

TUGAS AKHIR

STUDI EKSPERIMENTAL KUAT TEKAN BETON HYBRID DENGAN SUBSTITUSI SEBAGIAN SEMEN BERBASIS *FLY ASH* DAN *MIKROSILIKA* DENGAN PENAMBAHAN *SUPERPLASTICIZER*

**Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Menyelesaikan
Pendidikan Sarjana Satu (S1) Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Sains dan Teknik Universitas Bojonegoro**



**Disusun oleh
ALDIMAS RANGGA TRISULA
22.222.011.039**

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS BOJONEGORO
2025**

PENELITIAN TUGAS AKHIR
STUDI EKSPERIMENTAL KUAT TEKAN BETON HYBRID DENGAN
SUBSTITUSI SEBAGIAN SEMEN BERBASIS FLY ASH DAN
MIKROSILIKA DENGAN PENAMBAHAN SUPERPLASTICIZER

Yang diajukan oleh :

ALDIMAS RANGGA TRISULA

22.22201.1.039

Telah disetujui oleh :

Pembimbing I

Bella Lutfiani Al Zakina, S.T., M.Eng. Tanggal : 15/2-2026

NIDN. ~~07 250387 05~~
07 010495 01



Pembimbing II

Toni Budi Santoso, S.T., M.T.

Tanggal : 18/2-2026

NIDN. ~~07 120792 05~~
07 270193 02



Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Dr. Nova Nevila Rodhi, S.T., M.T.

NIDN. 07 250387 05



UNIVERSITAS BOJONEGORO (UNIGORO)
FAKULTAS SAINS DAN TEKNIK
PRODI TEKNIK SIPIL

Program S.1. SK. LAM Teknik : Tgl. 21 Desember 2023, No. 0347/SK/LAM Teknik/AS/XII/2023

Kantor Pusat : Kampus Jl. Lettu Suyitno No. 2 Telp. (0353) 881984 PO. BOX. 114 BOJONEGORO

**STUDI EKSPERIMENTAL KUAT TEKAN BETON HYBRID
DENGAN SUBSTITUSI SEBAGIAN SEMEN BERBASIS *FLY ASH*
DAN *MIKROSILIKA* DENGAN PENAMBAHAN
*SUPERPLASTICIZER***

Oleh :



ALDIMAS RANGGA TRISULA
22.222.011.039

Telah disetujui dan disahkan di Bojonegoro Tanggal 26 Februari 2026

Tim Penguji

1. Ketua

Sujiat, S.T., M.T.
NIDN. 07 210286 03

2. Sekretaris

Toni Budi Santoso, S.T., M.T.
NIDN. 07 270193 02

3. Anggota

Ir. Ikhwan Hadi Saputra, S.T., M.T.
NIDN. 07 120792 05

Mengetahui

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Dr. NOVA NEVILA RODHI, ST, MT

NIDN. 07 2503 8705



UNIVERSITAS BOJONEGORO (UNIGORO)
FAKULTAS SAINS DAN TEKNIK
PRODI TEKNIK SIPIL

Program S.I. SK. LAM Teknik : Tgl. 21 Desember 2023, No. 0347/SK/LAM Teknik/AS/XII/2023

Kantor Pusat : Kampus Jl. Lettu Suyitno No. 2 Telp. (0353) 881984 PO. BOX. 114 BOJONEGORO

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

No. :/F.1/FT-UB/...../2021

Pada hari ini tanggal berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bojonegoro (UNIGORO) perihal penunjukan dosen pembimbing dan asisten dosen pembimbing :

1. Nama : Bella Lutfiani Al Zakira
Jabatan Akademik : S.T., M.Eng.
Jabatan : Dosen Pembimbing I
2. Nama : Toni Budi Santoso
Jabatan Akademik : S.T., M.T.
Jabatan : Dosen Pembimbing II

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut dibawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir

Nama : ALDIMAS RANGGA TRISULA

NIM : 22.222.011.039

Judul : Studi Eksperimental Kuat Tekan Beton Hybrid Dengan Substitusi Sebagian Semen Berbasis Fly Ash Dan Mikrosilika Dengan Penambahan Superplasticizer.
Dengan tahapan sebagai berikut :

No.	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1.	Penunjukkan dosen pembimbing	20 September 2025	ACC
2.	Proposal	03 Oktober 2025	ACC
3.	Pengumpulan data	17 November 2025	ACC
4.	Analisis data	01 Januari 2026	ACC
5.	Penyusunan laporan	29 Januari 2026	ACC
6.	Selesai laporan		

Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir / Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak-pihak yang berkepentingan.

Pembimbing I

Bella Lutfiani Al Zakira, S.T., M.Eng.

NIDN . 070045801

Pembimbing II

Toni Budi Santoso, S.T., M.T.

NIDN . 0717019302

Mengetahui

Dekan Fakultas Sains dan Teknik

Ir. H. ZAINUDDIN, MT
NIDN . 07 2509 6304

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aldimas Rangga Trisula
NIM : 22.222.011.039
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Sains dan Teknik
Perguruan Tinggi : Universitas Bojonegoro

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir / Skripsi yang berjudul:

“Studi Eksperimental Kuat Tekan Beton Hybrid Dengan Substitusi Sebagian Semen Berbasis Fly Ash dan Mikrosilika Dengan Penambahan Superplasticizer” adalah benar-benar hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali pada bagian-bagian yang dirujuk sumbernya dan disebutkan dalam daftar pustaka sesuai dengan kaidah ilmiah yang berlaku.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, maka saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Bojonegoro.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bojonegoro, 26 Februari 2025

Yang membuat pernyataan,



Aldimas Rangga Trisula



PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS BOJONEGORO

Jalan Lettu Suyitno No.2 Bojonegoro
Kode Pos 62115 Telepon/Fax : (0353)881984, 885444, 889006

SURAT PERNYATAAN KESEDIAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Aldimas Rangga Trisula
NIM : 22.22201.1.039
Jurusan : Teknik Sipil
Fakultas : Sains dan Teknik

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) kepada Pusat Perpustakaan Universitas Bojonegoro atas karya ilmiah saya berupa (Skripsi / Thesis / Desertasi) yang berjudul:

STUDI EKSPERIMENTAL KUAT TEKAN BETON HYBRID DENGAN SUBSTITUSI SEBAGIAN SEMEN BERBASIS FLY ASH DAN MIKROSILIKA DENGAN PENAMBAHAN SUPERLASTICIZER

Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Pusat Perpustakaan Universitas Bojonegoro berhak menyimpan, alih media/format, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bojonegoro, 26 Februari 2026
Yang Menyatakan,



Aldimas Rangga Trisula
22.22201.1.039

MOTTO

- Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sampai mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri.
(QS. Ar-Ra'd: 11)
- So make the best of this test, and don't ask why, It's not a question, but a lesson learned in time.
(Green Day)
- Keras hidup yang menerjang tak pernah merubah jalan hidupku panas pelukan mentari tak menghentikan bulat tekatku terus berlari tak pernah peduli ancaman dari mereka.
(Rebellionrose)
- Doing what you love is freedom. Loving what you do is happiness.
(Lana Del Rey)
- Bukan soal aku bisa atau tidak. Aku akan melakukannya karena aku mau.
(Monkey D. Luffy)

PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur kehadiran Allah SWT dan segala kerendahan hati, karya sederhana ini penulis persembahkan kepada pihak-pihak yang telah menjadi bagian penting dalam perjalanan hidup dan pendidikan penulis.

1. Pertama dan utama, kepada Allah SWT, atas segala limpahan rahmat, hidayah, kesehatan, serta kekuatan yang telah diberikan sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik. Setiap kemudahan dan kelancaran yang dirasakan selama proses penyusunan merupakan anugerah yang tak ternilai.
2. Kepada Ayahanda tercinta Ahmad Muzah dan Ibunda tersayang Sri Ulan, terima kasih atas cinta yang tidak pernah bersyarat, doa yang tidak pernah terputus, dan pengorbanan yang mungkin tidak akan pernah mampu penulis balas sepenuhnya. Setiap tetes keringat, setiap nasihat, dan setiap harapan yang kalian titipkan menjadi alasan terbesar penulis untuk terus bertahan dan menyelesaikan pendidikan ini. Dalam setiap langkah yang terasa berat, selalu teringat wajah dan perjuangan kalian yang tidak pernah mengenal lelah demi masa depan anak-anaknya. Kalian adalah sumber kekuatan, motivasi, dan inspirasi terbesar dalam hidup penulis. Segala pencapaian ini sejatinya adalah hasil dari doa dan perjuangan kalian. Karya ini adalah wujud kecil dari rasa terima kasih, bakti, dan kebanggaan penulis kepada Ayah dan Ibu, semoga dapat menjadi sedikit kebahagiaan atas segala pengorbanan yang telah diberikan.
3. Kepada keluarga tercinta, khususnya kakak Nora Dahlia dan Adam Rizal yang selalu menjadi tempat pulang, tempat menguatkan, dan tempat berbagi cerita di tengah lelahnya perjalanan. Terima kasih atas perhatian, dukungan, dan kehangatan yang selalu diberikan tanpa pamrih. Di saat penulis merasa ragu atau hampir menyerah, kepercayaan dan semangat dari kalian menjadi pengingat bahwa perjuangan ini tidak dijalani sendirian. Kebersamaan, doa, serta dukungan yang tulus dari keluarga menjadi pondasi yang membuat penulis mampu berdiri tegak menghadapi setiap tantangan.
4. Kepada para dosen dan pembimbing, terima kasih atas kesabaran, bimbingan, serta ilmu yang telah diberikan. Setiap arahan, koreksi, dan nasihat yang diberikan bukan hanya membentuk laporan ini menjadi lebih baik, tetapi juga membentuk

karakter, pola pikir, serta kedewasaan penulis dalam memahami tanggung jawab sebagai mahasiswa dan calon sarjana. Waktu, tenaga, dan perhatian yang telah diberikan merupakan hal yang sangat berarti dan akan selalu menjadi bekal berharga dalam perjalanan penulis ke depan.

5. Kepada sahabat dan teman-teman seperjuangan, terima kasih atas kebersamaan, canda tawa, diskusi, kerja sama, serta dukungan yang selalu hadir dalam setiap proses. Terima kasih telah menjadi bagian dari cerita perjuangan ini, berbagi semangat di saat lelah, dan saling menguatkan di saat ragu. Perjalanan ini terasa lebih ringan, lebih berwarna, dan lebih bermakna karena kehadiran kalian. Kenangan, perjuangan, dan kebersamaan yang telah dilalui akan selalu menjadi bagian berharga dalam hidup penulis.
6. Dan kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang mungkin membantu dengan cara sederhana namun memiliki arti yang besar, penulis mengucapkan terima kasih yang setulus-tulusnya. Setiap bantuan, doa, dukungan, dan kebaikan yang diberikan, sekecil apa pun, telah menjadi bagian penting dalam terselesaikannya Tugas Akhir ini. Semoga segala kebaikan yang telah diberikan mendapatkan balasan yang berlipat ganda dan menjadi amal yang membawa keberkahan.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul: “Studi Eksperimental Kuat Tekan Beton Hybrid Dengan Substitusi Sebagian Semen Berbasis Fly Ash dan Mikrosilika dengan Penambahan Superplasticizer.” Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Bojonegoro. Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa tanpa bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak, skripsi ini tidak akan dapat terselesaikan dengan baik. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan kesehatan, kekuatan, kesabaran, serta kemudahan dalam setiap tahapan penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua dan keluarga tercinta yang senantiasa memberikan doa, dukungan moral maupun materi, serta motivasi yang tiada henti kepada penulis.
3. Ibu Bella Lutfiani Al Zakina, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan arahan, bimbingan, serta masukan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Toni Budi Santoso, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan saran, koreksi, serta bimbingan sehingga laporan ini dapat tersusun dengan lebih baik.
5. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Bojonegoro yang telah memberikan ilmu pengetahuan, wawasan, serta pengalaman selama masa perkuliahan.
6. Seluruh staf dan teknisi laboratorium yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian.
7. Teman-teman seperjuangan Program Studi Teknik Sipil yang selalu memberikan semangat, bantuan, dan kebersamaan selama proses perkuliahan hingga penyusunan Tugas Akhir ini.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan laporan ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Tugas Akhir ini masih memiliki kekurangan dan keterbatasan, baik dari segi penyajian maupun isi. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan karya ini di masa yang akan datang.

Akhir kata, penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca, khususnya bagi mahasiswa dan pihak-pihak yang membutuhkan, serta dapat menjadi tambahan referensi dalam pengembangan ilmu pengetahuan di bidang Teknik Sipil.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, baik dari segi isi maupun penyajian. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan di masa yang akan datang. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknik sipil serta bagi pihak yang membutuhkan.

Bojonegoro, 26 Februari 2025

Penulis



ALDIMAS RANGGA TRISULA

DAFTAR ISI

MOTTO.....	vi
PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvi
ABSTRAK	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Beton.....	6
2.2 Beton Hybrid.....	6
2.3 Material Penyusun Beton.....	6
2.3.1 Semen	6
2.3.2 Agregat Halus	7
2.3.3 Agregat Kasar	7
2.3.4 Air	7
2.3.5 Material Tambahan	7
2.4 Pengujian Agregat	8
2.4.1 Pengujian Agregat Halus.....	8
2.4.2 Pengujian Agregat Kasar.....	10
2.5 Mix Design	11
2.5.1 Prinsip Mix Design	11
2.5.2 Tahapan Mix Design (SNI 7656:2012).....	11

2.6 Penelitian Terdahulu.....	12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	18
3.1 Jenis Penelitian.....	18
3.2 Lokasi Penelitian	18
3.3 Variabel Penelitian	18
3.4 Bahan – Bahan	19
3.5 Alat yang Digunakan.....	22
3.6 Langkah Penelitian	34
3.6.1 Uji Propertis Material Agregat	34
3.6.1.1 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar.....	34
3.6.1.2 Pengujian Keausan Agregat Kasar Menggunakan Mesin Los Angeles Abrasion	35
3.6.1.3 Pengujian Kandungan Lumpur Agregat Halus	36
3.6.1.4 Pengujian Kandungan Bahan Organik dengan Larutan NaOH	37
3.6.1.5 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus.....	37
3.6.1.6 Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus.....	38
3.6.1.7 Pengujian Berat Isi dan Rongga Udara Agregat Halus	38
3.6.1.8 Pengujian Kadar Air Agregat Halus.....	39
3.6.1.9 Pengujian Kandungan Lumpur Agregat Kasar	39
3.6.1.10 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar.....	40
3.6.1.11 Pengujian Analisis Saringan Agregat Kasar	41
3.6.1.12 Pengujian Berat Isi dan Rongga Udara Agregat Kasar	41
3.6.2 Pembuatan Benda Uji Beton.....	42
3.6.3 Perawatan Benda Uji Beton.....	44
3.6.4 Pengujian Benda Uji Beton	44
3.7 Teknik Pengumpulan Data.....	44
3.8 Metode Analisis Data	44
3.9 Bagan Alir Penelitian.....	47
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	48
4.1 Hasil Uji Material	48
4.1.1 Pengujian Agregat Halus.....	48
4.1.1.1 Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus.....	48

4.1.1.2 Pengujian Berat Isi Agregat Halus.....	50
4.1.1.3 Pengujian Kotoran Organik	51
4.1.1.4 Pengujian kadar Lumpur	52
4.1.1.5 Pengujian Analisis Ayakan Agregat Halus	53
4.1.2 Pengujian Agregat Kasar.....	54
4.1.2.1 Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan air Agregat Kasar	55
4.1.2.2 Pengujian Berat Isi Agregat Kasar.....	56
4.1.2.3 Pengujian Kadar Lumpur.....	57
4.1.2.4 Pengujian Analisis Ayakan Kasar.....	58
4.1.2.5 Pengujian Keausan Agregat Kasar Menggunakan Alat LAA (<i>Los Angeles Abrasion Test</i>)	60
4.2 Hasil Perencanaan Campuran Beton (Mix Design)	62
4.2.1 Parameter Dasar Perencanaan Campuran.....	62
4.2.2 Hasil Perhitungan Mix Design Beton Normal Tanpa Campura	63
4.2.3 Hasil Perhitungan Mix Design Beton Hybrid.....	63
4.3 Hasil Uji Kuat Tekan Beton.....	66
4.3.1 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Kontrol	66
4.3.2 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Variasi 1	68
4.3.3 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Variasi 2	69
4.4 Analisis Perbandingan dan Pembahasan.....	71
4.4.1 Analisis Perbandingan dan Pembahasan Kuat Tekan Beton Kontrol	71
4.4.2 Analisis Perbandingan dan Pembahasan Kuat Tekan Beton Variasi 1	73
4.4.3 Analisis Perbandingan dan Pembahasan Kuat Tekan Beton Variasi 2	74
4.4.4 Analisis Perbandingan Dan Pembahasan Kuat Tekan Rata-Rata Seluruh Beton	77
4.5 Penentuan Komposisi Optimum.....	79
BAB V PENUTUP	81
5.1 Kesimpulan	81
5.2 Saran	81
Daftar Pustaka	83
LAMPIRAN	1

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	12
Tabel 4.1 Berat Jenis Agregat Halus.....	49
Tabel 4. 2 Penyerapan Air Agregat Halus	49
Tabel 4. 3 Berat Isi Lepas/Gembur Agregat Halus	50
Tabel 4. 4 Pengujian Berat Isi Padat Agregat halus	50
Tabel 4. 5 Uji Kadar Organik	51
Tabel 4. 6 Pengujian Kadar Lumpur	52
Tabel 4. 7 Analisis Ayakan Agregat Halus	53
Tabel 4. 8 Pengujian Kadar Air Agregat kasar	55
Tabel 4. 9 Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat kasar.....	55
Tabel 4. 10 Pengujian Berat Isi Lepas/Gembur Agregat Kasar.....	56
Tabel 4. 11 Pengujian Berat Isi Padat Agregat Kasar	56
Tabel 4. 12 Pengujian kadar Lumpur	58
Tabel 4. 13 Pengujian Analisis Ayakan Agregat Kasar	59
Tabel 4. 14 Pengujian Keausan Agregat kasar	61
Tabel 4. 15 Perhitungan Keausan Agregat kasar	61
Tabel 4. 16 Komposisi Campuran Beton Normal Per 1 m ³	63
Tabel 4. 17 Komposisi Campuran Beton Normal Per 1 silinder	63
Tabel 4. 18 Komposisi Campuran Beton Hybrid Kontrol Per 1 m ³	64
Tabel 4. 19 Komposisi Campuran Beton Hybrid Kontrol Per 1 Silinder	64
Tabel 4. 20 Komposisi Campuran Beton Variasi 1 Per 1 m ³	65
Tabel 4. 21 Komposisi Campuran Beton Variasi 1 Per 1 Silinder.....	65
Tabel 4. 22 Komposisi Campuran Beton Variasi 2 Per 1 m ³	66
Tabel 4. 23 Komposisi Campuran Beton Variasi 2 Per 1 silinder	66
Tabel 4. 24 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Kontrol	67
Tabel 4. 25 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Variasi 1	68
Tabel 4. 26 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Variasi 2.....	69
Tabel 4. 27 Hasil Kuat Tekan Beton Kontrol	71
Tabel 4. 28 Hasil Kuat Tekan Beton Variasi 1	73
Tabel 4. 29 Hasil Kuat Tekan Beton Variasi 2.....	75
Tabel 4. 30 Hasil Kuat Tekan Rata-Rata Semua Beton	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Semen Portland.....	20
Gambar 3.2 Fly ash.....	20
Gambar 3.3 Silica fume	21
Gambar 3.4 Superplasticizer	22
Gambar 3.5 Mesin Pengayak.....	22
Gambar 3.6 Oven.....	23
Gambar 3.7 Kerucut Pasir Sumber: Data Penulis, 2025	23
Gambar 3.8 Gardner Standard Colour	24
Gambar 3.9 Mesin Los Angeles Abrasion (LAA)	24
Gambar 3.10 Molen (Concrete Mixer)	25
Gambar 3.11 Cetakan Silinder Beton	25
Gambar 3.12 Keranjang Kawat	26
Gambar 3.13 Universal Testing Machine (UTM).....	26
Gambar 3.14 Tangki Air.....	26
Gambar 3.15 Timbangan Dengan Ketelitian 0,01g	27
Gambar 3.16 Timbangan Dengan Ketelitian 1g	27
Gambar 3.17 Timbangan Dengan Ketelitian 10g	28
Gambar 3.18 Piknometer	28
Gambar 3.19 Saringan.....	29
Gambar 3.20 Vibrator Beton	29
Gambar 3.21 Kerucut Abrams.....	30
Gambar 3.22 Kompor Listrik	30
Gambar 3.23 Cetok.....	31
Gambar 3.24 Mold Baja Berat Isi.....	31
Gambar 3.25 Gelas Ukur.....	32
Gambar 3.26 Cawan Kecil	32
Gambar 3.27 Cawan Besar	33
Gambar 3.28 Loyang	33
Gambar 3.29 kolam Air.....	34
Gambar 3.30 Bagan Alir Penelitian	47
Gambar 4. 1 Gradasi Agregat Halus Zona 2	54
Gambar 4. 2 Grafik Agregat Kasar Ukuran 4.75 - 19 mm	59
Gambar 4. 3 Kuat Tekan Rata-Rata Beton Kontrol	72
Gambar 4. 4 Kuat Tekan Rata-Rata Beton Variasi 1.....	74
Gambar 4. 5 Kuat Tekan Rata-Rata Beton Variasi 2.....	76
Gambar 4. 6 Kuat Tekan Rata-Rata Semua Beton.....	77

DAFTAR SINGKATAN

(f _c)	Kuat tekan rencana beton	MPa
(f _c)	Kuat tekan hasil pengujian	MPa
(P)	Beban maksimum saat uji tekan	N
(A)	Luas penampang silinder beton	mm ²
(d)	Diameter benda uji (150 mm)	mm
(h)	Tinggi benda uji (300 mm)	mm
(w/c)	Faktor air semen	—
(FA)	Berat fly ash	kg
(SF)	Berat silica fume	kg
(SP)	Berat superplasticizer	kg
(Ag _h)	Berat agregat halus	kg
(Ag _k)	Berat agregat kasar	kg
(BJ)	Berat jenis material	—
(Abs)	Penyerapan agregat	%
(KA)	Kadar air agregat	%
(BK)	Beton kontrol (0% fly ash)	—
(V1)	Beton variasi 1 (10% fly ash)	—
(V2)	Beton variasi 2 (20% fly ash)	—

STUDI EKSPERIMENTAL KUAT TEKAN BETON HYBRID DENGAN SUBSTITUSI SEBAGIAN SEMEN BERBASIS *FLY ASH* DAN *MIKROSILIKA* DENGAN PENAMBAHAN *SUPERPLASTICIZER*

Oleh :

Aldimas Ranga Trisula

ABSTRAK

Pembangunan infrastruktur yang pesat meningkatkan kebutuhan akan beton, namun produksi semen Portland sebagai bahan utama menyumbang emisi CO₂ yang signifikan terhadap lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh substitusi sebagian semen dengan fly ash sebesar 0%, 10%, dan 20%, Silica fume sebesar 10%, serta penambahan superplasticizer sebesar 1% dari berat binder terhadap kuat tekan beton hybrid, serta menentukan komposisi campuran yang optimum.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi eksperimental di laboratorium dengan mutu beton rencana $f'c = 30$ MPa. Benda uji berupa silinder berukuran $\varnothing 15 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ yang diuji pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi kadar fly ash (0%, 10%, dan 20%) dengan kadar Silica fume dan superplasticizer yang dijaga tetap konstan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa beton kontrol hanya mencapai kuat tekan sebesar 22,09 MPa pada umur 28 hari, yang berarti belum memenuhi mutu rencana. Sementara itu, penggunaan material pozzolan meningkatkan kinerja mekanis beton secara signifikan. Komposisi optimum diperoleh pada Beton Variasi 2 (V2) dengan substitusi fly ash 20%, silica fume 10%, dan superplasticizer 1%, yang menghasilkan kuat tekan sebesar 32,02 MPa pada umur 28 hari. Nilai ini menunjukkan peningkatan sebesar 44,95% dibandingkan beton kontrol dan berhasil melampaui target mutu rencana $f'c$ 30 MPa. Dengan demikian, beton hybrid berbasis fly ash dan Silica fume efektif meningkatkan kekuatan tekan sekaligus mendukung material konstruksi yang lebih ramah lingkungan.

Kata Kunci: Beton Hybrid, Kuat Tekan, Fly ash, Silica fume , Superplasticizer.