

SKRIPSI

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH SUHU
PERAWATAN PADA KEKUATAN MORTAR
GEOPOLIMER BERBAHAN DASAR *FLY ASH***



FILIPUS MAHADIKA HENDARTO

NPM : 2013410034

PEMBIMBING : Dr. Johannes Adhijoso Tjondro

KO-PEMBIMBING : Altho Sagara, S.T., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)

BANDUNG

JUNI 2017

SKRIPSI

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH SUHU
PERAWATAN PADA KEKUATAN MORTAR
GEOPOLIMER BERBAHAN DASAR *FLY ASH***



FILIPUS MAHADIKA HENDARTO

NPM : 2013410034

BANDUNG, 14 JUNI 2017

KO-PEMBIMBING

Altho Sagara, S.T., M.T.

PEMBIMBING

Dr. Johannes Adhijoso Tjondro

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)

BANDUNG

JUNI 2017

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini,

Nama lengkap : Filipus Mahadika Hendarto

NPM : 2013410034

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul : *Studi Eksperimental Pengaruh Suhu Perawatan Pada Kekuatan Mortar Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash* adalah karya ilmiah yang bebas dari plagiat. Jika dikemudian hari terbukti bahwa terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.



Jung, 14 Juni 2017

Filipus Mahadika Hendarto

2013410034

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH SUHU PERAWATAN PADA KEKUATAN MORTAR GEOPOLIMER BERBAHAN DASAR *FLY ASH*

Filipus Mahadika Hendarto
NPM : 2013410034

Pembimbing : Dr Johannes Adhijoso Tjondro
Ko-Pembimbing : Altho Sagara, S.T., M.T.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JUNI 2017

ABSTRAK

Dunia konstruksi mengalami perkembangan pesat termasuk perkembangan di bidang teknologi rekayasa material. Salah satu dari bahan baku mortar dan beton yaitu semen yang merupakan bahan kurang ramah lingkungan karena meningkatkan pemanasan global. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, dilakukan suatu upaya dengan menggantikan semen dengan bahan limbah yaitu *fly ash*. *Fly ash* yang diaktifkan dengan aktivator alkali akan menggantikan posisi semen. Campuran dari pasir, material ramah lingkungan yang kaya akan silika, oksida, aluminium dan *fly ash* dengan aktivatornya ini disebut dengan mortar geopolimer.

Pada penelitian ini, akan diteliti *fly ash* yang diaktifkan dengan rasio 3:2 Dari aktivator alkali $\text{Na}_2\text{SiO}_3:\text{NaOH}$ dengan 2 variasi molaritas NaOH 10M dan 14M. Sedangkan besaran yang ditinjau dari mortar adalah kuat tekan. Kuat tekan menggunakan benda uji kubus berukuran 50 mm x 50 mm x 50 mm dengan jumlah 66 buah diuji pada umur oven 1, 2, dan 3 hari dengan *curing* oven pada suhu 40°C, 50°C, dan 60°C, pada umur 28 hari dengan *curing* oven pada suhu 40°C selama 3 hari, pada umur 28 hari dengan *curing* kering.

Dari hasil pengujian didapatkan hasil uji kuat tekan untuk molaritas 10M *curing* oven suhu 40°C selama 1 hari sebesar 12,23 MPa, 2 hari sebesar 13,80 MPa, 3 hari sebesar 13,48 MPa; untuk molaritas 14M *curing* oven suhu 40°C selama 1 hari sebesar 12,42 MPa, 2 hari sebesar 16,70 MPa, 3 hari sebesar 15,34 MPa. Untuk molaritas 10M *curing* oven suhu 50°C selama 1 hari sebesar 20,85 MPa, 2 hari sebesar 10,32 MPa, 3 hari sebesar 11,45 MPa; untuk molaritas 14M *curing* oven suhu 50°C selama 1 hari sebesar 19,30 MPa, 2 hari sebesar 14,88 Mpa, 3 hari sebesar 10,32 MPa. Untuk molaritas 10M *curing* oven suhu 60°C selama 1 hari sebesar 12,87 MPa, 2 hari sebesar 16,96 MPa, 3 hari sebesar 16,60 MPa; untuk molaritas 14M *curing* oven suhu 60°C selama 1 hari sebesar 19,23 MPa, 2 hari sebesar 13,52 MPa, 3 hari sebesar 7,87 MPa. Terbukti bahwa *fly ash* dengan aktivator NaOH dan Na_2SiO_3 dapat menggantikan 100% semen dan *curing* oven membutuhkan waktu lebih cepat dari *curing* kering untuk menghasilkan kuat tekan 19 MPa.

Kata kunci :mortar, geopolimer, *fly ash*, aktivator alkali, molaritas, kuat tekan.

EXPERIMENTAL STUDY OF CURING'S TEMPERATURE INFLUENCE ON THE FLY ASH BASED GEOPOLYMER MORTAR'S STRENGTH

Filipus Mahadika Hendarto
NPM : 2013410034

Advisor : Dr Johannes Adhijoso Tjondro
Co-Advisor : Altho Sagara, S.T., M.T.

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
(Accredited by BAN-PT No: 227/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JUNE 2017

ABSTRACT

The world of construction is developing rapidly, includes developments in the field of engineering materials technology. One of the raw materials used in concrete and mortar is cement which is not environmental friendly because cement increases global warming. To overcome this, efforts were made by replacing cement with waste materials which is fly ash. Fly ash activated by alkaline activators can replaces cement. A mixture of sand, environmentally friendly material that is rich of oxide, silica, alumunium and fly ash with the activator is usually called as geopolymer mortar.

In this experimental study, fly ash activated by ratio 3:2 of alkaline activator Na_2SiO_3 : NaOH with 2 NaOH 's molarity variations of 10M and 14M will be investigated. While the mortar properties were evaluated is the compressive strength. Compressive strength specimen using a cube of 50 mm x 50 mm x 50 mm with the total number of 66 specimens and tested at oven curing age of 1, 2, and 3 days with oven curing at 40°C, 50°C, and 60°C temperature, at 28 days age with oven curing in 40°C temperature for 3 days, at 28 days age with dry curing.

The mortar's compressive strength test results for molarity 10M oven curing 40°C temperature in 1 day is 12,23 MPa, 2 days is 13,80 MPa, 3 days is 13,48 MPa; for molarity 14M oven curing 40°C temperature in 1 day is 12,42 MPa, 2 days is 16,70 MPa, 3 days is 15,34 MPa. For molarity 10M oven curing 50°C temperature in 1 day is 20,85 MPa, 2 days is 10,32 MPa, 3 days is 11,45 MPa; for molarity 14M oven curing 50°C temperature in 1 day is 19,30 MPa, 2 days is 14,88 MPa, 3 days is 10,32 MPa. For molarity 10M oven curing 60°C temperature in 1 day is 12,87 MPa, 2 days is 16,96 MPa, 3 days is 16,60 MPa; for molarity 14M oven curing 50°C temperature in 1 day is 19,23 MPa, 2 days is 13,52 MPa, 3 days is 7,87 MPa. This experimental study proved that 100% of cement can be replaced by fly ash with alkaline activator NaOH and Na_2SiO_3 and need less time to achieved compressive strength of 19 MPa.

Key words : geopolymer mortar, fly ash, alkaline activator, molarity ,compressive strength.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat dan penyertaannya selama penulis menjalankan penyusunan skripsi yang berjudul *Studi Eksperimental Pengaruh Suhu Perawatan Pada Kekuatan Mortar Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash* hingga akhirnya dapat diselesaikan dengan baik. Penyusunan skripsi ini merupakan syarat kelulusan studi S-1 Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung tempat penulis menjalankan studinya.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari hambatan, baik selama proses persiapan, pengujian, maupun penulisan. Oleh karena itu penulis sangat berterima kasih atas saran, kritik, serta dorongan yang diberikan oleh berbagai pihak selama pembuatan skripsi ini hingga akhirnya dapat diselesaikan dengan baik. Untuk itu penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Dr. Johannes Adhijoso Tjondro selaku dosen pembimbing yang selalu membantu dan membimbing serta memberi masukan dan saran selama proses persiapan dan pembuatan skripsi ini.
2. Altho Sagara, S.T., M.T. selaku dosen ko-pembimbing yang membantu dan memberi masukan selama proses persiapan, pengujian, dan penulisan skripsi.
3. Para dosen penguji skripsi yang banyak memberi masukan dan saran.
4. Orang tua penulis Ir. Ignatius Nelwan Hendarto dan Dra. Valencia Pinky Hastuti Winoto serta kakak Hugo Adeodatus Hendarto, S.T., B.Eng., M.T. yang senantiasa memberi doa, dorongan semangat, dan bantuan dalam proses penelitian skripsi ini.
5. Teman-teman dari Komunitas Sel Katolik Theresia dari Kanak-Kanak Yesus dan teman-teman lain serta saudara-saudara penulis yang tidak bisa disebutkan satu per satu atas bantuan doa, semangat, dan pikiran dalam pembuatan skripsi ini.
6. Bapak Ir. Teguh Farid, Bapak Markus Didi, dan petugas laboratorium yang banyak membantu dan memberi arahan dalam pembuatan benda uji dan uji

eksperimental di laboratorium teknik struktur Universitas Katolik Parahyangan.


7. Teman-teman jurusan teknik sipil 2013 atas kebersamaannya selama studi di Universitas Katolik Parahyangan.

8. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang turut membantu dan memberikan doa, bantuan, dan semangat.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna. Penulis menerima saran dan kritik yang membangun dan berharap skripsi ini dapat berguna untuk penelitian dan penerapan di masa yang akan datang.

Bandung, 14 Juni 2017

Penulis,



Filipus Mahadika Hendarto

2013410034

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iv
ABSTRACT	vi
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	x
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xviii
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1. Latar Belakang Masalah	1-1
1.2. Inti Permasalahan	1-2
1.3. Tujuan Penelitian	1-3
1.4. Pembatasan Masalah	1-3
1.5. Metode Penelitian	1-5
1.6. Sistematika Penulisan	1-7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	2-1
2.1. Mortar	2-1
2.2. Mortar Geopolimer	2-2
2.3. Material Mortar Geopolimer	2-2
2.3.1. Air	2-2
2.3.2. Agregat Halus	2-3
2.3.3. Fly Ash	2-6
2.3.4. Aktivator	2-8
2.3.5. Superplasticizer	2-10
2.4. Metode Pengujian Kuat Tekan Mortar	2-11
2.5. Metode Perawatan Mortar	2-11
BAB 3 PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENGUJIAN	3-1
3.1. Bahan dan Benda Uji	3-1

3.1.1.	Bahan Uji	3-1
3.1.2.	Benda Uji	3-4
3.2.	Pengujian Bahan Uji	3-5
3.2.1.	Pengujian Agregat Halus	3-5
3.2.2.	Pengujian Fly Ash	3-8
3.3.	Mix Design Mortar Geopolimer	3-9
3.3.1	Penentuan Komposisi Aktivator	3-9
3.3.2	Penentuan Komposisi Mortar Geopolimer	3-9
3.4.	Prosedur Pelaksanaan Pengecoran Mortar Geopolimer	3-13
3.4.1.	Pembuatan Larutan Aktivator	3-13
3.4.2.	Pencampuran Bahan dan Pengecoran	3-14
3.4.3.	Perawatan	3-16
3.5.	Uji Kuat Tekan Mortar	3-17
BAB 4	ANALISIS HASIL PENGUJIAN	4-1
4.1.	Analisis Korelasi Hasil Uji Kuat Tekan Mortar Geopolimer	4-1
4.1.1.	Analisis Korelasi antara Kuat Tekan Mortar Geopolimer dan Waktu Pengovenan Perbandingan Suhu	4-1
4.1.2.	Analisis Korelasi antara Kuat Tekan Mortar Geopolimer dan Suhu Perawatan Perbandingan Waktu Pengovenan	4-4
4.1.3.	Analisis Korelasi antara Kuat Tekan Mortar Geopolimer dan Waktu Pengovenan Perbandingan Molaritas	4-6
4.1.4.	Analisis Korelasi antara Kuat Tekan Mortar Geopolimer dan Suhu Perawatan Perbandingan Molaritas	4-9
4.2.	Berat Jenis Mortar Geopolimer	4-12
4.3.	Analisis Perbandingan Hasil Uji Kuat Tekan Mortar Geopolimer Perawatan Suhu dengan Perawatan Kering	4-16
4.3.1.	Analisis Perbandingan Hasil Uji Kuat Tekan Mortar Geopolimer Perawatan Suhu (Waktu Pengovenan Suhu 40°C 3 Hari) Umur 28 Hari dengan Perawatan Kering Umur 28 Hari	4-16
4.3.2.	Analisis Faktor Waktu Oven terhadap Hasil Uji Kuat Tekan	4-17

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1. Kesimpulan	5-1
5.2. Saran	5-2
DAFTAR PUSTAKA	6-1
LAMPIRAN A Mix Design Campuran Mortar	
LAMPIRAN B Foto Hasil Pengujian	
LAMPIRAN C Pengujian Bahan Uji	

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

α	=	Koefisien kuat tarik belah	
f	=	Kuat tekan mortar regresi	(MPa)
f_c	=	Kuat tekan mortar	(MPa)
f'_c	=	Kuat tekan karakteristik mortar	(MPa)
f_{cb}	=	Estimasi kuat tekan mortar 28 hari	(MPa)
f_{ct}	=	Kuat tarik mortar	(MPa)
A	=	Luas permukaan benda uji tertekan	(mm ²)
Ar	=	Massa atom relatif	
C	=	Gaya tekan mortar	(N)
D	=	Diameter benda uji	(mm)
L	=	Panjang benda uji	(mm)
n	=	Mol	
M	=	Molaritas	(M)
Mr	=	Massa atom relatif unsur	
P	=	Beban	(N)
S	=	Sisi benda uji	(mm)
Sd	=	Standar deviasi	
V	=	Volume benda uji	(mm ²)
x	=	Umur benda uji	(hari)
ACI	=	<i>American Concrete Institute</i>	
AD	=	<i>Air Dry</i>	
Al	=	Aluminium	
Al ₂ O ₃	=	Aluminium Oksida	
ASTM	=	<i>American Society for Testing and Material</i>	
CaO	=	Kalsium Oksida	
Cl	=	Klorida	
CO ₂	=	Karbon Dioksida	
CTM	=	<i>Compression Testing Machine</i>	
FA	=	<i>Fly Ash</i>	
Fe ₂ O ₃	=	Besi (III) Oksida	
FM	=	<i>Fineness Modulus</i>	
H	=	Hidrogen	
H ₂ O	=	Air	
K ₂ CO ₃	=	<i>Pottasium Carbonate</i>	
LOI	=	<i>Loss of Ignition Method</i>	
Na ₂ CO ₃	=	<i>Sodium Carbonate</i>	
NaOH	=	<i>Sodium Hidroksida</i>	
NaOH _(l)	=	<i>Sodium Hidroksida (liquid)</i>	
NaOH _(s)	=	<i>Sodium Hidroksida (solid)</i>	
Na ₂ SiO ₃	=	<i>Sodium Silikat</i>	
O	=	Oksigen	
OD	=	<i>Oven Dry</i>	
PBI	=	Peraturan Beton Indonesia	
PCC	=	<i>Portland Composite Cement</i>	
SCC	=	<i>Self Compacting Concrete</i>	

SG	=	<i>Specific Gravity</i>
Si	=	Silika
SiO ₂	=	Silikat Dioksida
SNI	=	Standar Nasional Indonesia
SP	=	<i>Superplasticizer</i>
SSD	=	<i>Saturated Surface Dry</i>

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian.....	1-6
Gambar 2.1 Kondisi Kadar Air Agregat.....	2-5
Gambar 2.2 Ikatan Polimerisasi Berdasarkan Ikatan Si dan Al.....	2-8
Gambar 3.1 Agregat Halus Lolos Saringan No. 4	3-1
Gambar 3.2 Saringan No. 4 (ASTM)	3-1
Gambar 3.3 <i>Fly Ash</i> Tipe F.....	3-2
Gambar 3.4 NaOH _(s)	3-2
Gambar 3.5 NaOH _(l)	3-3
Gambar 3.6 <i>Sodium Silikat</i>	3-3
Gambar 3.7 <i>Superplasticizer Sika ViscoCrete 3115-N</i>	3-4
Gambar 3.8 NaOH _(l) untuk Pembuatan Aktivator.....	3-14
Gambar 3.9 Cetakan Kubus 50 mm x 50 mm x 50 mm	3-15
Gambar 3.10 Perata.....	3-16
Gambar 3.11 Benda Uji Umur 3 Hari	3-16
Gambar 3.12 Metode Perawatan Mortar dengan Oven	3-17
Gambar 3.13 Metode Perawatan Mortar dengan Membran	3-17
Gambar 3.14 Benda Uji Kuat Tekan Mortar	3-18
Gambar 3.15 Pengujian Kuat Tekan Mortar.....	3-19
Gambar 3.16 Nilai Beban Maksimum Uji Kuat Tekan Mortar	3-19
Gambar 3.17 Hasil Uji Kuat Tekan Mortar	3-20
Gambar 4.1 Grafik Korelasi antara Kuat Tekan Mortar Geopolimer 10M dan Waktu Pengovenan Perbandingan Suhu	4-2
Gambar 4.2 Grafik Korelasi antara Kuat Tekan Mortar Geopolimer 14M dan Waktu Pengovenan Perbandingan Suhu	4-3
Gambar 4.3 Grafik Korelasi antara Kuat Tekan Mortar Geopolimer 10M dan Suhu Perawatan Perbandingan Waktu Pengovenan	4-4
Gambar 4.4 Grafik Korelasi antara Kuat Tekan Mortar Geopolimer 14M dan Suhu Perawatan Perbandingan Waktu Pengovenan	4-5
Gambar 4.5 Grafik Korelasi antara Kuat Tekan Mortar Geopolimer dan Waktu Pengovenan Suhu 40°C Perbandingan Molaritas	4-6

Gambar 4.6 Grafik Korelasi antara Kuat Tekan Mortar Geopolimer dan Waktu Pengovenan Suhu 50°C Perbandingan Molaritas	4-7
Gambar 4.7 Grafik Korelasi antara Kuat Tekan Mortar Geopolimer dan Waktu Pengovenan Suhu 60°C Perbandingan Molaritas	4-8
Gambar 4.8 Grafik Korelasi antara Kuat Tekan Beton Geopolimer dan Suhu Perawatan Waktu Pengovenan 1 hari Perbandingan Molaritas.....	4-10
Gambar 4.9 Grafik Korelasi antara Kuat Tekan Beton Geopolimer dan Suhu Perawatan Waktu Pengovenan 2 hari Perbandingan Molaritas.....	4-10
Gambar 4.10 Grafik Korelasi antara Kuat Tekan Beton Geopolimer dan Suhu Perawatan Waktu Pengovenan 3 hari Perbandingan Molaritas.....	4-11
Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Hasil Uji Kuat Tekan Mortar Geopolimer Perawatan Suhu (Waktu Pengovenan Suhu 40°C 3 Hari) Umur 28 Hari dengan Perawatan Kering Umur 28 Hari	4-17

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Variasi Benda Uji	1-4
Tabel 2.1 Persyaratan Kandungan Kimia dalam <i>Fly Ash</i>	2-8
Tabel 3.1 Spesifikasi Benda Uji.....	3-5
Tabel 3.2 Variasi Benda Uji	3-5
Tabel 3.3 Uji Kadar Air Agregat Halus	3-5
Tabel 3.4 Uji Kadar <i>Silt and Clay</i> Agregat Halus.....	3-6
Tabel 3.5 Uji Analisa Saringan Agregat Halus.....	3-6
Tabel 3.6 Uji <i>Specific Gravity</i> Agregat Halus	3-7
Tabel 3.7 Uji <i>Absorpsi</i> Agregat Halus	3-7
Tabel 3.8 Uji Berat Isi Lepas Agregat Halus.....	3-8
Tabel 3.9 Uji Berat Isi Padat Agregat Halus	3-8
Tabel 3.10 Uji Berat Jenis <i>Fly Ash</i>	3-8
Tabel 3.11 Hasil Perhitungan Komposisi Bahan Uji	3-10
Tabel 3.12 Hasil Perhitungan Komposisi Bahan Uji untuk 1 Benda Uji Kubus ...3-10	
Tabel 3.13 Komposisi Aktivator, <i>Fly Ash</i> , dan Pasir	3-11
Tabel 3.14 Komposisi NaOH _(l) , NaOH _(s) , dan Air	3-12
Tabel 3.15 Komposisi NaOH(l), Na ₂ SiO ₃ , dan Aktivator.....	3-12
Tabel 3.16 Komposisi <i>Fly Ash</i> dan <i>Superplasticizer</i>	3-13
Tabel 3.17 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar 3:2 10M 40°C	3-20
Tabel 3.18 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar 3:2 14M 40°C	3-21
Tabel 3.19 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar 3:2 10M 50°C	3-21
Tabel 3.20 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar 3:2 14M 50°C	3-22
Tabel 3.21 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar 3:2 10M 60°C	3-22
Tabel 3.22 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar 3:2 14M 60°C	3-23
Tabel 3.23 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar 3:2 Curing Kering	3-23
Tabel 4.1 Tabel Korelasi antara Kuat Tekan Mortar Geopolimer 10M dan Waktu Pengovenan Perbandingan Suhu	4-2
Tabel 4.2 Tabel Korelasi antara Kuat Tekan Mortar Geopolimer 14M dan Waktu Pengovenan Perbandingan Suhu	4-3

Tabel 4.3 Tabel Korelasi antara Kuat Tekan Mortar Geopolimer 10M dan Suhu Perawatan Perbandingan Waktu Pengovenan	4-4
Tabel 4.4 Korelasi antara Kuat Tekan Mortar Geopolimer 14M dan Suhu Perawatan Perbandingan Waktu Pengovenan	4-5
Tabel 4.5 Tabel Korelasi antara Kuat Tekan Mortar Geopolimer dan Waktu Pengovenan Suhu 40°C Perbandingan Molaritas	4-6
Tabel 4.6 Tabel Korelasi antara Kuat Tekan Mortar Geopolimer dan Waktu Pengovenan Suhu 50°C Perbandingan Molaritas	4-7
Tabel 4.7 Tabel Korelasi antara Kuat Tekan Mortar Geopolimer dan Waktu Pengovenan Suhu 60°C Perbandingan Molaritas	4-8
Tabel 4.8 Tabel Korelasi antara Kuat Tekan Beton Geopolimer dan Suhu Perawatan Waktu Pengovenan 1 hari Perbandingan Molaritas.....	4-9
Tabel 4.9 Tabel Korelasi antara Kuat Tekan Beton Geopolimer dan Suhu Perawatan Waktu Pengovenan 2 hari Perbandingan Molaritas.....	4-10
Tabel 4.10 Tabel Korelasi antara Kuat Tekan Beton Geopolimer dan Suhu Perawatan Waktu Pengovenan 3 hari Perbandingan Molaritas.....	4-11
Tabel 4.11 Berat Jenis Mortar 3:2 10M 40°C.....	4-12
Tabel 4.12 Berat Jenis Mortar 3:2 14M 40°C.....	4-13
Tabel 4.13 Berat Jenis Mortar 3:2 10M 50°C.....	4-13
Tabel 4.14 Berat Jenis Mortar 3:2 14M 50°C.....	4-14
Tabel 4.15 Berat Jenis Mortar 3:2 10M 60°C.....	4-14
Tabel 4.16 Berat Jenis Mortar 3:2 14M 60°C.....	4-15
Tabel 4.17 Berat Jenis Mortar 3:2 Curing Kering	4-15
Tabel 4.18 Tabel Perbandingan Hasil Uji Kuat Tekan Mortar Geopolimer Perawatan Suhu (Waktu Pengovenan Suhu 40°C 3 Hari) Umur 28 Hari dengan Perawatan Kering Umur 28 Hari	4-16
Tabel 4.19 Tabel Faktor Waktu Oven 1 hari	4-17
Tabel 4.20 Tabel Faktor Waktu Oven 2 hari	4-18
Tabel 4.21 Tabel Faktor Waktu Oven 3 hari	4-18

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Pertumbuhan penduduk yang meningkat pesat setiap tahun menyebabkan kebutuhan akan sarana dan fasilitas yang semakin tinggi. Untuk memenuhi permintaan akan sarana dan fasilitas, maka penggunaan bahan baku konstruksi meningkat pesat. Di dunia konstruksi penggunaan beton dan mortar sebagai elemen struktur masih banyak digunakan karena bahan bakunya yang relatif sederhana dan mudah ditemukan. Pada umumnya, beton dan mortar tersusun dari agregat kasar (batuan), agregat halus (pasir), air, dan semen.

Salah satu bahan baku pada beton dan mortar yaitu semen yang dianggap sebagai bahan yang mencemari lingkungan. Menurut *World Energy Outlook* dan *International Energy Authority*, jumlah CO₂ yang dilepaskan pada saat produksi semen mencapai 7% dari keseluruhan CO₂ yang dihasilkan dari berbagai sumber. Sehingga produksi semen secara berkelanjutan akan meningkatkan aktivitas pemanasan global di bumi.

Dunia konstruksi mengalami perkembangan pesat termasuk perkembangan di bidang teknologi rekayasa material. Para ahli melakukan upaya untuk menanggulangi masalah tersebut dengan tetap memperhatikan kebutuhan masyarakat. Salah satu upaya yang telah dilakukan yaitu dengan menggunakan bahan alternatif lain yaitu bahan limbah yang dapat menggantikan atau mengurangi komposisi semen dalam campuran beton dan mortar.

Campuran ini dapat dianggap lebih ramah lingkungan karena campuran beton yang dibuat akan menggantikan semen seutuhnya dengan menggunakan bahan limbah atau bahan-bahan buangan industri. Campuran beton dan mortar tersebut dikenal dengan nama geopolimer. Beton dan mortar geopolimer ini dapat terbentuk dari bahan baku yang banyak mengandung unsur aluminium dan silika.

Unsur tersebut banyak ditemukan pada hasil buangan industri, salah satunya adalah *fly ash* yaitu hasil abu sisa pembakaran batu bara. Awalnya *fly ash* tidak memiliki kemampuan untuk mengikat seperti semen. Tetapi bila *fly ash* dicampur dengan cairan alkalin yang merupakan aktivator maka *fly ash* akan membentuk suatu reaksi kimia dan menghasilkan material yang memiliki sifat mengikat seperti semen. Aktivator yang umumnya digunakan adalah *Sodium Hidroksida* (NaOH) 8M sampai 14M dan *Sodium Silikat* (Na_2SiO_3) dengan perbandingan 0,4 sampai 2,5.

Penerapan beton dan mortar *geopolymer* dalam bidang konstruksi dapat menjadi usaha untuk memperoleh beton dan mortar baru yang lebih ramah lingkungan. Untuk mengetahui komposisi *fly ash* dan larutan aktivator pada campuran beton, dilakukan dengan pengujian campuran mortar. Komposisi *fly ash* dan larutan aktivator pada campuran mortar *geopolymer* akan diteliti sehingga didapatkan *mix design* dengan kekuatan yang optimum.

Salah satu metoda perawatan (curing) adalah dengan membran, dilakukan dengan cara menutup permukaan mortar dengan lapisan tipis berupa plastik yang tidak dapat ditembus oleh air. Alternatif dari metoda perawatan adalah dengan suhu perawatan yang lebih tinggi dari suhu ruangan dengan memasukkan ke dalam oven, sehingga mempercepat proses hidrasi dan kekuatannya dapat dipercepat pula.

1.2. Inti Permasalahan

Inti permasalahan dari penelitian ini adalah menganalisa hasil kekuatan dari campuran mortar geopolimer yang terdiri dari agregat halus, *fly ash*, air, *sodium silikat*, *sodium hidroksida*, dan *superplasticizer* serta membandingkan hasil kuat tekan antara campuran mortar dengan suhu perawatan yang lebih tinggi dari suhu ruangan dengan memasukkan ke dalam oven dan campuran mortar dengan perawatan kering.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh penggunaan *fly ash* dan aktivator sebagai pengganti semen pada campuran mortar.
2. Mengetahui nilai kuat tekan campuran mortar geopolimer dengan variasi molaritas 10M dan 14M.
3. Mengetahui hubungan kuat tekan mortar geopolimer pada umur uji 1, 2, dan 3 hari dengan perawatan suhu.
4. Membandingkan kuat tekan campuran mortar dengan perawatan suhu 40°C, 50°C, 60°C dalam oven dibandingkan campuran mortar dengan perawatan kering.

1.4. Pembatasan Masalah

1. Ukuran agregat halus maksimum adalah lolos saringan No. 4 (4.75 mm).
2. Tipe *fly ash* yang digunakan adalah tipe F.
3. Larutan aktivator yang digunakan adalah *sodium hidroksida* (NaOH) dan *sodium silikat* (Na₂SiO₃).
4. *Superplasticizer* yang digunakan adalah Sika *ViscoCrete* 3115-N.
5. Perawatan yang digunakan adalah perawatan suhu/ oven dan perawatan kering.
6. Pengujian kuat tekan menggunakan kubus berdimensi 50 mm x 50 mm x 50 mm
7. Variasi pengujian, benda uji dan jumlahnya dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Variasi Benda Uji

Variasi Benda Uji	NaOH (M)	Ratio Berat				Umur (hari)	Suhu (°C)	Jumlah Benda Uji
		Na ₂ SiO ₃ : NaOH	FA : Pasir	Aktivator/FA	SP (%)			
A-1	10	3 : 2	1 : 2	1,05	0,6	1	40	3
						2	40	3
						3	40	3
A-2	10	3 : 2	1 : 2	1,05	0,6	1	50	3
						2	50	3
						3	50	3
A-3	10	3 : 2	1 : 2	1,05	0,6	1	60	3
						2	60	3
						3	60	3
A-4	10	3 : 2	1 : 2	1,05	0,6	28	40	3
A-5	10	3 : 2	1 : 2	1,05	0,6	28	(Perawatan Kering)	3
B-1	14	3 : 2	1 : 2	1,05	2	1	40	3
						2	40	3
						3	40	3
B-2	14	3 : 2	1 : 2	1,05	2	1	50	3
						2	50	3
						3	50	3
B-3	14	3 : 2	1 : 2	1,05	2	1	60	3
						2	60	3
						3	60	3
B-4	14	3 : 2	1 : 2	1,05	2	28	40	3
B-5	14	3 : 2	1 : 2	1,05	2	28	(Perawatan Kering)	3

8. Pengujian kuat tekan berdasarkan metode SNI 03-6825-2002. Pengujian tersebut menggunakan alat *Compression Testing Machine*.

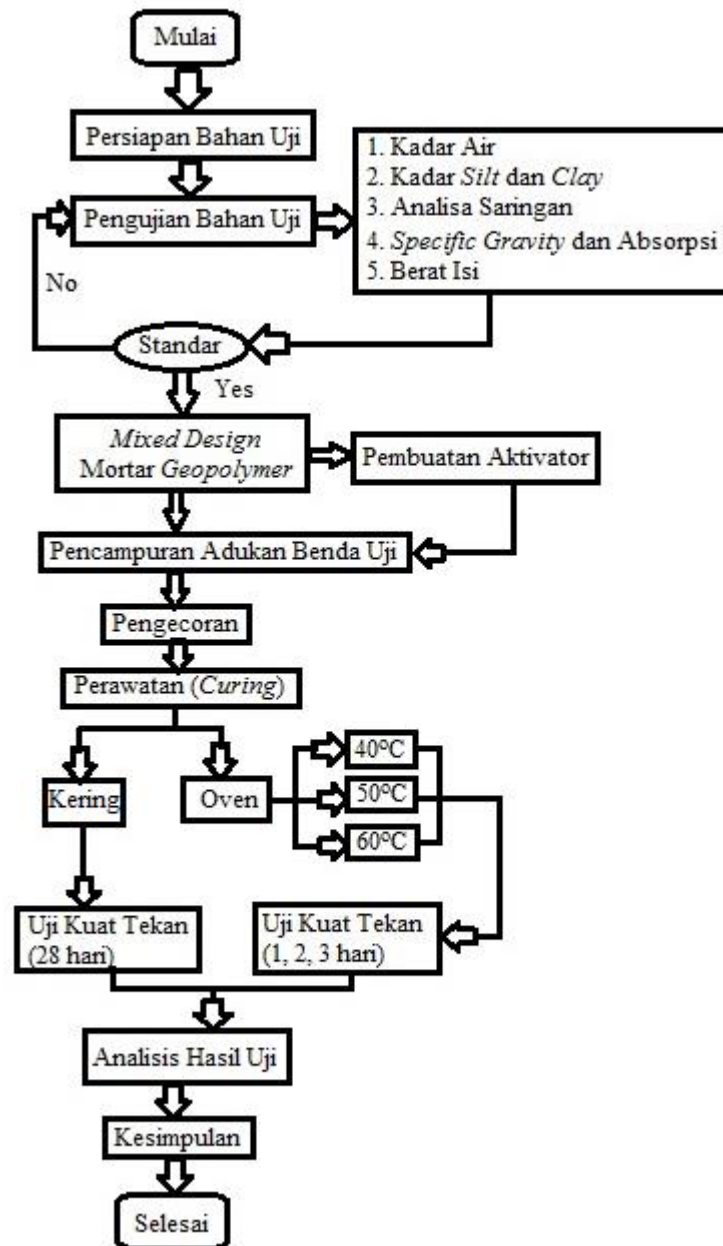
1.5. Metode Penelitian

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan gambaran menyeluruh mengenai penelitian yang akan dilakukan. Studi literatur meliputi pemahaman konsep sifat material mortar, penggunaan *fly ash* sebagai pengganti sebagian semen, pembuatan larutan aktivator, penambahan *superplasticizer* yaitu Sika ViscoCrete 3115-N dan metode pengujian yang akan dipakai.

2. Uji Eksperimental

Mortar geopolimer dengan campuran pasir, *fly ash*, *sodium hidroksida*, *sodium silikat*, dan *superplasticizer* akan diuji kuat tekannya dengan menggunakan *Compression Testing Machine*. Pengujian dilakukan di Laboratorium Teknik Struktur Universitas Katolik Parahyangan.



Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian

1.6. Sistematika Penulisan

BAB 1 Pendahuluan

Bab ini akan membahas latar belakang masalah, inti permasalahan, tujuan penulisan, pembatasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB 2 Tinjauan Pustaka

Bab ini akan membahas landasan teori dimana akan dibahas dasar teori yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini.

BAB 3 Persiapan dan Pelaksanaan Pengujian

Bab ini akan membahas mengenai persiapan pengujian, pelaksanaan pengujian, dan pencatatan hasil pengujian.

BAB 4 Analisis Hasil Pengujian

Bab ini akan membahas tentang analisis hasil pengujian serta perbandingan dari hasil pengujian.

BAB 5 Kesimpulan dan Saran

Bab ini akan membahas kesimpulan yang diperoleh dari hasil pengujian dan analisis serta saran yang dapat disimpulkan dari hasil pengujian.