

TUGAS AKHIR

**SIFAT MEKANIK BETON MENGGUNAKAN TAMBAHAN
LIMBAH BUBUT LOGAM BESI**



FERDIE YONATHAN
NPM: 18110048

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS WIJAYA KUSUMA SURABAYA
SURABAYA
2025

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.)
di Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

Oleh:

Ferdie Yonathan

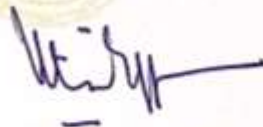
NPM: 18110048

Tanggal Ujian:

8 Januari 2025

Disetujui oleh:

Dosen Pembimbing



Dr. Ir. Utari Khatulistiani, MT.

NIK: 93190-ET

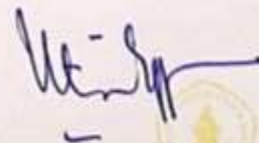
Dekan Fakultas Teknik,

Ketua Program Studi Teknik Sipil,



Johan Pahing Heru Waskito, S.T., M.T.

NIP. 19690310200511002



Dr. Ir. Utari Khatulistiani, M.T.

NIK : 93190 – ET

LEMBAR PENGESAHAN REVISI

Judul : Sifat Mekanik Beton Menggunakan Tambahan Limbah Bubut Logam Besi
Nama : Ferdie Yonathan
NPM : 18110048

Tanggal Ujian : 8 Januari 2025

Disetujui oleh :

Dosen Penguji I,

Dosen Penguji II,



Dr. Ir. Soerjandani Priantoro M., M.T.

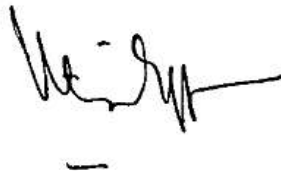
NIK: 94245-ET



Andaryati, ST., MT.

NIK: 197411032005012002

Mengetahui,
Dosen Pembimbing



Dr. Ir. Utari Khatulistiani, M.T.

NIK: 93190-ET

ABSTRAK

Pemanfaatan limbah bubut logam besi sebagai bahan tambah (*admixture*) dalam campuran beton merupakan salah satu upaya inovatif dalam mendukung pembangunan berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sifat mekanik beton dengan variasi prosentase serat limbah bubut logam besi (0% dan 5%) dan panjang serat (2 cm, 4 cm, 8 cm). Pengujian meliputi kuat tekan beton pada usia 7, 14, dan 28 hari, serta kuat tarik beton pada usia 28 hari.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan serat logam dengan variasi panjang terhadap kekuatan mekanis beton, meliputi kuat tekan dan tarik belah. Uji dilakukan pada beton dengan campuran agregat normal (0% serat logam) dan campuran serat logam 5% dengan panjang 2 cm, 4 cm, dan 8 cm. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari, sementara kuat tarik belah diuji pada umur 28 hari.

Hasil menunjukkan bahwa beton tanpa serat memiliki kuat tekan rata-rata tertinggi, yaitu 11,98 MPa pada umur 7 hari, 13,96 MPa pada umur 14 hari, dan 16,79 MPa pada umur 28 hari. Beton dengan penambahan serat 5% panjang 2 cm memiliki kekuatan tekan yang lebih baik dibandingkan panjang 4 cm dan 8 cm pada umur 28 hari, dengan rata-rata 14,62 MPa. Panjang serat 8 cm menghasilkan distribusi yang kurang homogen, menyebabkan kekuatan tekan lebih rendah yaitu 9,43 MPa pada umur 28 hari. Hasil uji kuat tarik belah, diperoleh beton tanpa serat menghasilkan nilai rata-rata 2,88 MPa pada umur 28 hari. Beton dengan serat panjang 4 cm menunjukkan performa kuat tarik belah terbaik di antara variasi serat, dengan rata-rata 3,13 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan serat logam memberikan pengaruh positif pada kekuatan tarik belah beton, tetapi dapat menurunkan kekuatan tekan apabila distribusi serat dalam campuran tidak merata. Serat dengan panjang optimal 4 cm direkomendasikan untuk mencapai keseimbangan kekuatan tekan dan tarik belah.

Kata kunci: beton, kuat tekan, kuat tarik belah, serat bubut besi.

ABSTRACT

The use of iron metal lathe waste as an additive (admixture) in concrete mixtures represents an innovative effort to support sustainable development. This study aims to analyze the mechanical properties of concrete with variations in the percentage of iron metal lathe waste fibers (0% and 5%) and fiber lengths (2 cm, 4 cm, 8 cm). Testing includes the compressive strength of concrete at 7, 14, and 28 days of age, as well as the tensile strength of concrete at 28 days.

The study seeks to analyze the effects of adding metal fibers of varying lengths on the mechanical strength of concrete, focusing on compressive and splitting tensile strength. Tests were conducted on concrete with normal aggregate mixtures (0%) and mixtures containing 5% metal fibers of lengths 2 cm, 4 cm, and 8 cm. Compressive strength testing was performed at 7, 14, and 28 days of age, while splitting tensile strength was tested at 28 days.

The findings reveal that concrete without fibers achieved the highest average compressive strength, at 11,98 MPa at 7 days, 13,96 MPa at 14 days, and 16,79 MPa at 28 days. Concrete with 5% fiber addition and a 2 cm fiber length demonstrated better compressive strength than the 4 cm and 8 cm fiber lengths at 28 days, with an average of 14.62 MPa. The 8 cm fiber length resulted in a less homogeneous distribution, leading to a lower compressive strength of 9.43 MPa at 28 days. The result of the splitting tensile strength test, concrete without fibers achieved an average value of 2.88 MPa at 28 days. Concrete with a 4 cm fiber length showed the best splitting tensile performance among the fiber variations, with an average of 3.13 MPa. These results suggest that using metal fibers positively influences the tensile strength of concrete but may reduce compressive strength if fiber distribution within the mixture is uneven. A fiber length of 4 cm is recommended to achieve a balance between compressive and splitting tensile strength.

Keywords : concrete, compressive strength, splitting tensile strength, metal fibers.

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kita panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa. Atas segala Pertolongan, Rahmat, dan Kasih Sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “*Sifat Mekanik Beton Menggunakan Tambahan Limbah Bubut Logam Besi*”. Doa kepada Tuhan Yang Maha Esa yang senantiasa menjadi sumber inspirasi dan teladan terbaik untuk umat manusia.

Penulis menyadari dukungan dari berbagai pihak dan bantuan selama menyelesaikan studi dan tugas akhir ini. Oleh karena itu, sudah sepantasnya penulis dengan penuh hormat mengucapkan terimakasih dan mendoakan semoga Allah memberikan balasan terbaik kepada:

- Bapak Johan Paing Heru Waskito, ST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.
- Ibu Dr. Ir. Utari Khatulistiani, MT., selaku pembimbing penulis dalam menyelesaikan skripsi.
- Bapak Dr. Ir. Soerjandani P.M., M.T., selaku ketua penguji.
- Ibu Andaryati, ST., MT., selaku penguji.
- Mbak Dyah Utari dan teman-teman mahasiswa yang telah membantu selama proses pengujian dan pembuatan benda uji.
- Dosen-dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Wijaya Kusuma Surabaya.

Akhir kata penulis menyadari bahwa tidak ada yang sempurna dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, saran dan masukan yang bersifat membangun akan dengan senang hati penulis terima. Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan dapat dijadikan referensi demi pengembangan ke arah yang lebih baik.

Surabaya, 8 Januari 2025

Ferdie Yonathan

18110048

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN REVISI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
 BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	6
1.3. Tujuan Penelitian	6
1.4. Manfaat Penelitian	7
1.5. Batasan Masalah	7
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Beton	10
2.1.1 Proses Terjadinya Beton	13
2.1.2 Klasifikasi Beton	14
2.2. Komponen Penyusun Beton	15
2.2.1 Air	15
2.2.2 Semen Portland	18
2.3. Kuat Tekan Beton	21
2.4. Kuat Tarik Belah (<i>Split Tensile Strength</i>) Beton	23
2.5. Faktor yang Mempengaruhi Kekuatan Beton	25
2.6. Agregat Kasar dan Agregat Halus	27
2.6.1 Agregat Kasar	27
2.6.2 Agregat Halus	29
2.7. Beton Serat	31
2.7.1 Jenis Serat	35
	vii

2.7.2 Fungsi Beton Serat	36
2.7.3 Kekurangan Beton Serat	36
2.7.4 Perilaku Beton Berserat.....	37
2.8. Bahan Tambahan	40
2.8.1 Limbah Bubut/Besi yang Digunakan pada Penelitian	41
2.9. Penelitian Terdahulu	46
2.10. Keaslian Penelitian	50

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Pemeriksaan Karakteristik Material Agregat	52
3.2. Bagan Alir Penelitian	52
3.3. Pengolahan Limbah Bubut Besi.....	55
3.4. Rancangan Campuran (<i>Mix Design</i>) Beton	55
3.5. Hasil Perhitungan Kebutuhan Material	60
3.6. Perhitungan Kebutuhan Bahan untuk Setiap Adukan.....	62
3.7. Kebutuhan Serat Limbah Besi untuk Satu Kali Pembuatan Campuran	63
3.8. Pembuatan Benda Uji	64
3.9. Test Slump	66
3.10. Perawatan Benda Uji	67
3.11. Uji Kuat Tekan Beton	68
3.14. Uji Kuat Tarik Belah Beton	69

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Uji Material	71
4.2. Hasil Pengujian Semen	72
4.2.1. Pengujian Konsistensi Normal Semen	72
4.2.2. Pengujian Waktu Mengikat dan Mengeras Semen	73
4.3. Hasil Pengujian Agregat Halus	74
4.3.1. Pengujian Analisa Gradasi Agregat Halus	74
4.3.2. Pengujian Kebersihan Agregat Halus terhadap Lumpur dengan Cara Basah	75
4.3.3. Pengujian Kebersihan Agregat Halus terhadap Bahan Organik.	76
4.4. Hasil Pengujian Agregat Kasar	77
4.4.1. Pengujian Analisa Gradasi Agregat Kasar	77

4.5. Pengujian Slump Beton Segar	77
4.6. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton	79
4.7. Hasil Uji Kuat Tarik Belah	81
4.8. Perbandingan Nilai Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton	82
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	84
5.2. Saran	84
DAFTAR PUSTAKA	86
LAMPIRAN	90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Proses awal terjadinya beton	13
Gambar 2.2.	Kondisi pembebanan tes tarik belah	24
Gambar 2.3.	Alat uji kuat tekan beton	26
Gambar 2.4.	Limbah bubut logam besi.....	41
Gambar 2.5	Serat limbah bubut logam besi	44
Gambar 3.1.	Diagram alir metodologi penelitian	53
Gambar 3.2	Limbah ukuran 2 cm, 4 cm dan 8 cm	55
Gambar 3.3.	Zona agregat gabungan prosentase 35% pasir dan 65% batu pecah..	59
Gambar 3.4.	Grafik berat jenis beton	60
Gambar 3.5.	Kerucut uji	66
Gambar 3.6.	Tahapan slump test	66
Gambar 3.7.	Proses perawatan benda uji	67
Gambar 3.8.	Proses kuat tekan pada beton 0%	68
Gambar 3.9.	Proses kuat tarik belah pada beton 5% panjang 8 cm	69
Gambar 4.1.	Konsistensi normal semen	73
Gambar 4.2.	Waktu mengikat dan mengeras semen	74
Gambar 4.3.	Hasil uji analisa saringan pasir berada di zona 2	74
Gambar 4.4.	Kebersihan agregat halus terhadap lumpur dengan cara basah	75
Gambar 4.5.	Hasil uji kebersihan pasir terhadap bahan organik	76
Gambar 4.6.	Zona agregat kasar berada di zona 1	77
Gambar 4.7.	Pengujian slump	78
Gambar 4.8.	Hasil uji kuat tekan	80
Gambar 4.9.	Hasil kuat tarik belah dan kuat tekan umur 28 hari	81
Gambar 4.10	Hasil kuat tarik belah dan kuat tekan umur 28 hari	83

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Mutu beton dan penggunaannya	15
Tabel 2.2. Jenis-jenis semen portland menurut ASTM C.150	19
Tabel 2.3 Korelasi umur dan kuat tekan beton	22
Tabel 2.4 Hubungan antara umur beton dengan prosentase kekuatan beton	27
Tabel 2.5 Pengujian kekerasan agregat kasar	28
Tabel 2.6. Tipikal sifat-sifat berbagai macam serat	38
Tabel 2.7. Tipikal sifat-sifat berbagai matrik	38
Tabel 2.8. Komposisi kimia serat limbah bubut logam besi	42
Tabel 2.9. Data spesifikasi dari penelitian terdahulu	49
Tabel 3.1. Rancangan campuran (<i>mix design</i>) beton	56
Tabel 3.2. Menentukan nilai slump	57
Tabel 3.3. Menentukan kadar air bebas	58
Tabel 3.4. Menentukan kadar semen minimum	59
Tabel 3.5. Analisa ayakan campuran pasir dan batu pecah	59
Tabel 3.6. Kebutuhan bahan kondisi SSD untuk campuran 1m ³ beton	60
Tabel 3.7. Kebutuhan material kondisi asli untuk campuran beton per m ³	62
Tabel 3.8. Kebutuhan material untuk campuran beton 0,2544 m ³	63
Tabel 3.9. Jumlah benda uji kuat tekan	63
Tabel 3.10. Jumlah benda uji kuat tarik belah	64
Tabel 3.11. Kebutuhan limbah bubut besi berdasarkan prosentase	64
Tabel 3.12. Kebutuhan benda uji dan label beton umur 7 hari	65
Tabel 3.13. Kebutuhan benda uji dan label beton umur 14 hari	65
Tabel 3.14. Kebutuhan benda uji dan label beton umur 28 hari	65
Tabel 4.1. Hasil uji material	71
Tabel 4.2. Hasil pengujian <i>slump mixed agregat</i>	78
Tabel 4.3. Hasil uji kuat tekan beton rata-rata	80
Tabel 4.4. Hasil uji kuat tarik belah rata-rata	81
Tabel 4.5. Perbandingan nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton	83