

**SKRIPSI**

**STUDI EKSPERIMENTAL KEKUATAN TARIK  
BELAH DAN PENGUKURAN PERUBAHAN  
PANJANG BETON SERAT BAJA DAN  
*POLYPROPYLENE* MUTU TINGGI**



**ANDREAS DAVIN SUSILO  
NPM: 6101801172**

**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. 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
BANDUNG  
JANUARI 2022**

**SKRIPSI**

**STUDI EKSPERIMENTAL KEKUATAN TARIK  
BELAH DAN PENGUKURAN PERUBAHAN  
PANJANG BETON SERAT BAJA DAN  
*POLYPROPYLENE* MUTU TINGGI**



**ANDREAS DAVIN SUSILO**

**NPM : 6101801172**

**BANDUNG, 28 JANUARI 2022**

**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. 11370/SK/AK-ISK/S/X/2021)  
BANDUNG  
JANUARI 2022**

## PERNYATAAN

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

Nama : Andreas Davin Susilo

NPM : 6101801172

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi / tesis / disertasi<sup>1)</sup> dengan judul:

Studi Eksperimental Kuat Tarik Belah dan Pengukuran Perubahan Panjang Beton Serat Baja dan *Polypropylene* 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: 28 Januari 2022



Andreas Davin Susilo  
6101801172

<sup>1)</sup> coret yang tidak perlu

# STUDI EKSPERIMENTAL KEKUATAN TARIK BELAH DAN PENGUKURAN PERUBAHAN PANJANG BETON SERAT BAJA DAN *POLYPROPYLENE* MUTU TINGGI

Andreas Davin Susilo Susilo  
NPM: 6101801172

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. 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
BANDUNG  
JANUARI 2022

## ABSTRAK

Pembangunan infrastruktur di Indonesia yang sedang dilakukan secara terus menerus mengakibatkan kebutuhan material semakin meningkat, dimana salah satunya adalah material beton. Beton merupakan material yang kuat terhadap tekan namun kekuatan tarik beton hanya 9% - 15% dari kekuatan tekannya. Selain itu, beton bersifat getas. Untuk mengurangi sifat getas beton dan meningkatkan nilai kekuatan tariknya, material serat dapat ditambah kedalam beton (*Fiber Reinforced Concrete*). Kajian studi eksperimental ini adalah mempelajari kekuatan tarik belah dan perubahan panjang terhadap penambahan serat pada beton. Serat yang digunakan pada studi eksperimental ini adalah serat baja, serat *polypropylene*, dan campuran serat baja dan *polypropylene* (*hybrid*). Perhitungan proporsi campuran *Fiber Reinforced Concrete* pada studi eksperimental ini menggunakan metode volume absolut. Variasi volume serat yang digunakan adalah 1,5% dengan variasi SF100PF0 dan SF100PF0-V2 yaitu *steel fiber* 100% *polypropylene fiber* 0%, variasi SF70PF30 yaitu *steel fiber* 70% *polypropylene fiber* 30%, dan variasi SF50PF50 yaitu *steel fiber* 50% *polypropylene fiber* 50%. Pengujian kekuatan tarik belah menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan diameter 100 mm dan tinggi 200 mm serta pengujian perubahan panjang menggunakan benda uji berbentuk balok dengan ukuran 75 × 75 × 285 mm. Nilai slump pada studi eksperimental ini berkisar antara 15 – 160 mm. Pengujian kekuatan tarik belah dilakukan pada umur uji 7, 14, dan 28 hari. Nilai kekuatan tarik belah pada hari 28 untuk variasi SF100PF0, SF70PF30, SF50PF50, dan SF100PF0-V2 secara berurutan adalah 9,64 MPa, 8,71 MPa, 8,20, dan 10,89 MPa. Nilai konstanta untuk hubungan kekuatan tarik belah dengan kekuatan tekan untuk variasi SF100PF0, SF70PF30, SF50PF50, dan SF100PF0-V2 secara berurutan adalah 1,201, 0,994, 0,956, dan 1,184. Pengujian perubahan panjang dilakukan pada umur uji *initial*, 1, 3, 5, 7, 14, 21, dan 28 hari. Nilai perubahan panjang pada hari 28 untuk variasi SF100PF0, SF70PF30, SF50PF50, dan SF100PF0-V2 secara berurutan adalah 66,667 *microstrain*, 376,444 *microstrain*, 465,333 *microstrain*, dan 255,556 *microstrain*. Pada studi eksperimental ini kekuatan tarik belah paling besar adalah variasi SF100PF0-V2 dan perubahan panjang terkecil yang terjadi adalah variasi SF100PF0-V2.

**Kata Kunci:** *Fiber Reinforced Concrete*, serat baja, serat *polypropylene*, volume absolut, kekuatan tarik belah, perubahan panjang.

# EXPERIMENTAL STUDY ON SPLITTING TENSILE STRENGTH AND LENGTH CHANGE MEASUREMENT OF HIGH STRENGTH STEEL AND POLYPROPYLENE FIBER REINFORCED CONCRETE

Andreas Davin Susilo Susilo  
NPM: 6101801172

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

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTEMENT OF CIVIL  
ENGINEERING  
(Accredited by SK BAN-PT Number: No. 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)  
BANDUNG  
JANUARY 2022

## ABSTRACT

Infrastructure development in Indonesia which is being carried out continuously resulted in increasing material needs, one of which is concrete material. Concrete is a strong material against the compression but the tensile strength is only 9% - 15% of its compressive strength. In addition, concrete is brittle. To reduce the brittleness of concrete and increase the value of its tensile strength, fiber material can be added to concrete (Fiber Reinforced Concrete). This study is about experimental study on splitting tensile strength and length change measurement of high steel and polypropylene fiber concrete. This experimental study used steel fiber, polypropylene fiber, and hybrid fiber between steel fiber and polypropylene fiber. Absolute volume method used in this experimental study to measure fiber reinforced concrete mix proportion. Usually fiber volume variation used is 1,5% with SF100PF0 and SF100PF0-V2 variation which is 100% steel fiber 0% polypropylene fiber, SPF70PF30 variation which is 70% steel fiber 30% polypropylene fiber, and SPF50PF50 variation which is 50% steel fiber 50% polypropylene fiber. Splitting tensile strength tested with cylinder sized 100 mm diameter and 200 mm height, and length change measurement tested with beam sized 75 x 75 x 285 mm. Slump value in this experimental study is around 15 – 160 mm. Splitting tensile strength test within 7, 14, and 28 days of tests. Splitting tensile strength value in 28 days are 9,64 MPa, 8,71 MPa, 8,20 MPa, and 10,89 MPa for SF100PF0, SF70PF30, SF50PF50, and SF100PF0-V2 variation sequentially. Splitting tensile strength connection with compression strength have constant number of 1,201 , 0,994 , 0,956, and 1,184 for SF100PF0, SF70PF30, SF50PF50, and SF100PF0-V2 variation sequentially. Length change measurement tests done in 1,3,5,7,14,21,28 days of tests. Length change values for 28 days are 66,667 microstrain, 376,444 microstrain, 465,333 microstrain, and 255,556 microstrain for SF100PF0, SF70PF30, SF50PF50, and SF100PF0-V2 variation sequentially. In this experimental study show that the biggest splitting tensile strength value is in SF100PF0-V2 variation and the smallest length change happened is in SF100PF0-V2 variation.

**Keywords:** Fiber Reinforced Concrete, steel fiber, polypropylene fiber, absolute volume, splitting tensile strength, length change.

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “STUDI EKSPERIMENTAL KEKUATAN TARIK BELAH DAN PENGUKURAN PERUBAHAN PANJANG BETON SERAT BAJA DAN *POLYPROPYLENE* MUTU TINGGI” dengan baik.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menghadapi berbagai masalah dan kendala. Penulis banyak mendapat kritik, saran, dan bimbingan dari berbagai pihak sehingga dapat menghadapi masalah yang ada. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Herry Suryadi, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, bimbingan, masukan, dan ilmu dalam penyusunan skripsi ini hingga dapat selesai tepat waktu.
2. Bapak Wisena Perceka, Ph.D. selaku asisten dosen pembimbing yang telah memberikan waktu, bimbingan, masukan, dan ilmu dalam penyusunan skripsi ini hingga dapat selesai tepat waktu.
3. Seluruh dosen Program Studi Teknik Sipil yang telah memberikan ilmu, masukan, dan saran selama masa perkuliahan maupun saat seminar judul, isi, dan siding.
4. Bapak Teguh Farid Nurul Iman, S.T., Bapak Markus Didi G., Bapak Heri Rustandi selaku staff Laboratorium Teknik Struktur Universitas Katolik Parahyangan yang telah membantu persiapan bahan, pengecoran, dan pengujian benda uji.
5. Keluarga yang telah memberikan dorongan, semangat, dan doa selama penyusunan skripsi ini.
6. Teman seperjuangan Laboratorium Teknik Struktur Universitas Katolik Parahyangan yang telah membantu dalam pekerjaan di laboratorium dan memberi semangat dan dorongan dalam penyusunan skripsi.
7. Seluruh pihak yang telah memberikan doa, masukan, dan dorongan selama penyusunan skripsi yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis menerima segala bentuk masukan dan saran terhadap studi eksperimental ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Bandung, 28 Januari 2022



Andreas Davin Susilo  
6101801172



# DAFTAR ISI

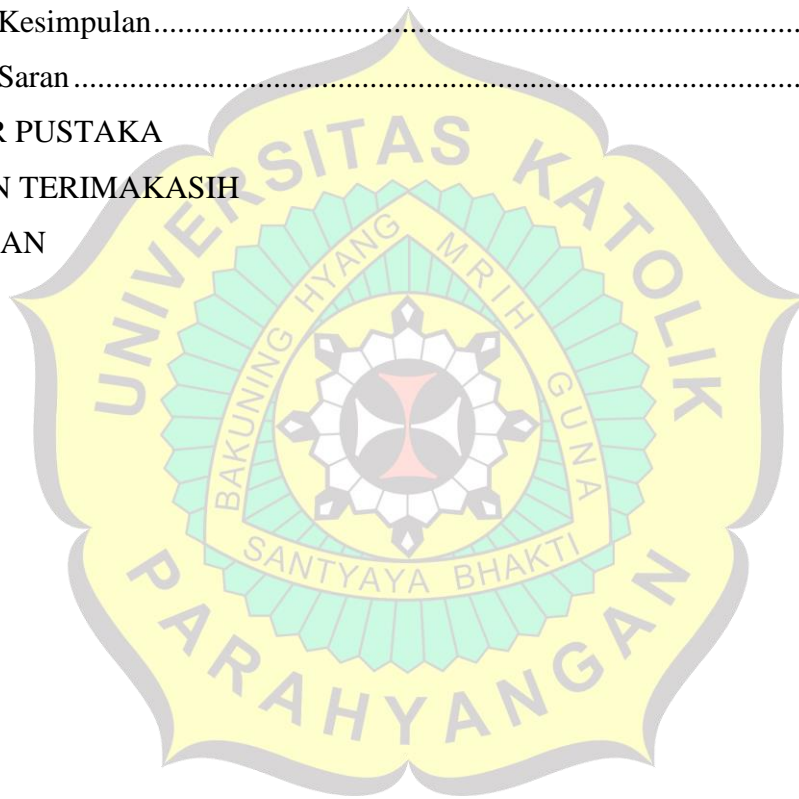
ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	ii
PRAKATA .....	iii
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1-1
1.1 Latar Belakang .....	1-1
1.2 Inti Permasalahan .....	1-1
1.3 Tujuan Penelitian .....	1-2
1.4 Pembatasan Masalah .....	1-2
1.5 Metode Penelitian .....	1-4
1.6 Diagram Alir Penelitian .....	1-4
1.7 Sistematika Penulisan .....	1-5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	2-1
2.1 Beton .....	2-1
2.2 Material Campuran Beton .....	2-1
2.2.1 Agregat Kasar .....	2-1
2.2.2 Agregat Halus .....	2-2
2.2.3 Semen .....	2-2
2.2.4 Air .....	2-3
2.2.5 Abu Terbang ( <i>Fly Ash</i> ) .....	2-3
2.2.6 <i>Silica Fume</i> .....	2-5
2.2.7 Serat Baja .....	2-5
2.2.8 Serat <i>Polypropylene</i> .....	2-5
2.2.9 <i>Superplasticizer</i> .....	2-5
2.3 Kadar Air .....	2-6



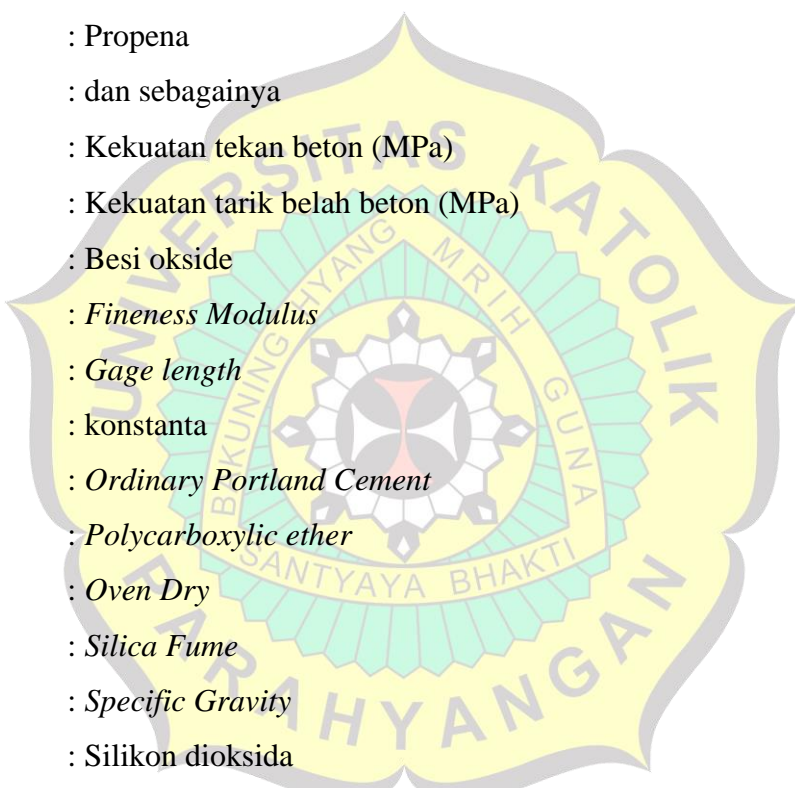
2.4	Pengujian <i>Specific Gravity</i> .....	2-6
2.4.1	<i>Specific Gravity</i> Agregat Kasar.....	2-6
2.4.2	<i>Specific Gravity</i> Agregat Halus.....	2-7
2.4.3	<i>Specific Gravity</i> Semen Dan Abu Terbang ( <i>Fly Ash</i> ) .....	2-7
2.4.4	<i>Specific Gravity Silica Fume</i> .....	2-8
2.5	Pengujian Kadar Absorpsi.....	2-8
2.6	Pengujian <i>Fineness Modulus</i> .....	2-8
2.7	<i>Mix Design</i> .....	2-9
2.8	Metode Pengujian.....	2-12
2.8.1	Uji Kekuatan Tekan .....	2-12
2.8.2	Uji Kekuatan Tarik Belah .....	2-12
2.8.3	Uji Perubahan Panjang.....	2-13
2.9	Modulus Elastisitas.....	2-13
2.10	Hubungan Kekuatan Tekan dan Kekuatan Tarik Belah.....	2-14
2.11	Metode Perawatan ( <i>Curing</i> ).....	2-14
BAB 3 METODE PENELITIAN.....		3-1
3.1.	Persiapan Material.....	3-1
3.1.1.	Agregat Kasar.....	3-1
3.1.2.	Agregat Halus .....	3-2
3.1.3.	Semen.....	3-3
3.1.4.	Air .....	3-3
3.1.5.	Abu Terbang ( <i>Fly Ash</i> ).....	3-3
3.1.6.	<i>Silica Fume</i> .....	3-4
3.1.7.	Serat Baja .....	3-4
3.1.8.	Serat <i>Polypropylene</i> .....	3-5
3.1.9.	<i>Superplasticizer</i> .....	3-5
3.2.	Pengujian Material .....	3-6
3.2.1.	Pengujian <i>Specific Gravity</i> Agregat Kasar.....	3-6
3.2.2.	Pengujian <i>Specific Gravity</i> Agregat Halus.....	3-7
3.2.3.	Pengujian <i>Specific Gravity</i> Semen dan Abu Terbang .....	3-9
3.2.4.	Pengujian <i>Specific Gravity Silica Fume</i> .....	3-9
3.2.5.	Pengujian Absorpsi Agregat Kasar .....	3-10

3.2.6.	Pengujian Absorpsi Agregat Halus .....	3-11
3.2.7.	Pengujian <i>Fineness Modulus</i> Agregat Halus .....	3-12
3.3.	Proporsi Campuran <i>Fiber Reinforced Concrete</i> .....	3-14
3.4.	Pencampuran Adukan ( <i>Mixing</i> ).....	3-15
3.5.	Pengujian <i>Slump (Slump Test)</i> .....	3-17
3.6.	Perawatan Beton ( <i>Curing</i> ).....	3-18
3.7.	Pengujian Kekuatan Tekan.....	3-18
3.8.	Pengujian Kekuatan Tarik Belah.....	3-19
3.9.	Pengujian Perubahan Panjang .....	3-21
BAB 4 ANALISIS DATA .....		4-1
4.1.	Analisis <i>Slump Test</i> .....	4-1
4.2.	Perhitungan Analisis Kepadatan Benda Uji .....	4-3
4.3.	Analisis Pengujian Kekuatan Tekan.....	4-7
4.3.1.	Kekuatan Tekan SF100PF0 .....	4-8
4.3.2.	Kekuatan Tekan SF70PF30 .....	4-10
4.3.3.	Kekuatan Tekan SF50PF50 .....	4-13
4.3.4.	Kekuatan Tekan SF100PF0-V2 .....	4-15
4.3.5.	Perbandingan Nilai Kekuatan Tekan .....	4-18
4.4.	Analisis Pengujian Kekuatan Tarik Belah.....	4-19
4.4.1.	Kekuatan Tarik Belah SF100PF0.....	4-20
4.4.2.	Kekuatan Tarik Belah SF70PF30.....	4-22
4.4.3.	Kekuatan Tarik Belah SF50PF50.....	4-24
4.4.4.	Kekuatan Tarik Belah SF100PF0-V2 .....	4-26
4.4.5.	Perbandingan Nilai Kekuatan Tarik Belah .....	4-26
4.5.	Analisis Pengujian Perubahan Panjang .....	4-27
4.5.1.	Perubahan Panjang SF100PF0 .....	4-28
4.5.2.	Perubahan Panjang SF70PF30 .....	4-30
4.5.3.	Perubahan Panjang SF50PF50 .....	4-33
4.5.4.	Perubahan Panjang SF100PF0-V2.....	4-35
4.5.5.	Perbandingan Nilai Perubahan Panjang .....	4-37
4.6.	Analisis Hubungan Kekuatan Tekan dan Kekuatan Tarik Belah.....	4-38

4.6.1.	Hubungan Kekuatan Tekan dan Kekuatan Tarik Belah SF100PF0	4-38
4.6.2.	Hubungan Kekuatan Tekan dan Kekuatan Tarik Belah SF70PF30	4-38
4.6.3.	Hubungan Kekuatan Tekan dan Kekuatan Tarik Belah SF50PF50	4-39
4.6.4.	Hubungan Kekuatan Tekan dan Kekuatan Tarik Belah SF100PF0-V2	4-39
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		5-1
5.1.	Kesimpulan	5-1
5.2.	Saran	5-2
DAFTAR PUSTAKA		
UCAPAN TERIMAKASIH		
LAMPIRAN		



## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN



ACI	: <i>American Concrete Institute</i>
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	: Alumina okside
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	: Alumunium okside
ASTM	: <i>American Society for Testing and Material</i>
CaO	: Kalsium oksida
Ca(OH) <sub>2</sub>	: Kalsium hidroksida
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	: Propena
dsb	: dan sebagainya
$f_c$	: Kekuatan tekan beton (MPa)
$f_{ct}$	: Kekuatan tarik belah beton (MPa)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	: Besi okside
FM	: <i>Fineness Modulus</i>
G	: <i>Gage length</i>
k	: konstanta
OPC	: <i>Ordinary Portland Cement</i>
PCE	: <i>Polycarboxylic ether</i>
OD	: <i>Oven Dry</i>
SF	: <i>Silica Fume</i>
SG	: <i>Specific Gravity</i>
SiO <sub>2</sub>	: Silikon dioksida
SMF	: <i>Sulphonated Melamine Formaldehyde</i>
SNF	: <i>Sulphonated Neptalene Formaldehyde</i>
SNI	: Satuan Nasional Indonesia
SSD	: <i>Saturated Surface Dry</i>
w/b	: <i>Water to binder ratio</i>
$\alpha$	: Persentase semen yang digunakan dalam campuran
$\beta$	: Persentase <i>fly ash</i> yang digunakan dalam campuran

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir .....	1-4
Gambar 1.1 Diagram Alir (Lanjutan).....	1-5
Gambar 3.1 Agregat Kasar.....	3-1
Gambar 3.2 Pasir Galunggung .....	3-2
Gambar 3.3 Pasir Pontianak.....	3-2
Gambar 3.4 Semen OPC .....	3-3
Gambar 3.5 Air.....	3-3
Gambar 3.6 Abu Terbang ( <i>Fly Ash</i> ).....	3-4
Gambar 3.7 <i>Silica Fume</i> .....	3-4
Gambar 3.8 Serat Baja .....	3-5
Gambar 3.9 Serat <i>Polypropylene</i> .....	3-5
Gambar 3.10 <i>Superplasticizer</i> .....	3-6
Gambar 3.11 Keranjang Besi.....	3-7
Gambar 3.12 Piknometer .....	3-8
Gambar 3.13 <i>Sieve Shaker</i> .....	3-13
Gambar 3.14 Gradasi Pasir Galunggung.....	3-14
Gambar 3.15 <i>Slump Test</i> .....	3-18
Gambar 3.16 <i>Field Curing</i> .....	3-18
Gambar 3.17 Pengujian Kekuatan Tekan.....	3-19
Gambar 3.18 Kerangka Uji Kekuatan Tarik Belah.....	3-20
Gambar 3.19 Pengujian Kuat Tarik Belah .....	3-20
Gambar 3.20 Pengukuran <i>Reference Bar</i> .....	3-21
Gambar 4.1 <i>Slump Test</i> SF100PF0 .....	4-1
Gambar 4.2 <i>Slump Test</i> SF70PF30 .....	4-2
Gambar 4.3 <i>Slump Test</i> SF50PF50 .....	4-2
Gambar 4.4 <i>Slump Test</i> SF100PF0-V2 .....	4-2
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Kepadatan Untuk Setiap Variasi.....	4-7
Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Kekuatan Tekan SF100PF0 Untuk Setiap Umur Uji.....	4-8

Gambar 4.7 Kurva Tegangan Dan Regangan SF100PF0.....	4-9
Gambar 4.8 Pola Retak Kekuatan Tekan SF100PF0 Benda Uji 1 .....	4-10
Gambar 4.9 Pola Retak Kekuatan Tekan SF100PF0 Benda Uji 2.....	4-10
Gambar 4.10 Pola Retak Kekuatane Tekan SF100PF0 Benda Uji 3 .....	4-10
Gambar 4.11 Grafik Perbandingan Kekuatan Tekan SF70PF30 Untuk Setiap Umur Uji .....	4-11
Gambar 4.12 Kurva Tegangan Dan Regangan SF70PF30.....	4-12
Gambar 4.13 Pola Retak Kekuatan Tekan SF70PF30 Benda Uji 1 .....	4-12
Gambar 4.14 Pola Retak Kekuatan Tekan SF70PF30 Benda Uji 2.....	4-13
Gambar 4.15 Pola Retak Kekuatan Tekan SF70PF30 Benda Uji 3.....	4-13
Gambar 4.16 Grafik Perbandingan Kekuatan Tekan SF50PF50 Untuk Setiap Umur Uji .....	4-14
Gambar 4.17 Kurva Tegangan Dan Regangan SF50PF50.....	4-14
Gambar 4.18 Pola Retak Kekuatan Tekan SF50PF50 Benda Uji 1 .....	4-15
Gambar 4.19 Pola Retak Kekuatan Tekan SF50PF50 Benda Uji 2.....	4-15
Gambar 4.20 Pola Retak Kekuatan Tekan SF50PF50 Benda Uji 3 .....	4-15
Gambar 4.21 Grafik Perbandingan Kekuatan Tekan SF100PF0-V2 Untuk Setiap Umur Uji .....	4-16
Gambar 4.22 Kurva Tegangan Dan Regangan SF100PF0-V2 .....	4-17
Gambar 4.23 Pola Retak Kekuatan Tekan SF100PF0-V2 Benda Uji 1.....	4-17
Gambar 4.24 Pola Retak Kekuatan Tekan SF100PF0-V2 Benda Uji 2.....	4-18
Gambar 4.25 Pola Retak Kekuatan Tekan SF100PF0-V2 Benda Uji 3.....	4-18
Gambar 4.26 Grafik Perbandingan Kekuatan Tekan Untuk Setiap Umur Uji...	4-19
Gambar 4.27 Grafik Perbandingan Kekuatan Tarik Belah SF100PF0 Untuk Setiap Umur Uji .....	4-21
Gambar 4.28 Pola Retak Kekuatan Tarik Belah SF100PF0 Benda Uji 1 .....	4-21
Gambar 4.29 Pola Retak Kekuatan Tarik Belah SF100PF0 Benda Uji 2.....	4-21
Gambar 4.30 Pola Retak Kekuatan Tarik Belah SF100PF0 Benda Uji 3.....	4-22
Gambar 4.31 Grafik Perbandingan Kekuatan Tarik Belah SF70PF30 Untuk Setiap Umur Uji .....	4-23
Gambar 4.32 Pola Retak Kekuatan Tarik Belah SF70PF30 Benda Uji 1 .....	4-23
Gambar 4.33 Pola Retak Kekuatan Tarik Belah SF70PF30 Benda Uji 2.....	4-23

Gambar 4.34 Pola Retak Kekuatan Tarik Belah SF70PF30 Benda Uji 3 .....	4-24
Gambar 4.35 Grafik Perbandingan Kekuatan Tarik Belah SF50PF50 Untuk Setiap Umur Uji .....	4-25
Gambar 4.36 Pola Retak Kekuatan Tarik Belah SF50PF50 Benda Uji 1 .....	4-25
Gambar 4.37 Pola Retak Kekuatan Tarik Belah SF50PF50 Benda Uji 2 .....	4-25
Gambar 4.38 Pola Retak Kekuatan Tarik Belah SF50PF50 Benda Uji 3 .....	4-26
Gambar 4.39 Grafik Perbandingan Kekuatan Tarik Belah Untuk Setiap Umur Uji .....	4-27
Gambar 4.40 Grafik Perubahan Panjang SF100PF0.....	4-29
Gambar 4.41 Benda Uji 1 Perubahan Panjang SF100PF0.....	4-30
Gambar 4.42 Benda Uji 2 Perubahan Panjang SF100PF0.....	4-30
Gambar 4.43 Benda Uji 3 Perubahan Panjang SF100PF0.....	4-30
Gambar 4.44 Grafik Perubahan Panjang SF70PF30.....	4-32
Gambar 4.45 Benda Uji 1 Perubahan Panjang SF70PF30.....	4-32
Gambar 4.46 Benda Uji 2 Perubahan Panjang SF70PF30.....	4-32
Gambar 4.47 Benda Uji 3 Perubahan Panjang SF70PF30.....	4-33
Gambar 4.47 Grafik Perubahan Panjang SF50PF50.....	4-34
Gambar 4.48 Benda Uji 1 Perubahan Panjang SF50PF50.....	4-35
Gambar 4.49 Benda Uji 2 Perubahan Panjang SF50PF50.....	4-35
Gambar 4.50 Benda Uji 3 Perubahan Panjang SF50PF50.....	4-35
Gambar 4.51 Grafik Perubahan Panjang SF100PF0-V2.....	4-37
Gambar 4.52 Grafik Perbandingan Perubahan Panjang.....	4-38

## DAFTAR TABEL

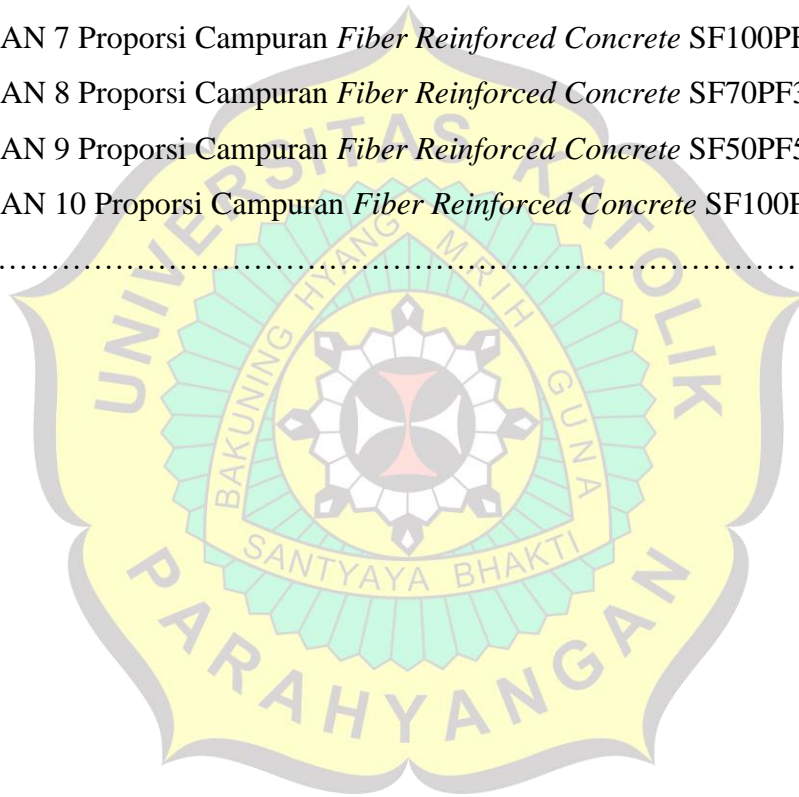
Tabel 1.1 Variasi Volume Serat Baja dan Serat <i>Polypropylene</i> .....	1-2
Tabel 1.2 Rekapitulasi Benda Uji Pengujian Kekuatan Tekan dan Kekuatan Tarik Belah .....	1-3
Tabel 1.3 Rekapitulasi Benda Uji Pengujian Perubahan Panjang.....	1-3
Tabel 2.1 Gradasi Agregat Kasar Menurut ASTM C33 .....	2-2
Tabel 2.2 Gradasi Agregat Halus Menurut ASTM C33 .....	2-2
Tabel 2.3 Komposisi dan Klasifikasi Abu Terbang .....	2-4
Tabel 2.4 Toleransi Waktu Pengujian Kekuatan Tekan.....	2-12
Tabel 3.1 Hasil Pengujian <i>Specific Gravity</i> Agregat Kasar .....	3-7
Tabel 3.2 Hasil Pengujian <i>Specific Gravity</i> Agregat Halus .....	3-9
Tabel 3.3 Hasil Pengujian <i>Specific Gravity</i> Silica Fume.....	3-10
Tabel 3.4 Hasil Pengujian Absorpsi Agregat Kasar.....	3-11
Tabel 3.5 Hasil Pengujian Absorpsi Pasir Galunggung .....	3-12
Tabel 3.6 Hasil Pengujian Absorpsi Pasir Pontianak.....	3-12
Tabel 3.7 Hasil Pengujian <i>Fineness Modulus</i> Agregat Halus Sampel 1.....	3-13
Tabel 3.8 Hasil Pengujian <i>Fineness Modulus</i> Agregat Halus Sampel 2.....	3-14
Tabel 3.9 Proporsi Campuran <i>Fiber Reinforced Concrete</i> .....	3-15
Tabel 4.1 Hasil <i>Slump Test</i> .....	4-1
Tabel 4.2 Kepadatan SF100PF0 Umur 7 Hari .....	4-3
Tabel 4.3 Kepadatan SF100PF0 Umur 14 Hari .....	4-3
Tabel 4.4 Kepadatan SF100PF0 Umur 28 Hari .....	4-4
Tabel 4.5 Kepadatan SF70PF30 Umur 7 Hari .....	4-4
Tabel 4.6 Kepadatan SF70PF30 Umur 14 Hari .....	4-4
Tabel 4.7 Kepadatan SF70PF30 Umur 28 Hari .....	4-5
Tabel 4.8 Kepadatan SF50PF50 Umur 7 Hari .....	4-5
Tabel 4.9 Kepadatan SF50PF50 Umur 14 Hari .....	4-5
Tabel 4.10 Kepadatan SF50PF50 Umur 28 Hari .....	4-6
Tabel 4.11 Kepadatan SF100PF0-V2 Umur 7 Hari .....	4-6
Tabel 4.12 Kepadatan SF100PF0-V2 Umur 28 Hari .....	4-6



Tabel 4.13 Kepadatan Rata-rata Setiap Variasi .....	4-7
Tabel 4.14 Kekuatan Tekan SF100PF0 .....	4-8
Tabel 4.15 Kekuatan Tekan SF70PF30 .....	4-11
Tabel 4.16 Kekuatan Tekan SF50PF50 .....	4-13
Tabel 4.17 Kekuatan Tekan SF100PF0-V2 .....	4-16
Tabel 4.18 Perbandingan Nilai Kekuatan Tekan .....	4-18
Tabel 4.19 Kekuatan Tarik Belah SF100PF0 .....	4-20
Tabel 4.20 Kekuatan Tarik Belah SF70PF30 .....	4-22
Tabel 4.21 Kekuatan Tarik Belah SF50PF50 .....	4-24
Tabel 4.22 Kekuatan Tarik Belah SF100PF0-V2 .....	4-26
Tabel 4.23 Perbandingan Nilai Kekuatan Tarik Belah .....	4-27
Tabel 4.24 Perubahan Panjang SF100PF0 .....	4-28
Tabel 4.24 Perubahan Panjang SF100PF0 (Lanjutan) .....	4-29
Tabel 4.25 Perubahan Panjang SF70PF30 .....	4-31
Tabel 4.26 Perubahan Panjang SF50PF50 .....	4-33
Tabel 4.26 Perubahan Panjang SF50PF50 (Lanjutan) .....	4-34
Tabel 4.27 Perubahan Panjang SF100PF0-V2 .....	4-36
Tabel 4.28 Perbandingan Nilai Perubahan Panjang .....	4-37

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 Perhitungan <i>Specific Gravity</i> Agregat Kasar .....	L1-1
LAMPIRAN 2 Perhitungan <i>Specific Gravity</i> Agregat Halus .....	L2-1
LAMPIRAN 3 Perhitungan <i>Specific Gravity Silica Fume</i> .....	L3-1
LAMPIRAN 4 Perhitungan Absorpsi Agregat Kasar.....	L4-1
LAMPIRAN 5 Perhitungan Absorpsi Pasir Galunggung .....	L5-1
LAMPIRAN 6 Perhitungan Absorpsi Pasir Pontianak....	L6-1
LAMPIRAN 7 Proporsi Campuran <i>Fiber Reinforced Concrete</i> SF100PF0 ....	L7-1
LAMPIRAN 8 Proporsi Campuran <i>Fiber Reinforced Concrete</i> SF70PF30 .....	L8-1
LAMPIRAN 9 Proporsi Campuran <i>Fiber Reinforced Concrete</i> SF50PF50 .....	L9-1
LAMPIRAN 10 Proporsi Campuran <i>Fiber Reinforced Concrete</i> SF100PF0-V2 .....	L10-1



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Saat ini Indonesia sedang melakukan pembangunan infrastruktur secara terus menerus, hal ini dikarenakan untuk mencapai pemerataan pembangunan di setiap daerah di Indonesia. Pembangunan infrastruktur ini meliputi gedung, jalan raya, jembatan, bandar udara, dan lain sebagainya. Oleh karena itu kebutuhan material akan meningkat seiring berjalannya waktu, salah satu material yang paling umum dan banyak digunakan adalah beton. Hal ini dikarenakan harga yang relatif murah, bentuknya dapat disesuaikan dengan kebutuhan, dan kuat menahan tekan.

Beton merupakan material yang kuat terhadap tekan namun lemah terhadap tarik dan bersifat getas. Nilai kekuatan tarik beton berkisar antara 9% - 15% dari kekuatan desaknya (Dipohusodo, 1994). Dengan berkembangnya teknologi banyak gedung-gedung tingkat tinggi yang memiliki beban yang besar sehingga diperlukan beton mutu tinggi. Beton mutu tinggi memiliki kekuatan tekan yang lebih besar sama dengan 41,4 MPa (SNI 03-6468-2000). Beton mutu tinggi bersifat getas walaupun menerima tekanan dan untuk mengatasi sifat getas maka digunakan beton bertulang (*reinforced concrete*) dan beton pratekan (*prestressed concrete*). Namun seiring berkembangnya zaman sifat getas beton mutu tinggi dapat diatasi dengan penggunaan serat.

Serat yang digunakan untuk pembuatan beton serat adalah baja, plastik, kaca, karbon, serta serat dari bahan alami seperti ijuk, rami maupun serat dari tumbuhan lain (ACI 544, 1982). Keunggulan penggunaan serat pada pembuatan beton adalah meningkatkan kekuatan tarik dan ketahanan beton terhadap retakan akibat tarik. Sehingga pengujian *mechanical properties* beton serat seperti kekuatan tekan dan kekuatan tarik banyak dilakukan. Selain sifat *mechanical properties*, pengukuran perubahan panjang beton serat perlu dilakukan.

### 1.2 Inti Permasalahan

Seiring dengan banyaknya penggunaan beton serat, pengujian *mechanical properties* seperti kekuatan tekan dan kekuatan tarik belah semakin banyak

dilakukan, hal ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan tekan dan kekuatan tarik beton. Pengujian untuk perubahan panjang beton serat masih jarang dilakukan sehingga terbatasnya hasil penelitian atau informasi mengenai perubahan panjang beton serat.

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari studi eksperimental ini adalah mengetahui perilaku kekuatan tarik belah, perubahan panjang, dan hubungan kekuatan tarik belah dengan kekuatan tekan beton terhadap penambahan volume serat baja, serat *polypropylene*, dan serat *hybrid*.

### 1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah pada studi eksperimental ini adalah sebagai berikut:

1. *Water to binder ratio* (w/b) 0,25.
2. *Silica fume* yang digunakan berjenis Mapeplast SF dari PT. Mapei Indonesia Construction Product. Kadar *silica fume* yang digunakan sebesar  $50 \text{ kg/m}^3$ .
3. Volume yang digunakan untuk serat baja dan serat *polypropylene* ditetapkan sebesar 1,5% per  $\text{m}^3$  dengan variasi seperti pada Tabel 1.1.

**Tabel 1.1 Variasi Volume Serat Baja dan Serat *Polypropylene***

Variasi	Serat	
	Baja	<i>Polypropylene</i>
1	100%	-
2	70%	30%
3	50%	50%

4. Tipe serat baja yang digunakan adalah serat baja Dramix 3D dengan kekuatan tarik 1225 MPa yang berukuran panjang 60 mm dan diameter 0,75 mm. Serat baja yang digunakan berbentuk *hooked*.
5. Tipe serat *polypropylene* yang digunakan berjenis IT39NV dari PT. Mapei Indonesia Construction Product dengan kekuatan tarik 560 MPa yang berukuran panjang 55 mm dan diameter 0,91 mm. Serat *polypropylene* yang digunakan berbentuk *wave*.
6. Benda uji yang digunakan adalah silinder berdiameter 100 mm dengan tinggi 200 mm untuk pengujian kekuatan tekan dan kekuatan tarik belah. Untuk pengujian perubahan panjang menggunakan benda uji berbentuk balok dengan ukuran  $75 \times 75 \times 285 \text{ mm}$ .

7. Rekapitulasi benda uji pengujian kekuatan tekan, kekuatan tarik belah, dan perubahan panjang seperti pada Tabel 1.2 dan Tabel 1.3.
8. Nilai *slump* yang digunakan mengacu pada ACI 543 yaitu 40 mm – 60 mm.
9. Perawatan yang dilakukan menggunakan metode *Field Curing*

**Tabel 1.2 Rekapitulasi Benda Uji Pengujian Kekuatan Tekan dan Kekuatan Tarik Belah**

Jenis pengujian	Bentuk	w/b	Persentase Volume Serat	Jumlah Benda Uji pada Umur (hari)		
				7	14	28
Kekuatan Tekan	Silinder (100 × 200 mm)	0,25	Serat Baja 1,5%	3	3	3
			Serat Hybrid 1,5% (Serat Baja 70% - Serat Polypropylene 30%)	3	3	3
			Serat Hybrid 1,5% (Serat Baja 50% - Serat Polypropylene 50%)	3	3	3
			Serat Baja 1,5%	3	3	3
Kekuatan Tarik Belah	Silinder (100 × 200 mm)	0,25	Serat Hybrid 1,5% (Serat Baja 70% - Serat Polypropylene 30%)	3	3	3
			Serat Hybrid 1,5% (Serat Baja 50% - Serat Polypropylene 50%)	3	3	3
			Serat Baja 1,5%	3	3	3

**Tabel 1.3 Rekapitulasi Benda Uji Pengujian Perubahan Panjang**

Jenis pengujian	Bentuk	w/b	Persentase Volume Serat	Jumlah Benda Uji pada Umur (hari)
				Initial, 1, 3, 5, 7, 14, 21, 28
Perubahan Panjang	Balok (75 × 75 × 285 mm)	0,25	Serat Baja 1,5 %	3
			Serat Hybrid 1,5 % (Serat Baja 70 % - Serat Polypropylene 30 %)	3
			Serat Hybrid 1,5 % (Serat Baja 50 % - Serat Polypropylene 50 %)	3

## 1.5 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

### 1. Studi literatur

Studi literatur adalah metode pengumpulan data dan informasi sebelum dilakukannya penelitian atau eksperimen. Data dan informasi dapat diperoleh melalui buku, jurnal, paper, dan peraturan yang berhubungan dengan tujuan penelitian.

### 2. Studi eksperimental

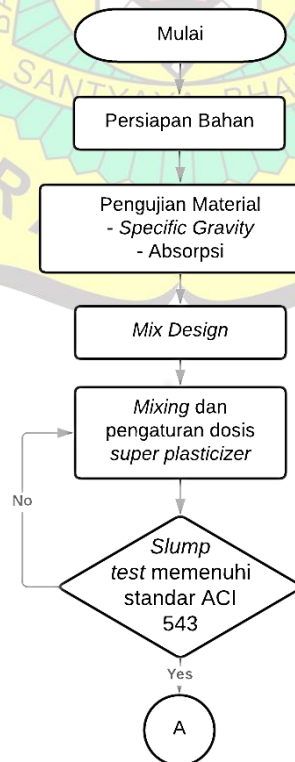
Studi eksperimental adalah metode penelitian atau eksperimen yang dilakukan di dalam laboratorium. Penelitian yang dilakukan mulai dari persiapan bahan, membuat *mix design*, hingga melakukan pengujian. Pengujian yang dilakukan adalah uji tekan dan uji susut beton.

### 3. Analisis data

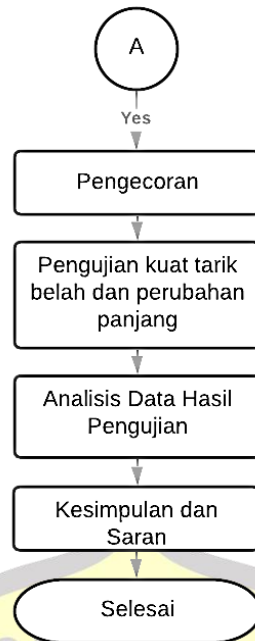
Analisis data adalah pengolahan data yang diperoleh dari hasil eksperimental dan dilakukan analisis data untuk mencapai tujuan yang diinginkan.

## 1.6 Diagram Alir Penelitian

Gambar 1.1 menunjukkan diagram alir penelitian ini



**Gambar 1.1** Diagram Alir



**Gambar 1.1** Diagram Alir (Lanjutan)

## 1.7 Sistematika Penulisan

Sistem penulisan dari studi eksperimental ini adalah sebagai berikut:

### BAB 1 PENDAHULUAN

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

### BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi tentang penjelasan dasar teori yang digunakan untuk sebagai panduan dalam melakukan studi eksperimental ini. Dasar teori yang diperoleh berasal dari buku, jurnal, paper, dsb.

### BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini berisi metode-metode yang dilakukan dalam melakukan studi eksperimental dari persiapan bahan, pembuatan *mix design*, pengujian, dan pengambilan data.

### BAB 4 ANALISIS HASIL PENGUJIAN

Bab ini berisi penganalisisan data-data yang telah diperoleh dari studi eksperimental yang dilakukan.

### BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil analisis data yang diperoleh serta saran untuk memperbaiki kekurangan yang ada dari penelitian ini.