

SKRIPSI

**KAJIAN EKSPERIMENTAL PERILAKU LENTUR
DAN KORELASI KEKUATAN TEKAN DENGAN
ULTRASONIC PULSE VELOCITY DARI
POLYPROPYLENE SELF-COMPACTING CONCRETE
DENGAN VARIASI VOLUME FIBER**



**LIE VERNANDO
NPM : 6101801096**

PEMBIMBING: Herry Suryadi, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK-BAN PT No. 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JULI 2022**

SKRIPSI

**EXPERIMENTAL STUDY OF BENDING BEHAVIOR
AND CORRELATION OF COMPRESSIVE
STRENGTH WITH ULTRASONIC PULSE VELOCITY
OF POLYPROPYLENE SELF-COMPACTING
CONCRETE WITH VARIATION OF FIBER VOLUME**



**LIE VERNANDO
NPM : 6101801096**

PEMBIMBING: Herry Suryadi, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK-BAN PT No. 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JULI 2022**

SKRIPSI

**KAJIAN EKSPERIMENTAL PERILAKU LENTUR
DAN KORELASI KEKUATAN TEKAN DENGAN
ULTRASONIC PULSE VELOCITY DARI
POLYPROPYLENE SELF-COMPACTING CONCRETE
DENGAN VARIASI VOLUME FIBER**



**LIE VERNANDO
NPM : 6101801096**

PEMBIMBING : Herry Suryadi, Ph.D.

PENGUJI 1 : Wisena Perceka, Ph.D.

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK-BAN PT No. 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JULI 2022**

PERNYATAAN

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

Nama : Lie Vernando

NPM : 6101801096

Program Studi : Teknik Sipil.

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

KAJIAN EKSPERIMENTAL PERILAKU LENTUR DAN KORELASI KEKUATAN TEKAN DENGAN *ULTRASONIC PULSE VELOCITY* DARI *POLYPROPYLENE SELF-COMPACTING CONCRETE* DENGAN VARIASI VOLUME FIBER

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: 18 Juli 2022



(Lie Vernando)

KAJIAN EKSPERIMENTAL PERILAKU LENTUR DAN KORELASI KEKUATAN TEKAN DENGAN *ULTRASONIC PULSE VELOCITY* DARI *POLYPROPYLENE SELF-COMPACTING CONCRETE* DENGAN VARIASI VOLUME FIBER

**Lie Vernando
NPM: 6101801096**

Pembimbing: Herry Suryadi, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK-BAN PT No. 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JULI 2022**

ABSTRAK

Beton merupakan material utama yang sering digunakan di berbagai bidang konstruksi seperti bangunan, bendungan, jalan, jembatan, dan lain-lain. Beton sering digunakan karena harganya terjangkau, mudah dibentuk, dan memiliki kekuatan tekan yang tinggi. Seiring dengan perkembangan teknologi, terdapat banyak inovasi-inovasi yang menghasilkan kualitas beton bermutu, salah satunya adalah *self-compacting concrete* (SCC). SCC merupakan jenis beton yang tidak memerlukan pemadatan karena memiliki *workability* yang tinggi sehingga dapat mengalir dengan mudah serta mengurangi potensi beton mengalami segregasi dan *bleeding*. Pada studi eksperimental ini akan menggunakan SCC dengan penambahan serat *polypropylene* yang dapat meningkatkan kekuatan lentur. Kadar serat *polypropylene* yang digunakan terdiri dari 3 variasi, yaitu 5 kg/m³, 7,5 kg/m³, dan 10 kg/m³. Pengujian yang akan diuji adalah kekuatan tekan, kekuatan lentur, *wash-out*, dan *Ultrasonic Pulse Velocity* (UPV). Nilai kekuatan tekan rata-rata pada umur 28 hari variasi 5 kg/m³, 7,5 kg/m³, dan 10 kg/m³ adalah 42,89 MPa, 44,97 MPa, dan 43,31 MPa. Nilai kandungan *wash-out* variasi 5 kg/m³, 7,5 kg/m³, dan 10 kg/m³ adalah 5,01 kg/m³, 7,89 kg/m³, dan 11,78 kg/m³. Kekuatan lentur rata-rata pada umur 28 hari variasi 5 kg/m³, 7,5 kg/m³, dan 10 kg/m³ adalah 4,51 MPa, 6,38 MPa, dan 7,73 MPa. Hasil pengujian kekuatan lentur SCC dengan penambahan serat *polypropylene* meningkatkan nilai kekuatan lentur, semakin banyak serat *polypropylene* yang digunakan maka semakin besar kekuatan lentur yang dimiliki oleh beton.

Kata Kunci: *self-compacting concrete*, serat *polypropylene*, kekuatan tekan, kekuatan lentur, *Ultrasonic Pulse Velocity* (UPV)

EXPERIMENTAL STUDY OF BENDING BEHAVIOR AND CORRELATION OF COMPRESSIVE STRENGTH WITH ULTRASONIC PULSE VELOCITY OF POLYPROPYLENE SELF-COMPACTING CONCRETE WITH VARIATION OF FIBER VOLUME

**Lie Vernando
NPM: 6101801096**

Advisor: Herry Suryadi, Ph.D.

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

(Accredited by SK BAN-PT No. 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)

**BANDUNG
JULY 2022**

ABSTRACT

Concrete is the main material that is often used in various construction fields such as buildings, dams, roads, bridges, and others. Concrete is often used because it is affordable, easy to form, and has high compressive strength. Along with technological developments, there are many innovations that produce quality concrete, one of which is self-compacting concrete (SCC). SCC is a type of concrete that does not require compaction because it has high workability so that it can flow easily and reduces the potential for concrete to occur segregation and bleeding. In this experimental study, SCC will be used with the addition of polypropylene fibers which can increase the flexural strength. The polypropylene fiber content consisted of 3 variations, set at 5 kg/m³, 7.5 kg/m³, and 10 kg/m³. The tests consist of compressive strength, flexural strength, wash-out, and Ultrasonic Pulse Velocity (UPV). The average compressive strength values at the age of 28 days with variations of 5 kg/m³, 7.5 kg/m³, and 10 kg/m³ were 42.89 MPa, 44.97 MPa, and 43.31 MPa. The wash-out content values for variations of 5 kg/m³, 7.5 kg/m³, and 10 kg/m³ were 5.01 kg/m³, 7.89 kg/m³, and 11.78 kg/m³. The average flexural strength at the age of 28 days with variations of 5 kg/m³, 7.5 kg/m³, and 10 kg/m³ was 4.51 MPa, 6.38 MPa, and 7.73 MPa. The results of the SCC flexural strength test with the addition of polypropylene fibers increase the value of flexural strength, the more polypropylene fibers used, the greater the flexural strength of the concrete.

Keywords: self-compacting concrete, polypropylene fiber, compressive strength, flexural strength, Ultrasonic Pulse Velocity (UPV)

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmat dan bimbingan-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “KAJIAN EKSPERIMENTAL PERILAKU LENTUR DAN KORELASI ANTARA KEKUATAN TEKAN DENGAN *ULTRASONIC PULSE VELOCITY* DARI *POLYPROPYLENE SELF-COMPACTING CONCRETE* DENGAN VARIASI VOLUME FIBER” dengan baik dan lancar. Skripsi ini merupakan salah satu syarat lulus program sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan.

Selama proses penulisan skripsi ini, penulis memiliki hambatan dalam pengerjaan yang tidak dapat diselesaikan jika tidak ada bantuan dari kehadiran orang-orang yang memberikan masukan, dorongan, dan semangat. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada:

1. Bapak Herry Suryadi, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah banyak membantu memberikan masukan, saran, dan wawasan selama proses pembuatan skripsi ini.
2. Dosen-dosen Fakultas Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang telah meluangkan waktu dan memberikan masukan dan wawasan saat seminar judul, seminar isi, dan sidang.
3. Orang tua dan kakak yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan doa kepada penulis.
4. Bapak Teguh Farid Nurul Iman, S.T., Bapak Heri Rustandi, dan Bapak Markus Didi G. yang telah membantu dan memberikan masukan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Teman seperjuangan laboratorium Teknik Struktur UNPAR, Hermawan, Yohanes Erick, Sophie N., Felicia Gabriele, William Delbert, Michael, Richard Faren Sutanto, Carel Delvine Winardo, Josia, dan Indra Permana yang bersama-sama memberi bantuan, dukungan dan semangat selama proses penyusunan skripsi ini.
6. Eldo Harvianto, Rezaldi Ongky Dwiputra, Jonathan Tirtadjaja, Janssen Tanjaya, Kelvin Handoko, Samsong Cheung, Steven Kent, Felix Tandiono, Jeremy Elred

Zultan, Samuel Ruys, dan Irfan Wiranata yang sudah meluangkan waktu memberikan dukungan dan masukan selama proses skripsi ini.

7. Semua teman-teman Teknik Sipil Angkatan 2018 Universitas Katolik Parahyangan yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis menerima kritik dan saran yang diberikan semua pihak pada studi eksperimental ini. Akhir kata, penulis berharap penelitian studi eksperimental ini dapat berguna bagi para pembaca yang akan datang.

Bandung, Juli 2022



Lie Vernando
6101801096



DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-2
1.3 Maksud dan Tujuan	1-2
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	1-2
1.5 Metode Penelitian.....	1-4
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 Self Compacting Concrete.....	2-1
2.3 Material Campuran Beton	2-2
2.3.1 Semen (<i>Portland Cement</i>).....	2-2
2.3.2 Agregat Kasar.....	2-3
2.3.3 Agregat Halus.....	2-3
2.3.4 <i>Ground Granulated Blast Furnace Slag (GGBFS)</i>	2-4
2.3.5 Air	2-4
2.3.6 Serat <i>Polypropylene</i>	2-5
2.3.7 <i>Superplasticizer</i>	2-6
2.4 Kadar Air.....	2-6
2.5 Spesific Gravity	2-7
2.5.1 <i>Spesific Gravity</i> Semen dan GGBFS	2-7
2.5.2 <i>Spesific Gravity</i> Agregat Kasar	2-8
2.5.3 <i>Spesific Gravity</i> Agregat Halus.....	2-9
2.6 Absorpsi Agregat.....	2-10

2.7	Metode Perawatan (Curing)	2-10
2.8	Perencanaan Campuran Beton dengan Volume Absolute.....	2-11
2.9	Metode Pengujian Benda Uji	2-14
2.9.1	Kekuatan Tekan	2-14
2.9.2	Kekuatan Lentur.....	2-15
2.9.3	<i>Ultrasonic Pulse Velocity</i> (UPV).....	2-16
2.9.4	<i>Wash-out</i>	2-17
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....		3-1
3.1	Material dan Benda Uji	3-1
3.1.1	Material	3-1
3.2	Pengujian Specific Gravity.....	3-5
3.2.1	Pengujian <i>Specific Gravity</i> Agregat Halus.....	3-5
3.2.2	Pengujian <i>Specific Gravity</i> Agregat Kasar.....	3-6
3.2.3	Pengujian <i>Specific Gravity</i> Semen dan GGBFS	3-7
3.3	Pengujian Absorpsi	3-7
3.3.1	Pengujian Absorpsi Agregat Halus	3-8
3.3.2	Pengujian Absorpsi Agregat Kasar	3-8
3.4	Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus	3-9
3.5	Proporsi Campuran Beton	3-10
3.6	Koreksi Volume Serat Terhadap Agregat pada Mix Desain	3-10
3.7	Pencampuran Adukan (Mixing)	3-11
3.8	Pengujian <i>Slump Flow</i> dan T_{50} cm.....	3-14
3.9	Perawatan Beton (Curing)	3-16
3.10	Pengujian Kekuatan Tekan	3-16
3.11	Pengujian Kekuatan Lentur	3-17
3.12	Pengujian <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i> (UPV).....	3-19
3.13	Pengujian <i>Wash-Out</i>	3-21
BAB 4 ANALISIS DATA		4-1
4.1	Analisis Pengujian Filling Ability Beton SCC.....	4-1
4.2	Analisis Pengujian Kekuatan Tekan.....	4-3
4.2.1	Kekuatan Tekan Variasi PF 5	4-3
4.2.2	Kekuatan Tekan Variasi PF 7,5	4-5
4.2.3	Kekuatan Tekan Variasi PF 10	4-7
4.2.4	Perbandingan Pengujian Kekuatan Tekan	4-9
4.3	Analisis Pengujian <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i> (UPV)	4-10
4.3.1	UPV Variasi PF 5.....	4-10

4.3.2	UPV Variasi PF 7,5.....	4-11
4.3.3	UPV Variasi PF 10.....	4-12
4.3.4	Perbandingan Pengujian <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i> (UPV).....	4-13
4.4	Analisis Hubungan Kekuatan Tekan dan <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i> ..	4-14
4.4.1	Hubungan Kekuatan Tekan dan UPV Variasi PF 5	4-15
4.4.2	Hubungan Kekuatan Tekan dan UPV Variasi PF 7,5	4-15
4.4.3	Hubungan Kekuatan Tekan dan UPV Variasi PF 10.....	4-16
4.5	Analisis Pengujian Kekuatan Lentur	4-17
4.5.1	Kekuatan Lentur Variasi PF 5.....	4-17
4.5.2	Kekuatan Lentur Variasi PF 7,5.....	4-19
4.5.3	Kekuatan Lentur Variasi PF 10.....	4-22
4.5.4	Analisis Perbandingan Kekuatan Lentur.....	4-23
4.6	Analisis Hubungan Kekuatan Tekan dan Kekuatan Lentur	4-25
4.6.1	Hubungan Kekuatan Tekan dan Lentur Variasi PF 5	4-25
4.6.2	Hubungan Kekuatan Tekan dan Lentur Variasi PF 7,5	4-26
4.6.3	Hubungan Kekuatan Tekan dan Lentur Variasi PF 10	4-26
4.7	Analisis Pengujian Wash-Out.....	4-27
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....		5-1
5.1	Kesimpulan.....	5-1
5.2	Saran.....	5-2
DAFTAR PUSTAKA		

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

PF 5,0	= Kadar serat <i>polypropylene</i> 5 kg/m ³
PF 7,5	= Kadar serat <i>polypropylene</i> 7,5 kg/m ³
PF 10	= Kadar serat <i>polypropylene</i> 10 kg/m ³
A	= Luas penampang benda uji, mm ²
b	= Lebar benda uji, mm
d	= Tinggi benda uji, mm
L	= Panjang benda uji, mm
T	= Waktu yang diperlukan untuk merambat, s
P	= Beban maksimum, N
m	= Berat serat pada benda uji, g
V _b	= Volume benda uji, L
f _c '	= Kekuatan tekan beton, MPa
f _r	= <i>Modulus of rupture</i> , MPa
V _{UPV}	= Kecepatan gelombang ultrasonik, m/s
C _f	= Kandungan serat, kg/m ³
M _c	= Berat sampel uji semen atau GGBFS, g
M _t	= Berat <i>flask</i> + berat minyak tanah + berat sampel uji, g
M _a	= Berat <i>flask</i> + berat minyak tanah sampai pembacaan 0-0,1 mL, g
γ _c	= Berat jenis semen, g/cm ³
γ _{GGBFS}	= Berat jenis GGBFS, g/cm ³
γ _w	= Berat jenis air, g/cm ³
γ _{CA}	= Berat jenis agregat kasar, g/cm ³
γ _{FA}	= Berat jenis agregat kasar, g/cm ³
γ _{SP}	= Berat jenis SP, kg/m ³
V	= Pembacaan akhir perubahan tinggi permukaan cairan, mL
SP	= kadar SP yang digunakan, %
k	= Faktor koreksi
SG _{CA}	= <i>Specific gravity</i> agregat kasar
SG _{FA}	= <i>Specific gravity</i> agregat halus

SG_c	= <i>Specific gravity</i> semen
SG_{GGBFS}	= <i>Specific gravity</i> GGBFS
V_P	= Volume pasta, m ³
V_{agg}	= Volume agregat, m ³
V_c	= Volume semen, m ³
V_{GGBFS}	= Volume GGBFS, m ³
V_w	= Volume air, m ³
V_{SP}	= Volume SP, m ³
V_{air}	= Volume udara, m ³
V_{FA}	= Volume agregat halus, m ³
V_{CA}	= Volume agregat kasar, m ³
W_{SSD}	= Berat sampel agregat dalam kondisi SSD, g
W_{OD}	= Berat sampel agregat dalam kondisi OD, g
W_b	= Berat <i>binder</i> , kg/m ³
W_c	= Berat semen, kg/m ³
W_{GGBFS}	= Berat GGBFS, kg/m ³
W_w	= Berat air, kg/m ³
W_{SP}	= Berat SP, kg/m ³
W_{FA}	= Berat agregat halus, kg/m ³
W_{CA}	= Berat agregat kasar, kg/m ³
γ_c	= Berat jenis semen, kg/m ³
γ_{GGBFS}	= Berat jenis GGBFS, kg/m ³
γ_w	= Berat jenis air, kg/m ³
γ_{SP}	= Berat jenis SP, kg/m ³
γ_{FA}	= Berat jenis agregat halus, kg/m ³
γ_{CA}	= Berat jenis agregat kasar, kg/m ³
ΔW_{CA}	= Pengganti berat agregat kasar akibat serat, kg/m ³
ΔW_{FA}	= Pengganti berat agregat halus akibat serat, kg/m ³
W'_{CA}	= Berat agregat kasar setelah penambahan serat, kg/m ³
W'_{FA}	= Berat agregat halus setelah penambahan serat, kg/m ³
$W_{FA.add.water}$	= Kebutuhan berat air tambahan pada agregat halus, kg/m ³

$W_{CA.add.water}$ = Kebutuhan berat air tambahan pada agregat kasar, kg/m^3

$W_{w.tot}$ = Berat air total setelah koreksi, kg/m^3

$W_{FA.OD}$ = Berat agregat halus kondisi OD setelah koreksi, kg/m^3

$W_{CA.OD}$ = Berat agregat kasar kondisi OD setelah koreksi, kg/m^3



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir	1-5
Gambar 2.1 Kondisi Kadar Air Pada Agregat (ACI E1-16)	2-7
Gambar 2.2 Pengujian Three-Point Loading (ASTM C78)	2-16
Gambar 2.3 Skema Pengujian UPV (ASTM C597)	2-16
Gambar 3.1 <i>Portland Cement Composite</i> (PCC)	3-1
Gambar 3.2 Agregat Halus	3-2
Gambar 3.3 Agregat Kasar	3-2
Gambar 3.4 <i>Ground Granulated Blast Furnace Slag</i> (GGBFS)	3-3
Gambar 3.5 Air	3-3
Gambar 3.6 <i>Superplasticizer</i> (SP)	3-4
Gambar 3.7 Serat <i>Polypropylene</i>	3-5
Gambar 3.8 Penimbangan Agregat Kasar Dalam Air	3-6
Gambar 3.9 <i>Sieve Shaker</i>	3-9
Gambar 3.10 Molen Besar	3-12
Gambar 3.11 Proses Air + SP dimasukkan ke Dalam Molen	3-13
Gambar 3.12 Penambahan Serat <i>Polypropylene</i> ke Dalam Molen	3-13
Gambar 3.13 Pelat Dasar dan Kerucut Abrasif	3-14
Gambar 3.14 Kerucut Abrasif Terisi Penuh	3-15
Gambar 3.15 Pengukuran Diameter <i>Slump Flow</i>	3-15
Gambar 3.16 <i>Sealed Curing</i> Menggunakan Plastik <i>Zipper</i>	3-16
Gambar 3.17 <i>Sealed Curing</i> Menggunakan Plastik <i>Wrapping</i>	3-16
Gambar 3.18 <i>Compression testing Machine</i> (CTM)	3-17
Gambar 3.19 Garis Bantu Pada Bagian Depan dan Belakang	3-18
Gambar 3.20 Pemasangan LVDT Pada Balok	3-18
Gambar 3.21 Alat Pundit Lab+	3-19
Gambar 3.22 Proses Kalibrasi Pundit Lab+	3-20
Gambar 3.23 Hasil Nilai Pengujian UPV	3-20
Gambar 4.1 <i>Slump Flow</i> PF 5 (VSI = 0)	4-2
Gambar 4.2 <i>Slump Flow</i> PF 7,5 (VSI = 2)	4-2
Gambar 4.3 <i>Slump Flow</i> PF 10 (VSI = 0)	4-2
Gambar 4.4 Kekuatan Tekan Rata-Rata Beton Serat <i>Polypropylene</i> 5 kg/m ³	4-4
Gambar 4.5 Pola Retak Kekuatan Tekan Beton Variasi PF 5 Umur 7 Hari	4-4
Gambar 4.6 Pola Retak Kekuatan Tekan Beton Variasi PF 5 Umur 14 Hari	4-4
Gambar 4.7 Pola Retak Kekuatan Tekan Beton Variasi PF 5 Umur 28 Hari	4-5
Gambar 4.8 Kekuatan Tekan Rata-Rata Beton Serat <i>Polypropylene</i> 7,5 kg/m ³ ..	4-6
Gambar 4.9 Pola Retak Kekuatan Tekan Beton Variasi PF 7,5 Umur 7 Hari	4-6
Gambar 4.10 Pola Retak Kekuatan Tekan Beton Variasi PF 7,5 Umur 14 Hari ..	4-6
Gambar 4.11 Pola Retak Kekuatan Tekan Beton Variasi PF 7,5 Umur 28 Hari ..	4-7
Gambar 4.12 Kekuatan Tekan Rata-Rata Beton Serat <i>Polypropylene</i> 10 kg/m ³ ..	4-8
Gambar 4.13 Pola Retak kekuatan Tekan Beton Variasi PF 10 Umur 7 Hari	4-8
Gambar 4.14 Pola Retak Kekuatan Tekan Beton Variasi PF 10 Umur 14 Hari ..	4-8
Gambar 4.15 Pola Retak Kekuatan Tekan Beton Variasi PF 10 Umur 28 Hari ..	4-9
Gambar 4.16 Grafik Perbandingan Kekuatan Tekan Rata-Rata	4-9
Gambar 4.17 Grafik UPV Serat <i>Polypropylene</i> 5 kg/m ³	4-11
Gambar 4.18 Grafik UPV Serat <i>Polypropylene</i> 7,5 kg/m ³	4-12

Gambar 4.19 Grafik UPV Serat <i>Polypropylene</i> 10 kg/m ³	4-13
Gambar 4.20 Grafik Perbandingan UPV Rata-Rata	4-14
Gambar 4.21 Grafik Hubungan Kekuatan Tekan dan UPV PF 5	4-15
Gambar 4.22 Grafik Hubungan Kekuatan Tekan dan UPV PF 7,5	4-16
Gambar 4.23 Grafik Hubungan Kekuatan Tekan dan UPV PF 10	4-16
Gambar 4.24 Pola Retak Kekuatan Lentur Beton Benda Uji 1 PF 5	4-17
Gambar 4.25 Pola Retak Kekuatan Lentur Beton Benda Uji 2 PF 5	4-18
Gambar 4.26 Pola Retak Kekuatan Lentur Beton Benda Uji 3 PF 5	4-18
Gambar 4.27 Grafik <i>Load vs Displacement</i> Variasi PF 5	4-18
Gambar 4.28 Pola Retak Kekuatan Lentur Beton Benda Uji 1 PF 7,5	4-19
Gambar 4.29 Pola Retak Kekuatan Lentur Beton Benda Uji 2 PF 7,5	4-20
Gambar 4.30 Pola Retak Kekuatan Lentur Beton Benda Uji 3 PF 7,5	4-20
Gambar 4.31 Grafik <i>Load vs Displacement</i> Variasi PF 7,5	4-21
Gambar 4.32 Pola Retak Kekuatan Lentur Beton Benda Uji 1 PF 10	4-22
Gambar 4.33 Pola Retak Kekuatan Lentur Beton Benda Uji 2 PF 10	4-22
Gambar 4.34 Pola Retak Kekuatan Lentur Beton Benda Uji 3 PF 10	4-23
Gambar 4.35 Grafik <i>Load vs Displacement</i> Variasi PF 10	4-23
Gambar 4.36 Grafik Perbandingan Kekuatan Lentur Rata-Rata	4-24
Gambar 4.37 Berat Serat <i>Polypropylene</i> Variasi PF 5	4-28
Gambar 4.38 Berat Serat <i>Polypropylene</i> Variasi PF 7,5	4-28
Gambar 4.39 Berat Serat <i>Polypropylene</i> Variasi PF 10	4-28



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Rekapitulasi Benda Uji	1-3
Tabel 2.1 Pengujian SCC Menurut ACI 237R.....	2-2
Tabel 2.2 Persyaratan Gradasi Agregat Halus (ASTM C33).....	2-4
Tabel 3.1 Proporsi Campuran	3-10
Tabel 3.2 Koreksi Volume Fiber Terhadap Agregat.....	3-10
Tabel 3.3 Koreksi Air.....	3-11
Tabel 3.4 Proporsi Campuran Setelah Koreksi	3-11
Tabel 3.5 Parameter Pengujian <i>Slump Flow</i> dan $T_{50\text{ cm}}$	3-15
Tabel 4.1 Hasil Pengujian <i>Slump Flow</i> dan $T_{50\text{ cm}}$	4-1
Tabel 4.2 Kekuatan Tekan Beton PF 5	4-3
Tabel 4.3 Kekuatan Tekan Beton PF 7,5	4-5
Tabel 4.4 Kekuatan Tekan Beton PF 10	4-7
Tabel 4.5 Perbandingan Kekuatan Tekan Rata-Rata	4-9
Tabel 4.6 Nilai UPV PF 5	4-10
Tabel 4.7 Nilai UPV PF 7,5	4-11
Tabel 4.8 Nilai UPV PF 10	4-12
Tabel 4.9 Perbandingan UPV Rata-Rata.....	4-13
Tabel 4.10 Kekuatan Lentur Beton PF 5.....	4-17
Tabel 4.11 Kekuatan Lentur Beton PF 7,5.....	4-19
Tabel 4.12 Kekuatan Lentur Beton PF 10.....	4-22
Tabel 4.13 Perbandingan Kekuatan Lentur Rata-Rata.....	4-24
Tabel 4.14 Nilai k PF 5	4-25
Tabel 4.15 Nilai k PF 7,5.....	4-26
Tabel 4.16 Nilai k PF 10.....	4-26
Tabel 4.17 Kandungan Variasi Serat <i>Polypropylene</i>	4-27

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1	L1-1
LAMPIRAN 2	L2-1
LAMPIRAN 3	L3-1
LAMPIRAN 4	L4-1



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan material yang sering digunakan di berbagai bidang konstruksi seperti bangunan, bendungan, jalan, jembatan, dan lain-lain. Hal ini karena material beton terdiri dari campuran agregat kasar, agregat halus, semen, dan air yang mudah didapatkan. Dari segi ekonomi, beton lebih terjangkau dan mudah dibentuk dibanding material lain yang memiliki kekuatan tekan serupa.

Semen merupakan material yang penting dalam pembuatan beton, namun produksi semen sendiri menghasilkan polusi CO₂ yang cukup besar (Preston et al, 2018). Maka dari itu, penggunaan limbah sebagai pengganti semen semakin banyak digunakan, salah satunya adalah *Ground Granulated Blast Furnace Slag* (GGBFS). GGBFS terbukti dapat meningkatkan daya tahan terhadap penetrasi klorida, serangan sulfat, dan reaksi alkali silika. Akan tetapi penambahan persentase GGBFS yang berlebihan mengakibatkan berkurangnya ketahanan beton terhadap karbonasi (Li et al, 2012).

Seiring dengan perkembangan teknologi, terdapat banyak inovasi-inovasi yang menghasilkan kualitas beton bermutu, salah satunya adalah *Self-Compacting Concrete* (SCC). SCC pertama kali dikembangkan pada tahun 1988, berbeda dengan beton konvensional pada umumnya yang memerlukan proses pemadatan, jenis beton ini diinovasikan untuk dapat memadatkan sendiri tanpa memerlukan *vibrator* dan juga mengurangi potensi beton mengalami segregasi dan *bleeding* (Okamura et al, 2003). Selain itu SCC memiliki keunggulan seperti konstruksi yang cepat, mengurangi tenaga kerja, meningkatkan *workability*, *durability*, mengurangi kebisingan, ramah lingkungan, serta dapat menghemat energi pemompaan (EFNARC, 2002).

Meskipun beton cenderung kuat terhadap gaya tekan, akan tetapi lemah menahan gaya tarik dan lentur. Terdapat berbagai cara untuk mengatasi hal tersebut, salah satunya adalah penambahan fiber. Menurut dari penelitian sebelumnya,

terdapat peningkatan pada kekuatan tekan dan lentur beton umur 28 hari dengan penambahan serat *polypropylene* fiber (Hasanr et al, 2013).

1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan dari skripsi ini adalah mempelajari pengaruh variasi serat *polypropylene* pada *Self-Compacting Concrete* dengan *Ground Granulated Blast Furnace Slag* sebagai pengganti sebagian semen melalui pengujian kekuatan tekan, UPV, *wash-out*, dan perilaku lentur.

1.3 Maksud dan Tujuan

Tujuan Penelitian dari skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kekuatan tekan akibat variasi serat *polypropylene* pada SCC dengan GGBFS sebagai pengganti sebagian semen.
2. Mempelajari hubungan UPV dan kekuatan tekan akibat variasi serat *polypropylene* pada SCC dengan GGBFS sebagai pengganti semen.
3. Mengetahui kandungan variasi serat *polypropylene* pada SCC saat beton segar dengan GGBFS sebagai pengganti sebagian semen.
4. Mengetahui perilaku lentur akibat variasi serat *polypropylene* pada SCC dengan GGBFS sebagai pengganti sebagian semen.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Pembatasan masalah yang akan dibahas pada skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Semen yang digunakan adalah *Portland Cement Composite* (PCC) dengan merek Semen Tiga Roda.
2. Agregat halus yang digunakan adalah pasir Galunggung lolos saringan ASTM No. 4 (4,75 mm).
3. Agregat kasar yang digunakan adalah batu Lagadar dengan ukuran maksimum 9,5 mm dan tertahan saringan ASTM No. 4 (4,75 mm).
4. *Ground Granulated Blast Furnace Slag* (GGBFS) merupakan produksi dari PT. KRNG Indonesia.
5. GGBFS yang digunakan ditetapkan sebesar 20% dari total *binder*.

6. Serat yang digunakan adalah serat *Polypropylene* dengan jenis MasterFiber 155 dari PT. Master Builder Solutions Indonesia dengan variasi kadar serat sebesar 5 kg/m^3 , $7,5 \text{ kg/m}^3$, dan 10 kg/m^3 .
7. *Superplasticizer* yang digunakan adalah MasterGlenium® SKY 8614 dari PT. Master Builder Solutions Indonesia.
8. Parameter *Self-Compacting Concrete* yang diuji adalah *slump flow* dan $T_{50 \text{ cm}}$ sesudah penambahan serat sesuai dengan ketentuan pada ACI 237R.
9. Perencanaan campuran dilakukan dengan metode volume absolut.
10. Rasio air terhadap *binder* (w/b) yang digunakan adalah 0,32.
11. Perawatan dilakukan dengan menggunakan metode *sealed curing*.
12. Pengujian kekuatan tekan dan UPV dengan variasi kadar serat dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari dengan benda uji silinder diameter 100 mm dan tinggi 200 mm.
13. Pengujian *wash-out* mengikuti standar BS EN 14721-2005 dengan variasi kadar serat dilakukan dengan benda uji balok berukuran $100 \times 100 \times 350$ mm.
14. Pengujian perilaku lentur mengikuti standar ASTM C1609/C1609M dengan variasi kadar serat dilakukan pada umur 28 hari dengan benda uji balok berukuran $100 \times 100 \times 350$ mm.
15. Jumlah benda uji sebanyak 27 silinder dan 9 balok dengan rekapitulasi benda uji yang dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Rekapitulasi Benda Uji

Jenis Pengujian	Bentuk Benda Uji [mm]	Kadar Serat [kg/m^3]	Jumlah Benda Uji [Hari]		
			7	14	28
Kekuatan Tekan	Silinder [100 × 200]	5	3	3	3
		7,5	3	3	3
		10	3	3	3
Perilaku Lentur	Balok [100 × 100 × 350]	5	-	-	3
		7,5	-	-	3
		10	-	-	3

1.5 Metode Penelitian

Metode-metode penelitian yang dilakukan pada skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Literatur
Studi literatur yang dilakukan merupakan hasil kajian buku, *paper*, jurnal dan karya tulis ilmiah untuk mendapatkan data sebagai referensi, landasan teori, dan pembanding hasil uji eksperimental.
2. Studi Eksperimental
Studi eksperimental diawali dengan persiapan material, perhitungan kebutuhan material, pembuatan benda uji, dan pengujian benda uji.
3. Analisis Data
Mengolah dan menganalisis data hasil pengujian benda uji yang telah diperoleh untuk mencapai tujuan penelitian.

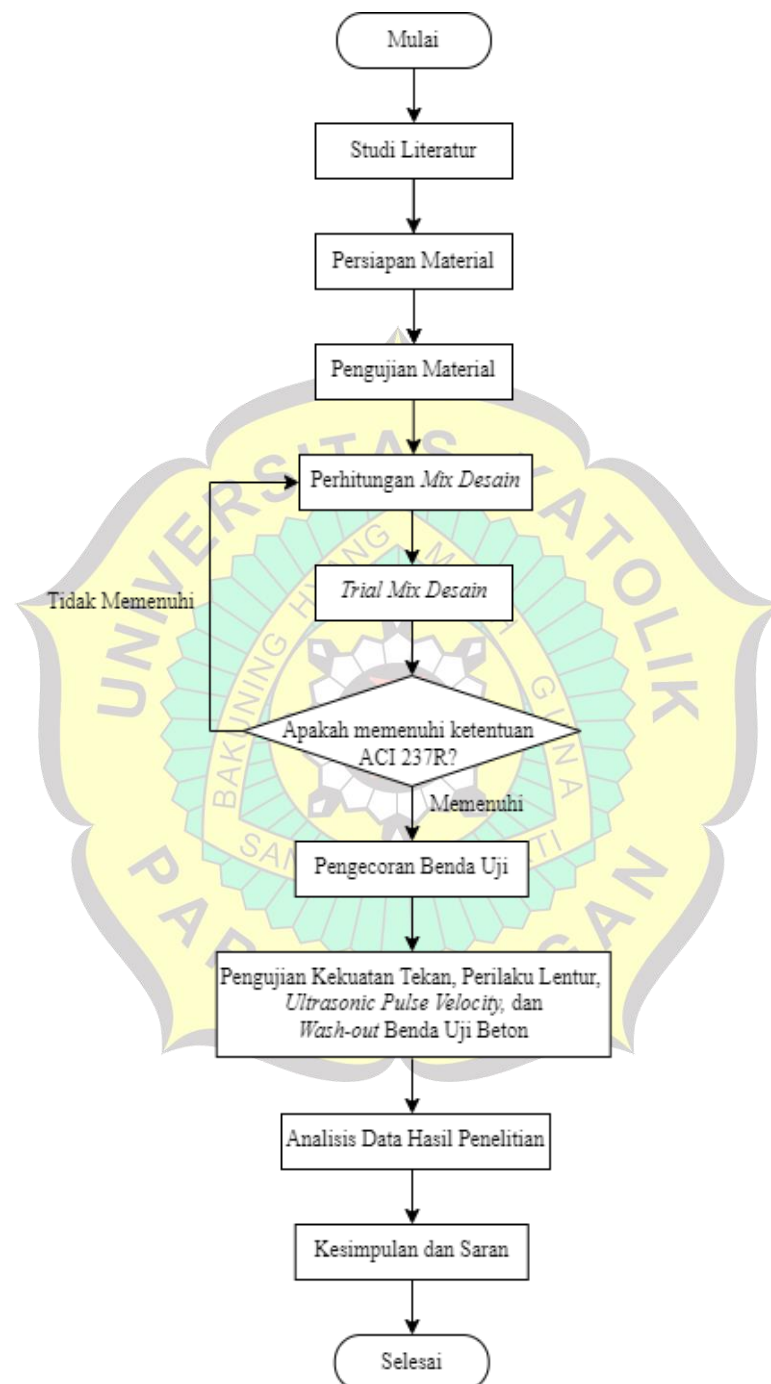
1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. BAB 1 PENDAHULUAN
Bab ini membahas latar belakang, inti permasalahan, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metode penelitian, sistematika penulisan, dan diagram alir.
2. BAB 2 DASAR TEORI
Bab ini membahas landasan teori yang digunakan sebagai acuan melakukan studi eksperimental dan menyusun skripsi.
3. BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN
Bab ini membahas tahapan pengujian dimulai dari persiapan material, pembuatan benda uji, dan pengujian benda uji.
4. BAB 4 ANALISIS DATA
Bab ini membahas mengenai analisis data yang diperoleh dari pengujian benda uji.
5. BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN
Bab ini membahas mengenai kesimpulan yang diperoleh dari hasil pengujian serta saran yang dapat digunakan sebagai acuan untuk penelitian kedepannya.

1.7 Diagram Alir Penelitian

Prosedur pengujian pada studi eksperimental ini dilakukan seperti pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Diagram Alir