

TUGAS AKHIR
PENGARUH VARIASI SEMEN DAN *FLY ASH* DENGAN METODE
CURING LEMBAB TERHADAP SIFAT MEKANIS MORTAR
GEOPOLYMER

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai derajat Sarjana S1 pada
Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik
Universitas Lambung Mangkurat

Disusun Oleh:

Bela Sapitri

NIM. 2010811120015

Pembimbing:

Ade Yuniati Pratiwi, S.T., M.Sc., Ph.D.

NIP. 199003062022032010



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN
TEKNOLOGI
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL
BANJARBARU
2023

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bela Sapitri
NIM : 2010811120015
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Pengaruh Variasi Semen dan *Fly ash* Dengan Metode Curing Lembab Terhadap Sifat Mekanis Mortar *Geopolymer*.
Pembimbing : Ade Yuniati Pratiwi, S.T., M.Sc., Ph.D.

Dengan ini menyatakan bahwa hasil penulisan tugas akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari penulisan tugas akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus menerima sanksi berdasarkan aturan tata tertib di Universitas Lambung Mangkurat.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.

Banjarbaru, 2023
Penulis,

Bela Sapitri
NIM. 2010811120015

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK SIPIL

**Pengaruh Variasi Semen dan *Fly Ash* Dengan Metode Curing Lembab
Terhadap Sifat Mekanis Mortar *Geopolymer***

Oleh

Bela Sapitri (2010811120015)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 12 Januari 2024 dan dinyatakan

L U L U S

Komite Penguji :

Ketua : Ir. Ida Barkiah, M.T.

NIP. 196911101993032001

Anggota 1 : Ir. Ratni Nurwidayati, M.T., M.Eng. Sc

NIP. 19690106199502 2 001

Anggota 2 : Dr. Nursiah Chairunnisa, S.T., M.Eng.

NIP. 19790723200501 2 005

Pembimbing : Ade Yuniati Pratiwi, S.T., M.Sc., Ph.D

Utama NIP. 19900306202203 2 010

Banjarbaru, 12 Januari 2024

Diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik

Fakultas Teknik ULM,

Dr. Mahmud, S.T., M.T.

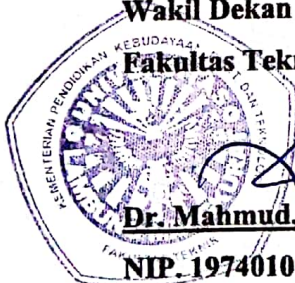
NIP. 19740107 199802 1 001

Koordinator Program Studi

S-1 Teknik Sipil,

Dr. Muhammad Arsyad, S.T., M.T.

NIP. 19720826 199802 1 001



Pengaruh Variasi Semen dan *Fly ash* Dengan Metode Curing Lembab Terhadap Sifat Mekanis Mortar *Geopolymer*

Bela Sapitri¹, Ade Yuniati Pratiwi²

1Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Lambung Mangkurat
2Dosen, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Lambung Mangkurat
Jl. Jenderal Achmad Yani Km 35,5 Banjarbaru, Kalimantan Selatan – 70714
Email: belasapitri4444@gmail.com

ABSTRAK

Beton geopolymer bertujuan untuk mengatasi efek buruk yang merusak lingkungan dan memperbaiki problem durabilitas pada material beton yang menggunakan Semen Portland, Bahan dasar utama yang diperlukan untuk pembuatan material *geopolymer* ini adalah bahan-bahan yang banyak mengandung unsur-unsur silika dan alumina. Unsur-unsur ini banyak didapati, di antaranya pada material hasil sampingan industri, seperti misalnya *fly ash* dari sisa pembakaran batu bara. Salah satu faktor yang mempengaruhi mutu beton ialah kondisi lingkungan. Sebagian besar lahan di Kalimantan Selatan merupakan lahan gambut yang dapat meningkatkan porositas, menurunkan kekuatanbeton serta berpotensi mempercepat korosi tulangan pada beton .Penelitian yang dilakukan oleh Olivia (2015) mengenai potensi *geopolymer*dilingkungan gambut mengkaji bahwa *geopolymer fly ash* lebih direkomendasikan untuk digunakan dalam aplikasi infrastruktur di tanah gambut. Ketahanan *geopolymer* terhadap asam disebabkan oleh ikatan aluminosilikat yang lebih stabil dan kandungan kalsium (Ca) lebih rendah dibandingkan semen.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi semen dan *fly ash* terhadap penyerapan dan kuat tekan mortar *geopolymer* dan mengetahui pengaruh paparan lingkungan asam terhadap kuat tekan mortargeopolymer dengan variasi semen dan *fly ash*. Rasio Alkali 2,5:1, campuran semen dan fly ash sebesar 5:95, 7:93, 10:90 dari berat material dasar. Metode perawatan dengan curing lembar sampai 28hari sebelum terpapar Kondisi lingkungan asam dan non asam.

Hasil menunjukkan bahwa mortar geopolimer terpapar kondisi lingkungan (*wet*) dan (*wet dry*) rata-rata mengalami peningkatan pada umur 28+2 bulan dan mengalami penurunan pada umur 28+ 3 bulan. Kuat tekan tertinggi ada pada variasi semen dibanding *fly ash* 10:90 terpapar lingkungan normal (PDAM). Hasil pengujian *Sorptivity*, absorpsi dan porositas tertinggi ada pada variasi semen dibanding *fly ash* 7:93 paling besar. Maka variasi 7:93 lebih cepat menyerap dan terkarbonasi.

Kata Kunci: *Fly Ash*, Semen, *Geopolymer*, *Sorptivity*, Karbonasi, Kuat Tekan.

Pengaruh Variasi Semen dan *Fly ash* Dengan Metode Curing Lembab Terhadap Sifat Mekanis Mortar *Geopolymer*

Bela Sapitri¹, Ade Yuniati Pratiwi²

1Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Lambung Mangkurat
2Dosen, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Lambung Mangkurat
Jl. Jenderal Achmad Yani Km 35,5 Banjarbaru, Kalimantan Selatan – 70714
Email: belasapitri4444@gmail.com

ABSTRACT

Geopolymer concrete aims to overcome the negative effects that damage the environment and improve durability problems in concrete materials that use Portland cement. The main basic materials needed to make this geopolymer material are materials that contain lots of silica and alumina elements. Many of these elements are found, including in industrial by-product materials, such as fly ash from coal burning residue. One of the factors that influences concrete quality is environmental conditions. Most of the land in South Kalimantan is peat land which can increase porosity, reduce the strength of concrete and accelerate corrosion of reinforcement in concrete. Research conducted by Olivia (2015) regarding the potential of geopolymer in peat environments found that fly ash geopolymer is more recommended for use in infrastructure applications on peat soil. Geopolymer's resistance to acids is due to the more stable aluminosilicate bonds and lower calcium (Ca) content compared to cement.

This research aims to determine the effect of variations in cement and fly ash on the absorption and compressive strength of geopolymer mortar and determine the effect of exposure to an acidic environment on the compressive strength of geopolymer mortar with variations in cement and fly ash. Alkali ratio 2.5:1, cement and fly ash mixture of 5:95, 7:93, 10:90 of the weight of the base material. Treatment method by curing the sheet for up to 28 days before exposure to acidic and non-acidic environmental conditions.

The results show that geopolymer mortar exposure to environmental conditions (wet) and (wet dry) on average increased at the age of 28+2 months and decreased at the age of 28+3 months. The highest compressive strength is in the cement variation compared to fly ash 10:90 exposed to a normal environment (PDAM). The highest sorptivity, absorption and porosity test results were in the cement variation compared to fly ash 7:93 which was the largest. So the 7:93 variation absorbs and carbonates more quickly.

Keywords: Fly Ash, Cement, Geopolymer, Sorptivity, Carbonation, Compressive Strength.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pengaruh Variasi *Fly ash* Dan Semen Dengan Metode Curing Lembab Dan Terpapar Lingkungan Asam Terhadap Sifat Mekanis Mortar *Geopolymer*”. Penyusunan Tugas Akhir ini merupakan syarat kelulusan mahasiswa/i Program Studi S-1 Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.

Selama penyusunan laporan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi baik berupa bantuan maupun dukung, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua saya, Bapa Abdullah dan Mama Piah atas doa, dukungan, semangat, kasih sayang dan segala yang diperlukan hingga saya dapat menyelesaikan gelar sarjana ini.
2. Ade Yuniati Pratiwi, S.T., M.Sc., Ph.D.. selaku dosen pembimbing yang selalu sabar dalam memberikan arahan dan penjelasan kepada saya sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
3. Bapak Dr. Muhammad Arsyad, S.T, M.T. selaku Koordinator Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
4. Ibu Dr. Nursiah Chairunnisa, S.T., M.Eng dan Ibu Ir. Ratni Nurwidayati, M.T., M.Eng.Sc. selaku dosen penguji seminar proposal.
5. Segenap dosen Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat yang telah banyak memberikan ilmu kepada kami.
6. Kakak saya Rusilawanti dan adik saya Juna yang selalu memberi doa dan dukungannya.
7. Teman saya Maylinda Anggraini yang selalu mendengarkan keluh kesah saya ketika sedang mengerjakan skripsi ini.
8. Teman-teman saya dalam satu tim TA *geopolymer* yang berjuang bersama dan bekerja sama dalam pembuatan tugas akhir ini.
9. Para Instruktur Laboratorium Struktur dan Material Universitas Lambung Mangkurat dan juga mahasiswa magang yang telah banyak membantu kami dalam pembuatan tugas akhir ini.

Akhir kata, saya menyadari penyusunan Tugas Akhir ini tidak luput dari kekurangan, oleh karena itu diharapkan kritik dan saran yang membangun agar Tugas Akhir ini lebih baik lagi. Saya berharap Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Banjarbaru, Desember 2023

Penulis

Bela Sapitri

NIM.2010811120015

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	i
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
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 Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>Geopolymer</i>	4
2.2 Pasta dan Mortar.....	4
2.2.1 Pasta	4
2.2.2 Mortar.....	5
2.3 Material Pembentuk Pasta dan Mortar <i>Geopolymer</i>	6
2.3.1 <i>Fly ash</i>	6
2.3.2 Semen.....	9
2.3.3 Agregat Halus.....	11
2.3.4 Larutan Alkali.....	12
2.4 Molaritas.....	14
2.5 Durabilitas	14
2.6 Pasang Surut.....	15
2.7 Perawatan Benda Uji (Curing)	16
2.8 Lingkungan Asam.....	17
2.8.1 HCl (Asam klorida).....	18
2.8.2 H ₂ SO ₄ (Asam Sulfat)	18
2.9 Pengujian	19
2.9.1 Waktu Pengikatan.....	19
2.9.2 Uji Karbonasi	20

2.9.3	Uji <i>Absorption</i> dan Porositas dan.....	21
2.9.4	Uji <i>Sorptivity</i>	23
2.9.5	Kuat Tekan Mortar <i>Geopolymer</i>	24
2.10	Penelitian Terdahulu	25
BAB III METODE PENELITIAN.....		29
3.1	Diagram Alir.....	29
3.2	Waktu dan Tempat	30
3.3	Jadwal Penelitian	30
3.4	Alat dan Bahan	30
3.4.1	Alat.....	30
3.4.2	Bahan.....	31
3.5	Persiapan Bahan Dasar	31
3.5.1	<i>Fly ash</i>	31
3.5.2	Semen.....	32
3.5.3	Larutan Alkali.....	32
3.5.4	Air	34
3.5.5	Agregat halus	34
3.5.6	Larutan Asam Sulfat (H_2SO_4)	34
3.5.7	Larutan Asam Klorida (HCl).....	35
3.5.8	Larutan Phenolphthalein	35
3.6	Pemeriksaan Bahan Dasar	36
3.7	Rancangan Penelitian	36
3.8	Pembuatan Benda Uji.....	39
3.9	Perawatan Benda Uji (Curing)	42
3.10	Pembuatan Lingkungan Asam Untuk Mortar <i>Geopolymer</i>	42
3.11	Pengujian Benda Uji.....	43
3.11.1	Waktu Pengikatan.....	43
3.11.2	Uji Porositas	43
3.11.3	Uji <i>Sorptivity</i>	44
3.11.4	Kuat Tekan	45
3.12	Penarikan Kesimpulan	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		46
4.1	Pemeriksaan Bahan	46
4.1.1	Pemeriksaan Agregat Halus	46

4.1.2	Pemeriksaan Semen	47
4.1.3	Pemeriksaan <i>Fly ash</i>	47
4.1.4	Pemeriksaan Waktu Pengikatan	49
4.2	Uji <i>Sorptivity</i>	50
4.3	Absorpsi dan Porositas	53
4.4	Pemeriksaan pH Lingkungan Asam	54
4.5	Uji Karbonasi	58
4.5.1	Hasil Uji Karbonasi Lingkungan Normal Secara <i>Full Wet</i>	59
4.5.2	Hasil Uji Karbonasi Lingkungan Normal Secara <i>Wet Dry</i>	60
4.5.3	Hasil Uji Karbonasi Terpapar Asam Sulfat <i>Full Wet</i>	62
4.5.4	Hasil Uji Karbonasi Terpapar Asam Sulfat <i>Wet Dry</i>	63
4.5.5	Hasil Uji Karbonasi Terpapar Asam Klorida <i>Full Wet</i>	65
4.5.6	Hasil Uji Karbonasi Terpapar Asam Klorida <i>Wet Dry</i>	66
4.6	Pengamatan Visual dan Berat Benda Uji	68
4.6.1	Pengamatan sampel SF5:95N-W	68
4.6.2	Pengamatan sampel SF7:93N-W	69
4.6.3	Pengamatan sampel SF10:90N-W	69
4.6.4	Pengamatan sampel SF5:95N-WD	70
4.6.5	Pengamatan sampel SF7:93N-WD	71
4.6.6	Pengamatan sampel SF10:90N-WD	72
4.6.7	Pengamatan sampel SF5:95AS-W	73
4.6.8	Pengamatan sampel SF7:93AS-W	74
4.6.9	Pengamatan sampel SF10:90AS-W	75
4.6.10	Pengamatan sampel SF5:95AS-WD	76
4.6.11	Pengamatan sampel SF7:93AS-WD	77
4.6.12	Pengamatan sampel SF10:90AS-WD	78
4.6.13	Pengamatan sampel SF5:95AC-W	79
4.6.14	Pengamatan sampel SF7:93AC-W	80
4.6.15	Pengamatan sampel SF10:90AC-W	81
4.6.16	Pengamatan sampel SF5:95AC-WD	82
4.6.17	Pengamatan sampel SF7:93AC-WD	83
4.6.18	Pengamatan sampel SF10:90AC-WD	84
4.7	Kuat Tekan	85
4.7.13	Uji Kontrol	85

4.7.14	Uji tekan sampel SF5:95N-W	87
4.7.15	Uji tekan sampel SF7:93N-W	89
4.7.16	Uji tekan sampel SF10:90N-W	91
4.7.17	Uji tekan sampel SF5:95N-WD	93
4.7.18	Uji tekan sampel SF7:93N-WD	95
4.7.19	Uji tekan sampel SF10:90N-WD	97
4.7.20	Uji tekan sampel SF5:95AS-W	99
4.7.21	Uji Tekan Sampel SF7:93AS-W	101
4.7.22	Uji Tekan Sampel SF10:90AS-W	103
4.7.23	Uji tekan sampel SF5:95AS-WD	105
4.7.24	Uji Tekan Sampel SF7:93AS-WD	107
4.7.25	Uji Tekan Sampel SF10:90AS-WD	109
4.7.26	Uji tekan sampel SF5:95AC-W	111
4.7.27	Uji tekan sampel SF7:93AC-W	113
4.7.28	Uji tekan sampel SF10:90AC-W	115
4.7.29	Uji tekan sampel SF5:95AC-WD	117
4.7.30	Uji tekan sampel SF7:93AC-WD	119
4.7.31	Uji tekan sampel SF10:90AC-WD	121
4.8	Perbandingan Variasi Terhadap Kondisi Lingkungan	123
4.8.13	Perbandingan dengan Kondisi Normal	123
4.8.14	Perbandingan Kondisi Terpapar Lingkungan Asam Sulfat	123
4.8.15	Perbandingan Kondisi Terpapar Lingkungan Asam Klorida	124
4.8.16	Perbandingan Kondisi Lingkungan Secara <i>Full Wet</i> pada Umur 28+1 bulan	125
4.8.17	Perbandingan Kondisi Lingkungan Secara <i>Full Wet</i> pada Umur 28+2 bulan	126
4.8.18	Perbandingan Kondisi Lingkungan Secara <i>Full Wet</i> pada Umur 28+3 bulan	127
4.8.19	Perbandingan Kondisi Lingkungan Secara <i>Wet Dry</i> pada Umur 28+1 bulan	127
4.8.20	Perbandingan Kondisi Lingkungan Secara <i>Wet Dry</i> pada Umur 28+2 bulan	128
4.8.21	Perbandingan Kondisi Lingkungan Secara <i>Wet Dry</i> pada Umur 28+3 bulan	129
4.9	Rekapitulasi Hasil Pengujian Kuat Tekan.....	129

4.10	Rekapitulasi Hasil Pengujian	131
4.10.13	Pengujian <i>Sorptivity</i>	131
4.10.14	Absorpsi dan Porositas	132
4.10.15	Uji Karbonasi	132
4.10.16	Visual.....	132
4.10.17	Pengujian Kuat Tekan.....	133
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		134
5.1	Kesimpulan.....	134
5.2	Saran.....	134
DAFTAR PUSTAKA		135
LAMPIRAN DOKUMENTASI.....		139

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Persyaratan Kandungan Kimia Fly ash	7
Tabel 2. 2 Persyaratan Fisik Fly ash.....	8
Tabel 2. 3 Kandungan Kimia Fly ash PLTU Asam-Asam	8
Tabel 2. 4 Jenis-Jenis Semen.....	10
Tabel 2. 5 Batas-Batas Gradasi Agregat Halus	11
Tabel 2. 6 Komposisi Na_2SiO_3	12
Tabel 2. 7 Penelitian Terdahulu.....	25
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian	30
Tabel 3.2 Hasil Waktu Pengikatan	38
Tabel 3.3 Variabel dan Nomenklatur Benda Uji Pasta dan Mortar Geopolymer. .	38
Tabel 3.4 Campuran benda uji silinder mortar geopolymer.....	41
Tabel 4. 1 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus	46
Tabel 4. 2 Hasil Pemeriksaan Semen	47
Tabel 4. 3 Hasil pemeriksaan Fly ash.....	47
Tabel 4. 4 Ash Analysis	48
Tabel 4. 5 Hasil Analisis XRD	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 6 Pemeriksaan Waktu Pengikatan	49
Tabel 4. 7 Hasil pengujian <i>sorptivity</i> benda uji mortar geopolymer	51
Tabel 4. 8 Rekapitulasi <i>Initial</i> dan <i>Secondary Rate</i>	52
Tabel 4. 9 Hasil pengujian Absorpsi dan Porositas	53
Tabel 4. 10 Pemeriksaan Air Asam <i>Artificial</i>	55
Tabel 4. 11 Hasil Uji Karbonasi Terpapar Lingkungan Normal	59
Tabel 4. 12 Hasil Uji Karbonasi Dalam Kondisi Lingkungan Normal	60
Tabel 4. 13 Tabel Hasil Uji Karbonasi Terpapar Lingkungan Asam Sulfat	62
Tabel 4. 14 Tabel Hasil Uji Karbonasi Terpapar Lingkungan Asam Sulfat	63
Tabel 4. 15 Tabel Hasil Uji Karbonasi Terpapar Lingkungan Asam Klorida	65
Tabel 4. 16 Hasil Uji Karbonasi Terpapar Lingkungan Asam Klorida	66
Tabel 4. 17 Hasil visual SF5:95N-W	68
Tabel 4. 18 Hasil berat SF5:95N-W	68
Tabel 4. 19 Pengamatan sampel SF7:93N-W	69

Tabel 4. 20 Hasil berat SF7:93N-W	69
Tabel 4. 21 Pengamatan sampel SF10:90N-W	70
Tabel 4. 22 Hasil berat SF10:90N-W	70
Tabel 4. 23 Pengamatan sampel SF5:95N-WD.....	70
Tabel 4. 24 Hasil berat SF5:95N-WD	71
Tabel 4. 25 Pengamatan sampel SF7:93N-WD.....	71
Tabel 4. 26 Hasil berat SF7:93N-WD	72
Tabel 4. 27 Pengamatan sampel SF10:90N-WD.....	72
Tabel 4. 28 Hasil berat SF10:90N-WD	73
Tabel 4. 29 Hasil visual sampel SF5:95AS-W.....	73
Tabel 4. 30 Hasil berat sampel SF5:95AS-W	73
Tabel 4. 31 Pengamatan sampel SF7:93AS-W	74
Tabel 4. 32 Hasil berat SF7:93AS-W.....	74
Tabel 4. 33 Pengamatan sampel SF10:90AS-W	75
Tabel 4. 34 Hasil berat SF10:90AS-W.....	76
Tabel 4. 35 Hasil visual sampel SF5:95AS-WD.....	76
Tabel 4. 36 Hasil berat sampel SF5:95AS-WD	77
Tabel 4. 37 Pengamatan sampel SF7:93AS-WD	77
Tabel 4. 38 Hasil berat SF7:93AS-WD.....	78
Tabel 4. 39 Pengamatan sampel SF10:90AS-WD	78
Tabel 4. 40 Hasil berat SF10:90AS-WD.....	79
Tabel 4. 41 Hasil visual sampel SF5:95AC-W	79
Tabel 4. 42 Hasil berat sampel SF5:95AC-W	80
Tabel 4. 43 Pengamatan sampel SF7:93AC-W.....	80
Tabel 4. 44 Hasil berat SF7:93AC-W	80
Tabel 4. 45 Pengamatan sampel SF10:90AC-W.....	81
Tabel 4. 46 Hasil berat SF10:90AC-W	81
Tabel 4. 47 Hasil visual SF5:95AC-WD.....	82
Tabel 4. 48 Hasil berat SF5:95AC-WD	82
Tabel 4. 49 Pengamatan sampel SF7:93AC-WD.....	83
Tabel 4. 50 Hasil berat SF7:93AC-WD	83
Tabel 4. 51 Pengamatan sampel SF10:90AC-WD.....	84

Tabel 4. 52 Hasil berat SF10:90AC-WD	84
Tabel 4. 53 Hasil Kuat tekan 28 hari sebagai Kontrol	85
Tabel 4. 54 Hasil Kuat Tekan SF5:95N-W	87
Tabel 4. 55 Hasil Kuat Tekan SF7:93N-W	90
Tabel 4. 56 Hasil Kuat Tekan SF10:90N-W	92
Tabel 4. 57 Hasil Kuat Tekan SF5:95N-WD.....	94
Tabel 4. 58 Hasil Kuat Tekan SF7:93N-WD.....	96
Tabel 4. 59 Hasil Kuat Tekan SF10:90N-WD.....	98
Tabel 4. 60 Hasil Kuat Tekan SF5:95AS-W	100
Tabel 4. 61 Hasil Kuat Tekan SF7:93AS-W	102
Tabel 4. 62 Hasil Kuat Tekan SF10:90AS-W	104
Tabel 4. 63 Hasil Kuat Tekan SF5:95AS-WD	106
Tabel 4. 64 Hasil Kuat Tekan SF7:93AS-WD	108
Tabel 4. 65 Hasil Kuat Tekan SF10:90AS-WD	110
Tabel 4. 66 Hasil Kuat Tekan SF5:95AC-W	112
Tabel 4. 67 Hasil Kuat Tekan SF7:93AC-W	114
Tabel 4. 68 Hasil Kuat Tekan SF10:90AC-W	116
Tabel 4. 69 Hasil Kuat Tekan SF5:95AC-WD.....	118
Tabel 4. 70 Hasil Kuat Tekan SF7:93AC-WD.....	120
Tabel 4. 71 Hasil Kuat Tekan SF10:90AC-WD.....	122
Tabel 4. 72 Trend Kuat Tekan Berdasarkan Kondisi Lingkungan dan Variasi Kadar Semen dibanding Fly Ash	131

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Natrium Silikat	13
Gambar 2. 2 Natrium Hidroksida.....	13
Gambar 2. 3 Asam Sulfat	19
Gambar 2. 4 Pengujian Waktu Pengikatan.....	20
Gambar 2. 5 Uji Porositas Perebusan Benda Uji	23
Gambar 2. 6 Skema Pengujian <i>Sorptivity</i> Mortar	24
Gambar 2. 7 Pengujian Kuat Tekan	24
Gambar 3. 1 Diagram Alir.....	29
Gambar 3. 2 <i>Fly ash</i> dari PLTU Asam-asam	31
Gambar 3. 3 Portland Composite Cement	32
Gambar 3. 4 Natrium Hidroksida.....	32
Gambar 3. 5 Natrium Silikat	
Gambar 3. 6 Agregat haluss	34
Gambar 3. 7 Larutan Asam Sulfat (H_2SO_4)	34
Gambar 3. 8 Larutan Asam Clorida (HCl).....	35
Gambar 3. 9 Grafik Waktu Pengikatan	37
Gambar 4. 1 Hasil Analisis XRD	48
Gambar 4. 2 Pemeriksaan Waktu Pengikatan	50
Gambar 4. 3 Pengujian <i>Sorptivity</i>	50
Gambar 4. 4 Hasil pengujian <i>Sorptivity</i> benda uji mortar geopolymer	51
Gambar 4. 5 Contoh penentuan <i>rate of water absorption</i> : (a) <i>Initial</i> dan (b) <i>Secondary</i>	52
Gambar 4. 6 <i>Sorptivity</i> vs Waktu	52
Gambar 4. 7 Pengujian absorpsi dan porositas	53
Gambar 4. 8 Hasil Pengujian Absorpsi dan Porositas.....	54
Gambar 4. 9 Kondisi Lingkungan Asam Sulfat (H_2SO_4): (a) Pengukuran pH dan (b) Kondisi Perendaman	55
Gambar 4. 10 Kondisi Lingkungan Asam Klorida (HCl): (a) Pengukuran pH dan (b) Kondisi Perendaman.....	55
Gambar 4. 11 Pengukuran sampel uji karbonasi.....	59

Gambar 4. 12 Belah pada Variasi: (a) Kadar Semen 5%, (b) Kadar Semen 7%, dan Kadar Semen 10%,.....	85
Gambar 4. 13 Hasil Uji Tekan sebagai Kontrol	86
Gambar 4. 14 Pengujian Kuat Tekan SF5:95N-W	87
Gambar 4. 15 Hasil Belah Kuat Tekan SF5:95N-W	87
Gambar 4. 16 Kuat Tekan SF5:95N-W Setelah Terpapar Lingkungan Normal (PDAM)	88
Gambar 4. 17 Pengujian Kuat Tekan SF7:93N-W	89
Gambar 4. 18 Hasil Belah Kuat Tekan SF7:93N-W	89
Gambar 4. 19 Kuat Tekan SF7:93N-W Setelah Terpapar Lingkungan Normal (PDAM)	90
Gambar 4. 20 Pengujian Kuat Tekan SF10:90N-W	91
Gambar 4. 21 Hasil Belah Kuat Tekan SF10:90N-W	91
Gambar 4. 22 Kuat Tekan SF10:90N-W Setelah Terpapar Lingkungan Normal (PDAM)	92
Gambar 4. 23 Pengujian Kuat Tekan SF5:95N-WD	93
Gambar 4. 24 Hasil Belah Kuat Tekan SF5:95N-WD	93
Gambar 4. 25 Kuat Tekan SF5:95N-WD Setelah Terpapar Lingkungan Normal (PDAM)	94
Gambar 4. 26 Pengujian Kuat Tekan SF7:93N-WD	95
Gambar 4. 27 Hasil Belah Kuat Tekan SF7:93N-WD	95
Gambar 4. 28 Kuat Tekan SF7:93N-WD Setelah Terpapar Lingkungan Normal (PDAM)	96
Gambar 4. 29 Pengujian Kuat Tekan SF10:90N-WD	97
Gambar 4. 30 Hasil Belah Kuat Tekan SF10:90AS-W	97
Gambar 4. 31 Kuat Tekan SF10:90N-WD Setelah Terpapar Lingkungan Normal (PDAM)	98
Gambar 4. 32 Pengujian Kuat Tekan SF5:95AS-W.....	99
Gambar 4. 33 Hasil Belah Kuat Tekan SF5:95AS-W	99
Gambar 4. 34 Kuat Tekan SF5:95AS-W Setelah Terpapar Lingkungan Asam Sulfat	100
Gambar 4. 35 Pengujian Kuat Tekan SF7:93AS-W.....	101

Gambar 4. 36 Hasil Belah Kuat Tekan SF7:93AS-W	101
Gambar 4. 37 Kuat Tekan SF7:93AS-W Setelah Terpapar Lingkungan Asam Sulfat	102
Gambar 4. 38 Pengujian Kuat Tekan SF10:90AS-W.....	103
Gambar 4. 39 Hasil Belah Kuat Tekan SF10:90AS-W	103
Gambar 4. 40 Kuat Tekan SF10:90AS-W Setelah Terpapar Lingkungan Asam Sulfat	104
Gambar 4. 41 Pengujian Kuat Tekan SF5:95AS-WD.....	105
Gambar 4. 42 Hasil Belah Kuat Tekan SF5:95AS-WD.....	105
Gambar 4. 43 Kuat Tekan SF5:95AS-WD Setelah Terpapar Lingkungan Asam Sulfat	106
Gambar 4. 44 Pengujian Kuat Tekan SF7:93AS-WD.....	107
Gambar 4. 45 Hasil Belah Kuat Tekan SF7:93AS-WD	107
Gambar 4. 46 Kuat Tekan SF7:93AS-WD Setelah Terpapar Lingkungan Asam Klorida.....	108
Gambar 4. 47 Pengujian Kuat Tekan SF10:90AS-WD.....	109
Gambar 4. 48 Hasil Belah Kuat Tekan SF10:90AS-WD.....	109
Gambar 4. 49 Kuat Tekan SF10:90AS-WD Setelah Terpapar Lingkungan Asam Klorida.....	110
Gambar 4. 50 Pengujian Kuat Tekan SF5:95AC-W	111
Gambar 4. 51 Hasil Belah Kuat Tekan SF5:95AC-W	111
Gambar 4. 52 Kuat Tekan SF5:95AC-W Setelah Terpapar Lingkungan Asam Klorida.....	112
Gambar 4. 53 Pengujian Hasil Kuat Tekan SF7:93AC-W.....	113
Gambar 4. 54 Hasil Belah Kuat Tekan SF7:93AC-WD.....	113
Gambar 4. 55 Kuat Tekan SF7:93AC-W Setelah Terpapar Lingkungan Asam Klorida.....	114
Gambar 4. 56 Pengujian Kuat Tekan SF10:90AC-W	115
Gambar 4. 57 Hasil Belah Kuat Tekan SF10:90AC-W	115
Gambar 4. 58 Kuat Tekan SF10:90AC-W Setelah Terpapar Lingkungan Asam Klorida.....	116
Gambar 4. 59 Pengujian Kuat Tekan SF5:95AC-WD	117

Gambar 4. 60 Hasil Belah Kuat Tekan SF5:95AC-WD.....	117
Gambar 4. 61 Kuat Tekan SF5:95AC-WD Setelah Terpapar Lingkungan Asam Klorida.....	118
Gambar 4. 62 Pengujian Kuat Tekan SF7:93AC-WD	119
Gambar 4. 63 Hasil Belah Kuat Tekan SF7:93AC-WD.....	119
Gambar 4. 64 Kuat Tekan SF7:93AC-WD Setelah Terpapar Lingkungan Asam Klorida.....	120
Gambar 4. 65 Pengujian Kuat Tekan SF10:90AC-WD	121
Gambar 4. 66 Hasil Belah Kuat Tekan SF10:90AC-WD.....	121
Gambar 4. 67 Kuat Tekan SF10:90AC-WD Setelah Terpapar Lingkungan Asam Klorida.....	122
Gambar 4. 68 Perbandingan Kuat Tekan Benda Uji Tidak Terpapar Lingkungan Asam atau Normal.....	123
Gambar 4. 69 Perbandingan Kuat Tekan Benda Uji Terpapar Lingkungan Asam Sulfat	123
Gambar 4. 70 Perbandingan Kuat Tekan Benda Uji Terpapar Lingkungan Asam Klorida.....	124
Gambar 4. 71 Perbandingan kuat tekan benda uji telah terpapar lingkungan asam dan normal pada umur 28+1 bulan.	125
Gambar 4. 72 kuat tekan benda uji telah terpapar lingkungan asam dan normal pada umur 28+2 bulan.	126
Gambar 4. 73 kuat tekan benda uji telah terpapar lingkungan asam dan normal pada umur 28+3 bulan.	127
Gambar 4. 74 kuat tekan benda uji telah terpapar lingkungan asam dan normal pada umur 28+1 bulan.	128
Gambar 4. 75 kuat tekan benda uji telah terpapar lingkungan asam dan normal pada umur 28+2 bulan.	128
Gambar 4. 76 kuat tekan benda uji telah terpapar lingkungan asam dan normal pada umur 28+1 bulan.	129
Gambar 4. 77 Rekapitulasi hasil Uji Tekan.....	130