

HALAMAN PERSETUJUAN .....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
HALAMAN PERNYATAAN .....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
INTISARI.....	xii
<i>ABSTRACT</i> .....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Penelitian Beton Geopolimer Berbasis <i>Fly Ash</i> .....	5
2.2 Beton Geopolimer Berbasis <i>Fly Ash</i> dan GGBFS .....	7
2.3 Penambahan Boraks pada Beton.....	9
2.4 Kebaharuan Penelitian .....	10
BAB 3 LANDASAN TEORI.....	11
3.1 Beton Mutu Tinggi.....	11
3.2 Definisi Geopolimer.....	12
3.3 Proses Geopolimerisasi .....	12
3.4 Komponen Campuran Beton Geopolimer berbasis <i>fly ash</i> dan GGBFS .....	15
3.4.1 Fly ash .....	15
3.4.2 <i>Ground granulated blast furnace slag</i> (GGBFS) .....	16
3.4.3 Larutan alkali aktivator .....	17
3.4.4 Boraks .....	18
3.4.5 Agregat.....	18
3.5 Pengujian Sifat Mekanik Beton .....	19

3.5.1 Uji kuat tekan beton .....	19
3.6 Desain Campuran Beton Geopolimer Berbasis <i>Fly Ash</i> dan GGBFS .....	19
3.6.1 Perhitungan molaritas larutan NaOH .....	19
3.6.2 Perhitungan komposisi campuran pasta .....	19
3.6.3 Perhitungan komposisi campuran mortar .....	21
3.6.4 Perhitungan komposisi campuran beton .....	22
3.6.5 Perhitungan campuran <i>cementitious</i> antara GGBFS dan <i>fly ash</i> .....	22
3.6.6 Perhitungan penambahan boraks .....	23
BAB 4 METODE PENELITIAN .....	24
4.1 Lokasi Penelitian .....	24
4.2 Prosedur Penelitian .....	24
4.3 Alat dan Bahan Penelitian .....	25
4.3.1 Bahan penelitian .....	25
4.3.2 Peralatan penelitian .....	28
4.4 Standar pengujian .....	30
4.5 Pengujian Bahan .....	30
4.5.1 Uji berat jenis larutan aktivator .....	30
4.5.2 Agregat .....	31
4.5.3 Uji XRF <i>fly ash</i> dan GGBFS .....	32
4.6 Rancangan Campuran Beton Geopolimer .....	32
4.6.1 Rancangan campuran pasta .....	32
4.6.2 Rancangan campuran mortar .....	33
4.6.3 Rancangan campuran beton .....	34
4.7 Metode Pembuatan Larutan Aktivator .....	35
4.8 Metode Pencampuran Pasta Geopolimer .....	36
4.9 Metode Pencampuran Mortar Geopolimer .....	36
4.10 Metode Pencampuran Beton Geopolimer .....	37
4.11 Metode Perawatan dan Pencetakan Benda Uji .....	37
4.11.1 Metode pencetakan benda uji .....	37
4.11.2 Metode <i>curing</i> .....	38
4.12 Pengujian Benda Uji .....	39
4.12.1 Pengujian <i>setting time</i> .....	39
4.12.2 Pengujian <i>flow</i> .....	39

4.12.3 Pengujian kuat tekan .....	40
<b>BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>42</b>
5.1 Hasil Analisis dan Karakterisasi Material.....	42
5.1.1 Pengujian karakteristik dan mikrostruktur material <i>fly ash</i> dan GGBFS.....	42
5.1.2 Pengujian berat jenis larutan aktivator .....	45
5.1.3 Pengujian karakteristik agregat .....	46
5.2 Pengujian Pasta Geopolimer .....	47
5.2.1 Pengaruh konsentrasi NaOH (molaritas) terhadap <i>setting time</i> .....	47
5.2.2 Pengaruh rasio A terhadap <i>setting time</i> .....	48
5.2.3 Pengaruh rasio R terhadap <i>setting time</i> .....	49
5.2.4 Pengaruh boraks terhadap <i>setting time</i> dan kuat tekan .....	50
5.2.5 Pengaruh rasio prekursor (FA:GGBFS) terhadap <i>setting time</i> .....	53
5.2.6 <i>Flow</i> pasta geopolimer .....	54
5.2.7 Kuat tekan pasta geopolimer .....	55
5.3 Pengujian Mortar Geopolimer .....	56
5.4 Pengujian Beton Geopolimer .....	59
5.5 Perbandingan Hasil Terhadap Penelitian Terdahulu.....	62
5.6 Koreksi Rancangan Komposisi.....	63
5.6.1 Koreksi rancangan pasta .....	63
5.6.2 Koreksi rancangan beton.....	64
<b>BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>65</b>
6.1 Kesimpulan .....	65
6.2 Saran .....	65
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>67</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>78</b>

Tabel 2.1 Penelitian terdahulu geopolimer berbasis <i>fly ash</i> dan GGBFS. ....	10
Tabel 3.1 Komposisi kimia <i>fly ash</i> (Adjei dan Elkatatny, 2020). ....	16
Tabel 3.2 Komposisi kimia <i>blast-furnace slags</i> di Amerika dan Kanada (ACI 233R-17). ....	17
Tabel 4.1 Standar yang digunakan dalam penelitian. ....	30
Tabel 4.2 <i>Trial</i> pasta tahap 1. ....	33
Tabel 4.3 <i>Trial</i> pasta tahap 2. ....	33
Tabel 4.4 Rancangan campuran pasta per 1 m <sup>3</sup> . ....	33
Tabel 4.5 Rancangan campuran mortar per 1 m <sup>3</sup> . ....	34
Tabel 4.6 Rancangan campuran beton per 1 m <sup>3</sup> . ....	35
Tabel 4.7 Jumlah benda uji tekan beton. ....	40
Tabel 5.1 Komponen kimia <i>fly ash</i> dan klasifikasinya menurut standar. ....	42
Tabel 5.2 Komponen kimia GGBFS. ....	44
Tabel 5.3 Komponen kimia larutan Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> . ....	46
Tabel 5.4 Hasil uji karakteristik agregat halus. ....	46
Tabel 5.5 Hasil uji karakteristik agregat kasar. ....	47
Tabel 5.6 Hasil pengujian <i>flow table</i> mortar geopolimer. ....	57
Tabel 5.7 Hasil pengujian kuat tekan beton geopolimer. ....	59
Tabel 5.8 Perkembangan kekuatan beton geopolimer terhadap umur. ....	60
Tabel 5.9 Evaluasi kriteria beton mutu tinggi terhadap hasil pengujian kuat tekan beton. ....	61
Tabel 5.10 Perbandingan dengan penelitian terdahulu. ....	62
Tabel 5.11 Faktor koreksi rancangan pasta. ....	63
Tabel 5.12 Rancangan pasta terkoreksi. ....	63
Tabel 5.13 Faktor koreksi rancangan beton. ....	64
Tabel 5.14 Rancangan beton terkoreksi. ....	64

Gambar 3.1 Jenis tipe <i>Poly(sialate)</i> (Davidovits, 1999).	13
Gambar 3.2 proses geopolimerisasi (Duxson dkk., 2007).	14
Gambar 3.3 Diagram <i>ternary</i> CaO, Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , dan SiO <sub>2</sub> .	16
Gambar 4.1 Bagan alir penelitian.	24
Gambar 4.2 <i>Fly ash</i> PLTU Paiton.	25
Gambar 4.3 <i>Ground granulated blast furnace slag</i> .	25
Gambar 4.4 NaOH <i>flake</i> .	26
Gambar 4.5 Larutan sodium silikat (Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> ).	26
Gambar 4.6 Boraks.	27
Gambar 4.7 Pasir Kali Progo.	27
Gambar 4.8 Kerikil Clereng.	27
Gambar 4.9 Set <i>Universal Testing Machine</i> (UTM) merk <i>Matest</i> .	28
Gambar 4.10 <i>Vicat needle apparatus</i> .	28
Gambar 4.11 <i>Flow table</i> .	29
Gambar 4.12 Tahapan pembuatan larutan aktivator.	36
Gambar 4.13 Tahap pembuatan beton geopolimer.	37
Gambar 4.14 Benda uji beton geopolimer (kiri: CF0G100; kanan: CF70G30).	38
Gambar 4.15 <i>Curing</i> benda uji pada suhu ruang.	38
Gambar 4.18 Cetakan uji <i>flow</i> (ASTM C230).	40
Gambar 5.1 Diagram <i>ternary</i> pada <i>fly ash</i> PLTU Paiton (ACI 232.2R-18).	44
Gambar 5.2 Hasil uji gradasi pasir Kali Progo.	47
Gambar 5.3 <i>Trial</i> pengaruh molaritas terhadap <i>setting time</i> (Putri dkk., 2024).	48
Gambar 5.4 Pengaruh rasio A terhadap <i>initial setting time</i> (Putri dkk., 2024).	49
Gambar 5.5 Pengaruh rasio R terhadap <i>setting time</i> (Putri dkk., 2024).	50
Gambar 5.6 Pengaruh boraks terhadap <i>setting time</i> dan kuat tekan pasta (Putri dkk., 2024).	51
Gambar 5.7 <i>Initial setting time</i> dengan variasi FA:GGBFS dengan 0% dan 3% boraks.	52
Gambar 5.8 Pasta geopolimer 100% GGBFS (PF0G100) dengan 0% dan 3% boraks.	52
Gambar 5.9 <i>Setting time</i> pasta geopolimer dengan variasi substitusi GGBFS.	53
Gambar 5.10 <i>Flow</i> (%) pasta geopolimer.	55
Gambar 5.11 Karakteristik <i>flow</i> pasta geopolimer.	55



Gambar 5.12 Hasil kuat tekan pasta geopolimer.....	56
Gambar 5.13 Pengujian <i>flow table</i> pada mortar geopolimer.....	57
Gambar 5.14 <i>Flow</i> (%) tiap variasi mortar geopolimer. ....	58
Gambar 5.15 Karakteristik mortar 100% GGBFS (MF0G100).....	58
Gambar 5.16 Perbedaan konsistensi antara variasi campuran CF50G50 dan CF0G100. ....	59
Gambar 5.17 Kuat tekan beton geopolimer. ....	60
Gambar 5.18 Grafik perkembangan kekuatan beton geopolimer terhadap umur. ....	61