

SKRIPSI

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGUKURAN TINGKAT
PENYERAPAN DAN *VOLUME OF PERMEABLE
VOIDS* PADA *STEEL* DAN *POLYPROPYLENE FIBER*
*REINFORCED HIGH STRENGTH CONCRETE***



VIVILIA PUSPITA DEWI

NPM: 2017410035

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 PENGUKURAN TINGKAT
PENYERAPAN DAN *VOLUME OF PERMEABLE
VOIDS* PADA *STEEL* DAN *POLYPROPYLENE FIBER*
*REINFORCED HIGH STRENGTH CONCRETE***



VIVILIA PUSPITA DEWI

NPM: 2017410035

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 : Vivilia Puspita Dewi

NPM : 2017410035

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi / ~~tesis / disertasi~~^{*)} dengan judul:

STUDI EKSPERIMENTAL PENGUKURAN TINGKAT PENYERAPAN DAN VOLUME OF PERMEABLE VOIDS PADA STEEL DAN POLYPROPYLENE FIBER REINFORCED HIGH STRENGTH CONCRETE

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: 26 Juli 2021



Vivilia Puspita Dewi

2017410035

*) coret yang tidak perlu

STUDI EKSPERIMENTAL PENGUKURAN TINGKAT PENYERAPAN DAN *VOLUME OF PERMEABLE VOIDS* PADA *STEEL* DAN *POLYPROPYLENE FIBER* *REINFORCED HIGH STRENGTH CONCRETE*

VIVILIA PUSPITA DEWI

NPM: 2017410035

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**

ABSTRAK

Berkembangnya infrastruktur pada suatu negara berperan penting dalam membangun kehidupan ekonomi masyarakat. Material beton sering digunakan sebagai material konstruksi karena memiliki beberapa keunggulan, yaitu memiliki kuat tekan yang tinggi, tahan terhadap temperatur tinggi dan bahan pembuat beton mudah didapatkan. Akan tetapi, beton memiliki kelemahan, yaitu kuat tarik yang rendah dan bersifat getas. Oleh karena itu, inovasi dalam meningkatkan kualitas beton sangat diperlukan. Salah satu caranya adalah dengan menggunakan fiber dalam campuran beton sehingga beton dapat meningkatkan kuat geser, daktilitas, ketahanan terhadap retak dan mengurangi penghamburan energi. Studi ini bertujuan untuk mengetahui durabilitas beton, porositas dan sorptivity. Variasi yang digunakan adalah variasi volume fiber yaitu 0,75% dan 1,5% dengan jenis *Steel fiber*, *Polypropylene fiber* dan kombinasi *steel fiber* dan *polypropylene fiber (hybrid)*. Pada pengujian *volume of permeable voids (VPV)* didapatkan hasil nilai VPV rata-rata untuk masing-masing variasi adalah 13,61%, 13,40%, 14,45%, 12,65%, 13,32%, 13,37%, 12,82% dan 13,19%. Pada pengujian *sorptivity* didapatkan nilai *sorptivity* untuk initial absorption $1,87 \times 10^{-3}$, $1,51 \times 10^{-3}$, $1,79 \times 10^{-3}$, $8,46 \times 10^{-4}$, $1,09 \times 10^{-3}$, $1,45 \times 10^{-3}$, $1,27 \times 10^{-3}$, dan $1,13 \times 10^{-3}$ dan untuk secondary absorption $4,4 \times 10^{-4}$, 4×10^{-4} , 4×10^{-4} , $3,6 \times 10^{-4}$, $3,7 \times 10^{-4}$, $3,9 \times 10^{-4}$, 4×10^{-4} , dan $3,8 \times 10^{-4}$.

Kata Kunci: high strength concrete, *steel fiber*, *polypropylene fiber*, kuat tekan, porositas, *sorptivity*

EXPERIMENTAL STUDY OF ABSORPTION RATE AND VOLUME OF PERMEABLE VOIDS ON HIGH STRENGTH STEEL AND POLYPROPYLENE FIBER REINFORCED CONCRETE

VIVILIA PUSPITA DEWI

NPM: 2017410035

PEMBIMBING: Herry Suryadi, Ph.D.

KO-PEMBIMBING: Wisena Perceka, Ph.D.

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

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

**BANDUNG
AUGUST 2021**

ABSTRACT

The growth of infrastructure play an important role in economy of a country. Concrete material is often used for its superiority in high compressive strength, high temperature tolerance, and convenience for obtaining its composition. However, concrete in its characteristic is weak to tension force and brittle. Innovations to enhance the quality of concrete are highly needed. Using fiber in concrete mix to increase its shear strength, ductility, crack endurance and to reduce its energy scattering is one of methods used to enhance concrete quality. The objective of this study is to determine durability, porosity, and sorptivity where fiber volume variations are used, namely 0,75% and 1,5% with varying fiber used in mixture are steel fiber, polypropylene fiber, and combination of steel-polypropylene fiber (hybrid). In the volume of permeable voids (VPV) test, the results of the average VPV value for each variation are 13,61%, 13,40%, 14,45%, 12,65%, 13,32%, 13,37%, 12,82% and 13,19. In the sorptivity test, the sorptivity value was obtained for initial absorption are $1,87 \times 10^{-3}$, $1,51 \times 10^{-3}$, $1,79 \times 10^{-3}$, $8,46 \times 10^{-4}$, $1,09 \times 10^{-3}$, $1,45 \times 10^{-3}$, $1,27 \times 10^{-3}$, and $1,13 \times 10^{-3}$ and for secondary absorption are $4,4 \times 10^{-4}$, 4×10^{-4} , 4×10^{-4} , $3,6 \times 10^{-4}$, $3,7 \times 10^{-4}$, $3,9 \times 10^{-4}$, 4×10^{-4} , and $3,8 \times 10^{-4}$.

Keywords: high strength concrete, steel fiber, polypropylene fiber, compressive strength, volume of permeable voids, sorptivity

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan penyertaan-Nya sehingga penulis berhasil menyelesaikan skripsi yang berjudul “STUDI EKSPERIMENTAL PENGUKURAN TINGKAT PENYERAPAN DAN *VOLUME OF PERMEABLE VOIDS* PADA *STEEL* DAN *POLYPROPYLENE FIBER REINFORCED HIGH STRENGTH CONCRETE*” dengan baik dan tepat waktu. Penyusunan skripsi ini merupakan bagian dari penelitian dosen pembimbing dan ko-pembimbing serta untuk memenuhi syarat wajib dalam menyelesaikan pendidikan tingkat S-1 pada program studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Dalam proses penyusunan skripsi ini tidak lepas dari berbagai kesulitan dan hambatan yang dihadapi oleh penulis, namun berkat bimbingan, saran, kritik dan dukungan dari berbagai pihak, skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Oleh karena itu pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua penulis dan adik penulis yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat serta doa-doa yang dipanjatkan selama penulis menyusun skripsi ini.
2. Bapak Herry Suryadi, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, mengarahkan, memberi ilmu, masukan dan saran kepada penulis selama proses penyusunan skripsi sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
3. Bapak Wisena Perceka, Ph.D. selaku dosen ko-pembimbing yang telah membimbing, memberi ilmu, masukan dan saran kepada penulis selama proses penyusunan skripsi sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
4. Seluruh dosen dan staff pengajar di Universitas Katolik Parahyangan yang telah memberikan ilmu selama masa perkuliahan.
5. Bapak Teguh Farid Nurul Iman S.T., Bapak Markus Didi G., dan Bapak Heri Rustandi yang telah membantu penulis selama proses persiapan, pengecoran dan pengujian benda uji di Laboratorium Struktur Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

6. Kristianto Juniar R.A, Aristo Tjandra Setiawan dan Michael Chang selaku rekan bimbingan skripsi yang berjuang bersama-sama dengan penulis dalam menyelesaikan skripsi.
7. Zefanya Handika Mulyawan, Timotius Efendi, Yohanes Vincent ferdianto, Tan Jason Tanujaya, dan Norbertus William Nugroho selaku rekan seperjuangan lab.
8. Marvyn Marvellino dan Catherine Laurensia yang telah menemani penulis sejak awal semester perkuliahan hingga akhir.
9. Ruth, Peli, Helen, Sheryl, Riri, Epen, Icen, Kepin yang telah memberikan dukungan dan semangat selama penulis menyusun skripsi.
10. Serta seluruh pihak lainnya yang telah membantu penulis yang tidak dapat disebutkan.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan masih banyak kekurangan. Oleh karena itu Penulis menerima kritik dan saran yang akan membangun, dan Penulis berharap skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi pembaca dan penelitian selanjutnya.

Bandung, 26 Juli 2020



Vivilia Puspita Dewi

2017410035

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
PRAKATA.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	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 Metode Penelitian.....	1-6
1.6 Diagram Alir.....	1-6
1.7 Sistematika Penulisan.....	1-7
BAB 2 STUDI LITERATUR.....	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.....	2-3
2.2.4 Air.....	2-3
2.2.5 <i>Fly Ash</i> (Abu Terbang).....	2-4
2.2.6 <i>Silica Fume</i>	2-5

2.2.7	<i>Steel Fiber</i>	2-5
2.2.8	<i>Polypropylene Fiber</i>	2-5
2.2.9	<i>Superplasticizer</i>	2-6
2.3	Kadar Air	2-7
2.4	Pengujian <i>Specific Gravity</i>	2-7
2.4.1	<i>Specific gravity</i> Agregat Kasar	2-8
2.4.2	<i>Specific Gravity</i> Agregat Halus.....	2-8
2.4.3	<i>Specific Gravity</i> Semen dan <i>Fly Ash</i>	2-9
2.4.4	<i>Specific Gravity Silica Fume</i>	2-10
2.5	Metode <i>Densified Mixture Design Algorithm (DMDA)</i>	2-11
2.6	Metode Perawatan (<i>Curing</i>).....	2-16
2.7	Metode Pengujian	2-16
2.7.1	Uji <i>Volume of Permeable Voids</i> (Uji Porositas)	2-16
2.7.2	Pengujian Tingkat Penyerapan Air (Uji <i>Sorptivity</i>).....	2-18
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN.....	3-1
3.1	Material Campuran Beton.....	3-1
3.1.1	Agregat Kasar	3-1
3.1.2	Agregat Halus	3-1
3.1.3	Semen.....	3-2
3.1.4	<i>Fly Ash</i>	3-2
3.1.5	<i>Silica Fume</i>	3-3
3.1.6	<i>Polypropylene Fiber</i>	3-3
3.1.7	<i>Steel Fiber</i>	3-4
3.1.8	Air	3-5
3.1.9	<i>Superplasticizer</i>	3-5
3.2	Pengujian Karakteristik Material	3-6

3.2.1	Pengujian <i>Specific Gravity</i>	3-6
3.2.1.1	Pengujian <i>Specific Gravity</i> Agregat Kasar.....	3-6
3.2.1.2	Pengujian <i>Specific Gravity</i> Agregat halus	3-7
3.2.1.3	Pengujian <i>Specific Gravity</i> Semen dan <i>Fly Ash</i>	3-9
3.2.1.4	Pengujian <i>Specific Gravity Silica Fume</i>	3-10
3.2.2	Pengujian Absorpsi	3-12
3.2.2.1	Pengujian Absorpsi Agregat Kasar	3-12
3.2.2.2	Pengujian Absorpsi Agregat Halus	3-13
3.2.3	Pengujian Analisa Saringan	3-14
3.2.3.1	Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar	3-14
3.2.3.2	Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus	3-15
3.2.4	Pengujian Berat isi	3-16
3.2.4.1	Pengujian Berat Isi Alfa Test	3-16
3.2.4.2	Pengujian Berat Isi Beta Test	3-18
3.3	<i>Mix Proportion</i>	3-19
3.4	Pengecoran	3-21
3.5	Pengujian Slump	3-23
3.6	Perawatan (<i>Curing</i>)	3-24
3.7	Pengujian Parameter Durabilitas Beton	3-24
3.7.1	Pengujian <i>Volume Of Permeable Voids</i> (Uji Porositas).....	3-24
3.7.2	Pengujian Tingkat Penyerapan Air (Uji <i>Sorptivity</i>).....	3-26
BAB 4	ANALISA DATA	4-1
4.1	Analisis Pengujian <i>Volume of Permeable Voids</i> (Porositas)	4-1
4.2	Analisa Pengujian Tingkat Penyerapan Air (<i>Sorptivity</i>).....	4-4
4.2.1	Pengukuran Diameter Benda Uji	4-5
4.2.2	Pengukuran Berat Benda Uji.....	4-6

4.2.3 Analisis Pengujian <i>Sorptivity</i>	4-7
4.2.3.1 Analisis Pengujian <i>Sorptivity</i> Variasi C-SF100PPF0-1,5	4-7
4.2.3.2 Analisis Pengujian <i>Sorptivity</i> Variasi C-SF100PPF0-0,75	4-11
4.2.3.3 Analisis Pengujian <i>Sorptivity</i> Variasi C-SF0PPF100-1,5	4-15
4.2.3.4 Analisis Pengujian <i>Sorptivity</i> Variasi C-SF0PPF100-0,75	4-19
4.2.3.5 Analisis Pengujian <i>Sorptivity</i> Variasi C-SF30PPF70-0,75	4-23
4.2.3.6 Analisis Pengujian <i>Sorptivity</i> Variasi C-SF50PPF50-0,75	4-27
4.2.3.7 Analisis Pengujian <i>Sorptivity</i> Variasi C-SF30PPF70-1,5	4-31
4.2.3.8 Analisis Pengujian <i>Sorptivity</i> Variasi C-SF50PPF50-1,5	4-35
4.2.3.9 Hubungan Tingkat Penyerapan dengan Waktu (\sqrt{t}) untuk Setiap Variasi	4-39
4.2.3.10 Hubungan antara Nilai Kuat tekan dan <i>Sorptivity Ratio</i> dengan variasi Benda Uji.....	4-40
4.3 Hubungan antara Nilai <i>Volume of Permeable Voids</i> (VPV) dengan <i>Sorptivity</i>	4-42
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1 Kesimpulan	5-1
5.2 Saran	5-2
DAFTAR PUSTAKA	
UCAPAN TERIMA KASIH	
LAMPIRAN	

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A	= Luas penampang (mm^2)
agg	= Agregat
ASTM	= <i>American Society for Testing and Material</i>
b	= Binder/Bahan pengikat
C	= Semen
C-SF100PPF0-1,5	= Kode variasi <i>steel fiber</i> 1,5%
C-SF100PPF0-0,75	= Kode variasi <i>steel fiber</i> 0,75%
C-SF0PPF100-1,5	= Kode variasi <i>polypropylene fiber</i> 1,5%
C-SF0PPF100-0,75	= Kode variasi <i>polypropylene fiber</i> 0,75%
C-SF30PPF70-0,75	= Kode variasi <i>hybrid</i> 0,75% proporsi <i>steel fiber</i> 30% dan <i>polypropylene fiber</i> 70%
C-SF50PPF50-0,75	= Kode variasi <i>hybrid</i> 0,75% proporsi <i>steel fiber</i> 50% dan <i>polypropylene fiber</i> 50%
C-SF30PPF70-1,5	= Kode variasi <i>hybrid</i> 1,5% proporsi <i>steel fiber</i> 30% dan <i>polypropylene fiber</i> 70%
C-SF50PPF50-1,5	= Kode variasi <i>hybrid</i> 1,5% proporsi <i>steel fiber</i> 50% dan <i>polypropylene fiber</i> 50%
CA	= <i>Coarse Agregat</i> /Agregat kasar
CS	= <i>Coarse Sand</i> /Agregat halus
CTM	= Compression Testing Machine
d	= Massa jenis air (g/mm^3)
FM	= Fineness Modulus
<i>fly</i>	= <i>Fly Ash</i>
<i>f</i>	= <i>Fiber</i> /Serat
f'_c	= Kuat tekan (MPa)
I	= Tingkat penyerapan air (mm)

m_t	= Perubahan massa benda uji dalam gram, tiap interval waktu
n	= <i>Paste amount</i>
OD	= <i>Oven Dry</i> atau kering oven
OPC	= <i>Ordinary Portland Cement</i>
P	= <i>Peak load</i> atau Beban maksimum (N)
PPF	= <i>Polypropylene Fiber</i>
SF	= <i>Steel Fiber</i>
Si	= <i>Initial Absorption</i>
Ss	= <i>Secondary Absorption</i>
SG	= <i>Specific Gravity</i>
SNI	= Standar Nasional Indonesia
SSD	= <i>Saturated Surface Dry</i>
Sf	= <i>Silica Fume</i>
t	= waktu (s)
U_{max}	= Berat isi optimum parameter beta (kg/m^3)
V	= Volume, m^3
VPV	= <i>Volume of Permeable Void</i> (%)
WSSD	= Berat benda uji dalam kondisi SSD (gram)
WOD	= Berat benda uji dalam kondisi kering oven (gram)
Wsusp	= Berat benda uji dalam air (gram)
w/b	= <i>Water to Binder Ratio</i>
ξ	= Rasio Perbandingan semen dengan <i>silica fume</i>
α	= Parameter alfa (perbandingan komposisi fly ash dengan agregat halus)
β	= Parameter beta (perbandingan komposisi agregat halus dengan agregat kasar)
γ	= Berat jenis (kg/m^3)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir	1-6
Gambar 2.1 <i>Volumetric Variation of permeable voids and water absorption with various fly ash contents in NC-SCC</i> (Djayaprabha et al, 2020)	2-17
Gambar 2.2 <i>Influence of FFA on compressive strength of NC-SCC at ages 7 and 28 days</i> (Djayaprabha et al, 2020)	2-17
Gambar 2.3 Skema Pengujian <i>Sorptivity</i> (ASTM C-1585-20)	2-19
Gambar 3.1 Agregat Kasar	3-1
Gambar 3.2 Pasir Galunggung dan Pasir Pontianak	3-2
Gambar 3.3 <i>Ordinary Portland Cement (OPC)</i>	3-2
Gambar 3.4 <i>Fly Ash</i>	3-3
Gambar 3.5 <i>Silica Fume</i>	3-3
Gambar 3.6 <i>Polypropylene Fiber</i>	3-4
Gambar 3.7 <i>Steel Fiber</i>	3-5
Gambar 3.8 Air	3-5
Gambar 3.9 <i>Superplasticizer</i>	3-6
Gambar 3.10 Pengujian <i>Specific Gravity</i> Agregat Halus	3-8
Gambar 3.11 Pengujian <i>Specific Gravity</i> Semen OPC	3-10
Gambar 3.12 Pengujian <i>Specific Gravity</i> <i>Fly Ash</i>	3-10
Gambar 3.13 Pengujian <i>Specific Gravity</i> <i>Silica Fume</i>	3-11
Gambar 3.14 Pengujian Analisa Saringan	3-16
Gambar 3.15 Metode <i>Quartering</i>	3-17
Gambar 3.16 Proses Pengadukan campuran beton dengan <i>Mixer</i>	3-23
Gambar 3.17 Pengujian Slump	3-24
Gambar 3.18 Pemetongan Benda Uji	3-25
Gambar 3.19 Perebusan Benda Uji	3-25
Gambar 3.20 Penghalusan permukaan benda uji	3-26
Gambar 3.21 Mengkondisikan Benda Uji	3-27
Gambar 3.22 Pengujian <i>Sorptivity</i>	3-28

Gambar 4.1 Grafik Hubungan <i>Volume of Permeable Voids</i> terhadap Variasi Benda Uji	4-3
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Kuat tekan dan <i>Volume of Permeable Voids</i> dengan Variasi benda Uji	4-4
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Tingkat Penyerapan Air (I) terhadap Waktu (\sqrt{t}) Variasi C-SF100PPF0-1,5 (Sampel 1).....	4-7
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Tingkat Penyerapan Air (I) terhadap Waktu (\sqrt{t}) Variasi C-SF100PPF0-1,5 (Sampel 2).....	4-8
Gambar 4.5 Grafik Hubungan Tingkat Penyerapan Air (I) terhadap Waktu (\sqrt{t}) Variasi C-SF100PPF0-1,5 (Sampel 3).....	4-8
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Tingkat Penyerapan Air (I) Rata-rata terhadap Waktu (\sqrt{t}) Variasi C-SF100PPF0-1,5	4-10
Gambar 4.7 Grafik Hubungan Tingkat Penyerapan Air (I) terhadap Waktu (\sqrt{t}) Variasi C-SF100PPF0-0,75 (Sampel 1).....	4-11
Gambar 4.8 Grafik Hubungan Tingkat Penyerapan Air (I) terhadap Waktu (\sqrt{t}) Variasi C-SF100PPF0-0,75 (Sampel 2).....	4-12
Gambar 4.9 Grafik Hubungan Tingkat Penyerapan Air (I) terhadap Waktu (\sqrt{t}) Variasi C-SF100PPF0-0,75 (Sampel 3).....	4-12
Gambar 4.10 Grafik Hubungan Tingkat Penyerapan Air (I) Rata-Rata Terhadap Waktu (\sqrt{t}) Variasi C-SF100PPF0-0,75	4-14
Gambar 4.11 Grafik Hubungan Tingkat Penyerapan Air (I) Terhadap Waktu (\sqrt{t}) Variasi C-SF0PPF100-1,5 (Sampel 1).....	4-15
Gambar 4.12 Grafik Hubungan Tingkat Penyerapan Air (I) Terhadap Waktu (\sqrt{t}) Variasi C-SF0PPF100-1,5 (Sampel 2).....	4-16
Gambar 4.13 Grafik Hubungan Tingkat Penyerapan Air (I) Terhadap Waktu (\sqrt{t}) Variasi C-SF0PPF100-1,5 (Sampel 3).....	4-16
Gambar 4.14 Grafik Hubungan Tingkat Penyerapan Air (I) Rata-Rata Terhadap Waktu (\sqrt{t}) Variasi C-SF0PPF100-1,5	4-18
Gambar 4.15 Grafik Hubungan Tingkat Penyerapan Air (I) terhadap Waktu (\sqrt{t}) Variasi C-SF0PPF100-0,75 (Sampel 1).....	4-19
Gambar 4.16 Grafik Hubungan Tingkat Penyerapan Air (I) terhadap Waktu (\sqrt{t}) Variasi C-SF0PPF100-0,75 (Sampel 2).....	4-20

Gambar 4.17 Grafik Hubungan Tingkat Penyerapan Air (I) terhadap Waktu (\sqrt{t}) Variasi C-SF0PPF100-0,75 (Sampel 3).....	4-20
Gambar 4.18 Grafik Hubungan Tingkat Penyerapan Air (I) Rata-rata terhadap Waktu (\sqrt{t}) Variasi C-SF0PPF100-0,75.....	4-22
Gambar 4.19 Grafik Hubungan Tingkat Penyerapan Air (I) terhadap Waktu (\sqrt{t}) Variasi C-SF30PPF70-0,75 (Sampel 1).....	4-23
Gambar 4.20 Grafik Hubungan Tingkat Penyerapan Air (I) terhadap Waktu (\sqrt{t}) Variasi C-SF30PPF70-0,75 (Sampel 2).....	4-24
Gambar 4.21 Grafik Hubungan Tingkat Penyerapan Air (I) terhadap Waktu (\sqrt{t}) Variasi C-SF30PPF70-0,75 (Sampel 3).....	4-24
Gambar 4.22 Grafik Hubungan Tingkat Penyerapan Air (I) Rata-rata terhadap Waktu (\sqrt{t}) Variasi C-SF30PPF70-0,75.....	4-26
Gambar 4.23 Grafik Hubungan Tingkat Penyerapan Air (I) terhadap Waktu (\sqrt{t}) Variasi C-SF50PPF50-0,75 (Sampel 1).....	4-27
Gambar 4.24 Grafik Hubungan Tingkat Penyerapan Air (I) terhadap Waktu (\sqrt{t}) Variasi C-SF50PPF50-0,75 (Sampel 2).....	4-28
Gambar 4.25 Grafik Hubungan Tingkat Penyerapan Air (I) terhadap Waktu (\sqrt{t}) Variasi C-SF50PPF50-0,75 (Sampel 3).....	4-28
Gambar 4.26 Grafik Hubungan Tingkat Penyerapan Air (I) Rata-rata terhadap Waktu (\sqrt{t}) Variasi C-SF50PPF50-0,75.....	4-30
Gambar 4.27 Grafik Hubungan Tingkat Penyerapan Air (I) terhadap Waktu (\sqrt{t}) Variasi C-SF30PPF70-1,5 (Sampel 1).....	4-31
Gambar 4.28 Grafik Hubungan Tingkat Penyerapan Air (I) terhadap Waktu (\sqrt{t}) Variasi C-SF30PPF70-1,5 (Sampel 2).....	4-32
Gambar 4.29 Grafik Hubungan Tingkat Penyerapan Air (I) terhadap Waktu (\sqrt{t}) Variasi C-SF30PPF70-1,5 (Sampel 3).....	4-32
Gambar 4.30 Grafik Hubungan Tingkat Penyerapan Air (I) Rata-rata terhadap Waktu (\sqrt{t}) Variasi C-SF30PPF70-1,5.....	4-34
Gambar 4.31 Grafik Hubungan Tingkat Penyerapan Air (I) terhadap Waktu (\sqrt{t}) Variasi C-SF50PPF50-1,5 (Sampel 1).....	4-35
Gambar 4.32 Grafik Hubungan Tingkat Penyerapan Air (I) terhadap Waktu (\sqrt{t}) Variasi C-SF50PPF50-1,5 (Sampel 2).....	4-36

Gambar 4.33 Grafik Hubungan Tingkat Penyerapan Air (I) terhadap Waktu (\sqrt{t}) Variasi C-SF50PPF50-1,5 (Sampel 3)..... 4-36

Gambar 4.34 Grafik Hubungan Tingkat Penyerapan Air (I) Rata-rata terhadap Waktu (\sqrt{t}) Variasi C-SF50PPF50-1,5..... 4-38

Gambar 4.35 Hubungan tingkat penyerapan (*initial absorption*) dengan waktu (\sqrt{t}) setiap variasi..... 4-39

Gambar 4.36 Grafik Hubungan Kuat tekan dan *Sorptivity Ratio* dengan Variasi benda Uji..... 4-41

Gambar 4.37 Grafik Hubungan *Volume of Permeable Voids* dengan *Sorptivity Ratio*..... 4-42



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Karakteristik <i>Polypropylene Fiber</i>	3-4
Tabel 3.2 Karakteristik <i>Steel Fiber</i>	3-4
Tabel 3.3 Proporsi Campuran beton (kg/m^3)	3-20
Tabel 4.1 Tabel Hasil Pengujian <i>Volume of Permeable Voids</i> (Porositas).....	4-1
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Diameter Benda Uji.....	4-5
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Berat Benda Uji	4-6
Tabel 4.4 Hasil Pengujian <i>Sorptivity</i> pada Variasi C-SF100PPF0-1,5	4-9
Tabel 4.5 Hasil Pengujian <i>Sorptivity</i> pada Variasi C-SF100PPF0-0,75	4-13
Tabel 4.6 Hasil Pengujian <i>Sorptivity</i> pada Variasi C-SF0PPF100-1,5	4-17
Tabel 4.7 Hasil Pengujian <i>Sorptivity</i> pada Variasi C-SF0PPF100-0,75	4-21
Tabel 4.8 Hasil Pengujian <i>Sorptivity</i> pada Variasi C-SF30PPF70-0,75	4-25
Tabel 4.9 Hasil Pengujian <i>Sorptivity</i> pada Variasi C-SF50PPF50-0,75	4-29
Tabel 4.10 Hasil Pengujian <i>Sorptivity</i> pada Variasi C-SF30PPF70-1,5	4-33
Tabel 4.11 Hasil Pengujian <i>Sorptivity</i> pada Variasi C-SF50PPF50-1,5	4-37
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Tingkat Penyerapan Air dan <i>Sorptivity Ratio</i> untuk Setiap Variasi Benda Uji.....	4-40

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Infrastruktur suatu negara memegang peranan penting dalam membangun kehidupan ekonomi masyarakat. Di Indonesia sendiri pembangunan infrastruktur mulai gencar dilaksanakan dari tahun 2014 sampai sekarang. Dapat dilihat dari adanya kenaikan anggaran belanja pada bidang infrastruktur yang signifikan di tahun 2014 ke 2019 sebesar 157,4 T sampai 415 T (KEMENKEU, 2019). Dengan pembangunan infrastruktur yang memadai dan merata aktivitas ekonomi akan ikut terdorong sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Pembangunan infrastruktur tersebut sebagian besar menggunakan beton sebagai bahan baku utamanya.

Menurut SNI 2019:2847 beton merupakan campuran semen portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (*admixture*). Material beton yang mudah didapat dan ekonomis menjadikan beton banyak diminati sehingga permintaan akan produksi beton meningkat. Disamping itu beton memiliki kelemahan terhadap kuat tarik dan bersifat getas, maka inovasi mengenai campuran beton untuk menghasilkan mutu beton yang semakin baik sangat dibutuhkan.

Seiring dengan perkembangan teknologi dibidang material konstruksi, penambahan serat pada campuran beton diketahui dapat meningkatkan kinerja beton. Penambahan serat pada campuran beton akan menunda terjadinya retak, sehingga mampu meningkatkan regangan dan daktilitas beton (fanella dan naaman, 1985), serta pada beton bertulang penambahan material serat akan meningkatkan kuat geser, daktilitas, ketahanan terhadap retak dan mengurangi penghamburan energi (Liao et al, 2017). Penambahan serat pada campuran beton memiliki beberapa keunggulan dalam meningkatkan sifat mekanik beton. Pada penggunaannya beton tidak hanya dilihat dari sifat mekanisnya saja, akan tetapi

perlu juga memperhatikan durabilitas atau ketahanan beton. Semakin baik ketahanan beton semakin tahan lama masa layan beton.

Durabilitas sendiri merupakan kemampuan beton dalam menghadapi segala kondisi lingkungan tanpa mengalami kerusakan selama jangka waktu masa layan. Beton dengan ketahanan tinggi haruslah beton yang memiliki permeabilitas rendah, porositas rendah, dan tahan terhadap pengaruh lingkungan luar. Ketahanan terhadap pengaruh dari lingkungan luar meliputi ketahanan terhadap pengaruh cuaca, zat kimia dan tahan terhadap erosi (Putro. AU, 2007). Selain dipengaruhi oleh lingkungan, durabilitas beton juga dipengaruhi oleh kualitas campuran beton, proses pembuatan campuran beton, dan pelaksanaan pekerjaannya. Beton yang memiliki durabilitas rendah akan menyebabkan terjadinya penetrasi senyawa-senyawa kimiawi yang dapat merusak dan mengurangi masa layan beton.

Berdasarkan beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan, beton berserat akan memiliki sifat mekanik yang lebih baik dibandingkan dengan beton biasa. Meskipun penelitian mengenai sifat mekanis beton berserat sudah banyak dilakukan, namun penelitian mengenai durabilitas beton serat masih terbatas. Penelitian ini berusaha untuk menunjukkan pengaruh beton berserat pada durabilitas beton.

1.2 Inti Permasalahan

Pengaruh variasi jenis dan persen serat pada campuran beton memerlukan penelitian lebih lanjut, khususnya pada penelitian mengenai durabilitas beton serat yang masih jarang dilakukan. Pada penelitian ini, akan dilakukan pengujian sifat durabilitas beton mutu tinggi. Sifat durabilitas beton dapat diuji terhadap pengujian tingkat penyerapan air dan *volume of permeable voids* pada beton.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari studi eksperimental ini adalah :

1. Mempelajari durabilitas beton dengan mengukur tingkat penyerapan air dan *volume of permeable voids* pada beton dengan variasi fiber volume dan jenis fiber.
2. Mempelajari korelasi antara parameter durabilitas (tingkat penyerapan air dan *volume of permeable voids*) dan kuat tekan silinder.

1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah yang diambil untuk melakukan studi eksperimental ini dapat ditetapkan sebagai berikut:

1. *Water-to-binder ratio* (w/b) ditetapkan sebesar 0,25.
2. Jenis *polypropylene fiber* yang digunakan adalah MAPEFIBRE IT 39 NV.
3. Jenis *steel fiber* yang digunakan adalah Dramix 3D.
4. Variasi volume *steel fiber* dan *polypropylene fiber* dalam suatu volume beton ditetapkan sebesar 0,75% dan 1,5%.
5. Variasi volume *hybrid fiber* ditentukan dengan variasi sebesar 50% steel fiber dan 50% polypropylene fiber dan 30% steel fiber dan 70% polypropylene fiber untuk masing-masing 0,75% dan 1,5%.
6. Kadar *fly ash* diperoleh berdasarkan metode *packing density*.
7. Kadar *silica fume* yang digunakan maksimum sebesar 50 kg/m³.
8. Slump ditetapkan pada rentang 40-60 mm setelah ditambahkan *fiber*.
9. Perawatan benda uji dilakukan dengan metode *field curing* sesuai dengan suhu lingkungan.
10. Pengujian tingkat penyerapan air diuji pada benda uji silinder pipih dengan diameter 100 mm dan tebal 50 mm dimana data diambil pada 1, 5, 10, 20, 30, 60, 120, 180, 240, 300, 360 menit untuk menentukan *initial absorption* dan setelah itu pengambilan data satu hari sekali hingga 7 hari untuk menentukan *secondary absorption* sesuai dengan ASTM C1585.

11. *Volume of permeable voids* beton diuji pada benda uji silinder pipih dengan diameter 100 mm dan tebal 50 mm yang diuji pada saat beton mencapai umur 28 hari sesuai dengan ASTM C642.
12. Data kuat tekan silinder pada hari ke-28 diperoleh dari data sekunder.

Tabel 1.1 Benda Uji Pengujian Tingkat Penyerapan Air Beton

Persentase Volume fiber	Bentuk	w/b	Umur pengujian (hari)	Jumlah Benda Uji (buah)
<i>Steel fiber (1.5%)</i>	Silinder	0.25	28	3
<i>Steel fiber (0.75%)</i>	Silinder	0.25	28	3
<i>polypropylene fiber (1.5%)</i>	Silinder	0.25	28	3
<i>polypropylene fiber (0.75%)</i>	Silinder	0.25	28	3
<i>Hybrid 0.75% Steel fiber 30% dan polypropylene fiber 70%</i>	Silinder	0.25	28	3
<i>Hybrid 0.75% Steel fiber 50% dan polypropylene fiber 50%</i>	Silinder	0.25	28	3
<i>Hybrid 1.5% Steel fiber 30% dan polypropylene fiber 70%</i>	Silinder	0.25	28	3
<i>Hybrid 1.5% Steel fiber 50% dan polypropylene fiber 50%</i>	Silinder	0.25	28	3
Total benda uji				21

Tabel 1.2 Benda Uji Pengujian *Volume of Permeable Voids* Beton

Persentase Volume fiber	Bentuk	w/b	Umur pengujian (hari)	Jumlah Benda Uji (buah)
<i>Steel fiber (1.5%)</i>	Silinder	0.25	28	3
<i>Steel fiber (0.75%)</i>	Silinder	0.25	28	3
<i>polypropylene fiber (1.5%)</i>	Silinder	0.25	28	3
<i>polypropylene fiber (0.75%)</i>	Silinder	0.25	28	3
<i>Hybrid 0.75% Steel fiber 30% dan polypropylene fiber 70%</i>	Silinder	0.25	28	3
<i>Hybrid 0.75% Steel fiber 50% dan polypropylene fiber 50%</i>	Silinder	0.25	28	3
<i>Hybrid 1.5% Steel fiber 30% dan polypropylene fiber 70%</i>	Silinder	0.25	28	3
<i>Hybrid 1.5% Steel fiber 50% dan polypropylene fiber 50%</i>	Silinder	0.25	28	3
Total benda uji				21

1.5 Metode Penelitian

Metodologi penelitian dari studi eksperimental ini adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Melaksanakan kajian terhadap sumber-sumber seperti jurnal, buku, dan karya tulis yang berhubungan dengan penelitian ini guna untuk mendapatkan informasi sebagai referensi studi eksperimental.

2. Studi Eksperimental

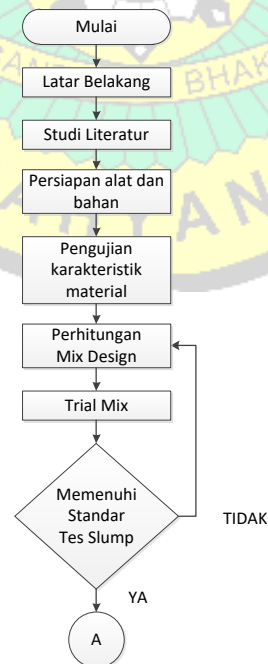
Melakukan eksperimen yang dimulai dari pengujian karakteristik material, menghitung kebutuhan material, pembuatan benda uji, pengujian benda uji, mengamati proses uji.

3. Analisis Data

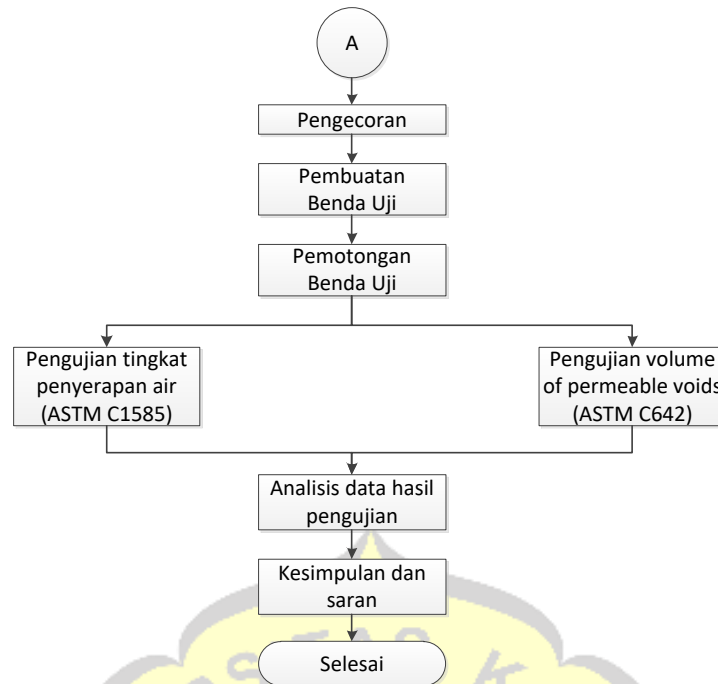
Mengolah data hasil studi literatur dan hasil studi eksperimental, kemudian menganalisis dan membuat kesimpulan dari hasil analisis data yang didapat.

1.6 Diagram Alir

Prosedur studi eksperimental ini dilakukan seperti pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Diagram Alir



Gambar 1.1 Diagram Alir (Lanjutan)

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika Penulisan pada studi eksperimental ini yaitu sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

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

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menjelaskan dasar-dasar teori yang akan digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas metode penelitian mulai dari persiapan bahan, pembuatan benda uji, hingga pengujian tingkat penyerapan dan *volume of permeable void*.

BAB 4 ANALISIS HASIL PENGUJIAN

Bab ini menjelaskan mengenai analisis dan pembahasan dari hasil yang telah didapat dari penelitian.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan akhir berdasarkan hasil analisis yang sudah didapat serta saran yang diberikan untuk melengkapi kekurangan dari hasil penelitian.

