

SKRIPSI

**STUDI EKSPERIMENTAL KEKUATAN MORTAR
GEOPOLYMER BERBAHAN DASAR *FLY ASH*
MENGUNAKAN AGREGAT HALUS LUMPUR
SIDOARJO DENGAN VARIASI MOLAR DARI
AKTIVATOR**



**VITO LAY
NPM: 2015410086**

PEMBIMBING : Dr. Johannes Adhijoso Tjondro

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
DESEMBER 2018**

SKRIPSI

**STUDI EKSPERIMENTAL KEKUATAN MORTAR
GEOPOLYMER BERBAHAN DASAR *FLY ASH*
MENGUNAKAN AGREGAT HALUS LUMPUR
SIDOARJO DENGAN VARIASI MOLAR DARI
AKTIVATOR**



**VITO LAY
NPM: 2015410086**

BANDUNG, DESEMBER 2018

PEMBIMBING

Dr. Johannes Adhijoso Tjondro

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
DESEMBER 2018**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama lengkap : Vito Lay

NPM : 2015410086

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul: *Studi Eksperimental Kekuatan Mortar Geopolymer Berbahan Dasar Fly Ash Menggunakan Agregat Halus Lumpur Sidoarjo Dengan Variasi Molar Dari Aktivator* adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika di kemudian hari terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, Desember 2018



Vito Lay

2015410086

STUDI EKSPERIMENTAL KEKUATAN MORTAR GEOPOLYMER BERBAHAN DASAR FLY ASH MENGUNAKAN AGREGAT HALUS LUMPUR SIDOARJO DENGAN VARIASI MOLAR DARI AKTIVATOR

Vito Lay
NPM: 2015410086

Pembimbing: Dr. Johannes Adhijoso Tjondro

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
DESEMBER 2018

ABSTRAK

Bahan konstruksi yang umum digunakan adalah beton yang berbahan dasar semen. Semen dianggap kurang ramah lingkungan karena pada proses pembuatannya dilepaskan karbon dioksida yang menyebabkan pemanasan global. Salah satu cara untuk mengatasi masalah ini adalah mencari bahan pengganti semen yang ramah lingkungan yaitu *fly ash*. *Fly ash* merupakan abu sisa hasil pembakaran batu bara, yang dapat menjadi *binder* jika diaktifkan oleh aktivator yang berupa *Sodium Hidroksida* dan *Sodium Silikat*. Disisi lain bencana lumpur Sidoarjo masih belum bisa diatasi hingga saat ini. Oleh karena itu lumpur ini diolah oleh PUSKIM untuk dijadikan material konstruksi.

Pada penelitian ini akan diteliti *fly ash* yang diaktifkan dengan 3 macam variasi molaritas yaitu 8M, 10 M, 12M dan limbah lumpur Sidoarjo menjadi bahan mortar *geopolymer* melalui studi eksperimental di laboratorium. Mortar *geopolymer* menggunakan agregat halus lumpur Sidoarjo diuji kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat geser. Pengujian kuat tekan menggunakan 2 benda uji. Benda uji pertama adalah kubus berdimensi 50 × 50 × 50 mm untuk mengetahui faktor umur sebanyak 36 benda uji yang diuji pada umur 7, 14, 21, 28 hari. Benda uji kedua adalah silinder berdimensi 100 × 200 mm untuk mengetahui kuat tekan pada umur 28 hari sebanyak 9 benda uji. Pengujian kuat tarik belah menggunakan benda uji silinder berdimensi 50 × 100 mm sebanyak 9 benda uji yang diuji pada umur 28 hari. Pengujian kuat geser menggunakan benda uji balok berukuran 300 × 100 × 100 mm sebanyak 9 benda uji yang diuji pada umur 28 hari.

Dari hasil pengujian diperoleh kuat tekan mortar *geopolymer* umur 28 hari rata-rata pada benda uji kubus pada konsentrasi NaOH 8M, 10M, 12M masing-masing adalah 19,002 MPa, 16,946 MPa, 20,847 MPa. Nilai kuat tekan umur 28 hari rata-rata pada benda uji silinder pada konsentrasi NaOH 8M, 10M, 12M masing-masing adalah 17,056 MPa, 16,226 MPa, 20,803 MPa. Nilai kuat tarik belah umur 28 hari rata – rata pada konsentrasi 8M, 10 M dan 12M masing-masing adalah 1,843 MPa, 1,762 MPa, 1,574 MPa. Nilai kuat geser umur 28 hari rata –pada konsentrasi 8M, 10 M dan 12M masing-masing adalah 1,997 MPa, 2,283 MPa, 2,539 MPa.

Studi eksperimental kekuatan mortar *geopolymer* berbahan dasar fly ash menggunakan agregat halus lumpur Sidoarjo membuktikan bahwa kuat tekan dan kuat geser yang optimum pada konsentrasi molaritas 12M, dan kuat traik belah optimum pada konsentrasi molaritas 10M

Kata kunci: Mortar *geopolymer*, *fly ash*, agregat halus lumpur Sidoarjo, activator, kuat tekan. Kuat Tarik belah, kuat geser

EXPERIMENTAL STUDY ON FLY ASH-BASED GEOPOLYMER MORTAR STRENGTH MADE OF SIDOARJO MUD AS FINE AGGREGATE WITH MOLAR VARIATIONS OF ACTIVATOR

**Vito Lay
NPM: 2015410086**

Advisor: Dr. Johannes Adhijoso Tjondro

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
(Accredited by SK BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
DECEMBER 2018**

ABSTRACT

The most common construction material is concrete, whose main composition is cement. Cement is not environmentally friendly because in the making process, cement produced carbon dioxide that causes global warming. One of the solution to overcome this problem is to replace cement with eco-friendly material such as fly ash. Fly ash can become a binder if activated by activator solution of sodium silicate and sodium hydroxide. In the other way mud Sidoarjo disaster can't be solved until this day. Because of that this Sidoarjo mud processed by PUSKIM to become construction material.

In this experimental study, geopolymer mortar consist of 3 variations of activators molarity which are 8M, 10M, and 12M and mud sidoarjo as material of mortar geopolymer through experimental studies in the laboratory. Mortar geopolymer tested for compressive strength, split tensile strength, and shear strength. Compressive strength test use 2 specimen. The first specimen is cube with dimensions of $50 \times 50 \times 50$ mm to determine the age factor of 36 specimen tested at age 7th, 14th, 21st, 28th days. The second specimen is cylinder with dimension 100×200 mm to determine compressive strength at the age of 28th day as many as 9 specimens. Split tensile test use cylinder specimen with dimension of 50×100 mm as many as 9 specimens were tested at the age of 28th day. Shear strength test use beam specimen with dimension of $300 \times 100 \times 100$ mm as many as 9 specimens were tested at the age of 28th day.

As a result, the average compressive strength of $50 \times 50 \times 50$ mm cube specimen on 28th day with NaOH concentration of 8M, 10M, 12M are 19,002 MPa, 16,946 MPa, 20,847 MPa respectively. The average compressive strength of 100×200 mm cylinder specimen on 28th day with NaOH concentration of 8M, 10M, 12M are 17,056 MPa, 16,226 MPa, 20,803 MPa respectively. The average of split tensile strength on 28th day with NaOH concentration of 8M, 10M, 12M are 1,843 MPa, 1,762 MPa, 1,574 MPa respectively. The average shear strength on 28th day with NaOH concentration of 8M, 10M, 12M are 1,997 MPa, 2,283 MPa, 2,539 MPa respectively.

This experimental study of fly ash based geopolymer concrete using mud sidoarjo as fine aggregate shows that the compressive strength and shear strength optimum for 12M NaoH activator concentration and the splitting tensile strength optimum for 8M activator concentration.

Keywords: Geopolymer mortar, fly ash, fine aggregate of mud Sidoarjo, activator, Compressive strength, splitting tensile strength, shear strength

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas dukungan dan penyertaan-Nya skripsi yang berjudul Studi Eksperimental Kekuatan Mortar *Geopolymer* Berbahan Dasar *Fly ash* Menggunakan Agregat Halus Lumpur Sidoarjo Dengan Variasi Molar Dari Aktivator dapat terselesaikan. Penyusunan skripsi ini merupakan syarat kelulusan studi S-1 Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung tempat penulis menjalankan studinya.

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi syarat kelulusan studi S-1 Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung. Mata kuliah skripsi ini merupakan mata kuliah wajib berbobot 6 sks dan dapat ditempuh setelah lulus 120 sks.

Proses penyusunan skripsi ini tidak lepas dari hambatan, baik selama proses persiapan, pelaksanaan, pengujian, maupun penulisan. Oleh karenanya penulis sangat berterima kasih atas saran, kritik, serta dorongan yang diberikan oleh berbagai pihak selama proses pembuatan skripsi ini hingga akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Untuk itu penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sedalam – dalamnya kepada :

1. Dr. Johannes Adhijoso Tjondro selaku dosen pembimbing yang selalu membantu dan membimbing serta memberi masukan dan saran selama proses pembuatan skripsi ini.
2. Bapak Muladi dari PT. Pionir Beton yang telah memberikan material *fly ash* dalam proses penelitian skripsi ini.
3. Kak Annisa yang telah memberikan agregat halus Lumpur Sidoarjo dalam proses penelitian skripsi ini
4. Para dosen penguji skripsi yang banyak memberi masukan dan saran.
5. Orang tua penulis Aloysius Lay dan Sylvia yang senantiasa memberi dorongan semangat dan bantuan dalam proses penelitian skripsi ini.
6. Evelyne Cerelia yang senantiasa membantu dalam penyusunan skripsi ini

7. Bapak Ir. Teguh Farid dan Bapak Markus Didi yang banyak membantu dan memberi arahan dalam persiapan bahan, pembuatan benda uji, dan uji eksperimental di laboratorium
8. Teman – teman seperjuangan skripsi, Clarissa, Hanna, Ivonne, Natali, Yohanes, Yosua dan Yunan yang senantiasa membantu dan memberikan semangat atas penyusunan skripsi ini.
9. Teman – teman, Agung, Allen, Alvin, Ardianto, Edwin, Ega, Fawwaz, Gilbert., Galdo, Hansel, Jevon, Joshua, Kevin, Marcellino, Meyer, Serafianus dan yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas dorongan semangat dalam pembuatan skripsi ini.
10. Sipil 2015 atas kebersamaannya selama studi di UNPAR.
11. Semua pihak yang telah membantu dan mendoakan yang tak bisa disebutkan satu per satu.

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

Bandung, Desember 2018



Vito Lay

2015410086

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	iii
PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1-1
1.1 Latar Belakang Permasalahan.....	1-1
1.2 Inti Permasalahan.....	1-2
1.3 Tujuan Penelitian.....	1-2
1.4 Pembatasan Masalah.....	1-3
1.5 Metode Penelitian.....	1-3
1.6 Sistematika Penulisan.....	1-5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	2-1
2.1 Mortar.....	2-1
2.2 Mortar <i>Geopolymer</i>	2-2
2.3 Material Mortar <i>Geopolymer</i>	2-2
2.3.1 Air.....	2-2
2.3.2 Agregat Halus Lumpur Sidoarjo.....	2-3
2.3.3 <i>Fly Ash</i>	2-5
2.3.4 Aktivator.....	2-6
2.3.5 <i>Superplasticizer</i>	2-8
2.4 Metode Pengujian.....	2-8
2.4.1 Uji Kuat Tekan.....	2-8
2.4.2 Uji Kuat Tarik Belah.....	2-9
2.4.3 Uji Kuat Geser.....	2-9
2.5 Metode Perawatan.....	2-10
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	3-5
3.2	Pengujian Benda Uji.....	3-7
3.2.1	Pengujian Agregat Halus	3-7
3.2.2	Pengujian <i>Fly Ash</i>	3-15
3.3	<i>Mix Design</i> Mortar <i>Geopolymer</i>	3-19
3.3.1	Penentuan Komposisi Aktivator	3-19
3.3.2	Penentuan Komposisi Mortar <i>Geopolymer</i>	3-19
3.4	Prosedur Pelaksanaan Pengecoran Mortar Geoplimer	3-20
3.4.1	Pembuatan Larutan Aktivator	3-20
3.4.2	Pencampuran Bahan dan Pengecoran	3-21
3.4.3	Perawatan.....	3-25
3.5	Proses Pengujian Benda Uji	3-25
3.5.1	Uji Kuat Tekan Mortar.....	3-25
3.5.2	Uji Kuat Tarik Belah Mortar.....	3-30
3.5.3	Uji Kuat Geser	3-32
BAB 4 ANALISIS HASIL PENGUJIAN		4-1
4.1	Analisis Hasil Uji Kuat Tekan.....	4-1
4.1.1	Analisis Kuat Tekan Mortar <i>Geopolymer</i>	4-1
4.1.2	Analisis Kuat Tekan Mortar <i>Geopolymer</i> Pada Umur 28 Hari.....	4-9
4.1.3	Analisis Pengaruh Molaritas NaOH terhadap Kuat Tekan	4-11
4.2	Analisis Hasil Uji Kuat Tarik Belah.....	4-15
4.2.1	Analisis Kuat Tarik Belah Mortar <i>Geopolymer</i>	4-15
4.2.2	Analisis Pengaruh Molaritas NaOH terhadap Kuat Tarik Belah	4-16
4.3	Analisis Hasil Uji Kuat Geser	4-17
4.3.1	Analisis Kuat Geser Mortar <i>Geopolymer</i>	4-17
4.3.2	Analisis Pengaruh Molaritas NaOH terhadap Kuat Geser	4-19
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		5-1
5.1	Kesimpulan.....	5-1
5.2	Saran.....	5-1
DAFTAR PUSTAKA.....		xix
LAMPIRAN 1 Foto Hasil Pengujian.....		L1-1

LAMPIRAN 2 *Mix Design* Campuran Mortar.....L2-1
LAMPIRAN 3 Hasil Pengujian Bahan UjiL3-1

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

f	=	Kuat tekan mortar regresi	(MPa)
fc	=	Kuat tekan mortar	(MPa)
fc'	=	Kuat tekan karakteristik mortar	(MPa)
fc_b	=	Estimasi kuat tekan mortar 28 hari	(MPa)
fc_t	=	Kuat tarik mortar	(MPa)
A	=	Luas permukaan benda uji tertekan	(mm ²)
Ar	=	Massa atom relatif	
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>	
Al	=	Alumunium	
Al ₂ O ₃	=	Alumunium 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	=	Fineness Modulus	
H	=	Hidrogen	
LOI	=	<i>Loss of Ignition Method</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>
PBI	=	Peraturan Beton Indonesia
PCC	=	<i>Portland Composite Cement</i> viii
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>
UTM	=	<i>Universal Testing Machine</i>

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian	1-4
Gambar 2.1 Proses Pembuatan Agregat Buatan Lumpur Sidoarjo	2-5
Gambar 3.1 Agregat Halus Lumpur Sidoarjo Lolos Saringan No.4	3-1
Gambar 3.2 <i>Fly Ash</i> Lolos Saringan No.200	3-2
Gambar 3.3 <i>Sodium Hidroksida</i> Padat	3-3
Gambar 3.4 <i>Sodium Hidroksida</i> Cair	3-3
Gambar 3.5 <i>Sodium Silikat</i> Cair	3-4
Gambar 3.6 <i>Superplasticizer</i>	3-4
Gambar 3.7 Sampel Pengujian Kadar Air	3-8
Gambar 3.8 Penambahan Air Pada Gelas Ukur	3-9
Gambar 3.9 Benda Uji Setelah Oven	3-9
Gambar 3.10 Alat Penggetar	3-10
Gambar 3.11 Kerucut SSD dan penumbuknya	3-12
Gambar 3.12 Bahan dan Peralatan Uji <i>Specific Gravity</i>	3-12
Gambar 3.13 Benda Uji Berat Isi Lepas yang Telah Diratakan	3-13
Gambar 3.14 Piknometer yang Telah Terisi 1/5 bagian	3-16
Gambar 3.15 Piknometer Setelah Dikocok	3-16
Gambar 3.16 Benda Uji Berat Isi <i>Fly Ash</i>	3-17
Gambar 3.17 <i>Sodium Silikat</i> Cair untuk Pembuatan Aktivator	3-21
Gambar 3.18 Larutan Aktivator yang Sudah Dimasukkan Kedalam Botol	3-21
Gambar 3.19 Cetakan Kubus dan Silinder	3-22
Gambar 3.20 Cetakan Balok 300 × 100 × 100 mm	3-23
Gambar 3.21 Campuran Agregat Halus, <i>Fly Ash</i> , dan Aktivator	3-23
Gambar 3.22 <i>Superplasticizer</i> Untuk Pengecoran	3-24
Gambar 3.23 Benda Uji Setelah Pengecoran	3-24
Gambar 3.24 Metode Perawatan dengan Membran	3-25
Gambar 3.25 Benda Uji Kuat Tekan Berbentuk Kubus 50 × 50 × 50 mm	3-26
Gambar 3.26 Benda Uji Kuat Tekan Berbentuk Silinder 200 × 100 mm	3-26
Gambar 3.27 Pengujian Kuat Tekan Mortar	3-27
Gambar 3.28 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar	3-27

Gambar 3.29 Benda Uji Kuat Tarik Belah Mortar	3-31
Gambar 3.30 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Mortar	3-31
Gambar 3.31 Benda Uji Kuat Geser Mortar	3-33
Gambar 3.32 Pengujian Kuat Geser	3-34
Gambar 3.33 Hasil Pengujian	3-34
Gambar 4.1 Perbandingan Umur Uji dan Faktor Umur Uji / Kuat Tekan 8M.....	4-2
Gambar 4.2 Perbandingan Umur Uji dan Faktor Umur Uji / Kuat Tekan 10M...	4-3
Gambar 4.3 Perbandingan Umur Uji dan Faktor Umur Uji / Kuat Tekan 12M...	4-4
Gambar 4.4 Kuat Tekan dan Umur Uji Berdasarkan Molaritas	4-6
Gambar 4.5 Estimasi Kuat Tekan 28 Hari 8M	4-7
Gambar 4.6 Estimasi Kuat Tekan 28 Hari 10M	4-8
Gambar 4.7 Estimasi Kuat Tekan 28 Hari 12M	4-9
Gambar 4.8 Perbandingan Kuat Tekan.....	4-10
Gambar 4.9 Grafik Kuat Tekan 28 Hari Benda Uji Kubus $50 \times 50 \times 50$ mm ...	4-11
Gambar 4.10 Grafik Kuat Tekan Karakteristik Benda Uji Kubus	4-12
Gambar 4.11 Grafik Kuat Tekan 28 Hari Benda Uji Silinder 100×200 mm....	4-12
Gambar 4.12 Kuat Tarik Belah Terhadap Molaritas	4-17
Gambar 4.13 Grafik Kuat Geser Terhadap Variasi Molaritas.....	4-19

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil Analisis Kimia Lumpur Sidoarjo sebagai Bahan Baku Bangunan, Lasino (2016)	2-4
Tabel 3.1 Variasi Benda Uji.....	3-6
Tabel 3.2 Perbandingan Komposisi Benda Uji	3-7
Tabel 3.3 Data Hasil Pengujian Agregat Halus	3-15
Tabel 3.4 Data Hasil Pengujian <i>Fly Ash</i>	3-18
Tabel 3.5 Data Kandungan Kimia <i>Fly Ash</i>	3-18
Tabel 3.6 Hasil Perhitungan Komposisi Bahan Uji	3-20
Tabel 3.7 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar 8M Kubus	3-28
Tabel 3.8 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar 10M Kubus	3-28
Tabel 3.9 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar 12M Kubus	3-29
Tabel 3.10 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar 8M Benda Uji Silinder.....	3-29
Tabel 3.11 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar 10M Benda Uji Silinder.....	3-30
Tabel 3.12 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar 12M Benda Uji Silinder.....	3-30
Tabel 3.13 Hasil pengujian Kuat Tarik Belah 8M	3-32
Tabel 3.14 Hasil pengujian Kuat Tarik Belah 10M	3-32
Tabel 3.15 Hasil pengujian Kuat Tarik Belah 12M	3-32
Tabel 3.16 Hasil pengujian Kuat Geser 8M.....	3-34
Tabel 3.17 Hasil pengujian Kuat Geser 10M.....	3-35
Tabel 3.18 Hasil pengujian Kuat Geser 12M.....	3-35
Tabel 4.1 Nilai Faktor Umur / Kuat Tekan 8M	4-2
Tabel 4.2 Nilai Faktor Umur / Kuat Tekan 10M	4-3
Tabel 4.3 Nilai Faktor Umur / Kuat Tekan 12M	4-4
Tabel 4.4 Persamaan Kuat Tekan Regresi	4-5
Tabel 4.5 Kuat Tekan Regresi dan Faktor Umur 8M.....	4-5
Tabel 4.6 Kuat Tekan Regresi dan Faktor Umur 10M.....	4-5
Tabel 4.7 Kuat Tekan Regresi dan Faktor Umur 12M.....	4-6
Tabel 4.8 Estimasi Kuat Tekan 28 Hari & Kuat Tekan Karakteristik 8M.....	4-7
Tabel 4.9 Estimasi Kuat Tekan 28 Hari & Kuat Tekan Karakteristik 10M.....	4-8
Tabel 4.10 Estimasi Kuat Tekan 28 Hari & Kuat Tekan Karakteristik 12M.....	4-9

Tabel 4.11 Kuat Tekan 28 Hari Benda Uji Silinder 100×200 mm.....	4-10
Tabel 4.12 Massa Jenis Mortar <i>Geopolymer</i> 8M	4-13
Tabel 4.13 Massa Jenis Mortar <i>Geopolymer</i> 10M	4-14
Tabel 4.14 Massa Jenis Mortar <i>Geopolymer</i> 12M	4-14
Tabel 4.15 Kuat tarik Belah dan Koefisien Kuat Tarik Belah 8M	4-15
Tabel 4.16 Kuat tarik Belah dan Koefisien Kuat Tarik Belah 10M	4-16
Tabel 4.17 Kuat tarik Belah dan Koefisien Kuat Tarik Belah 12M	4-16
Tabel 4.18 Kuat Geser dan Koefisien Kuat Geser 8M	4-18
Tabel 4.19 Kuat Geser dan Koefisien Kuat Geser 10M	4-18
Tabel 4.20 Kuat Geser dan Koefisien Kuat Geser 12M	4-18

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang umum digunakan untuk bangunan gedung, jalan, dan lain-lain. Beton dibuat dengan cara mencampur agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), air, dengan semen portland atau semen hidrolis lain, terkadang ditambah bahan tambahan yang bersifat kimiawi atau fisikal pada perbandingan tertentu, sampai menjadi satu kesatuan yang homogen. Campuran beton tersebut akan mengeras seperti batuan. Salah satu bahan baku pembuat beton yaitu semen sering dianggap sebagai bahan yang mencemari lingkungan. Hal ini disebabkan karena pada proses pembuatan semen terjadi pelepasan gas karbon dioksida (CO_2) yang sebanding dengan jumlah semen yang diproduksi. Produksi semen dikhawatirkan akan meningkatkan pemanasan global.

Dengan berkembangnya teknologi dibidang rekayasa material, maka dilakukan upaya untuk menanggulangi masalah tersebut. Salah satu upaya yang dilakukan adalah dengan menggunakan bahan limbah sebagai bahan alternatif yang dapat mengganti posisi semen dalam campuran beton. Campuran beton tersebut dikenal dengan nama beton *geopolymer*. Beton *geopolymer* terbentuk dari bahan baku yang banyak mengandung unsur silika dan aluminium. Salah satu bahan yang mengandung banyak unsur tersebut, adalah *fly ash* yang merupakan abu sisa hasil pembakaran batu bara. *Fly ash* tidak memiliki kemampuan untuk mengikat seperti semen. Akan tetapi, jika diberi cairan alkalin (aktivator) maka *fly ash* akan membentuk reaksi kimia dan akan menghasilkan material yang bersifat mengikat. Aktivator yang umumnya digunakan adalah *Sodium hidroksida* (NaOH) 8M sampai 14M dan *Sodium silikat* (Na_2SiO_3) dengan perbandingan 0,4 sampai 2,5 (Hardjito,2005).

Di sisi lain bencana alam yang diakibatkan karena kesalahan teknis yang terjadi tahun 2006 di Porong Sidoarjo masih belum bisa teratasi dan menjadi masalah serius bagi masyarakat sekitar. Pengeboran minyak yang dilakukan oleh

PT Lapindo Berantas mengakibatkan lumpur panas dari dalam bumi meluap ke daratan, sehingga banyak masyarakat yang menjadi korban akibat luapan lumpur panas tersebut, belasan kecamatan terendam dengan lumpur yang tingginya sudah menutupi atap rumah-rumah para warga yang tinggal disekitar tempat pengeboran lumpur itu. Rumah, area pertanian, dan pabrik industri yang menjadi yang kini menjadi lautan lumpur dan sangat besar sekali kerugian yang ditimbulkan akibat bencana luapan lumpur lapindo Sidoarjo tersebut.

Dalam lumpur Sidoarjo terkandung silika (SiO_2) yang cukup bagus. Pasir silika ini adalah salah satu komponen utama dalam pembuatan semen. Seperti diketahui, untuk membuat semen dibutuhkan bahan baku kapur, pasir silika, dan zat aditif lainnya hingga terciptalah semen. Sehingga lumpur Sidoarjo dapat dimaksimalkan sebagai bahan tambahan untuk campuran beton. Penggunaan beton *geopolymer* berbahan dasar *fly ash* dengan menggunakan agregat lumpur Sidoarjo ini merupakan salah satu upaya diperolehnya beton ramah lingkungan. Untuk mengetahui komposisi Aktivator dan *Fly ash* yang efisien pada campuran mortar, dapat dilakukan dengan pengujian *mix design*

Pada penelitian ini dilakukan pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat geser mortar *geopolymer* dengan 3 macam variasi molaritas *sodium hidroksida* yang berfungsi sebagai aktivator, untuk mengetahui kekuatan optimum mortar *geopolymer*.

1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan optimum mortar *geopolymer* yang terdiri dari agregat lumpur Sidoarjo, *fly ash*, air, aktivator, dan *superplasticizer*. Pengujian dilakukan untuk menguji kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat geser. Semua pengujian dilakukan dengan variasi molaritas *sodium hidroksida* (NaOH) 8M, 10M, dan 12M dan *sodium silikat* (Na_2SiO_3).

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian skripsi ini antara lain:

1. Mengetahui pengaruh penggunaan agregat halus lumpur Sidoarjo pada campuran mortar

2. Mengetahui pengaruh variasi molaritas *sodium hidroksida* pada kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat geser mortar
3. Mengetahui nilai kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat geser mortar dengan menggunakan *mix design* yang direncanakan
4. Mengetahui hubungan faktor umur terhadap kuat tekan mortar *geopolymer*

1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Ukuran agregat halus lumpur Sidoarjo yang digunakan adalah agregat yang lolos saringan No. 4 (4,75 mm)
2. *Fly ash* yang digunakan adalah *fly ash* tipe F
3. *Fly ash* yang digunakan memiliki kehalusan butir lolos saringan No. 200 (0,074 mm)
4. Air yang digunakan berasal dari sumur bor Universitas Katolik Parahyangan
5. *Superplasticizer* yang digunakan adalah Sika *ViscoCrete* 3115-N
6. Larutan aktivator yang digunakan adalah *sodium hidroksida* (NaOH) dengan variasi molar 8M, 10M, 12M, dan *sodium silikat* (Na₂SiO₃)
7. Perbandingan *sodium hidroksida* (NaOH) : *Sodium silikat* (Na₂SiO₃) = 2 : 3.
8. Perbandingan *fly ash* : aktivator = 1 : 1
9. Perbandingan agregat halus I (2,4 – 4,75 mm) : agregat halus II (1,2 – 2,4 mm) : agregat halus III (0,1 – 1,2 mm) = 4 : 3 : 3
10. Metode perawatan yang digunakan adalah metode perawatan membrane

1.5 Metode Penelitian

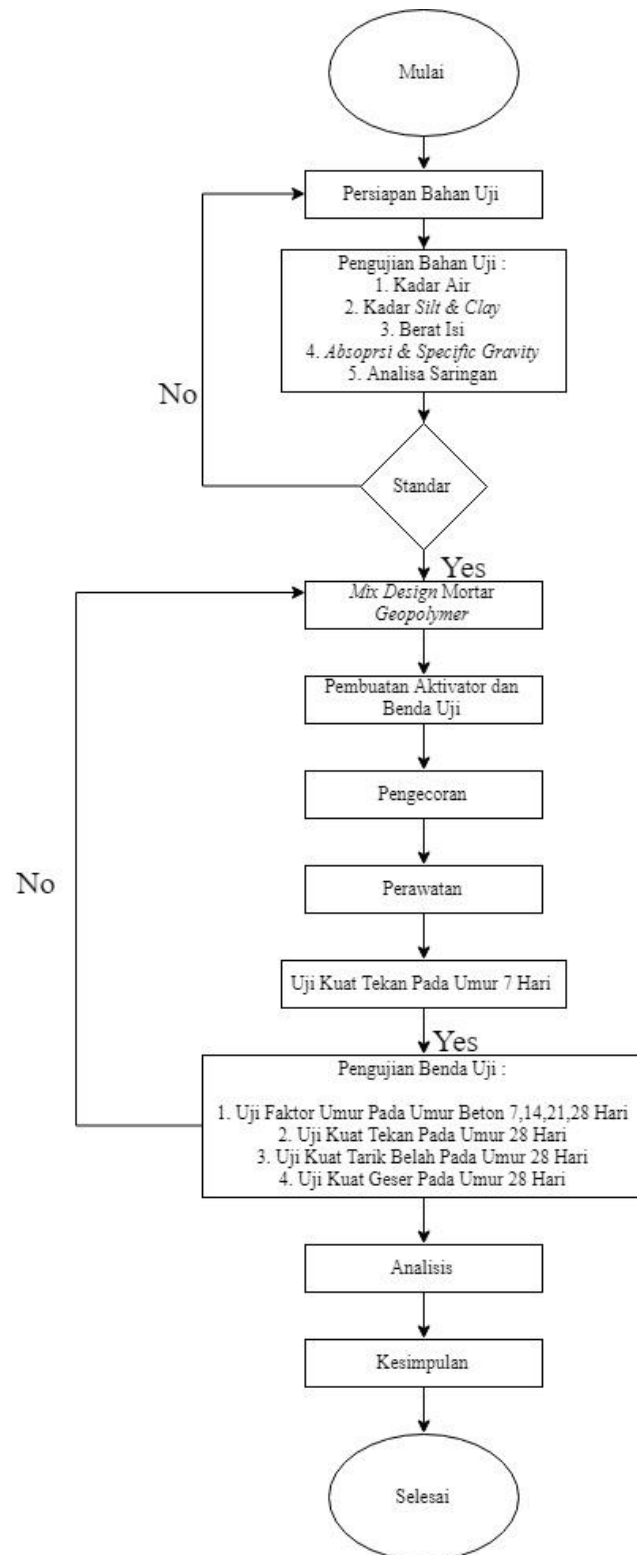
1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan pemahaman konsep pada penggunaan *fly ash* sebagai pengganti semen, pengaktifan *fly ash* dengan menggunakan aktivator, efek penambahan *superplasticizer*, efek penambahan lumpur Sidoarjo, dan tahap pengerjaan *mix design* serta pengujian kekuatan mortar

2. Uji Eksperimental

Pembuatan mortar *geopolymer* dengan bahan dasar *fly ash*, lumpur Sidoarjo, air, dan *superplasticizer* sesuai dengan *mix design* yang telah direncanakan. Mortar

geopolymer akan diuji kuat tekan, dan kuat tarik belah menggunakan alat *Compression Testing Machine*. Untuk kuat geser mortar *geopolymer* akan diuji menggunakan alat *Universal Testing Machine*.



Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan karya tulis ilmiah ini melalui beberapa tahap, yaitu:

BAB 1 PENDAHULUAN

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

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan membahas mengenai landasan teori yang merupakan dasar teori-teori yang digunakan pada skripsi ini

BAB 3 METODE PENELITIAN

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

BAB 4 ANALISIS DATA

Bab ini akan membahas mengenai analisis dari hasil pengujian dan hasil perbandingan terhadap hasil pengujian

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan membahas mengenai kesimpulan dan saran-saran yang dapat disampaikan dari hasil pengujian