

**SKRIPSI**

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH SUBSTITUSI  
SEBAGIAN SEMEN DENGAN *GROUND GRANULATED  
BLAST FURNACE SLAG* TERHADAP KUAT TEKAN  
DAN MODULUS ELASTISITAS JANGKA PANJANG  
*SELF-COMPACTING CONCRETE* DENGAN *DENSIFIED  
MIXTURE DESIGN ALGORITHM (DMDA)***



**ANDREAS INDRA WIJAYA  
NPM : 2016410034**

**PEMBIMBING: Herry Suryadi, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)  
BANDUNG  
AGUSTUS 2020**



**SKRIPSI**

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH SUBSTITUSI  
SEBAGIAN SEMEN DENGAN *GROUND GRANULATED  
BLAST FURNACE SLAG* TERHADAP KUAT TEKAN  
DAN MODULUS ELASTISITAS JANGKA PANJANG  
*SELF-COMPACTING CONCRETE* DENGAN *DENSIFIED  
MIXTURE DESIGN ALGORITHM (DMDA)***



**ANDREAS INDRA WIJAYA  
NPM : 2016410034**

**PEMBIMBING: Herry Suryadi, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)  
BANDUNG  
AGUSTUS 2020**



**SKRIPSI**

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH SUBSTITUSI  
SEBAGIAN SEMEN DENGAN *GROUND GRANULATED  
BLAST FURNACE SLAG* TERHADAP KUAT TEKAN  
DAN MODULUS ELASTISITAS JANGKA PANJANG  
*SELF-COMPACTING CONCRETE* DENGAN *DENSIFIED  
MIXTURE DESIGN ALGORITHM (DMDA)***



**ANDREAS INDRA WIJAYA  
NPM : 2016410034**

**BANDUNG, 13 AGUSTUS 2020  
PEMBIMBING:**

**Herry Suryadi, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)  
BANDUNG  
AGUSTUS 2020**



## PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut:

Nama : Andreas Indra Wijaya

NPM : 2016410034

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi / tesis / disertasi<sup>\*)</sup> dengan judul:

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH SUBSTITUSI SEBAGIAN SEMEN DENGAN *GROUND GRANULATED BLAST FURNACE SLAG* TERHADAP KUAT TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS JANGKA PANJANG *SELF-COMPACTING CONCRETE* DENGAN *DENSIFIED MIXTURE DESIGN ALGORITHM* (DMDA)

adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan dosen pembimbing. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Dinyatakan di Bandung

Tanggal: 6 Agustus 2020



Andreas Indra Wijaya

\*) coret yang tidak perlu





**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH SUBSTITUSI SEBAGIAN  
SEMEN DENGAN *GROUND GRANULATED BLAST FURNACE  
SLAG* TERHADAP KUAT TEKAN DAN MODULUS  
ELASTISITAS JANGKA PANJANG *SELF-COMPACTING  
CONCRETE* DENGAN *DENSIFIED MIXTURE DESIGN  
ALGORITHM* (DMDA)**

**Andreas Indra Wijaya  
NPM: 2016410034**

**Pembimbing: Herry Suryadi, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)  
BANDUNG  
AGUSTUS 2020**

**ABSTRAK**

Perkembangan bentuk dari konstruksi beton bertulang semakin hari semakin kompleks. Hal ini akan mempersulit pada saat proses pengecoran beton. Penggunaan *self-compacting concrete* merupakan salah satu inovasi yang dapat mengatasi hal tersebut. Pada penelitian ini digunakan metode *densified mixture design algorithm* (DMDA) untuk merencanakan *mix design* dari campuran *self-compacting concrete*. Metode ini memiliki hipotesis bahwa sifat-sifat mekanis dari suatu material akan optimum apabila kepadatannya tinggi. Penelitian ini menggunakan *fly ash* untuk memaksimalkan kepadatan dari campuran *self-compacting concrete*. Selain itu digunakan pula semen dan GGBFS sebagai material *pozzolanic*. Variasi kadar GGBFS yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebesar 0% dan 20%. Sifat mekanis yang akan diuji untuk masing-masing variasi kadar GGBFS adalah kuat tekan dan modulus elastisitas. Berdasarkan hasil pengujian, kuat tekan rata-rata pada umur 7 hari untuk variasi kadar GGBFS 0% dan 20% masing-masing sebesar 35,71 MPa dan 44,03 MPa. Sedangkan untuk kuat tekan rata-rata pada umur 145 hari untuk variasi kadar GGBFS 0% dan 20% masing-masing sebesar 74,47 MPa dan 76,18 MPa. Nilai modulus elastisitas rata-rata yang didapatkan untuk variasi kadar GGBFS 0% dan 20% masing-masing sebesar 24969 MPa dan 22687 MPa. Hasil dari pengujian ini menunjukkan bahwa *mix design* yang direncanakan mampu menghasilkan *self-compacting concrete* dengan mutu yang baik.

Kata Kunci: *self-compacting concrete*, *densified mixture design algorithm*, GGBFS, kuat tekan, modulus elastisitas



**EXPERIMENTAL STUDY OF THE EFFECT OF PARTIAL  
SUBSTITUTION OF CEMENT WITH GROUND GRANULATED  
BLAST FURNACE SLAG ON COMPRESSIVE STRENGTH AND  
LONG TERM MODULUS OF ELASTICITY OF SELF-  
COMPACTING CONCRETE WITH DENSIFIED MIXTURE  
DESIGN ALGORITHM (DMDA)**

**Andreas Indra Wijaya  
NPM: 2016410034**

**Advisor: Herry Suryadi, Ph.D.**

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

**(Accredited by SK BAN-PT Number: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)**

**BANDUNG  
AUGUST 2020**

**ABSTRACT**

The shape improvement of reinforced concrete construction is getting more and more complicated nowadays. It will make the process of casting concrete more difficult. The use of self-compacting concrete is an innovation that can solve that problem. In this research densified mixture design algorithm (DMDA) was used to make the mix design from self-compacting concrete. This method has a hypothesis that mechanical properties from a material will be optimum if it has a high density. This research used fly ash to maximize the density of the mixture of self-compacting concrete. Besides, it also used cement and GGBFS as pozzolanic material. The variation of GGBFS that was used in this research was 0% and 20%. The mechanical properties that will be tested for each variation of GGBFS is the compressive strength and the modulus of elasticity. According to the test result, the average of compressive strength in 7 days for GGBFS 0% and 20% is 35,71 MPa and 44,03 MPa, while the average of compressive strength for 145 days for GGBFS 0% and 20 % is 74,47 MPa and 76,18 MPa. The average result of modulus of elasticity for GGBFS 0% and 20% is 24969 MPa and 22687 MPa. The result of this test showed us that the mix design could produce a good self-compacting concrete.

**Keywords:** self-compacting concrete, densified mixture design algorithm, GGBFS, compressive strength, modulus of elasticity



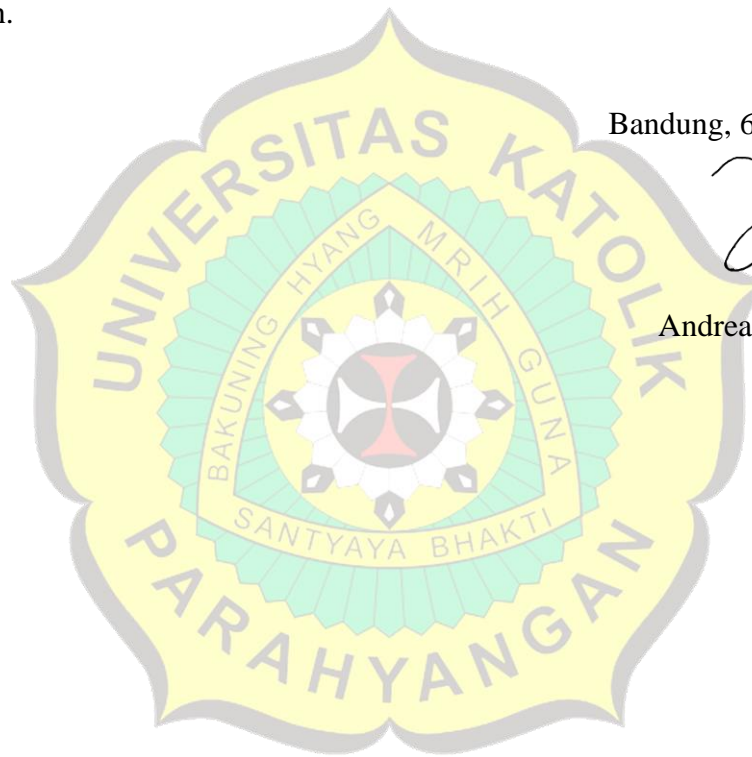
## PRAKATA

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul *Studi Eksperimental Pengaruh Substitusi Sebagian Semen Dengan *Ground Granulated Blast Furnace Slag* Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Jangka Panjang *Self-Compacting Concrete* Dengan *Densified Mixture Design Algorithm* (DMDA)*. Skripsi ini merupakan salah satu syarat kelulusan untuk program studi sarjana teknik sipil, fakultas teknik, Universitas Katolik Parahyangan. Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis mendapatkan banyak bimbingan, bantuan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada semua pihak yang turut terlibat dalam proses penyusunan skripsi ini, khususnya:

1. Orang tua penulis, Ong Tjie Liang dan Poedjinengsih, serta kakak tercinta Yohanes Budi Wijaya yang selalu memberikan dukungan baik secara moral maupun finansial, motivasi, dan doa yang sangat berarti bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Herry Suryadi, Ph.D., selaku dosen pembimbing yang dengan sabar dan tekun membimbing serta memberi masukan, ilmu, wawasan, dan waktu untuk berdiskusi yang sangat berarti dalam penulisan skripsi ini.
3. Seluruh dosen dan staff pengajar di program studi sarjana teknik sipil, fakultas teknik, Universitas Katolik Parahyangan serta seluruh dosen penguji pada seminar judul, seminar isi, dan sidang yang telah memberikan saran dan masukan yang sangat berarti pada penulisan skripsi ini.
4. Bapak Teguh Farid, S.T., Bapak Markus Didi, dan Bapak Heri Rustandi yang telah meluangkan waktu untuk membantu penulis dalam melakukan penelitian di laboratorium struktur Universitas Katolik Parahyangan.

5. Teman-teman seperjuangan di laboratorium yaitu Angie, Anthony, Diana, Calvin, Kennardi, Seba, dan Yoshan yang selalu memberikan bantuan dan dukungan untuk menyelesaikan penulisan skripsi ini.
6. Sipil Unpar 2016 dan masyarakat sipil yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.
7. Seluruh civitas akademika Universitas Katolik Parahyangan, khususnya program studi teknik sipil.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam proses penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran agar dapat menjadi lebih baik lagi. Terima kasih.



Bandung, 6 Agustus 2020

Andreas Indra Wijaya

2016410034

# DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	iii
PRAKATA .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xvii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xix
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1-1
1.1 Latar Belakang Permasalahan .....	1-1
1.2 Inti Permasalahan .....	1-2
1.3 Tujuan Penelitian .....	1-2
1.4 Pembatasan Masalah .....	1-2
1.5 Metode Penelitian .....	1-3
1.6 Sistematika Penulisan .....	1-4
1.7 Diagram Alir Penelitian .....	1-5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	2-1
2.1 Beton .....	2-1
2.2 <i>Self-Compacting Concrete</i> (SCC) .....	2-1
2.3 Material Penyusun Beton .....	2-2
2.3.1 Agregat Kasar .....	2-3
2.3.2 Agregat Halus .....	2-3

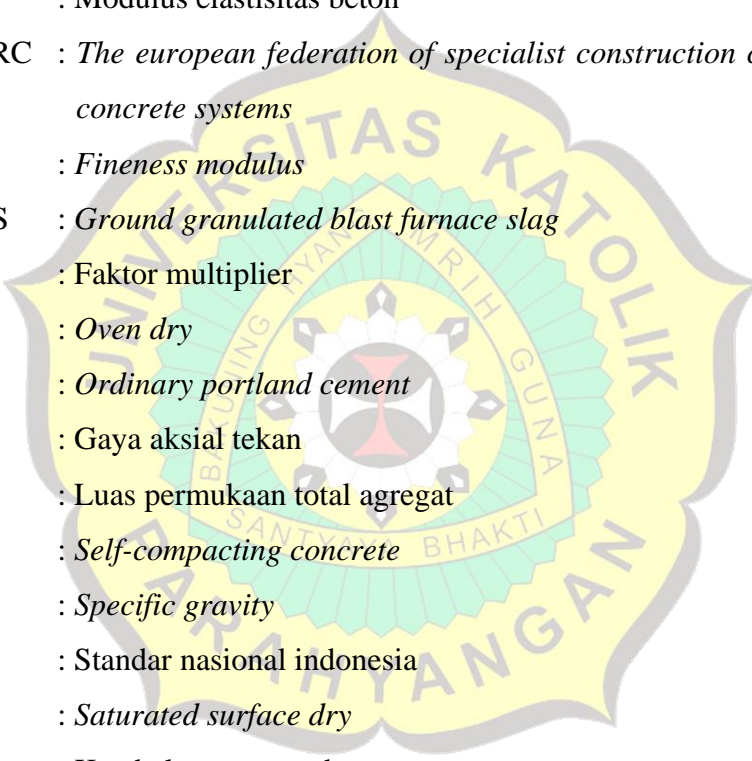
2.3.3	<i>Fly Ash</i> .....	2-3
2.3.4	Semen Portland.....	2-5
2.3.5	<i>Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBFS)</i> .....	2-7
2.3.6	Air.....	2-8
2.3.7	<i>Superplasticizer</i> .....	2-9
2.4	Metode Desain <i>Densified Mixture Design Algorithm (DMDA)</i> .....	2-10
2.5	Metode Pengujian <i>Self-Compacting Concrete</i> .....	2-15
2.5.1	Uji <i>Slump Flow</i> .....	2-15
2.5.2	Uji T <sub>50</sub> .....	2-15
2.5.3	Uji V-Funnel.....	2-16
2.5.3	Uji <i>J-Ring</i> .....	2-17
2.6	Metode Pengujian Sifat Mekanis Beton.....	2-18
2.6.1	Uji Kuat Tekan.....	2-18
2.6.2	Uji Modulus Elastisitas.....	2-18
2.7	Modulus Elastisitas Beton Mutu Tinggi.....	2-20
2.8	Metode Perawatan ( <i>Curing</i> ).....	2-20
<b>BAB 3 PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENGUJIAN</b> .....		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 Material.....	3-5
3.2.1	Pengujian Agregat Kasar.....	3-5
3.2.2	Pengujian Agregat Halus.....	3-8
4.2.3	Pengujian <i>Specific Gravity</i> Semen, GGBFS, dan <i>Fly Ash</i> .....	3-11



3.3	Metode Desain <i>Densified Mixture Design Algorithm</i> (DMDA) .....	3-12
3.3.1	Pengujian $\alpha$ Test.....	3-12
3.3.2	Pengujian $\beta$ Test.....	3-17
3.3.3	<i>Mix Design</i> .....	3-19
3.4	Prosedur Pengecoran Beton.....	3-22
3.4.1	Pencampuran Material dan Pengecoran .....	3-23
3.4.2	Perawatan Beton ( <i>Curing</i> ).....	3-24
3.5	Prosedur Pengujian Beton .....	3-24
3.5.1	Pengujian <i>Flowability</i> Beton Segar.....	3-24
3.5.2	Pengujian Kuat Tekan Beton .....	3-28
3.5.3	Pengujian Modulus Elastisitas Beton.....	3-29
BAB 4 ANALISIS DATA .....		4-1
4.1	Analisis Uji <i>Flowability</i> Beton Segar.....	4-1
4.2	Analisis Berat Isi Benda Uji.....	4-2
4.3	Analisis Uji Kuat Tekan .....	4-3
4.4	Analisis Uji Modulus Elastisitas .....	4-5
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....		5-1
5.1	Kesimpulan.....	5-1
5.2	Saran.....	5-2
DAFTAR PUSTAKA .....		xxi
LAMPIRAN 1.....		L1-1
LAMPIRAN 2.....		L2-1
LAMPIRAN 3.....		L3-1
LAMPIRAN 4.....		L4-1



## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN



A	: Luas penampang benda uji
Abs	: Kadar absorpsi
ASTM	: <i>American society for testing and materials</i>
CTM	: <i>Compression testing machine</i>
DMDA	: <i>Densified mixture design algorithm</i>
E	: Modulus elastisitas beton
EFNARC	: <i>The european federation of specialist construction chemicals and concrete systems</i>
FM	: <i>Fineness modulus</i>
GGBFS	: <i>Ground granulated blast furnace slag</i>
n	: Faktor multiplier
OD	: <i>Oven dry</i>
OPC	: <i>Ordinary portland cement</i>
P	: Gaya aksial tekan
S	: Luas permukaan total agregat
SCC	: <i>Self-compacting concrete</i>
SG	: <i>Specific gravity</i>
SNI	: Standar nasional indonesia
SSD	: <i>Saturated surface dry</i>
$t_{min}$	: Ketebalan pasta pada agregat
V	: Volume
W	: Berat
$\alpha$	: Parameter $\alpha$
$\beta$	: Parameter $\beta$
$\varepsilon$	: Regangan
$\gamma$	: Massa jenis
$\lambda$	: Rasio antara berat air dengan berat binder

- $\sigma$  : Tegangan  
 $\xi$  : Rasio pergantian semen dengan slag

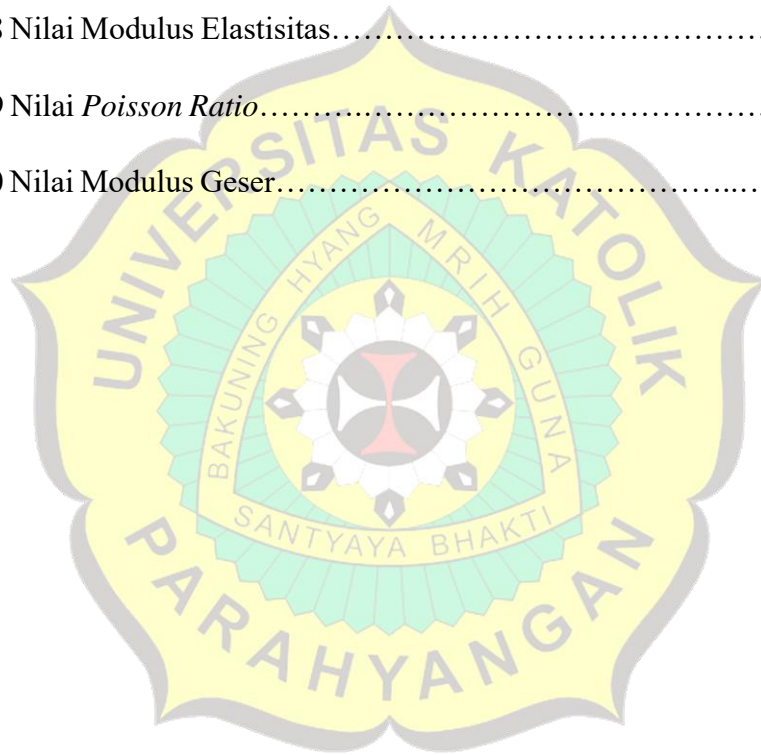


## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian.....	1-6
Gambar 2.1 <i>Micrograph</i> OPC.....	2-7
Gambar 2.2 <i>Micrograph</i> GGBFS.....	2-8
Gambar 2.3 Grafik Hasil $\alpha$ <i>Test</i> .....	2-11
Gambar 2.4 Grafik Hasil $\beta$ <i>Test</i> .....	2-12
Gambar 2.5 Uji <i>Slump Flow</i> .....	2-15
Gambar 2.6 Alat Uji <i>Slump Flow</i> dan T <sub>50</sub> .....	2-16
Gambar 2.7 Alat Uji <i>V-Funnel</i> .....	2-16
Gambar 2.8 Alat Uji <i>J-Ring</i> .....	2-17
Gambar 3.1 Agregat Kasar.....	3-1
Gambar 3.2 Pasir Cilegon.....	3-2
Gambar 3.3 Pasir Pontianak.....	3-2
Gambar 3.4 <i>Fly Ash</i> .....	3-3
Gambar 3.5 Semen.....	3-3
Gambar 3.6 GGBFS.....	3-4
Gambar 3.7 <i>Superplasticizer</i> .....	3-4
Gambar 3.8 Alat <i>Sleeve Shacker</i> .....	3-7
Gambar 3.9 Timbang Saat Kontainer Kosong.....	3-12
Gambar 3.10 Metode <i>Quartering</i> .....	3-13
Gambar 3.11 Pengisian Kontainer Dengan Campuran Material.....	3-14

Gambar 3.12 Pemadatan Campuran Material.....	3-14
Gambar 3.13 Meratakan Permukaan Kontainer.....	3-14
Gambar 3.14 Timbang Kontainer dan Campuran Material .....	3-15
Gambar 3.15 Grafik Hasil Pengujian $\alpha$ Test.....	3-16
Gambar 3.16 Grafik Hasil Pengujian $\beta$ Test.....	3-19
Gambar 3.17 <i>Curing</i> .....	3-24
Gambar 3.18 Pengujian <i>Slump Flow</i> .....	3-25
Gambar 3.19 Pengujian <i>V-Funnel</i> .....	3-26
Gambar 3.20 Pengujian <i>J-Ring</i> .....	3-27
Gambar 3.21 <i>Compression Testing Machine</i> .....	3-28
Gambar 3.22 Uji Modulus Elastisitas.....	3-29
Gambar 4.1 Hasil Uji Kuat Tekan.....	4-5
Gambar 4.2 Grafik Tegangan-Regangan Longitudinal Sampel 1 (GGBFS 0%).....	4-8
Gambar 4.3 Grafik Tegangan-Regangan Longitudinal Sampel 2 (GGBFS 0%).....	4-8
Gambar 4.4 Grafik Tegangan-Regangan Longitudinal Sampel 3 (GGBFS 0%).....	4-9
Gambar 4.5 Grafik Tegangan-Regangan Longitudinal (GGBFS 0%).....	4-9
Gambar 4.6 Grafik Tegangan-Regangan Longitudinal Sampel 1 (GGBFS 20%)....	4-10
Gambar 4.7 Grafik Tegangan-Regangan Longitudinal Sampel 2 (GGBFS 20%)...	4-10
Gambar 4.8 Grafik Tegangan-Regangan Longitudinal Sampel 3 (GGBFS 20%)...	4-11
Gambar 4.9 Grafik Tegangan-Regangan Longitudinal (GGBFS 20%).....	4-11
Gambar 4.10 Grafik Tegangan-Regangan Transversal Sampel 1 (GGBFS 0%)....	4-12
Gambar 4.11 Grafik Tegangan-Regangan Transversal Sampel 2 (GGBFS 0%)....	4-12

Gambar 4.12 Grafik Tegangan-Regangan Transversal Sampel 3 (GGBFS 0%).....	4-13
Gambar 4.13 Grafik Tegangan-Regangan Transversal (GGBFS 0%).....	4-13
Gambar 4.14 Grafik Tegangan-Regangan Transversal Sampel 1 (GGBFS 20%)....	4-14
Gambar 4.15 Grafik Tegangan-Regangan Transversal Sampel 2 (GGBFS 20%)....	4-14
Gambar 4.16 Grafik Tegangan-Regangan Transversal Sampel 3 (GGBFS 20%)....	4-15
Gambar 4.17 Grafik Tegangan-Regangan Transversal (GGBFS 20%).....	4-15
Gambar 4.18 Nilai Modulus Elastisitas.....	4-17
Gambar 4.19 Nilai <i>Poisson Ratio</i> .....	4-18
Gambar 4.20 Nilai Modulus Geser.....	4-18



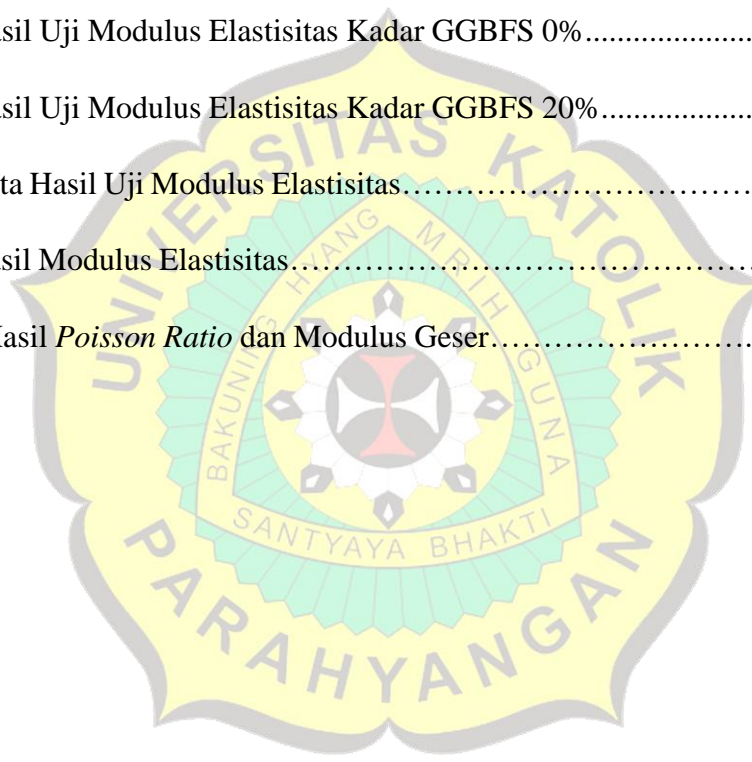




## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Benda Uji.....	1-3
Tabel 2.1 Persyaratan Kimia (SNI 2460:2014).....	2-4
Tabel 2.2 Persyaratan Fisik (SNI 2460:2014).....	2-5
Tabel 2.3 Syarat Kimia Utama (SNI 15-2049:2004).....	2-6
Tabel 2.4 Kandungan Kimia GGBFS.....	2-7
Tabel 3.1 Hasil Pengujian Absorpsi Agregat Kasar .....	3-6
Tabel 3.2 Hasil Pengujian <i>Specific Gravity</i> Agregat Kasar .....	3-6
Tabel 3.3 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar .....	3-8
Tabel 3.4 Hasil Pengujian Absorpsi Agregat Halus .....	3-9
Tabel 3.5 Hasil Pengujian <i>Specific Gravity</i> Agregat Halus .....	3-10
Tabel 3.6 Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus .....	3-10
Tabel 3.7 Hasil Pengujian <i>Specific Gravity</i> Semen, GGBFS, <i>Fly Ash</i> .....	3-12
Tabel 3.8 Data Pengujian $\alpha$ Test .....	3-13
Tabel 3.9 Hasil Pengujian $\alpha$ Test .....	3-15
Tabel 3.10 Data Pengujian $\beta$ Test .....	3-17
Tabel 3.11 Hasil Pengujian $\beta$ Test .....	3-18
Tabel 3.12 <i>Mix Design</i> .....	3-22
Tabel 3.13 Hasil Pengujian <i>Slump Flow</i> .....	3-25
Tabel 3.14 Hasil Pengujian T <sub>50</sub> .....	3-26
Tabel 3.15 Hasil Pengujian <i>V-Funnel</i> .....	3-27

Tabel 3.16 Hasil Pengujian <i>J-Ring</i> .....	3-28
Tabel 4.1 Hasil Uji <i>Flowability</i> Beton Segar.....	4-1
Tabel 4.2 Berat Isi Beton Kadar GGBFS 0%.....	4-2
Tabel 4.3 Berat Isi Beton Kadar GGBFS 20%.....	4-2
Tabel 4.4 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Kadar GGBFS 0%.....	4-4
Tabel 4.5 Hasil Uji Kuat Tekan Beton Kadar GGBFS 20%.....	4-4
Tabel 4.6 Hasil Uji Modulus Elastisitas Kadar GGBFS 0%.....	4-6
Tabel 4.7 Hasil Uji Modulus Elastisitas Kadar GGBFS 20%.....	4-7
Tabel 4.8 Data Hasil Uji Modulus Elastisitas.....	4-16
Tabel 4.9 Hasil Modulus Elastisitas.....	4-16
Tabel 4.10 Hasil <i>Poisson Ratio</i> dan Modulus Geser.....	4-16



## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 HASIL PENGUJIAN PROPERTIES BAHAN UJI.....	L1-1
LAMPIRAN 2 KURVA GRADASI AGREGAT.....	L2-1
LAMPIRAN 3 MIX DESIGN DMDA.....	L3-1
LAMPIRAN 4 PERHITUNGAN MODULUS ELASTISITAS.....	L4-1
LAMPIRAN 5 FOTO PENGUJIAN.....	L5-1





# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Permasalahan

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang semakin gencar untuk melakukan pembangunan infrastruktur. Pembangunan ini dilakukan dalam rangka pemerataan fasilitas dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat Indonesia. Seiring dengan makin gencarnya pembangunan infrastruktur, maka dari segi desain maupun dari segi metode pelaksanaan konstruksi juga mengalami perkembangan.

Salah satu perkembangan di bidang konstruksi adalah pada konstruksi beton bertulang. Bentuk dari konstruksi beton bertulang semakin kompleks dan menggunakan tulangan yang semakin rapat. Hal ini menimbulkan masalah yaitu pada proses pengecoran beton. Pada proses pengecoran beton konvensional diperlukan *vibrator* untuk membuat hasil pengecoran lebih padat. Adapun tujuan dari pemadatan ini adalah meminimalkan udara yang terjebak dalam beton segar sehingga diperoleh beton yang homogen dan tidak terjadi rongga-rongga di dalam beton. Namun pada konstruksi yang menggunakan tulangan yang rapat (seperti pada *beam-column joint*), penggunaan *vibrator* ini menjadi sulit karena terhalang oleh tulangan.

Maka dari itu pengembangan teknologi seperti *self-compacting concrete* (SCC) diperlukan untuk mengatasi masalah tersebut. SCC adalah beton yang memiliki *flowability* yang tinggi sehingga bisa mengalir sendiri melewati tulangan untuk mengisi ruang-ruang kosong dalam bekisting dan mencapai tinggi permukaan dengan rata tanpa mengalami *bleeding* dan segregasi. Penggunaan SCC ini dapat mengatasi masalah yang dihadapi ketika akan melakukan pengecoran pada komponen struktur yang memiliki tulangan rapat, selain itu penggunaan SCC dapat mengurangi penggunaan tenaga manusia dan menghilangkan polusi suara akibat penggunaan *vibrator*.

Selain SCC, perkembangan dalam bidang konstruksi yang lain adalah perkembangan dalam teknologi beton yang menggunakan bahan ramah lingkungan, seperti *fly ash* dan *ground granulated blast furnace slag* (GGBFS). *Fly ash* adalah

residu halus yang dihasilkan dari pembakaran atau pembubukan batubara dan ditransportasikan oleh aliran udara panas (SNI 2460:2014). Menurut data Kementerian Lingkungan Hidup limbah *fly ash* yang dihasilkan mencapai 85 ton/hari dan limbah *bottom ash* mencapai 48 ton/hari (Dinas LH Kabupaten Bandung, 2008). Sementara menurut peraturan (PP85/1999), limbah *fly ash* maupun *bottom ash* dapat dikategorikan sebagai limbah B3 (bahan beracun dan berbahaya). Sedangkan GGBFS adalah butiran material yang seperti kaca dan terbentuk saat slag dari tanur dimasukkan kedalam air dan mengalami pendinginan dengan cepat. (ASTM C 989). GGBFS memiliki komposisi kimia mirip dengan kandungan pada semen portland, sehingga dapat menggantikan fungsi semen portland pada rentang yang luas dengan rasio perbandingan berat tertentu.

## 1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat tekan optimum dan modulus elastisitas dengan variasi kadar GGBFS dengan metode desain *Densified Mixture Design Algorithm* (DMDA).

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh variasi kadar GGBFS terhadap *flowability* dari SCC.
2. Mengetahui modulus elastisitas beton dengan variasi kadar GGBFS.
3. Mengetahui perkembangan kuat tekan ( $f_c$ ) terhadap umur.
4. Mengetahui kuat tekan optimum dengan variasi kadar GGBFS.

## 1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Perencanaan campuran menggunakan DMDA dengan ( $n = V_p/V_v$ ) ditetapkan sebesar  $n = 1,8$ .
2. Persentase penggantian sebagian semen dengan GGBFS adalah 0% dan 20%

3. Rasio air terhadap binder ( $w/b$ ) ditetapkan sebesar 0.30.
4. *Workability* beton segar ditentukan dengan pengujian *slump flow*, *T<sub>50</sub>*, *J-Ring*, dan *V-funnel* mengacu pada “*Specification and Guidelines for Self-Compacting Concrete*” (EFNARC, 2002).
5. Perawatan dilakukan dengan metode *sealed curing*.
6. Kuat tekan beton diuji pada umur 7 hari dan untuk kuat tekan jangka panjang diuji pada umur 145 hari menggunakan spesimen silinder dengan diameter 100 mm dan tinggi 200 mm mengikuti prosedur pada ASTM C39/C39M-17.
7. Modulus elastisitas jangka panjang diuji pada umur 145 dengan spesimen silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm diuji hari dengan mengikuti prosedur pada ASTM C469.
8. Jumlah total benda uji: 12 buah silinder diameter 100 mm dan tinggi 200 mm dan 6 buah silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

**Tabel 1. 1 Benda Uji**

Jenis Pengujian	Umur (Hari)	Kadar GGBFS (%)	Jumlah Benda Uji
Uji Kuat Tekan (Silinder 100 x 200 mm)	7	0	3
		20	3
	145	0	3
		20	3
Uji Modulus Elastisitas (Silinder 150 x 300 mm)	145	0	3
		20	3

### 1.5 Metode Penelitian

Pada penelitian ini digunakan 2 metode untuk mendukung proses penyusunan skripsi, yaitu:

#### 1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mencari dan mempelajari landasan teori maupun metode analisis yang berkaitan dengan SCC, DMDA, penggunaan *fly ash* sebagai *filler*, dan penggunaan GGBFS sebagai pengganti semen.

## 2. Studi Eksperimental

Studi eksperimental pada penelitian ini adalah membuat beton dengan campuran air, agregat halus, agregat kasar, semen, GGBFS, *fly ash*, dan *superplasticizer* sesuai *mix design* yang telah direncanakan. Studi eksperimental ini juga melakukan pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas dengan variasi kadar GGBFS.

### 1.6 Sistematika Penulisan

#### BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang permasalahan, inti permasalahan, pembatasan masalah, metode penelitian, sistematika penulisan dan diagram alir penelitian.

#### BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan tentang landasan teori dan metode-metode yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.

#### BAB 3 PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENGUJIAN

Bab ini menjelaskan tentang persiapan material bahan, metode pelaksanaan pengujian, dan hasil dari pengujian.

#### BAB 4 ANALISA HASIL PENGUJIAN

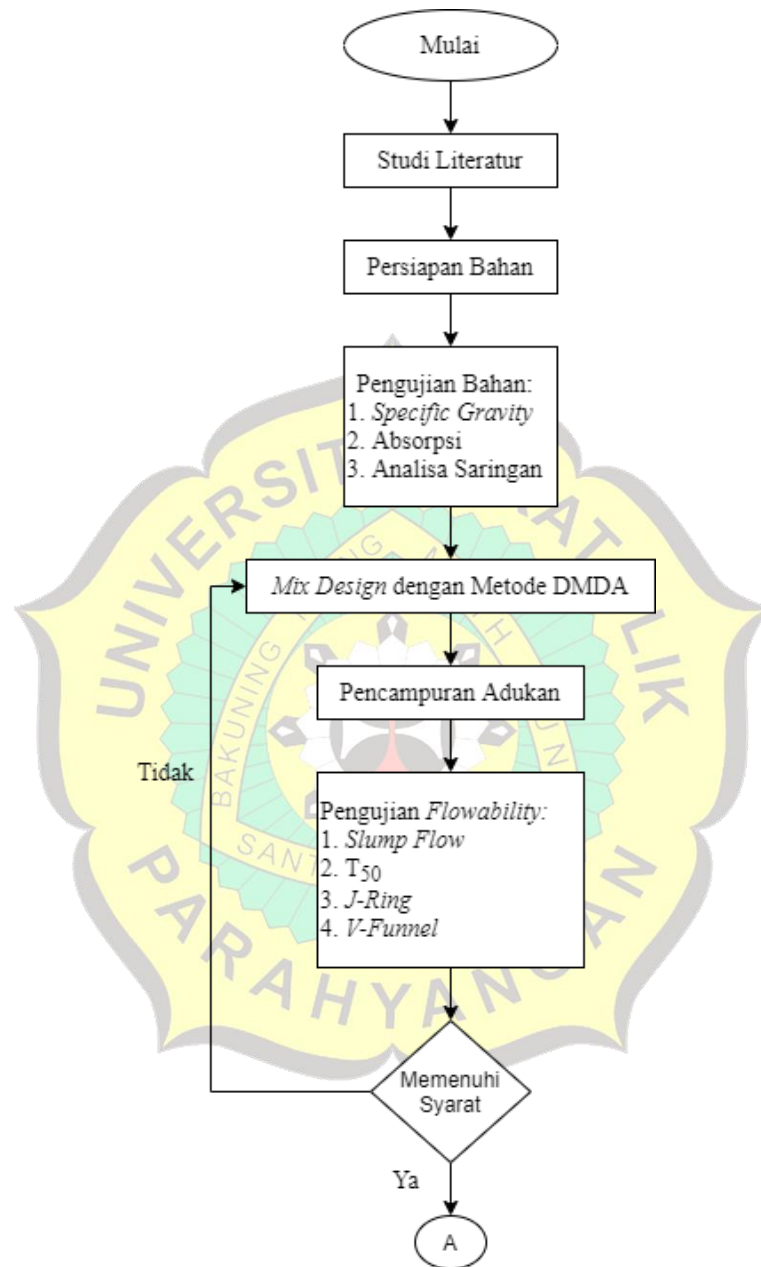
Bab ini menjelaskan tentang analisis dari data hasil pengujian dan perbandingan dengan hasil pengujian lain.

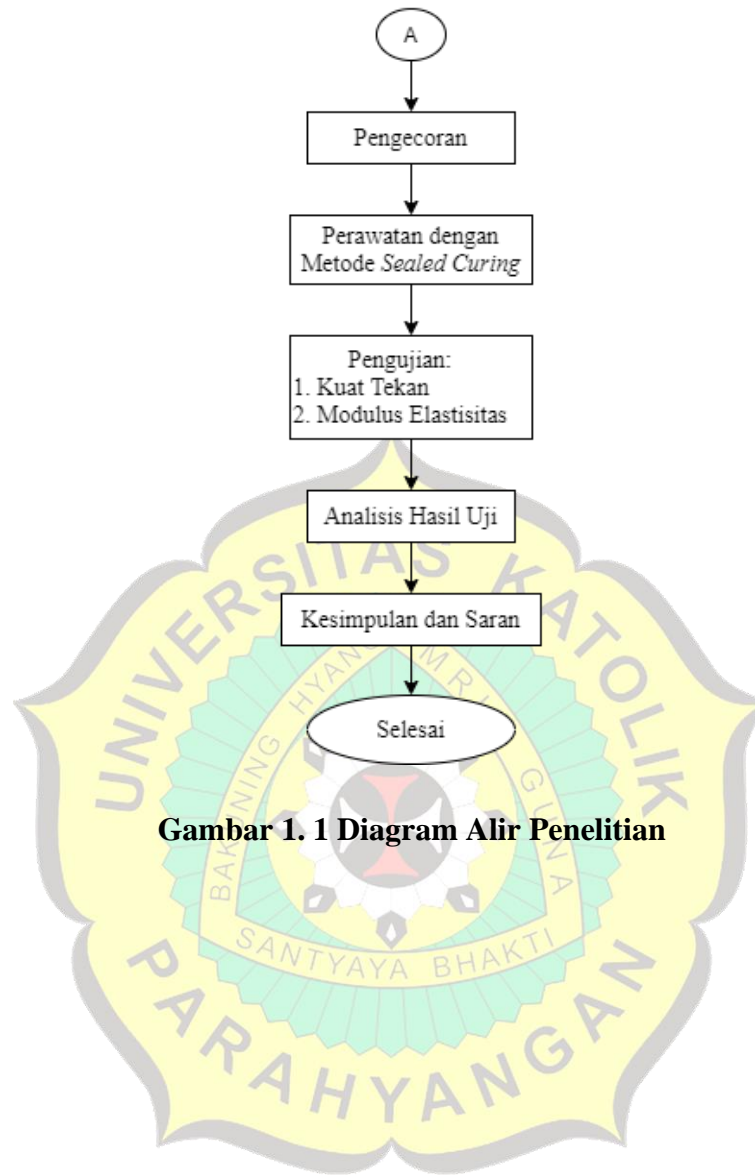
#### BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan hasil dari penelitian yang telah dilakukan dan saran yang membantu untuk melakukan penelitian ini.



## 1.7 Diagram Alir Penelitian





**Gambar 1. 1 Diagram Alir Penelitian**