen portland, air, dan agregat (dan kadang – kadang bahan tambah, yang sangat bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat, sampai bahan buangan non – kimia) pada perbandingan tertentu. Beton memiliki kelebihan salah satunya yaitu kuat terhadap tekan namun memiliki kelemahan yaitu lemah terhadap tarik, sehingga sering terjadi kerusakan beton pada bagian tarik dari permasalahan tersebut maka dilakukan penelitian perbaikan kegagalan struktur balok beton akibat tarik belah dan lentur dengan menggunakan bahan tambah lem beton. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui nilai kuat tarik belah dan kuat lentur maksimum pada beton utuh dan beton yang sudah diperbaiki dengan menggunakan lem beton. Campuran atau komposisi yang digunakan untuk bahan perbaikan beton adalah 1Pc:1Ps; 0,4 LB dengan umur pengujian benda uji 28 hari. Benda uji yang digunakan adalah silinder beton sebagai benda uji tarik belah dan balok beton digunakan sebagai benda uji kuat lentur. Standarisasi yang digunakan adalah SNI 2491:2014 untuk kuat tarik belah dan ASTM C293 atau SNI 4154:2014 (pembebanan di titik terpusat) untuk kuat lentur. Hasil pengujian tarik belah silinder beton utuh tertinggi adalah 2,120 MPa sedangkan untuk hasil kuat tarik belah silinder beton setelah diperbaiki menggunakan lem beton tertinggi adalah 1,982 MPa. Sedangkan hasil kuat kentuk balok beton utuh tertinggi adalah 4.644 MPa dan hasil kuat lentur balok beton setelah diperbaiki menggunakan lem beton tertinggi adalah 3,964 MPa.

Kata kunci: Beton, perbaikan, kuat tarik belah, kuat lentur, lem beton, mortar, balok beton

KARTU ASISTENSI



FAKULTAS TEKNIK
PROGDI TEKNIK SIPIL
 UNIVERSITAS KATOLIK SOEGIJAPRANATA

**KARTU
 ASISTENSI**

016/00/UNIKA/TS/R-QSR/III/07

Nama : <u>Yogo Priyantono</u> MT Kuliah : <u>Artiya Ferdian M</u> Dosen : <u>Ir. Widaja Sugono W.M.T.</u> Asisten : Dimulai : Selesai :	NIM : <u>16.81.0069</u> Semester : Dosen Wali : <u>Ir. Widaja Sugono W.M.T</u> Nilai :
--	---

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	3-5-21	- Laporan lengkap dimulai sesuai di lampirkan surat MS - Pengerjaan di Tolena - Karta MS yg? - Metodologi Penelitian - Karta MS yg? - Kalimat / hargi belan final.	f
2.	12-5-21	- Jumlah benda uji tiap pematang. byron - Kering, erplen di celup di benda - Pohon Keras Vant Bantu maris banyak - Jumlah ada 2000 - Karta MS yg?	f
3.	22-5-21	- metodologi penelitian XI, XII, 16, 20, 34, 38, 39 & karta MS yg? di AB. dibatalkan. - di karta MS yg?	f
4.	28-5-21	ACI dapat di gunakan	f

Semarang.....
 Dosen/ Asisten

KARTU ASISTENSI



FAKULTAS TEKNIK
PROGDI TEKNIK SIPIL
 UNIVERSITAS KATOLIK SOEJIAPRANATA

**KARTU
ASISTENSI**

		016/00/UNIKA/TS/R-QSR/III/07	
Nama	Yoga Priyantono	NIM	16.81.0069
MT Kuliah	Ariya Ferdian M	Semester	16.81.0074
Dosen	Dr. Ir. Djoko Suwarno, M. Si	Dosen Wali	Ir. Widjaja Suseno W.MT
Asisten			
Dimulai			
Selesai		Nilai	

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1	07/05/2021	<ul style="list-style-type: none"> - Tata tulis, kata asing, tanda baca, kalimat pengulangan - Penulisan sumber dan daftar pustaka - Pembahasan tidak ada dan warna grafik diganti putih dan hitam saja - Kesimpulan dan Saran 	
2	01/06/2021	<ul style="list-style-type: none"> - Tata tulis, kata asing, tanda baca, kalimat pengulangan - Penulisan daftar pustaka harus sama semua sesuai koreksi - Pembahasan analisis diperbaiki karena kalimatnya harus menjelaskan kenapa kuat tarik berdasarkan teori bab 2 sedangkan yang tertulis serupa saran saja 	
3	2/06/2021	<ul style="list-style-type: none"> - Analisis hasil - Daftar pustaka untuk tahun : (tahun). dan (tahun) : Serta tahun tanpa tanda kurung 	
4	8/06/2021	Acc	

Semarang.....
 Dosen/Asisten

 Dr. Ir. Djoko Suwarno, M. Si

DAFTAR ISI

COVER	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	iv
PRAKATA	v
ABSTRAK	ii
KARTU ASISTENSI 1	viii
KARTU ASISTENSI 2	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
DAFTAR LAMBANG	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
Bab 1 Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
Bab 2 Tinjauan Pustaka	6
2.1 Pengertian Beton	6
2.1.1 Kelebihan beton:	6
2.1.2 Kekurangan beton:	6
2.2 Bahan Penyusun Beton	7
2.2.1 Agregat kasar	7
2.2.2 Agregat halus	9
2.2.3 Semen	11
2.2.4 Air	13
2.2.5 Bahan tambah (<i>admixture</i>)	14
2.3 Kuat Tarik Belah	16
2.4 Kuat Lentur	19
2.4.1 Uji kuat lentur tiga titik pembebanan	20
2.4.2 Uji kuat lentur pembebanan dititik terpusat	21
2.5 Faktor Penyebab Kerusakan Balok Beton	22
2.5.1 Korosi	22
2.5.2 Deformasi	23
2.6 Retak Beton	23
2.6.1 Lebar retak	23

2.7	Jenis Material untuk Perbaikan Beton.....	24
2.8	Metode dan Material untuk Perbaikan Beton.....	26
2.9	Lem Beton	29
2.9.1	Fungsi lem beton.....	30
2.9.2	Keunggulan pemakaian lem beton pada konstruksi bangunan.....	30
2.9.3	Cara pengaplikasian lem beton	31
Bab 3	Metode Penelitian	33
3.1	Uraian Umum.....	33
3.2	Tahapan Penelitian	33
3.2.1	Tahap I	34
3.2.2	Tahap II.....	37
3.2.3	Tahap III.....	41
Bab 4	Anlisis Data dan Pembahasan.....	42
4.1	Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	42
4.2	Pengujian Kadar Organik Agregat Halus.....	42
4.3	Analisis Berat Volume Agregat Halus	43
4.4	Pengujian Kadar Air Agregat Halus.....	44
4.5	Pengujian Daya Ikat Semen	45
4.6	Pengujian Konsistensi Normal Semen	46
4.7	Pembuatan Benda Uji Kuat Tarik Belah	48
4.8	Pengujian Kuat Tarik Belah Silinder Beton.....	49
4.8.1.	Berat massa volume beton silinder sebelum diperbaiki.....	50
4.8.2.	Berat massa volume beton silinder setelah diperbaiki	51
4.8.3.	Hasil perbandingan berat massa volume beton silinder.....	52
4.8.4.	Hasil pengujian kuat tarik belah beton.....	53
4.8.5.	Perbandingan hasil pengujian kuat tarik belah beton silinder.....	55
4.9	Pembuatan Benda Uji Kuat Lentur	56
4.10	Pengujian Kuat Lentur Balok Beton.....	57
4.10.1	Berat massa volume balok beton sebelum diperbaiki	58
4.10.2	Berat massa volume balok beton setelah diperbaiki.....	59
4.10.3	Hasil perbandingan berat massa volume balok beton	60
4.10.4	Hasil pengujian kuat lentur balok beton.....	61
4.10.5	Perbandingan hasil pengujian kuat lentur balok beton.....	63
Bab 5	Kesimpulan dan Saran	65
5.1	Kesimpulan.....	65
5.2	Saran.....	66
	DAFTAR PUSTAKA	67

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Kondisi Balok Beton pada saat Ada Beban di atasnya.....	1
Gambar 2.1	Alat Bantu Jig untuk Penandaan Silinder Beton Dan Bantalan Beton	17
Gambar 2.2	Keadaan Benda Uji Setelah Dilakukan Pengujian Kuat Tarik Belah	18
Gambar 2.3	Metode Pengujian Kuat Tarik Lentur Balok Beton	19
Gambar 2.4	Kuat Tarik Lentur Tiga Titik Pembebanan.	20
Gambar 2.5	Kuat Lentur Pembebanan di Titik Pusat	22
Gambar 3.1	Bagan Alir Tahapan Penelitian	33
Gambar 3.2	Bagan Alir Tahap I.....	34
Gambar 3.3	Rancangan Benda Uji Kuat Tarik Belah	36
Gambar 3.4	Rancangan Benda Uji Kuat Lentur	36
Gambar 3.5	Bagan Alir Tahap II.....	38
Gambar 4.1	Hasil Grafik Daya Ikat Semen	46
Gambar 4.2	Grafik Konsistensi Normal Semen.....	47
Gambar 4.3	Grafik Perbandingan Rata – Rata Berat Massa Volume Beton	53
Gambar 4.4	Grafik Kuat Tarik Belah Rata – Rata Beton Silinder.....	56
Gambar 4.5	Grafik Perbandingan Berat Massa Volume Balok Beton.....	61
Gambar 4.6	Grafik Perbandingan Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok	63



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Persentase Lolos Agregat pada Ayakan.....	11
Tabel 2.2	Empat Senyawa Utama dari Semen Portland	12
Tabel 2.3	Lebar Retak Maksimum yang Diizinkan	24
Tabel 2.4	Metode dan Material untuk Perbaikan Beton	29
Tabel 3.1	Rancangan Benda Uji Tarik Belah Menggunakan Silinder Beton	35
Tabel 3.2	Rancangan Benda Uji Tarik Lentur Menggunakan Balok Beton	36
Tabel 4.1	Standar Warna <i>Organic Plate</i>	43
Tabel 4.2	Analisis Berat Volume Agregat Halus.....	44
Tabel 4.3	Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus	45
Tabel 4.4	Hasil Pengujian Daya Ikat Semen.....	46
Tabel 4.5	Hasil Pengujian Konsistensi Normal Semen	47
Tabel 4.6	Keterangan Komposisi Benda Uji Kuat Tarik Belah.....	48
Tabel 4.7	Berat Massa Volume Beton Silinder Sebelum Diperbaiki	51
Tabel 4.8	Berat Massa Volume Beton Silinder Setelah Diperbaiki.....	52
Tabel 4.9	Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Sebelum Diperbaiki	54
Tabel 4.10	Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Setelah Diperbaiki.....	55
Tabel 4.11	Berat Massa Volume Balok Beton Sebelum Diperbaiki.....	59
Tabel 4.12	Berat Massa Volume Balok Beton Setelah Diperbaiki	60
Tabel 4.13	Hasil Pengujian Kuat Lrntur Balok Beton Sebelum Diperbaiki	62
Tabel 4.14	Hasil Pengujian Kuat Lentur Balok Beton Setelah Diperbaiki.....	63

DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Nama	Pertama kali pemakaian pada halaman
PCC	<i>Portland Composite Cement</i>	3
PT	Perseroan Terbatas	3
Kg	Kilogram	4
Mm	Milimeter	7
No	Nomor	7
SNI	Standar Nasional Indonesia	8
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>	9
FAS	Faktor Air Semen	12
ASTM	<i>American Standard Testing and Material</i>	14
BS	<i>British Standard</i>	14
MR	<i>Modulus of Rupture</i>	17
MPa	Mega Pascal	17
N	Newton	17
ACI	<i>American Concrete Institute</i>	21
TA	Tugas Akhir	41
CC	<i>Cubic Centimeter</i>	42
kN	<i>Kilonewtons</i>	54



DAFTAR LAMBANG

Lambang	Nama	Satuan	Pertama kali pemakaian pada halaman
f_c	kuat tekan beton karakteristik	MPa	6
r	jari - jari silinder	cm	9
t	tinggi silinder	cm	9
f_{ct}	Kuat tarik belah	MPa	17
P	Beban	N	17
d	Diameter	mm	17
l	Panjang	mm	17
σ_1	Kuat lentur	MPa	19
L	Jarak (bentang)	mm	19
b	Lebar arah horizontal	mm	19
h	Lebar arah vertikal	mm	19
a	Jarak rata – rata	mm	19
R	Modulus runtuh	MPa	20
b	Lebar balok rata-rata	mm	20
d	Tinggi balok rata-rata	mm	20



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Kandungan Lumpur Agregat Halus.....	1
Lampiran 2 Kandungan Kotoran Organik Agregat Halus.....	3
Lampiran 3 Pengujian Berat Volume Agregat Halus	5
Lampiran 4 Pengujian Kadar Air Agregat Halus.....	8
Lampiran 5 Pengujian Daya Ikat Semen.....	11
Lampiran 6 Pengujian Konsistensi Normal Semen	14
Lampiran 7 Perhitungan Kandungan Lumpur Agregat Halus	17
Lampiran 8 Pengujian Kandungan Kotoran Organik Agregat Halus.....	19
Lampiran 9 Perhitungan Prngujian Berat Volume Agregat Halus.....	21
Lampiran 10 Perhitungan Pengujian Kadar Air Agregat Halus.....	23
Lampiran 11 Gambar Langkah Pengujian Dan Langkah Percobaan	25
Lampiran 12 Perhitungan Berat Massa Volume Beton Silinder Sebelum Diperbaiki	33
Lampiran 13 Perhitungan Berat Massa Volume Beton Silinder Setelah Diperbaiki	37
Lampiran 14 Perhitungan Kuat Tarik Belah Silinder Beton Setelah Diperbaiki ..	41
Lampiran 15 Perhitungan Berat Massa Volume Balok Baeton Sebelum Diperbaiki	44
Lampiran 16 Perhitungan Berat Massa Volume Balok Beton Setelah Diperbaiki	47
Lampiran 17 Perhitungan Kuat Lentur Balok Beton Sebelum Diperbaiki	50
Lampiran 18 Perhitungan Kuat Lentur Balok Beton Setelah Diperbaiki	52
Lampiran 19 Merek Lem Baeton Yang Dipakai	54
Lampiran 20 Hasil Pengujian Kuat Lentur	55
Lampiran 21 Hasil Anti Plagiasi	56