

**SKRIPSI**

**STUDI EKSPERIMENTAL**  
**BETON GEO-POLIMER *SLAG* DENGAN**  
**VARIASI KADAR ABU TERBANG**



**Adhitya Indra**  
**NPM : 2014410153**

**PEMBIMBING: Dr. Cecilia Lauw Giok Swan**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 4339/SK/BAN-PT/Akred/PT/XI/2017)**  
**BANDUNG**  
**JUNI 2018**



**SKRIPSI**

**STUDI EKSPERIMENTAL  
BETON GEO-POLIMER *SLAG* DENGAN  
VARIASI KADAR ABU TERBANG**



**ADHITYA INDRA  
NPM : 2014410153**

**BANDUNG, 26 JUNI 2018**

A handwritten signature in black ink, which appears to be 'Cecilia', written in a cursive style. The signature is underlined with a single horizontal line.

**Dr. Cecilia Lauw Giok Swan**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 4339/SK/BAN-PT/Akred/PT/XI/2017)  
BANDUNG  
JUNI 2018**



## PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini,

Nama lengkap : Adhitya Indra

NPM : 2014410153

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul : *Studi Eksperimental Beton Geo-polimer Slag Dengan Variasi Kadar Abu Terbang* 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, 26 Juni 2018



Adhitya Indra

2014410153



# STUDI EKSPERIMENTAL BETON GEO-POLIMER SLAG DENGAN VARIASI KADAR ABU TERBANG

Adhitya Indra  
NPM: 2014410153

Pembimbing: Dr. Cecilia Lauw Giok Swan, Ir., M.T.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 4339/SK/BAN-PT/Akred/PT/XI/2017)  
BANDUNG  
JUNI 2018

## ABSTRAK

Geo-polimer adalah semen jenis baru yang ditemukan oleh Prof. Joseph Davidovits (1978) yang ramah lingkungan karena memiliki emisi gas CO<sub>2</sub> yang rendah dan keawetan ikatan antar senyawa yang tinggi. Geo-polimer ini sedang dikembangkan untuk menggantikan penggunaan semen portland pada konstruksi dan mengurangi limbah pozolanik. Pembuatan geo-polimer ini terdiri dari material pozolanik sebagai pengikat yang mengandung alumina-silika yang tinggi dan diaktivasi dengan alkali. Pada studi eksperimental ini digunakan *Ground Granulated Blast Furnace slag* nikel dan *fly ash* tipe F sebagai pengikat dimana keduanya adalah material residu dengan kategori limbah B3 dan diaktivasi menggunakan larutan NaOH 12M dan larutan Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>. Pada penelitian ini, dilakukan variasi pada material pengikat yang diuji pada umur 7, 14, dan 28 hari dengan variasi pertama slag 100% dan fly ash 0% yang menghasilkan kuat tekan rata rata 12,35 MPa pada 7 hari, 14,61 MPa pada 14 hari, dan 17,26 MPa pada 28 hari. Variasi ke-2 adalah slag 75% dan fly ash 25% yang menghasilkan kuat tekan rata rata 5,53 MPa pada 7 hari, 8,82 MPa pada 14 hari, dan 13,42 MPa pada 28 hari. Variasi ke-3 adalah slag 50% dan fly ash 50% yang menghasilkan kuat tekan rata rata 3,27 MPa pada 7 hari, 5,93 MPa pada 14 hari, dan 10,07 MPa pada 28 hari. Dilakukan juga percobaan variasi CaO sebagai set akselerator dengan hasil sebelum ditambahkan CaO, *setting time* 1 hari dan dapat dilepas cetakan 3 hari. Setelah ditambahkan CaO, *setting time* 2 jam dan dapat dilepas cetakan 1 hari.

Kata Kunci: Geo-polimer, Slag, Fly ash, CaO





# **EKSPERIMENTAL STUDY OF GROUND GRANULATED BLAST FURNACE SLAG-BASED GEOPOLYMER CONCRETE WITH FLY ASH**

**Adhitya Indra  
NPM: 2014410153**

**Advisor: Dr. Cecilia Lauw Giok Swan, Ir., M.T.**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL  
ENGINEERING**

**(Accredited by SK BAN-PT Number: 4339/SK/BAN-PT/Akred/PT/XI/2017)**

**BANDUNG  
JUNE 2018**

## ***ABSTRACT***

Geopolymer is a new type of cement which was researched and patented by Prof. Joseph Davidovits (1978); the cement has low carbon emission and strong chemical bonds. Geopolymer is still being researched for the purpose of replacing Portland cement and reducing pozzolanic waste. Geopolymer concrete is bound by pozzolanic material which contains high aluminium-silicate and could be activated using alkaline. This experimental study utilised Ground Granulated Blast Furnace Nickle Slag and type F fly ash as chemical binders (both being hazardous waste) activated by sodium solution (NaOH) 12M and sodium metasilicate solution ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ). Variations featured in this experimental study are average compressive strengths measured after 7, 14 and 28 days. The 1<sup>st</sup> variant is 100% slag and 0% fly ash, which produced 12,35 MPa average compressive strength measured on the 7<sup>th</sup> day, 14,61 MPa average compressive strength measured on the 14<sup>th</sup> day, and 17,26 MPa average compressive strength measured on the 28<sup>th</sup> day. The 2<sup>nd</sup> variant is 75% slag and 25% fly ash which produced 5,53 MPa average compressive strength measured on the 7<sup>th</sup> day, 8,82 MPa average compressive strength measured on the 14<sup>th</sup> day, and 13,42 MPa average compressive strength measured on the 28<sup>th</sup> day. The 3<sup>rd</sup> variant is 50% slag and 50% fly ash which produced 3,27 MPa average compressive strength measured on the 7<sup>th</sup> day, 5,93 MPa average compressive strength measured on the 14<sup>th</sup> day, and 10,07 MPa average compressive strength measured on the 28<sup>th</sup> day. Another variation of the experiment was also conducted, utilising CaO as an accelerator; which resulted in a change from 1 day setting time and 3 days molding off period for zero calcium oxide variant to 2 hours and 1 day molding off period after calcium oxide was added.

Keywords: Geopolymer, Slag, Fly Ash, Calcium Oxide



## 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 Geo-polimer Slag Dengan Variasi Kadar Abu Terbang* yang merupakan bagian dari penelitian Dr. Cecilia Lauw Giok Swan 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.

Penulis sangat berterimakasih karena telah mendapatkan kesempatan untuk menggali ilmu dan menjadi bagian dari penelitian Dr. Cecilia Lauw Giok Swan yang tidak lain adalah dosen pembimbing yang senantiasa membimbing dan membantu penelitian maupun proses penyusunan skripsi sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

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. Cecilia Lauw Giok Swan selaku dosen pembimbing yang selalu membantu dan membimbing serta memberi masukan dan saran selama proses pembuatan skripsi ini.
2. Dr. Paulus Karta Wijaya dan Buen Sian, Ir., M.T. selaku dosen penguji skripsi ini yang selalu memberikan masukan dan saran yang membangun.
3. Dr. Jenny Novianti M Soetedjo selaku dosen Teknik Kimia yang selalu membantu dan memberikan solusi dari sudut pandang seorang kimiawan dan juga sangat bersemangat untuk memberikan yang terbaik selama proses pembuatan skripsi ini.

4. Indra Gunawan dari PT INDOFERO yang telah berpartisipasi dan memberikan bantuan bahan baku slag nikel yang digunakan dalam penelitian ini.
5. Teguh Farid Nurul Iman dan Markus Didi Gunardi selaku laboran Laboratorium Struktur UNPAR yang selalu memberikan masukan dan saran yang membangun selama pembuatan skripsi.
6. Keluarga tercinta, Indrawati Handoko selaku ibu kandung penulis yang sangat menginspirasi dan selalu memberikan semangat tanpa henti, Maria Dwina yang selalu memberikan dukungan dan didikan mental, dan adik perempuanku tersayang Adhika Shanti yang selalu memberikan dukungan yang sangat membantu dalam banyak hal untuk pembuatan skripsi ini.
7. Hendry Justin, Kevin Pratama, Cristiawan, dan Roby Dharmma selaku teman seperjuangan skripsi ini yang selalu bekerja secara team dan saling mendukung satu sama lain sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik. Terutama kepada Hendry Justin dan Kevin Pratama yang rela berbagi internet kost dan tempat menginap kepada penulis yang tidak punya internet di kost nya sendiri.
8. Antonius Arthur Arifin selaku sahabat yang selalu memberikan support dan nasihat kepada penulis.
9. Christian Alexander Tjiptohardojo yang membantu teknis dan format pengetikan skripsi ini.
10. Teresa Davina (Vivien) yang membantu dalam pengejaan *grammar* pada bagian *abstract* skripsi ini.
11. Maria Tifany (Martifch), Ressa Regina, Darius Raxy, David Hans Abel, Jason Christopher, Oktavianus, Astrid Marion Indiani, Niki Utomo. Adrianti Dewi Mareta Hadiman (Mother of All Cat) selaku teman laboratorium seperjuangan skripsi.
12. Grup Pares Invader, Aikido Dojo UNPAR, P3M, KMBP, Grup Molen, Grup main, beserta Grup Gosip lainnya yang selalu membantu mengisi waktu dan acara selama perkuliahan penulis di UNPAR.
13. Christian Gautama, Kebab, Theo Senjaya, Jason Christopher, Darius Raxy, Hendry Justin, Kevin Pratama, Reva Al Mahran (Zo), Christian Aslan (ASL), Joshua Dave, Stevaldy Sutanto, Yongki, Jonathan Reynaldi dan Stefanus Yobel yang mengisi waktu kosong dan menginspirasi penulis.

14. Jimi Utomo, Dominico Saverius, dan teman teman kost 93/166A lainnya yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
15. Sipil 2014 atas kebersamaan dan kenangan yang tidak akan terlupakan selama penulis menimba ilmu di UNPAR.
16. Semua dosen beserta staff Teknik Sipil UNPAR yang telah berkontribusi membhaktikan diri, memberikan ilmu dan mendidik dengan tulus
17. PT MODULE CIPTA ENGINEERING dan Panitia PPAG (Pak Alex, Pak Winson, Danella, Kak Grace, dan Cici Vicky) yang senantiasa membagi ilmu dan pengalaman kerja yang akan selalu penulis kenang.
18. PT ANUGRAH DAYA MANUNGGAL atas pengalaman kerja dan semua bantuan yang diberikan kepada penulis.

Bandung, 26 Juni 2018



Adhitya Inrda

2014410153



# DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	iii
PRAKATA .....	xi
DAFTAR ISI .....	xv
DAFTAR NOTASI .....	xix
DAFTAR GAMBAR .....	xxi
DAFTAR TABEL .....	xxiii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1-1
1.1. Latar Belakang .....	1-1
1.2. Inti Permasalahan .....	1-2
1.3. Tujuan Penelitian .....	1-3
1.4. Pembatasan Masalah .....	1-3
1.5. Metode Penelitian .....	1-4
1.6. Sistematika Penulisan .....	1-5
1.7. Diagram Alir .....	1-6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	2-1
2.1. Beton Geo-polimer .....	2-1
2.2. Material Beton Geopolimer .....	2-3
2.2.1. Ground Granulated Blast Furnance Slag (GGBFS) .....	2-3
2.2.2. Abu Terbang ( <i>Fly Ash</i> ) .....	2-4
2.2.3. Aktivator dan Katalis Aktivator .....	2-6
2.2.4. CaO .....	2-7
2.2.5. Kaolin .....	2-7
2.2.6. Air .....	2-7

2.2.7.	Agregat .....	2-8
2.3.	Rasio Berat Campuran Beton Geo-Polimer .....	2-10
2.3.1.	NaOH/Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> .....	2-10
2.3.2.	AL/Binder .....	2-10
2.3.3.	CaO/Binder .....	2-10
2.3.4.	Kaolin/NaOH <sub>(s)</sub> .....	2-11
2.3.5.	W/GPS .....	2-11
2.3.6.	Sand/Coarse Agregat .....	2-11
2.3.7.	Pasta/(Sand+Coarse Agregat) .....	2-11
2.4.	Efflorescence .....	2-11
2.5.	Uji Kuat Tekan Beton .....	2-12
2.6.	Metode Curing Beton Geo-polimer .....	2-13
2.7.	Analisis Statistik .....	2-14
<b>BAB 3 PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENGUJIAN .....</b>		<b>3-1</b>
3.1.	Persiapan Alat dan Bahan .....	3-1
3.1.1.	Persiapan Alat .....	3-1
3.1.2.	Persiapan Bahan .....	3-8
3.2.	Pembuatan Benda Uji .....	3-14
3.3.	Perawatan (Curing) Benda Uji .....	3-20
3.4.	Pengujian Kuat Tekan Benda Uji .....	3-21
<b>BAB 4 ANALISIS HASIL PENGUJIAN .....</b>		<b>4-1</b>
4.1.	Analisis Kuat Tekan .....	4-1
4.2.	Analisis Pola Retak .....	4-8
4.3.	Analisis waktu pengerasan .....	4-10
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>5-1</b>
5.1.	Kesimpulan .....	5-1



5.2. Saran .....	5-2
DAFTAR PUSTAKA .....	xxi



## DAFTAR NOTASI

$A$	: Luas Permukaan Bidang Tekan	(cm <sup>2</sup> )
$AL$	: <i>Alkali Liquid</i>	
$f'c$	: Kuat Tekan Beton	(MPa)
$GPS$	: <i>Geo-Polymer Solid</i>	(gram)
$\gamma$	: Berat Jenis Partikel Halus	(gram/mL)
$m$	: Massa Larutan	(gram)
$OD$	: <i>Oven Dry</i>	
$P$	: Beban Tekan	(kN)
$SG$	: <i>Spesific Gravity</i>	
$SSD$	: <i>Saturated Surface Dry</i>	
$V$	: Volume Larutan	(gram)
$W$	: Berat Total Air	(gram)



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b>	Diagram Alir Penelitian .....	1-6
<b>Gambar 2.1</b>	Bangunan historikal yang terbuat dari polimerisasi kapur .....	2-1
<b>Gambar 2.2</b>	Reaksi pengerasan semen portland (kiri) dan geo-polimer (kanan)	2-2
<b>Gambar 2.3</b>	Komponen penyusun beton geo-polimer.....	2-3
<b>Gambar 2.4</b>	Proses peleburan besi.....	2-4
<b>Gambar 2.5</b>	Proses Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) .....	2-5
<b>Gambar 2.6</b>	Alkali Activated Material .....	2-6
<b>Gambar 2.7</b>	Kondisi Kadar Air Agregat.....	2-9
<b>Gambar 2.8</b>	Efflorescence pada permukaan beton geo-polimer.....	2-12
<b>Gambar 3.1</b>	Sand Absorption Cone dan Tamper.....	3-1
<b>Gambar 3.2</b>	Parameter Kondisi Kadar Air Pasir .....	3-2
<b>Gambar 3.3</b>	Pycnometer Kapasitas 100 mL dengan Tutup Pycnometer .....	3-3
<b>Gambar 3.4</b>	Molen Pengaduk Kapasitas 5 Liter .....	3-4
<b>Gambar 3.5</b>	Cetakan Silinder $\phi$ 100 mm, Tinggi 200 mm (kiri) dan Kunci Pas 17 (kanan).....	3-4
<b>Gambar 3.6</b>	Vibrator Portable Beton.....	3-5
<b>Gambar 3.7</b>	Cylinder Concrete Scoop.....	3-5
<b>Gambar 3.8</b>	Vertical Cylinder Capping Set $\phi$ 100 mm .....	3-6
<b>Gambar 3.9</b>	Alat Pengaman Diri .....	3-7
<b>Gambar 3.10</b>	Compression Testing Machine (CTM).....	3-7
<b>Gambar 0.11</b>	Slag PT INDOFERO .....	3-8
<b>Gambar 3.12</b>	Fly Ash Tipe F.....	3-8
<b>Gambar 3.13</b>	Larutan NaOH 12M (kiri) dan Larutan $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ (kanan).....	3-9
<b>Gambar 3.14</b>	Calcium Oxide Bubuk.....	3-10
<b>Gambar 3.15</b>	Kaolin atau Bolus Alba.....	3-10
<b>Gambar 3.16</b>	Agregat Halus yang Siap Digunakan untuk Pengecoran.....	3-12
<b>Gambar 3.17</b>	Agregat Halus yang Siap Digunakan untuk Pengecoran.....	3-13
<b>Gambar 3.18</b>	Sulfur Daur Ulang (kiri) dan Sulfur Bubuk (kanan).....	3-13
<b>Gambar 3.19</b>	Proses Perataan Campuran Dry Mix.....	3-14
<b>Gambar 3.20</b>	Proses Pemasukan Larutan NaOH.....	3-15
<b>Gambar 3.21</b>	Proses Pemasukan Larutan $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ .....	3-16

<b>Gambar 3.22</b> Proses Pemasukan Pasir .....	3-17
<b>Gambar 3.23</b> Proses Pemasukan CaO bubuk.....	3-17
<b>Gambar 3.24</b> Proses Pemasukan Agregat Kasar dan 55% Total Air .....	3-18
<b>Gambar 3.25</b> Proses Pengecoran Beton .....	3-19
<b>Gambar 3.26</b> Hasil Pengecoran Beton .....	3-19
<b>Gambar 3.27</b> <i>Curing</i> Metode Membran.....	3-20
<b>Gambar 3.28</b> Dokumentasi Pengujian Kuat Tekan Beton .....	3-21
<b>Gambar 4.1</b> Grafik Regresi Linier Slag 100% Fly Ash 0% .....	4-3
<b>Gambar 4.2</b> Grafik Kuat Tekan Regresi Slag 100% Fly Ash 0% .....	4-3
<b>Gambar 4.3</b> Grafik Regresi Linier Slag 75% Fly Ash 25% .....	4-4
<b>Gambar 4.4</b> Grafik Kuat Tekan Regresi Slag 75% Fly Ash 25% .....	4-4
<b>Gambar 4.5</b> Grafik Regresi Linier Slag 50% Fly Ash 50% .....	4-5
<b>Gambar 4.6</b> Grafik Kuat Tekan Regresi Slag 50% Fly Ash 50% .....	4-5
<b>Gambar 4.7</b> Grafik Superimpose Kuat Tekan Regresi Variasi Slag dan Fly Ash 4-6	
<b>Gambar 4.8</b> Enam Pola Retak Berdasarkan ASTM C39-15a .....	4-8
<b>Gambar 4.9</b> Contoh Pola Retak Beton Geo-polimer Slag .....	4-9

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1</b> Rasio Perbandingan Berat .....	1-4
<b>Tabel 2.1</b> Klasifikasi Tipe Fly Ash.....	2-5
<b>Tabel 3.1</b> Komposisi <i>Slag</i> PT INDOFERO.....	3-8
<b>Tabel 3.2</b> Specific Gravity Agregat Halus .....	3-11
<b>Tabel 3.3</b> Specific Gravity Agregat Kasar .....	3-12
<b>Tabel 4.1</b> Data Hasil Uji Kuat Tekan Beton Geo-Polimer <i>Slag</i> dengan <i>Fly Ash</i>	4-2
<b>Tabel 4.2</b> Analisa Waktu Pengerasan .....	4-10





# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Perkembangan teknologi dan sains telah mengubah dunia dengan pesat. Perkembangan ini didorong oleh kebutuhan manusia yang semakin banyak dan praktis. Umat manusia seakan berlomba untuk membuat teknologi yang lebih efisien secara mutu, biaya, maupun waktu dan ramah lingkungan. Sudah menjadi fakta jika aktivitas manusia dengan populasi yang semakin meningkat menyebabkan kerusakan dan polusi yang terus menumpuk kepada alam dan lingkungan hidup sekitarnya yang dapat berujung kepada kepunahan makhluk hidup. Hal inilah yang menjadi fokus kepada perkembangan teknologi saat ini agar dapat menyelamatkan dan menjaga alam dan lingkungan hidup sehingga keberlangsungan hidup dan perkembangan teknologi dapat berharmonisasi dengan baik.

Dalam dunia konstruksi, perkembangan teknologi material konstruksi sangat berinovatif dan bervariasi. Salah satu material konstruksi bangunan yang umum digunakan pada era ini adalah beton dengan bahan dasar semen portland. Beton merupakan material dasar untuk sebagian besar infrastruktur dan bangunan di dunia ini. Selain kuat terhadap tekan, beton juga dapat dibentuk dengan berbagai macam bentuk yang diinginkan. Hal ini dikarenakan metode pembuatan beton yang dicetak dengan kondisi beton sebelum dicetak adalah cair yang lama kelamaan akan berubah wujud menjadi padat sesuai dengan bentuk wadah cetak. Perkembangan teknologi membuat beton menjadi lebih kuat, ekonomis, dan lebih cepat mengering dan siap untuk digunakan.

Komponen utama dari material beton pada umumnya terdiri dari agregat kasar, agregat halus, zat pengikat, serta media aktivator zat pengikat. Zat pengikat yang umum digunakan adalah semen portland. Hal ini menjadi fokus karena proses pembuatan semen portland yang menghasilkan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang cukup tinggi. Pembuatan 1 ton semen portland akan menghasilkan juga 1 ton gas karbon dioksida. Menurut *International Authority: World Energy Outlook*, produksi semen portland menyumbang karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) sebesar 7% dari

keseluruhan karbon dioksida yang dihasilkan oleh berbagai sumber. Pelepasan karbon dioksida yang berlebih ke udara dapat mengakibatkan efek rumah kaca, pembolongan lapisan ozon bumi, meningkatkan temperatur bumi secara global beberapa derajat, bahkan mencairkan es di kutub yang mengakibatkan naiknya muka air laut.

Telah dilakukan banyak penelitian dan perkembangan teknologi beton untuk menggantikan penggunaan semen portland sebagai zat pengikat antar agregat. Salah satu material alternatifnya adalah geo-polimer. Beton geo-polimer adalah beton ramah lingkungan karena material ini tersusun dari sintesa bahan-bahan alam non organik melalui proses polimerisasi. Bahan dasar utama pembuatan beton geo-polimer adalah bahan yang banyak mengandung unsur aluminium (Al) dan silikon (Si). Unsur-unsur ini diantaranya banyak terdapat pada material buangan hasil sampingan industri seperti abu terbang (*fly ash*) sisa pembakaran batu bara, serta *Ground Granulated Blast Furnace Slag* (GGBFS) sisa peleburan logam. Bahan dasar tersebut direaksikan dengan aktivator berbahan dasar alkali seperti natrium hidroksida (NaOH) dan natrium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ). Beton geo-polimer dapat mengurangi dan bahkan dapat menggantikan penggunaan semen portland hingga 100%.

Penelitian tentang beton geo-polimer berbahan dasar *slag* pernah dilakukan di penelitian skripsi pada jurusan Teknik Sipil UNPAR. Penelitian yang akan dilakukan pada skripsi ini akan mengembangkan hasil penelitian sebelumnya dengan meneliti jenis material pengikat utama adalah *slag* nikel dan material pengikat alternatif berbahan dasar abu terbang.

## 1.2. Inti Permasalahan

Inti permasalahan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat tekan beton geo-polimer *slag* akibat variasi pengganti material pengikat *slag* dengan abu terbang. Pengujian ini dilakukan dengan benda uji silinder diameter 100 mm dan tinggi 200 mm untuk mengetahui kuat tekan beton pada umur 7, 14, dan 28 hari untuk masing-masing variasi sampel uji.

### 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh penggunaan *slag* sebagai *binder* beton geo-polimer.
2. Mengetahui dampak variasi penggantian *slag* dengan abu terbang sebagai *binder* beton geo-polimer.
3. Mengetahui waktu *setting* beton geo-polimer *slag* dengan penggunaan CaO.
4. Mengetahui kekuatan tekan beton geo-polimer *slag* dengan variasi penggantian *binder* abu terbang pada umur 7, 14, dan 28 hari.

### 1.4. Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dari penelitian ini adalah

1. Jenis agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah lagadar cimahi yang lolos saringan  $\frac{3}{4}$  inch (19 mm).
2. Jenis agregat halus yang digunakan adalah pasir beton cimilaka dengan kadar lumpur dibawah 20% dengan ukuran agregat lolos saringan nomor 4 (4,75 mm) dan tertahan pada saringan nomor 100.
3. *Slag* yang digunakan adalah *ground granulated blast furnace slag* nikel dari PT INDOFERO.
4. *Fly ash* yang digunakan adalah *fly ash* tipe F.
5. Variasi yang diuji adalah kadar *slag* 100% sebanyak 9 benda uji, kadar *slag* 75% dan *fly ash* 25% sebanyak 9 benda uji, kadar *slag* 50% dan *fly ash* 50% sebanyak 9 benda uji. Penggantian *fly ash* terhadap *slag* dalam persen volume.
6. NaOH yang digunakan sudah berbentuk cair dari PT BRATACHEM dengan kemolaran 12M (kadar 48,24%).
7. Larutan Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> yang digunakan dari PT BRATACHEM dengan berat jenis 1,53 gram/cm<sup>3</sup> (kadar 59,43%).
8. Pengujian kuat tekan menggunakan silinder berdiameter 100 mm dengan tinggi 200 mm (ASTM C39/39M – 16b).
9. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur beton 7, 14 dan 28 hari untuk masing masing variasi.
10. Metode pengujian kuat tekan beton berdasarkan ASTM C39/39M – 03 dengan menggunakan alat *Compression Testing Machine*.

11. Perawatan beton yang digunakan adalah curing kering dengan metode membran menggunakan plastik kedap udara.

12. Rasio perbandingan berat yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.1

**Tabel 1.1** Rasio Perbandingan Berat

RASIO	
NaOH / Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	0,28
<i>Alkali Liquid / Binder</i>	0,4
CaO / <i>Binder</i>	0,1
Kaolin / NaOH(s)	0,1
<i>Water / Geopolymer Solid</i>	0,5
<i>Sand / Coarse Agregat</i>	0,5
<i>Pasta / (Sand+Coarse Agregat)</i>	1

## 1.5. Metode Penelitian

### 1. Studi Literatur

Studi literatur adalah mencari referensi teori yang relevan dan terpercaya dengan permasalahan yang bertujuan untuk mendapat gambaran abstrak penelitian. Studi literatur diharapkan dapat mencakup pemahaman konsep tentang sifat dan karakteristik beton geo-polimer *slag* dan *fly ash*, sifat dari alkali dan katalis alkali, serta penggunaan zat aditif yang cocok untuk geo-polimer *slag* sehingga dapat mengatur waktu *setting*, dan tahapan prosedur pelaksanaan sampai tahap pengujian.

### 2. Studi Eksperimental

Pengujian yang dilakukan terhadap beton geo-polimer *slag* adalah uji kuat tekan dengan alat *Compression Testing Machine* yang dilakukan di Laboratorium Teknik Struktur Universitas Katolik Parahyangan. Setelah hasil uji didapatkan, maka akan dilakukan analisis yang akan ditampilkan dalam bentuk grafik.

## 1.6. Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini dibagi menjadi 5 bab yaitu:

### **BAB 1 Pendahuluan**

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

### **BAB 2 Tinjauan Pustaka**

Bab ini akan membahas dasar teori yang menjadi landasan penulisan skripsi ini. Bab ini akan mencakup teori mengenai beton geo-polimer dan material penyusun beton geo-polimer berbahan dasar *slag*, rumus yang akan digunakan, dan hasil penelitian yang telah dilakukan

### **BAB 3 Pembuatan dan Pengujian Benda Uji**

Bab ini akan membahas mengenai persiapan, pelaksanaan, perawatan, dan pengujian benda uji.

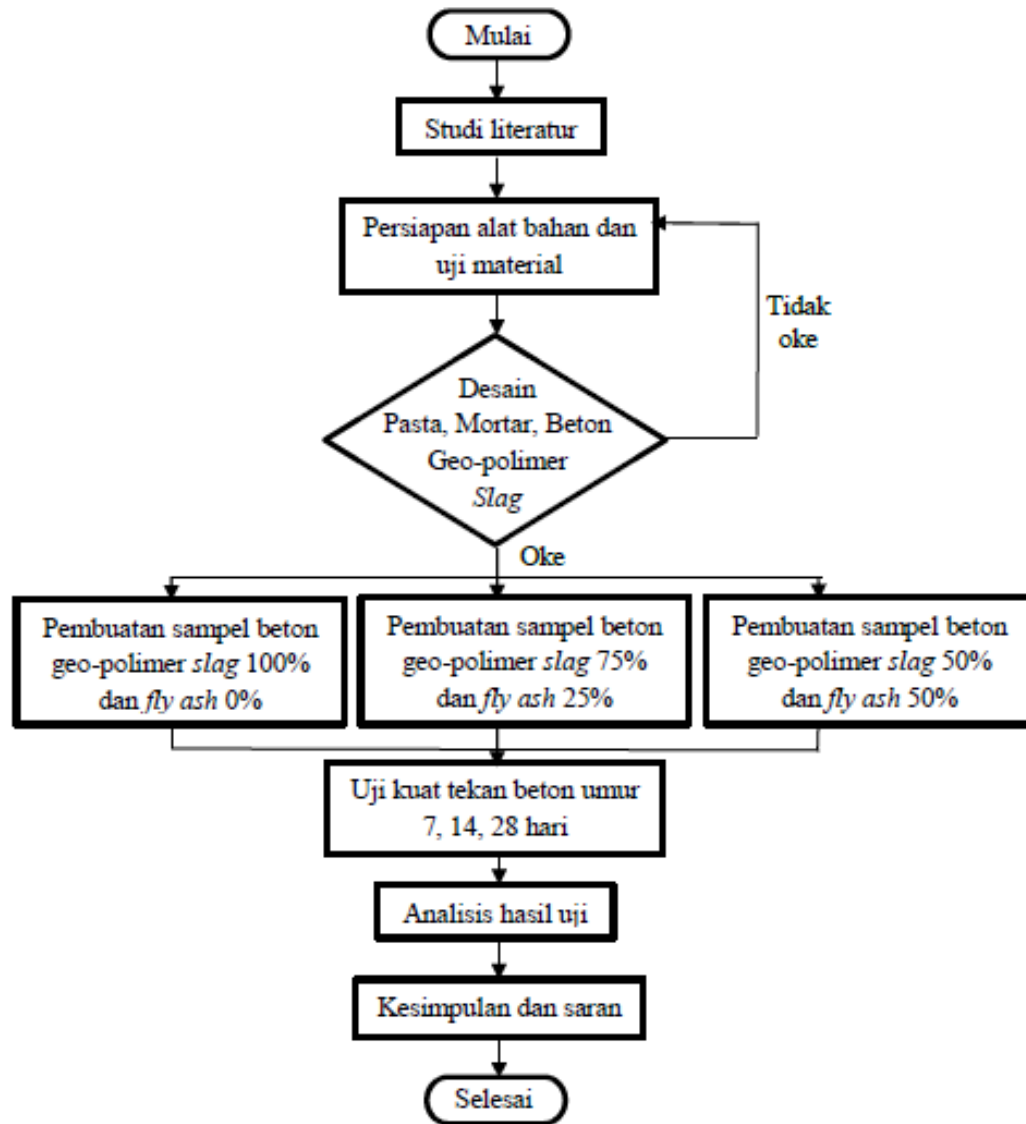
### **BAB 4 Analisis Hasil Pengujian**

Bab ini akan membahas tentang analisis hasil uji eksperimental yang telah dilakukan.

### **BAB 5 Kesimpulan dan Saran**

Bab ini akan membahas kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil uji eksperimental dan analisis serta saran-saran yang dapat disimpulkan dari pengujian yang telah dilakukan.

## 1.7. Diagram Alir



Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian