

**SKRIPSI**

**EFEK GEOMETRI DAN VOLUME SERAT BAJA  
PADA PERILAKU TARIK *HIGH-PERFORMANCE*  
*FIBER REINFORCED CEMENT COMPOSITES***



**FELIX RIANTO  
NPM: 6101801187**

**PEMBIMBING: Wisena Perceka, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI SARJANATEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
BANDUNG  
JANUARI 2023**

**SKRIPSI**

**EFEK GEOMETRI DAN VOLUME SERAT BAJA  
PADA PERILAKU TARIK *HIGH-PERFORMANCE*  
*FIBER REINFORCED CEMENT COMPOSITES***



**FELIX RIAN TO  
NPM: 6101801187**

**BANDUNG, 19 JANUARI 2023**

**PEMBIMBING:**

**Wisena Perceka, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI SARJANATEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
BANDUNG  
JANUARI 2023**


**SKRIPSI**

**EFEK GEOMETRI DAN VOLUME SERAT BAJA  
PADA PERILAKU TARIK *HIGH-PERFORMANCE*  
*FIBER REINFORCED CEMENT COMPOSITES***



**FELIX RIANTO**  
**NPM: 6101801187**

**PEMBIMBING:** Wisena Perceka, Ph.D.

  
27/01/2023  
.....

**KO-PEMBIMBING:** -

.....  


**PENGUJI 1:** Herry Suryadi, Ph.D.

.....  


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

  
.....

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI SARJANATEKNIK SIPIL**  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
**BANDUNG**  
**JANUARI 2023**

## PERNYATAAN

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

Nama : Felix Rianto

NPM : 6101801187

Program Studi : Teknik Sipil

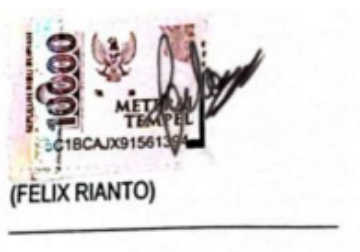
Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi / ~~tesis / disertasi~~<sup>\*)</sup> dengan judul:  
EFEK GEOMETRI DAN VOLUME SERAT BAJA PADA PERILAKU TARIK *HIGH-PERFORMANCE FIBER REINFORCED CEMENT COMPOSITES*

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: 19 Januari 2023



(FELIX RIANTO)

\*) coret yang tidak perlu

# EFEK GEOMETRI DAN VOLUME SERAT BAJA PADA PERILAKU TARIK *HIGH-PERFORMANCE* *FIBER REINFORCED CEMENT COMPOSITES*

FELIX RIAN TO  
NPM: 6101801187

Pembimbing: Wisena Perceka, Ph.D

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI SARJANATEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
BANDUNG  
JANUARI 2023

## ABSTRAK

Pembangunan infrastruktur di Indonesia masih terus berlangsung. Prasarana infrastruktur seperti gedung dan jembatan umumnya terbuat dari material beton. Beton memiliki beberapa keunggulan, yaitu memiliki kekuatan tekan yang tinggi dan dapat dibentuk sesuai dengan cetakan yang disediakan. Akan tetapi, material beton juga memiliki kekurangan, yaitu beton memiliki sifat getas dan lemah terhadap tarik. Baja tulangan selalu digunakan untuk menahan tarik baik tarik akibat lentur dan tarik akibat geser dan atau kombinasi geser dan torsi. Akan tetapi, penggunaan baja tulangan secara berlebihan akan mempersulit beton segar untuk dituangkan ke dalam cetakan, selain itu, peraturan beton bertulang juga tidak mengizinkan penggunaan baja tulangan secara berlebihan. Seiring berkembangnya teknologi material, terdapat cara untuk mengurangi sifat getas beton, yaitu menggunakan serat baja (*steel fiber*) di dalam campuran beton. Material berbasis semen dengan serat baja dapat disebut *high performance fiber reinforced cement composites (HPFRCC)*. Keunggulan dari HPFRCC adalah memiliki kemampuan *tensile strain hardening*, dimana material dapat terus berdeformasi dan meningkatkan kekuatannya setelah terjadi keretakan pertama. Studi eksperimental ini bertujuan untuk mengetahui perilaku tarik dan lebar retak material HPFRCC akibat variasi volume dan geometri serat baja. Volume yang digunakan di dalam skripsi ini adalah 1,5% dan 2%. Selanjutnya, serat baja yang digunakan adalah tipe 4D *hooked-ends* dengan 3 tipe aspek rasio. Selain itu, terdapat 2 tipe ukuran *dogbone* yang digunakan di dalam pengujian. Volume dan geometri *serat baja* tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap nilai kekuatan tekan beton. Semua benda uji *dogbone* mengalami perilaku *tensile strain hardening*. Tegangan maksimum, regangan yang terjadi bersamaan dengan tegangan maksimum, dan tegangan first crack ditunjukkan oleh benda uji *dogbone* berukuran kecil yang memiliki volume *steel fiber* 2% dengan panjang serat baja 6 cm dan aspek rasio 65 (tipe 4D 65/60 BG). Selanjutnya, lebar retak terkecil ditunjukkan oleh benda uji *dogbone* berukuran kecil yang memiliki volume serat baja 2% dengan panjang serat baja 6 cm dan aspek rasio 80 (tipe 4D 80/60 BG).

Kata kunci: *high performance fiber reinforced cement composites (HPFRCC)*, geometri serat baja, volume serat baja, panjang serat baja, aspek rasio serat baja, *tensile strain hardening*, lebar retak.

# **GEOMETRY AND VOLUME EFFECTS OF STEEL FIBER ON HIGH-PERFORMANCE TENSILE BEHAVIOR FIBER REINFORCED CEMENT COMPOSITES**

**FELIX RIANTO  
NPM: 6101801187**

**Advisor: Wisena Perceka, Ph.D**

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

**(Accredited by SK BAN-PT Nomor: 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)**

**BANDUNG  
JANUARY 2023**

## **ABSTRACT**

Indonesia is a developing country that is investing in building infrastructure. Infrastructure Development of infrastructure in Indonesia is increasing over time. Buildings and bridges are generally made of reinforced concrete. Concrete has several advantages, i.e., higher compressive strength and easy to form into a variety of shapes and sizes. Despite of its advantages, concrete material also has disadvantages; in which, concrete is brittle and has small tensile strength. Steel reinforcing bars are always embedded in a reinforced concrete member in order to reinforce longitudinally and transversally. However, the use of excessive steel reinforcing bars leads to construction difficulty, and reinforced concrete design code do not allow use of excessive steel reinforcing bars. With increasing material technology, steel fibers can be added into concrete material in order to reduce brittleness. Cement-based materials with steel fibers can be classified as high-performance fiber reinforced cement composites (HPFRCC). The advantage of HPFRCC is it can achieve tensile strain hardening, where the material can continue deforming and increasing its tensile strength after the occurrence of the first crack. This study aims to conduct experimental program of HPFRCC material with different fiber volume fraction and geometry of steel fibers. The effect of fiber volume fractions and steel fibers geometries on tensile behavior and crack width of HPFRCC are investigated. The fiber volume fractions used in this study are 1.5% and 2%. In addition, the steel fiber used is 4D hooked-ends with 3 types of aspect ratios. There are 2 different dogbone sizes used in this study. The effect of fiber volume fraction and steel fiber geometry on compressive strength is negligible. All dogbone specimens present tensile strain hardening behavior. The maximum tensile stress, tensile strain corresponding with maximum tensile stress, and stress at first crack are found on small dogbone specimen with fiber volume fraction of 2% and steel fiber length of 6 cm with aspect ratio of 65 (type 4D 65/60 BG). Furthermore, the smallest crack width is found on small dogbone specimen with fiber volume fraction of 2% and steel fiber length of 6 cm with aspect ratio of 80 (type 4D 80/60 BG).

*Keywords: high performance fiber reinforced cement composites (HPFRCC), steel fiber geometry, fiber volume fraction, steel fiber length, steel fiber aspect ratio, tensile strain hardening, crack width.*



## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya yang telah diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “EFEK GEOMETRI DAN VOLUME SERAT BAJA PADA PERILAKU TARIK *HIGH-PERFORMANCE FIBER REINFORCED CEMENT COMPOSITES*” dapat diselesaikan dengan sebaik-baiknya.

Terselesainya penyusunan skripsi ini sebagai salah satu syarat kelulusan dalam program sarjana di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan. Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, terima kasih yang sebesar-beasrnya diucapkan kepada:

1. Orang tua dan anggota keluarga lainnya yang selalu memberi doa, semangat dan motivasi.
2. Bapak Wisena Perceka, Ph.D. selaku dosen pembimbing selaku pembimbing, yang telah memberi banyak masukan, wawasan, bimbingan selama penyusunan skripsi dari awal hingga akhir.
3. Bapak Herry Suryadi, Ph.D dan Ibu Sisi Nova Rizkiani, S.T., M.T. selaku dosen penguji program studi Teknik Sipil yang telah meluangkan waktunya untuk hadir dan memberikan masukan dan saran pada saat seminar judul, seminar isi, dan sidang akhir.
4. Bapak Teguh Farid Iman, Bapak Markus Didi G., dan Bapak Heri Rustandi selaku staff laboratorium struktur Universitas Katolik Parahyangan yang telah membantu penulis dalam proses perisapan, pelaksanaan, dan pengujian benda uji di Laboratorium Struktur Teknik Sipil.
5. Albert Jingga, Stephanus Michael, Rubent Detyamulia Efnus S. Sinuhaji, Yeremia Grant Setiawan, Jason Nathanael, Styvean Haley, Jose Andreas Madolen, Vico Christian, Novilya, Maria Margaretha Wirasetya, Jean Jessica, Tiffany Candra, dan Jerrica Pangestu selaku rekan-rekan seperjuangan di Laboratorium Teknik Struktur Universitas Katolik Parahyangan.

6. Chris Ardiansyah, Daniel Alexander, Garrick Gisala, Hans Tjahjadi, Nathan Christiady, Rifaldy Aristya, dan Samoa Isa Farrell selaku sahabat yang menghibur dan memberikan kritik dan saran yang membangun kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.
7. Seluruh teman-teman Teknik Sipil Angkatan 2018 yang tidak bisa dituliskan satu per satu namanya yang senantiasa memberikan motivasi dan dorongan.
8. Pihak-pihak lain yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang juga turut memberikan dukungan dan doa kepada penulis selama proses penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karenanya, penulis menerima dengan tangan terbuka kepada seluruh pihak yang ingin memberikan saran dan masukan pada studi eksperimental ini. Akhir kata, semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi siapa saja yang membacanya. Besar harapan skripsi ini dapat menambah pengetahuan baru dan membantu penelitian selanjutnya bagi pembaca.

Bandung, 19 Januari 2023



Felix Rianto  
6101801187



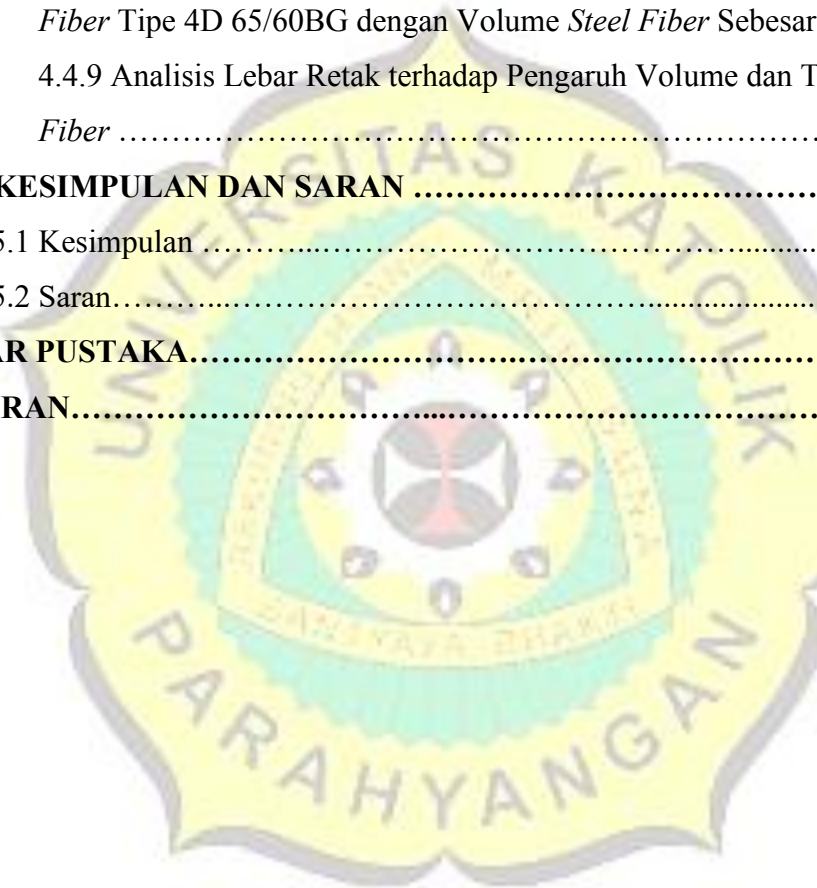
# DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xx</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1-1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1-1
1.2 Inti Permasalahan.....	1-3
1.3 Tujuan Penelitian.....	1-3
1.4 Pembatasan Masalah.....	1-3
1.5 Metode Penelitian.....	1-7
1.6 Diagram Alir.....	1-8
1.6 Sistematika Penulisan.....	1-9
<b>BAB 2 STUDI LITERATUR</b> .....	<b>2-1</b>
2.1 Beton.....	2-1
2.2 Material Campuran Beton .....	2-1
2.2.1 Agregat Halus .....	2-2
2.2.2 Air.....	2-2
2.2.3 Semen <i>Portland</i> Komposit.....	2-3
2.2.4 Serat Baja ( <i>Steel Fiber</i> ).....	2-3
2.2.5 <i>Superplasticizer</i> (SP).....	2-4
2.3 Kadar Air .....	2-4
2.4 Pengujian <i>Specific Gravity</i> .....	2-5
2.4.1 <i>Specific Gravity</i> Semen .....	2-5

2.4.2 <i>Specific Gravity</i> Agregat Halus.....	2-6
2.5 Metode Pengujian .....	2-6
2.5.1 Pengujian Kuat Tekan .....	2-7
2.5.2 Pengujian Kuat Tarik HFRCC.....	2-7
2.6 Metode Perawatan .....	2-8
2.7 Metode Perencanaan Campuran dengan Volume Absolut.....	2-9
2.8 <i>Image Processing</i> .....	2-11
<b>BAB 3 PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENGUJIAN.....</b>	<b>3-1</b>
3.1 Material dan Benda Uji.....	3-1
3.1.1 Material .....	3-1
3.1.2 Benda Uji.....	3-4
3.2 Pengujian Karakteristik Material.....	3-6
3.2.1 Pengujian <i>Specific Gravity</i> Agregat Halus .....	3-6
3.2.2 Pengujian <i>Specific Gravity</i> Semen .....	3-8
3.2.3 Pengujian Absorsi Agregat Halus .....	3-9
3.3 Proporsi Campuran Beton .....	3-9
3.4 Pencampuran Adukan ( <i>Mixing</i> ) .....	3-10
3.5 Pengujian <i>Slump Flow</i> .....	3-12
3.6 Perawatan Beton ( <i>Curing</i> ).....	3-13
3.7 Pengujian Properti Mekanik Benda Uji Beton .....	3-14
3.7.1 Pengujian Kuat Tekan .....	3-14
3.7.2 Pengujian Kuat Tarik .....	3-15
<b>BAB 4 ANALISIS DATA.....</b>	<b>4-1</b>
4.1 Analisis Berat Jenis.....	4-1
4.2 Analisis Uji Kuat Tekan.....	4-8
4.2.1 Kuat Tekan Beton Variasi <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/35BG.....	4-8
4.2.2 Kuat Tekan Beton Variasi <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 80/60BG .....	4-9
4.2.3 Kuat Tekan Beton Variasi Campuran 50% <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/35BG dan 50% Campuran <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 80/60BG.....	4-10
4.2.4 Kuat Tekan Beton Variasi <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/60BG .....	4-11

4.2.5 Kuat Tekan Beton Variasi Campuran 50% <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/35BG dan 50% Campuran <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/60BG .....	4-12
4.3 Analisis Uji Kuat Tarik.....	4-14
4.3.1 Variasi <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/35BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 1.5%.....	4-14
4.3.2 Variasi <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/35BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 2%.....	4-18
4.3.3 Variasi <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 80/60BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 1.5%.....	4-22
4.3.4 Variasi <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 80/60BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 2%.....	4-25
4.3.5 Variasi Campuran 50% <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/35BG dan 50% <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 80/60BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 1.5%....	4-29
4.3.6 Variasi Campuran 50% <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/35BG dan 50% <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 80/60BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 2%.....	4-33
4.3.7 Variasi <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/60BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 2%.....	4-36
4.3.8 Variasi Campuran 50% <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/35BG dan 50% <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/60BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 2%.....	4-40
4.3.9 Analisis Uji Kuat Tarik Terhadap Pengaruh Volume dan Tipe <i>Steel Fiber</i> .....	4-44
4.4 Analisis Lebar Retak.....	4-45
4.4.1 Variasi <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/35BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 1.5%.....	4-45
4.4.2 Variasi <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/35BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 2%.....	4-47
4.4.3 Variasi <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 80/60BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 1.5%.....	4-48
4.4.4 Variasi <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 80/60BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 2%.....	4-49

4.4.5 Variasi Campuran 50% <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/35BG dan 50% <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 80/60BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 1.5%....	4-50
4.4.6 Variasi Campuran 50% <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/35BG dan 50% <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 80/60BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 2%.....	4-51
4.4.7 Variasi <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/60BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 2%.....	4-52
4.4.8 Variasi Campuran 50% <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/35BG dan 50% <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/60BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 2%.....	4-53
4.4.9 Analisis Lebar Retak terhadap Pengaruh Volume dan Tipe <i>Steel Fiber</i> .....	4-54
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>5-1</b>
5.1 Kesimpulan .....	5-1
5.2 Saran.....	5-2
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>5-3</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>L1-1</b>



## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN



A	= Luas Penampang
Abs	= Absorsi
ACI	= <i>American Concrete Institute</i>
ASTM	= <i>American Society for Testing and Material</i>
BSN	= Badan Standardisasi Nasional
c	= Semen
CTM	= <i>Compression Testing Machine</i>
Fa	= Agregat halus
fc'	= Kuat tekan pada hari ke 28
F <sub>cm</sub>	= Kuat tekan beton
HFRCC	= <i>High Performance Fiber Reinforced Cement Composites</i>
L <sub>o</sub>	= Panjang awal
OD	= <i>Oven Dry</i>
p	= Pasta semen
P	= Beban aksial
SG	= <i>Specific Gravity</i>
SNI	= Standar Nasional Indonesia
SP	= <i>Superplasticizer</i>
SSD	= <i>Saturated Surface Dry</i>
UTM	= <i>Universal Testing Machine</i>
V	= Volume
V <sub>cc</sub>	= Tegangan <i>First Crack</i>
V <sub>pc</sub>	= Tegangan maksimum
W	= Massa
WBR	= <i>Water to binder ratio</i>
W <sub>w</sub>	= Massa Air



$\Delta L$	= Pertambahan panjang
$\gamma$	= Berat jenis
$\varepsilon$	= Regangan
$\varepsilon_{cc}$	= Regangan <i>First Crack</i>
$\varepsilon_{pc}$	= Regangan saat tegangan maksimum terjadi



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Dimensi Benda Uji <i>Dogbone</i> Untuk Uji Kuat Tarik.....	1-6
<b>Gambar 1.2</b> Tipe <i>Steel Fiber</i> .....	1-7
<b>Gambar 1.3</b> Diagram Alir.....	1-8
<b>Gambar 2.1</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan pada <i>Fiber Reinforced Cement</i> dan <i>High Performance Fiber Reinforced Cement Composites</i> .....	2-8
<b>Gambar 3.1</b> Pasir Galunggung .....	3-1
<b>Gambar 3.2</b> Semen <i>Portland</i> Komposit.....	3-2
<b>Gambar 3.3</b> Tipe <i>Steel Fiber</i> 4D 65/60BG.....	3-3
<b>Gambar 3.4</b> Tipe <i>Steel Fiber</i> 4D 65/35BG.....	3-3
<b>Gambar 3.5</b> Tipe <i>Steel Fiber</i> 4D 80/60BG .....	3-3
<b>Gambar 3.6</b> <i>Superplasticizer</i> Jenis MasterGlenium Slay 8164.....	3-4
<b>Gambar 3.7</b> Pencampuran Adukan ( <i>Mixing</i> ).....	3-12
<b>Gambar 3.8</b> Pengujian <i>Slump Flow</i> .....	3-13
<b>Gambar 3.9</b> Perawatan Beton ( <i>Curing</i> ).....	3-14
<b>Gambar 3.10</b> Pengujian Kuat Tekan dengan Bantuan Alat <i>Compression Testing Machine</i> (CTM).....	3-15
<b>Gambar 3.11</b> Pengujian Kuat Tarik dengan alat <i>Universal Testing Machine</i> (UTM) beserta Kamera.....	3-16
<b>Gambar 3.12</b> Pengujian Kuat Tarik dengan Bantuan LVDT.....	3-17
<b>Gambar 4.1</b> Penjelasan Kode Benda Uji Variasi F153.....	4-1
<b>Gambar 4.2</b> Penjelasan Kode Benda Uji Variasi F15V1.....	4-4
<b>Gambar 4.3</b> Penjelasan Kode Benda Uji Variasi F2062.....	4-5
<b>Gambar 4.4</b> Penjelasan Kode Benda Uji Variasi F20V2.....	4-6
<b>Gambar 4.5</b> Rata-Rata Kuat Tekan pada Hari ke 7 Untuk Setiap Variasi.....	4-13
<b>Gambar 4.6</b> Rata-Rata Kuat Tekan pada Hari ke 28 Untuk Setiap Variasi.....	4-13
<b>Gambar 4.7</b> Penjelasan Kode Benda Uji Variasi TDF153.....	4-14

<b>Gambar 4.8</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi TDF15301 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 1.5%.....	4-15
<b>Gambar 4.9</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi TDF15302 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 1.5%.....	4-16
<b>Gambar 4.10</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi TDF15303 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 1.5%.....	4-16
<b>Gambar 4.11</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi SDF15301 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 1.5%.....	4-17
<b>Gambar 4.12</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi SDF15302 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 1.5%.....	4-17
<b>Gambar 4.13</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi SDF15303 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 1.5%.....	4-18
<b>Gambar 4.14</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi TDF20301 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 2%.....	4-19
<b>Gambar 4.15</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi TDF20302 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 2%.....	4-19
<b>Gambar 4.16</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi TDF20303 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 2%.....	4-20
<b>Gambar 4.17</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi SDF20301 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 2%.....	4-20
<b>Gambar 4.18</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi SDF20302 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 2%.....	4-21
<b>Gambar 4.19</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi SDF20303 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 2%.....	4-21
<b>Gambar 4.20</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Tipe Fiber TDF15601 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 1.5%.....	4-22
<b>Gambar 4.21</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi TDF15602 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 1.5%.....	4-23
<b>Gambar 4.22</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi TDF15603 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 1.5%.....	4-23

<b>Gambar 4.23</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi SDF15601 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 1.5%.....	4-24
<b>Gambar 4.24</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi SDF15602 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 1.5%.....	4-24
<b>Gambar 4.25</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi KDF15603 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 1.5%.....	4-25
<b>Gambar 4.26</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi TDF20601 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 2%.....	4-26
<b>Gambar 4.27</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi TDF20602 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 2%.....	4-26
<b>Gambar 4.28</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi TDF20603 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 2%.....	4-27
<b>Gambar 4.29</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi SDF20601 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 2%.....	4-27
<b>Gambar 4.30</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi SDF20602 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 2%.....	4-28
<b>Gambar 4.31</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi SDF20603 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 2%.....	4-28
<b>Gambar 4.32</b> Penjelasan Kode Benda Uji Variasi TDF15V1.....	4-29
<b>Gambar 4.33</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi TDF15V101 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 1.5%.....	4-30
<b>Gambar 4.34</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi TDF15V102 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 1.5%.....	4-30
<b>Gambar 4.35</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi TDF15V103 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 1.5%.....	4-31
<b>Gambar 4.36</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi SDF15V101 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 1.5%.....	4-31
<b>Gambar 4.37</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi SDF15V102 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 1.5%.....	4-32



<b>Gambar 4.38</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi SDF15V103 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 1.5%.....	4-32
<b>Gambar 4.39</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi TDF20V101 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 2%.....	4-33
<b>Gambar 4.40</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi TDF20V102 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 2%.....	4-34
<b>Gambar 4.41</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi TDF20V103 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 2%.....	4-34
<b>Gambar 4.42</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi SDF20V101 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 2%.....	4-35
<b>Gambar 4.43</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi SDF20V202 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 2%.....	4-35
<b>Gambar 4.44</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi SDF20V103 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 2%.....	4-36
<b>Gambar 4.45</b> Penjelasan Kode Benda Uji Variasi TDF1562.....	4-36
<b>Gambar 4.46</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi TDF206201 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 2%.....	4-37
<b>Gambar 4.47</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi TDF206202 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 2%.....	4-38
<b>Gambar 4.48</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi TDF206203 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 2%.....	4-38
<b>Gambar 4.49</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi SDF206201 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 2%.....	4-39
<b>Gambar 4.50</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi SDF206202 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 2%.....	4-39
<b>Gambar 4.51</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi SDF206203 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 2%.....	4-40
<b>Gambar 4.52</b> Penjelasan Kode Benda Uji Variasi TDF1562.....	4-40
<b>Gambar 4.53</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi TDF20V201 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 2%.....	4-41



<b>Gambar 4.54</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi TDF20V202 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 2%.....	4-42
<b>Gambar 4.55</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi TDF20V203 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 2%.....	4-42
<b>Gambar 4.56</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi SDF20V201 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 2%.....	4-43
<b>Gambar 4.57</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi SDF20V202 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 2%.....	4-43
<b>Gambar 4.58</b> Grafik Hubungan Tegangan dan Regangan Variasi SDF20V203 dengan Volume <i>Steel Fiber</i> 1.5%.....	4-44
<b>Gambar 4.59</b> Grafik Hubungan Lebar Retak dan Regangan Variasi <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/35BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 1.5% pada Ukuran Dogbone Kecil.....	4-45
<b>Gambar 4.60</b> Grafik Hubungan Lebar Retak dan Regangan Variasi <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/35BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 1.5% pada Ukuran Dogbone Besar.....	4-46
<b>Gambar 4.61</b> Grafik Hubungan Lebar Retak dan Regangan Variasi <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/35BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 2% .....	4-47
<b>Gambar 4.62</b> Grafik Hubungan Lebar Retak dan Regangan Variasi <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 80/60BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 1.5% .....	4-48
<b>Gambar 4.63</b> Grafik Hubungan Lebar Retak dan Regangan Variasi <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 80/60BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 2% .....	4-49
<b>Gambar 4.64</b> Grafik Hubungan Lebar Retak dan Regangan Variasi Campuran 50% <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/35BG dan 50% <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 80/60BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 1.5%.....	4-50
<b>Gambar 4.65</b> Grafik Hubungan Lebar Retak dan Regangan Variasi Campuran 50% <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/35BG dan 50% <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 80/60BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 2%.....	4-51
<b>Gambar 4.66</b> Grafik Hubungan Lebar Retak dan Regangan Variasi <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/60BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 2%.....	4-52

**Gambar 4.67** Grafik Hubungan Lebar Retak dan Regangan Variasi Campuran 50% *Steel Fiber* Tipe 4D 65/35BG dan 50% *Steel Fiber* Tipe 4D 65/60BG dengan Volume *Steel Fiber* Sebesar 2%.....4-53



## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1</b> Jumlah Benda Uji .....	1-4
<b>Tabel 2.1</b> Persyaratan Gradasi Agregat Halus.....	2-1
<b>Tabel 2.2</b> Persyaratan Selisih Maksimum Specific Gravity Agregat Halus (ASTM C128, 2015).....	2-6
<b>Tabel 3.1</b> Perencanaan Jumlah Benda Uji.....	3-4
<b>Tabel 3.2</b> Proporsi Campuran Beton Variasi <i>Full Steel Fiber</i> per $1\text{m}^3$ .....	3-10
<b>Tabel 3.3</b> Proporsi Campuran Beton Variasi Campuran <i>Steel Fiber</i> per $1\text{m}^3$ .....	3-10
<b>Tabel 4.1</b> Berat Jenis Beton Variasi F153.....	4-2
<b>Tabel 4.2</b> Berat Jenis Beton Variasi F203.....	4-2
<b>Tabel 4.3</b> Berat Jenis Beton Variasi F156.....	4-3
<b>Tabel 4.4</b> Berat Jenis Beton Variasi F206.....	4-3
<b>Tabel 4.5</b> Berat Jenis Beton Variasi F15V1.....	4-4
<b>Tabel 4.6</b> Berat Jenis Beton Variasi F20V1.....	4-5
<b>Tabel 4.7</b> Berat Jenis Beton Variasi F2062.....	4-6
<b>Tabel 4.8</b> Berat Jenis Beton Variasi F20V2.....	4-7
<b>Tabel 4.9</b> Hasil Rata-Rata Berat Jenis Beton Untuk Semua Variasi.....	4-7
<b>Tabel 4.10</b> Kuat Tekan Beton Variasi F153.....	4-9
<b>Tabel 4.11</b> Kuat Tekan Beton Variasi F203.....	4-9
<b>Tabel 4.12</b> Kuat Tekan Beton Variasi F156.....	4-10
<b>Tabel 4.13</b> Kuat Tekan Beton Variasi F206.....	4-10
<b>Tabel 4.14</b> Kuat Tekan Beton Variasi F15V1.....	4-11
<b>Tabel 4.15</b> Kuat Tekan Beton Variasi F20V1.....	4-11
<b>Tabel 4.16</b> Kuat Tekan Beton Variasi F2062.....	4-12
<b>Tabel 4.17</b> Kuat Tekan Beton Variasi F20V2.....	4-12
<b>Tabel 4.18</b> Tegangan Maksimum, Tegangan First Crack, Regangan Maksimum, Regangan <i>First Crack</i> , Rasio Tegangan Maksimum Terhadap Tegangan <i>First Crack</i>	

pada Variasi <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/35BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 1.5%.....	4-15
<b>Tabel 4.19</b> Hasil Tegangan Maksimum, Tegangan <i>First Crack</i> , Regangan Maksimum, Regangan <i>First Crack</i> , Rasio Tegangan Maksimum Terhadap Tegangan <i>First Crack</i> pada Variasi <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/35BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 2%.....	4-18
<b>Tabel 4.20</b> Hasil Tegangan Maksimum, Tegangan <i>First Crack</i> , Regangan Maksimum, Regangan <i>First Crack</i> , Rasio Tegangan Maksimum Terhadap Tegangan <i>First Crack</i> pada Variasi <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 80/60BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 1.5%.....	4-22
<b>Tabel 4.21</b> Hasil Tegangan Maksimum, Tegangan <i>First Crack</i> , Regangan Maksimum, Regangan <i>First Crack</i> , Rasio Tegangan Maksimum Terhadap Tegangan <i>First Crack</i> pada Variasi <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 80/60BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 2%.....	4-25
<b>Tabel 4.22</b> Hasil Tegangan Maksimum, Tegangan <i>First Crack</i> , Regangan Maksimum, Regangan <i>First Crack</i> , Rasio Tegangan Maksimum Terhadap Tegangan <i>First Crack</i> pada Variasi Campuran <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/35BG dan 50% <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 80/60BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 1,5%.....	4-29
<b>Tabel 4.23</b> Hasil Tegangan Maksimum, Tegangan <i>First Crack</i> , Regangan Maksimum, Regangan <i>First Crack</i> , Rasio Tegangan Maksimum Terhadap Tegangan <i>First Crack</i> pada Variasi Campuran <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/35BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 2%.....	4-33
<b>Tabel 4.24</b> Hasil Tegangan Maksimum, Tegangan <i>First Crack</i> , Regangan Maksimum, Regangan <i>First Crack</i> , Rasio Tegangan Maksimum Terhadap Tegangan <i>First Crack</i> pada Variasi <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/60BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 2%.....	4-37
<b>Tabel 4.25</b> Hasil Tegangan Maksimum, Tegangan <i>First Crack</i> , Regangan Maksimum, Regangan <i>First Crack</i> , Rasio Tegangan Maksimum Terhadap Tegangan <i>First Crack</i> pada Variasi Campuran <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/35BG dan 50% <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/60BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 2%.....	4-41



<b>Tabel 4.26</b> Lebar Retak dan Regangan pada Variasi <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/35BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 1.5%.....	4-46
<b>Tabel 4.27</b> Lebar Retak dan Regangan pada Variasi <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/35BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 2%.....	4-47
<b>Tabel 4.28</b> Lebar Retak dan Regangan pada Variasi <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 80/60BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 1.5%.....	4-48
<b>Tabel 4.29</b> Lebar Retak dan Regangan pada Variasi <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 80/60BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 2%.....	4-49
<b>Tabel 4.30</b> Lebar Retak dan Regangan pada Variasi Campuran 50% <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/35BG dan 50% <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 80/60BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 1.5%.....	4-50
<b>Tabel 4.31</b> Lebar Retak dan Regangan pada Variasi Campuran 50% <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/35BG dan 50% <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 80/60BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 2%.....	4-51
<b>Tabel 4.32</b> Lebar Retak dan Regangan pada Variasi <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/60BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 2%.....	4-52
<b>Tabel 4.33</b> Lebar Retak dan Regangan pada Variasi Campuran 50% <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/35BG dan 50% <i>Steel Fiber</i> Tipe 4D 65/60BG dengan Volume <i>Steel Fiber</i> Sebesar 2%.....	4-53



## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1.....	L1-1
LAMPIRAN 2.....	L2-1
LAMPIRAN 3.....	L3-1
LAMPIRAN 4.....	L4-1
LAMPIRAN 5.....	L5-1
LAMPIRAN 6.....	L6-1
LAMPIRAN 7.....	L7-1
LAMPIRAN 8.....	L8-1
LAMPIRAN 9.....	L9-1
LAMPIRAN 10.....	L10-1
LAMPIRAN 11.....	L11-1
LAMPIRAN 12.....	L12-1
LAMPIRAN 13.....	L13-1
LAMPIRAN 14.....	L14-1



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Infrastruktur merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi perekonomian suatu negara. Indonesia sendiri adalah negara berkembang yang sedang berinvestasi dalam pembangunan infrastruktur. Hal tersebut dilakukan agar negara Indonesia sendiri tidak tertinggal dalam bidang perekonomian dari negara lain. Saat ini banyak proyek pembangunan infrastruktur yang sedang berlangsung, diantaranya seperti pembangunan gedung, jembatan, bandar udara, jalan, dan sebagainya. Agar pembangunan infrastruktur di Indonesia membuahkan hasil dan berkontribusi pada perekonomian yang lebih berkelanjutan, maka pembangunan tersebut harus dikembangkan secara merata dan berkesinambungan di setiap wilayah.

Di Indonesia pembangunan infrastruktur umumnya menggunakan material beton, dimana berdasarkan SNI 2847, beton adalah material yang terbuat dari campuran antara mortar, agregat kasar dengan atau tanpa bahan tambahan (*admixture*) (BSN 2019). Mortar sendiri adalah campuran agregat halus, air, dan semen *portland* komposit. Penggunaan beton sebagai komponen utama dalam pembangunan infrastruktur memiliki beberapa keuntungan, yaitu mudah dibentuk untuk memenuhi kebutuhan konstruksi, tahan terhadap suhu yang tinggi, dan memiliki kekuatan tekan yang tinggi. Akan tetapi beton memiliki sifat getas dan lemah terhadap tarik. Saat tegangan tarik melebihi tegangan tarik beton, beton akan mengalami retak. Keretakan pada struktur beton tetap terjadi saat beton menerima beban tarik relatif kecil karena kekuatan tarik beton hanya 10 – 15% dari kekuatan tekannya (Wight dan MacGREGOR, 2012). Untuk menahan gaya tarik, beton dikombinasikan dengan baja tulangan. Keuntungan penggunaan baja tulangan salah satunya dapat diketahui pada balok yang memikul momen lentur; yaitu, gaya tarik akibat lentur ditahan oleh baja tulangan sehingga balok tidak mengalami keruntuhan

secara tiba – tiba (Wight dan MacGREGOR, 2012). Selain itu, komponen struktur beton baik balok maupun kolom harus diperkuat oleh tulangan transversal yang dipasang tegak lurus sumbu memanjang komponen. Tulangan transversal akan menahan tegangan tarik utama akibat geser lentur dan atau kombinasi dengan torsi (Wight dan MacGREGOR 2012). Jumlah tulangan transversal yang diperlukan di dalam komponen balok dan kolom beton bertulang harus direncanakan sedemikian agar keruntuhan yang bersifat getas seperti geser dan torsi tidak terjadi. Meskipun secara teoritis keruntuhan getas dapat dicegah dengan menambah jumlah tulangan transversal yang harus terpasang, akan tetapi, jumlah tulangan transversal secara berlebihan tidak diizinkan berdasarkan peraturan perencanaan komponen struktur beton yang berlaku (Wight dan MacGREGOR, 2012, BSN 2019) Selain itu, pemasangan tulangan transversal yang berlebihan akan mempersulit pekerjaan beton dilapangan, terutama saat mengalirkan beton ke dalam cetakan karena tulangan yang terlalu rapat (Perceka dan Liao 2021, Liao dkk 2021). Oleh karena itu, suatu material alternatif diperlukan untuk mencegah keruntuhan getas dan tidak mempersulit pekerjaan beton dilapangan (Perceka dan Liao 2021, Liao dkk 2021).

Seiring berkembangnya teknologi material, terdapat material yang dapat digunakan untuk mencegah keruntuhan getas beton tersebut, yaitu penggunaan *fiber* (serat) di dalam campuran beton. Keuntungan menggunakan *fiber* tersebut adalah dapat meningkatkan daktilitas, meningkatkan kekuatan geser, meningkatkan kemampuan dalam mendisipasi energi, dan meningkatkan toleransi kerusakan (Liao, dkk 2017). Hasil penelitian mekanikal properti menunjukkan bahwa kehadiran *fiber* tidak akan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan tekan beton (Liao dkk 2015, 2017); kehadiran *fiber* meningkatkan kinerja beton secara signifikan saat menahan beban tarik (Chao 2009, Liao dkk 2015). Salah satu teknologi beton dengan fiber yang sudah digunakan oleh Chao dkk pada tahun 2009 adalah *High Performance Fiber Reinforced Cement Composites* (HPFRCC) (Chao dkk 2009). *High Performance Fiber Reinforced Cement Composites* (HPFRCC) adalah material yang terdiri dari semen, agregat halus, air dan fiber. Keunggulan dari material HPFRCC saat menerima gaya aksial tarik adalah kemampuan *tensile strain hardening*. *Tensile strain hardening* adalah kemampuan material untuk berdeformasi

diikuti penambahan jumlah retak tanpa terjadi penurunan kekuatan setelah retak pertama terjadi (Chao dkk 2009). Keunggulan dari perilaku *tensile strain hardening* material HPFRCC adalah material HPFRCC dapat diaplikasikan pada komponen – komponen struktur pendisipasi energi gempa (Parra-Montesinos 2005). Pada material HPFRCC, perilaku *tensile strain hardening* dipengaruhi oleh beberapa faktor, dimana faktor utama adalah tipe serat dan volume serat. Di negara-negara maju, penelitian yang terkait HPFRCC masih tetap terus dilakukan. Oleh karena itu, penelitian HPFRCC di Indonesia perlu dilakukan.

## **1.2 Inti Permasalahan**

Tipe serat baja yang sudah sering digunakan adalah 2 tekukan untuk masing-masing ujungnya (3D *hooked-end*). Seiring perkembangan teknologi, saat ini terdapat tipe serat baja dengan 3 tekukan untuk masing – masing ujungnya (4D *hooked-end*). Kedua jenis serat baja tersebut dipastikan akan mempengaruhi perilaku material HPFRCC. Oleh karena itu, inti permasalahan dari skripsi ini adalah membuat campuran *high performance fiber reinforced cement-composites* variasi volume dan geometri serat baja (*steel fiber*) tipe 4D.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari studi eksperimental ini adalah mengetahui perilaku kekuatan tarik langsung, regangan tarik, dan lebar retak pada *high performance fiber reinforced cement-composites* akibat variasi volume dan geometri serat baja (*steel fiber*).

## **1.4 Pembatasan Masalah**

Pembatasan masalah studi eksperimental ini adalah sebagai berikut:

1. Metode perencanaan campuran menggunakan metode volume absolut.
2. Agregat halus yang digunakan adalah pasir yang berasal dari daerah Galunggung.
3. *Superplasticizer* yang digunakan adalah jenis MasterGlenium Slay 8164 dengan kadar 0,55% dari berat semen.



4. Ditetapkan rasio air terhadap pengikat (*water to binder*) ditetapkan sebesar 0,29.
5. Ditetapkan volume agregat halus terhadap pengikat (*fine aggregate to binder*) sebesar 0,44
6. Metode perawatan yang dilakukan adalah *water curing*.
7. Pengujian kuat tekan yang dilakukan menggunakan silinder berdiameter sebesar 100 mm dan tinggi sebesar 200 mm diuji pada umur 7 hari dan 28 hari, masing-masing empat buah benda uji setiap variasi dan umur.
8. Pengujian kuat tarik untuk mengetahui kekuatan tarik, regangan tarik, dan lebar retak dengan menggunakan benda uji berupa *dogbone*. Dengan dimensi yang terlihat pada Gambar 1.1. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari, dengan menggunakan masing-masing tiga buah benda uji setiap variasi.

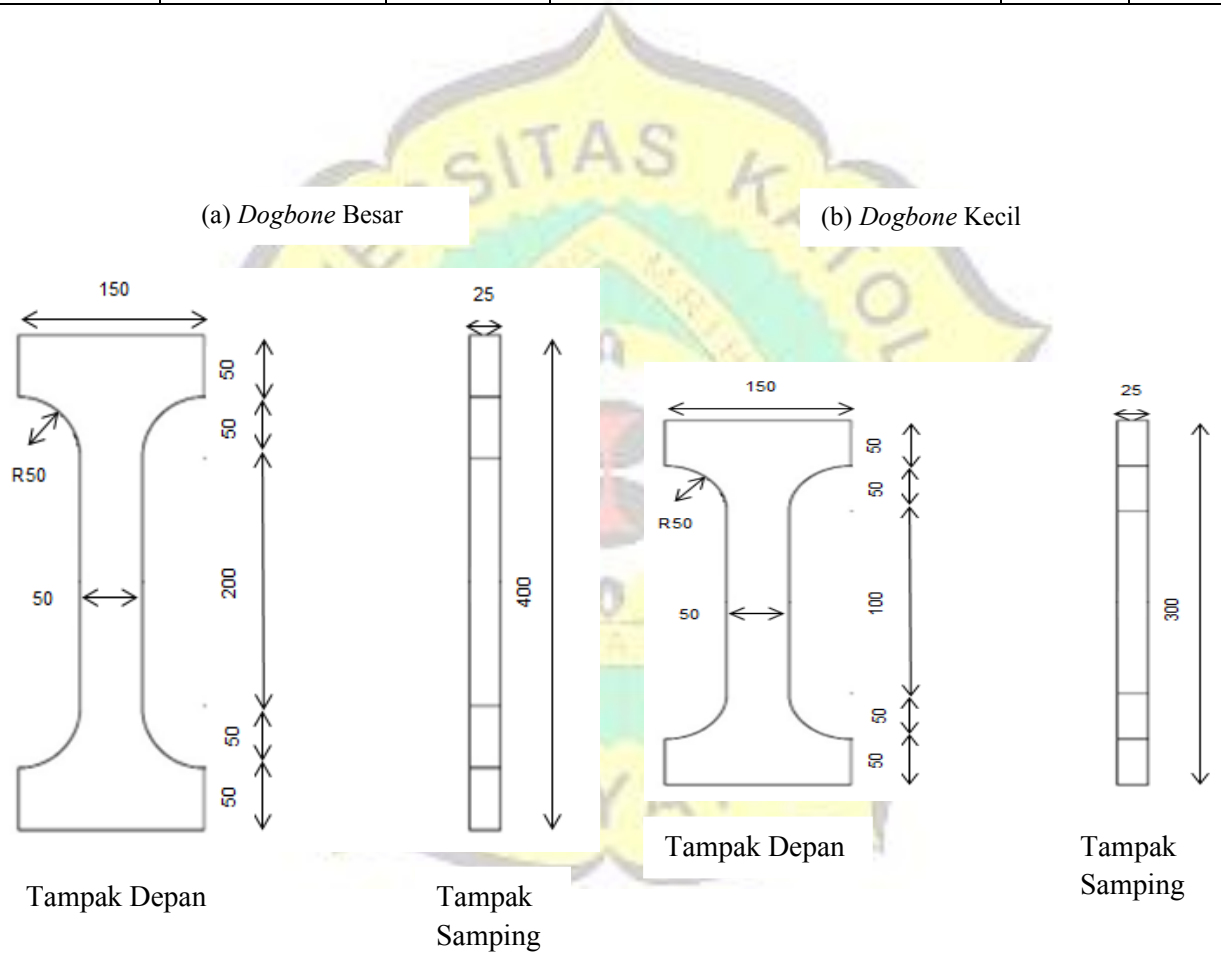
**Tabel 1.1** Jumlah Benda Uji

Jenis Pengujian	Benda Uji	Volume Fiber (%)	Tipe Fiber	Jumlah Benda Uji	
				Umur 7 Hari	Umur 28 Hari
Kuat Tekan	Silinder Ukuran 100 mm x 200 mm	1.5	<i>Steel Fiber</i> 4D 65/35BG	4	4
		2	<i>Steel Fiber</i> 4D 65/35BG	4	4
		1.5	<i>Steel Fiber</i> 4D 80/60BG	4	4
		2	<i>Steel Fiber</i> 4D 80/60BG	4	4
		1.5	Campuran <i>Steel Fiber</i> 4D 65/35BG dan <i>Steel Fiber</i> 4D 80/60BG dengan Proporsi (50:50)	4	4
		2	Campuran <i>Steel Fiber</i> 4D 65/35BG dan <i>Steel Fiber</i> 4D 80/60BG dengan Proporsi (50:50)	4	4
		2	<i>Steel Fiber</i> 4D 65/60BG	4	4



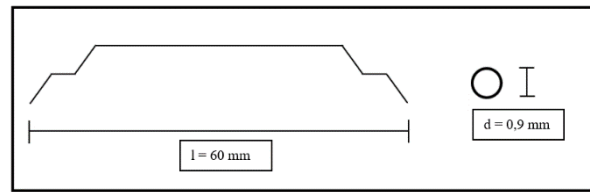
		2	Campuran <i>Steel Fiber</i> 4D 65/35BG dan <i>Steel Fiber</i> 4D 65/60BG dengan Proporsi (50:50)	4	4
Kuat Tarik	Dogbone Kecil	1.5	<i>Steel Fiber</i> 4D 65/35BG		3
		2	<i>Steel Fiber</i> 4D 65/35BG		3
		1.5	<i>Steel Fiber</i> 4D 80/60BG		3
		2	<i>Steel Fiber</i> 4D 80/60BG		3
		1.5	Campuran <i>Steel Fiber</i> 4D 65/35BG dan <i>Steel Fiber</i> 4D 80/60BG dengan Proporsi (50:50)		3
		2	Campuran <i>Steel Fiber</i> 4D 65/35BG dan <i>Steel Fiber</i> 4D 80/60BG dengan Proporsi (50:50)		3
		2	<i>Steel Fiber</i> 4D 65/60BG		3
		2	Campuran <i>Steel Fiber</i> 4D 65/35BG dan <i>Steel Fiber</i> 4D 65/60BG dengan Proporsi (50:50)		3
	Dogbone Besar	1.5	<i>Steel Fiber</i> 4D 65/35BG		3
		2	<i>Steel Fiber</i> 4D 65/35BG		3
		1.5	<i>Steel Fiber</i> 4D 80/60BG		3
		2	<i>Steel Fiber</i> 4D 80/60BG		3
		1.5	Campuran <i>Steel Fiber</i> 4D 65/35BG dan <i>Steel Fiber</i> 4D 80/60BG dengan Proporsi (50:50)		3

		2	Campuran <i>Steel Fiber</i> 4D 65/35BG dan <i>Steel Fiber</i> 4D 80/60BG dengan Proporsi (50:50)		3
		2	<i>Steel Fiber</i> 4D 65/60BG		3
		2	Campuran <i>Steel Fiber</i> 4D 65/35BG dan <i>Steel Fiber</i> 4D 65/60BG dengan Proporsi (50:50)		3

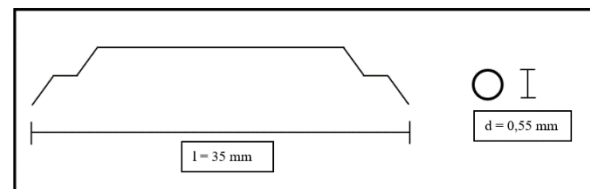


**Gambar 1.1** Dimensi Benda Uji *Dogbone* Untuk Uji Kuat Tarik

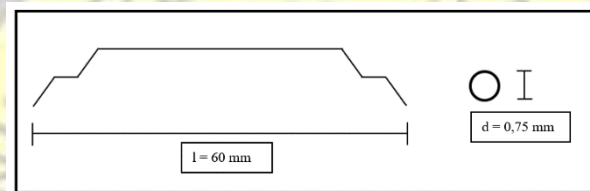
(a) Tipe *Steel Fiber* 4D 65/60BG



(b) Tipe *Steel Fiber* 4D 65/35BG



(c) Tipe *Steel Fiber* 4D 80/60BG



**Gambar 1.2** Tipe *Steel Fiber*

## 1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian dari studi eksperimental ini adalah sebagai berikut:

### 1. Studi Literatur

Studi literatur pada penelitian ini adalah dengan menelaah teori beserta referensi pada penelitian sebelumnya untuk digunakan sebagai bahan pendukung penelitian eksperimental.

### 2. Studi Eksperimental

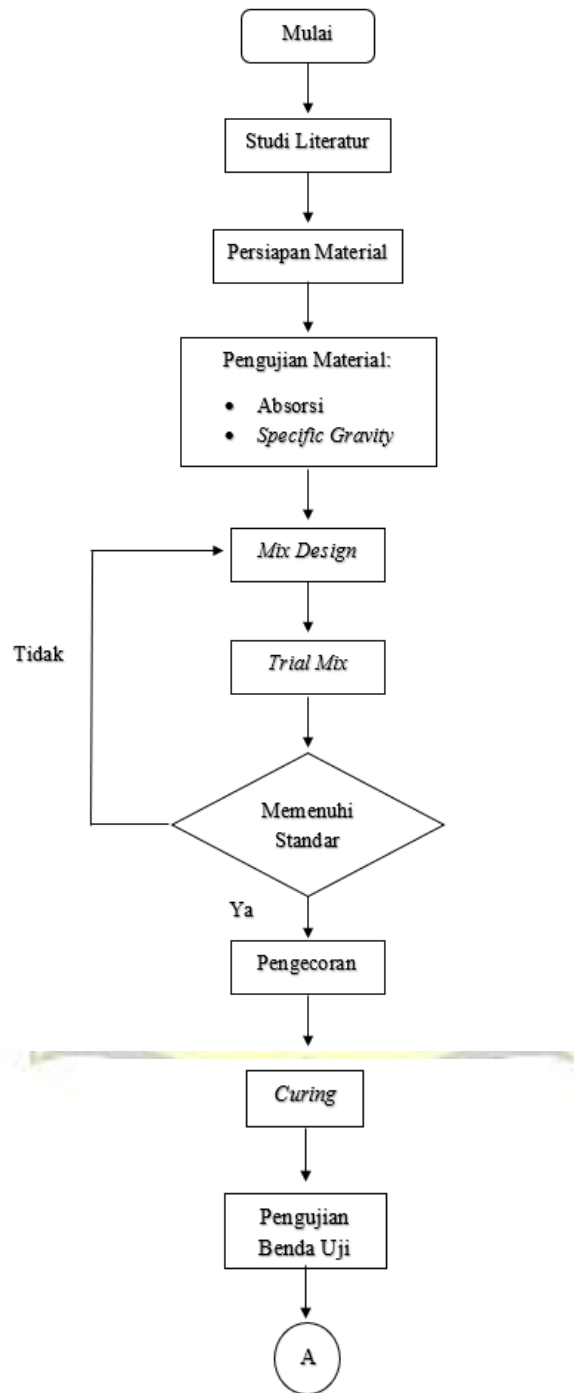
Studi eksperimental pada penelitian ini adalah dengan melakukan persiapan bahan untuk percobaan, memeriksa sifat-sifat bahan yang digunakan, membuat desain campuran (*mix design*), membuat benda uji, dan menguji benda uji tersebut.

### 3. Analisis Data

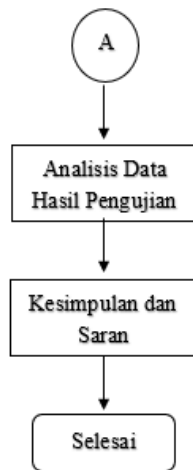
Data uji eksperimental tersebut kemudian akan diolah, dianalisis, dan ditarik kesimpulan dari temuan analisis data tersebut.

## 1.6 Diagram Alir

Prosedur pengujian penelitian ini dan studi eksperimental dilakukan seperti pada Gambar 1.2.



**Gambar 1.3** Diagram Alir



**Gambar 1.2** Diagram Alir (Lanjutan)

### **1.7 Sistematika Penulisan**

Penulisan skripsi mengikuti sistematika penyusunan sebagai berikut :

#### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai latar belakang, inti permasalahan, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metode penelitian, sistematika penulisan, dan diagram alir.

#### **BAB 2 STUDI LITERATUR**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai dasar teori yang digunakan sebagai landasan dalam melakukan studi eksperimental. Dimana dasar teori tersebut berasal dari buku, jurnal, dan karya ilmiah.

#### **BAB 3 PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENGUJIAN**

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai persiapan bahan material, pembuatan barang uji, dan pengujian yang dilakukan terhadap barang uji. Melalui pengujian tersebut didapatkan data yang akan dianalisis.



## BAB 4 ANALISIS DATA

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai analisis data yang diperoleh dari studi ekperimental yang dilakukan.

## BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai kesimpulan dari studi ekserimental yang telah dilakukan beserta saran yang diberikan untuk melengkapi kekurangan dari studi eksperimental.

