TUGAS AKHIR

PENGARUH PENAMBAHAN TETES TEBU DAN *FLY ASH* TERHADAP SIFAT MEKANIS BETON MUTU f'c 20 MPa

Disusun Dan Ditujukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional (ITN) Malang

Disusun Oleh:

Umar Baharudin

19.21.100

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL S-1

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

2026

LEMBAR PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENAMBAHAN TETES TEBU DAN *FLY ASH* TERHADAP SIFAT MEKANIS BETON MUTU f'c 20 MPa

Disusun dan Ditujukan Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S-1) Institut Teknologi Nasional Malang

Disusun Oleh :

Umar Baharudin

NIM 19.21.100

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Untuk Diujikan Pada Tanggal

14 Agustus 2026

Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Mohammad Erfan, S.T., M.T	**Hadi Surya W. Sunarwadi, S.T., M.T.**
NIP. P 1031500508	NIP. P. 1032000579

Mengetahui

Kepala Program Studi Teknik Sipil S-1
Institut Teknologi Nasional Malang

Dr. Yosimson P. Manaha, ST.,MT
NIP. P 103 03 00383

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENAMBAHAN TETES TEBU DAN *FLY ASH* TERHADAP SIFAT MEKANIS BETON MUTU f'c 20 Mpa

Tugas Akhir Ini Telah Dipertahankan di Depan Dosen Penguji Tugas Akhir Jenjang Strata S-1
Pada Tanggal 14 Agustus 2026 dan Diterima Untuk Memenuhi
Salah Satu Syarat Memperloeh Gelar Sarjana Teknik Sipil S-1

Disusun Oleh :

Umar Baharudin

NIM 19.21.100

Dosen Penguji

Dosen Penguji I	Dosen Penguji II
Dr. Yosimson P. Manaha, S.T., M.T.	**Ir. Eding Iskak Imananto, M.T.**
NIP. 103 0300 383	NIP. 19660506 199303 1 004

Disahkan Oleh :

Kepala Program Studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang	Sekretaris Program Studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang
Dr. Yosimson P. Manaha, ST.,MT	**Nenny Roostrianawaty, ST.,MT**
NIP. P 103 03 00383	NIP. P 103 17 00533

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Umar Baharudin

Nim : 1921100

Program Studi : Teknik Sipil S-1

Fakultas : Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP)

Menyatakan bahwa tugas akhir saya yang berjudul :

" PENGARUH PENAMBAHAN TETES TEBU DAN *FLY ASH* TERHADAP SIFAT MEKANIS BETON MUTU f'c 20 MPa"

Adalah sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam Naskah TUGAS AKHIR ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila termyata di dalam naskah TUGAS AKHIR ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia TUGAS AKHIR ini digugurkan dan gelar akademik yang saya peroleh (SARJANA) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 Ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, Agustus 2026

Yang membuat pernyataan,



Umar Baharudin

NIM. 1921100

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas limpahan rahmat dan karunianya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **"PENGARUH PENAMBAHAN TETES TEBU DAN *FLY ASH* TERHADAP SIFAT MEKANIS BETON MUTU f'c 20 MPa".** Dimana Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil S-1 di Institut Teknologi Nasional Malang.

Pada kesempatan ini penyusun menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada:

1. Bapak **Dr. Yosimson Petrus Manaha, S.T., M.T.** Selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang.
2. Ibu **Nenny Roostrianawaty, S.T., M.T**. Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil S-1 Institut Teknologi Nasional Malang
3. Bapak **Mohammad Erfan, S.T., M.T.** Selaku Dosen Pembimbing I
4. Bapak **Hadi Surya Wibawanto Sunarwadi, S.T., M.T.** Selaku Dosen Pembimbing II.
5. Kedua orang tua saya yang selalu mendukung, mendoakan, serta dukungan tak ternilai dari dosen dan teman – teman seperjuangan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dalam penyempurnaan Tugas Akhir ini. Akhir kata, penulis mengucapkan terima kasih dan semoga bermanfaat bagi penulis dan bagi pembaca.

Malang, Agustus 2026



Umar Baharudin
19.21.100

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR ..... **i**

DAFTAR ISI ..... **ii**

DAFTAR GAMBAR ..... **v**

DAFTAR TABEL ..... **viii**

BAB I **1**

PENDAHULUAN **1**

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Identifikasi Masalah 3

1.3 Rumusan Masalah 3

1.4 Tujuan Penelitian 3

1.5 Batasan Masalah 4

1.6 Manfaat Penelitian 4

1.7 Hipotesis Penelitian 5

BAB II **8**

TINJAU PUSTAKA **8**

2.1 Penelitian Terdahulu 8

2.2 Beton 9

2.2.1 Kuat Tekan Beton 10

2.2.2 Kuat Tarik Belah Beton 11

2.2.3 Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton 12

2.2.4 Faktor yang Mempengaruhi Sifat Mekanis Beton 13

2.3 Material Penyusun Benda Uji 14

2.3.1 Semen 14

2.3.2 Agregat Halus 14

2.3.3 Agregat Kasar 15

2.3.4 Air 15

2.4 Fly Ash 16

2.4.1 Pengaruh *Fly Ash* terhadap Kuat Tekan Beton 17

2.5 Tetes Tebu (*Molasses*) 18

2.5.1 Pengaruh Kombinasi *Fly Ash* dan Tetes Tebu 20

2.6 Pengolahan Data 21

2.6.1 Pengolahan Data Kuat Tekan Beton 21
2.6.2 Pengolahan Data Kuat Tarik Belah Beton 23
2.6.3 Analisis Hubungan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah 24
2.6.4 Penyajian Data 24
2.6.5 Penentuan Komposisi Optimum 24
2.7 Kerangka Pemikiran 25
2.8 Teori Hipotesis 26
BAB III **26**
METODOLOGI PENELITIAN **33**
3.1 Rancangan Penelitian 33
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian 34
3.2.1 Lokasi Penelitian 34
3.2.2 Waktu Penelitian 34
3.3 Metode Penelitian 35
3.3.1 Variabel Bebas 35
3.3.2 Variabel Tetap 35
3.3.3 Variabel Terikat 35
3.4 Material Penelitian 35
3.5 Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*) 36
3.6 Pembuatan Benda Uji 36
3.7 Prosedur Penelitian 37
3.8 Perawatan Benda Uji (*Curing*) 37
3.9 Pengujian Beton 37
3.9.1 Uji Kuat Tekan Beton 37
3.9.2 Uji Kuat Tarik Belah Beton 37
3.10 Pengolahan dan Analisis Data 37
3.11 Diagram Alir Penelitian 39
BAB IV **42**
ANALISIS DAN PEMBAHASAN **42**
4.1 Hasil dan Pembahasan Pemeriksaan Material Campuran Beton 42
4.1.1 Hasil Pemeriksaan Berat Isi 42
4.1.2 Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan 48
4.1.3 Hasil Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus 51

4.1.4 Hasil Pemeriksaan Kadar Air Agregat 53
4.1.5 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat 55
4.1.6 Hasil Pemeriksaan Konsistensi dan Waktu Ikat *Fly Ash* 58
4.1.7 Pembahasan hasil pemeriksaan material 61
4.2 Perancangan Campuran (*Mix Desain*) 62
4.2.1 Perancangan Campuran Beton 62
4.2.2 Menghitung Kebutuhan Bahan Pada Campuran Beton 69
4.3 Pengujian Slump Test Beton Bervariasi 72
4.4 Sifat Mekanis Beton 75
4.5 Kuat Tarik Belah Beton 85
4.6 Pengujian Interval Kepercayaan 102
4.7 Analisis Resgresi 108
4.8 Pembahasan 112
BAB V **117**
PENUTUP **117**
5.1 Kesimpulan 117
5.2 Saran 117
DAFTAR PUSTAKA **118**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pengujian Kuat Tekan Beton 11
Gambar 2.2.2 Pengujian Kuat Tarik Belah..... 12
Gambar 2.3.1 Semen 14
Gambar 2.3.2 Agregat Halus (Pasir) 15
Gambar 2.3.3 Agregat Kasar (Kerikil) 15
Gambar 2.3.4 Air..... 16
Gambar 2.4 *Fly Ash*..... 17
Gambar 2.5 Tetes Tebu (*Molase*)..... 19
Gambar 2.6.1 Pengolahan Data Kuat Tekan 22
Gambar 2.6.2 Pengolahaan Data Kuat Tarik Belah..... 23
Gambar 2.7 Skema Rancangan Penelitian..... 26
Gambar 3.2.1 Lokasi Penelitian 34
Gambar 3.11 Diagram Alir..... 39
Gambar 3.12 Jadwal Penelitian 40
Gambar 4.1 Penimbangan Agregat Kasar Pada Uji Berat Isi..... 43
Gambar 4.2 Penimbangan Agregat Halus Pada UjI Berat Isi..... 45
Gambar 4.3 Perataan Semen Yang Digemburkan Pada Uji Berat Isi 46
Gambar 4.4 Pemadatan *Fly Ash* Pada Uji Berat Isi Padat..... 48
Gambar 4.5 Penyaringan Agregat 48
Gambar 4.6 Grafik Gradasi Agregat Kasar 49
Gambar 4.7 Grafik Gradasi Agregat Halus 50
Gambar 4.8 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus..... 51
Gambar 4.9 Pemeriksaan Kadar Organik Agregat Halus..... 53
Gambar 4.10 Sampel Yang Digunakan Dalam Pemeriksaan Kadar Air..... 54
Gambar 4.11 Pemeriksaan Konsistensi *Fly Ash*..... 59
Gambar 4.12 Grafik Konsistensi Dan Waktu Ikat *Fly Ash* 60

Gambar 4.13 Kurva Korelasi Antara Kuat Tekan Beton Dan F.a.s 64
Gambar 4.14 Grafik Persentase Agregat Halus..... 67
Gambar 4.15 Grafik Hubungan Berat Jenis Beton Segar..... 67
Gambar 4.16 Grafik Hubungan Nilai Slump Dengan Variasi Campuran 74
Gambar 4.17 Nilai Slump..... 75
Gambar 4.18 Uji Kuat Tekan Beton Normal..... 76
Gambar 4.19 Uji Kuat Tekan Beton Variasi 0,45%..... 77
Gambar 4.20 Uji Kuat Tekan Beton Variasi 0,50%..... 78
Gambar 4.21 Uji Kuat Tekan Beton Variasi 0,55%..... 80
Gambar 4.22 Uji Kuat Tekan Beton Variasi 0,60%..... 81
Gambar 4.23 Uji Kuat Tekan Beton Variasi 0,65%..... 82
Gambar 4.24 Pola Retak Variasi 0%..... 83
Gambar 4.25 Pola Retak Variasi 0,45%..... 83
Gambar 4.26 Pola Retak Variasi 0,50%..... 83
Gambar 4.27 Pola Retak Variasi 0,55%..... 83
Gambar 4.28 Pola Retak Variasi 0,60%..... 84
Gambar 4.29 Pola Retak Variasi 0,65%..... 84
Gambar 4.30 Pengujian Kuat Tarik Belah 0% Sampel 1 86
Gambar 4.31 Pengujian Kuat Tarik Belah 0% Sampel 2 87
Gambar 4.32 Pengujian Kuat Tarik Belah 0% Sampel 3 88
Gambar 4.33 Pengujian Kuat Tarik Belah 0,45% Sampel 1 89
Gambar 4.34 Pengujian Kuat Tarik Belah 0,45% Sampel 2 89
Gambar 4.35 Pengujian Kuat Tarik Belah 0,45% Sampel 3 90
Gambar 4.36 Pengujian Kuat Tarik Belah 0,50% Sampel 1 91
Gambar 4.37 Pengujian Kuat Tarik Belah 0,50% Sampel 2 91
Gambar 4.38 Pengujian Kuat Tarik Belah 0,50% Sampel 3 92
Gambar 4.39 Pengujian Kuat Tarik Belah 0,55% Sampel 1 93

Gambar 4.40 Pengujian Kuat Tarik Belah 0,55% Sampel 2 93
Gambar 4.41 Pengujian Kuat Tarik Belah 0,55% Sampel 3 94
Gambar 4.42 Pengujian Kuat Tarik Belah 0,60% Sampel 1 95
Gambar 4.43 Pengujian Kuat Tarik Belah 0,60% Sampel 2 95
Gambar 4.44 Pengujian Kuat Tarik Belah 0,60% Sampel 3 96
Gambar 4.45 Pengujian Kuat Tarik Belah 0,65% Sampel 1 97
Gambar 4.46 Pengujian Kuat Tarik Belah 0,65% Sampel 2 97
Gambar 4.47 Pengujian Kuat Tarik Belah 0,65% Sampel 3 98
Gambar 4.48 Pola Retak Kuat Tarik Belah 0% 99
Gambar 4.49 Pola Retak Kuat Tarik Belah 0,45%..... 99
Gambar 4.50 Pola Retak Kuat Tarik Belah 0,50%..... 99
Gambar 4.51 Pola Retak Kuat Tarik Belah 0,55%..... 99
Gambar 4.52 Pola Retak Kuat Tarik Belah 0,60%..... 100
Gambar 4.53 Pola Retak Kuat Tarik Belah 0,65%..... 100
Gambar 4.54 Grafik Analisis Regresi Kuat Tekan Beton 111
Gambar 4.55 Grafik Analisa Regresi Kuat Tarik Belah Beton 114

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu..... 8

Tabel 3.6 Jumlah Benda Uji Yang Digunakan 36

Tabel 4.1 Berat Isi Lepas/Gembur Agregat Kasar 42

Tabel 4.2 Berat Isi Padat Agregat Kasar 43

Tabel 4.3 Berat Isi Lepas/Gembur Agregat Halus 44

Tabel 4.4 Berat Isi Padat Agregat Halus 44

Tabel 4.5 Berat Isi Lepas/Gembur Semen..... 45

Tabel 4.6 Berat Isi Padat Semen..... 46

Tabel 4.7 Berat Isi Lepas/Gembur *Fly Ash* 47

Tabel 4.8 Berat Isi Padat *Fly Ash* 47

Tabel 4.9 Data Pemeriksaan Gradasi Agregat Kasar 49

Tabel 4.10 Data Pemeriksaan Gradasi Agregat Halus 50

Tabel 4.11 Kadar Air Agregat Kasar 54

Tabel 4.12 Kadar Air Agregat Halus 54

Tabel 4.13 Berat Jenis Dan Tingkat Penyerapan Agregat Kasar 55

Tabel 4.14 Berat Jenis Dan Tingkat Penyerapan Agregat Halus 56

Tabel 4.16 Berat Jenis Dan Tingkat Penyerapan Semen..... 57

Tabel 4.17 Berat Jenis Dan Tingkat Penyerapan *Fly Ash* 57

Tabel 4.18 Komposisi Campuran Beton Variasi Kadar Molase Dan *Fly Ash* 59

Tabel 4.19 Hasil Pemeriksaan Konsistensi Dan Waktu Ikan *Fly Ash*..... 59

Tabel 4.20 Rangkuman Hasil Pemeriksaan Material 61

Tabel 4.21 Deviasi Standar Berdasarkan Jumlah Beton..... 63

Tabel 4.22 Estimasi Kuat Tekan Beton, F.a.s (W/C)=0,5 63

Tabel 4.23 Perkiraan Kadar Air Bebas..... 66

Tabel 4.24 Mix Desain Perencanaan Beton 71

Tabel 4.25 Kebutuhan Campuran Beton Benda Uji Silinder 72
Tabel 4.26 Slump Test Variasi Campuran Beton 73
Tabel 4.27 Hasil Uji Kuat Tekan Beton 85
Tabel 4.28 Hasil Uji Kuat Tarik Belah Beton 101
Tabel 4.29 Rekapitulasi Data Uji Kuat Tekan Beton 103
Tabel 4.30 Interval Kepercayaan Kuat Tekan Beton 104
Tabel 4.31 Data Uji Kuat Tekan Beton 105
Tabel 4.32 Rekapitulasi Data Uji Kuat Tarik Belah Beton Normal 106
Tabel 4.33 Interval Kepercayaan Kuat Tarik Belah Beton 107
Tabel 4.34 Data Uji Kuat Tarik Belah Beton 108
Tabel 4.35 Rata-rata Nilai Kuat Tekan Beton Tiap Variasi 109
Tabel 4.36 Analisa Regresi Kuat Tekan Beton.....109