

SKRIPSI

**STUDI EKSPERIMENTAL BETON GEOPOLIMER
BERBAHAN DASAR SLAG DENGAN VARIASI
MOLAR *SODIUM HIDROKSIDA* SEBAGAI
AKTIVATOR**



LIESLY FELICITY SETIAWAN

NPM : 2014410163

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
DESEMBER 2017

SKRIPSI
STUDI EKSPERIMENTAL BETON GEOPOLIMER
BERBAHAN DASAR SLAG DENGAN VARIASI
MOLAR *SODIUM HIDROKSIDA* SEBAGAI
AKTIVATOR



LIESLY FELICITY SETIAWAN

NPM : 2014410163

BANDUNG, 18 DESEMBER 2017

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
DESEMBER 2017

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini,

Nama lengkap : Liesly Felicity Setiawan

NPM : 2014410163

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul : *Studi Eksperimental Beton Geopolimer Berbahan Dasar Slag Dengan Variasi Molar Sodium Hidroksida Sebagai Aktivator* 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, 18 Desember 2017



Liesly Felicity Setiawan

2014410163

STUDI EKSPERIMENTAL BETON GEOPOLIMER BERBAHAN DASAR *SLAG* DENGAN VARIASI MOLAR *SODIUM HIDROKSIDA* SEBAGAI AKTIVATOR

Liesly Felicity Setiawan
NPM : 2014410163

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
DESEMBER 2017

ABSTRAK

Bahan konstruksi yang digunakan pada umumnya berbahan dasar beton yang memiliki bahan dasar semen. Semen dianggap kurang ramah lingkungan dikarenakan pada proses pembuatannya menghasilkan gas *karbondioksida* (CO_2) yang mengakibatkan pemanasan global. Salah satu upaya untuk mengatasi masalah ini adalah mencari bahan lain sebagai pengganti semen yang ramah lingkungan. *Slag* sebagai bahan limbah dari hasil peleburan baja dapat digunakan sebagai *binder* untuk membuat beton. *Slag* diaktifkan dengan larutan aktivator dengan senyawa *sodium silikat* dan *sodium hidroksida*. Campuran dari *slag*, larutan aktivator, pasir, dan kerikil ini disebut beton geopolimer.

Pada studi eksperimental ini akan diteliti *slag* yang diaktifkan dengan 3 macam variasi molaritas yaitu 8M, 10M, dan 12M. Campuran perbandingan antara binder : pasir : kerikil adalah 1 : 1,25 : 1,3. Binder terdiri dari *slag* dan aktivator dengan perbandingan 0,65 : 0,35. Sementara perbandingan aktivator yang terdiri dari NaOH : Na_2SiO_3 adalah 2 : 3. Parameter yang ditinjau dari beton geopolimer adalah uji kuat tekan, uji kuat tarik belah, dan uji kuat geser. Pengujian kuat tekan menggunakan 2 jenis benda uji silinder, pertama benda uji silinder berdimensi 50 mm x 100 mm untuk mengetahui faktor umur sebanyak 36 benda uji yang diuji pada umur 7, 14, 21 dan 28 hari. Kedua benda uji silinder berdimensi 100 x 200 mm untuk mengetahui kuat tekan 28 hari sebanyak 9 benda uji. Pengujian kuat tarik belah menggunakan benda uji silinder berdimensi 50 mm x 100 mm sebanyak 9 benda uji dan diuji pada umur 28 hari. Pengujian kuat geser menggunakan balok berdimensi 150 mm x 100 mm x 50 mm sebanyak 9 benda uji dan diuji pada umur 28 hari.

Dari hasil pengujian diperoleh kuat tekan beton rata – rata pada umur 28 pada untuk benda uji silinder berukuran 50 mm x 100 mm pada konsentrasi NaOH 8M, 10M dan 12M adalah masing-masing 15,433 MPa, 16,091 MPa, dan 14,961 MPa. Untuk pengujian tekan dengan benda uji silinder berukuran 100 mm x 200 mm pada konsentrasi NaOH 8M, 10M dan 12M masing-masing adalah 16,969 MPa, 13,381 MPa, dan 24,415 MPa. Nilai kuat tarik belah rata – rata untuk pengujian tarik belah pada umur 28 hari pada konsentrasi 8M, 10 M dan 12M masing-masing adalah 1,526, 2,027, dan 1,561. Nilai kuat geser rata – rata untuk pengujian kuat geser pada umur 28 hari pada konsentrasi NaOH 8M, 10 M dan 12M masing-masing adalah 2,568 MPa, 2,425 MPa, dan 2,583 MPa.

Studi eksperimental beton geopolimer berbahan dasar slag dalam penelitian ini membuktikan bahwa kuat tekan dan kuat geser yang optimum pada konsentrasi molaritas 12M, dan kuat tarik belah optimum pada konsentrasi molaritas 10M.

Kata kunci: beton geopolimer, *slag*, binder, aktivator, kuat tekan, kuat tarik belah, kuat geser.

EXPERIMENTAL STUDY ON *SLAG*-BASED GEOPOLYMER CONCRETE WITH MOLAR VARIATIONS OF *SODIUM HYDROXIDE* AS AN ACTIVATOR

**Liesly Felicity Setiawan
NPM : 2014410163**

Advisor : Dr. Johannes Adhijoso Tjondro

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
(Accredited by SK BAN-PT Nomor: 227/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
DECEMBER 2017**

ABSTRACT

The main construction material commonly is concrete, whose a main composition is cement. Cement is not environmentally friendly because in the process of making cement produced carbon dioxide (CO₂) that causes global warming. To overcome this problem, we must find another material to replace cement which is environmentally friendly. Slag as a waste material produced from blast furnace of steel can be used as a binder when it was activated by an activator solution of *sodium silicate* and *sodium hydroxide*. The mixture of *slag*, activator solution, fine aggregates, and coarse aggregates is called geopolymer concrete.

In this experimental study, geopolymer concrete consist of 3 variations of activators molarity which is 8M, 10M, and 12M. Composition of binder : fine aggregates : coarse aggregates is 1.0 : 1.25 : 1.3. Binder consists of slag and activator with a ratio of 0.65 : 0.35. The activator is made from NaOH : Na₂SiO₃ with a ratio of 2 : 3. The parameter that will be observed from the geopolymer concrete are compressive, tensile, and shear strength. The concrete's compressive strength will be tested from two types of cylinders specimen: firstly 50 mm x 100 mm with the total of 36 cylinders specimen for age factor, on 7th, 14th, 21st, and 28th days, and secondly 100 mm x 200 mm of 9 cylinders specimen which is tested on 28th day. The splitting tensile strength will be tested with 50 mm x 100 mm of 9 cylinders specimen, tested on the 28th day. The shear strength will be tested with 150 mm x 100 mm x 50 mm beam sized, with the total of 9 beams tested on the 28th day.

As the result, the average compressive strength of 50 mm × 100 mm cylinder specimen on 28th day with a NaOH concentration of 8M, 10M and 12M are 15.433 MPa, 16.091 MPa, and 14.961 MPa respectively. The average compressive strength of 100 mm × 200 mm cylinder specimen on 28th day with NaOH concentration of 8 M, 10M and 12M are 16.969 MPa, 13.381 MPa, and 24.415 MPa respectively. The average of splitting tensile strength for 28 days for NaOH concentration variation of 8 M, 10M and 12M are 1.526 MPa, 2.027 MPa, and 1.561 MPa respectively. The average shear strength of 8 M, 10M and 12M are 2.568 MPa, 2.425 MPa, and 2.583 MPa respectively

This experimental study of slag-based geopolymer concrete shows that the compressive strength and shear strength optimum for 12 M NaOH activator concentration and the splitting tensile strength optimum for 10 M NaOH activator concentration.

Keywords: geopolymer concrete, slag, binder, activator, compressive strength, splitting tensile strength, shear strength.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat dan penyertaanNya selama penulis menjalani penyusunan skripsi yang berjudul *Studi Eksperimental Beton Geopolimer Berbahan Dasar Slag Dengan Variasi Molar Sodium Hidroksida Sebagai Aktivator* 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.

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 Adang selaku bagian marketing PT. Purna Baja Heckett yang telah memberikan material *slag* dalam proses penelitian skripsi ini.
3. Bapak Ir. Suki Hartono selaku ayah dari Timothy Hartono yang telah membantu untuk menghaluskan dan mengayak *slag* dalam penelitian skripsi ini.
4. Para dosen penguji skripsi yang banyak memberi masukan dan saran.

5. Orang tua penulis Benyamin Setiawan dan Irenewati Puradisastra yang senantiasa memberi dorongan semangat dan bantuan dalam proses penelitian skripsi ini.
6. Timothy Hartono yang senantiasa membantu dalam persiapan, pengujian, dan penyusunan skripsi ini.
7. Joey yang senantiasa membantu, menemani, dan menyemangati penulis dalam membuat skripsi ini.
8. 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.
9. Teman – teman seperjuangan skripsi, Fenita, Andreas, Fidelis, Henry, Ryan, Felin dan Adrian yang senantiasa membantu dan memberikan semangat atas penyusunan skripsi ini.
10. Teman – teman, Valencia, Devina, Vanessa L., Hanna, Jane, Felicia, Vanessa N., Raymond N.S., dan yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas dorongan semangat dalam pembuatan skripsi ini.
11. Sipil 2014 atas kebersamaannya selama studi di UNPAR.
12. 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, 18 Desember 2017

Penulis,



Liesly Felicity Setiawan

2014410163

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	iii
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-3
1.3 Tujuan Penelitian	1-3
1.4 Pembatasan Masalah	1-4
1.5 Metode Penelitian	1-6
1.6 Sistematika Penulisan	1-8
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	2-1
2.1 Beton	2-1
2.2 Beton Geopolimer	2-3
2.3 Material Beton	2-4
2.3.1 Air	2-4
2.3.2 Agregat Kasar	2-4
2.3.3 Agregat Halus	2-6
2.3.4 <i>Slag</i>	2-7
2.3.5 Aktivator	2-9
2.3.6 <i>Superplasticizer</i>	2-12

2.4	Metode Pengujian Beton Geopolimer.....	2-13
2.4.1	Uji Kuat Tekan	2-13
2.4.2	Uji Kuat Tarik Belah	2-13
2.4.3	Uji Kuat Geser	2-14
2.5	Metode Perawatan (Curing) Beton Geopolimer	2-14
2.6	Analisis Statistik	2-16
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 Kasar	3-7
3.2.2	cPengujian Agregat Halus	3-11
3.2.3	Pengujian <i>Slag</i>	3-16
3.3	Mix Design Beton Geopolimer	3-18
3.3.1	Penentuan Komposisi Aktivator.....	3-18
3.3.2	Penentuan Komposisi Beton Geopolimer.....	3-19
3.3.3	Penentuan Berat Jenis Beton Geopolimer	3-23
3.4	Prosedur Pelaksanaan Pengecoran Beton Geopolimer	3-23
3.4.1	Pembuatan Larutan Aktivator.....	3-24
3.4.2	Pencampuran Bahan dan Pengecoran.....	3-26
3.4.3	Perawatan Beton / <i>Curing</i>	3-30
3.5	Prosedur Pengujian Beton Geopolimer.....	3-31
3.5.1	Uji Kuat Tekan	3-31
3.5.2	Uji Kuat Tarik Belah	3-37
3.5.3	Uji Kuat Geser	3-40

BAB 4 ANALISIS HASIL PENGUJIAN	4-1
4.1 Analisis Uji Kuat Tekan	4-1
4.1.1 Analisis Faktor Umur Kuat Tekan Beton Geopolimer	4-1
4.1.2 Analisis Kuat Tekan Beton Geopolimer Pada Umur 28 Hari	4-11
4.1.3 Analisis Pengaruh Molaritas <i>Sodium Hidroksida</i> terhadap Kuat Tekan	4-13
4.2 Analisis Uji Kuat Tarik Belah	4-19
4.2.1 Analisis Kuat Tarik Belah Beton Geopolimer	4-19
4.2.2 Analisis Pengaruh Molaritas <i>Sodium Hidroksida</i> terhadap Kuat Tarik Belah.....	4-23
4.3 Analisis Uji Kuat Geser.....	4-24
4.3.1 Analisis Kuat Geser Beton Geopolimer.....	4-24
4.3.2 Analisis Pengaruh Molaritas <i>Sodium Hidroksida</i> terhadap Kuat Geser	4-28
 BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	 5-1
5.1 Kesimpulan.....	5-1
5.2 Saran.....	5-2
 DAFTAR PUSTAKA	 6-1
 LAMPIRAN A Pengayakan Slag.....	 LA-1
LAMPIRAN B Trial Mix Beton Geopolimer.....	LB-1
LAMPIRAN C Foto Hasil Pengujian Trial Mix.....	LC-1
LAMPIRAN D Mix Design Beton Geopolimer.....	LD-1
LAMPIRAN E Foto Hasil Pengujian.....	LE-1
LAMPIRAN F Hasil Pengujian Bahan Uji.....	LF-1

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

α	=	Koefisien kuat tarik belah	
f_c	=	Kuat tekan beton	(MPa)
f'_c	=	Kuat tekan karakteristik beton	(MPa)
f_{ct}	=	Kuat tarik beton	(MPa)
F_v	=	Kuat geser beton	(MPa)
A	=	Luas permukaan benda uji tertekan	(mm ²)
Ar	=	Massa atom relatif	
C	=	Gaya tekan beton	(N)
D	=	Diameter benda uji	(mm)
P	=	Panjang benda uji	(mm)
S	=	Gaya geser beton	
T	=	Tinggi benda uji	(mm)
T	=	Gaya tarik belah beton	
L	=	Lebar benda uji	(mm)
n	=	Mol	
M	=	Molaritas	(M)
Mr	=	Massa atom relatif unsur	
P	=	Beban	(N)
V	=	Volume benda uji	(mm ²)
ACI	=	<i>American Concrete Institute</i>	
AD	=	<i>Air Dry</i>	
Al	=	Aluminium	
Al ₂ O ₃	=	<i>Aluminium Trioksida</i>	
ASTM	=	<i>American Society for Testing and Material</i>	
C	=	Karbon	
CaO	=	<i>Kalsium Oksida</i>	
Cl	=	Klorida	
CO ₂	=	<i>Karbon Dioksida</i>	
Cr ₂ O ₃	=	<i>Krom (III) Oksida</i>	

CTM	=	<i>Compression Testing Machine</i>
Fe	=	Besi
Fe ₂ O ₃	=	<i>Besi (II) Trioksida</i>
H	=	Hidrogen
H ₂ O	=	Air
K ₂ O	=	<i>Kalium Dioksida</i>
M	=	Alkali
MnO ₂	=	<i>Mangan (IV) Oksida</i>
MgO	=	<i>Magnesium Oksida</i>
Na	=	Natrium
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>
Na ₂ O	=	<i>Sodium Oksida</i>
OD	=	<i>Oven Dry</i>
PBI	=	Peraturan Beton Indonesia
S	=	Sulfat
SG	=	<i>Specific Gravity</i>
Si	=	Silika
SiO ₂	=	Silikat Dioksida
SNI	=	Standar Nasional Indonesia
SO ₃	=	<i>Sulfat Trioksida</i>
SP	=	<i>Superplasticizer</i>
SSD	=	<i>Saturated Surface Dry</i>

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian.....	1-7
Gambar 2.1 Kondisi Kadar Air Agregat.....	2-6
Gambar 2.2 Diagram kadar <i>slag</i> dengan <i>cementious material</i> lainnya, <i>Bentur 2002</i>	2-9
Gambar 2.3 Reaksi Kimia <i>slag</i> dengan <i>Sodium Hidroksida</i> , <i>Aleem 2012</i>	2-11
Gambar 2.4 Ilustrasi Pengujian Kuat Tarik Belah.....	2-14
Gambar 3.1 Agregat Kasar Lolos Saringan ½ inci (9,5 mm) dan 3/8 inci (9,5 mm)	3-1
Gambar 3.2 Pasir dengan gradasi saringan No. 4 (4,75 mm), No. 8 (2,36 mm), dan No. 16 (1,18 mm)	3-2
Gambar 3.3 <i>Slag</i> yang lolos saringan No. 200 (0.075 mm)	3-2
Gambar 3.4 <i>Sodium Silikat</i>	3-3
Gambar 3.5 <i>Sodium Hidroksida Cair</i>	3-3
Gambar 3.6 <i>Sodium Hidroksida Padat</i>	3-3
Gambar 3.7 <i>Superplasticizer Sika ViscoCrete 3115-N</i>	3-4
Gambar 3.8 Sampel Uji Kadar Air	3-7
Gambar 3.9 Sampel Uji Silt & Clay	3-8
Gambar 3.10 Sampel Uji Silt & Clay Setelah Dicuci.....	3-8
Gambar 3.11 Sampel Uji Absorpsi.....	3-9
Gambar 3.12 Sampel Uji <i>Spesific Gravity</i>	3-10
Gambar 3.13 Berat Isi yang Dipadatkan	3-11
Gambar 3.14 Pengujian Berat Isi Lepas	3-11
Gambar 3.15 Pengujian Kadar Air	3-12
Gambar 3.16 Agregat Halus Ditambahkan Air	3-13
Gambar 3.17 Sampel Setelah Air Dibuang	3-13
Gambar 3.18 Sampel SSD	3-14
Gambar 3.19 Pengujian <i>Spesific Gravity</i>	3-15
Gambar 3.20 Pengujian Berat Isi Padat.....	3-16
Gambar 3.21 Pengujian Berat Isi Lepas	3-16
Gambar 3.22 Berat <i>Slag</i> dan Piknometer	3-17
Gambar 3.23 <i>Slag</i> Setelah Ditambahkan Air.....	3-17

Gambar 3.24 <i>Slag</i> Diisi Air Penuh.....	3-18
Gambar 3.25 NaOH _(s) dituangkan ke <i>beaker glass</i> dan ditimbang.....	3-24
Gambar 3.26 Air Bersih Dituangkan ke <i>beaker glass</i> Berisi NaOH _(s)	3-25
Gambar 3.27 Penimbangan Na ₂ SiO ₃	3-25
Gambar 3.28 Pengadukan NaOH _(s)	3-25
Gambar 3.29 Larutan Aktivator yang Telah Didiamkan Selama 24 Jam	3-26
Gambar 3.30 Bahan – Bahan yang Digunakan	3-27
Gambar 3.31 <i>Superplasticizer</i>	3-27
Gambar 3.32 Cetakan.....	3-27
Gambar 3.33 Campuran Agregat Halus dan <i>Slag</i>	3-28
Gambar 3.34 Penuangan Aktivator	3-28
Gambar 3.35 Pasta <i>Slag</i>	3-28
Gambar 3.36 Penumbukan dan Pengetukan Beton	3-29
Gambar 3.37 Perataan Beton dengan Alat Perata	3-29
Gambar 3.38 Benda Uji Umur 1 Hari Setelah Pengecoran.....	3-30
Gambar 3.39 Benda Uji Umur 3 Hari Setelah Cetakan Dibuka	3-30
Gambar 3.40 Perawatan Kering Metode Membran	3-31
Gambar 3.41 Benda Uji Sebelum Pengujian	3-32
Gambar 3.42 Benda Uji Saat Diuji Tekan	3-32
Gambar 3.43 Hasil Pengujian	3-33
Gambar 3.44 Benda Uji Setelah Pengujian.....	3-33
Gambar 3.45 Benda Uji Sebelum Pengujian	3-37
Gambar 3.46 Monitor Hasil Pengujian	3-38
Gambar 3.47 Pengujian Tarik Belah.....	3-38
Gambar 3.48 Beton Setelah Pengujian Kuat Tarik Belah.....	3-38
Gambar 3.49 Beton Sebelum Dikeluarkan Dari Kantung Plastik.....	3-40
Gambar 3.50 Benda Uji yang Sudah Ditandai	3-41
Gambar 3.51 Pengujian Geser	3-41
Gambar 3.52 Hasil Pengujian	3-41
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 Berdasakan Molaritas	4-7
Gambar 4.5 Estimasi Kuat Tekan 28 Hari 8M	4-8
Gambar 4.6 Grafik Estimasi Kuat Tekan 28 Hari 10M.....	4-9
Gambar 4.7 Grafik Estimasi Kuat Tekan 28 Hari 12M.....	4-10
Gambar 4.8 Perbandingan Kuat Tekan	4-12
Gambar 4.9 Grafik Kuat Tekan 28 Hari Silinder 50 / 100	4-13
Gambar 4.10 Grafik Kuat Tekan Karakteristik Silinder 50 / 100	4-14
Gambar 4.11 Grafik Kuat Tekan 28 Hari Silinder 100 / 200	4-15
Gambar 4.12 Grafik Kuat Tekan Keseluruhan Pada Perbandingan Molaritas.	4-16
Gambar 4.13 Kuat Tarik Belah 8M	4-20
Gambar 4.14 Grafik Kuat Tarik Belah 10M.....	4-21
Gambar 4.15 Koefisien Kuat Tarik Belah 12M	4-22
Gambar 4.16 Kuat Tarik Belah Terhadap Molaritas	4-23
Gambar 4.17 Kuat Geser 8M.....	4-25
Gambar 4.18 Kuat Geser 10M.....	4-26
Gambar 4.19 Kuat Geser 12M.....	4-27
Gambar 4.20 Grafik Kuat Geser Terhadap Variasi Molaritas.....	4-28
Gambar LA.0.1 Wujud <i>slag</i> sebelum dihaluskan.....	2
Gambar LA.0.2 Gradasi 1 kg <i>slag</i> setelah diayak di <i>sieve shaker</i>	2
Gambar LA.0.3 Gradasi kehalusan <i>slag</i> tiap saringan ayakan.....	3
Gambar LA.0.4 Alat penghalus <i>slag</i>	3
Gambar LA.0.5 <i>Slag</i> setelah dihaluskan (agak berwarna kecoklatan karena profil U baja agak berkarat)	4
Gambar LA.0.6 Gradasi 1 kg <i>slag</i> setelah dihaluskan	4
Gambar LC.0.1 Mortar <i>Slag</i> Lolos Saringan No. 100	2
Gambar LC.0.2 Mortar <i>Slag</i> Lolos Saringan No. 50 (terjadi kesalahan penulisan di benda uji).....	2
Gambar LC.0.3 Mortar <i>Slag</i> Tidak Diayak.....	2
Gambar LC.0.4 Hasil Uji Mortar <i>Slag</i> Lolos Saringan No. 100.....	2
Gambar LC.0.5 Hasil Uji Mortar <i>Slag</i> Tidak Diayak	2
Gambar LC.0.6 Mortar <i>Slag</i> Campuran 2.....	3
Gambar LC.0.7 Mortar <i>Slag</i> Campuran 1	3

Gambar LC.0.8 Hasil Pengujian Mortar <i>Slag</i> Campuran 2.....	3
Gambar LC.0.9 Hasil Pengujian Mortar <i>Slag</i> Campuran 1	3
Gambar LC.0.10 Hasil Sampel Setelah Pengujian	4
Gambar LC.0.11 Beton <i>Slag</i> Campuran 2	4
Gambar LC.0.12 Beton <i>Slag</i> Campuran 1	4
Gambar LC.0.13 Hasil Pengujian Beton <i>Slag</i> Campuran 2	5
Gambar LC.0.14 Hasil Pengujian Beton <i>Slag</i> Campuran 1	5
Gambar LC.0.15 Kondisi Beton <i>Slag</i> Campuran 2 Setelah Pengujian	5
Gambar LC.0.16 Kondisi Beton <i>Slag</i> Campuran 1 Setelah Pengujian	5
Gambar LC.0.17 Beton <i>Slag Trial Mix 4</i>	6
Gambar LC.0.18 Hasil Pengujian Beton <i>Slag Trial Mix 4</i>	6
Gambar LC.0.19 Kondsi Beton <i>Slag Trial Mix 4</i> Setelah Pengetesan	6
Gambar LC.0.20 Beton <i>Slag Trial Mix 5</i>	7
Gambar LC.0.21 Hasil Pengujian Beton <i>Slag Trial Mix 5</i>	7
Gambar LC.0.22 Kondisi Beton <i>Slag Trial Mix 5</i> Setelah Pengetesan.....	7
Gambar LC.0.23 Beton <i>slag Trial Mix 6</i>	8
Gambar LC.0.24 Kondisi Beton <i>Slag Trial Mix 6</i> Setelah Pengetesan.....	8
Gambar LC.0.25 Hasil Pengujian Beton <i>Slag Trial Mix 6</i>	8
Gambar LC 0.26 Beton <i>slag Trial Mix 7</i>	9
Gambar LE.0.1 Hasil Uji Kuat Tekan 8M Umur 14 Hari Sampel A-14C*	2
Gambar LE.0.2 Hasil Uji Kuat Tekan 8M Umur 7 Hari Sampel A-7C*	2
Gambar LE.0.3 Hasil Uji Kuat Tekan 8M Umur 28 Hari Sampel A-28C*	3
Gambar LE.0.4 Hasil Uji Kuat Tekan 8M Umur 21 Hari Sampel A-21C*	3
Gambar LE.0.5 Hasil Uji Kuat Tekan 8M Umur 28 Hari Sampel A-28C	4
Gambar LE.0.6 Hasil Uji Kuat Tekan 10M Umur 7 Hari Sampel B-7C*	5
Gambar LE.0.7 Hasil Uji Kuat Tekan 10M Umur 14 Hari Sampel B-14C*	5
Gambar LE.0.8 Hasil Uji Kuat Tekan 10M Umur 21 Hari Sampel B-21C*	6
Gambar LE.0.9 Hasil Uji Kuat Tekan 10M Umur 28 Hari Sampel B-28C*	6
Gambar LE.0.10 Hasil Uji Kuat Tekan 10M Umur 28 Hari Sampel B-28C	7
Gambar LE.0.11 Hasil Uji Kuat Tekan 12M Umur 7 Hari Sampel C-7C*	8
Gambar LE.0.12 Hasil Uji Kuat Tekan 12M Umur 14 Hari Sampel C-14C*	8
Gambar LE.0.13 Hasil Uji Kuat Tekan 12M Umur 28 Hari Sampel C-28C*	9

Gambar LE.0.14 Hasil Uji Kuat Tekan 12M Umur 21 Hari Sampel C-21C*.....	9
Gambar LE.0.15 Hasil Uji Kuat Tekan 12M Umur 28 Hari Sampel C-28C.....	10
Gambar LE.0.16 Hasil Uji Kuat Tarik Belah 10M Umur 28 Hari Sampel B-28T	11
Gambar LE.0.17 Hasil Uji Kuat Tarik Belah 8M Umur 28 Hari Sampel A-28T	11
Gambar LE.0.18 Hasil Uji Kuat Tarik Belah 12M Umur 28 Hari Sampel C-28T	12
Gambar LE.0.19 Hasil Uji Kuat Geser 8M Umur 28 Hari Sampel A-28S.....	13
Gambar LE.0.20 Hasil Uji Kuat Geser 10M Umur 28 Hari Sampel B-28S	13
Gambar LE.0.21 Hasil Uji Kuat Geser 12M Umur 28 Hari Sampel C-28S	14

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Variasi Benda Uji	1-5
Tabel 2.1 Komposisi <i>slag</i> PT. Purna Baja Hecket	2-8
Tabel 3.1 Spesifikasi Benda Uji	3-6
Tabel 3.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Geopolimer A-7C*, A-14C*, A-21C*, A-28C*	3-34
Tabel 3.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Geopolimer B-7C*, B-14C*, B-21C*, B-28C*	3-34
Tabel 3.4 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Geopolimer C-7C*, C-14C*, C-21C*, C-28C*	3-35
Tabel 3.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Geopolimer B-28C	3-36
Tabel 3.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Geopolimer C-28C	3-36
Tabel 3.7 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Geopolimer A-28C	3-36
Tabel 3.8 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Geopolimer A-28T	3-39
Tabel 3.9 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Geopolimer B-28T.....	3-39
Tabel 3.10 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Geopolimer C-28T.....	3-39
Tabel 3.11 Hasil Pengujian Kuat Geser Beton Geopolimer A-28S	3-42
Tabel 3.12 Hasil Pengujian Kuat Geser Beton Geopolimer B-28S	3-42
Tabel 3.13 Hasil Pengujian Kuat Geser Beton Geopolimer C-28S	3-42
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.....	4-6
Tabel 4.6 Kuat Tekan Regresi dan Faktor Umur 10M.....	4-6
Tabel 4.7 Kuat Tekan Regresi dan Faktor Umur 12M.....	4-6
Tabel 4.8 Estimasi Kuat Tekan 28 Hari & Kuat Tekan Karakteristik 8M.....	4-8
Tabel 4.9 Estimasi Kuat Tekan 28 Hari & Kuat Tekan Karakteristik 10M.....	4-9
Tabel 4.10 Estimasi Kuat Tekan 28 Hari & Kuat Tekan Karakteristik 12M....	4-10
Tabel 4.11 Kuat Tekan 28 Hari Silinder 100 x 200 mm	4-11

Tabel 4.12 Massa Jenis Beton Geopolimer 8M	4-17
Tabel 4.13 Massa Jenis Beton Geopolimer 10M	4-18
Tabel 4.14 Massa Jenis Beton Geopolimer 12M	4-18
Tabel 4.15 Kuat Tarik Belah dan Koefisien Kuat Tarik Belah 8M	4-20
Tabel 4.16 Kuat Tarik Belah dan Koefisien Kuat Tarik Belah 10M	4-21
Tabel 4.17 Kuat Tarik Belah dan Koefisien Kuat Tarik Belah 12M	4-22
Tabel 4.18 Kuat Geser dan Koefisien Kuat Geser 8M	4-25
Tabel 4.19 Kuat Geser dan Koefisien Kuat Geser 10M	4-26
Tabel 4.20 Kuat Geser dan Koefisien Kuat Geser 12M	4-27
Tabel LB.0.1 <i>Mix Design Trial Mix 1</i>	LB-2
Tabel LB.0.2 <i>Mix Design Trial Mix 2</i>	LB-3
Tabel LB.0.3 <i>Mix Design Trial Mix 3</i>	LB-4
Tabel LB.0.4 <i>Mix Design Trial Mix 4</i>	LB-4
Tabel LB.0.5 <i>Mix Design Trial Mix 5</i>	LB-5
Tabel LB.0.6 <i>Mix Design Trial Mix 6</i>	LB-6
Tabel LB.7 <i>Mix Design Trial Mix 7</i>	LB-7
Tabel LD.0.1 <i>Mix Design Beton 50 mm x 100 mm 8M</i>	LD-2
Tabel LD.0.2 <i>Mix Design Beton 50 mm x 100 mm 10M</i>	LD-2
Tabel LC.0.3 <i>Mix Design Beton 50 mm x 100 mm 12M</i>	LD-2
Tabel LD.0.4 <i>Mix Design Beton 100 mm x 200 mm 8M</i>	LD-3
Tabel LD.0.5 <i>Mix Design Beton 100 mm x 200 mm 10M</i>	LD-3
Tabel LD.0.6 <i>Mix Design Beton 100 mm x 200 mm 12M</i>	LD-3
Tabel LD.0.7 <i>Mix Design Beton 50 mm x 100 mm x 150 mm 8M</i>	LD-4
Tabel LD.0.8 <i>Mix Design Beton 50 mm x 100 mm x 150 mm 10M</i>	LD-4
Tabel LD.0.9 <i>Mix Design Beton 50 mm x 100 mm x 150 mm 12M</i>	LD-4
Tabel LF.0.1 Uji Kadar Air Agregat Halus	LF-2
Tabel LF.0.2 Uji Kadar <i>Silt and Clay</i> Agregat Halus	LF-2
Tabel LF.0.3 Uji <i>Spesific Gravity</i> Agregat Halus	LF-3
Tabel LF.0.4 Uji Absorpsi Agregat Halus	LF-3
Tabel LF.0.5 Uji Berat Isi Agrgeat Halus	LF-4
Tabel LF.0.6 Uji Kadar Air Agregat Kasar	LF-5
Tabel LF.0.7 Uji <i>Spesific Gravity</i> Agregat Kasar	LF-5

Tabel LF.0.8 Uji Absorpsi Agregat Kasar	LF-6
Tabel LF.0.9 Uji <i>Silt and Clay</i> Agregat Kasar.....	LF-6
Tabel LF.0.10 Uji Berat Isi Lepas Agrgeat Kasar	LF-7
Tabel LF.0.11 Uji Berat Isi Padat Agregat Kasar	LF-7
Tabel LF.0.12 Uji <i>Spesific Gravity Slag</i>	LF-8

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dewasa ini, pertumbuhan angka penduduk di Indonesia berkembang sangat pesat dari tahun 1990 sejumlah 181.400.000 jiwa menjadi 261.100.000 juta jiwa pada tahun 2016 (World Bank, 2016). Pertumbuhan angka penduduk yang berkembang sangat pesat diiringi juga dengan pembangunan konstruksi yang berkembang pesat dan munculnya banyak perusahaan konstruksi dari pemerintah maupun swasta. Pembangunan konstruksi dibutuhkan karena digunakan sebagai sarana dan prasarana kebutuhan penduduk khususnya gedung dan rumah. Saat ini, pembangunan konstruksi umumnya menggunakan material beton dan mortar. Beton dan mortar dapat digunakan pada pembangunan rumah, infrastruktur seperti gedung, jalan raya, jembatan, dan lain sebagainya. Beton dan mortar lebih sering digunakan daripada material lainnya seperti baja dan kayu, karena proses pembuatannya relatif lebih sederhana, harganya murah, dan mudah didapatkan. Baja lebih jarang digunakan karena harganya mahal, sedangkan kayu jarang digunakan karena kayu berasal dari alam dan harus dijaga kelestariannya.

Beton tersusun dari beberapa komposisi, yaitu : agregat kasar atau kerikil, agregat halus atau pasir, semen, dan air. Semen yang merupakan bahan pengikat yang paling utama dari campuran beton. Produksinya juga meningkat terus di dunia dari tahun 1995 yaitu sebanyak 1.5 ton per tahunnya, hingga pada tahun 2010 produksinya meningkat menjadi 2.2 ton per tahunnya (Malhorta, 1999). Sementara di Indonesia, konsumsi semen nasional pada tahun 1990 sebanyak 13.762.000 ton dan pada tahun 2005 sebanyak 31.433.000 ton (Departemen Perindustrian, 2006). Di masa depan, peningkatan proses produksi semen ini akan bertambah terus seiring dengan pembangunan konstruksi yang kian meningkat setiap tahunnya. Pada proses pembuatan semen dianggap kurang ramah lingkungan karena terjadi proses pelepasan gas karbondioksida (CO₂) ke udara yang besarnya sebanding dengan jumlah semen yang di produksi (Davidovits, 1994). Gas karbondioksida (CO₂) yang dilepaskan ke udara bebas akan menuju lapisan atmosfer terdalam yaitu

troposfer dan membuat lapisan yang menyelimuti bumi. Energi dari radiasi matahari yang telah di absorpsi oleh permukaan bumi akan dipantulkan kembali yang berupa radiasi infra merah tertahan oleh gas karbondioksida (CO_2) yang ada di troposfer sehingga dipantulkan kembali ke permukaan bumi yang membuat suhu permukaan bumi menjadi naik atau dengan istilah lainnya pemanasan global.

Untuk mengatasi masalah gas karbondioksida (CO_2) yang dihasilkan dalam proses pembuatan semen yang berdampak buruk pada lingkungan, dengan seiringnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, Prof. Joseph Davidovits menemukan material yang lebih ramah lingkungan untuk menggantikan semen yang disebut dengan geopolimer. Material tersebut disebut dengan geopolimer karena merupakan sintesis dari bahan-bahan alam non-organik yang melewati proses polimerisasi. Material yang digunakan juga harus banyak mengandung aluminium (Al) dan silika (Si) untuk memperkuat ikatan polimerisasi ketika diaktifkan oleh aktivator.

Material geopolimer ini banyak terdapat pada hasil limbah perindustrian seperti *fly ash* dan *slag*. *Slag* adalah hasil residu terak dari pembakaran tanur tinggi dengan suhu 1500 derajat celsius dari peleburan baja. Setelah proses peleburan wujud *slag* berupa cairan kemudian langsung didinginkan dengan menggunakan air dengan jumlah yang besar. Proses pendinginan ini penting karena untuk mengoptimalkan sifat-sifat semen dan menghasilkan butiran yang mirip dengan pasir kasar (D. Suresh & K. Nagaraju, 2005). Kemudian *slag* akan dikeringkan dan dihaluskan lagi menjadi butiran serbuk halus.

Agar *slag* dapat dijadikan sebagai *binder* untuk beton, perlu ditambahkan larutan alkali (aktivator) untuk mengaktifkan Al dan Si yang terkandung dalam *slag* agar terjadi ikatan polimerisasi yang kuat. Aktivator yang dapat digunakan adalah yang mengandung unsur alkali (Golongan 1A). Dalam sehari-hari unsur yang mudah didapatkan yaitu Natrium (Na) dengan aktivator berupa *Sodium Silikat* (Na_2SiO_3) dan *Sodium Hidroksida* (NaOH). *Sodium Hidroksida* (NaOH) termasuk dalam kategori aktivator yang efektif untuk *slag* (Collins & Sanjayan, 1998; Li Yongde & Sun Yao, 2000; Song, et al., 2000). Pada umumnya *Sodium Hidroksida* (NaOH) 8M sampai 14M dengan *Sodium Silikat* (Na_2SiO_3) dengan perbandingan 0,4 sampai 2,5 yang digunakan sebagai aktivator (Hardjito, 2005).

Penggunaan *slag* sebagai beton geopolimer dalam pembangunan konstruksi adalah salah satu upaya untuk mengatasi permasalahan lingkungan yang ada diakibatkan oleh produksi semen, karena *slag* merupakan limbah hasil industri yang dapat dimanfaatkan. Untuk mengetahui komposisi antara *slag* dan aktivator pada beton geopolimer untuk mengetahui kekuatannya perlu dilakukan pengujian. Apabila dapat dicapainya komposisi *mix design* yang efisien, beton geopolimer dapat diterapkan dalam balok beton bertulang.

Melalui penelitian ini, dilakukan eksperimen beton geopolimer berbahan dasar *slag* yang menggunakan aktivator dengan 3 macam molaritas yaitu 8M, 10M, dan 12M dalam benda uji silinder untuk mengetahui kuat tekan 28 hari, kuat tarik belah, dan kuat geser pada ketiga molaritas dan faktor umur *slag* pada molaritas 10M.

1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kekuatan optimum beton geopolimer yang terdiri dari agregat kasar, agregat halus, air, *slag*, *Sodium Hidroksida (NaOH)*, *Sodium Silikat (Na₂SiO₃)*, dan *superplasticizer*. Pengujian dilakukan dalam benda uji silinder untuk mengetahui kekuatan tekan dan kuat tarik belah pada 28 hari untuk molaritas 8M, 10M, dan 12M. Untuk pengujian uji kuat geser dilakukan dalam benda uji balok untuk molaritas 8M, 10M, dan 12M.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh *slag* yang diaktifkan sebagai binder pengganti semen 100% terhadap campuran beton geopolimer.
2. Mengetahui pengaruh kadar agregat dan binder terhadap kekuatan beton geopolimer.
3. Mengetahui pengaruh variasi molaritas *Sodium Hidroksida* terhadap kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat geser beton geopolimer.
4. Mengetahui hubungan umur terhadap kuat tekan beton geopolimer.
5. Mengetahui nilai kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat geser beton pada 28 hari pada molaritas 8M, 10M, dan 12M.

1.4 Pembatasan Masalah

1. Ukuran agregat kasar yang digunakan adalah agregat yang lolos saringan 3/8 inch (9,5 mm).
2. Ukuran agregat halus yang digunakan adalah agregat yang lolos saringan No. 4 (4,75 mm) dengan proporsi 15%, No. 8 (2,36 mm) dengan proporsi 15%, dan No. 16 (1,18 mm) dengan proporsi 70%.
3. *Slag* yang digunakan merupakan *slag* yang sudah dihaluskan lolos saringan No. 200 (0,075 mm).
4. Larutan aktivator yang digunakan adalah *Sodium Silikat* (Na_2SiO_3) dan *Natrium Hidroksida* (NaOH) dengan variasi molaritas 8M, 10M, dan 12M.
5. Perbandingan antara binder, agregat halus, dan agregat kasar adalah = 1 : 1,25 : 1,3.
6. Perbandingan antara *slag* dan aktivator adalah = 0,65 : 0,35
7. Perbandingan aktivator antara *Sodium Hidroksida* (NaOH) dan *Sodium Silikat* (Na_2SiO_3) adalah = 2 : 3
8. *Superplasticizer* yang digunakan adalah Sika *ViscoCrete* 3115-N.
9. Perawatan beton yang digunakan adalah *curing* kering dengan metode membran menggunakan plastik kedap udara.
10. Pengujian kuat tekan umur 28 hari menggunakan benda uji silinder berdimensi 100 mm x 200 mm (ASTM C 39 / C 39M – 16b).
11. Pengujian kuat tekan untuk mengetahui faktor umur pada umur 7, 14, 21, 28 hari menggunakan benda uji silinder berdimensi 50 mm x 100 mm.
12. Pengujian kuat tekan berdasarkan metode SNI 03-6825-2002 dengan menggunakan alat *Compression Testing Machine*.
13. Pengujian kuat tarik belah menggunakan benda uji silinder berdimensi 50 mm x 100 mm dengan molaritas 8M, 10M, dan 12M pada umur 28 hari, berdasarkan SNI 03-2491-2002 dengan menggunakan alat *Compression Testing Machine*.
14. Pengujian kuat geser menggunakan benda uji balok berdimensi 150 mm x 100 mm x 50 mm. Pengujian kuat geser dilakukan pada molaritas 8M, 10M, dan 12M pada umur 28 hari menggunakan *Universal Testing Machine*.
15. Variasi pengujian dan jumlah benda uji dapat dilihat di Tabel 1.1

Tabel 1.1 Variasi Benda Uji

Variasi Benda Uji	Molaritas (M)	Rasio Berat					Umur (Hari)	Jumlah Benda Uji	Dimensi Benda Uji (cm)
		NaOH : Na ₂ SiO ₃	Slag : Aktivator (%)	Binder : Agregat	Agregat Halus : Agregat Kasar	SP (%)			
A – 7C*	8	2 : 3	0.65 : 0.35	1 : 2,55	1,25 : 1,3	2	7	3	D5 T10
A – 14C*	8	2 : 3	0.65 : 0.35	1 : 2,55	1,25 : 1,3	2	14	3	D5 T10
A – 21C*	8	2 : 3	0.65 : 0.35	1 : 2,55	1,25 : 1,3	2	21	3	D5 T10
A – 28C*	8	2 : 3	0.65 : 0.35	1 : 2,55	1,25 : 1,3	2	28	3	D5 T10
A – 28C	8	2 : 3	0.65 : 0.35	1 : 2,55	1,25 : 1,3	2	28	3	D10 T20
A – 28T	8	2 : 3	0.65 : 0.35	1 : 2,55	1,25 : 1,3	2	28	3	D5 T10
A – 28S	8	2 : 3	0.65 : 0.35	1 : 2,55	1,25 : 1,3	2	28	3	P15 L10 T5
B – 7C*	10	2 : 3	0.65 : 0.35	1 : 2,55	1,25 : 1,3	2	7	3	D5 T10
B – 14C*	10	2 : 3	0.65 : 0.35	1 : 2,55	1,25 : 1,3	2	14	3	D5 T10
B – 21C*	10	2 : 3	0.65 : 0.35	1 : 2,55	1,25 : 1,3	2	21	3	D5 T10
B – 28C*	10	2 : 3	0.65 : 0.35	1 : 2,55	1,25 : 1,3	2	28	3	D5 T10
B – 28C	10	2 : 3	0.65 : 0.35	1 : 2,55	1,25 : 1,3	2	28	3	D10 T20
B – 28T	10	2 : 3	0.65 : 0.35	1 : 2,55	1,25 : 1,3	2	28	3	D5 T10
B – 28S	10	2 : 3	0.65 : 0.35	1 : 2,55	1,25 : 1,3	2	28	3	P15 L10 T5
C – 7C*	12	2 : 3	0.65 : 0.35	1 : 2,55	1,25 : 1,3	2	7	3	D5 T10
C – 14C*	12	2 : 3	0.65 : 0.35	1 : 2,55	1,25 : 1,3	2	14	3	D5 T10
C – 21C*	12	2 : 3	0.65 : 0.35	1 : 2,55	1,25 : 1,3	2	21	3	D5 T10
C – 28C*	12	2 : 3	0.65 : 0.35	1 : 2,55	1,25 : 1,3	2	28	3	D5 T10
C – 28C	12	2 : 3	0.65 : 0.35	1 : 2,55	1,25 : 1,3	2	28	3	D10 T20
C – 28T	12	2 : 3	0.65 : 0.35	1 : 2,55	1,25 : 1,3	2	28	3	D5 T10
C – 28S	12	2 : 3	0.65 : 0.35	1 : 2,55	1,25 : 1,3	2	28	3	P15 L10 T5
TOTAL								63	

Keterangan Benda Uji :

A = variasi molar 8M

B = variasi molar 10M

C = variasi molar 12M

7, 14, 21, 28 merupakan umur benda uji

C = uji kuat tekan

T = uji kuat tarik belah

S = uji kuat geser

* = faktor umur

D = diameter

T = tinggi

P = panjang

L = lebar

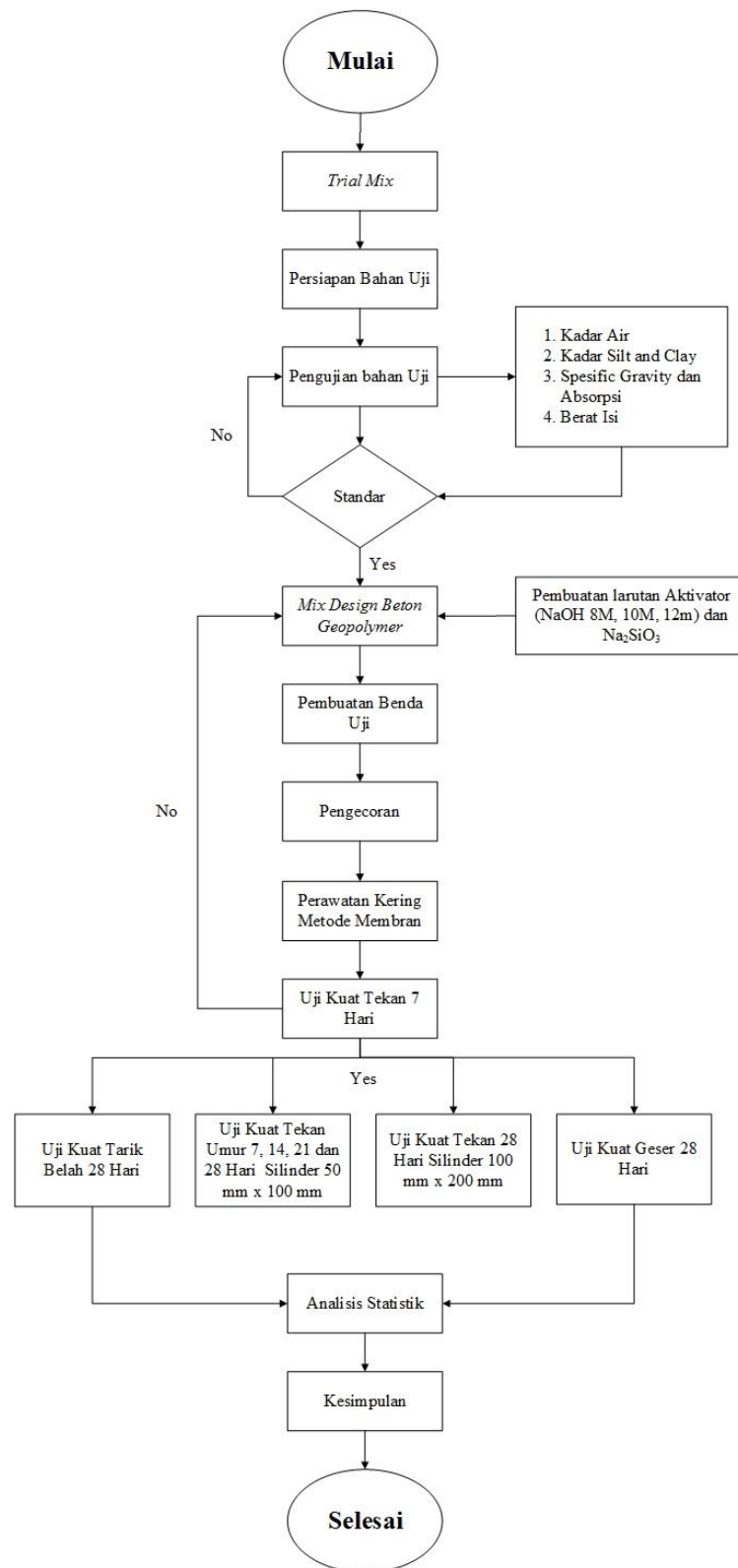
1.5 Metode Penelitian

1. Studi Literatur

Studi literatur adalah mencari referensi teori yang relevan dengan masalah yang ada yang bertujuan untuk mendapatkan gambaran keseluruhan untuk proses penelitian. Studi literatur diharapkan dapat mencakup pemahaman konsep tentang sifat dan karakteristik beton secara umum, pengaruh penggunaan *slag* sebagai pengganti semen terhadap beton, pencampuran dan pengaktifan dengan larutan aktivator (*Sodium Hidroksida* (NaOH) dan *Sodium Silikat* (Na₂SiO₃)), penggunaan *superplasticizer*, dan tahap pengerjaan hingga pengujian kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat geser.

2. Studi Eksperimental

Pengujian yang dilakukan terhadap beton geopolimer adalah uji kuat tekan, dan uji kuat tarik belah menggunakan alat *Compression Testing Machine*. Kemudian untuk pengujian kuat geser menggunakan alat *Universal Testing Machine*. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Struktur Universitas Katolik Parahyangan. Kemudian setelah pengujian eksperimental maka akan dilakukan analisis yang akan ditampilkan dalam hasil grafik.



Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan dilakukan secara sistematis untuk menyusun skripsi ini dan dibagi dalam 5 bab, yaitu :

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 DATA DAN ANALISIS HASIL PENGUJIAN

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

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan berisi tentang kesimpulan dari keseluruhan penulisan yang berasal dari hasil analisis perhitungan serta berisi saran yang dapat disimpulkan dari pengujian yang telah dilakukan.