

SKRIPSI

**STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PENAMBAHAN
FIBER TERHADAP MODULUS OF RUPTURE BETON MUTU
TINGGI**



ARISTO TJANDRA SETIAWAN

NPM: 2017410029

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 PENAMBAHAN *FIBER* TERHADAP *MODULUS OF RUPTURE* BETON MUTUTINGGI



ARISTO TJANDRA SETIAWAN

NPM: 2017410029

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 : Aristo Tjandra Setiawan

NPM : 2017410029

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

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

Studi Eksperimental Pengaruh Penambahan *Fiber* Terhadap *Modulus of Rupture* Beton 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: 3 Agustus 2021



Aristo Tjandra Setiawan

2017410029

STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PENAMBAHAN FIBER TERHADAP MODULUS OF RUPTURE BETON MUTU TINGGI

Aristo Tjandra Setiawan
NPM: 2017410029

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 No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
AGUSTUS 2021

ABSTRAK

Dalam era modern ini, perekonomian masyarakat menjadi instrumen penting bagi setiap negara termasuk Indonesia. Untuk menjadi negara maju, Indonesia membutuhkan pertumbuhan perekonomian pada tahun 2025. Salah satu usaha Indonesia adalah dengan meningkatkan pertumbuhan infrastruktur seperti pembangunan bandara, bendungan, jembatan, dan lain sebagainya. Material yang biasa digunakan untuk infrastruktur adalah beton. Keuntungan dalam penggunaan beton sebagai material bangunan adalah biaya produksi terjangkau, pembuatan yang mudah sehingga waktu menjadi lebih efisien, dan mudah dibentuk. Akan tetapi, beton memiliki kelemahan yaitu getas, kuat tarik yang rendah, dan kuat tarik lentur yang rendah. Pada penelitian dalam skripsi ini, penambahan *fiber* akan dilakukan pada beton mutu tinggi sehingga beton dapat meningkatkan kuat lenturnya. Jenis *fiber* yang digunakan adalah *steel fiber* dan *polypropylene fiber* dengan variasi volume yang berbeda yaitu 0,75% dan 1,5%. Pengujian kuat lentur balok beton dengan umur beton pada hari ke 28 dilakukan untuk mendapatkan *modulus of rupture* pada setiap variasi, dimana pembebanan yang digunakan adalah pembebanan *third point loading*. Nilai *modulus of rupture* rata – rata pada variasi 1 (*full steel fiber* 1,5%) sebesar 11,606 MPa, variasi 2 (*full steel fiber* 0,75%) sebesar 8,399 MPa, variasi 3 (*full polypropylene fiber* 1,5%) sebesar 9,393 MPa, variasi 4 (*full polypropylene fiber* 0,75%) sebesar 6,205 MPa, variasi 5 (*hybrid* 0,75% dengan *steel fiber* 30% dan *polypropylene fiber* 70%) sebesar 5,332 MPa, variasi 6 (*hybrid* 0,75% dengan *steel fiber* 50% dan *polypropylene fiber* 50%) sebesar 5,874 MPa, variasi 7 (*hybrid* 1,5% dengan *steel fiber* 30% dan *polypropylene fiber* 70%) sebesar 9,061 MPa, dan variasi 8 (*hybrid* 1,5% dengan *steel fiber* 50% dan *polypropylene fiber* 50%) sebesar 10,941 MPa. Hasil dari pengujian kuat lentur mengindikasikan bahwa penambahan *fiber* dapat meningkatkan nilai *modulus of rupture* beton mutu tinggi.

Kata kunci: *modulus of rupture, polypropylene fiber, steel fiber, third point loading, displacement.*

EXPERIMENTAL STUDY OF EFFECT OF FIBER ON MODULUS OF RUPTURE OF HIGH STRENGTH CONCRETE

Aristo Tjandra Setiawan
NPM: 2017410029

Adviser: Herry Suryadi, Ph.D.
Co-Adviser: 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

In this modern era, the community's economy has become an important instrument for every country, including Indonesia. To become a developed country, Indonesia needs economic growth by 2025. One of Indonesia's efforts is to increase infrastructure growth such as the construction of airports, dams, bridges, and so on. The material commonly used for infrastructure is concrete. The advantages of using concrete as a building material are affordable production costs, easy manufacture so that time becomes more efficient, and easy to form. However, concrete has weaknesses, namely brittle, low tensile strength, and low flexural tensile strength. In the research in this thesis, the addition of fiber will be carried out on high-strength concrete so that the concrete can increase its flexural strength. The types of fiber used are steel fiber and polypropylene fiber with different volume variations, namely 0.75% and 1.5%. The flexural strength test of concrete beams with the age of concrete on day 28 was carried out to obtain the modulus of rupture in each variation, where the loading used was third point loading. The average modulus of rupture value in variation 1 (full steel fiber 1.5%) is 11.606 MPa, variation 2 (full steel fiber 0.75%) is 8.399 MPa, variation 3 (full polypropylene fiber 1.5%) is 9,393 MPa, variation 4 (full polypropylene fiber 0.75%) of 6.205 MPa, variation 5 (hybrid 0.75% with 30% steel fiber and 70% polypropylene fiber) of 5.332 MPa, variation 6 (0.75% hybrid with steel fiber 50% and polypropylene fiber 50%) of 5.874 MPa, variation 7 (hybrid 1.5% with 30% steel fiber and 70% polypropylene fiber) of 9.061 MPa, and variation 8 (1.5% hybrid with steel fiber 50 % and polypropylene fiber 50%) of 10,941 MPa. The flexural strength test indicates that the addition of fiber can increase the modulus of rupture of high-strength concrete.

Kata kunci: modulus of rupture, polypropylene fiber, steel fiber, third point loading, displacement

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “STUDI EKSPERIMENTAL PENGARUH PENAMBAHAN *FIBER* TERHADAP *MODULUS OF RUPTURE* BETON MUTU TINGGI”. Skripsi ini merupakan bagian dari penelitian dosen pembimbing dan ko-pembimbing dan untuk memenuhi salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Katolik Parahyangan.

Peneliti menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak dapat diselesaikan dengan baik tanpa adanya bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin sekali mengucapkan rasa terima kasih kepada para pihak yang telah mendukung dalam proses pembuatan skripsi ini. Ucapan terima kasih ini terutama kepada:

1. Orangtua dan Cici kandung selaku keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan, doa, dan masukan kepada penulis selama proses perkuliahan dan serta proses penulisan skripsi ini.
2. Bapak Herry Suryadi, Ph.D. dan Bapak Wisena Perceka, Ph.D. selaku dosen pembimbing dan ko-pembimbing yang telah bersedia menyediakan waktu dan tenaga untuk membimbing penulis serta memberikan arahan dan masukan dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Ibu Sisi Nova Rizkiani, S.T., M.T. selaku dosen dan peneliti WIKA BETON yang telah membantu dan memberi saran dalam proses pengecoran untuk mendapat benda uji yang baik.
4. PT. WIKA BETON yang telah memberikan material untuk benda uji *Fiber Reinforced Concrete*.
5. Seluruh dosen Fakultas Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang telah meluangkan waktu dan memberikan masukan serta saran saat seminar judul, seminar isi, dan sidang.
6. Bapak Teguh Farid Nurul Iman, S.T., Bapak Markus Didi G., dan Bapak Heri Rustandi yang telah membantu dan memberikan masukan dalam proses pengecoran maupun pengujian benda uji.
7. Kristianto Juniar, Zefanya Handika, Timotius Efendi, dan Yohanes Vincent sebagai teman dekat seperjuangan dari penulis yang selalu menemani, menghibur,

membantu dan saling mendukung satu sama lain dalam proses penyelesaian skripsi ini.

8. Michael Chang dan Vivilia Puspita sebagai teman bimbingan skripsi *Fiber Reinforced Concrete* yang telah menjadi teman seperjuangan skripsi yang bersedia untuk membantu, mendukung, dan memberikan saran untuk membuat skripsi ini lebih berkembang.
9. Tan Jason, Norbertus William, dan Clarence Humfryanto sebagai teman skripsi praktikum yang telah membantu dan memberikan saran dalam pembuatan benda uji beton.
10. Ricky Hendrawan, Carlos Indra, dan Michael Garvin sebagai teman dekat saat studi S1 di Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan yang telah menemani dan membantu pembelajaran selama kegiatan perkuliahan.
11. Natasya Nadine, Vanessa Claudia, Maria Stefani, Handoyo Lawiguna, Willy Chandra sebagai teman SMA penulis yang selalu menghibur dan saling mendukung satu sama lain dalam proses penyelesaian studi S1.
12. Teman - teman Teknik Sipil Angkatan 2017 Universitas Katolik Parahyangan yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Dalam laporan penelitian ini penulis menyadari masih terdapat berbagai kekurangan, oleh sebab itu dengan hati lapang dan terbuka, penulis dengan senang hati menerima kritik dan saran. Diharapkan penelitian ini dapat dijadikan literatur atau kerangka berpikir, landasan, dan masukan bagi peneliti - peneliti selanjutnya.

Bandung, 3 Agustus 2021

Aristo Tjandra Setiawan



2017410029

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	Error! Bookmark not defined.
ABSTRACT.....	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	1
DAFTAR ISI.....	3
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	7
DAFTAR GAMBAR.....	9
DAFTAR TABEL.....	11
DAFTAR LAMPIRAN.....	12
BAB 1 PENDAHULUAN.....	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang Masalah	Error! Bookmark not defined.
1.2 Inti Permasalahan.....	Error! Bookmark not defined.
1.3 Tujuan Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.4 Pembatasan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.5 Metode Penelitian	Error! Bookmark not defined.
1.6 Diagram Alir	Error! Bookmark not defined.
1.7 Sistematika Penulisan	Error! Bookmark not defined.
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	Error! Bookmark not defined.
2.1 Beton.....	Error! Bookmark not defined.
2.2 Material Campuran Beton.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.1 Semen (<i>Portland Cement</i>).....	Error! Bookmark not defined.
2.2.2 Abu Terbang (<i>Fly Ash</i>)	Error! Bookmark not defined.
2.2.3 <i>Silica Fume</i>	Error! Bookmark not defined.
2.2.4 Agregat Halus	Error! Bookmark not defined.
2.2.5 Agregat Kasar	Error! Bookmark not defined.

2.2.6	<i>Polypropylene Fiber</i>	Error! Bookmark not defined.	
2.2.7	<i>Steel Fiber</i>	Error! Bookmark not defined.	
2.2.8	<i>Air</i>	Error! Bookmark not defined.	
2.2.9	<i>Superplasticizer (SP)</i>	Error! Bookmark not defined.	
2.3	<i>Kadar Air</i>	Error! Bookmark not defined.	
2.4	<i>Pengujian Specific Gravity</i>	Error! Bookmark not defined.	
2.4.1	<i>Specific Gravity Semen dan Fly Ash</i>	Error! Bookmark not defined.	
2.4.2	<i>Specific Gravity Silica Fume</i>	Error! Bookmark not defined.	
2.4.3	<i>Specific Gravity Agregat Halus</i> ..	Error! Bookmark not defined.	
2.4.4	<i>Specific Gravity Agregat Kasar</i> ..	Error! Bookmark not defined.	
2.5	<i>Metode Densified Mixture Design Algorithm (DMDA)</i>	Error! Bookmark not defined.	
2.6	<i>Metode Pengujian</i>	Error! Bookmark not defined.	
2.6.1	<i>Pengujian Slump Pada Beton Segar</i>	Error! Bookmark not defined.	
2.7	<i>Metode Perawatan (Curing)</i>	Error! Bookmark not defined.	
2.8	<i>Pengujian Properti Mekanik Benda Uji Kuat Lentur</i>	Error! Bookmark not defined.	
BAB 3	PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENGUJIAN	Error! Bookmark not defined.	
3.1	<i>Material dan Benda Uji</i>	Error! Bookmark not defined.	
3.1.1	<i>Material</i>	Error! Bookmark not defined.	
3.2	<i>Pengujian Specific Gravity</i>	Error! Bookmark not defined.	
3.2.1	<i>Pengujian Specific Gravity Semen OPC</i>	Error! Bookmark not defined.	
3.2.2	<i>Pengujian Specific Gravity Fly Ash</i>	Error! Bookmark not defined.	
3.2.3	<i>Pengujian Specific Gravity Silica Fume</i>	Error! Bookmark not defined.	
3.2.4	<i>Pengujian Specific Gravity Agregat Halus</i>	Error! Bookmark not defined.	
3.2.5	<i>Pengujian Specific Gravity Agregat Kasar</i>	Error! Bookmark not defined.	
3.3	<i>Pengujian Absorpsi</i>	Error! Bookmark not defined.	

3.3.1	Pengujian Absorpsi Agregat Halus	Error! Bookmark not defined.
3.3.2	Pengujian Absorpsi Agregat Kasar	Error! Bookmark not defined.
3.4	Pengujian Analisa Saringan	Error! Bookmark not defined.
3.4.1	Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus	Error! Bookmark not defined.
3.4.2	Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar	Error! Bookmark not defined.
3.5	Pengujian Berat Isi	Error! Bookmark not defined.
3.5.1	Pengujian Berat Isi Alfa Test	Error! Bookmark not defined.
3.5.2	Pengujian Berat Isi Beta Test	Error! Bookmark not defined.
3.6	<i>Mix Proportion</i>	Error! Bookmark not defined.
3.7	Koreksi Volume Fiber Terhadap Agregat Halus dan Agregat Kasar pada Mix Design	Error! Bookmark not defined.
3.8	Pencampuran Adukan (<i>Mixing</i>)	Error! Bookmark not defined.
3.9	Pengujian <i>Slump</i> (<i>Slump Test</i>)	Error! Bookmark not defined.
3.10	Perawatan Beton (Curing)	Error! Bookmark not defined.
3.11	Pengujian Kuat Lentur	Error! Bookmark not defined.
BAB 4	ANALISIS DATA	Error! Bookmark not defined.
4.1	Analisis Uji Kuat Lentur	Error! Bookmark not defined.
4.1.1	<i>Modulus of Rupture</i> dan <i>Displacement</i> Variasi 1	Error! Bookmark not defined.
4.1.2	<i>Modulus of Rupture</i> dan <i>Displacement</i> Variasi 2	Error! Bookmark not defined.
4.1.3	<i>Modulus of Rupture</i> dan <i>Displacement</i> Variasi 3	Error! Bookmark not defined.
4.1.4	<i>Modulus of Rupture</i> dan <i>Displacement</i> Variasi 4	Error! Bookmark not defined.
4.1.5	<i>Modulus of Rupture</i> dan <i>Displacement</i> Variasi 5	Error! Bookmark not defined.

4.1.6 *Modulus of Rupture dan Displacement Variasi 6***Error! Bookmark not defined.**

4.1.7 *Modulus of Rupture dan Displacement Variasi 7***Error! Bookmark not defined.**

4.1.8 *Modulus of Rupture dan Displacement Variasi 8***Error! Bookmark not defined.**

4.1.9 *Analisis Modulus of Rupture dan Displacement Beton***Error! Bookmark not defined.**

4.1.10 *Toughness***Error! Bookmark not defined.**

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....**Error! Bookmark not defined.**

5.1 Kesimpulan**Error! Bookmark not defined.**

5.2 Saran**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR PUSTAKA

UCAPAN TERIMA KASIH

LAMPIRAN 1.....**Error! Bookmark not defined.**

LAMPIRAN 2.....**Error! Bookmark not defined.**

LAMPIRAN 3**Error! Bookmark not defined.**

LAMPIRAN 4.....**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

A	: Luas penampang (mm^2)
A_{bs}	: Penyerapan air (%)
ASTM	: <i>American Society for Testing and Material</i>
b	: Rata-rata lebar benda uji, mm
CTM	: <i>Compression Testing Machine</i>
d	: Rata-rata tinggi benda uji, mm
E_r	: <i>Modulus of rupture</i> , psi atau MPa
L	: Rentang panjang benda uji, 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 $n=1,5$)
OD	: <i>Oven Dry</i> atau kering oven
OPC	: <i>Ordinary Portland Cement</i>
P	: Beban maksimum, N
PPF	: <i>Polypropylene Fiber</i>
SF	: <i>Steel Fiber</i>
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	: Luas permukaan agregat, m^2
SNI	: Standar Nasional Indonesia
SP	: <i>Superplasticizer</i>
SSD	: <i>Saturated Surface Dry</i>
t_{min}	: Tebal pasta semen, m
U_{max}	: Berat isi optimum dari parameter beta, kg/m^3
UTM	: <i>Universal Testing Machine</i>
V_p	: Volume pasta, m^3
V_v	: Volume void, m^3
W_a	: Berat <i>flask</i> kosong ditambah sampel uji, g
WBR	: Rasio air terhadap binder
W_c	: Massa semen yang dibutuhkan, kg
W_{CA}	: Massa agregat kasar, kg
$W_{CAkoreksi}$: Massa agregat kasar setelah dikoreksi, kg
$W_{Ckoreksi}$: Massa semen setelah dikoreksi, kg
W_{CS}	: Massa agregat halus, kg
W_{CS}	: Massa agregat halus setelah dikoreksi, kg
W_f	: Berat <i>flask</i> kosong, g
W_{fly}	: Massa <i>fly ash</i> , kg
W_{od}	: Massa benda uji dalam keadaan <i>oven dry</i> (g)
W_s	: Berat <i>flask</i> ditambah air dan sampel uji, g
W_t	: Berat <i>flask</i> ditambah air, g
W_{SF}	: Massa <i>silica fume</i> , kg/m^3
$W_{SFkoreksi}$: Massa <i>silica fume</i> setelah dikoreksi, kg/m^3
W_{SP}	: Berat <i>superplasticizer</i> , kg
$W_{SPkoreksi}$: Berat <i>superplasticizer</i> setelah dikoreksi, kg
W_{ssd}	: Massa benda uji dalam keadaan 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
γ_c	: Berat jenis semen, kg/m^3

γ_{flyash}	: Berat jenis <i>fly ash</i> , kg/m ³
γ_w	: Berat jenis air, g/cm ³
γ_{sf}	: Berat jenis silica fume, g/cm ³
γ_{FA}	: Berat jenis agregat halus, kg/m ³
γ_{ca}	: Berat jenis agregat kasar, kg/m ³
α	: Parameter alfa, %
β	: Parameter beta, %

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.1 Pasir Galunggung	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.2 Pasir Pontianak.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.3 Pengujian <i>Third Point Loading</i> (ASTM C78, 2002)	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.1 Semen OPC	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.2 <i>Fly Ash</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.3 <i>Silica Fume</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.4 Agregat Halus	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.5 Agregat Kasar	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.6 <i>Polypropylene Fiber</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.7 <i>Steel Fiber</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.8 Air	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.9 <i>Superplasticizer</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.10 <i>Le Chatelier Flask</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.11 Metode <i>Quartering</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.12 Kontainer.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.13 Meratakan Permukaan Kontainer.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.14 Cetakan Benda Uji Balok.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.15 Molen Besar	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.16 Putaran (Kanan)	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.17 Putaran (Kiri)	Error! Bookmark not defined.

Gambar 3.18 Campuran Air dan *Superplasticizer*. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.19 *Fiber* Masuk ke dalam Molen..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.20 Pelat Alas dan Kerucut Abram..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.21 Pengukur Ketinggian *Slump Test*..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.22 *Field Curing*..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.23 Benda Uji Balok..... **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.24 *Universal Testing Machine* (UTM) dan Dua Kamera **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 3.25 *Universal Testing Machine* (UTM).. **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.1 Kurva Hubungan *Load* Dengan *Displacement* Variasi 1 **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.2 Kurva Hubungan *Load* Dengan *Displacement* Variasi 2 **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.3 Kurva Hubungan *Load* Dengan *Displacement* Variasi 3 **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.4 Kurva Hubungan *Load* Dengan *Displacement* Variasi 4 **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.5 Kurva Hubungan *Load* Dengan *Displacement* Variasi 5 **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.6 Kurva Hubungan *Load* Dengan *Displacement* Variasi 6 **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.7 Kurva Hubungan *Load* Dengan *Displacement* Variasi 7 **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.8 Kurva Hubungan *Load* Dengan *Displacement* Variasi 8 **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Rekapitulasi Benda Uji Pengujian Kuat Tekan dan Kuat Lentur **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 2.1 Gradasi Agregat Halus (ASTM C33, 2003) **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 2.2 Angka Ketelitian (ASTM C128, 2015) **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 2.3 Selisih Maksimum *Specific Gravity* (ASTM C127, 2015) **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 2.4 Nilai Slump (SNI 7656, 2012) **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3.1 Proporsi Dosis *Superplasticizer* **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3.2 Kapasitas Ukuran Kontainer (ASTM C29/C29M-09) **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3.3 Proporsi Campuran Benda Uji Beton (kg/m^3) **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 3.4 Koreksi Volume *Fiber* **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.1 *Modulus of Rupture* dan *Displacement* Benda Uji Variasi 1 **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.2 *Modulus of Rupture* dan *Displacement* Benda Uji Variasi 2 **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.3 *Modulus of Rupture* dan *Displacement* Benda Uji Variasi 3 **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.4 *Modulus of Rupture* dan *Displacement* Benda Uji Variasi 4 **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.5 *Modulus of Rupture* dan *Displacement* Benda Uji Variasi 5 **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.6 *Modulus of Rupture* dan *Displacement* Benda Uji Variasi 6 **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.7 *Modulus of Rupture* dan *Displacement* Benda Uji Variasi 7 **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.8 *Modulus of Rupture* dan *Displacement* Benda Uji Variasi 8 **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.9 Analisis *Modulus of Rupture* dan *Displacement* Total **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.10 *Toughness* **Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1..... **Error! Bookmark not defined.**

LAMPIRAN 2..... **Error! Bookmark not defined.**

LAMPIRAN 3 **Error! Bookmark not defined.**

LAMPIRAN 4..... **L**Error! **B**ookmark not defined.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dalam era modern ini, perekonomian masyarakat menjadi suatu instrumen yang penting bagi setiap negara. Salah satu faktor untuk meningkatkan perekonomian masyarakat adalah memperbanyak pembangunan infrastruktur. Perkembangan ekonomi di Indonesia berada di angka 4.73 persen pada September 2015 (KPPIP, 2015). Angka tersebut membuat Indonesia dikategorikan sebagai negara berkembang karena untuk menjadi negara maju, Indonesia membutuhkan pertumbuhan minimal 7 persen untuk menjadi negara maju pada tahun 2025 (KPPIP, 2015). Guna mendukung usaha tersebut, Indonesia secara signifikan meningkatkan pertumbuhan infrastruktur melalui pembangunan bandara, bendungan, jembatan untuk menghubungkan antar kota atau pulau, jalan bebas hambatan, tempat pemberhentian angkutan publik, dan lain sebagainya. Sehingga dengan meningkatnya perkembangan infrastruktur di Indonesia diharapkan dapat meningkatkan pertumbuhan ekonomi masyarakat dan Indonesia dapat menjadi negara maju. Di Indonesia, beton merupakan salah satu bahan material yang umum dipakai pada pembangunan infrastruktur.

Menurut SNI 2847 (2019), material beton terbentuk dari campuran semen Portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (*admixture*) (Badan Standardisasi Nasional, 2019). Sebagai salah satu bahan yang masih sangat banyak dipakai dalam pembangunan infrastuktur, beton memiliki berbagai macam keunggulan. Pembuatan yang mudah sehingga waktu menjadi lebih efisien, biaya produksi yang terjangkau, barang pembuatan yang mudah didapat, dan mudah dibentuk membuat beton menjadi primadona saat ini. Namun dalam keunggulan tersebut terdapat juga kelemahannya seperti bersifat getas dan memiliki tegangan tarik aksial dan tarik akibat lentur yang rendah. Oleh karena itu, pada saat beban yang menimbulkan tegangan tarik melebihi tegangan tarik maksimum beton maka akan terjadi retakan. Untuk memperkuat tegangan tarik beton, maka beton tersebut ditambahkan tulangan baja. Dalam penelitian kali ini, untuk mengurangi jumlah pemakaian tulangan baja dilakukan berbagai macam eksperimental pada teknologi beton konstruksi dengan penambahan bahan campuran tambahan pada beton. Bahan campuran tersebut adalah serat (*fiber*). Diharapkan dengan penambahan *fiber* dapat

mengurangi jumlah tulangan baja yang dipakai, dimensi beton dapat diperkecil, dan diameter tulangan baja dapat diperkecil.

Penambahan serat pada struktur beton bertulang dapat menunjang kinerja kolom, pelat, dan balok sehingga meningkatkan daktilitas, kuat geser, dan pelepasan energi secara merata (Liao et al., 2017). Terdapat berbagai jenis serat yaitu serat alami maupun serat non-alami. Serat alami berasal dari tumbuhan seperti serat kelapa dan serat ijuk. Untuk serat non-alami yang digunakan adalah serat baja (*steel fiber*), serat plastik (*polypropylene fiber*), dan serat karbon. Salah satu bahan campuran yang dilakukan pengujian pada penelitian kali ini adalah dengan menambahkan serat baja dan serat *polypropylene* pada beton mutu tinggi. Pada serat baja terdapat berbagai bentuk yang masih digunakan hingga kini yaitu dari bentuk *straight*, *crimped*, dan *hooked* (Sulthan, 2019). Dengan banyaknya bentuk dan tipe *fiber*, maka perlu dilakukan pengujian sifat mekanik beton. Salah satunya yaitu *modulus of rupture* pada beton mutu tinggi.

1.2 Inti Permasalahan

Dengan terdapatnya variasi material *fiber* dan sifat material penyusun beton yang berbeda tiap negara maka diperlukan studi eksperimental lebih lanjut khususnya pada sifat mekanik beton. Pada penelitian kali ini, sifat mekanik yang diuji adalah kuat tekan dan *modulus of rupture* pada beton mutu tinggi. *Modulus of rupture* dapat diuji dalam pengujian kuat tarik lentur. Volume *fiber* yang digunakan pada penelitian kali ini akan terdapat dua variasi sehingga dapat diketahui volume *fiber* optimum.

1.3 Tujuan Penelitian

Mengetahui pengaruh proporsi volume fiber dengan *steel fiber*, *polypropylene fiber*, dan *hybrid fiber* terhadap modulus of rupture beton mutu tinggi.

1.4 Pembatasan Masalah

1. Jenis *polypropylene fiber* yang digunakan adalah MAPEFIBRE IT 39 NV.
2. Jenis *steel fiber* yang digunakan adalah Dramix 3D.
3. Variasi volume *steel fiber* dan *polypropylene fiber* dalam suatu volume beton ditetapkan sebesar 0.75% dan 1.5%.

4. 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%.
5. *Water-to-binder ratio* (w/b) ditetapkan sebesar 0.25.
6. Kadar *fly ash* ditentukan dengan konsep *packing density*.
7. Kadar *silica fume* yang digunakan maksimum sebesar 50 kg/m³.
8. Perencanaan campuran dengan volume absolut.
9. Perawatan benda uji dilakukan dengan metode *field curing* sesuai dengan suhu lingkungan.
10. Kuat tekan diuji dengan benda uji berbentuk silinder dengan diameter 100 mm dan tinggi 200 mm diuji pada umur 7 hari dan 28 hari, masing-masing tiga buah benda uji setiap variasi dan umur pengujian.
11. *Modulus of rupture* diuji dengan benda uji balok dengan ukuran 100 × 100 × 350 mm diuji pada umur 28 hari, masing-masing tiga buah benda uji setiap variasi.
12. Jumlah total benda uji yang digunakan sebanyak 72 buah.

Tabel Error! No text of specified style in document..1 Rekapitulasi Benda Uji Pengujian

Kuat Tekan dan Kuat Lentur

Jenis Pengujian	Bentuk	w/b	Persentase Volume Serat	Jumlah Benda Uji pada Umur (hari)	
				7	28
Kuat Tekan	Silinder	0.25	Serat Polypropylene (0.75%)	3	3
			Serat Polypropylene (1.5%)	3	3
			Serat Baja (0.75%)	3	3
			Serat Baja (1.5%)	3	3
			Hybrid 0.75% dengan Proporsi (50:50)	3	3
			Hybrid 0.75% dengan Proporsi (30:70)	3	3
			Hybrid 1.5% dengan Proporsi (50:50)	3	3
			Hybrid 1.5% dengan Proporsi (30:70)	3	3
Kuat Lentur	Balok	0.25	Serat Polypropylene (0.75%)	-	3
			Serat Polypropylene (1.5%)	-	3
			Serat Baja (0.75%)	-	3
			Serat Baja (1.5%)	-	3
			Hybrid 0.75% dengan Proporsi (50:50)	-	3
			Hybrid 0.75% dengan Proporsi (30:70)	-	3
			Hybrid 1.5% dengan Proporsi (50:50)	-	3
			Hybrid 1.5% dengan Proporsi (30:70)	-	3

1.5 Metode Penelitian

Dalam penyusunan skripsi ini didasarkan pada dua komponen studi, yaitu:

1. Studi Literatur

Studi literatur ini bertujuan untuk meninjau dan mengumpulkan dari berbagai sumber untuk menjadi dasar landasan teori, teknik pengolahan bahan, dan metode analitis data hasil pengujian sampel. Pengujian yang dilakukan berdasarkan standar dari berbagai macam instansi resmi tentang teknologi konstruksi beton. Berbagai sumber literatur yang berasal dari beragam karya ilmiah akan dimuat dalam daftar pustaka.

2. Studi Eksperimental

Studi eksperimental ini dimulai dengan persiapan bahan material, menghitung kebutuhan material sampel, dan membuat sampel bahan uji yang akan diuji kuat tekan dan kuat tarik lentur.

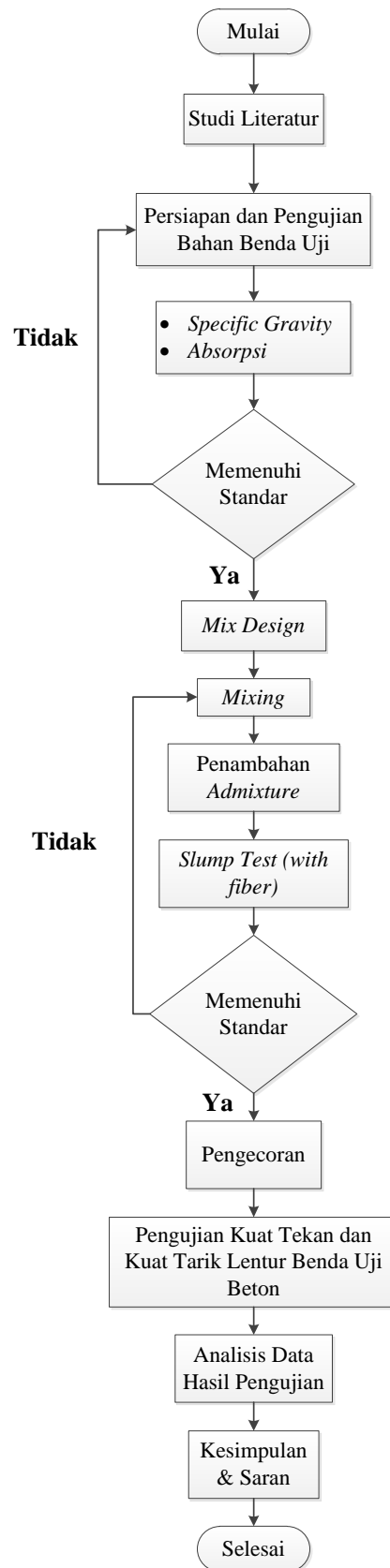
3. Analisis Data

Semua data yang didapat dari berbagai uji eksperimental akan dianalisis dan didapatkan kesimpulan dari hasil analisis data.

1.6 Diagram Alir

Prosedur pengujian kajian dan studi eksperimental ini dilakukan seperti pada Gambar Error!

No text of specified style in document..1.



Gambar Error! No text of specified style in document..1 Diagram Alir

1.7 Sistematika Penulisan

BAB 1 PENDAHULUAN

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

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan menjelaskan landasan teori sesuai penelitian yang dilakukan untuk menunjang studi eksperimental yang dilakukan.

BAB 3 PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENGUJIAN

Bab ini akan menjelaskan persiapan material benda uji, pembuatan benda uji, dan pengambilan data dari benda uji yang akan dianalisa.

BAB 4 ANALISIS HASIL PENGUJIAN

Bab ini akan menjelaskan penguraian analisis data hasil pengujian bahan uji secara sistematis dan jelas, perbandingan hasil uji berupa nilai angka maupun grafik.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan menjelaskan kesimpulan hasil penelitian dari pengujian benda uji dan saran untuk melengkapi kekurangan dari hasil penelitian.