

**SKRIPSI**

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH TIPE *FIBER*  
TERHADAP KEKUATAN LEKATAN *FIBER* DAN  
MORTAR MUTU TINGGI**



**Kristianto Juniar Ridaryanto Ambardi  
NPM: 2017410028**

**PEMBIMBING: Herry Suryadi, Ph.D.  
KO-PEMBIMBING: Wisena Perceka, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan Keputusan BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)  
BANDUNG  
AGUSTUS 2021**

**SKRIPSI**

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH TIPE *FIBER*  
TERHADAP KEKUATAN LEKATAN *FIBER* DAN  
MORTAR MUTU TINGGI**



**Kristianto Juniar Ridaryanto Ambardi**  
**NPM: 2017410028**

Bandung, 11 Agustus 2021

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

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

PENGUJI 1: **Nenny Samudra, Ir., M.T.**

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
(Terakreditasi Berdasarkan Keputusan BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)  
**BANDUNG**  
**AGUSTUS 2021**

## PERNYATAAN

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

Nama : Kristianto Juniar R. A.

NPM : 2017410028

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi / ~~tesis / disertasi~~ dengan judul:

**Studi Eksperimental Pengaruh Tipe *Fiber* terhadap Kekuatan Lekatan *Fiber* pada Mortar Mutu Tinggi**

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: 27 Juli 2021



(Kristianto Juniar R. A.)

1 coret yang tidak perlu

# STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH TIPE *FIBER* TERHADAP KEKUATAN LEKATAN *FIBER* dan MORTAR MUTU TINGGI

**Kristianto Juniar Ridaryanto Ambardi**  
**NPM: 2017410028**

**Pembimbing: Herry Suryadi, Ph.D.**  
**Ko-Pembimbing: Wisena Perceka, Ph.D.**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
(Terakreditasi berdasarkan SK-BAN PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)  
**BANDUNG**  
**AGUSTUS 2021**

## **ABSTRAK**

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang sedang melakukan pembangunan infrastruktur secara besar-besaran. Pembangunan infrastruktur sendiri merupakan salah satu aspek penting yang mempengaruhi perekonomian di suatu negara. Pembangunan infrastruktur akan meningkatkan aksesibilitas ke berbagai daerah. Suatu negara dapat dikatakan sebagai negara maju bila negara tersebut memiliki infrastruktur yang baik dan juga merata di berbagai daerah. Pembangunan infrastruktur di Indonesia sendiri pada umumnya menggunakan material berupa beton. Pada saat ini banyak inovasi baru untuk menciptakan beton dengan mutu yang tinggi dan beton yang ramah lingkungan. Sehingga pada saat ini beton banyak menggunakan material tambahan seperti *fly ash*, *silica fume*, dan *superplasticizer*. Selain itu, terdapat inovasi baru yang sedang direalisasikan untuk meningkatkan kekuatan tarik dari suatu beton, yaitu beton dengan serat. Salah satu faktor yang berpengaruh untuk meningkatkan kuat tarik dari suatu beton dengan serat adalah kekuatan lekatan antara mortar di dalam beton dengan serat (*bond strength*). Pada studi eksperimental di dalam skripsi ini, rasio air terhadap *binder* (w/b) yang digunakan sebesar 0,25 dan tipe serat yang digunakan adalah *steel fiber* dan *polypropylene fiber*. Hasil pengujian kekuatan lekatan rata-rata untuk *full steel fiber*, *full polypropylene fiber*, *hybrid steel fiber 50%* dan *polypropylene fiber 50%*, dan *hybrid steel fiber 30%* dan *polypropylene fiber 70%* secara berurutan sebesar 17,39 MPa, 15,72 MPa, 14,34 MPa, dan 16,88 MPa.

Kata kunci: *kekuatan lekatan*, *steel fiber*, *polypropylene fiber*

# **EXPERIMENTAL STUDY OF THE EFFECT OF FIBER TYPE TO BOND STRENGTH BETWEEN FIBER AND HIGH STRENGTH MORTAR**

**Kristianto Juniar Ridaryanto Ambardi**  
**NPM: 2017410028**

**Advisor: Herry Suryadi, Ph.D.**  
**Co-Advisor: Wisena Perceka, Ph.D.**

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

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

**BANDUNG**  
**AUGUST 2021**

## **ABSTRACT**

Indonesia is one of the developing countries that is undertaking massive infrastructure development. Infrastructure development itself is one of the important aspects that affect the economy in a country. Infrastructure development will increase accessibility to various regions. A country can be said to be a developed country if a country has good infrastructure and is also evenly distributed in various regions. Infrastructure development in Indonesia itself generally uses materials in the form of concrete. At this time, there are many innovations to create concrete with high quality and environmentally friendly concrete. So at this time, concrete uses additional materials such as fly ash, silica fume, and superplasticizer. In addition, some innovations are being realized to increase the tensile strength of concrete, namely concrete with fiber. One of the influencing factors to increase the tensile strength of concrete with fibers is the bond strength between the mortar in the concrete and fiber (bond strength). In the experimental study in this thesis, the ratio of water to binder (w/b) used is 0.25, and the type of fiber used is steel fiber and polypropylene fiber. The results of testing the average bond strength for full steel fiber, full polypropylene fiber, hybrid 50% steel fiber and 50% polypropylene fiber, and hybrid 30% steel fiber and 70% polypropylene fiber respectively at 17.39 MPa, 15.72 MPa, 14.34 MPa, and 16.88 MPa.

Keywords: Bond strength, Steel fiber, Polypropylene fiber

## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas anugerah dan rahmat-Nya yang tak terhingga, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH TIPE *FIBER* TERHADAP KEKUATAN LEKATAN *FIBER* PADA MORTAR MUTU TINGGI." sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program sarjana di program studi teknik sipil, fakultas teknik, Universitas Katolik Parahyangan. Skripsi ini merupakan bagian dari penelitian Pembimbing dan juga Ko-Pembimbing dari penulis.

Penulis menyadari bahwa Penulisan Skripsi ini dapat disusun dan diselesaikan berkat pihak-pihak yang selalu mendukung dan memberikan bantuan kepada penulis. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua dan kakak penulis, yang tak henti-hentinya memberikan dukungan, doa, dan juga semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dan juga program sarjana.
2. Bapak Herry Suryadi, Ph.D. selaku dosen pembimbing dan Bapak Wisena Perceka, Ph.D. selaku ko-pembimbing yang dengan sabar membimbing, memberikan ilmu dan waktu, masukkan dan saran, serta membantu penulis dalam menyusun skripsi ini.
3. Kepada seluruh dosen penguji dan staff akademik Pusat Studi Struktur Universitas Katolik Parahyangan yang sudah membantu pelaksanaan seminar judul, seminar isi, dan sidang akhir. Serta masukkan dan saran para dosen penguji untuk penelitian ini.
4. PT. WIKA BETON yang telah memberikan material sehingga penelitian ini dapat berlangsung.
5. Kepada Bapak Teguh Farid Nurul Iman, S.T., Bapak Markus Didi G., dan Bapak Heri Rustandi yang telah membantu penulis dalam proses pembuatan benda uji hingga pengujian benda uji di Laboratorium Struktur Teknik Sipil, Univeritas Katolik Parahyangan.
6. Gladys Felicia, yang selalu menemani dan mendengar keluh kesah serta menjadi penyemangat bagi penulis.

7. Daniel Jonathan dan Alfian Raynaldi, selaku sahabat penulis yang turut memberikan semangat dan dorongan kepada penulis dalam proses pembuatan skripsi ini.
8. Aristo Tjandra, Zefanya Handika, Yohanes Vincent dan Timotius Effendi yang selalu menemani saat mengerjakan skripsi dan juga membantu penulis selama pembuatan benda uji hingga skripsi ini selesai.
9. Michael Chang dan Vivilia Puspita sebagai teman penelitian *Fiber Reinforced Concrete* dan juga membantu penulis selama pembuatan benda uji hingga skripsi ini selesai.
10. Tan Jason dan Norbertus William, sebagai teman seperjuangan skripsi yang telah membantu penulis dalam pembuatan benda uji selama penelitian ini berlangsung.
11. Ricky Hendrawan, Carlos Indra, dan Michael Garvin, sebagai teman dekat penulis yang menemani dan membantu selama kegiatan perkuliahan berlangsung.
12. Sipil Unpar 2017 yang memberikan semangat dan dorongan dalam penyusunan skripsi.
13. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan yang turut membantu dan mendukung penulis menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis menerima kritik dan saran yang akan membangun penulis menjadi lebih baik. Penulis juga berharap agar skripsi ini berguna untuk pembaca dan penelitian yang akan datang

Bandung, 27 Juli 2021



Kristianto Juniar R. A.

## DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
PRAKATA.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR NOTASI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1-1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1-1
1.2 Inti Permasalahan.....	1-2
1.3 Tujuan Penelitian.....	1-3
1.4 Pembatasan Masalah.....	1-3
1.5 Metodologi Penelitian.....	1-5
1.6 Diagram Alir.....	1-5
1.7 Sistematika Penulisan.....	1-7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	2-1
2.1 Mortar.....	2-1
2.2 Semen.....	2-2
2.3 Air.....	2-3
2.4 Agregat Halus.....	2-4
2.5 Abu Terbang ( <i>Fly Ash</i> ).....	2-6
2.6 <i>Silica fume</i> .....	2-7
2.7 Serat ( <i>Fiber</i> ).....	2-7
2.8 <i>Superplasticizer (SP)</i> .....	2-8



2.9 Kadar air.....	2-9
2.10 Pengujian <i>Specific Gravity</i> .....	2-10
2.10.1 <i>Specific gravity</i> Semen, <i>Fly Ash</i> .....	2-10
2.10.2 <i>Specific Gravity Silica Fume</i> .....	2-11
2.10.3 <i>Specific Gravity</i> agregat halus.....	2-12
2.11 Metode Perencanaan Campuran dengan <i>Densified Mixture Design Algorithm</i> (DMDA).....	2-13
2.12 Uji <i>Flowability</i> .....	2-17
2.13 Pengujian Kuat Tekan.....	2-18
2.14 Pengujian Kekuatan Lekatan.....	2-19
2.15 Metode Perawatan ( <i>Curing</i> ).....	2-21
<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.....	3-5
3.2 Pengujian Karakteristik Material.....	3-5
3.2.1 Pengujian <i>Specific Gravity</i> Agregat Halus.....	3-5
3.2.2 Pengujian <i>Specific Gravity</i> Semen OPC dan <i>Fly Ash</i> .....	3-7
3.2.3 Pengujian <i>Specific Gravity Silica Fume</i> .....	3-9
3.2.4 Pengujian Absorpsi Agregat Halus.....	3-10
3.2.5 Pengujian Modulus Kehalusan Butir Agregat Halus.....	3-11
3.2.6 Pengujian Berat Isi Alfa Test.....	3-12
3.3 Proporsi Campuran Mortar.....	3-14
3.4 Prosedur Pengecoran.....	3-15
3.5 Prosedur Uji <i>Flowability</i> .....	3-20
3.6 Prosedur Perawatan ( <i>Curing</i> ).....	3-21

3.7	Prosedur Uji Kuat Tekan.....	3-22
3.8	Prosedur Uji Kuat Tarik.....	3-22
BAB 4 ANALISIS DATA .....		4-1
4.1	Analisis <i>Flowability</i> Mortar.....	4-1
4.2	Analisis Berat Isi Mortar.....	4-2
4.3	Analisis Uji Kuat Tekan Mortar.....	4-7
4.3.1	Kuat Tekan Mortar untuk Campuran Variasi <i>Steel Fiber</i> .....	4-8
4.3.2	Kuat Tekan Mortar untuk Campuran Variasi <i>Polypropylene Fiber</i> .....	4-10
4.3.3	Kuat Tekan Mortar untuk Campuran Variasi <i>Hybrid Steel fiber 50%</i> dan <i>Polypropylene Fiber 50%</i> .....	4-13
4.3.4	Kuat Tekan Mortar untuk Campuran Variasi <i>Hybrid Steel fiber 30%</i> dan <i>Polypropylene Fiber 70%</i> .....	4-15
4.4	Analisis Hasil Uji Kekuatan Lekatan Serat pada Mortar.....	4-19
4.4.1	Kekuatan Lekatan <i>Full Steel Fiber</i> pada Mortar .....	4-19
4.4.2	Kekuatan Lekatan <i>Full Polypropylene Fiber</i> pada Mortar.....	4-21
4.4.3	Kekuatan Lekatan <i>Hybrid Steel Fiber 50%</i> dan <i>Polypropylene Fiber 50%</i> pada Mortar.....	4-24
4.4.4	Kekuatan Lekatan <i>Hybrid Steel Fiber 30%</i> dan <i>Polypropylene Fiber 70%</i> pada Mortar.....	4-26
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....		5-1
5.1.	Kesimpulan .....	5-1
5.2.	Saran.....	5-2

DAFTAR PUSTAKA

UCAPAN TERIMAKASIH

## DAFTAR NOTASI

$A$	: Luas penampang ( $\text{mm}^2$ )
$ABS_{CS}$	: Absorpsi pada agregat halus, %
$d_f$	: Diameter serat (mm)
$E$	: Energi kuat tarik serat dengan mortar (Nmm)
$f_m$	: Kuat tekan mortar (MPa)
$L_{embedded}$	: Panjang serat yang melekat (mm)
$M_a$	: Berat <i>flask</i> + minyak tanah murni sampai pembacaan 0-0,1 mL, g
$M_c$	: Berat sampel uji semen atau <i>fly ash</i> , g
$M_t$	: Berat <i>flask</i> + minyak tanah murni + berat sampel uji, g
$n$	: Faktor multiplier pasta (pada penelitian ini digunakan $n=1,5$ )
$P$	: Beban maksimum yang dapat dipikul (N)
$SG_c$	: <i>Specific gravity</i> semen
$SG_{flyash}$	: <i>Specific gravity fly ash</i>
$SG_{sf}$	: <i>Specific gravity silica fume</i>
$SG_{FA}$	: <i>Specific gravity</i> agregat halus
$S$	: Luat permukaan agregat, $\text{m}^2$
$t$	: Tebal pasta semen pada agregat, m
$U_{max}$	: Berat isi optimum dari parameter beta, $\text{kg}/\text{m}^3$
$V$	: Pembacaan akhir perubahan tinggi permukaan cairan, mL
$V_p$	: Volume pasta, $\text{m}^3$
$V_v$	: Volume void, $\text{m}^3$
$W_a$	: Berat <i>flask</i> kosong ditambah sampel, g
$WBR$	: Rasio air terhadap binder (pada penelitian ini $WBR=0,25$ )
$W_c$	: Massa semen yang dibutuhkan, kg
$W_{CA}$	: Massa agregat kasar, kg
$W_{CKOREKSI}$	: Massa semen setelah dikoreksi, kg
$W_{CS}$	: Massa agregat halus, kg
$W_f$	: Berat <i>flask</i> kosong, g
$W_{fly}$	: Massa <i>fly ash</i> , kg
$W_{OD}$	: Berat sampel pada kondisi OD, g

$W_s$	: Berat <i>flask</i> + air + berat sampel uji, g
$W_t$	: Berat <i>flask</i> ditambah air, g
$W_{SF}$	: Massa <i>silica fume</i> (pada penelitian ini $W_{SF}=50\text{kg/m}^3$ )
$W_{SP}$	: Berat <i>superplasticizer</i> , kg
$W_{SSD}$	: Berat sampel pada kondisi SSD, g
$W_w$	: Berat air, kg
$X$	: Berat sampel uji agregat halus kondisi SSD, gr
$Y$	: Berat <i>pycnometer</i> ditambah air, gr
$Z$	: Berat <i>pycnometer</i> + berat sampel uji, gr
$\gamma_c$	: Berat jenis semen, $\text{kg/m}^3$
$\gamma_{flyash}$	: Berat jenis <i>fly ash</i> , $\text{kg/m}^3$
$\gamma_w$	: Berat jenis air, $\text{g/cm}^3$
$\gamma_{sf}$	: Berat jenis <i>silica fume</i> , $\text{g/cm}^3$
$\gamma_{FA}$	: Berat jenis agregat halus, $\text{kg/m}^3$
$\gamma_{ca}$	: Berat jenis agregat kasar, $\text{kg/m}^3$
$\tau$	: Kuat lekatan serat dengan mortar (MPa)
$\alpha$	: Kadar <i>fly ash</i> optimum, %
$\beta$	: Persentase optimum agregat kasar dengan agregat halus dan <i>fly ash</i> ,
%	
$\%_{Abs}$	: Absorpsi agregat halus
$\%_{SP}$	: Kadar <i>superplasticizer</i> (Kadar SP pada penelitian ini 0,43% dari berat <i>binder</i> )

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Diagram Alir Penelitian.....	1-6
<b>Gambar 1.2</b> Diagram Alir Penelitian (Lanjutan).....	1-7
<b>Gambar 2.1</b> Benda Uji Kubus .....	2-2
<b>Gambar 2.2</b> Semen OPC .....	2-3
<b>Gambar 2.3</b> Air.....	2-4
<b>Gambar 2.4</b> Agregat Halus (Pasir Galunggung) .....	2-5
<b>Gambar 2.5</b> Agregat Halus (Pasir Pontianak) .....	2-5
<b>Gambar 2.6</b> Abu Terbang ( <i>Fly Ash</i> ).....	2-6
<b>Gambar 2.7</b> <i>Silica Fume</i> .....	2-7
<b>Gambar 2.8</b> <i>Steel Fiber</i> dan <i>Polypropylene Fiber</i> .....	2-8
<b>Gambar 2.9</b> <i>Superplasticizer</i> .....	2-9
<b>Gambar 2.10</b> <i>Electric Flow Table</i> .....	2-18
<b>Gambar 2.11</b> <i>Compression Testing Machine (CTM)</i> .....	2-19
<b>Gambar 2.12</b> Konfigurasi Benda Uji Tarik dan Pengujian Kekuatan Lekatan oleh Liao dkk. ....	2-20
<b>Gambar 2.13</b> Konsep Konversi Segitiga Ekuivalen.....	2-21
(Sumber: Liao dkk (2017) dan Oriana (2020)).....	2-21
<b>Gambar 3.1</b> <i>Polypropylene Fiber</i> .....	3-4
<b>Gambar 3.2</b> <i>Steel Fiber</i> .....	3-5
<b>Gambar 3.3</b> Kerucut Abram .....	3-6
<b>Gambar 3.4</b> Pengujian <i>Specific Gravity</i> Agregat Halus .....	3-7
<b>Gambar 3.5</b> Pengujian <i>Specific Gravity</i> Semen OPC (Kiri) dan <i>Fly Ash</i> (Kanan) . .....	3-9
<b>Gambar 3.6</b> Pengujian Absorpsi Agregat Halus .....	3-11
<b>Gambar 3.7</b> <i>Sieve Shaker</i> .....	3-12

<b>Gambar 3.8</b> Metode <i>Quartering</i> .....	3-13
<b>Gambar 3.9</b> <i>Container</i> yang Sudah Terisi Penuh dan Sudah Diratakan .....	3-14
<b>Gambar 3.10</b> Cetakan Kubus (Kiri) dan Cetakan <i>Dogbone</i> (Kanan).....	3-16
<b>Gambar 3.11</b> <i>Styrofoam</i> dengan Plastik dan <i>Fiber</i> .....	3-16
<b>Gambar 3.12</b> Penempatan <i>Styrofoam</i> pada Cetakan <i>Dogbone</i> .....	3-17
<b>Gambar 3.13</b> <i>Mixer</i> .....	3-17
<b>Gambar 3.14</b> Pola Tumbukan Benda Uji Kubus (Sumber: ASTM C109/109M-16a) .....	3-19
<b>Gambar 3.15</b> Benda Uji Ditutup dengan Plastik <i>Wrap</i> .....	3-19
<b>Gambar 3.16</b> Cetakan <i>Dogbone</i> untuk Pengecoran Kembali.....	3-20
<b>Gambar 3.17</b> <i>Electric Flow Table</i> .....	3-21
<b>Gambar 3.18</b> Pengukuran Diameter <i>Slump Flow</i> .....	3-21
<b>Gambar 3.19</b> Pengujian Kuat Tekan Mortar dengan <i>Compression Testing Machine</i> (CTM) .....	3-22
<b>Gambar 3.20</b> Benda Uji <i>Dogbone</i> yang telah dicat.....	3-23
<b>Gambar 3.22</b> <i>Setting</i> Benda Uji <i>Dogbone</i> .....	3-24
<b>Gambar 4.1</b> Pengujian <i>Flowability</i> Campuran Mortar .....	4-2
<b>Gambar 4.2</b> Grafik Kuat Tekan Mortar M-SF100 .....	4-10
<b>Gambar 4.3</b> Benda Uji Mortar M-SF100 Sebelum Uji Kuat Tekan.....	4-10
<b>Gambar 4.4</b> Benda Uji Mortar M-SF100 Setelah Uji Kuat Tekan.....	4-10
<b>Gambar 4.5</b> Grafik Kuat Tekan Mortar M-PF100 .....	4-12
<b>Gambar 4.6</b> Benda Uji Mortar M-PF100 Sebelum Uji Kuat Tekan.....	4-12
<b>Gambar 4.7</b> Benda Uji Mortar M-PF100 Setelah Uji Kuat Tekan.....	4-12
<b>Gambar 4.8</b> Grafik Kuat Tekan Mortar M-SF50PF50 .....	4-14
<b>Gambar 4.9</b> Benda Uji Mortar M-SF50PF50 Sebelum Uji Kuat Tekan .....	4-15
<b>Gambar 4.10</b> Benda Uji Mortar M-SF50PF50 Setelah Uji Kuat Tekan .....	4-15

<b>Gambar 4.11</b> Grafik Kuat Tekan Mortar M-SF30PF70 .....	4-17
<b>Gambar 4.12</b> Benda Uji Mortar M-SF30PF70 Sebelum Uji Kuat Tekan .....	4-17
<b>Gambar 4.13</b> Benda Uji Mortar M-SF30PF70 Setelah Uji Kuat Tekan .....	4-18
<b>Gambar 4.14</b> Grafik <i>Pullout Load</i> terhadap <i>Displacement</i> Variasi <i>Full Steel Fiber</i> .....	4-20
<b>Gambar 4.15</b> Benda Uji <i>Dogbone</i> Variasi <i>Full Steel Fiber</i> Sebelum dilakukan Penguujian.....	4-21
<b>Gambar 4.16</b> Benda Uji <i>Dogbone</i> Variasi <i>Full Steel Fiber</i> Setelah Dilakukan Penguujian.....	4-21
<b>Gambar 4.17</b> Grafik <i>Pullout Load</i> terhadap <i>Displacement</i> Variasi <i>Full Polypropylene Fiber</i> .....	4-22
<b>Gambar 4.18</b> Benda Uji <i>Dogbone</i> Variasi <i>Full Polypropylene Fiber</i> Sebelum dilakukan Penguujian.....	4-23
<b>Gambar 4.19</b> Benda Uji <i>Dogbone</i> Variasi <i>Full Polypropylene Fiber</i> Setelah Dilakukan Penguujian.....	4-23
<b>Gambar 4.10</b> Grafik <i>Pullout Load</i> terhadap <i>Displacement</i> Variasi <i>Hybrid Steel Fiber 50%</i> dan <i>Polypropylene Fiber 50%</i> .....	4-25
<b>Gambar 4.21</b> Benda Uji <i>Dogbone</i> Variasi <i>Hybrid Steel Fiber 50%</i> dan <i>Polypropylene Fiber 50%</i> Sebelum dilakukan Penguujian .....	4-25
<b>Gambar 4.22</b> Benda Uji <i>Dogbone</i> Variasi <i>Hybrid Steel Fiber 50%</i> dan <i>Polypropylene Fiber 50%</i> Setelah dilakukan Penguujian.....	4-26
<b>Gambar 4.23</b> Grafik <i>Pullout Load</i> terhadap <i>Displacement</i> Variasi <i>Hybrid Steel Fiber 30%</i> dan <i>Polypropylene Fiber 70%</i> .....	4-27
<b>Gambar 4.24</b> Benda Uji <i>Dogbone</i> Variasi <i>Hybrid Steel Fiber 30%</i> dan <i>Polypropylene Fiber 70%</i> Sebelum Dilakukan Penguujian .....	4-28
<b>Gambar 4.25</b> Benda Uji <i>Dogbone</i> Variasi <i>Hybrid Steel Fiber 30%</i> dan <i>Polypropylene Fiber 70%</i> Setelah Dilakukan Penguujian.....	4-28

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1</b> Rekapitulasi Benda Uji .....	1-4
<b>Tabel 2.1</b> Persyaratan Gradasi Agregat Halus .....	2-5
<b>Tabel 2.2</b> Selisih antara dua sampel pengujian <i>specific gravity</i> agregat halus (ASTM C128) .....	2-12
<b>Tabel 3.1</b> Spesifikasi <i>Polypropylene Fiber</i> .....	3-3
<b>Tabel 3.2</b> Spesifikasi <i>Steel Fiber</i> .....	3-4
<b>Tabel 3.3</b> Proporsi Campuran Mortar .....	3-15
<b>Tabel 4.1</b> Hasil Uji <i>Flowability</i> .....	4-1
<b>Tabel 4.2</b> Berat Isi Mortar M-SF100 (1) .....	4-3
<b>Tabel 4.3</b> Berat Isi Mortar M-SF100 (2) .....	4-3
<b>Tabel 4.4</b> Berat Isi Mortar M-PF100 (1) .....	4-4
<b>Tabel 4.5</b> Berat Isi Mortar M-PF100 (2) .....	4-4
<b>Tabel 4.6</b> Berat Isi Mortar M-SF50PF50 (1) .....	4-5
<b>Tabel 4.7</b> Berat Isi Mortar M-SF50PF50 (2) .....	4-5
<b>Tabel 4.8</b> Berat Isi Mortar M-SF30PF70 (1) .....	4-6
<b>Tabel 4.9</b> Berat Isi Mortar M-SF30PF70 (2) .....	4-6
<b>Tabel 4.10</b> Perbandingan Berat Isi Mortar .....	4-7
<b>Tabel 4.12</b> Kuat Tekan Mortar M-SF100 (1) .....	4-8
<b>Tabel 4.13</b> Kuat Tekan Mortar M-SF100 (2) .....	4-9
<b>Tabel 4.14</b> Perbandingan Kuat Tekan Mortar M-SF100 .....	4-9
<b>Tabel 4.15</b> Kuat Tekan Mortar M-PF100 (1) .....	4-11
<b>Tabel 4.16</b> Kuat Tekan Mortar M-PF100 (2) .....	4-11
<b>Tabel 4.17</b> Perbandingan Kuat Tekan Mortar M-PF100 .....	4-11
<b>Tabel 4.18</b> Kuat Tekan Mortar M-SF50PF50 (1) .....	4-13
<b>Tabel 4.19</b> Kuat Tekan Mortar M-SF50PF50 (2) .....	4-14



<b>Tabel 4.20</b> Perbandingan Kuat Tekan Mortar M-SF50PF50 .....	4-14
<b>Tabel 4.21</b> Kuat Tekan Mortar M-SF30PF70 (1) .....	4-16
<b>Tabel 4.22</b> Kuat Tekan Mortar M-SF30PF70 (2) .....	4-16
<b>Tabel 4.23</b> Perbanding Kuat Tekan Mortar M-SF30PF70 .....	4-17
<b>Tabel 4.24</b> Kuat Tekan Rata-Rata Mortar .....	4-18
<b>Tabel 4.25</b> Kekuatan Lekatan <i>Steel Fiber</i> pada Mortar .....	4-20
<b>Tabel 4.26</b> Kekuatan Lekatan <i>Polypropylene Fiber</i> pada Mortar .....	4-22
<b>Tabel 4.27</b> Kekuatan Lekatan <i>Steel Fiber</i> 50% dan <i>Polypropylene Fiber</i> 50% pada Mortar .....	4-24
<b>Tabel 4.28</b> Kekuatan Lekatan <i>Steel Fiber</i> 30% dan <i>Polypropylene Fiber</i> 70% pada Mortar .....	4-27
<b>Tabel 4.29</b> Perbandingan Kekuatan Lekatan Rata-Rata <i>Fiber</i> .....	4-29



## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 PERHITUNGAN <i>SPECIFIC GRAVITY</i> SEMEN .....	L1-1
LAMPIRAN 2 PERHITUNGAN <i>SPECIFIC GRAVITY FLY ASH</i> .....	L2-1
LAMPIRAN 3 PERHITUNGAN <i>SPECIFIC GRAVITY SILICA FUME</i> ...	L3-1
LAMPIRAN 4 PERHITUNGAN <i>SPECIFIC GRAVITY</i> AGREGAT HALUS . .....	L4-1
LAMPIRAN 5 PERHITUNGAN ABSORPSI AGREGAT HALUS.....	L5-1
LAMPIRAN 6 PERHITUNGAN MODULUS KEHALUSAN BUTIR AGREGAT HALUS .....	L6-1
LAMPIRAN 7 PERHITUNGAN ALFA TEST .....	L7-1
LAMPIRAN 8 PERHITUNGAN <i>MIX DESIGN</i> .....	L8-1
LAMPIRAN 9 PENGUJIAN MUTU AIR DI UNPAR.....	L9-1



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Masalah

Pada saat ini, Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang sedang melakukan pembangunan infrastruktur secara besar-besaran, seperti misalnya pembangunan jalan, jembatan, bandar udara, dan lain sebagainya. Infrastruktur sendiri merupakan roda penggerak pertumbuhan ekonomi di suatu negara (Haris, 2009). Infrastruktur yang baik tentu saja akan membuat suatu negara memiliki ekonomi yang baik. Infrastruktur yang baik di suatu daerah, tentu saja akan berdampak baik bagi daerah tersebut dikarenakan aksesibilitas menuju daerah tersebut yang akan semakin mudah dan juga akan membuat lapangan kerja yang semakin meningkat. Oleh karena itu, salah satu aspek bagi suatu negara dapat dikatakan sebagai negara maju adalah infrastruktur yang baik yang merata di setiap daerah pada negara tersebut. Namun pembangunan infrastruktur harus dilakukan secara merata di seluruh daerah di Indonesia. Pada saat ini Pemerintah Indonesia pun mulai menyadari akan pentingnya pembangunan infrastruktur dan sudah mulai melakukan pembangunan infrastruktur di berbagai daerah untuk mendukung pengembangan ekonomi, peningkatan investasi dan memperluas jangkauan partisipasi masyarakat. (Harry Kurniadi & Kasyful Mahalli, 2015). Pembangunan infrastruktur di Indonesia sendiri pada umumnya menggunakan material berupa beton.

Beton merupakan campuran antara mortar, agregat kasar, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan atau *admixture*. Mortar adalah campuran agregat halus, semen, dan air. Bahan campuran tambahan tersebut dapat berupa *fly ash*, *silica fume*, *superplasticizer*. Bahan campuran tersebut digunakan agar tercipta beton yang ramah lingkungan dan memiliki kuat tekan yang tinggi. Beton banyak digunakan di Indonesia, karena memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan material lainnya seperti kuat tekan yang tinggi, dapat dibuat sesuai dengan bentuk yang diinginkan, dan tahan terhadap temperature yang tinggi (Tjokrodinuljo, 1996). Namun beton juga memiliki beberapa kekurangan, salah

satunya adalah beton tidak mampu menahan gaya tarik. Salah satu solusi untuk menanggulangi permasalahan tarik tersebut diperlukan tulangan baja. Namun pada saat ini terdapat inovasi baru untuk meningkatkan kekuatan tarik dari suatu beton, yaitu dengan diberikannya serat atau *fiber*.

Dengan diberinya serat atau *fiber*, maka akan meningkatkan performa dari beton berupa meningkatnya daktilitas beton, kekuatan lentur dan geser meningkat, disipasi energi, serta ketika beton diberikan beban siklik, beton tidak akan langsung retak (Liao et al., 2017). Salah satu keunggulan beton dengan serat juga akan membuat beton tersebut mengalami perilaku *tensile strain hardening*, dimana *tensile strain hardening* adalah kemampuan beton dalam meningkatkan kuat tarik sehingga beton tidak langsung mengalami kehancuran akibat retakan pertama. *Tensile strain hardening* dipengaruhi oleh mutu beton, *equivalent bond strength*, variasi *fiber*. Selain itu, dengan diberikannya *fiber* pada mortar akan meningkatkan kekuatan lekatan (*bond strength*) antar mortar dengan serat. Menurut Gopalaratnam and Abu-Mathkour terdapat 3 parameter yang dapat mempengaruhi kekuatan lekatan antara mortar, yaitu: panjang fiber, diameter fiber, dan kualitas dari mortar. Terdapat beberapa jenis serat atau *fiber* yang dapat digunakan sebagai bahan tambahan dari mortar, seperti misalnya: serat baja (*steel fiber*) dan serat plastik (*polypropylene fiber*) Pada saat ini, penelitian mengenai kuat lekatan antara mortar dengan serat baja telah dilakukan oleh Liao dkk. pada tahun 2017, namun penelitian mengenai kuat lekatan antara mortar dengan *polypropylene fiber* hingga saat ini masih sangat jarang dilakukan.

## 1.2 Inti Permasalahan

Pada studi eksperimental ini, inti permasalahan yang akan ditinjau adalah perilaku serat pada mortar. Serat tersebut berupa serat baja (*steel fiber*) dan serat plastik (*polypropylene fiber*). Dengan adanya lekatan yang baik antara mortar dengan serat baja (*steel fiber*) dan serat plastik (*polypropylene fiber*) penyebaran retak dapat terjadi, sehingga beton mendisipasi energi. Dengan adanya variasi tipe fiber maka kekuatan lekatan akan berbeda, dimana kekuatan lekatan tersebut dapat diuji melalui pengujian kuat tarik. Pada penelitian ini terdapat tiga variasi *fiber* yang akan digunakan, yakni: *steel fiber*, *polypropylene fiber*, dan kombinasi antara *steel fiber*

dan *polypropylene fiber*.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari studi eksperimental ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kekuatan lekatan antara mortar dengan *polypropylene fiber*
2. Mengetahui kekuatan lekatan antara mortar dengan *steel fiber*, serta membandingkan hasil yang diperoleh dengan poin 1.
3. Mengetahui kekuatan lekatan antara mortar dengan gabungan serat baja (*steel fiber*) dan *polypropylene fiber*, serta membandingkan hasil yang diperoleh dengan poin 1 dan 2.

### 1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah studi eksperimental ini adalah sebagai berikut:

1. Perencanaan campuran menggunakan metode volume absolut.
2. Rasio air terhadap binder (w/b) ditetapkan sebesar 0,25.
3. Tipe *polypropylene fiber* yang digunakan adalah IT 39 NV.
4. Tipe serat baja yang digunakan adalah Dramix 3D.
5. Kadar *fly ash* ditetapkan sebesar 19,73% dari berat agregat halus.
6. Kadar *silica fume* ditetapkan maksimum sebesar 50 kg/m<sup>3</sup>.
7. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan kubus berukuran 50 × 50 × 50 mm, dengan pengujian dilakukan pada umur 7 hari dan 28 hari.
8. Kekuatan lekatan diuji dengan menggunakan pengujian uji tarik dengan spesimen berbentuk *dogbone*. Pengujian dilakukan pada umur 28 hari.
9. Metode perawatan menggunakan *field curing*
10. Total benda uji untuk studi eksperimental ini adalah 48 buah kubus, dan 12 buah *dogbone specimen*

Tabel 1.1 Rekapitulasi Benda Uji

Jenis Pengujian	Variasi Pengujian	Bentuk	w/b	Pengecoran ke-	Jumlah Benda Uji pada Umur (hari)	
					7	28
Uji Kuat Tekan	Campuran Mortar <i>Polypropylene Fiber</i>	Kubus	0,25	Pengecoran ke-1	3	3
				Pengecoran ke-2	3	3
	Campuran Mortar <i>Steel Fiber</i>			Pengecoran ke-1	3	3
				Pengecoran ke-2	3	3
	Campuran Mortar Kombinasi <i>Polypropylene fiber</i> dan <i>Steel fiber</i>			Pengecoran ke-1	3	3
				Pengecoran ke-2	3	3
				Pengecoran ke-1	3	3
				Pengecoran ke-2	3	3
Total Benda Uji					48 buah	
Jenis Pengujian	Variasi Pengujian	Bentuk	w/b	Jumlah <i>fiber</i>	Jumlah Benda Uji pada Umur (hari)	
					7	28
Uji Kekuatan Lekatan	<i>Polypropylene Fiber</i>	<i>Dogbone Specimen</i>	0,25	10 buah	-	3
	<i>Steel Fiber</i>			10 buah	-	3
	Kombinasi <i>Polypropylene fiber</i> dan <i>Steel fiber</i>			5 buah <i>steel fiber</i> 5 buah <i>polypropylene fiber</i>	-	3
				3 buah <i>steel fiber</i> 7 buah <i>polypropylene fiber</i>	-	3
Total Benda Uji					12 buah	

## 1.5 Metodologi Penelitian

Metode penelitian dari studi eksperimental ini adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur

Studi literatur merupakan kegiatan mencari, mengumpulkan, serta mempelajari referensi berdasarkan karya ilmiah, buku, dan *paper* yang berhubungan dengan topik penelitian penulis.

2. Studi eksperimental

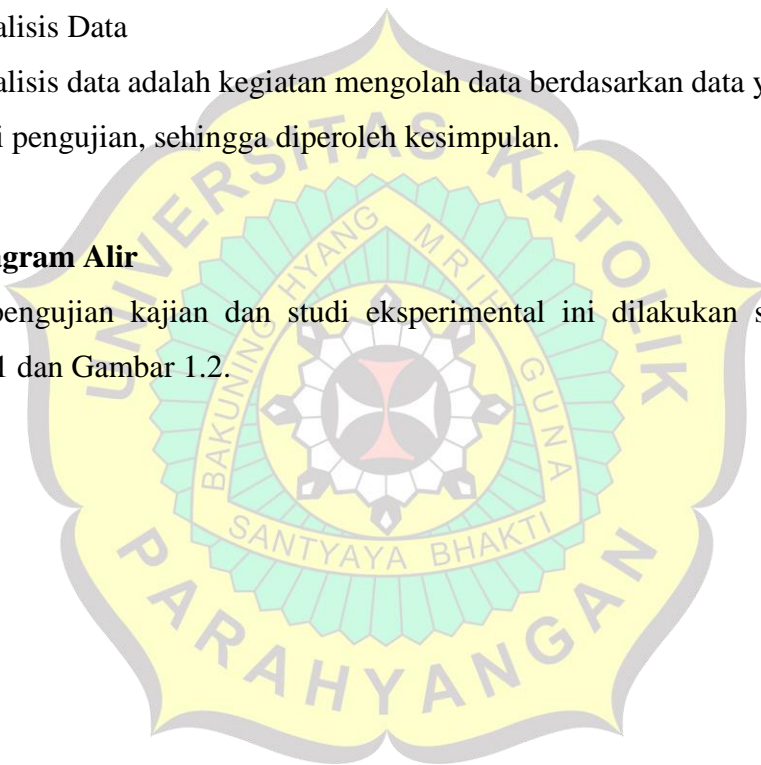
Studi eksperimental dimulai sejak kegiatan persiapan material, pengujian karakteristik material, pembuatan benda uji, hingga pengujian dilakukan.

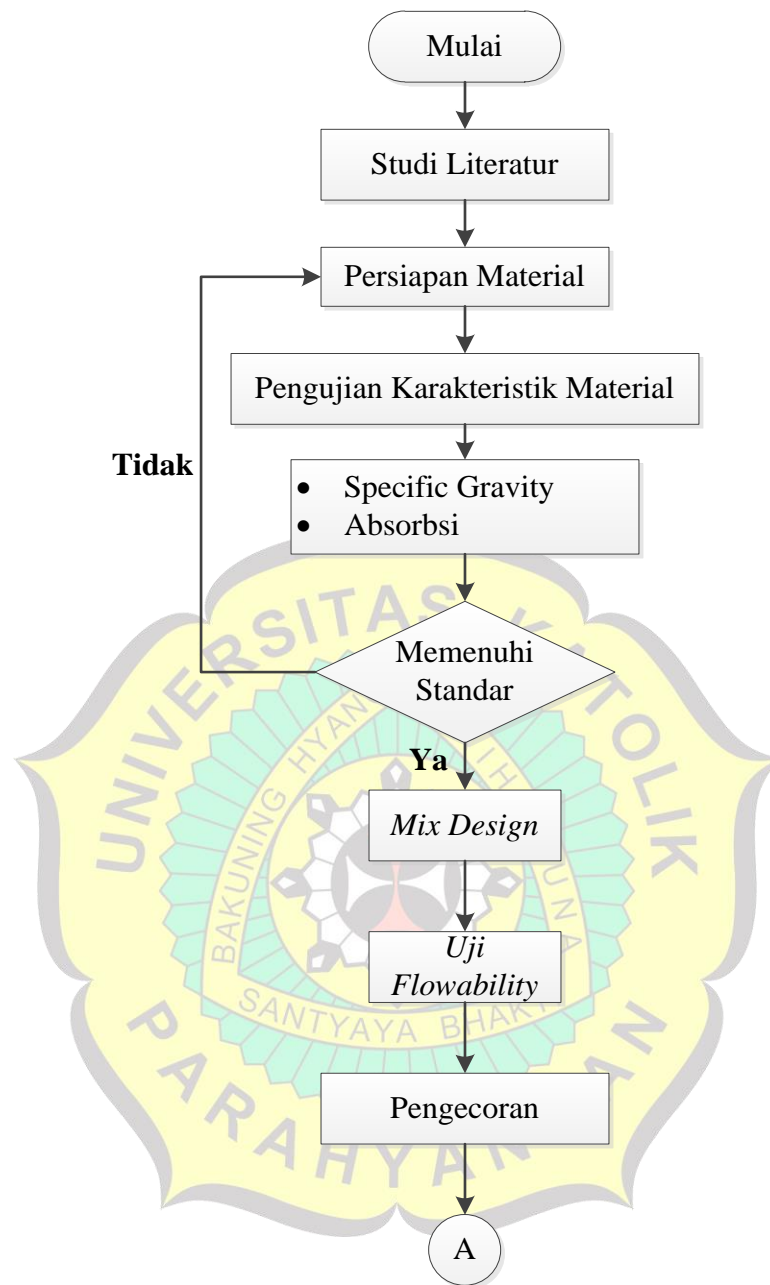
3. Analisis Data

Analisis data adalah kegiatan mengolah data berdasarkan data yang didapat dari pengujian, sehingga diperoleh kesimpulan.

## 1.6 Diagram Alir

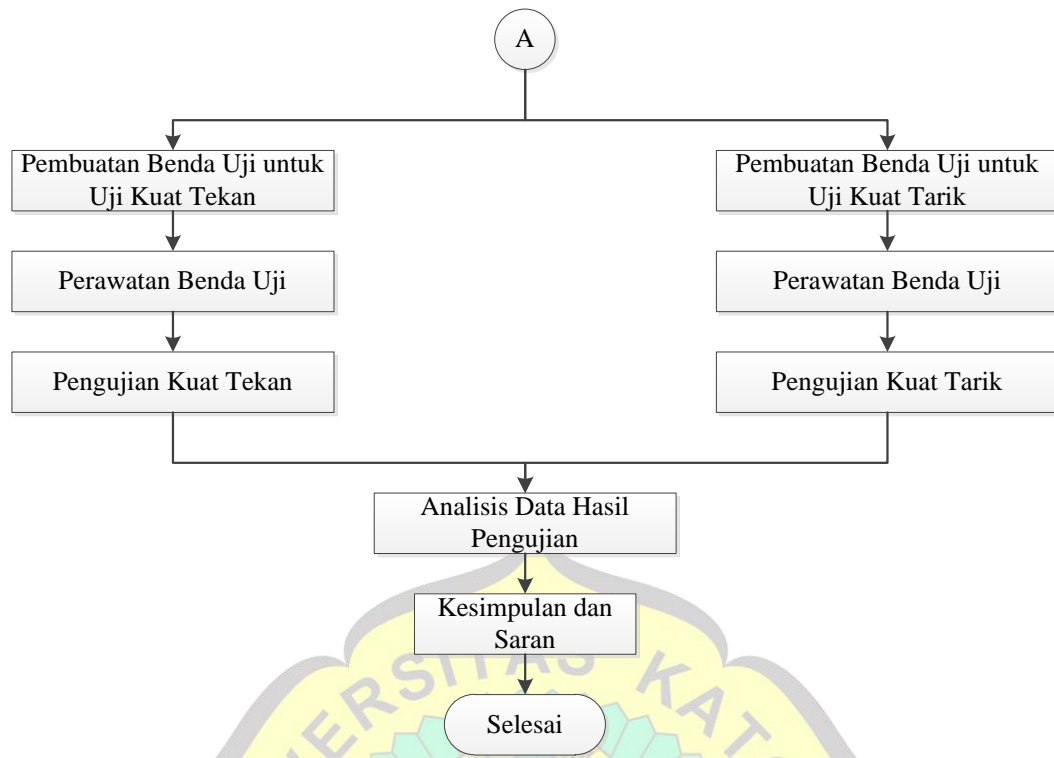
Prosedur pengujian kajian dan studi eksperimental ini dilakukan seperti pada Gambar 1.1 dan Gambar 1.2.





**Gambar 1.1** Diagram Alir Penelitian





**Gambar 1.2** Diagram Alir Penelitian (Lanjutan)

### 1.7 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi ini ditulis secara sistemasi dan terdiri dari 5 bagian, yaitu sebagai berikut:

#### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab ini akan menjelaskan mengenai latar belakang, inti permasalahan, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metodologi penelitian, sistematika penulisan, dan diagram alir.

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

Bab ini akan menjelaskan mengenai landasan teori yang dijadikan acuan untuk melakukan studi eksperimental.

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

Bab ini akan menjelaskan mengenai metode penelitian mulai persiapan material, pembuatan benda uji, dan pengambilan data yang kemudian data tersebut akan dianalisa.

### **BAB 4 ANALISIS HASIL PENGUJIAN**

Bab ini akan menjelaskan mengenai analisis dan pembahasan dari hasil pengujian benda uji yang telah dilakukan.

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

Bab ini akan menjelaskan mengenai kesimpulan yang didapat pada penelitian ini, serta saran untuk penelitian selanjutnya.

