

**SKRIPSI**

**STUDI EKSPERIMENTAL KEKUATAN TEKAN  
MORTAR BUSA MENGGUNAKAN AGREGAT  
HALUS DAUR ULANG DENGAN VARIASI GRADASI**



**IOLA NOVIANTI KURNIAWAN  
NPM: 2016410117**

**PEMBIMBING: Dr. Johannes Adhijoso Tjondro**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)  
BANDUNG  
DESEMBER 2019**

**SKRIPSI**

**STUDI EKSPERIMENTAL KEKUATAN TEKAN  
MORTAR BUSA MENGGUNAKAN AGREGAT  
HALUS DAUR ULANG DENGAN VARIASI GRADASI**



**IOLA NOVIANTI KURNIAWAN  
NPM: 2016410117**

**BANDUNG, DESEMBER 2019**

**PEMBIMBING:**

**Dr. Johannes Adhijoso Tjondro**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)  
BANDUNG  
DESEMBER 2019**

## PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini,

Nama Lengkap : Iola Novianti Kurniawan

NPM : 2016410117

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya berjudul: *Studi Eksperimental Kekuatan Tekan Mortar Busa Menggunakan Agregat Halus Daur Ulang Dengan Variasi Gradasi* adalah karya ilmiah yang bebas plagiat. Jika dikemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Bandung, Desember 2019

A handwritten signature in black ink is written over a yellow revenue stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem, the text 'METERAI TEMPEL', the serial number '55D5FADF143044663', and the value '6000 ENAM RIBU RUPIAH'.

Iola Novianti Kurniawan

2016410117

# **STUDI EKSPERIMENTAL KEKUATAN TEKAN MORTAR BUSA MENGGUNAKAN AGREGAT HALUS DAUR ULANG DENGAN VARIASI GRADASI**

**Iola Novianti Kurniawan  
NPM: 2016410117**

**Pembimbing: Dr. Johannes Adhijoso Tjondro**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)  
BANDUNG  
DESEMBER 2019**

## **ABSTRAK**

Pembangunan gedung dalam dunia konstruksi terus berjalan dan meningkat, sedangkan material alam yang ada jumlahnya terus menurun. Dalam mengatasi kelangkaan material alam khususnya agregat halus, maka pada penelitian ini digunakan agregat halus daur ulang. Agregat daur ulang tersebut berupa limbah bangunan seperti sisa-sisa puing bangunan dan dapat juga diperoleh dari limbah beton hasil uji laboratorium. Perkembangan teknologi, dengan bahan tambahan berupa busa dapat membuat mortar lebih ringan sehingga mengurangi pembebanan dalam gedung. Penelitian ini membahas mengenai pengaruh variasi agregat halus daur ulang dan penambahan komposisi volume busa terhadap kekuatan tekan mortar. Uji kuat tekan mortar busa dengan benda uji berbentuk kubus berukuran 50 mm x 50 mm x 50 mm dilakukan menggunakan CTM (*Compression Testing Machine*). Dengan jumlah total benda uji 108 buah mortar busa dengan 4 macam variasi gradasi dan 3 komposisi komposisi volume busa, yaitu 30%, 40%, dan 50%. Pada komposisi volume busa 30% dan 50% uji pada umur 7 dan 28 hari. Sedangkan pada komposisi volume busa 40% uji pada umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari dengan masing-masing 3 buah benda uji untuk setiap umur pengujiannya. Dari hasil pengujian diperoleh kuat tekan karakteristik mortar busa gradasi 1 sampai dengan gradasi 4 dengan komposisi volume busa 30% sebesar 32,229 MPa, 37,464 MPa, 46,080 MPa, dan 53,958 MPa. Pada komposisi volume busa 40% sebesar 48,268 MPa, 45,082 MPa, 45,958 MPa, dan 41,843 MPa. Pada komposisi volume busa 50% sebesar 21,332 MPa, 34,666 MPa, 43,381 MPa, dan 36,724 MPa. Hasil dari analisis pengujian kuat tekan mortar busa diperoleh bahwa kekuatan tekan mortar busa dipengaruhi oleh variasi gradasi dan komposisi volume busa. Kuat tekan optimal mortar busa akibat pengaruh variasi gradasi 1 sampai dengan gradasi 4 terdapat pada komposisi volume busa 40%, 40%, 30%, dan 30%. Sedangkan kuat tekan optimal mortar busa akibat pengaruh komposisi volume busa 30%, 40%, dan 50% terdapat pada gradasi 4, gradasi 1, dan gradasi 3.

**Kata kunci:** mortar busa, variasi gradasi, agregat halus daur ulang, volume busa, kekuatan tekan

# **EXPERIMENTAL STUDY ON FOAMED MORTAR'S COMPRESSION STRENGTH WITH GRADATION VARIATION OF THE FINE RECYCLE AGGREGATE**

**Iola Novianti Kurniawan**  
**NPM: 2016410117**

**Advisor: Dr. Johannes Adhijoso Tjondro**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY**  
**DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING**  
(Accredited by SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)  
**BANDUNG**  
**DECEMBER 2019**

## **ABSTRACT**

Building development in the construction world still continues and increases, while the available natural material continues to decline. In overcoming the lack of natural materials, especially fine aggregates, this research used recycled fine aggregates. The recycled aggregates is in the form of building waste such as the remnants of building debris and can also be obtained from concrete waste from laboratory tests. The development of technology with additional admixture in the form of foam can make mortar weight lighter to reduce the load on the building. This research discusses the effect of variations in recycled fine aggregate and the addition of foam volume composition to the compressive strength of mortar. A cube shaped mortar compressive test specimen with a size of 50 mm x 50 mm x 50 mm was tested using CTM (Compression Testing Machine). With a total of 108 pieces specimens of foam mortar with 4 variations of gradation and 3 compositions of foam volume, namely 30%, 40%, and 50%. In the composition of foam volume of 30% and 50% tested at the age of 7<sup>th</sup> and 28<sup>th</sup> days. Whereas the 40% foam volume composition was tested at the age of 3<sup>rd</sup>, 7<sup>th</sup>, 14<sup>th</sup>, 21<sup>st</sup>, and 28<sup>th</sup> days with 3 specimens for each age of testing. From the test results obtained that the compressive strength characteristics of mortar foam gradation 1 to gradation 4 with 30% foam volume composition are 32.229 MPa, 37.464 MPa, 46.080 MPa, and 53.958 MPa. At 40% foam volume composition are 48.268 MPa, 45.082 MPa, 45.958 MPa, and 41.843 MPa. At 50% foam volume composition are 21.332 MPa, 34.666 MPa, 43.381 MPa, and 36.724 MPa. The results of the analysis of foam mortar compressive strength test showed that the compressive strength of foam mortar is influenced by the variation of foam gradation and volume composition. The ideal compressive strength of foam mortars due to the influence of gradation variations 1 to grading 4 is found in the foam volume composition of 40%, 40%, 30%, and 30%. While the ideal compressive strength of foam mortars due to the influence of the foam volume composition of 30%, 40%, and 50% are found in gradations 4, gradations 1, and gradations 3.

**Keywords:** foamed mortar, gradation variation, fine recycle aggregate, foam volume, compressive strength.

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat dan penyertaan-Nya selama penulis menjalani penyusunan skripsi yang berjudul *Studi Eksperimental Kekuatan Tekan Mortar Busa Menggunakan Agregat Halus Daur Ulang Dengan Variasi Gradasi* dapat diselesaikan dengan baik. Penyusunan skripsi ini merupakan syarat kelulusan studi S-1 Pogram Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung. Mata kuliah skripsi ini merupakan mata kuliah wajib dengan bobot 6 sks dan dapat ditempuh setelah lulus 120 sks.

Proses penyusunan skripsi ini tidak lepas dari hambatan, baik selama proses persiapan, pelaksanaan, pengujian, maupun penulisan. Oleh karenanya penulis sangat berterima kasih atas saran, kritik, serta dorongan yang diberikan oleh berbagai pihak selama proses pembuatan skripsi ini hingga akhirnya dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Untuk itu penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sedalam–dalamnya kepada:

1. Orang tua penulis yang senantiasa memberi dorongan semangat, bantuan dan doa dalam proses pembuatan skripsi ini.
2. Dr. Johannes Adhijoso Tjondro selaku dosen pembimbing yang selalu membantu dan membimbing serta memberi masukan dan saran selama proses pembuatan skripsi ini.
3. Bapak Asep Saipudin wakil dari PT.BASF Indonesia yang telah memberikan *foam agent* dan *superplasticizer*.
4. Josephine Wijaya, Adeline Wong, Monica Hilarry, Unpar ber-5, Kamice, Cecilia Yolana, Cristian Matthew, Ariel Matthew, Joshua Kuswardi, Bagus, Kennardi Kristiandi, dan Fransiskus Nugroho yang senantiasa memberikan semangat serta membantu dalam persiapan bahan dan material.
5. Teman–teman seperjuangan yang senantiasa saling membantu dalam persiapan, pengujian, dan penyusunan skripsi ini.

6. Bapak Teguh Farid, S.T., Bapak Markus Didi yang membantu juga memberi arahan dalam pembuatan benda uji dan uji eksperimental di Laboratorium Teknik Struktur Universitas Katolik Parahyangan.
7. Bapak Iwan, S.T. yang membantu juga memberi arahan dalam persiapan bahan di Laboratorium Teknik Transportasi Universitas Katolik Parahyangan.
8. Para dosen penguji skripsi yang banyak memberikan masukan dan saran.
9. Semua pihak yang telah membantu dan mendoakan yang tak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Penulis menerima segala bentuk kritik dan saran yang membangun dan berharap skripsi ini dapat berguna untuk penelitian dan penerapan kelak di masa yang akan datang.

Bandung, Desember 2019



Iola Novianti Kurniawan

2016410117

# DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>i</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b> .....	<b>1-1</b>
1.1 Latar Belakang Permasalahan.....	1-1
1.2 Inti Permasalahan.....	1-3
1.3 Tujuan Penelitian .....	1-3
1.4 Pembatasan Masalah.....	1-3
1.5 Metodologi Penelitian.....	1-6
1.6 Tahapan Penelitian.....	1-6
1.7 Sistematika Penulisan .....	1-7
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>2-1</b>
2.1 Mortar .....	2-1
2.2 Mortar dengan Agregat Daur Ulang .....	2-3
2.3 Mortar Busa .....	2-3
2.4 Material Mortar Busa Agregat Halus Daur Ulang.....	2-5
2.4.1 Agregat Halus Daur Ulang .....	2-5
2.4.2 Semen .....	2-9
2.4.3 Air.....	2-10



2.4.4	<i>Foam Agent</i> .....	2-11
2.4.5	<i>Superplasticizer</i> .....	2-13
2.5	Metode Pengujian .....	2-15
2.5.1	Absorpsi.....	2-15
2.5.2	<i>Spesific Gravity</i> .....	2-16
2.5.3	Massa Jenis .....	2-16
2.5.4	Uji Kuat Tekan ( <i>Compressive Strength Test</i> ) pada Mortar .....	2-17
2.6	Pola Keretakan.....	2-20
2.7	Perawatan Mortar ( <i>Curing</i> ).....	2-22
<b>BAB 3 PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENGUJIAN.....</b>		<b>3-1</b>
3.1	Bahan dan Benda Uji .....	3-1
3.1.1	Bahan Uji.....	3-1
3.1.2	Benda Uji.....	3-5
3.2	Pengujian Agregat Halus Daur Ulang.....	3-5
3.2.1	<i>Spesific Gravity</i> dan Absorpsi .....	3-5
3.3	Pengujian Semen.....	3-10
3.3.1	<i>Spesific Gravity</i> .....	3-10
3.4	Prosedur Pengecoran Mortar Busa dengan Agregat Halus Daur Ulang .....	3-12
3.4.1	Perencanaan <i>Mix Design</i> Mortar Busa dengan Agregat Halus Daur Ulang .....	3-12
3.4.2	Persiapan Bahan .....	3-13
3.4.3	Pembuatan Busa .....	3-14
3.4.4	Pencampuran Bahan dan Pengecoran.....	3-14
3.5	Perawatan Mortar Busa dengan Agregat Halus Daur Ulang ( <i>Curing</i> ) .....	3-18
3.6	Proses Pengujian Benda Uji .....	3-19
3.6.1	Pengujian Massa Jenis .....	3-19

3.6.2 Uji Kuat Tekan .....	3-20
<b>BAB 4 ANALISIS DATA.....</b>	<b>4-1</b>
4.1 Analisis Hasil Uji Mortar Busa dengan Agregat Halus Daur Ulang .....	4-1
4.1.1 Analisis Hasil Pengujian Massa Jenis .....	4-1
4.1.2 Analisis Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar Busa dengan Agregat Halus Daur Ulang .....	4-6
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>5-1</b>
5.1 Kesimpulan .....	5-1
5.2 Saran .....	5-2
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>xix</b>
<b>LAMPIRAN 1 CONTOH PERHITUNGAN MIX DESIGN.....</b>	<b>L1-1</b>
<b>LAMPIRAN 2 HASIL PENGUJIAN BAHAN UJI .....</b>	<b>L2-1</b>
1. <i>Spesific Gravity</i> dan Absorpsi Agregat Halus .....	L2-2
2. <i>Spesific Gravity</i> Semen .....	L2-6
3. <i>Fineness Modulus</i> Agregat Halus .....	L2-6
<b>LAMPIRAN 3 HASIL PENGUJIAN BENDA UJI.....</b>	<b>L3-1</b>

## DAFTAR NOTASI

P	= Massa jenis	(gr/mm <sup>3</sup> )
A	= Luas penampang tertekan rata-rata	(mm <sup>2</sup> )
ASTM	= <i>American Society for Testing and Material</i>	
ACI	= <i>American Concrete Institution</i>	
CTM	= <i>Compression Testing Machine</i>	
CaO	= Kalsium Oksida	
$f_c$	= Kuat tekan mortar busa	(MPa)
$f_{ci}$	= Kuat tekan mortar busa pada umur x hari	(MPa)
$f'$	= Estimasi kuat tekan mortar regresi	(MPa)
$f'_x$	= Kuat tekan regresi mortar busa pada umur uji x hari	(MPa)
$f_{max}$	= Kuat tekan regresi mortar busa Pada umur uji 28 hari	(MPa)
$f_{cb}$	= Estimasi kuat tekan mortar busa hari ke-28	(MPa)
$f_{cbm}$	= Rata-rata estimasi kuat tekan mortar busa hari ke-28	(MPa)
$f'_c$	= Kuat tekan karakteristik mortar hari ke-28	(MPa)
H <sub>2</sub> O	= Air	
H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	= <i>Hidrogen Peroksida</i>	
H <sub>2</sub>	= Hidrogen	
k	= <i>Confident level</i>	
n	= Jumlah data	
N	= Newton	
O	= Oksigen	
P	= Beban total	(N)
R <sup>2</sup>	= Koefisien determinasi	
S <sub>1</sub> , S <sub>2</sub> , S <sub>3</sub>	= Panjang sisi benda uji mortar	(mm)
Sd	= Standar deviasi	
SNI	= Standar Nasional Indonesia	
V	= Volume benda uji motar	(mm <sup>3</sup> )
V <sub>m</sub>	= Volume minyak tanah pada labu <i>Le Chatlier</i>	(mL)
W	= Berat benda uji mortar	(gram)

$W_1$	= Berat labu <i>Le Chatlier</i> dan minyak tanah	(gram)
$W_3$	= Berat labu <i>Le Chatlier</i> , semen dan minyak tanah	(gram)
$W_2$	= Berat semen	(gram)
$x$	= Umur benda uji mortar	(hari)
$X$	= Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan	(gram)
$Y_a$	= Berat benda uji kering oven	(gram)
$Y_s$	= Berat benda uji, air, dan gelas ukur	(gram)
$Z$	= Berat benda uji dan gelas ukur	(gram)

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1</b> Diagram Alir.....	1-6
<b>Gambar 2.1</b> Kondisi Kadar Air Agregat.....	2-7
<b>Gambar 2.2</b> Kurva Distribusi Agregat Halus Gradasi 1 .....	2-7
<b>Gambar 2.3</b> Kurva Distribusi Agregat Halus Gradasi 2.....	2-8
<b>Gambar 2.4</b> Kurva Distribusi Agregat Halus Gradasi 3.....	2-8
<b>Gambar 2.5</b> Kurva Distribusi Agregat Halua Gradasi 4.....	2-8
<b>Gambar 2.6</b> Pola Keretakan Benda Uji .....	2-22
<b>Gambar 3.1</b> <i>Stone Crusher</i> .....	3-1
<b>Gambar 3.2</b> Saringan Agregat Halus .....	3-2
<b>Gambar 3.3</b> Alat Penggetar .....	3-2
<b>Gambar 3.4</b> Agregat Halus Hasil Penyaringan.....	3-2
<b>Gambar 3.5</b> <i>Portland Composite Cement (PCC)</i> .....	3-3
<b>Gambar 3.6</b> <i>Superplasticizer Masterglenuim 8595 PT. BASF Indonesia</i> .....	3-4
<b>Gambar 3.7</b> <i>Foam Agent, Masterroc SLF20 PT. BASF Indonesia</i> .....	3-4
<b>Gambar 3.8</b> Kerucut SSD dan Penumbuknya .....	3-6
<b>Gambar 3.9</b> Konndisi Agregat.....	3-7
<b>Gambar 3.10</b> Sampel Uji Absorpsi.....	3-7
<b>Gambar 3.11</b> Penimbangan Gelas Ukur Berisi Air .....	3-8
<b>Gambar 3.12</b> Memasukan Sampel Agregat Halus Ke Dalam Gelas Ukur.....	3-8
<b>Gambar 3.13</b> Penimbangan Gelas Ukur Berisi Air dan Sampel Agregat Halus.....	3-9
<b>Gambar 3.14</b> Sampel Uji Specific Gravity Agregat Halus Daur Ulang .....	3-9
<b>Gambar 3.15</b> Sampel Uji <i>Specific Gravity</i> Semen.....	3-12
<b>Gambar 3.16</b> <i>Foam Generator</i> .....	3-14

<b>Gambar 3.17</b> <i>Mixer</i> dengan Kapasitas 12 Liter.....	3-15
<b>Gambar 3.18</b> <i>Mixer</i> dengan Kapasitas 5 Liter.....	3-15
<b>Gambar 3.19</b> Gelas Ukur untuk Mengukur <i>Foam</i> .....	3-16
<b>Gambar 3.20</b> Adukan Sebelum Diberi <i>Foam</i> .....	3-16
<b>Gambar 3.21</b> Adukan Saat Diberi <i>Foam</i> .....	3-16
<b>Gambar 3.22</b> Adukan Saat Dicampur Dengan <i>Foam</i> .....	3-17
<b>Gambar 3.23</b> Cetakan yang Digunakan.....	3-17
<b>Gambar 3.24</b> Menuangkan Adukan Ke Dalam Cetakan.....	3-17
<b>Gambar 3.25</b> Perataan Mortar dengan Alat Pearata.....	3-18
<b>Gambar 3.26</b> Benda Uji Umur 1 Hari Setelah Pengecoran.....	3-18
<b>Gambar 3.27</b> Perawatan Mortar dengan Metode <i>Sealed Curing</i> .....	3-19
<b>Gambar 3.28</b> Pengukuran Dimensi Benda Uji.....	3-20
<b>Gambar 3.29</b> Pengukuran Berat Benda Uji.....	3-20
<b>Gambar 3.30</b> Contoh Benda Uji Sebelum Pengujian.....	3-21
<b>Gambar 3.31</b> <i>Compression Testing Machine</i> .....	3-22
<b>Gambar 3.32</b> Contoh Benda Uji Saat Diuji Tekan.....	3-22
<b>Gambar 3.33</b> Contoh Hasil Pengujian.....	3-22
<b>Gambar 3.34</b> Contoh Benda Uji Setelah Pengujian.....	3-23
<b>Gambar 4.1</b> Grafik Hubungan $Y (X/f_{ci})$ Terhadap Umur Benda Uji G-1-30%.....	4-13
<b>Gambar 4.2</b> Grafik Hubungan Kuat Tekan Regresi Terhadap Umur Benda Uji G-1-30%.....	4-14
<b>Gambar 4.3</b> Grafik Hubungan $f_{cb}$ Terhadap Umur Benda Uji G-1-30%.....	4-15
<b>Gambar 4.4</b> Grafik Hubungan $Y (X/f_{ci})$ Terhadap Umur Benda Uji G-1-40%.....	4-17

<b>Gambar 4.5</b> Grafik Hubungan Kuat Tekan Regresi Terhadap Umur Benda Uji G-1-40% .....	4-18
<b>Gambar 4.6</b> Grafik Hubungan $f_{cb}$ Terhadap Umur Umur Benda Uji G-1-40% ....	4-19
<b>Gambar 4.7</b> Grafik Hubungan $Y (X/f_{ci})$ Terhadap Umur Benda Uji G-1-50% ....	4-21
<b>Gambar 4.8</b> Grafik Hubungan Kuat Tekan Regresi Terhadap Umur Benda Uji G-1-50% .....	4-22
<b>Gambar 4.9</b> Grafik Hubungan $f_{cb}$ Terhadap Umur Umur Benda Uji G-1-50% ....	4-23
<b>Gambar 4.10</b> Grafik Hubungan $Y (X/f_{ci})$ Terhadap Umur Benda Uji G-2-30% ..	4-25
<b>Gambar 4.11</b> Grafik Hubungan Kuat Tekan Regresi Terhadap Umur Benda Uji G-2-30% .....	4-26
<b>Gambar 4.12</b> Grafik Hubungan $f_{cb}$ Terhadap Umur Umur Benda Uji G-2-30% .....	4-27
<b>Gambar 4.13</b> Grafik Hubungan $Y (X/f_{ci})$ Terhadap Umur Benda Uji G-2-40% .....	4-29
<b>Gambar 4.14</b> Grafik Hubungan Kuat Tekan Regresi Terhadap Umur Benda Uji G-2-40% .....	4-30
<b>Gambar 4.15</b> Grafik Hubungan $f_{cb}$ Terhadap Umur Umur Benda Uji G-2-40% .....	4-31
<b>Gambar 4.16</b> Grafik Hubungan $Y (X/f_{ci})$ Terhadap Umur Benda Uji G-2-50% ..	4-33
<b>Gambar 4.17</b> Grafik Hubungan Kuat Tekan Regresi Terhadap Umur Benda Uji G-2-50% .....	4-34
<b>Gambar 4.18</b> Grafik Hubungan $f_{cb}$ Terhadap Umur Umur Benda Uji G-2-50% .....	4-35

<b>Gambar 4.19</b> Grafik Hubungan $Y (X/f_{ci})$ Terhadap Umur Benda Uji G-3-30% ..	4-37
<b>Gambar 4. 20</b> Grafik Hubungan Kuat Tekan Regresi Terhadap Umur Benda Uji G-3-30% ..	4-38
<b>Gambar 4. 21</b> Grafik Hubungan $f_{cb}$ Terhadap Umur Umur Benda Uji G-3-30% ..	4-39
<b>Gambar 4.22</b> Grafik Hubungan $Y (X/f_{ci})$ Terhadap Umur Benda Uji G-3-40% ..	4-41
<b>Gambar 4. 23</b> Grafik Hubungan Kuat Tekan Regresi Terhadap Umur Benda Uji G-3-40% ..	4-42
<b>Gambar 4. 24</b> Grafik Hubungan $f_{cb}$ Terhadap Umur Umur Benda Uji G-3-40% ..	4-43
<b>Gambar 4. 25</b> Grafik Hubungan $Y (X/f_{ci})$ Terhadap Umur Benda Uji G-3-50% ..	4-45
<b>Gambar 4.26</b> Grafik Hubungan Kuat Tekan Regresi Terhadap Umur Benda Uji G-3-50% ..	4-46
<b>Gambar 4.27</b> Grafik Hubungan $f_{cb}$ Terhadap Umur Umur Benda Uji G-3-50% ..	4-47
<b>Gambar 4.28</b> Grafik Hubungan $Y (X/f_{ci})$ Terhadap Umur Benda Uji G-4-30% ..	4-49
<b>Gambar 4.29</b> Grafik Hubungan Kuat Tekan Regresi Terhadap Umur Benda Uji G-4-30% ..	4-50
<b>Gambar 4.30</b> Grafik Hubungan $f_{cb}$ Terhadap Umur Umur Benda Uji G-4-30% ..	4-51
<b>Gambar 4.31</b> Grafik Hubungan $Y (X/f_{ci})$ Terhadap Umur Benda Uji G-4-40% ..	4-53
<b>Gambar 4.32</b> Grafik Hubungan Kuat Tekan Regresi Terhadap Umur Benda Uji G-4-40% ..	4-54



<b>Gambar 4.33</b> Grafik Hubungan $f_{cb}$ Terhadap Umur Umur Benda Uji G-4-40% .....	4-55
<b>Gambar 4.34</b> Grafik Hubungan $Y (X/f_{ci})$ Terhadap Umur Benda Uji G-4-50% ..	4-57
<b>Gambar 4.35</b> Grafik Hubungan Kuat Tekan Regresi Terhadap Umur Benda Uji G-4-50% .....	4-58
<b>Gambar 4.36</b> Grafik Hubungan $f_{cb}$ Terhadap Umur Umur Benda Uji G-4-30% .....	4-59
<b>Gambar 4.37</b> Hubungan Kuat Tekan Regresi Terhadap Umur Benda Uji Gradasi 1 .....	4-61
<b>Gambar 4.38</b> Hubungan Kuat Tekan Regresi Terhadap Umur Benda Uji Gradasi 2 .....	4-62
<b>Gambar 4.39</b> Hubungan Kuat Tekan Regresi Terhadap Umur Benda Uji Gradasi 3 .....	4-63
<b>Gambar 4.40</b> Hubungan Kuat Tekan Regresi Terhadap Umur Benda Uji Gradasi 4 .....	4-64
<b>Gambar 4.41</b> Hubungan Kuat Tekan Regresi Terhadap Umur Benda Uji Komposisi <i>Foam</i> 30% .....	4-65
<b>Gambar 4.42</b> Hubungan Kuat Tekan Regresi Terhadap Umur Benda Uji Komposisi <i>Foam</i> 40% .....	4-66
<b>Gambar 4.43</b> Hubungan Kuat Tekan Regresi Terhadap Umur Benda Uji Komposisi <i>Foam</i> 50% .....	4-67

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1</b> Gradasi Agregat Halus Yang Digunakan .....	1-4
<b>Tabel 1. 2</b> Nilai Fineness Modulus .....	1-4
<b>Tabel 1.3</b> Jumlah Benda Uji yang Digunakan .....	1-5
<b>Tabel 2.1</b> Klasifikasi Beton Berdasarkan Berat Volume .....	2-17
<b>Tabel 3.1</b> Hasil Pengujian Absorpsi Agregat Halus Daur Ulang .....	3-9
<b>Tabel 3. 2</b> Hasil Pengujian <i>Specific Gravity</i> Agregat Halus Daur Ulang .....	3-10
<b>Tabel 3. 3</b> Kebutuhan Material Dasar Dalam 1 m <sup>3</sup> .....	3-13
<b>Tabel 3. 4</b> Kebutuhan Material Tambahan Dalam 1 m <sup>3</sup> .....	3-13
<b>Tabel 4.1</b> Klasifikasi Mortar Busa Agregat Halus Daur Ulang .....	4-1
<b>Tabel 4.2</b> Massa Jenis Benda Uji Gradasi 1 .....	4-2
<b>Tabel 4.3</b> Massa Jenis Benda Uji Gradasi 2 .....	4-3
<b>Tabel 4.4</b> Massa Jenis Benda Uji Gradasi 3 .....	4-4
<b>Tabel 4.5</b> Massa Jenis Benda Uji Gradasi 4 .....	4-5
<b>Tabel 4.6</b> Kuat Tekan Benda Uji Gradasi 1 .....	4-7
<b>Tabel 4.7</b> Kuat Tekan Benda Uji Gradasi 2 .....	4-8
<b>Tabel 4.8</b> Kuat Tekan Benda Uji Gradasi 3 .....	4-9
<b>Tabel 4.9</b> Kuat Tekan Benda Uji Gradasi 4 .....	4-10
<b>Tabel 4.10</b> Kuat Tekan Rata – Rata Seluruh Benda Uji .....	4-11
<b>Tabel 4.11</b> Kuat Tekan Karakteristik Mortar Busa G-1-30% .....	4-12
<b>Tabel 4. 12</b> Perkembangan Kuat Tekan Regresi Dan Faktor Umur Mortar G-1-30% .....	4-13
<b>Tabel 4.13</b> Kuat Tekan Karakteristik Mortar Busa G-1-40% .....	4-16

<b>Tabel 4.14</b> Perkembangan Kuat Tekan Regresi Dan Faktor Umur Mortar G-1-40% .....	4-17
<b>Tabel 4.15</b> Kuat Tekan Karakteristik Mortar Busa G-1-50% .....	4-20
<b>Tabel 4.16</b> Perkembangan Kuat Tekan Regresi Dan Faktor Umur Mortar G-1-50% .....	4-21
<b>Tabel 4.17</b> Kuat Tekan Karakteristik Mortar Busa G-2-30% .....	4-24
<b>Tabel 4.18</b> Perkembangan Kuat Tekan Regresi Dan Faktor Umur Mortar G-2-30% .....	4-25
<b>Tabel 4.19</b> Kuat Tekan Karakteristik Mortar Busa G-2-40% .....	4-28
<b>Tabel 4.20</b> Perkembangan Kuat Tekan Regresi Dan Faktor Umur Mortar G-2-40% .....	4-29
<b>Tabel 4.21</b> Kuat Tekan Karakteristik Mortar Busa G-2-50% .....	4-32
<b>Tabel 4.22</b> Perkembangan Kuat Tekan Regresi Dan Faktor Umur Mortar G-2-50% .....	4-33
<b>Tabel 4.23</b> Kuat Tekan Karakteristik Mortar Busa G-3-30% .....	4-36
<b>Tabel 4.24</b> Perkembangan Kuat Tekan Regresi Dan Faktor Umur Mortar G-3-30% .....	4-37
<b>Tabel 4.25</b> Kuat Tekan Karakteristik Mortar Busa G-3-40% .....	4-40
<b>Tabel 4. 26</b> Perkembangan Kuat Tekan Regresi Dan Faktor Umur Mortar G-3-40% .....	4-41
<b>Tabel 4.27</b> Kuat Tekan Karakteristik Mortar Busa G-3-50% .....	4-44
<b>Tabel 4.28</b> Perkembangan Kuat Tekan Regresi Dan Faktor Umur Mortar G-3-50% .....	4-45
<b>Tabel 4.29</b> Kuat Tekan Karakteristik Mortar Busa G-4-30% .....	4-48
<b>Tabel 4.30</b> Perkembangan Kuat Tekan Regresi Dan Faktor Umur Mortar G-4-30% .....	4-49
<b>Tabel 4.31</b> Kuat Tekan Karakteristik Mortar Busa G-4-40% .....	4-52

<b>Tabel 4. 32</b> Perkembangan Kuat Tekan Regresi Dan Faktor Umur Mortar G-4-40% .....	4-53
<b>Tabel 4.33</b> Kuat Tekan Karakteristik Mortar Busa G-4-50% .....	4-56
<b>Tabel 4.34</b> Perkembangan Kuat Tekan Regresi Dan Faktor Umur Mortar G-4-50% .....	4-57
<b>Tabel 4.35</b> Rangkuman Hasil Kuat Tekan Karakteristik Dan Standar Deviasi.	4-60
<b>Tabel L.1.1</b> Gradasi Agregat Halus Yang Disyaratkan .....	L1-4
<b>Tabel L.1.2</b> Berat Agregat Halus Sesuai Dengan Ukuran .....	L1-5
<b>Tabel L.2.1</b> Specific Gravity Gradasi 1 .....	L2-2
<b>Tabel L.2.2</b> Absorpsi Gradasi 1 .....	L2-2
<b>Tabel L.2.3</b> Specific Gravity Gradasi 2 .....	L2-3
<b>Tabel L.2.4</b> Absorpsi Gradasi 2 .....	L2-3
<b>Tabel L.2.5</b> Specific Gravity Gradasi 3 .....	L2-4
<b>Tabel L.2.6</b> Absorpsi Gradasi 3 .....	L2-4
<b>Tabel L.2.7</b> Specific Gravity Gradasi 4 .....	L2-5
<b>Tabel L.2.8</b> Absorpsi Gradasi 4 .....	L2-5
<b>Tabel L.2.9</b> Specific Gravity Semen.....	L2-6
<b>Tabel L.2.10</b> Fineness Modulus Gradasi 1 .....	L2-6
<b>Tabel L.2.11</b> Fineness Modulus Gradasi 2 .....	L2-7
<b>Tabel L.2.12</b> Fineness Modulus Gradasi 3 .....	L2-7
<b>Tabel L.2.13</b> Fineness Modulus Gradasi 4 .....	L2-7
<b>Tabel L.3.1</b> Foto Benda Uji Sebelum dan Sesudah Pengujian Kuat Tekan .....	L3-2



# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Permasalahan**

Jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2010 adalah sebanyak 237.641.326 jiwa, dengan kepadatan penduduk sebesar 124 jiwa/km<sup>2</sup> dan laju pertumbuhan penduduk sebesar 1,49%/tahun, (Badan Pusat Statistik, Sensus Penduduk 2010). Setiap penduduk memiliki tiga kebutuhan pokok, salah satunya adalah kebutuhan papan yaitu kebutuhan akan tempat tinggal maupun sarana lainnya untuk menjalankan aktivitasnya. Untuk menunjang kebutuhan penduduk yang semakin meningkat, maka dilakukan pembangunan. Dalam suatu pembangunan sarana diperlukan material bangunan yang dapat terdiri dari beton, baja, kayu atau bahan lainnya untuk memenuhi kebutuhan material tersebut.

Beton dan mortar merupakan material yang paling umum digunakan dalam pembangunan, beton dan mortar memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan material bangunan lainnya. Beton dan mortar mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi, mampu memikul beban berat, tahan terhadap temperatur tinggi, memiliki kuat tekan yang tinggi, dan harga yang relatif murah dengan perawatan yang rendah. Akan tetapi, beton dan mortar memiliki kekurangan dalam kuat tarik yang rendah dan dampak negatif terutama terhadap lingkungan. Setiap aktivitas pembangunan akan berdampak terhadap lingkungan. Contohnya dalam pembangunan menggunakan beton dan mortar. Beton dan mortar memiliki berbagai macam jenis. Pada umumnya beton dan mortar tersusun dari agregat, air, dan semen Portland. Dalam mengatasi nilai jual harga bahan material beton dan mortar yang semakin terbatas dan dampak negatif penggunaan beton dan mortar maka dilakukan inovasi-inovasi pada material penyusun beton dan mortar yang ramah lingkungan juga efisien dalam penggunaannya.

Menurut Scott (1993), beton busa atau mortar busa adalah beton atau mortar yang mengandung busa kalsium silikat. Beton busa atau mortar ini hanya terdiri dari tiga bahan baku yaitu semen, air, dan gelembung-gelembung gas/udara. Beton

busa dan mortar busa dibuat dengan menambahkan *foaming agent* (cairan busa) ke dalam air, berfungsi untuk menstabilkan gelembung udara selama proses pencampuran beton atau mortar agar dapat terbentuk gelembung-gelembung udara pada beton atau mortar tersebut. Beton busa dan mortar busa memiliki banyak keunggulan yaitu tahan terhadap api, perubahan dimensi yang rendah, isolator suara dan termal, penyerapan air yang sedikit, dan massa jenis yang lebih ringan dibandingkan beton normal, sehingga hal ini menjadikan beton busa atau mortar busa sebagai nilai lebih dalam sebuah konstruksi jalan, dinding dan bata.

Agregat yang merupakan material alami penyusun beton dan mortar berasal dari alam dan bersifat terbatas. Dalam memenuhi permintaan kebutuhan material agregat pada pembangunan yang terus meningkat dapat diatasi dengan cara menggunakan agregat daur ulang. Agregat daur ulang tersebut berupa limbah bangunan seperti sisa-sisa puing bangunan dan dapat juga diperoleh dari limbah beton hasil uji laboratorium yang sudah tidak digunakan lagi. Berdasarkan hasil eksperimen Ivan Sulwy, 2017, kekuatan tekan karakteristik beton menggunakan agregat daur ulang lebih rendah sebesar 21,57% dibandingkan kekuatan tekan rencana perhitungan beton normal.

Pada studi eksperimental ini lebih mengarah pada penelitian material beton, dimulai pada level mortar. Mortar adalah campuran dari agregat halus, semen, dan air. Campuran mortar dapat memberikan gambaran secara umum tentang pengaruh dari berbagai macam material pada campuran tersebut. Mortar dapat digunakan sebagai material konstruksi yang digunakan untuk struktural maupun non struktural. Sama halnya dengan beton, kuat tekan pada mortar dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain faktor air semen, jumlah semen, jenis semen, sifat agregat, kepadatan dan umur mortar.

Hasil dari eksperimen ini diharapkan dapat diaplikasikan pada elemen struktural. Penggunaan mortar busa pada konstruksi akan mempengaruhi perhitungan beban konstruksi yang dapat mengurangi beban gempa dan menghemat biaya konstruksi karena massa jenis mortar busa yang lebih ringan dari pada mortar normal. Mortar busa dengan agregat daur ulang dapat mengurangi penggunaan material yang terbatas ketersediaannya. Sehingga, penggunaan material daur ulang dapat mengurangi dampak kerusakan lingkungan dan diterapkan dalam konsep

bangunan ramah lingkungan atau *green building concept*. Suatu perencanaan dan pelaksanaan proses konstruksi yang didasarkan pada dokumen kontrak untuk meminimalkan dampak negatif proses konstruksi terhadap lingkungan agar terjadi keseimbangan antara kemampuan lingkungan dan kebutuhan hidup manusia untuk generasi sekarang dan mendatang (Glavinich, 2008) adalah konsep utama dari *green building concept*.

## 1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan yang dibahas dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penambahan variasi komposisi busa (*foam*) dan penggunaan variasi gradasi agregat halus daur ulang terhadap kuat tekan dan massa jenis yang terjadi pada mortar busa.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian skripsi ini antara lain:

1. Mengetahui pengaruh penambahan variasi komposisi *foam* dan penggunaan variasi gradasi agregat halus daur ulang pada mortar dengan pengujian kuat tekan mortar dengan alat uji *Compression Testing Machine*.
2. Mengetahui massa jenis mortar akibat pengaruh penambahan variasi komposisi *foam* dan penggunaan variasi gradasi agregat halus daur ulang.
3. Mengetahui hubungan faktor umur uji terhadap kuat tekan mortar busa dengan agregat halus daur ulang.

## 1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Mutu agregat mortar daur ulang  $\pm 20$  MPa dari beton silindris limbah laboratorium.
2. Variasi gradasi agregat halus daur ulang pada mortar busa mengikuti ketentuan SNI 03-2834-2000 mengenai gradasi agregat halus dengan variasi gradasi sebagai terlihat pada **Tabel 1.1**



**Tabel 1.1** Gradasi Agregat Halus Yang Digunakan

Ukuran Saringan		% Lolos Saringan/Ayakan											
		SNI 03-2834-2000											
No	mm	Gradasi 1			Gradasi 2			Gradasi 3			Gradasi 4		
3/8 in	9.5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
4	4.75	90	95	100	90	95	100	90	95	100	95	97.5	100
8	2.36	60	77.5	95	75	87.5	100	85	92.5	100	95	97.5	100
16	1.18	30	50	70	55	72.5	90	75	87.5	100	90	95	100
30	0.6	15	24.5	34	35	47	59	60	69.5	79	80	90	100
50	0.3	5	12.5	20	8	19	30	12	26	40	15	32.5	50
100	0.15	0	5	10	0	5	10	0	5	10	0	7.5	15

Keterangan:

Gradasi 1 = gradasi pasir kasar.

Gradasi 4 = gradasi pasir halus.

Gradasi 2 = gradasi pasir sedang.

= nilai % lolos saringan yang digunakan.

Gradasi 3 = gradasi pasir agak halus.

Bedasarkan nilai % lolos saringan yang digunakan memiliki nilai *fineness modulus* seperti terlihat pada **Tabel 1.2**.

**Tabel 1.2** Nilai *Fineness Modulus*

<i>Fineness Modulus</i>	
Gradasi	Nilai <i>Fineness Modulus</i>
1	3,355
2	2,740
3	2,245
4	1,800

- Menguji kuat tekan mortar busa agregat halus daur ulang menggunakan benda uji kubus dengan berdimensi 50 mm x 50 mm x 50 mm, dengan jumlah dan benda uji seperti terlihat pada **Tabel 1.3**.

**Tabel 1.3** Jumlah Benda Uji yang Digunakan

Persentase foam (%)	Hari Uji (hari)	Jumlah Benda Uji (buah)			
		Gradasi 1	Gradasi 2	Gradasi 3	Gradasi 4
30	7	3	3	3	3
	28	3	3	3	3
40	3	3	3	3	3
	7	3	3	3	3
	14	3	3	3	3
	21	3	3	3	3
	28	3	3	3	3
50	7	3	3	3	3
	28	3	3	3	3
Total per gradasi		27	27	27	27
Total benda uji		108 buah			

4. Menggunakan *foam agent* tipe *masterroc* SLF20 dan *Superplasticizer* tipe *masterglenuim* 8595 yang didapat dari PT. BASF Indonesia.
5. Menggunakan *Portland Composite Cement* (PCC) merek PT. Indocement Tunggal Prakarsa Tbk.
6. Menggunakan *foam* dengan perbandingan *foam agent* : air = 1 : 20.
7. Variasi komposisi *foam* yang digunakan sebesar 30%, 40%, dan 50% dari volume total benda uji sebelum penambahan *foam*.
8. Menggunakan faktor air semen sebesar 0,25.
9. Menggunakan perbandingan semen : agregat halus daur ulang = 1:1.
10. Pembuatan *foam* dilakukan dengan menggunakan *foam generator*.
11. Menggunakan metode *sealed curing* untuk perawatan hasil uji.
12. Menguji kuat tekan benda uji kubus dengan metode ASTM C109/C109M dengan alat uji *Compression Testing Machine*.
13. Menguji massa jenis mortar busa agregat halus daur ulang menggunakan jangka sorong dan timbangan digital dengan ketelitian 0,1 gr.
14. Massa jenis yang ingin dicapai sebesar 1900 kg/m<sup>3</sup>.
15. Kekuatan tekan minimum mortar busa yang ingin dicapai sebesar 20 MPa.

## 1.5 Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang digunakan untuk penelitian ini adalah:

### 1. Studi Literatur

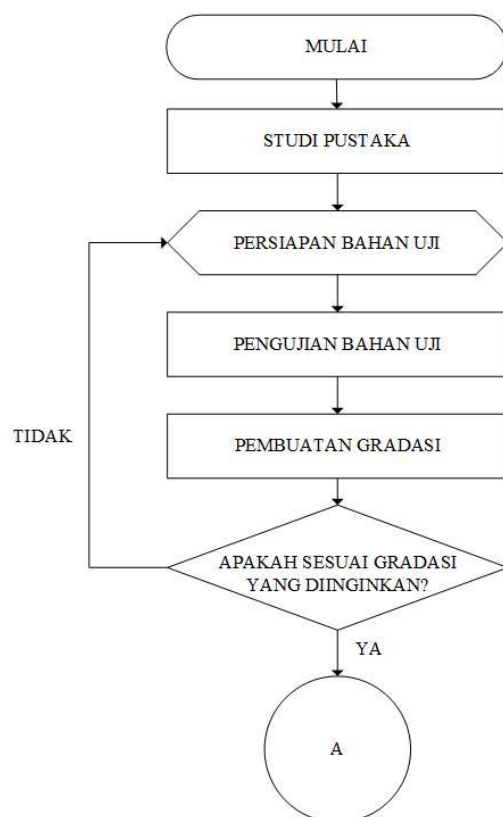
Studi literatur dilakukan sebagai acuan untuk mendapatkan gambaran secara menyeluruh dalam melakukan proses penelitian dan memperoleh informasi serta pengetahuan yang dibutuhkan pada studi eksperimental yang akan dilakukan. Studi literatur meliputi pemahaman konsep mengenai mortar busa, agregat halus daur ulang, dan metode pengujian yang akan digunakan. Literatur yang digunakan berupa buku, jurnal, internet, dsb.

### 2. Studi Eksperimental

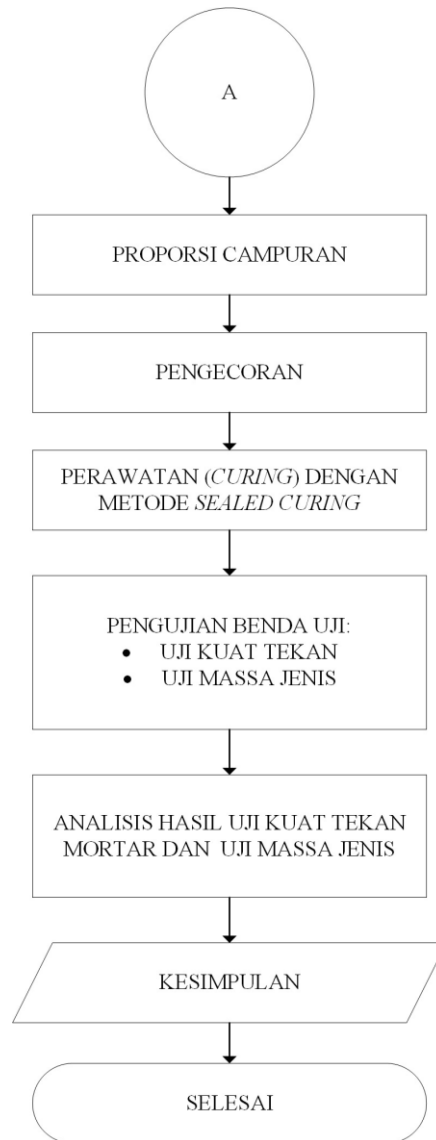
Studi eksperimental dilakukan untuk mendapatkan kuat tekan dan massa jenis yang terjadi pada mortar busa dengan agregat halus daur ulang.

## 1.6 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang digunakan dalam penulisan skripsi ini seperti dilihat pada **Gambar 1.1**.



**Gambar 1.1** Diagram Alir



**Gambar 1.1** Diagram Alir (Lanjutan)

## 1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan pada skripsi ini adalah sebagai berikut:

### BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini akan membahas mengenai latar belakang permasalahan, inti permasalahan, tujuan penelitian, lingkup permasalahan, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

## BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan membahas mengenai landasan teori dan dasar-dasar teori yang akan digunakan dalam penyusunan skripsi ini.

## BAB 3 PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENGUJIAN

Bab ini akan membahas mengenai persiapan pengujian, pelaksanaan pengujian, dan pencatatan hasil pengujian yang dilakukan di Laboratorium Teknik Struktur Universitas Katolik Parahyangan.

## BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN HASIL PENGUJIAN

Bab ini akan membahas mengenai analisis dari hasil pengujian yang telah diperoleh.

## BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan membahas mengenai kesimpulan yang diperoleh dari hasil pengujian dan analisis yang dilakukan penulis, serta saran-saran yang dapat dilakukan agar hasil penelitian berikutnya dapat menjadi lebih baik.