

TUGAS AKHIR

NOMOR: 025/WM/FTS/SKR/2025

**“PENGARUH PENAMBAHAN FLY ASH SEBAGAI
SUBTITUSI SEMEN DAN PENAMBAHAN SERAT BUAH
LONTAR TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK
BELAH BETON”**



DISUSUN OLEH:

FRANSISKA ADINDA BENGAN TOKAN

NOMOR INDUK MAHASISWA:

211 22 081

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA

KUPANG

2025

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN FLY ASH SEBAGAI
SUBSTITUSI SEMEN DAN PENAMBAHAN SERAT BUAH
LONTAR TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK
BELAH BETON**

DISUSUN OLEH:

FRANSISKA ADINDA BENGAN TOKAN

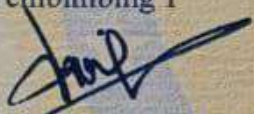
NOMOR INDUK MAHASISWA:

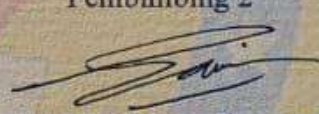
211 22 081

DIPERIKSA OLEH:

Pembimbing 1

Pembimbing 2


FREDERIKUS D.P NDOUK, ST., MT
NIDN: 0826079002


KRISANTUS S.W PEDO ST., MT
NIDN: 15 01109602

DISETUIJUI OLEH:

**KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS
KATOLIK WIDYA MANDIRA**


Dr. PRIATNA PENTEWATI, ST., Msi
NIDN: 0826057601

DISAHKAN OLEH:

**DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDIRA**


Dr. DON GASPAR N. DA COSTA
NIDN: 0820036801

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN FLY ASH SEBAGAI
SUBSTITUSI SEMEN DAN PENAMBAHAN SERAT BUAH
LONTAR TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK
BELAH BETON**

DISUSUN OLEH:

FRANSISKA ADINDA BENGAN TOKAN

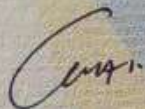
NOMOR INDUK MAHASISWA:

211 22 081

DIPERIKSA OLEH:

Penguji 1

Penguji 2



GOLDELFRIIDUS A. ABANI, ST., MT

NUPTK: 5838773674130292

ENGELBERTHA N. BRIA SERAN, ST., MT

NIDN: 1507118501

Penguji 3



FREDERIKUS D.P. NDOUK, ST., MT

NIDN: 0826079002

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut:

Nama : FRANSISKA ADINDA BENGAN TOKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 21122081

Program Studi : TEKNIK SIPIL

Fakultas : TEKNIK

Menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul:

PENGARUH PENAMBAHAN *FLY ASH* SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN DAN PENAMBAHAN SERAT BUAH LONTAR TERHADAP KUAT TEKAN DAN KUAT TARIK BELAH BETON

Saya menyatakan bahwa sesungguhnya skripsi ini adalah asli hasil karya saya, apabila dikemudian hari ditemukan unsur-unsur plagiarisme, maka saya bersedia diproses sesuai dengan peraturan akademik dan peraturan perundang-undangan yang berlaku

Kunang, Desember 2025



FRANSISKA ADINDA BENGAN TOKAN

KATA PENGANTAR

Motto:

“Segala perkara dapat kutanggung di dalam Dia yang memberi kekuatan kepadaku”

(Filipi 4:13)

“Berbagai cobaan dan hal yang buat kau ragu, jadikan percikan tuk menempa tekadmu, jalan hidupmu hanya milikmu sendiri, rasakan nikmatnya hidupmu hari ini”

(Baskara Putra-Hindia)

Puji dan syukur panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa karena atas segala berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Tugas Akhir ini dengan baik.

Tugas Akhir dengan judul **“Pengaruh Penambahan *Fly Ash* sebagai Substitusi Semen dan Penambahan Serat Buah Lontar terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton”** ditulis sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil pada Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.

Penyusunan menyadari bahwa penyusun Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan campur tangan dari Tuhan Yang Maha Kuasa serta bantuan dari beberapa pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, ucapan terima kasih diberikan kepada:

1. Bapak Dr. Don Gaspar N. Da Costa, ST.,MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.
2. Ibu Dr. Priseila Pentewati, ST.,M.Si selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandira Kupang.
3. Bapak Frederikus D.P, Ndouk, ST.,MT selaku Dosen Pembimbing 1, yang telah membimbing penulis selama penulisan ini sejak awal hingga akhir.
4. Bapak Krisantus Satrio Wibowo Pedro, ST.,MT selaku Dosen Pembimbing 2, yang telah membimbing penulis selama penulisan ini sejak awal hingga akhir.
5. Bapak Goldelfridus A. Abani, ST.,MT selaku Dosen Penguji 1, yang telah memberikan segala saran, kritik membangun dan masukan berharga sejak seminar hingga selesainya skripsi ini untuk meningkatkan kedalaman kualitas penelitian ini.
6. Bapak Engelbertha N. Bria Seran, ST., MT selaku Dosen Penguji 2, yang telah memberikan segala saran, kritik membangun dan masukan berharga sejak seminar hingga selesainya skripsi ini untuk meningkatkan kedalaman kualitas penelitian ini.

7. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil yang selalu memberikan motivasi dan dorongan saat melaksanakan penelitian dan penyusunan Tugas Akhir ini.
8. Ibu Luizinha de F. Soares, S. AB selaku Pegawai Tata Usaha Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Widya Mandira atas segala bantuan, pelayanan administrasi, serta kesabaran dan keramahan yang telah diberikan selama proses perkuliahan hingga penyusunan skripsi ini.
9. Kedua Orang Tua Kaka Ade terkasih Bapa Dasi Jawa, Mama Lala Panda, Kaka Putra Ola Bebe, Kaka Tita Tokan dan Ade Aurelia Perada Roman dan seluruh keluarga besar yang selalu memberikan dukungan, doa, semangat dan motivasi, sehingga penulis selama penulisan ini sejak awal hingga akhir.
10. Anggota Laboratorium Teknik Sipil Unwira yaitu Kaka Rian Bhoka, Kaka Tri Wiyanto, Kaka Riki Sabon Doni, Pak Melfi Tje, Kaka Gupe Solla, Kaka Gio Leba, Kaka Rico Tallo, Alex Wungubelen, dan Stenly Boling, yang selalu memberikan motivasi dan dorongan saat melaksanakan penelitian dan penyusunan Tugas Akhir ini.
11. Teman-teman seperjuangan penelitian Tugas akhir di Laboratorium Unwira; Magdalena Enda, Yohana Siente, Inge Nalle, Vegi Due, Nova Banu, Cindy Bere, dan Andry Usfahik yang saling memberikan dukungan baik moral maupun materil sehingga proses penelitian dapat dilewati bersama.
12. Teman-teman Seraphicxx, dan Teman-Teman Kaka Love Adik yang selalu telah membantu dalam pelaksanaan penelitian yang selalu memberikan motivasi serta membantu selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
13. Teman-teman Basodara Civil B memberikan motivasi selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
14. Teman-teman Teknik Sipil Angkatan 2022 yang selalu memberikan motivasi selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
15. Teman-teman Saya Ivana Hale, Jane Tokan, Leony Elim dan Thino Chelino yang selalu memberikan motivasi selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
16. Teman-teman Saya Olivia Kenjuru, Mira Jelamu, dan Sisco Ande yang selalu memberikan motivasi selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
17. Alberto da Silva, Mauritius Paten Sili, dan Valen Tokan yang telah membantu proses penelitian Tugas Akhir ini.

18. Adik Gege Amtaran Teknik Sipil Angkatan 2023 yang telah membantu proses pengambilan material
19. Pihak-pihak lain yang selalu memberikan dukungan, baik secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.
20. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada berbagai media aplikasi seperti Tiktok, Instagram YouTube, Netflix, WeTV, Spotify, dan Disney+. Kehadiran platform-platform tersebut turut membantu penulis dalam mengurangi kejenuhan, meningkatkan semangat, serta memperluas wawasan sehingga proses penyelesaian skripsi dapat berjalan dengan baik.

Saya menyadari bahwa Tugas akhir ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat saya harapkan demi penyempurnaan penelitian ini di kemudian hari. Akhir kata, semoga Tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan praktik di bidang teknik sipil, khususnya struktur laboratorium.

Kupang, Desember 2025

Penulis

ABSTRAK

Untuk meningkatkan kualitas beton guna memenuhi tuntutan konstruksi modern seperti gedung bertingkat, inovasi pada material penyusun terus dikembangkan, salah satunya dengan penggunaan limbah pembakaran batu bara (*fly ash*) dan serat alami, serat alami yang digunakan pada penelitian ini adalah serat lontar. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pemanfaatan serat lontar dan *fly ash* terhadap kinerja mekanis beton sedang dengan kuat tekan rencana (f_c) 20 MPa. Variasi serat lontar yang digunakan sebesar 0,5%, 2,5% dan 4,5% dengan penambahan *fly ash* sebesar 7%. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penambahan *fly ash* 7% dan serat lontar 0,5%, 2,5% dan 4,5% terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton.

Metode pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui proses fabrikasi dan pengujian langsung terhadap benda uji di laboratorium, diikuti dengan pencatatan hasil secara komprehensif. Data primer yang diuji meliputi hasil pengujian karakteristik material penyusun, seperti agregat kasar, agregat halus dan semen, untuk hasil pengujian mekanis berupa kuat tekan dan kuat tarik belah beton. Seluruh data yang diperoleh dari pengujian fisis sampel di laboratorium tersebut selanjutnya diolah dan dianalisis sesuai pada pedoman serta standar teknis yang berlaku.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan *fly ash* 7% tanpa serat menghasilkan kuat tekan sebesar 26,21 MPa dan kuat tarik belah 2,48 MPa. Penambahan serat lontar tanpa *fly ash* pada variasi 0,5% menghasilkan kuat tekan mencapai 25,48 MPa. Namun, hasil optimal diperoleh pada variasi kombinasi serat lontar 0,5% + *fly ash* 7% yang menghasilkan kuat tekan 24,69 MPa hampir setara dengan beton normal dan nilai kuat tarik belah tertinggi sebesar 2,68 MPa. Pada variasi rendah, serat lontar efektif berfungsi sebagai jembatan mikro yang menahan perambatan retak. Namun Sebaliknya, penambahan serat dalam persentase tinggi yaitu 2,5% dan 4,5% menyebabkan penurunan drastis pada kedua parameter uji, dengan nilai kuat tekan terendah 7,30, nilai ini tidak memenuhi kriteria spesimen karena di bawah batas minimum f_c' kurang dari 3,5 MPa dari mutu rencana 20 MPa. Selain itu, pada variasi serat 4,5 rasio kuat tarik belah menurun drastis hingga 0,69 MPa atau setara dengan rentang beton kisaran 9% hingga 15%. Penurunan signifikan ini mengindikasikan bahwa kelebihan serat organik juga dapat meningkatkan porositas dan merusak ikatan agregat dalam pasta semen.

Kata Kunci: Beton, *fly ash*, serat lontar, kuat tekan, kuat tarik belah

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iv
SURAT KETERANGAN HASIL CEK PLAGIASI	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR PERSAMAAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah.....	I-3
1.3 Tujuan Penelitian	I-3
1.4 Manfaat Penelitian	I-3
1.5 Batasan Masalah	I-3
1.6 Penelitian Terdahulu	I-4
BAB II LANDASAN TEORI	II-1
2.1 Kualitas Beton.....	II-1
2.2 Pengertian Beton.....	II-2
2.1.1 Bahan Penyusun	II-2
2.1.2 Pengujian Material	II-9
2.3 Bahan Tambahan	II-26
2.2.1 Penggunaan <i>Fly Ash</i>	II-26
2.2.2 Penggunaan Serat	II-27
2.4 <i>Mix Design</i>	II-27
2.5 Metode Pengujian Beton.....	II-31
2.5.1 Metode Pengujian Kuat Tekan Beton.....	II-30
2.5.2 Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.....	II-31
2.6 Metode Perawatan Beton	II-32

BAB III METODE PENELITIAN	III-1
3.1 Lokasi Penelitian.....	III-1
3.2 Data	III-1
3.2.1 Jenis Data	III-1
3.2.2 Sumber Data.....	III-1
3.2.3 Jumlah Data	III-2
3.2.4 Cara Pengambilan Data	III-3
3.2.5 Waktu Pengambilan Data	III-4
3.3 Proses Pengelohan Data	III-4
3.4 Diagram Alir.....	III-5
3.5 Penjelasan Diagram Alir.....	III-6
3.5.1 Mulai	III-6
3.5.2 Perumusan Masalah.....	III-6
3.5.3 Tinjauan Pustaka	III-6
3.5.4 Persiapan Alat dan Bahan Material.....	III-6
3.5.5 Pengujian Material	III-6
3.5.6 <i>Mix Design</i>	III-7
3.5.7 Pengecoran Beton.....	III-7
3.5.8 Pengujian Slump	III-7
3.5.9 Perawatan Beton (Curing).....	III-7
3.5.10 Pengujian Kuat Tekan Beton dan Kuat Tarik Belah Beton	III-7
3.5.11 Analisis dan Perbandingan Data dan Pembahasan.....	III-7
3.5.12. Kesimpulan.....	III-8
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	IV-1
4.1 Metode Pengambilan Data	IV-1
4.1.1 Data Sekunder	IV-1
4.1.2 Data Primer.....	IV-1
4.2 Analisis Karakteristik Bahan Penyusun Beton.....	IV-1
4.2.1 Data Hasil Pengujian Semen	IV-1
4.2.2 Data Hasil Pengujian Agregat Halus	IV-2
4.2.3 Data Hasil Pengujian Agregat Kasar	IV-10
4.3 Perencanaan Campuran Beton	IV-17

4.3.1 Desain Campuran Beton (<i>Mix Design</i>).....	IV-18
4.3.2 Hasil Pengujian <i>Workability</i>	IV-20
4.3.3 Proses Pembuatan dan Perawatan Beton	IV-21
4.4 Hasil dan Analisis.....	IV-21
4.4.1 Hasil Kuat Tekan.....	IV-21
4.4.2 Hasil Kuat Tarik Belah.....	IV-24
BAB V PENUTUP	V-1
5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran.....	V-2
DAFTAR PUSTAKA	xvi

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Susunan unsur semen portland	II-3
Tabel 2. 2 Syarat Fisik Utama	II-3
Tabel 2. 3 Syarat Fisik Tambahan	II-4
Tabel 2. 4 Batas Gradasi Agregat Halus.....	II-5
Tabel 2. 5 Batas-batas tertentu gradasi agregat kasar.....	II-8
Tabel 2. 6 Gradasi pemeriksaan test abrasi	II-25
Tabel 2. 7 Penetapan Nilai Slump Adukan Beton	II-28
Tabel 3. 1 Jumlah data benda uji	III-2
Tabel 3. 2 Waktu pengambilan data	III-4
Tabel 4. 1 Data hasil pengujian semen	IV-2
Tabel 4. 2 Hasil pengujian kadar air agregat halus.....	IV-3
Tabel 4. 3 Hasil pengujian Berat Jenis Agregat Halus	IV-4
Tabel 4. 4 Hasil pengujian Analisa Saringan Agregat Halus	IV-5
Tabel 4. 5 Hasil pengujian bobot isi agregat halus.....	IV-8
Tabel 4. 6 Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus	IV-9
Tabel 4. 7 rekapan data hasil pengujian karakteristik agregat halus.....	IV-10
Tabel 4. 8 Hasil pengujian kadar air agregat kasar.....	IV-10
Tabel 4. 9 Hasil pengujian berat jenis agregat kasar	IV-11
Tabel 4. 10 Hasil pengujian analisa saringan agregat kasar	IV-12
Tabel 4. 11 Hasil pengujian bobot isi agregat kasar.....	IV-15
Tabel 4. 12 Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar	IV-17
Tabel 4. 13 rekapan data hasil pengujian karakteristik agregat kasar	IV-17
Tabel 4. 14 Hasil desain campuran beton normal (Mix Design).....	IV-18
Tabel 4. 15 Hasil desain campuran beton <i>fly ash</i> normal (Mix Design)	IV-18
Tabel 4. 16 Hasil desain campuran beton serat lontar 0,5 % normal (Mix Design).....	IV-18
Tabel 4. 17 Hasil desain campuran beton serat lontar 2,5 % normal (Mix Design).....	IV-19
Tabel 4. 18 Hasil desain campuran beton serat lontar 4,5 % normal (Mix Design).....	IV-19
Tabel 4. 19 Hasil desain campuran beton <i>fly ash</i> 7% + serat lontar 0,5 % normal (Mix Design).....	IV-19
Tabel 4. 20 Hasil desain campuran beton <i>fly ash</i> 7% + serat lontar 2,5 % normal (Mix Design).....	IV-19
Tabel 4. 21 Hasil desain campuran beton <i>fly ash</i> 7% + serat lontar 4,5 % normal (Mix Design).....	IV-19
Tabel 4. 22 Hasil pengujian workability	IV-20
Tabel 4. 23 Hasil kuat tekan	IV-21
Tabel 4. 24 Hasil pengujian kuat tarik belah	IV-25

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kurva Batas Gradasi Pasir No. 1 (Kasar)	II-6
Gambar 2. 2 Kurva Batas Gradasi Pasir No. 2 (agak kasar)	II-6
Gambar 2. 3 Kurva Batas Gradasi Pasir No. 3 (agak halus)	II-6
Gambar 2. 4 Kurva Batas Gradasi Pasir No. 4 (Halus)	II-7
Gambar 2. 5 Grafik batas gradasi agregat kasar ukuran maksimum 10 mm	II-8
Gambar 2. 6 Grafik batas gradasi agregat kasar ukuran maksimum 20 mm	II-9
Gambar 2. 7 Grafik batas gradasi agregat kasar ukuran maksimum 40 mm	II-9
Gambar 2. 8 Pengujian Konsistensi Normal Semen.....	II-15
Gambar 2. 9 Hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen.....	II-28
Gambar 2. 10 Perkiraan kadar air bebas.....	II-29
Gambar 3. 1 Lokasi penelitian.....	III-1
Gambar 3. 2 Pengambilan material agregat halus dan agregat kasar	III-3
Gambar 3. 3 Pengambilan semen	III-3
Gambar 3. 4 Pengambilan serat lontar.....	III-4
Gambar 3. 5 Bagan alir penelitian	III-5
Gambar 3. 1 Lokasi penelitian.....	III-1
Gambar 3. 2 Pengambilan material agregat halus dan agregat kasar	III-3
Gambar 3. 3 Pengambilan semen	III-3
Gambar 3. 4 Pengambilan serat lontar.....	III-4
Gambar 3. 5 Bagan alir penelitian	III-5
Gambar 4. 1 Pengujian semen	IV-2
Gambar 4. 2 Pengujian kadar air agregat halus	IV-3
Gambar 4. 3 Pengujian berat jenis agregat halus.....	IV-5
Gambar 4. 4 Grafik gradasi agregat halus	IV-7
Gambar 4. 5 Pengujian analisa saringan agregat halus	IV-7
Gambar 4. 6 Pengujian bobot isi agregat halus	IV-8
Gambar 4. 7 Pengujian kadar lumpur agregat halus.....	IV-9
Gambar 4. 8 Pengujian kadar air agregat kasar	IV-11
Gambar 4. 9 Pengujian berat jenis agregat kasar.....	IV-12
Gambar 4. 10 Grafik gradasi agregat kasar	IV-14
Gambar 4. 11 Pengujian analisa saringan agregat kasar	IV-14
Gambar 4. 12 Pengujian bobot isi agregat kasar	IV-16
Gambar 4. 13 Pengujian kadar lumpur agregat kasar.....	IV-17
Gambar 4. 14 Slump test	IV-20
Gambar 4. 15 Proses pencampuran	IV-21
Gambar 4. 16 Pengujian kuat tekan.....	IV-23
Gambar 4. 17 Grafik perbandingan kuat tekan.....	IV-24
Gambar 4. 18 Pengujian kuat tarik belah	IV-27
Gambar 4. 19 Grafik perbandingan kuat tarik belah	IV-27

DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 2. 1.....	II-10
Persamaan 2. 2.....	II-10
Persamaan 2. 3.....	II-11
Persamaan 2. 4.....	II-12
Persamaan 2. 5.....	II-13
Persamaan 2. 6.....	II-15
Persamaan 2. 7.....	II-15
Persamaan 2. 8.....	II-15
Persamaan 2. 9.....	II-16
Persamaan 2. 10.....	II-16
Persamaan 2. 11.....	II-16
Persamaan 2. 12.....	II-16
Persamaan 2. 13.....	II-17
Persamaan 2. 14.....	II-18
Persamaan 2. 15.....	II-18
Persamaan 2. 16.....	II-19
Persamaan 2. 17.....	II-20
Persamaan 2. 18.....	II-20
Persamaan 2. 19.....	II-20
Persamaan 2. 20.....	II-21
Persamaan 2. 21.....	II-21
Persamaan 2. 22.....	II-21
Persamaan 2. 23.....	II-21
Persamaan 2. 24.....	II-22
Persamaan 2. 25.....	II-23
Persamaan 2. 26.....	II-23
Persamaan 2. 27.....	II-24
Persamaan 2. 28.....	II-25
Persamaan 2. 29.....	II-27
Persamaan 2. 30.....	II-30
Persamaan 2. 31.....	II-30
Persamaan 2. 32.....	II-31
Persamaan 2. 33.....	II-31
Persamaan 2. 34.....	II-31