

**SKRIPSI**

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI  
*POLYPROPYLENE FIBER* TERHADAP KEKUATAN  
TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS BETON  
*SUPER SULFATED CEMENT* MENGGUNAKAN  
NATRIUM SULFAT**



**MUHAMMAD SHIDQI FADIYA  
NPM : 6101901033**

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)  
BANDUNG  
JANUARI 2024**

**SKRIPSI**

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI  
*POLYPROPYLENE FIBER* TERHADAP KEKUATAN  
TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS BETON  
*SUPER SULFATED CEMENT* MENGGUNAKAN  
NATRIUM SULFAT**



**MUHAMMAD SHIDQI FADIYA  
NPM : 6101901033**

**Bandung, 29 JANUARI 2024**

**PEMBIMBING:**



**Herry Suryadi, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)  
BANDUNG  
JANUARI 2024**

**SKRIPSI**

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI  
*POLYPROPYLENE FIBER* TERHADAP KEKUATAN  
TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS BETON  
*SUPER SULFATED CEMENT* MENGGUNAKAN  
NATRIUM SULFAT**



**MUHAMMAD SHIDQI FADIYA**  
NPM : 6101901033

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

**PENGUJI 1:** Dr. Johannes Adhijoso Tjondro

**PENGUJI 2:** Sisi Nova Rizkiani, S.T., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL**  
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)  
**BANDUNG**  
**JANUARI 2024**

## LEMBAR PERNYATAAN

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

Nama : MUHAMMAD SHIDQI FADIYA  
NPM : 6101901033  
Program Studi : TEKNIK SIPIL

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI *POLYPROPYLENE FIBER*  
TERHADAP KEKUATAN TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS BETON  
*SUPER SULFATED CEMENT* MENGGUNAKAN NATRIUM SULFAT

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 12 Januari 2024



MUHAMMAD SHIDQI FADIYA

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI  
POLYPROPYLENE FIBER TERHADAP KEKUATAN TEKAN  
DAN MODULUS ELASTISITAS BETON SUPER SULFATED  
CEMENT MENGGUNAKAN NATRIUM SULFAT**

**MUHAMMAD SHIDQI FADIYA  
NPM : 6101901033**

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)  
BANDUNG  
JANUARI 2024**

**ABSTRAK**

Pertumbuhan populasi yang signifikan memerlukan infrastruktur yang memadai, termasuk bahan konstruksi seperti semen. Proses pembuatan semen melibatkan pembakaran bahan baku di tungku putar, menghasilkan emisi gas sulfida dan CO<sub>2</sub>. Untuk mengatasi masalah lingkungan, Ground Granulated Blast Slag (GGBFS) digunakan sebagai pengganti sebagian semen. GGBFS merupakan limbah yang residu dari industri pembuatan baja yang memiliki komposisi kimia serupa dengan semen. GGBFS membutuhkan senyawa aktivator untuk mempercepat hidrasi dengan menggunakan natrium sulfat (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) sebagai sulfat aktivator dan Ordinary Portland Cement (OPC) sebagai alkali aktivator yang umum dikenal sebagai Super Sulfated Cement (SSC). Beton dengan campuran SSC menggunakan *polypropylene fiber* disebut *SSC fiber concrete*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa pengaruh variasi kadar *polypropylene fiber* terhadap kekuatan tekan dan modulus elastisitas *SSC fiber concrete*. Variasi kadar *polypropylene fiber* digunakan sebesar 0%; 0,25%; 0,5%; dan 0,75%. Kekuatan tekan *SSC fiber concrete* pada umur 28 hari dengan variasi *polypropylene fiber* pada kadar 0%; 0,25%; 0,5%; dan 0,75% secara berurutan 17,845 MPa; 24,622 MPa; 20,982 MPa; dan 19,705 MPa. Kekuatan modulus *SSC fiber concrete* umur 28 hari dengan variasi *polypropylene fiber* pada kadar 0%; 0,25%; 0,5%; dan 0,75% secara berurutan 17538,68 MPa; 20465,92 MPa; 18036,01 MPa; dan 17643,52 MPa.

**Kata Kunci:** GGBFS, beton super sulfat semen, beton serat super sulfat semen, serat *polypropylene*, kekuatan tekan, modulus elastisitas

# **EXPERIMENTAL STUDY ON THE EFFECT OF POLYPROPYLENE FIBER VARIATIONS ON COMPRESSIVE STRENGTH AND ELASTIC MODULUS OF SUPER SULFATED CEMENT CONCRETE INCORPORATING NATRIUM SULFATE**

**MUHAMMAD SHIDQI FADIYA  
NPM : 6101901033**

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

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
FACULTY OF ENGINEERING  
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING  
BACHELOR PROGRAM  
(Accredited by SK LAM Teknik No.0216/SK/LAM Teknik/AS/VIII/2023)  
BANDUNG  
JANUARY 2024**

## **ABSTRACT**

The significant growth of the population requires adequate infrastructure, including construction materials such as cement. The cement manufacturing process involves burning raw materials in a rotary kiln, resulting in the emission of sulfide gases and CO<sub>2</sub>. To address environmental issues, Ground Granulated Blast Slag (GGBFS) is used as a partial substitute for cement. GGBFS is a waste residue from the steel industry with a chemical composition similar to cement. GGBFS requires activator compounds to accelerate hydration, using sodium sulfate (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) as a sulfate activator and Ordinary Portland Cement (OPC) as an alkali activator commonly known as Super Sulfated Cement (SSC). Concrete with a mix of SSC using polypropylene fiber is called SSC fiber concrete. This research aims to analyze the influence of varying polypropylene fiber content on the compressive strength and modulus of elasticity of SSC fiber concrete. Polypropylene fiber content variations used are 0%, 0.25%, 0.5%, and 0.75%. The compressive strength of SSC fiber concrete at 28 days with polypropylene fiber variations at 0%, 0.25%, 0.5%, and 0.75% are sequentially 17,845 MPa; 24,622 MPa; 20,982 MPa; and 19,705 MPa. The modulus of elasticity of SSC fiber concrete at 28 days with polypropylene fiber variations at 0%, 0.25%, 0.5%, and 0.75% are sequentially 17,538.68 MPa; 20,465.92 MPa; 18,036.01 MPa; and 17,643.52 MPa.

**Keywords:** GGBFS, super sulfated cement concrete, super sulfated cement fiber concrete, polypropylene fiber, compressive strength, modulus of elasticity

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmatNya penulis mampu menyelesaikan laporan skripsi yang berjudul **STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH VARIASI POLYPROPYLENE FIBER TERHADAP KEKUATAN TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS BETON SUPER SULFATED CEMENT MENGGUNAKAN NATRIUM SULFAT**.

Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu kriteria kelulusan akademik dari Program Studi Sarjana Teknik Sipil di Fakultas Teknik Universitas Katolik Parahyangan. Dalam proses penyusunan, penulis menerima bantuan berupa bimbingan, motivasi, serta dukungan doa dari awal proses penyusunan hingga rampungnya laporan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Herry Suryadi, Ph.D. selaku dosen pembimbing penulis yang telah membimbing proses penyusunan skripsi, memberikan wawasan, saran, serta dukungan dari awal hingga terselesaikannya laporan ini.
2. Orang tua penulis dan saudara kandung penulis yang selalu memberikan doa, semangat, dan dukungan yang sangat besar.
3. Seluruh dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang sudah hadir dan memberikan masukan dan saran selama seminar judul, seminar isi, dan sidang skripsi.
4. Bapak Teguh Farid Nurul Iman, S.T. selaku kepala pengujian laboratorium struktur Universitas Katolik Parahyangan yang telah membantu penulis dalam proses pengujian material dan benda uji terutama dalam proses pengujian kekuatan tekan dan modulus elastisitas beton.
5. Bapak Markus Didi G dan Bapak Heri Rustandi selaku staf laboratorium struktur Universitas Katolik Parahyangan yang telah membantu penulis dalam proses pembuatan benda uji yang meliputi persiapan material, pengecoran, hingga proses *grinding*.
6. Davaray Muhammad Suryanegara yang sudah menjadi rekan seperjuangan dalam melakukan pengujian material, pembuatan benda uji, dan proses penyusunan laporan skripsi.

7. Ira Desita yang sudah memberikan arahan dan bantuan dalam melakukan pengujian material hingga pengujian benda uji serta sudah bersedia menjadi mentor selama satu semester menyusun skripsi.
8. Riyeza Rinikita Kirana yang telah memberikan dukungan dan menemani penulis dalam proses penulisan skripsi.
9. Davaray Muhammad Suryanegara, Vincent Sutirta, Felix Ara, Gavyn Rumbajan, Wiliam Steven, Dinda Aisha, dan Ayreen selaku teman seperjuangan dan satu bimbingan di Laboratorium Teknik Struktur Universitas Katolik Parahyangan.
10. Jonathan Hadinata, Lucky Manuel, Athaya Kautsara, dan Adzikra Vurino yang sudah banyak membantu dan memberikan masukan dalam proses penyusunan laporan skripsi.
11. Pihak lain yang telah memberikan doa, dukungan, dan semangat yang tidak dapat ditulis satu per satu selama proses penyusunan skripsi ini.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa laporan skripsi yang telah disusun ini tidaklah sempurna dan memiliki kekurangan-kekurangan. Oleh karena itu, penulis dengan tulus menerima segala saran dan kritik yang diberikan untuk memperbaiki kekurangan yang ada. Setiap masukan yang diberikan akan dijadikan sebagai bahan pembelajaran berharga bagi penulis dalam menyusun laporan penelitian serupa. Penulis berharap bahwa laporan skripsi ini dapat memberikan manfaat yang positif bagi siapapun yang membacanya.

Bandung, 12 Januari 2024



Muhammad Shidqi Fadiya

6101901033



# DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN.....	i
ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT.....	iii
PRAKATA.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR NOTASI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Inti Permasalahan.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Pembatasan Masalah.....	3
1.5 Metode Penelitian.....	5
1.6 Sistematika Penulisan.....	6
1.7 Diagram Alir.....	7
BAB 2.....	8
2.1 Beton.....	8
2.2 <i>Super Sulfate Cement Concrete</i> .....	8
2.3 Campuran Super Sulfate Cement Concrete Fiber.....	9
2.3.1 Agregat kasar.....	9
2.3.2 Agregat halus.....	10
2.3.3 Air.....	11

2.3.4	Ground <i>Granulated Blast-furnace Slag</i> (GGBFS).....	11
2.3.5	<i>Alkaline Activator</i> .....	12
2.3.6	<i>Sulfate Activator</i> .....	13
2.3.7	<i>Polypropylene fiber</i> .....	14
2.4	Pengujian Material pada Campuran Super Sulfated Cement Concrete Fiber .....	14
2.4.1	<i>Spesific Gravity</i> Agregat Kasar.....	14
2.4.2	<i>Spesific Gravity</i> Agregat Halus.....	15
2.4.3	Massa Jenis <i>Binder</i> .....	15
2.4.4	Absorpsi Agregat Kasar.....	15
2.4.5	Absorpsi Agregat Halus.....	16
2.4.6	Uji Saringan Agregat Kasar.....	16
2.4.7	<i>Fineness Modulus</i> .....	17
2.4.8	Uji Berat Isi Campuran Agregat Kasar dan Agregat Halus.....	17
2.5	Mix design Campuran Super Sulfated Cement Concrete Fiber dengan Metode Volume Absolut.....	18
2.6	Uji <i>Slump Test</i> .....	20
2.7	Pengujian Kekuatan Tekan.....	21
2.8	Pengujian Modulus Elastisitas.....	22
2.9	Pengujian Rasio Poisson.....	23
BAB 3	.....	25
3.1	Properti Material Campuran Beton.....	25
3.1.1	Semen.....	25
3.1.2	GGBFS.....	25
3.1.3	Natrium Sulfat.....	26
3.1.4	Agregat Kasar.....	26

3.1.5 Agregat Halus.....	27
3.1.6 Air .....	27
3.1.7 <i>Polypropylene fiber</i> .....	28
3.2 Benda Uji Campuran Beton .....	29
3.3 Pengujian Material Campuran Beton .....	29
3.3.1 Pengujian Massa Jenis <i>Binder</i> .....	29
3.3.2 Pengujian Specific Gravity Agregat Kasar .....	31
3.3.3 Pengujian Absorpsi Agregat Kasar .....	32
3.3.4 Pengujian Saringan Agregat Kasar .....	33
3.3.5 Pengujian <i>Specific Gravity</i> Agregat Halus.....	35
3.3.6 Pengujian Absorpsi Agregat Halus .....	36
3.3.7 Pengujian Fineness Modulus Agregat Halus .....	37
3.4 Pengujian Berat isi Campuran Agregat Kasar dan Agregat Halus .....	39
3.5 Proporsi Campuran <i>Mix Design</i> Beton <i>Fiber Super Sulfated Cement</i> .....	41
3.6 Pembuatan Benda Uji.....	42
3.6.1 Pengecoran Beton.....	42
3.6.2 Perawatan Benda Uji.....	43
3.7 Pengujian Beton .....	43
3.7.1 Pengujian Kekuatan Tekan Beton.....	43
3.7.2 Pengujian Modulus Elastisitas Beton.....	44
BAB 4 .....	46
4.1 Analisis Uji <i>Slump</i> Beton .....	46
4.2 Analisis Uji Kekuatan Tekan Beton.....	48
4.2.1 Kekuatan Tekan Beton <i>Fiber</i> SSC Dengan Variasi PF 0% .....	48
4.2.2 Kekuatan Tekan Beton <i>Fiber</i> SSC Dengan Variasi PF 0,25% .....	49
4.2.3 Kekuatan Tekan Beton <i>Fiber</i> SSC Dengan Variasi PF 0,5% .....	51

4.2.4 Kekuatan Tekan Beton <i>Fiber</i> SSC Dengan Variasi PF 0,75% .....	52
4.2.5 Analisis Pengujian Perbandingan Kekuatan Tekan Campuran Variasi 0% <i>Polypropylene fiber- Variasi 0,75% Polypropylene fiber</i> .....	53
4.3 Analisis Uji Modulus Elastisitas Beton.....	54
4.3.1 Modulus Elastisitas Beton <i>Fiber</i> SSC Dengan Variasi PF 0% .....	55
4.3.2 Modulus Elastisitas Beton <i>Fiber</i> SSC Dengan Variasi PF 0,25% .....	58
4.3.3 Modulus Elastisitas Beton <i>Fiber</i> SSC Dengan Variasi PF 0,5% .....	62
4.3.4 Modulus Elastisitas Beton <i>Fiber</i> SSC Dengan Variasi PF 0,75% .....	66
4.3.5 Analisis Pengujian Perbandingan Modulus Elastisitas Campuran Variasi 0% <i>Polypropylene fiber- Variasi 0,75% Polypropylene fiber</i> .....	70
4.4 Hubungan Modulus Elastisitas Dengan Kekuatan Tekan Beton.....	71
4.5 Analisis Uji Rasio Poisson Beton.....	71
BAB 5 .....	73
5.1 Kesimpulan .....	73
5.2 Saran.....	74
DAFTAR PUSTAKA .....	75
LAMPIRAN 1 PENGUJIAN DENSITAS .....	77
LAMPIRAN 2 PENGUJIAN SPECIFIC GRAVITY .....	83
PENGUJIAN <i>BULK SPECIFIC GRAVITY</i> AGREGAT HALUS.....	83
PENGUJIAN <i>BULK SPECIFIC GRAVITY</i> AGREGAT KASAR .....	85
LAMPIRAN 3 PENGUJIAN ABSORPSI.....	87
PENGUJIAN ABSORPSI AGREGAT HALUS .....	87
PENGUJIAN ABSORPSI AGREGAT KASAR.....	90
LAMPIRAN 4 PENGUJIAN SARINGAN .....	93
PENGUJIAN SARINGAN AGREGAT HALUS.....	93
PENGUJIAN SARINGAN AGREGAT KASAR .....	95

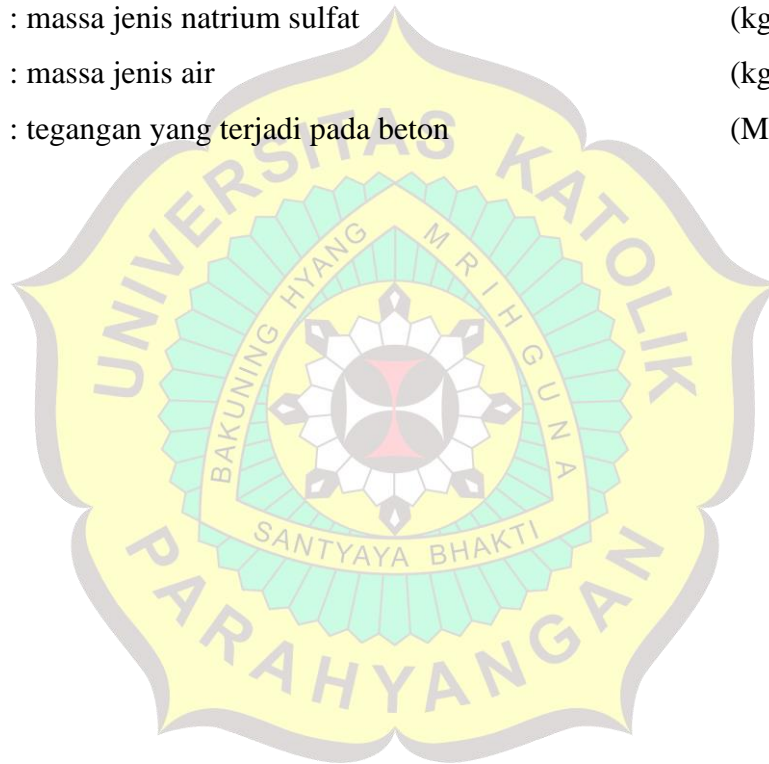
LAMPIRAN 5 PENGUJIAN BERAT ISI CAMPURAN AGREGAT HALUS DAN KASAR .....	96
LAMPIRAN 6 <i>MIX DESIGN</i> BETON <i>SUPER SULFATED CEMENT</i> DENGAN KADAR <i>PF</i> 0% .....	98
LAMPIRAN 7 <i>MIX DESIGN</i> BETON <i>SUPER SULFATED CEMENT</i> DENGAN KADAR <i>PF</i> 0,25% .....	106
LAMPIRAN 8 <i>MIX DESIGN</i> BETON <i>SUPER SULFATED CEMENT</i> DENGAN KADAR <i>PF</i> 0,5% .....	114
LAMPIRAN 9 <i>MIX DESIGN</i> BETON <i>SUPER SULFATED CEMENT</i> DENGAN KADAR <i>PF</i> 0,75% .....	122



## DAFTAR NOTASI

A	: absoprsi agregat	(%)
E	: modulus elastisitas beton	(MPa)
$f_c$	: kekuatan tekan silinder beton	(MPa)
PF	: <i>Polypropylene Fiber</i>	
GGBFS	: <i>Ground Granulated Blast Furnace Slag</i>	
$\text{Na}_2\text{SO}_4$	: natrium sulfat	
OD	: <i>oven-dry</i> (kering oven)	
OPC	: <i>Ordinary Portland Cement</i>	
$S_1$	: tegangan pada saat beton mengalami regangan 0,0005	(MPa)
$S_2$	: tegangan pada 40% tegangan ultimit beton	(MPa)
$SG_{CA}$	: <i>specific gravity</i> agregat kasar	
$SG_{FA}$	: <i>specific gravity</i> agregat halus	
$\text{SO}_3$	: sulfur trioksida	
SSC	: <i>super sulfated cement</i>	
SSD	: <i>surface saturated dry</i> (kondisi jenuh air)	
$V_{agg}$	: volume agregat	( $\text{m}^3$ )
$V_{air}$	: estimasi volume rongga udara	( $\text{m}^3$ )
$V_c$	: volume semen (OPC)	( $\text{m}^3$ )
$V_{CA}$	: volume agregat kasar	( $\text{m}^3$ )
$V_{FA}$	: volume agregat halus	( $\text{m}^3$ )
$V_p$	: volume pasta semen	( $\text{m}^3$ )
$V_w$	: volume air	( $\text{m}^3$ )
$W_c$	: berat semen (OPC)	(kg)
$W_{CA}$	: berat agregat kasar	(kg)
$W_{FA}$	: berat agregat halus	(kg)
$W_{OD}$	: berat agregat dalam kondisi SSD	(kg)
$W_{SSD}$	: berat agregat dalam kondisi SSD	(kg)
$W_w$	: berat air	(kg)
$\alpha$	: persentase agregat halus terhadap campuran agregat optimum	(%)
$\beta$	: persentase $\text{SO}_3$	(%)

$\Delta l$	: perubahan panjang longitudinal	(mm)
$\Delta l_t$	: perubahan panjang transversal	(mm)
$\epsilon_2$	: regangan pada 40% tegangan ultimit beton	
$\epsilon_{t1}$	: regangan transversal pada saat tegangan $S_1$	
$\epsilon_{t2}$	: regangan transversal pada saat tegangan $S_2$	
$\lambda/(w/b)$	: rasio air terhadap <i>binder</i>	
$\nu$	: Rasio Poisson	
$\rho_c$	: massa jenis semen (OPC)	(kg/m <sup>3</sup> )
$\rho_{GGBFS}$	: massa jenis GGBFS	(kg/m <sup>3</sup> )
$\rho_{Na_2SO_4}$	: massa jenis natrium sulfat	(kg/m <sup>3</sup> )
$\rho_w$	: massa jenis air	(kg/m <sup>3</sup> )
$\sigma$	: tegangan yang terjadi pada beton	(MPa)



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Diagram Alir Penelitian.....	7
<b>Gambar 2.1</b> Kurva Tipikal Tegangan Regangan Beton .....	22
<b>Gambar 2. 2</b> Ilustrasi Regangan Transversal & Longitudinal Pada Material.....	23
<b>Gambar 3.1</b> Ordinary Portland Cement (OPC) .....	25
<b>Gambar 3. 2</b> Ground Granulated Blast Furnace (GGBFS).....	26
<b>Gambar 3. 3</b> Natrium Sulfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) .....	26
<b>Gambar 3.4</b> Agregat Kasar .....	27
<b>Gambar 3.5</b> Agregat Halus .....	27
<b>Gambar 3.6</b> Air.....	28
<b>Gambar 3.7</b> <i>Polypropylene fiber</i> .....	28
<b>Gambar 3.8</b> Benda Uji Silinder $100 \times 200$ mm.....	29
<b>Gambar 3.9</b> Kurva Gradasi Agregat Halus.....	39
<b>Gambar 3.10</b> Kurva Regresi Berat Isi Campuran Agregat Halus dan Kasar .....	41
<b>Gambar 4.1</b> <i>Slump</i> Beton Fiber SSC Variasi 0% .....	46
<b>Gambar 4.2</b> <i>Slump</i> Beton Fiber SSC Variasi 0,25% .....	47
<b>Gambar 4.3</b> <i>Slump</i> Beton Fiber SSC Variasi 0,5% .....	47
<b>Gambar 4.4</b> <i>Slump</i> Beton Fiber SSC Variasi 0,75% .....	48
<b>Gambar 4.5</b> Nilai Kekutan Tekan 0% PF.....	49
<b>Gambar 4.6</b> Nilai Kekutan Tekan 0,25% PF.....	50
<b>Gambar 4.7</b> Nilai Kekutan Tekan 0,5% PF.....	51
<b>Gambar 4.8</b> Nilai Kekutan Tekan 0,75% PF.....	52
<b>Gambar 4.9</b> Nilai Kekuatan Tekan 0% PF - 0,75% PF.....	54
<b>Gambar 4.10</b> Kurva Tegangan Regangan Beton Fiber SSC 0% PF Sampel 1....	56
<b>Gambar 4.11</b> Kurva Tegangan Regangan Beton Fiber SSC 0% PF Sampel 2....	57
<b>Gambar 4.12</b> Kurva Tegangan Regangan Beton Fiber SSC 0% PF Sampel 3....	58
<b>Gambar 4.13</b> Kurva Tegangan Regangan Beton Fiber SSC 0,25% PF Sampel 159	
<b>Gambar 4.14</b> Kurva Tegangan Regangan Beton Fiber SSC 0,25% PF Sampel 260	
<b>Gambar 4.15</b> Kurva Tegangan Regangan Beton Fiber SSC 0,25% PF Sampel 361	
<b>Gambar 4.16</b> Kurva Tegangan Regangan Beton Fiber SSC 0,5% PF Sampel 1.	63
<b>Gambar 4.17</b> Kurva Tegangan Regangan Beton Fiber SSC 0,5% PF Sampel 2.	64



**Gambar 4.18** Kurva Tegangan Regangan Beton Fiber SSC 0,5% PF Sampel 3. 65

**Gambar 4.19** Kurva Tegangan Regangan Beton Fiber SSC 0,75% PF Sampel 167

**Gambar 4.20** Kurva Tegangan Regangan Beton Fiber SSC 0,75% PF Sampel 268

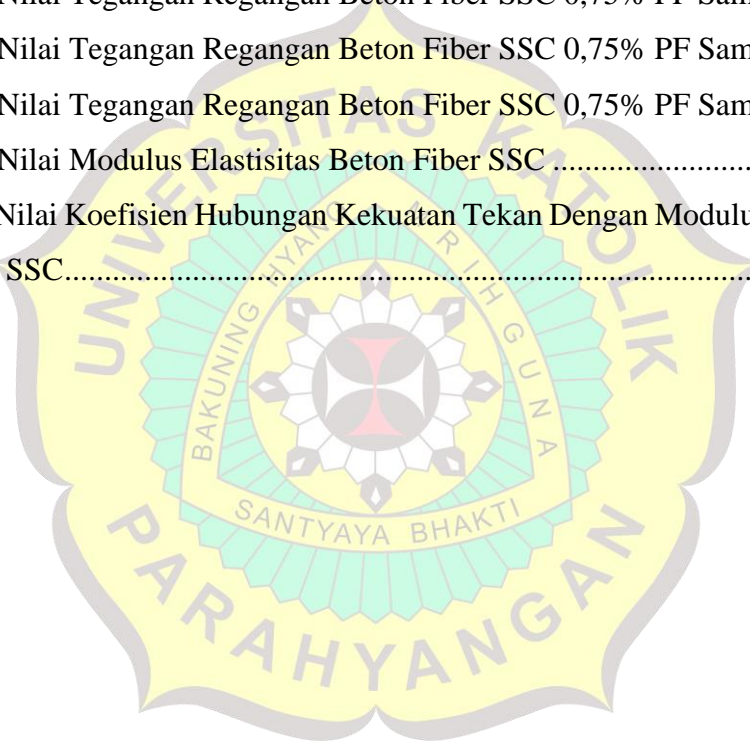
**Gambar 4.21** Kurva Tegangan Regangan Beton Fiber SSC 0,75% PF Sampel 369



## DAFTAR TABEL

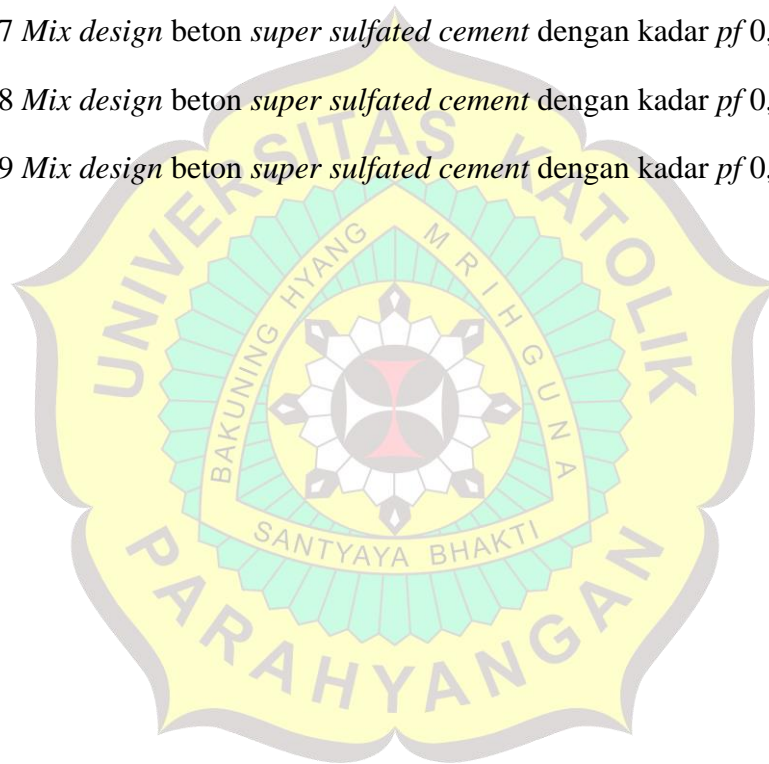
<b>Tabel 1.1</b> Rekapitulasi Benda Uji Kekuatan Tekan Beton Fiber Super Sulfated Cement .....	5
<b>Tabel 1.2</b> Rekapitulasi Benda Uji Modulus Elastisitas Beton Fiber Super Sulfated Cement .....	5
<b>Tabel 2.1</b> Batasan Gradasi Agregat Kasar Menurut ASTM C33 .....	10
<b>Tabel 2.2</b> Persen Lolos Agregat Halus Berdasarkan ASTM C33 .....	10
<b>Tabel 2.3</b> Proporsi Senyawa Kimia Dalam GGBFS .....	12
<b>Tabel 2.4</b> Ukuran Ayakan Berdasarkan ASTM C33 .....	16
<b>Tabel 2.5</b> Ukuran Ayakan Berdasarkan ASTM C33 .....	17
<b>Tabel 3.1</b> Karakteristik Polypropylene fiber .....	28
<b>Tabel 3.2</b> Massa Jenis OPC .....	30
<b>Tabel 3.3</b> Massa Jenis GGBFS .....	31
<b>Tabel 3.4</b> Massa Jenis Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> .....	31
<b>Tabel 3.5</b> Penentuan Massa Jenis Agregat Kasar .....	32
<b>Tabel 3.6</b> Penentuan Absorpsi Agregat Kasar .....	33
<b>Tabel 3.7</b> Hasil Analisa Uji Saringan Agregat Kasar Sampel 1 .....	34
<b>Tabel 3.8</b> Hasil Analisa Uji Saringan Agregat Kasar Sampel 2 .....	35
<b>Tabel 3.9</b> Penentuan Specific Gravity Agregat Halus .....	36
<b>Tabel 3.10</b> Penentuan Absorpsi Agregat Halus .....	37
<b>Tabel 3.11</b> Hasil Uji Saringan Agregat Sampel 1 .....	38
<b>Tabel 3.12</b> Hasil Uji Saringan Agregat Sampel 2 .....	39
<b>Tabel 3.13</b> Penentuan Berat Isi Campuran Agregat Kasar dan Halus Optimum .	40
<b>Tabel 3.14</b> Proporsi Campuran Beton Fiber SSC Per 1 m <sup>3</sup> .....	41
<b>Tabel 4. 1</b> Nilai <i>Slump</i> Pada Beton fiber SSC Dengan Variasi Kadar <i>Polypropylene fiber</i> (PF) .....	46
<b>Tabel 4.2</b> Hasil Pengujian Kekuatan Tekan 0% PF .....	49
<b>Tabel 4.3</b> Hasil Pengujian Kekuatan Tekan 0,25% PF .....	50
<b>Tabel 4.4</b> Hasil Pengujian Kekuatan Tekan 0,5% PF .....	51
<b>Tabel 4.5</b> Hasil Pengujian Kekuatan Tekan 0,75% PF .....	52
<b>Tabel 4.6</b> Hasil Pengujian Kekuatan Tekan 0% PF - 0,75% PF .....	53

<b>Tabel 4.7</b> Nilai Tegangan Regangan Beton Fiber SSC 0% PF Sampel 1 .....	55
<b>Tabel 4.8</b> Nilai Tegangan Regangan Beton Fiber SSC 0% PF Sampel 2 .....	56
<b>Tabel 4.9</b> Nilai Tegangan Regangan Beton Fiber SSC 0% PF Sampel 3 .....	57
<b>Tabel 4.10</b> Nilai Tegangan Regangan Beton Fiber SSC 0,25% PF Sampel 1 .....	59
<b>Tabel 4.11</b> Nilai Tegangan Regangan Beton Fiber SSC 0,25% PF Sampel 2 .....	60
<b>Tabel 4.12</b> Nilai Tegangan Regangan Beton Fiber SSC 0,25% PF Sampel 3 .....	61
<b>Tabel 4.13</b> Nilai Tegangan Regangan Beton Fiber SSC 0,5% PF Sampel 1 .....	63
<b>Tabel 4.14</b> Nilai Tegangan Regangan Beton Fiber SSC 0,5% PF Sampel 2 .....	64
<b>Tabel 4.15</b> Nilai Tegangan Regangan Beton Fiber SSC 0,5% PF Sampel 3 .....	65
<b>Tabel 4.16</b> Nilai Tegangan Regangan Beton Fiber SSC 0,75% PF Sampel 1 .....	67
<b>Tabel 4.17</b> Nilai Tegangan Regangan Beton Fiber SSC 0,75% PF Sampel 2 .....	68
<b>Tabel 4.18</b> Nilai Tegangan Regangan Beton Fiber SSC 0,75% PF Sampel 3 .....	69
<b>Tabel 4.19</b> Nilai Modulus Elastisitas Beton Fiber SSC .....	70
<b>Tabel 4.20</b> Nilai Koefisien Hubungan Kekuatan Tekan Dengan Modulus Elastisitas Beton Fiber SSC.....	71



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengujian densitas .....	77
Lampiran 2 Pengujian specific gravity .....	83
Lampiran 3 Pengujian absorpsi.....	87
Lampiran 4 Pengujian saringan.....	93
Lampiran 5 Pengujian berat isi campuran agregat halus dan kasar .....	96
Lampiran 6 <i>Mix design</i> beton <i>super sulfated cement</i> dengan kadar <i>pf</i> 0% .....	98
Lampiran 7 <i>Mix design</i> beton <i>super sulfated cement</i> dengan kadar <i>pf</i> 0,25% ....	106
Lampiran 8 <i>Mix design</i> beton <i>super sulfated cement</i> dengan kadar <i>pf</i> 0,5% .....	114
Lampiran 9 <i>Mix design</i> beton <i>super sulfated cement</i> dengan kadar <i>pf</i> 0,75% ....	122



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan jumlah penduduk di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya. Berdasarkan data sensus penduduk yang diselenggarakan pada tahun 1961, jumlah penduduk terus mengalami peningkatan (Fuadi, 2021). Badan Pusat Statistik (BPS) (2018) menjabarkan bahwa jumlah penduduk pada tahun 2045 mencapai 318,9 juta diperkirakan jumlah penduduk pada tahun 2045 ini akan mengalami peningkatan dari jumlah penduduk pada tahun 2015 yaitu 255,6 juta. Peningkatan pertumbuhan penduduk di Indonesia berdampak secara signifikan pada peningkatan kebutuhan pembangunan infrastruktur seperti gedung, jalan, jembatan, dan lain-lain. Menitikberatkan pada pengembangan infrastruktur ini, beton merupakan bahan yang paling umum digunakan pada infrastruktur karena beton memiliki kelebihan yaitu lebih efisien dibandingkan dengan bahan material lain seperti baja dan kayu.

Beton adalah material yang terbentuk dari campuran antara semen portland atau semen hidrolis yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa tambahan, membentuk massa yang padat, kuat dan stabil (SNI 7656, 2012). Pengerasan beton terjadi karena reaksi kimia antara air dan semen, dan mengakibatkan campuran tersebut semakin keras setara dengan umurnya. Beton serat (*fiber concrete*) adalah beton yang terdiri dari campuran semen hidrolis, agregat halus, agregat kasar, air, dan *fiber* dengan proporsi tertentu. Prinsip pada pemberian tambahan *fiber* ke dalam campuran beton dengan penyebaran *fiber* secara merata tanpa arah tertentu (Widodo, 2012).

Salah satu material penyusun utama dalam pembuatan beton yaitu semen. Pada umumnya semen yang digunakan sebagai bahan pengikat terhadap agregat halus dan agregat kasar pada penggunaan bahan konstruksi adalah semen hidrolis yang salah satunya adalah semen portland (Tanubrata, 2015). Semen terdiri dari batu gamping/kapur yang mengandung kalsium oksida (CaO), tanah lempung yang mengandung silika oksida (SiO<sub>2</sub>), aluminium oksida (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), besi oksida (FeO) dan magnesium oksida (MgO) (Tanubrata, 2015). Pada pembuatan semen terjadi

proses pembakaran di dalam tungku rotari kiln pada suhu 1400°C. Pada proses pembakaran semen di tungku rotari kiln menggunakan bahan baku batu bara sebagai bahan bakarnya. Pada proses ini akan menghasilkan emisi gas sulfida dan gas CO<sub>2</sub>. Lalu saat proses pembakaran bahan baku semen di dalam tungku rotari kiln batu kapur juga melepaskan gas CO<sub>2</sub>. Untuk menghasilkan 1 ton semen akan dihasilkan sebanyak 1 ton gas CO<sub>2</sub> yang dilepaskan ke udara dan kemudian dapat mencemari lingkungan yang berdampak menyebabkan pemanasan global (Amin & Suharto, 2017).

Salah satu solusi untuk mengatasi pencemaran lingkungan yang terjadi akibat proses pembuatan semen adalah dengan mencampur semen dengan bahan baku *Ground Granulated Blast-Furnace Slag (GGBFS)*. GGBFS adalah produk dengan bentuk butiran atau pasir yang dihasilkan dari limbah proses pemurnian baja (Fauzi & Lestari, 2020). Penggunaan GGBFS sebagai bahan baku tambahan pada beton menjadi solusi yang menguntungkan karena dapat mengurangi penggunaan semen dan mengganti sebagian semen menjadi bahan baku yang berasal dari limbah. GGBFS mengandung senyawa meliputi kalsium oksida (CaO), silika oksida (SiO<sub>2</sub>), aluminium oksida (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), besi oksida (FeO), magnesium oksida (MgO), titanium dioksida (TiO<sub>2</sub>) yang memiliki komposisi kimia serupa dengan bahan baku semen, sehingga GGBFS dapat bereaksi dengan air. Akan tetapi hidrasi awal dari GGBFS sangat lambat apabila dibandingkan dengan semen portland (Turu'allo, 2013). Maka dibutuhkan senyawa aktivator untuk mempercepat proses hidrasi.

*Super Sulfated Cement (SSC)* merupakan sejenis semen yang memiliki komposisi *GGBFS* sebagai bahan baku utama dan senyawa aktivator. Pada umumnya komposisi dari SSC yaitu 75% - 85% *GGBFS*, 10% - 20% *sulfate activator*, dan 1% - 5% *alkali activator*. Pada proses pembuatan SSC terdapat banyak keuntungan, yaitu aspek ramah lingkungan serta pengurangan produksi CO<sub>2</sub>. Dengan demikian, proses pembuatan SSC memberikan kontribusi yang signifikan dalam upaya menjaga keberlanjutan lingkungan (Wu *et al.*, 2021).

Terdapat beberapa jenis *fiber* yang dapat digunakan dalam pembuatan beton, seperti baja (*steel*), kaca (*glass*), plastic (*polypropylene*), dan karbon (*carbon*). Penggunaan *fiber* yang dicampurkan pada material beton dapat menunda terjadinya perambatan retakan (Widodo, 2012). Penggunaan material *polypropylene fiber*

berbentuk filamen – filamen yang akan disebar secara acak ketika dicampurkan kedalam campuran beton segar. Jenis *polypropylene fiber* dapat meningkatkan nilai kuat tekan dan modulus elastisitas (Gunawan *et al.*, 2015).

Pada eksperimental ini akan digunakan natrium sulfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) sebagai *sulfate activator* dan *Ordinary Portland Cement* (OPC) sebagai *alkali activator* untuk mempercepat proses hidrasi pada SSC. Penggunaan *fiber* pada studi eksperimental ini yaitu *polypropylene*. Pengujian yang akan dilakukan pada studi eksperimental ini adalah pengujian kekuatan tekan dan pengujian modulus elastisitas pada *SSC Fiber Concrete* lalu menganalisa korelasi antara kekuatan tekan dengan modulus elastisitas.

## 1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan dari uji eksperimental ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi *polypropylene fiber* terhadap nilai kekuatan tekan dan modulus elastisitas dari beton SSC berbahan dasar GGBFS dengan OPC dan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  sebagai aktivator.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk:

1. Mengetahui perkembangan kekuatan tekan beton SSC dengan variasi kadar *polypropylene fiber*.
2. Mengetahui nilai modulus elastisitas beton SSC pada umur 28 hari dengan variasi kadar *polypropylene fiber*

## 1.4 Pembatasan Masalah

Pada penelitian ini, pembatasan masalah ditentukan dengan parameter-parameter berikut:

1. Agregat halus yang digunakan berasal dari penambangan pasir di Galunggung lolos saringan ASTM No.4 (4,75 mm)
2. Agregat kasar yang digunakan adalah batu pecah dari Rumpin, Bogor, dengan ukuran agregat maksimum 19 mm dan tertahan saringan ASTM No.4 (4,75 mm).

3. Semen yang digunakan adalah *Ordinary Portland Cement* (OPC) dari Semen Tiga Roda yang diproduksi oleh PT. Indocement Tunggul Prakarsa yang digunakan sebagai alkali activator.
4. Slag yang digunakan adalah *Ground Granulated Blast-furnace Slag* (GGBFS) dari PT. KRNG Indonesia.
5. Aktivator sulfat yang digunakan adalah  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  yang diperoleh secara komersil.
6. Serat yang digunakan adalah serat Polypropylene dengan jenis MasterFiber 155 dari PT. Master Builder Solutions Indonesia dengan variasi kadar serat sebesar 0%, 0,25%, 0,5%, dan 0,75%.
7. Perencanaan *mix design* menggunakan metode volume absolut.
8. Kadar *water to binder* (*w/b*) sebesar 0,36.
9. Kekuatan tekan beton diuji pada benda uji silinder dengan ukuran 100 × 200 mm yang diuji pada umur 7, 14, dan 28 hari dengan mengambil nilai rata – rata dari minimum 3 benda uji (berdasarkan ASTM C39).
10. Modulus elastisitas beton diuji pada benda uji silinder dengan ukuran 100 × 200 mm yang diuji pada umur 28 hari dengan mengambil nilai rata – rata dari minimum 3 benda uji (berdasarkan ASTM C469).
11. Perawatan sampel dilakukan dengan *sealed curing*.
12. Jumlah total benda uji untuk kekuatan tekan adalah 36 buah dengan benda uji silinder dengan ukuran 100 × 200 mm. Tercantum pada Tabel 1.1.
13. Jumlah total benda uji untuk modulus elastisitas adalah 12 buah dengan benda uji silinder dengan ukuran 100 × 200 mm. Tercantum pada Tabel 1.2.



**Tabel 1.1** Rekapitulasi Benda Uji Kekuatan Tekan Beton Fiber Super Sulfated Cement

Kode	Jenis Pengujian	Bentuk dan Ukuran	Variasi <i>Polypropylene fiber</i>	Jumlah Benda Uji pada Umur Pengujian (Hari)		
				7	14	28
PF0,0	Kekuatan Tekan	Silinder 100 mm × 200 mm	0%	3	3	3
PF0,25			0,25%	3	3	3
PF0,5			0,5%	3	3	3
PF0,75			0,75%	3	3	3
Total Benda Uji				36		

**Tabel 1.2** Rekapitulasi Benda Uji Modulus Elastisitas Beton Fiber Super Sulfated Cement

Kode	Jenis Pengujian	Bentuk dan Ukuran	Variasi <i>Polypropylene fiber</i>	Jumlah Benda Uji pada Umur Pengujian (Hari)		
				7	14	28
PF0,0	Modulus Elastisitas	Silinder 100 mm × 200 mm	0%	3	3	3
PF0,25			0,25%	3	3	3
PF0,5			0,5%	3	3	3
PF0,75			0,75%	3	3	3
Total Benda Uji				12		

### 1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan dalam skripsi ini adalah sebagai berikut:

#### 1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan melakukan kajian terhadap beberapa sumber berupa jurnal, paper, buku, dan karya tulis ilmiah untuk menambah pengetahuan dan wawasan yang berhubungan dengan penelitian.

#### 2. Studi Eksperimental

Studi eksperimental dilakukan secara langsung di Laboratorium Teknik Struktur Universitas Katolik Parahyangan, mulai dari persiapan material, pembuatan benda uji dan pengujian benda uji.

#### 3. Analisis data

Analisis data merupakan tahap pengolahan yang dilakukan terhadap seluruh data hasil eksperimen untuk mencapai tujuan penelitian.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Penulisan skripsi dibagi dalam 5 bab, yaitu:

#### **BAB 1 PENDAHULUAN**

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

#### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi landasan teori yang digunakan sebagai acuan untuk melakukan penelitian dan menyusun skripsi ini.

#### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan tentang prosedur penelitian yang meliputi persiapan material, pengujian material, pembuatan benda uji, dan pengujian benda uji

#### **BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN**

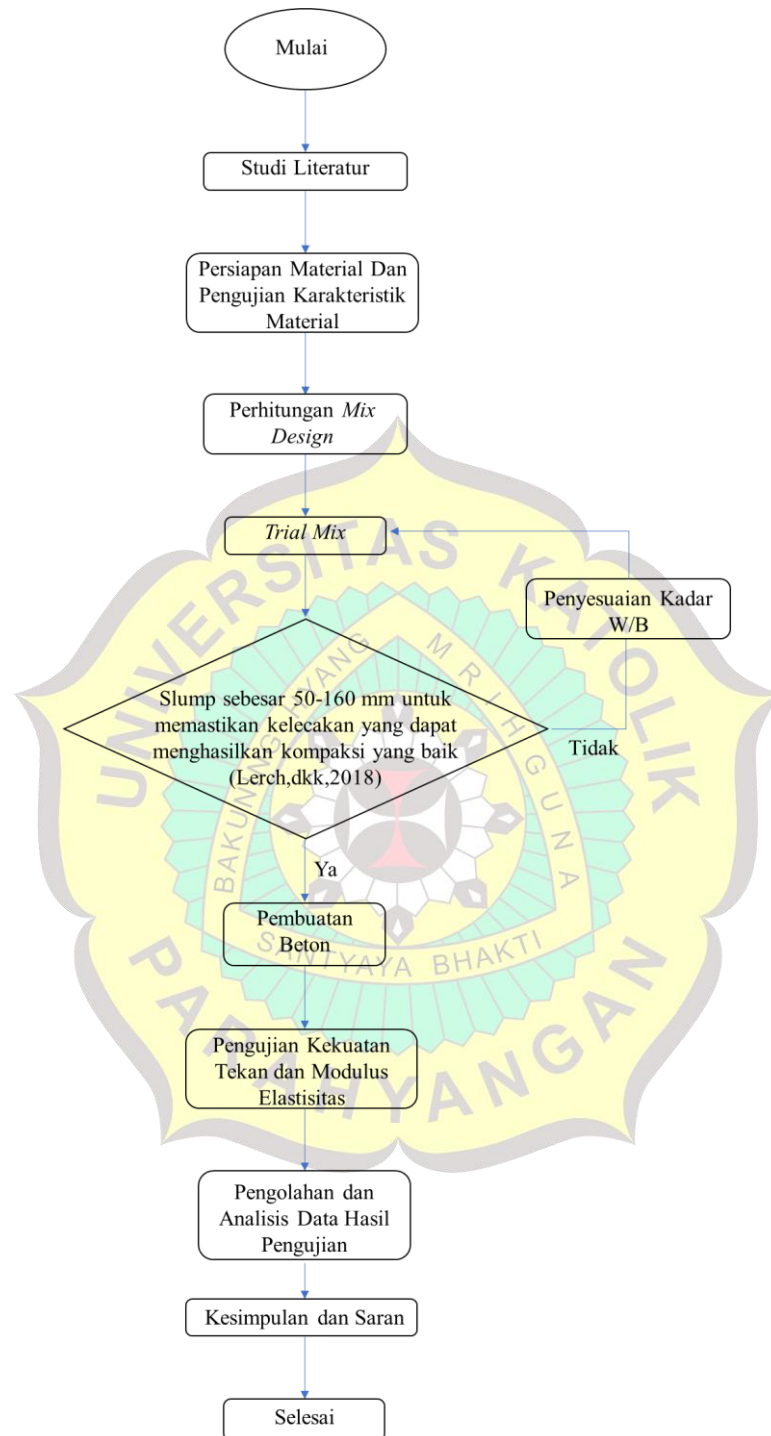
Bab ini membahas mengenai proses pengolahan data hasil pengujian benda uji di laboratorium.

#### **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisi kesimpulan atas hasil yang diperoleh dari pengujian dan saran untuk kegiatan penelitian di masa depan.

## 1.7 Diagram Alir

Studi eksperimental ini dilakukan dengan prosedur seperti pada gambar 1.1.



**Gambar 1.1** Diagram Alir Penelitian