

SKRIPSI

**STUDI EKSPERIMENTAL BETON GEOPOLIMER
SLAG DENGAN VARIASI KADAR
SEMEN PORTLAND**



**Kevin Pratama
NPM : 2014410096**

PEMBIMBING: Dr. Cecilia Lauw Giok Swan

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JUNI 2018**

SKRIPSI

**STUDI EKSPERIMENTAL BETON GEOPOLIMER
SLAG DENGAN VARIASI KADAR
SEMEN PORLAND**



**Kevin Pratama
NPM : 2014410096**

PEMBIMBING: Dr. Cecilia Lauw Giok Swan

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JUNI 2018**

SKRIPSI

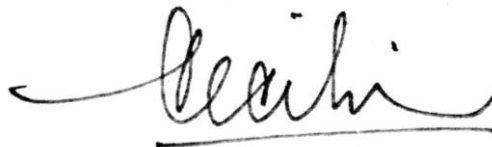
**STUDI EKSPERIMENTAL BETON GEOPOLIMER
SLAG DENGAN VARIASI KADAR SEMEN
PORTLAND**



**Kevin Pratama
NPM : 2014410096**

BANDUNG, 26 JUNI 2018

PEMBIMBING:



Dr. Cecilia Lauw Giok Swan

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-
XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JUNI 2018**

PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini,

Nama Lengkap : Kevin Pratama

NPM : 2014410096

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul : *Studi Eksperimental Beton Geopolimer Slag dengan Variasi Kadar Semen Portland* adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika dikemudian hari terdapat plagiat dalam skripsi ini maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, 24 Juni 2018



Kevin Pratama

2014410096

STUDI EKSPERIMENTAL BETON GEOPOLIMER *SLAG* DENGAN VARIASI KADAR SEMEN PORTLAND

Kevin Pratama
NPM: 2014410096

Pembimbing: Dr. Cecilia Lauw Giok Swan

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JUNI 2018

ABSTRAK

Beton adalah bahan bangunan yang paling banyak digunakan di dalam dunia konstruksi dibandingkan baja dan kayu dikarenakan kemudahan dalam pelaksanaan. Beton umumnya menggunakan semen portland yang tidak ramah lingkungan dikarenakan dalam pembuatannya melepaskan CO₂ ke atmosfer kita. Beton geopolimer adalah inovasi baru dalam dunia konstruksi dimana beton ini sedikit atau bahkan tidak menggunakan semen portland, melainkan pengikat dalam beton geopolimer digantikan dengan bahan limbah tidak terpakai. Penelitian ini meneliti beton geopolimer yang menggunakan GGBFS dari hasil produksi nikel. Beton geopolimer ini sudah lewat dari tahap alkali activated material yang sering disalah artikan sebagai beton geopolimer. Beton geopolimer ini juga mensubstitusi berat *slag* sebesar 5% dan 10% dengan menggunakan semen portland. Kuat tekan beton geopolimer *slag* 100% pada umur 7 hari adalah 12.34 MPa, pada umur 14 hari adalah 14.61 Mpa dan pada umur 28 hari adalah 17.25 MPa. Kuat tekan beton geopolimer dengan semen 5% pada umur 7 hari 12.28 Mpa, pada umur 14 hari 15.4 MPa dan pada umur 28 hari 20.51 MPa. Kuat tekan beton geopolimer dengan semen 10% pada umur 7 hari 16.39 MPa, pada umur 14 hari 20.86 MPa, pada umur 28 hari 25.6 MPa. Penelitian ini membuktikan bahwa penggantian semen portland dengan kadar sedikit meningkatkan kuat tekan beton geopolimer.

Kata Kunci: beton geopolimer, alkali activated material , kuat tekan

EXPERIMENTAL STUDY OF *SLAG* BASED GEOPOLYMER CONCRETE WITH VARIATIONS OF PORTLAND CEMENT LEVEL

**Kevin Pratama
NPM: 2014410096**

Advisor: Dr. Cecilia Lauw Giok Swan

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL
ENGINEERING
(Accredited by SK BAN-PT Number: 227/SK/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)
BANDUNG
JUNE 2018**

ABSTRACT

Concrete is the most widely used building material in the world of construction compared to steel and wood due to the ease of implementation. Concrete generally uses portland cement that is not environmentally friendly because in its manufacture releases CO₂ into our atmosphere. Geopolymer concrete is a new innovation in the construction world where the concrete is little or no portland cement, but the binder in the geopolymer concrete is replaced with unused waste material. This study examines geopolymer concrete using GGBFS from nickel production. This geopolymer concrete has passed from the stage of alkali activated material that is often mistaken for geopolymer concrete. The geopolymer concrete also substitutes the weight of *slag* by 5% and 10% by using portland cement. Compression strength of 100% *slag* geopolymer *slag* at 7 days is 12.34 MPa, at 14 days old is 14.61 MPa and at 28 days is 17.25 MPa. Geopolymer concrete compressive strength with 5% cement at 7 days 12.28 MPa, at 14 days 15.4 MPa and at 28 days 20.51 MPa. Geopolymer concrete compressive strength with 10% cement at 7 days 16.39 MPa, at 14 days 20.86 MPa, at age 28 days 25.6 MPa. This study proves that the replacement of portland cement with a small amount increases the compressive strength of geopolymer concrete.

Keywords: geopolymer concrete, alkali activated material, compressive strength

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat dan penyertaannya selama penulis menjalankan penyusunan skripsi yang berjudul **“STUDI EKSPERIMENTAL BETON GEOPOLIMER SLAG DENGAN VARIASI KADAR SEMEN PORTLAND”** hingga akhirnya dapat diselesaikan dengan baik. Penyusunan skripsi ini merupakan bagian dari tim penelitian Dr. Cecilia Lauw Giok Swan dan 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. 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 Ibu Buen Sian, Ir., MT selaku dosen penguji pada sidang skripsi yang telah meluangkan waktunya dalam memberi saran.
3. Dr. Jenny Novianti M Soetedjo, S.T., M.Sc. selaku dosen teknik kimia yang telah membantu dan memberi masukan dan saran selama proses pembuatan skripsi ini.
4. Bapak Indra Gunawan selaku marketing manager PT. Indoferro yang telah membantu kami dalam penelitian ini.
5. Orang tua penulis yang senantiasa memberi dorongan semangat dan bantuan dalam proses penelitian skripsi ini.
6. Teman-teman seperjuangan, Hendry, Adhitya, Robby, Cristiawan yang senantiasa saling membantu dalam persiapan, pengujian, dan penyusunan skripsi ini.
7. Teman-teman bimbingan Dr. Adhijoso Tjondro, Rexy, Jason, Ressa, Hans, Fany, Astrid, Mario yang bersama menyelesaikan skripsi.

8. Teman- teman bimbingan Ibu Buen Sian, Niki dan Mareta yang bersama menyelesaikan skripsi.
9. Bapak Teguh dan Bapak Didi yang banyak membantu dan memberi arahan dalam pembuatan benda uji dan uji eksperimental di laboratorium
10. Teman teman dari Pares Invaders yang sudah lulus, ChristianATH, Alfred, Cindy yang senantiasa mendukung proses penyusunan skripsi ini
11. Teman teman dari Pares Invaders yang masih dalam proses menyelesaikan studi dan skripsi, Meilita, Putri, Vivien, Fany, Nia, Awalani yang senantiasa mendukung proses penyusunan skripsi ini.
12. Teman teman dari Aikido Dojo Unpar yang senantiasa mendukung proses penyusunan skripsi ini.
13. Sipil 2014 atas kebersamaannya selama 4 tahun di UNPAR
14. Semua pihak yang tidak 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, 24 Mei 2018

Penulis,



Kevin Pratama

2014410096

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR NOTASI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang Masalah	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-2
1.3 Tujuan Penelitian	1-3
1.4 Pembatasan Masalah	1-3
1.5 Metode Penelitian	1-3
1.6 Diagram Alir Penelitian	1-5
1.7 Sistematika Penulisan	1-6
BAB 2 DASAR TEORI	2-1
2.1 Beton	2-1
2.2 Beton Geopolimer	2-3
2.2.1 Water to Geopolymer Solid Ratio (W/GPS)	2-5
2.2.2 Alkaline Liquid to Binder (AL/BI)	2-5
2.2.3 Kaolin/NaOH solid	2-6
2.2.4 NaOH/ Na ₂ SiO ₃	2-6
2.3 Material Beton Geopolimer	2-6
2.3.1 Semen	2-6

2.3.2	Ground Granulated Blast Furnace <i>Slag</i> (GGBFS)	2-8
2.3.3.	Agregat Kasar	2-10
2.3.4	Agregat Halus	2-11
2.3.5	Air.....	2-12
2.3.6	Alkaline Liquid.....	2-12
2.3.7	Bahan Campuran Tambahan (<i>admixture</i>).....	2-14
2.4	Curing Beton	2-16
2.5	Efflorescence	2-17
2.6	Uji Kuat Tekan Beton	2-18
2.7	Analisis Statistik.....	2-18
BAB 3	Persiapan dan pelaksanaan pengujian	3-1
3.1	Persiapan Bahan dan Benda Uji	3-1
3.1.1	Bahan Uji.....	3-1
3.1.2	Benda Uji.....	3-6
3.2	Pengujian Bahan Uji	3-7
3.2.1	Pengujian Agregat Kasar	3-7
3.2.2	Pengujian Agregat Halus	3-8
3.2.3	Pengujian <i>Slag</i>	3-9
3.3	Pengujian Campuran	3-10
3.3.1	Pengecoran Pasta	3-10
3.3.2	Pengecoran Mortar	3-11
3.4	Proporsi Campuran Beton geopolimer.....	3-12
3.5	Prosedur Pengecoran Beton	3-14
BAB 4	ANALISIS DATA	4-1
4.1	Analisis Kuat Uji Tekan.....	4-1
4.2	Analisis Faktor Umur Kuat Tekan Beton.....	4-2

4.3	Analisis Pola Retak Beton	4-9
4.4	Analisis Beton Variasi dengan Beton Standar	4-11
4.5	Analisis waktu pengerasan	4-13
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1	Kesimpulan	5-1
5.2	Saran	5-1

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN 1

LAMPIRAN 2

LAMPIRAN 3

DAFTAR NOTASI

A	=	Luas penampang tertekan rata – rata	(mm ²)
P	=	Beban maksimum	(N)
f _c	=	Kuat tekan beton	(MPa)
D	=	Diameter benda Uji	(mm)
H	=	Tinggi penampang	(mm)
f' _b	=	Kuat tekan estimasi 28 hari	(MPa)
f' _{bm}	=	Kuat tekan rata rata estimasi 28 hari	(MPa)
f _{cr} '	=	Kuat Tekan Karakteristik	(MPa)
GPS	=	<i>Geopolymer Solid Ratio</i>	
AL	=	<i>Alkaline Liquid</i>	
s	=	Standar Deviasi	
OD	=	<i>Oven Dry</i>	
SSD	=	<i>Saturated Surface Dry</i>	
PCC	=	<i>Portland Composite Cement</i>	
SG	=	<i>Specific gravity</i>	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian	1-5
Gambar 2.1 Komposisi Beton Normal.....	2-1
Gambar 2.2 Reaksi Kimia Alkali Activated Material	2-3
Gambar 2.3 Beton Geopolimer Vs Alkali Activated (Daviddovits)	2-4
Gambar 2.4 Proses Pembuatan Semen (Teknologi beton, Cecilia Lauw)	2-7
Gambar 2.5 Granulated Blast Furnace	2-9
Gambar 2.6 Kadar Air Agregat.....	2-11
Gambar 2.7 Kategori Larutan Alkali	2-13
Gambar 2.8 Beton Efflorescence.....	2-17
Gambar 3.1 Agregat Kasar.....	3-1
Gambar 3.2 Agregat Halus (kiri) , Agregat halus SSD (kanan).....	3-2
Gambar 3.3 Ground Granulated Blast Furnace <i>Slag</i>	3-3
Gambar 3.4 Natrium Hidroksida.....	3-4
Gambar 3.5 Natrium Silikat	3-5
Gambar 3.6 Kaolin	3-5
Gambar 3.7 Kalsium Oksida	3-6
Gambar 3.8 Gelas Ukur Agg. Kasar	3-8
Gambar 3.9 Gelas Ukur Agg. Halus	3-9
Gambar 3.10 Pengujian Mortar (Kiri), Hasil Uji (Kanan).....	3-12
Gambar 3.11 bahan Pengecoran.....	3-14
Gambar 3.12 Dry Mix	3-15
Gambar 3.13 NaOH dituang (kiri), Pencampuran NaOH dan <i>Slag</i> (Kanan).....	3-15
Gambar 3.14 Pencampuran Natrium Silikat	3-16
Gambar 3.15 Pencampuran agregat halus dan kalsium oksida	3-16
Gambar 3.16 Pencampuran air ke dalam campuran agregat kasar	3-17
Gambar 3.17 Pemasukan beton segar ke silinder dan proses vibrator.....	3-17
Gambar 3.18 Beton Segar yang sudah diratakan	3-18
Gambar 3.19 Beton memasuki proses curing	3-18
Gambar 4.1 Grafik Perbandingan Umur Beton Semen 5% Terhadap x/y	4-4
Gambar 4.2 Grafik Faktor Umur Beton Variasi Semen 5%	4-5
Gambar 4.3 Grafik Perbandingan Umur Terhadap x/y	4-7

Gambar 4.4 Grafik Faktor Umur Beton Variasi Semen 10%	4-7
Gambar 4.5 Pola Retak Beton	4-9
Gambar 4.6 Pola Retak Beton	4-10
Gambar 4.7 Pola Retak Beton	4-10
Gambar 4.8 Pola Retak Beton	4-11
Gambar 4.9 Grafik Perbandingan Faktor Umur Beton <i>slag</i> 100 % dengan Beton Variasi Semen.....	4-12

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Empat Senyawa dasar dalam pembuatan semen portland (Teknologi Beton, Cecilia Lauw)	2-8
Tabel 2.2 Tipe Utama Semen Portland (Teknologi Beton, Cecilia Lauw)	2-8
Tabel 3.1 Komposisi GGBFS PT. Indoferro.....	3-3
Tabel 3.2 Variasi Benda Uji.....	3-7
Tabel 3.3 Ratio Campuran Beton Geopolimer.....	3-12
Tabel 3.4 Komposisi Beton Semen 5%	3-13
Tabel 3.5 Komposisi Beton Semen 10%	3-13
Tabel 4.1 Kuat Tekan Beton Variasi.....	4-2
Tabel 4.2 Kuat Tekan Beton Variasi Semen 5%.....	4-4
Tabel 4.3 Tabel Estimasi Kuat Tekan 28 hari Beton Variasi Semen 5%	4-5
Tabel 4.4 Kuat Tekan Beton Variasi Semen 10%.....	4-6
Tabel 4.5 Tabel Estimasi Kuat Tekan 28 hari Beton Variasi Semen 10%	4-8
Tabel 4.6 Kuat Tekan Beton Geopolimer <i>Slag</i> 100%	4-12
Tabel 4.7 Waktu Setting Beton	4-13

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Pengujian bahan uji
- Lampiran 2 Foto Hasil Pengujian
- Lampiran 3 Trial

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dewasa ini, pertumbuhan di dunia konstruksi bertambah dengan pesat. Pertumbuhan di dunia konstruksi merupakan imbas dari upaya pemerintah untuk menaikkan ekonomi. Menurut data dari Badan Pusat Statistik, sektor konstruksi menjadi salah satu dari sektor yang mengalami peningkatan cukup tinggi. Pembangunan sarana dan prasarana menjadi salah satu yang membuat meningkatnya statistik. Pada pembangunan sarana dan prasarana ini umumnya menggunakan material beton. Material lainnya seperti baja dan kayu jarang dipergunakan di Indonesia karena beberapa alasan seperti mahal, tidak umum dan kesulitan dalam penggunaan. Pemilihan material beton sebagai material yang paling sering dipergunakan dalam dunia konstruksi ini disebabkan oleh kemudahan dalam pembuatan, mudah didapatkan dan harga tidak mahal.

Beton adalah bahan bangunan yang umumnya terdiri dari semen portland, agregat dan air. Semen portland merupakan bahan utama dalam beton normal merupakan bahan yang tidak ramah lingkungan disebabkan dalam pembuatan semen banyak mengeluarkan karbon dioksida (CO_2). Menurut *ACI materials journal title no 109-M48*, banyaknya karbon dioksida (CO_2) yang dihasilkan oleh produksi 1 ton semen berkisar antara 0,15 - 0,30 tons. Banyaknya CO_2 yang dihasilkan dari pembuatan semen menyumbang 8 - 10 % dari total CO_2 yang ada di atmosfer. (Suhendro, 2014). Peningkatan CO_2 dalam atmosfer semakin lama semakin meningkat, peningkatan ini berakibat kepada meningkatnya suhu bumi dan membuat iklim semakin tidak bisa diprediksi.

Untuk mengatasi permasalahan CO_2 ini, diperlukan sebuah alternatif baru yang akan menggantikan semen sebagai bahan utama dalam pembuatan beton. Inovasi yang kini sedang dikembangkan adalah beton geopolimer. Geopolimer dibentuk dengan mengaktifkan bahan alumino silikat dengan kimia berbahan dasar alkali (*Concrete Institute of Australia, 2011*). Beton geopolimer adalah bahan baru dalam dunia konstruksi. Kata geopolimer sendiri sudah ada sejak

tahun 1950 namun namanya mulai dipergunakan lagi tahun 1978 dimana kata ini dipergunakan oleh Joseph Davidovits (1994)

Material yang bisa digunakan sebagai pengganti semen dalam beton adalah material yang mengandung bahan alkali seperti *slag* dan abu terbang. Beton geopolimer membutuhkan aktifator, dimana aktifator itu akan mengaktifkan polimer. *Slag* didapatkan pada pembuatan baja dimana biji besi dipanaskan hingga mencapai titik leleh. Proses peleburan ini menghasilkan sisa yang dikumpulkan lalu didinginkan secara cepat. Bahan ini lalu digiling menjadi material kecil dan siap dipergunakan dalam material beton

Penggunaan *slag* dalam dunia konstruksi sudah dimulai oleh beberapa negara. Amerika sudah mulai menggunakan *slag* dalam campuran proses produksi semen pada tahun 1950. Pada tahun 1774 ketika Lorient membuat mortar menggunakan kombinasi dari *slag* dan kapur (Mather, 1957). Setelah dilakukan banyak perkembangan, penggunaan *slag* pertama kali dalam dunia komersial dimulai di Jerman pada tahun 1865. Pada tahun 1889, Paris menggunakan semen *slag* untuk membangun jalur kereta bawah tanah (Thomas, 1979).

Penggunaan *slag* dalam beton geopolimer adalah inovasi yang bisa membantu mengurangi CO₂ yang ada di bumi. Untuk mengetahui bagaimana *mix design* yang optimal dalam membuat beton perlu dilakukan penelitian. Hasil dari penelitian ini diharapkan adalah tercapainya *mix design* yang optimal sehingga beton ini bisa dipergunakan sebagai beton struktural.

1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan dari penelitian ini adalah mengetahui kuat tekan dan faktor umur beton *slag* geopolimer yang diberikan variasi kadar semen portland sebanyak 5% dan 10% sebagai pengganti *slag* dari berat. Penelitian ini akan dilakukan dengan benda uji silinder berukuran 100 mm x 200 mm sebanyak 27 sampel.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh *slag* yang dipergunakan sebagai pengganti semen
2. Mengetahui lama waktu setting beton dan kuat tekan dengan variasi kadar semen 5% dan semen 10% dari berat *slag*.
3. Mengetahui hubungan umur terhadap kuat tekan beton geopolimer

1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dari penelitian ini adalah

1. Penggunaan semen PCC indocement merk tiga roda (*Portland Composite Cement*).
2. Penggunaan *Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBFS)* dari PT. Indoferro.
3. Penggunaan Agregat kasar yang lolos saringan $\frac{3}{4}$.
4. Penggunaan Agregat Halus yang lolos saringan nomor 4 namun tertahan di saringan nomor 100.
5. Penggunaan air sumur bor kampus Universitas Katolik Parahyangan.
6. Penggunaan larutan NaOH dari Bratachem dengan molaritas 12 M.
7. Penggunaan Natrium Silikat dari Bratachem dengan kadar 1,35 - 1,6 g/cm³.
8. Benda uji menggunakan silinder berukuran 100 mm x 200 mm.
9. Pengujian kuat tekan pada umur 7,14, dan 28 dengan menggunakan *Compressive Testing Machine*.

1.5 Metode Penelitian

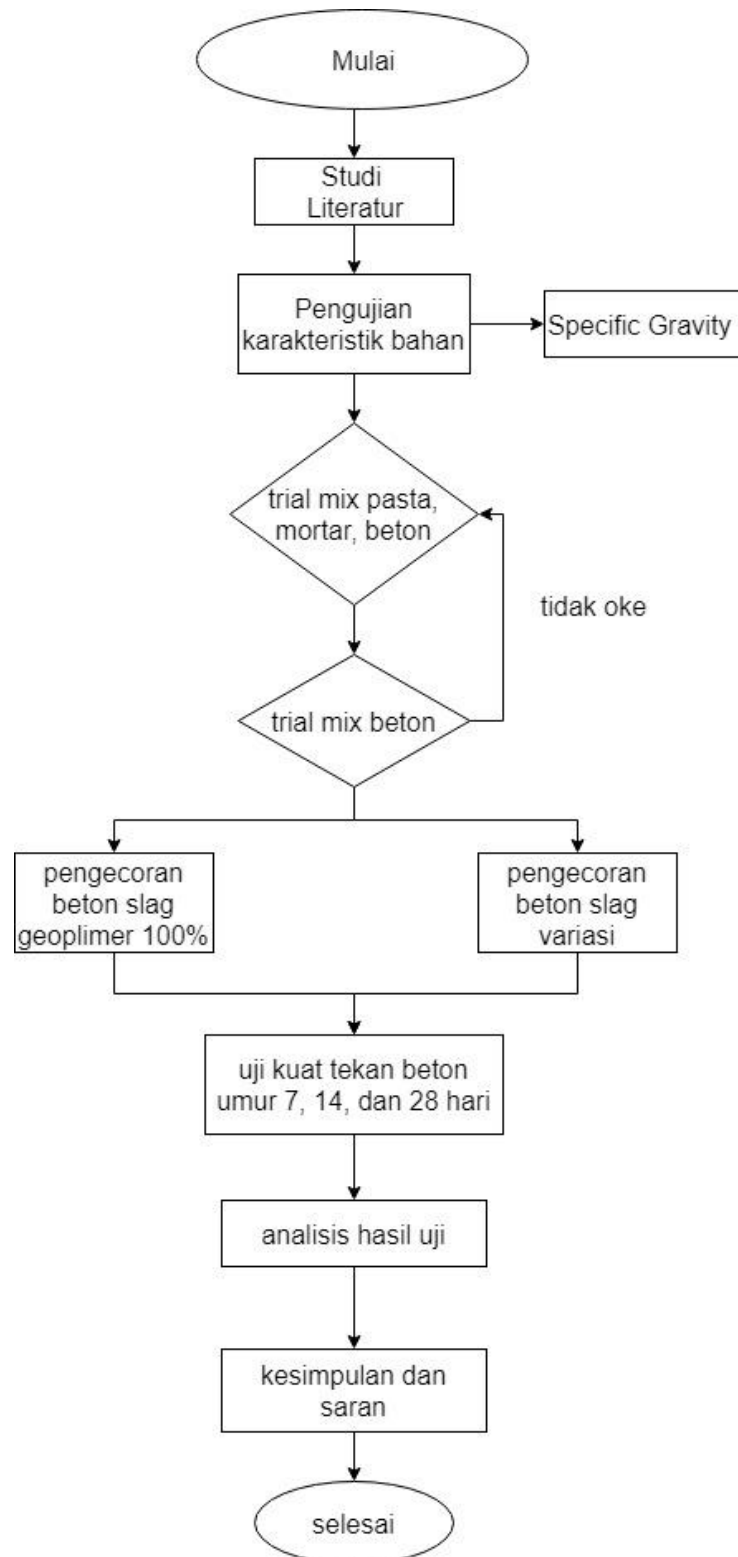
1. Studi Literatur

Studi literatur adalah studi yang bertujuan untuk mencari teori yang nantinya akan dipergunakan sebagai bahan acuan dalam melaksanakan eksperimen. Studi ini mengharapkan banyak literatur yang bisa membantu peneliti dalam mengetahui pengaruh *slag* dalam beton, cara penggunaan aktivator, dan hubungan antara umur dan kuat tekan.

2. Studi Eksperimental

Studi ini adalah studi yang dilakukan di laboratorium dimana peneliti menerapkan teori yang sudah ditemukan untuk mencoba melakukan mix design. Percobaan ini dilakukan di laboratorium struktur Universitas Katolik Parahyangan dan akan diuji dengan menggunakan *Compression Testing Machine*.

1.6 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian

1.7 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, dan sistematika penulisan

BAB 2 Tinjauan Pustaka

Bab ini akan membahas dasar teori yang menjadi landasan penulisan skripsi ini. Bab ini akan mencakup teori mengenai beton sebagai bahan konstruksi, rumus yang akan digunakan, dan hasil penelitian yang telah dilakukan

BAB 3 Persiapan dan Pelaksanaan Pengujian

Bab ini akan mencatat proses persiapan, saat dan pencatatan hasil pengujian

BAB 4 Analisis Hasil Pengujian

Bab ini akan membahas tentang analisa terhadap 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