

HALAMAN PENGESAHAN

PENAMBAHAN LIMBAH BOTTOM ASH SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR DAN FLY ASH SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN PADA CAMPURAN BETON

ASLAM ARYA WIRANUGRAHA
220190049

Telah dipertahankan di depan Komisi Penguji Ujian Skripsi pada tanggal 13 maret
2025 dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Komisi Penguji

Dr. A. Sulfanita, S.T., M.T.. (Ketua)

Dr. Hendro Widarto, S.T., M.T.. (Sekertaris)

Dr. H. Hakzah, S.T., M.T. (Anggota)

Hamsyah, S.T., M.T. (Anggota)

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Teknik Sipil


Mustakim, S.T., M.T.
NBM. 1034 728

Dekan
Fakultas Teknik


Dr. H. Hakzah, S.T., M.T.
NBM. 938 317

HALAMAN PERSETUJUAN

PENAMBAHAN LIMBAH BOTTOM ASH SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR DAN FLY ASH SEBAGAI SUBSTITUSI SEMEN PADA CAMPURAN BETON

ASLAM ARYA WIRANUGRAHA
NIM. 220190049

Telah diperiksa dan disetujui untuk mengikuti ujian tutup

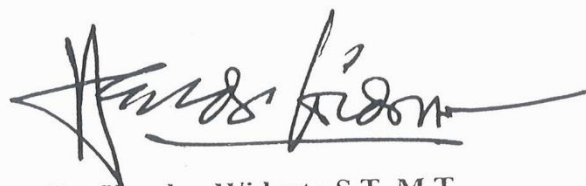
Parepare, 12 Februari 2025
Komisi Pembimbing

Pembimbing I



Dr. A. Sulfanita, S.T., M.T
NBM. 1404 787

Pembimbing II



Dr. Hendro Widarto, S.T., M.T
NBM. 933 290

Mengetahui:
Ketua Program Studi




Mustakim, ST., MT
NBM. 1034 728

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : **ASLAM ARYA WIRANUGRAHA**

Nim : **220190049**

Program Studi : Sipil

Fakultas : Teknik

Judul Skripsi : Penambahan Limbah Bottom Ash Sebagai Substitusi Pasir Dan Fly Ash Sebagai Substitusi Semen Pada Campuran Beton

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.

Parepare, 24 Maret 2025
Yang menyatakan



ASLAM ARYA WIRANUGRAHA
NIM. 220190049

PRAKATA

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu’alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahil robbil ‘alamiin. Puji syukur kehadiran Allah subhanahu wa ta’ala atas limpahan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Penambahan Limbah *Bottom Ash* Sebagai Substitusi Pasir Dan *Fly Ash* Sebagai Substitusi Semen Pada Campuran Beton”** sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada penyelesaian program Strata-1 di Prodi Teknik Sipil , Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Parepare.

Pada kesempatan ini, penulis hendak menyampaikan terima kasih kepada beberapa pihak yang telah memberikan kontribusi terhadap penyusunan skripsi ini baik berupa dukungan moril maupun materil sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah Subhanahu Wa Ta’ala atas segala nikmat yang diberikan kepada penulis salah satunya yaitu nikmat kesehatan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Kepada orang tua, Ayahanda Drs. Sukardin Sahar tercinta dan Ibunda tersayang Rusmiati Lading, A.Md yang mendoakan dan memberikan dukungan penuh dan selalu berusaha untuk memenuhi kebutuhan penulis dalam menyusun skripsi. Juga kepada kakak tercinta Alwindah Nurul Tiara Lestari, S.Si dan Muhammad Rizal, S.P dan adik tercinta Arifah Uqaylah Kurniadiniati yang senantiasa memberikan dukungan kepada penulis.

3. Ucapan terima kasih pula saya haturkan kepada nenek kami yang tercinta Hj.Dinar dan seluruh keluarga kami yang tidak henti-hentinya berikan dukungan dan nasihat sehingga sampailah tahap penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Prof. Dr. H. Jamaluddin Ahmad, S.Sos., M.Si, Selaku Rektor Universitas Muhammadiyah Parepare.
5. Bapak Dr. H. Hakzah, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare sekaligus penguji I yang telah banyak memberikan masukan dan ilmu yang sangat berguna bagi penulis.
6. Bapak Mustakim, S.T., M.T. selaku Ketua Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare.
7. Ibu Dr. A. Sulfanita, S.T., M.T. selaku pembimbing I Dan Bapak Dr. Hendro Widarto, S.T., M.T. selaku pembimbing II yang selalu sabar dalam memberikan saran kepada penulis.
8. Bapak Hamsyah, S.T., M.T. selaku penguji II yang telah banyak memberikan masukan dan ilmu yang sangat berguna bagi penulis.
9. Segenap Dosen dan Staf Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Parepare yang senantiasa memberikan motivasi dan semangat dalam penyusunan skripsi selesai
10. Andi Nurfadilla Zahreny yang selalu setia dalam menemani serta memberikan motivasi, support, dan dukungan dalam penyusunan skripsi.
11. Teman-teman seperjuangan khususnya kelas C sipil angkatan 20.
12. Terima Kasih untuk semua pihak yang terlibat dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Parepare, 12 Februari 2024

Penulis

Aslam Arya Wiranugraha

NIM.22019004

ABSTRAK

ASLAM ARYA WIRANUGRAHA, *Pengaruh penambahan limbah bottom ash sebagai substitusi pasir dan fly ash sebagai substitusi semen pada campuran beton (dibimbing oleh A. Sulfanita dan Hendro Widarto).*

Pemanfaatan limbah bottom ash sebagai substitusi pasir dan fly ash sebagai substitusi semen merupakan inovasi dalam teknologi bahan konstruksi untuk meningkatkan performa beton. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan limbah bottom ash dan fly ash terhadap kuat tekan beton. Metode penelitian menggunakan pendekatan eksperimen kuantitatif yang dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Muhammadiyah Parepare. Variasi substitusi limbah bottom ash dan fly ash yang digunakan adalah 5%, 10%, dan 15% dari berat semen, dengan pengujian kuat tekan pada umur 7, 14, dan 28 hari.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa substitusi limbah bottom ash dan fly ash berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Pada umur 7 hari, kuat tekan meningkat dari 12,55 MPa (beton normal) menjadi 21,23 MPa (substitusi 5%) dan 21,89 MPa (substitusi 10%). Pada umur 14 hari, kuat tekan mencapai 29,63 MPa dan 29,54 MPa dibandingkan dengan beton normal sebesar 22,84 MPa. Pada umur 28 hari, nilai optimal diperoleh pada substitusi 5% dan 10%, dengan kuat tekan sekitar 33 MPa, jauh melampaui beton normal yang hanya mencapai 25,76 MPa. Namun, substitusi 15% berdampak negatif dengan kuat tekan menurun menjadi 27,74 MPa. Dengan demikian, substitusi limbah bottom ash dan fly ash hingga 10% dapat meningkatkan kuat tekan beton, namun penggunaan di atas 10% perlu dikaji lebih lanjut agar tidak menurunkan kualitas beton.

Kata kunci: Bottom Ash, Fly Ash, Substitusi Semen, Substitusi Pasir, Kuat Tekan.

ABSTRACT

ASLAM ARYA WIRANUGRAHA, *The effect of adding bottom ash waste as a substitute for sand and fly ash as a cement substitution on concrete mixtures (supervised by A. Sulfanita and Hendro Widarto).*

The use of bottom ash waste as a sand substitute and fly ash as a cement substitute is an innovation in construction material technology to improve concrete performance. This research aims to analyze the effect of adding bottom ash and fly ash waste on the compressive strength of concrete. The research method uses a quantitative experimental approach carried out at the Structure and Materials Laboratory of Muhammadiyah University, Parepare. Variations in bottom ash and fly ash waste substitution used were 5%, 10%, and 15% of the cement weight, with compressive strength tests at 7, 14, and 28 days.

The research results show that the substitution of bottom ash and fly ash waste has an effect on the compressive strength of concrete. At 7 days, compressive strength increased from 12.55 MPa (normal concrete) to 21.23 MPa (5% substitution) and 21.89 MPa (10% substitution). At 14 days, the compressive strength reached 29.63 MPa and 29.54 MPa compared to normal concrete of 22.84 MPa. At 28 days, optimal values were obtained at 5% and 10% substitution, with a compressive strength of around 33 MPa, far exceeding normal concrete which only reaches 25.76 MPa. However, 15% substitution had a negative impact with the compressive strength decreasing to 27.74 MPa. Thus, substituting up to 10% of bottom ash and fly ash waste can increase the compressive strength of concrete, however the use of above 10% needs to be studied further so as not to reduce the quality of the concrete.

Keywords: *Bottom Ash, Fly Ash, Cement Substitution, Sand Substitution, Compressive Strength.*

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN	ii
PRAKATA	iii
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Batasan Masalah	4
E. Manfaat Penelitian	5
F. Sistematis Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Beton	7
1. Klasifikasi Beton	7
2. Kelebihan dan Kekurangan Beton	10
B. Material Penyusun Beton	11

1. Semen Portland	11
2. Agregat	13
3. Air	16
C. Bahan Tambah Beton	16
1. <i>Bottom Ash</i>	16
2. <i>Fly Ash</i>	18
D. Pengujian Beton	21
1. Kuat Tekan Beton	21
E. Kajian Hasil Penelitian Terdahulu	24
BAB III METODE PENELITIAN	28
A. Jenis Penelitian	28
B. Lokasi dan Waktu	28
C. Alat dan Bahan	29
D. Perosedur dan Rancangan Penelitian	32
E. Teknik Pengumpulan Data	43
F. Teknik Analisis Data	44
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	46
A. Hasil Pengujian Agregat	46
1. Agregat Halus	46

2. Agregat Kasar	48
B. Perencanaan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>)	49
A. Kebutuhan Beton Normal	59
B. Untuk variasi penambahan 5% FABA (Bottom Ash dan Fly Ash)	60
C. Untuk variasi penambahan 10% FABA (Bottom Ash dan Fly Ash)	62
D. Untuk variasi penambahan 15% FABA (Bottom Ash dan Fly Ash)	63
C. Nilai Slump	65
D. Kuat Tekan	66
1. Beton Normal	67
2. Beton Fly Ash dan Bottom Ash 5%	68
3. Beton Fly Ash dan Bottom Ash 10%	69
4. Beton Fly Ash dan Bottom Ash 15%	70
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	74
A. Kesimpulan	74
B. Saran	76
DAFTAR PUSTAKA	77
LAMPIRAN	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Bottom Ash</i>	17
Gambar 2. 2 Ukuran <i>Fly Ash</i>	20
Gambar 2. 3 (a). <i>Fly Ash</i> Kelas F; (b). <i>Bottom Ash</i> Kelas C	21
Gambar 2. 4 Alat Uji Kuat Tekan Beton	22
Gambar 3. 1 Diagram Alir	45
Gambar 4. 1 Grafik perkiraan faktor air semen	52
Gambar 4. 2 Perkiraan Persen Agregat	55
Gambar 4. 3 Grafik perkiraan berat isi beton	56
Gambar 4. 4 Perbandingan nilai slump pada setiap variasi	66
Gambar 4.5 Grafik pengujian kuat tekan beton normal	67
Gambar 4.6 Grafik pengujian kuat tekan beton FABA (<i>Bottom Ash</i> dan <i>Fly Ash</i>) 5%	68
Gambar 4.7 Grafik pengujian kuat tekan beton FABA (<i>Bottom Ash</i> dan <i>Fly Ash</i>) 10%	69
Gambar 4.8 Grafik pengujian kuat tekan beton FABA (<i>Bottom Ash</i> dan <i>Fly Ash</i>) 15%	70
Gambar 4.9 Grafik gabungan pengaruh penambahan Faba Terhadap Kuat Tekan	71

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1	Batasan gradasi untuk agregat halus	14
Tabel 2. 2	Batas-batas gradasi agregat kasar	14
Tabel 2. 3	Ukuran butiran dari pertikel <i>bottom-ash</i>	18
Tabel 2. 4	Sifat Fisik <i>Bottom Ash</i>	18
Tabel 2. 5	Kriteria Kelas Abu Terbang	21
Tabel 2. 6	Komposisi <i>Fly Ash</i> PLTU Barru	21
Tabel 3.1	Jadwal pelaksanaan penelitian	29
Tabel 3.2	Jumlah Benda Uji Kuat Tekan	43
Tabel 3.3	Persentase Komposisi Bahan Campuran Beton	43
Tabel 4.1	Rekapitulasi Pengujian Agregat Halus	46
Tabel 4.2	Rekapitulasi hasil pengujian agregat kasar	48
Tabel 4.3	Kekuatan tekan (Mpa) perkiraan dengan faktor air semen dan agregat kasar	51
Tabel 4.4	Jumlah semen minimal dan faktor air semen maksimum yang diperlukan untuk berbagai jenis pembetonan dalam kondisi tertentu	52
Tabel 4.5	Kadar air bebas (Kg/m ³) yang diperlukan untuk membuat adukan beton dengan berbagai tingkat kemudahan	53
Tabel 4. 6	Rekapitulasi Kebutuhan Campuran Bahan Untuk 1 m ³ Beton	58
Tabel 4. 7	Rekap kebutuhan campuran bahan untuk 9 silinder beton normal	60

Tabel 4. 8 Rekap kebutuhan campuran bahan untuk variasi 5% FABA (Bottom Ash dan Fly Ash)	62
Tabel 4. 9 Rekap kebutuhan campuran bahan untuk variasi 10% FABA(Bottom Ash dan Fly Ash)	63
Tabel 4. 10 Rekap kebutuhan campuran bahan untuk variasi 15% FABA (Bottom Ash dan Fly Ash)	65
Tabel 4. 11 Hasil pengujian nilai slump test	66
Tabel 4. 12 Rekan hasil kuat tekan beton normal	67
Tabel 4. 13 Rekan hasil kuat tekan beton FABA (Bottom Ash dan Fly Ash) 5%	68
Tabel 4. 14 Rekan hasil kuat tekan beton FABA (Bottom Ash dan Fly Ash) 10%	69
Tabel 4. 15 Rekan hasil kuat tekan beton FABA (Bottom Ash dan Fly Ash) 15%.	70

DAFTAR ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

Lambang / Singkatan	Arti dan Keterangan
BN	Beton Normal
FABA	Fly Ash dan Bottom Ash
F_c	Kuat Tekan Beton
P	Beban maksimum
A	Luas penampang benda
MM	Milimeter
SNI	Standar Nasional Indonesia
ASTM	American Society for Testing and Materials
D	Diameter benda uji silinder
B	Berat
V	Volume
Gr	Gram
Kg	Kilogram
BJ	Berat jenis
%	Persentase
FAS	Faktor air semen (FAS)
F_{cr}'	Kekuatan rata-rata yang hendak dicapai (f _{cr} ')
M	Meter
CM	Senti Meter
CaO	kalsium oksida (kapur)
SiO₂	Silika
Al₂O₃	Alumina
Fe₂O₃	Besi
MgO	Magnesia
SO₃	Sulfur
Na₂O+K₂O	Soda/potash
PET	polyethylene terphthalate
kg/m³	kilogram per meter kubik

BaSO₄	Barium sulfat
°C	Derajat Selsius
kg/cm²	kilogram per sentimeter persegi
cm²	Centimeter persegi
w/c	water cement ratio