

SKRIPSI

**STUDI EKSPERIMENTAL MORTAR *GEOPOLYMER*
BERBAHAN DASAR *FLY ASH***



MONICA NATALIA

NPM : 2013410060

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

JANUARI 2017

SKRIPSI

**STUDI EKSPERIMENTAL MORTAR *GEOPOLYMER*
BERBAHAN DASAR *FLY ASH***



MONICA NATALIA

NPM : 2013410060

BANDUNG, 10 JANUARI 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

JANUARI 2017

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini,

Nama lengkap : Monica Natalia

NPM : 2013410060

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

Bandung, 10 Januari 2017



Monica Natalia

2013410060

STUDI EKSPERIMENTAL MORTAR *GEOPOLYMER* BERBAHAN DASAR *FLY ASH*

**Monica Natalia
NPM : 2011410016**

**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
JANUARI 2017**

ABSTRAK

Perkembangan teknologi dibidang rekayasa material kian pesat. Salah satu bahan baku beton dan mortar yakni semen menjadi polemik karena semen dianggap sebagai bahan yang meningkatkan pemanasan global. Untuk mengatasi hal tersebut, dilakukan upaya dengan mengganti semen dengan bahan limbah. Bahan limbah yang dapat digunakan salah satunya adalah *fly ash*. *Fly ash* yang diaktifkan dengan alkali aktivator akan menggantikan posisi semen 100%. Campuran dari pasir, material ramah lingkungan yang kaya akan oksida, silika, alumium dan aktivatornya ini disebut dengan mortar *geopolymer*.

Pada penelitian ini, akan diteliti *fly ash* yang diaktifkan dengan 3 variasi rasio 3:2, 4:2 dan 5:2 dari alkali aktivator $\text{Na}_2\text{SiO}_3:\text{NaOH}$. Sedangkan properties yang ditinjau dari mortar adalah kuat tekan dan kuat tarik belah. Kuat tekan menggunakan benda uji kubus berukuran 50 mm x 50 mm x 50 mm dengan jumlah 36 buah dan uji pada umur 7, 14, 21, dan 28 hari. Kuat tarik belah menggunakan benda uji silinder berukuran 50 mm x 100 mm dengan jumlah 9 buah dan diuji pada umur 28 hari.

Dari hasil pengujian didapatkan hasil uji kuat tekan untuk perbandingan $\text{Na}_2\text{SiO}_3:\text{NaOH} = 3:2$ sebesar 37,07 MPa, 4:2 sebesar 39,81 MPa, 5:2 sebesar 35,15 MPa. Sedangkan hasil uji kuat tarik belah untuk perbandingan $\text{Na}_2\text{SiO}_3:\text{NaOH} = 3:2$ sebesar 2,58 MPa, 4:2 sebesar 2,23 MPa, 5:2 sebesar 2,53 MPa. Terbukti bahwa *fly ash* dengan aktivator NaOH dan Na_2SiO_3 dapat menggantikan 100% semen dan mempunyai kekuatan melebihi mortar berbahan campuran semen.

Kata kunci : Mortar *geopolymer*, *fly ash*, aktivator, kuat tekan, kuat tarik belah.

EXPERIMENTAL STUDY ON THE FLY ASH BASED GEOPOLYMER MORTAR

Monica Natalia
NPM : 2011410016

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

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

ABSTRACT

Technological developments in the field of engineering materials growing rapidly. Cement as one of the raw materials used in concrete and cement mortar is being debated because increases global warming. To overcome this, efforts were made by replacing cement with waste material. Fly ash as waste materials activated by alkali activators can be used to replace 100% of cement. A mixture of sand, environmentally friendly material that is rich of oxide, silica, alumium and the activator is usually called as geopolymer mortar.

In this experimental study, will be investigated fly ash activated by 3 ratio variations of 3:2, 4:2 and 5:2 of alkaline activator NaOH:Na₂SiO₃. While the properties were evaluated from mortar is the compressive strength and splitting tensile strength. Compressive strength specimen using a cube of 50 mm x 50 mm x 50 mm with the total number of 36 specimens at the test age of 7, 14, 21, and 28 days. Splitting tensile strength using cylindrical specimens of 50 mm x 100 mm with total number of 9 specimens and tested at 28 days age.

The mortar compressive strength test results for the ratio Na₂SiO₃:NaOH = 3:2 is 37.07 MPa, 4:2 is 39.81 MPa, and 5:2 is 35.15 MPa. While the splitting tensile strength test results for the ratio Na₂SiO₃:NaOH = 3:2 is 2.58 MPa, 4:2 is 2.23 MPa, and 5:2 is 2.53 MPa. This experimental study proved that 100% of cement can be replaced by fly ash with alkaline activator NaOH and Na₂SiO₃.

Keywords : Geopolymer mortar, fly ash, activator, compressive strength, splitting tensile 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 Mortar Geopolymer 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 karenanya 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 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. Altho Sagara, S.T., M.T. selaku dosen ko-pembimbing yang membantu selama proses persiapan dan pengujian.
3. Para dosen penguji skripsi yang banyak memberi masukan dan saran.
4. Orang tua penulis serta kakak Agnes dan Nofi yang senantiasa memberi dorongan semangat dan bantuan dalam proses penelitian skripsi ini.
5. Yoko yang senantiasa membantu, menemani dan menyemangati penulis dalam pembuatan skripsi ini.
6. Teman – teman seperjuangan, Ivan, Anna, Andre, dan James yang senantiasa saling membantu dalam persiapan, pengujian, dan penyusunan skripsi ini.
7. Gerald, Albertus, Robi, Martin dan teman – teman lain yang tidak bisa disebutkan satu per satu atas bantuan tenaga dan pikiran dalam pembuatan skripsi ini
8. Bapak Ir. Teguh Farid dan Bapak Markus Didi yang banyak membantu dan memberi arahan dalam pembuatan benda uji dan uji eksperimental di laboratorium.

9. Ciona, Weweh, Chika, Feren dan saudara – saudara penulis yang lain yang tidak bisa disebutkan satu per satu atas dorongan semangat dalam proses penelitian ini.
10. Teman – teman sipil 2013 atas kebersamaannya selama studi di UNPAR.
11. Semua pihak yang tak bisa disebutkan satu per satu yang turut membantu dan memberikan semangat.

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

Bandung, 10 Januari 2017

Penulis,



Monica Natalia

2013410060

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Inti Permasalahan	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Pembatasan Masalah	3
1.5. Metode Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Mortar	7
2.2. Mortar Geopolymer	8
2.3. Material Mortar	9
2.3.1. Air	9
2.3.2. Agregat Halus	10
2.3.3. <i>Fly Ash</i>	13
2.3.4. Aktivator	15
2.3.5. <i>Superplasticizer</i>	17
2.4. Metode Pengujian Mortar	18
2.4.1. Kuat Tekan	18
2.4.2. Kuat Tarik Belah	18
2.5. Metode Perawatan Mortar	19
BAB 3 PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENGUJIAN	21
3.1. Bahan dan Benda Uji	21
3.1.1. Bahan Uji	21

3.1.2.	Benda Uji	24
3.2.	Pengujian Bahan Uji	25
3.2.1.	Pengujian Agregat Halus	25
3.2.2.	Pengujian <i>Fly Ash</i>	35
3.3.	Mix Design Mortar <i>Geopolymer</i>	41
3.3.1	Penentuan Komposisi Aktivator	41
3.3.2	Penentuan Komposisi Mortar <i>Geopolymer</i>	41
3.4.	Prosedur Pelaksanaan Pengecoran Mortar <i>Geopolymer</i>	45
3.4.1.	Pembuatan Larutan Aktivator	45
3.4.2.	Pencampuran Bahan dan Pengecoran	47
3.4.3.	Perawatan	51
3.5.	Proses Pengujian Benda Uji	52
3.5.1.	Uji Kuat Tekan Mortar	52
3.5.2.	Uji Kuat Tarik Belah Mortar	56
BAB 4	ANALISIS HASIL PENGUJIAN	59
4.1.	Analisis Hasil Uji Kuat Tekan	59
4.1.1.	Analisis Kuat Tekan Mortar <i>Geopolymer</i>	59
4.1.2.	Analisis Pengaruh Rasio Aktivator pada Kuat Tekan	69
4.2.	Analisis Hasil Uji Kuat Tarik Belah	72
4.2.1.	Analisis Kuat Tarik Belah Mortar <i>Geopolymer</i>	72
4.2.2.	Analisis Pengaruh Rasio Aktivator pada Kuat Tarik Belah	75
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	77
5.1.	Kesimpulan	77
5.2.	Saran	78
	DAFTAR PUSTAKA	79
	LAMPIRAN A Mix Design Campuran Mortar	82
	LAMPIRAN B Foto Hasil Pengujian	84
	LAMPIRAN C Hasil Pengujian Bahan Uji	93

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	5
Gambar 2.1 Kondisi Kadar Air Agregat	12
Gambar 2.2 Ikatan Polimerisasi Berdasarkan Ikatan Si dan Al	15
Gambar 3.1 Agregat Halus Lolos Saringan No. 4	21
Gambar 3.2 Saringan No. 4 (ASTM)	21
Gambar 3.3 <i>Fly Ash</i> Tipe F	22
Gambar 3.4 NaOH _(s)	22
Gambar 3.5 NaOH 10M	23
Gambar 3.6 <i>Sodium Silikat</i>	23
Gambar 3.7 <i>Superplasticizer</i> Sika ViscoCrete 3115-N	24
Gambar 3.8 Agregat Halus Keadaan Asli	26
Gambar 3.9 Agregat Halus Kering Oven	27
Gambar 3.10 Bahan dan Peralatan Pengujian <i>Silt and Clay</i>	27
Gambar 3.11 Benda Uji <i>Silt and Clay</i> Sebelum di Oven	27
Gambar 3.12 Benda Uji <i>Silt and Clay</i> Setelah di Oven	28
Gambar 3.13 Agregat Halus Kering Oven	28
Gambar 3.14 Susunan Saringan Digetarkan	29
Gambar 3.15 Agregat Halus Kering Permukaan (SSD)	31
Gambar 3.16 Agregat Halus Kering Oven (OD)	31
Gambar 3.17 Bahan dan Peralatan Uji <i>Specific Gravity</i>	31
Gambar 3.18 Gelas Ukur Berisi Air 500 ml	32
Gambar 3.19 Wadah Baja Silinder	33
Gambar 3.20 Pasir Kering Oven	33
Gambar 3.21 Benda Uji Berat Isi Lepas Pasir yang Telah Diratakan	34
Gambar 3.22 Piknometer	36
Gambar 3.23 1/5 Bagian <i>Fly Ash</i> dalam Piknometer	36
Gambar 3.24 <i>Fly Ash</i> dan Air Destilasi Hingga Leher Tabung Piknometer	37
Gambar 3.25 <i>Fly Ash</i> dan Air Destilasi Setelah 30 Menit dalam Piknometer	37
Gambar 3.26 Benda Uji Berat Isi Lepas <i>Fly Ash</i> Ditimbang	38

Gambar 3.27 Benda Uji Berat Isi Padat <i>Fly Ash</i> Ditimbang	39
Gambar 3.28 NaOH _(s) untuk Pembuatan Aktivator	46
Gambar 3.29 NaOH _(l) untuk Pembuatan Aktivator	46
Gambar 3.30 Larutan Aktivator dengan 3 Variasi Perbandingan Aktivator	47
Gambar 3.31 Larutan Aktivator Setelah 24 Jam	47
Gambar 3.32 Cetakan Kubus 50 mm x 50 mm x 50 mm	48
Gambar 3.33 Cetakan Silinder 50 mm x 100 mm	48
Gambar 3.34 Campuran Agregat Halus dan Fly Ash	49
Gambar 3.35 <i>Superplasticizer</i> untuk Pengecoran	49
Gambar 3.36 Palu karet	50
Gambar 3.37 Perata	50
Gambar 3.38 Benda Uji Umur 1 Hari	50
Gambar 3.39 Benda Uji Umur 3 Hari	51
Gambar 3.40 Metode Perawatan Mortar dengan Membran	51
Gambar 3.41 Benda Uji Kuat Tekan Mortar	52
Gambar 3.42 Pengujian Kuat Tekan Mortar	53
Gambar 3.43 Nilai Beban Maksimum Uji Kuat Tekan Mortar	53
Gambar 3.44 Hasil Uji Kuat Tekan Mortar	53
Gambar 3.45 Benda Uji Kuat Tarik Belah Mortar	56
Gambar 3.46 Nilai Beban Maksimum Uji Kuat Tarik Belah Mortar	57
Gambar 3.47 Hasil Uji Kuat Tarik Belah Mortar	57
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan x/f_c dan Umur Mortar 3:2	60
Gambar 4.2 Grafik Perbandingan x/f_c dan Umur Mortar 4:2	61
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan x/f_c dan Umur Mortar 5:2	62
Gambar 4.4 Grafik Kuat Tekan Terhadap Umur Uji Berdasarkan Faktor Umur	64
Gambar 4.5 Grafik Kuat Tekan Terhadap Umur Uji Berdasarkan Penelitian	65
Gambar 4.6 Grafik Estimasi Kuat Tekan Mortar 3:2 Umur 28 Hari	66
Gambar 4.7 Grafik Estimasi Kuat Tekan Mortar 4:2 Umur 28 Hari	67
Gambar 4.8 Grafik Estimasi Kuat Tekan Mortar 5:2 Umur 28 Hari	68
Gambar 4.9 Grafik Kuat Tekan Karakteristik Umur 28 Hari	69
Gambar 4.10 Grafik Kuat Tekan Umur 28 Hari	70
Gambar 4.11 Grafik Koefisien Kuat Tarik Mortar 3:2	73

Gambar 4.12 Grafik Koefisien Kuat Tarik Mortar 4:2	74
Gambar 4.13 Grafik Koefisien Kuat Tarik Mortar 5:2	75
Gambar 4.14 Koefisien Kuat Tarik Belah Rata-Rata	76

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Variasi Benda Uji	3
Tabel 2.1 Persyaratan Kandungan Kimia dalam <i>Fly Ash</i>	14
Tabel 3.1 Spesifikasi Benda Uji	25
Tabel 3.2 Variasi Benda Uji	25
Tabel 3.3 Data Hasil Pengujian Agregat Halus	35
Tabel 3.4 Data Hasil Pengujian Agregat Halus	40
Tabel 3.5 Data Kandungan Kimia dan Sifat Fisik <i>Fly Ash</i>	40
Tabel 3.6 Hasil Perhitungan Komposisi Bahan Uji	42
Tabel 3.7 Hasil Perhitungan Komposisi Bahan Uji untuk 1 Benda Uji Kubus	42
Tabel 3.8 Komposisi Aktivator, <i>Fly Ash</i> , dan Pasir	43
Tabel 3.9 Komposisi $\text{NaOH}_{(l)}$, $\text{NaOH}_{(s)}$, dan Air	44
Tabel 3.10 Komposisi $\text{NaOH}_{(l)}$, Na_2SiO_3 , dan Aktivator	44
Tabel 3.11 Komposisi <i>Fly Ash</i> dan <i>Superplasticizer</i>	45
Tabel 3.12 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar 3:2	54
Tabel 3.13 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar 4:2	54
Tabel 3.14 Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar 5:2	55
Tabel 3.15 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Mortar 3:2	57
Tabel 3.16 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Mortar 4:2	58
Tabel 3.17 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Mortar 5:2	58
Tabel 4.1 Nilai Faktor x/f Mortar 3:2	60
Tabel 4.2 Nilai Faktor x/f Mortar 4:2	61
Tabel 4.3 Nilai Faktor x/f Mortar 5:2	62
Tabel 4.4 Persamaan Kuat Tekan Regresi	63
Tabel 4.5 Estimasi Kuat Tekan dan Faktor Umur Mortar 3:2	63
Tabel 4.6 Estimasi Kuat Tekan dan Faktor Umur Mortar 4:2	63
Tabel 4.7 Estimasi Kuat Tekan dan Faktor Umur Mortar 5:2	64
Tabel 4.8 Kuat Tekan Karakteristik Mortar 3:2	66
Tabel 4.9 Kuat Tekan Karakteristik Mortar 4:2	67
Tabel 4.10 Kuat Tekan Karakteristik Mortar 5:2	68

Tabel 4.11 Massa Jenis Mortar 3:2	71
Tabel 4.12 Massa Jenis Mortar 4:2	71
Tabel 4.13 Massa Jenis Mortar 5:2	72
Tabel 4.14 Kuat Tarik Belah dan Koefisien Tarik Rata-Rata Mortar 3:2	73
Tabel 4.15 Kuat Tarik Belah dan Koefisien Tarik Rata-Rata Mortar 4:2	74
Tabel 4.16 Kuat Tarik Belah dan Koefisien Tarik Rata-Rata Mortar 5:2	75

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Angka pertumbuhan penduduk yang semakin tinggi menjadikan kebutuhan akan sarana dan fasilitas yang semakin tinggi. Demi memenuhi permintaan sarana dan fasilitas, maka penggunaan bahan baku konstruksi secara besar-besaran pun dilakukan. Secara luas, penggunaan beton sebagai elemen struktur masih banyak digunakan karena bahan baku pembuatnya yang relatif sederhana dan mudah ditemukan. Pada umumnya, beton tersusun dari agregat kasar (batuan), agregat halus (pasir), air, dan semen.

Bahan baku beton akhir-akhir ini menjadi polemik. Salah satu bahan baku pada beton yaitu semen sering dianggap sebagai bahan yang mencemari lingkungan. Menurut *International Energy Authority, World Energy Outlook*, jumlah CO₂ yang dilepaskan pada saat produksi semen mencapai 7% dari keseluruhan CO₂ yang dihasilkan berbagai sumber. Sehingga dikhawatirkan produksi semen akan meningkatkan aktivitas pemanasan global.

Dengan perkembangan teknologi dibidang rekayasa material yang kian pesat, maka para ahli melakukan upaya untuk menanggulangi masalah tersebut namun tetap memenuhi kebutuhan masyarakat. Salah satu upaya yang telah dilakukan yaitu dengan menggunakan bahan limbah sebagai bahan alternatif lain yang dapat menggantikan atau mengurangi posisi semen dalam campuran beton.

Dapat dikatakan ramah lingkungan, karena campuran beton yang dibuat akan menggantikan semen seutuhnya dengan menggunakan bahan-bahan industri buangan. Campuran beton tersebut dikenal dengan nama *geopolymer*. Beton *geopolymer* ini dapat terbentuk dari bahan baku yang banyak mengandung unsur silika dan alumunium. Unsur tersebut banyak didapati pada hasil buangan industri, salah satunya *fly ash* (hasil abu sisa pembakaran batu bara).

Pada dasarnya, *fly ash* tidak memiliki kemampuan untuk mengikat seperti semen. Akan tetapi jika dicampur dengan cairan alkalin (aktivator) maka *fly ash* akan membentuk 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 (Hardjito,2005).

Penerapan beton *geopolymer* dalam bidang konstruksi dapat menjadi salah satu upaya diperolehnya beton baru yang ramah lingkungan. Untuk mengetahui komposisi *fly ash* dan larutan aktivator pada campuran beton, dapat dilakukan dengan pengujian campuran mortar. Belum banyaknya penelitian mengenai campuran beton *geopolymer* menyebabkan belum adanya *mix design* yang dapat digunakan dengan baik. Komposisi *fly ash* dan larutan aktivator pada campuran mortar *geopolymer* akan diteliti sehingga didapatkan *mix design* dengan kekuatan yang optimum dan memiliki kinerja yang baik.

1.2. Inti Permasalahan

Inti permasalahan dari penelitian ini adalah menganalisa hasil kekuatan dari campuran mortar *geopolymer* yang terdiri dari agregat halus, *fly ash*, air, *sodium silikat*, *sodium hidroksida*, dan *superplasticizer*. Kemampuan *fly ash* yang telah diaktifkan untuk mengikat agregat halus akan dievaluasi pada penelitian ini.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh *fly ash* pada campuran mortar.
2. Mengetahui nilai kuat tekan dan kuat tarik belah dari campuran mortar dengan menggunakan *mix design*.
3. Mengetahui pengaruh dari presentase *sodium silikat* dan *sodium hidroksida* terhadap kekuatan campuran mortar.
4. Mengetahui hubungan umur uji terhadap kuat tekan campuran mortar.

1.4. Pembatasan Masalah

1. Ukuran agregat halus maksimum adalah lolos saringan No. 4 (4.75 mm).
2. Tipe *fly ash* yang digunakan adalah *fly ash* 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 metode *curing* kering.
6. Pengujian sifat mekanik campuran mortar meliputi uji kuat tekan, dan uji kuat tarik belah.
7. Pengujian kuat tekan menggunakan kubus berdimensi 50 mm x 50 mm x 50 mm, sedangkan pengujian kuat tarik belah menggunakan silinder berdimensi 50 mm x 100 mm.
8. *Mix design* pada mortar dilakukan dengan 3 macam variasi *mix design*.
9. 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)	Jumlah Benda Uji
		Na ₂ SiO ₃ : NaOH	FA : Pasir	Aktivator/FA	SP (%)		
A-3:2	10	3 : 2	1 : 2	0,55	0,6	7	3
						14	3
						21	3
						28	3
A-4:2	10	4 : 2	1 : 2	0,55	0,6	7	3
						14	3
						21	3
						28	3
A-5:2	10	5 : 2	1 : 2	0,55	0,6	7	3
						14	3
						21	3
						28	3
B-3:2	10	3 : 2	1 : 2	0,55	0,6	28	3
B-4:2	10	4 : 2	1 : 2	0,55	0,6	28	3
B-5:2	10	5 : 2	1 : 2	0,55	0,6	28	3

10. Pengujian kuat tekan berdasarkan metode SNI 03-6825-2002 dan kuat tarik belah berdasarkan SNI 03-2491-2002. Pengujian tersebut menggunakan alat *Compression Testing Machine*.

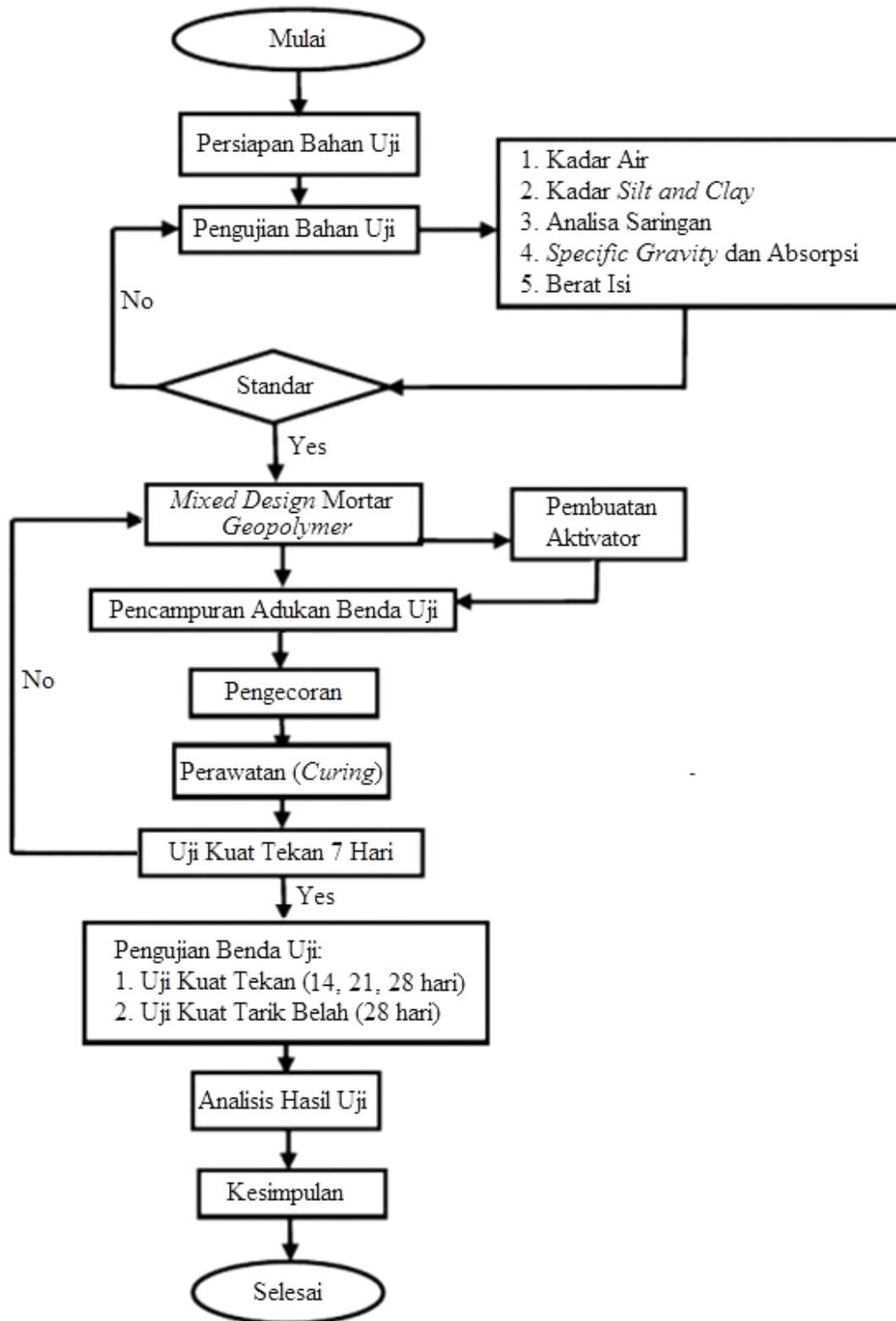
1.5. Metode Penelitian

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan sebagai acuan 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 *geopolymer* dengan campuran pasir, *fly ash*, *sodium hidroksida*, *sodium silikat*, dan *superplasticizer* akan diuji kuat tekan, dan kuat tarik belah dengan menggunakan alat uji *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-saran yang dapat disimpulkan dari pengujian yang telah dilakukan.