

SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI LIMBAH *CRUMB RUBBER*
SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN PASIR
TERHADAP KUAT TEKAN DAN MODULUS
ELASTISITAS *SELF-COMPACTING MORTAR***



Zefanya Handika Mulyawan

NPM: 2017410105

PEMBIMBING: Herry Suryadi, 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

**PENGARUH VARIASI LIMBAH *CRUMB RUBBER*
SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN PASIR
TERHADAP KUAT TEKAN DAN MODULUS
ELASTISITAS *SELF-COMPACTING MORTAR***



Zefanya Handika Mulyawan

NPM: 2017410105

Bandung, 11 Agustus 2021

PEMBIMBING: Herry Suryadi, Ph.D.

PENGUJI 1: Buen Sian, 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 : Zefanya Handika Mulyawan
NPM : 2017410105
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

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

PENGARUH VARIASI LIMBAH *CRUMB RUBBER* SEBAGAI PENGGANTI SEBAGIAN PASIR TERHADAP KUAT TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS *SELF-COMPACTING MORTAR*

adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan dosen pembimbing. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala resiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Dinyatakan: di Bandung

Tanggal: 28 Juli 2021

The image shows an official stamp of Universitas Katolik Parahyangan. The stamp includes the university's name in Indonesian, the text 'METER TEMPEL', and a unique identification number '0247CAJX232148476'. A handwritten signature is written over the stamp.

Zefanya Handika Mulyawan

**PENGARUH VARIASI LIMBAH *CRUMB RUBBER* SEBAGAI
PENGANTI SEBAGIAN PASIR TERHADAP KUAT TEKAN
DAN MODULUS ELASTISITAS *SELF-COMPACTING*
*MORTAR***

**Zefanya Handika Mulyawan
NPM: 2017410105**

Pembimbing: Herry Suryadi, Ph.D.

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

ABSTRAK

Pada masa pembangunan seperti saat ini, Indonesia memerlukan teknologi yang dapat mempercepat proses konstruksi, namun tetap menghasilkan kualitas yang baik. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah penggunaan *self-compacting mortar*. *Self-compacting mortar* merupakan mortar segar yang dapat mengalir sendiri tanpa memerlukan pemadatan, namun memiliki mutu tinggi, berdaya tahan baik, dan memiliki kekuatan yang baik. Guna memperoleh beberapa variasi mortar, maka dilakukan berbagai metode pencampuran salah satunya dengan melakukan penggantian sebagian bahan atau substitusi. Limbah *crumb rubber* merupakan limbah yang berasal dari sisa ban bekas ataupun sisa hasil produksi ban. Pemanfaatan *crumb rubber* sebagai pengganti sebagian pasir pada *self-compacting mortar* diketahui menimbulkan penurunan kuat tekan, sehingga lebih baik digunakan kepada beton non-struktural yang tidak memerlukan kekuatan yang tinggi. Metode yang digunakan dalam mendesain perencanaan campuran ialah metode volume absolut. Variasi *crumb rubber* yang digunakan ialah 0%, 10%, 20%, dan 30%. Benda uji dirawat dengan menggunakan metode *sealed curing*. Sifat mekanis yang digunakan sebagai parameter pengujian adalah kuat tekan dan modulus elastisitas. Pada pengujian umur 28 hari untuk variasi 0%, 10%, 20%, dan 30%, nilai kuat tekan yang diperoleh secara berturut-turut adalah 62,7 MPa; 20,5 MPa; 16,5 MPa; dan 11,8 MPa, nilai modulus elastisitas adalah 14596,12 MPa; 7983,95 MPa; 7293,46 MPa; dan 4891,28 MPa, serta nilai *Poisson's ratio* (μ) sebesar 0,2; 0,22; 0,16; dan 0,25. Berdasarkan hasil pengujian yang diperoleh, dapat disimpulkan bahwa penggantian sebagian pasir dengan *crumb rubber* menunjukkan adanya penurunan nilai kuat tekan dan modulus elastisitas pada *self-compacting mortar*, namun pada persentase penggantian 10% masih menghasilkan kuat tekan umur 28 hari sebesar 20,5 MPa yang dapat dimanfaatkan untuk elemen struktural.

Kata kunci: *self-compacting mortar*, *crumb rubber*, volume absolut, *sealed curing*, kuat tekan, modulus elastisitas

THE EFFECT OF CRUMB RUBBER AS A PARTIAL REPLACEMENT OF SAND ON THE COMPRESSIVE STRENGTH AND MODULUS OF ELASTICITY OF SELF-COMPACTING MORTAR

Zefanya Handika Mulyawan
NPM: 2017410105

Advisor: Herry Suryadi, Ph.D.

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
(Accredited by SK-BAN PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
AUGUST 2021

ABSTRACT

During the development period, Indonesia needs a technology that could accelerate construction process, but keeps the quality standard. Self-compacting mortar can be applied to become the solution of this problem. Self-compacting mortar is a fresh mortar that could flow by its own without any compaction technique but still have a good quality, a good durability, and a good strength. Crumb rubber waste is the waste that comes from the rest of the used tires or the rest of the tire production. Utilizing the crumb rubber as a partial replacement of sand on self-compacting mortar is known to cause a decrease in its strength, which can be utilized for non-structural concrete with moderate strength. The mixture proportions were calculated by using the absolute volume method. The variation of crumb rubber is 0%, 10%, 20%, and 30%. The specimen test is cured by the sealed curing method. The mechanical properties that investigated in this study are the compressive strength and the modulus of elasticity. At the age of 28 days, variation 0%, 10%, 20%, and 30%, the compressive strength values are 62.7 MPa; 20.5 MPa; 16.5 MPa; dan 11.8 MPa, and modulus of elasticity values are 14596.12 MPa; 7983.95 MPa; 7293.46 MPa; dan 4891.28 MPa. By the value of modulus of elasticity obtained the Poisson's ratio values are 0.2; 0.22; 0.16; dan 0.25. According to the results that obtained in this experimental study, it can be concluded that using crumb rubber as a partial replacement of sand is decreasing the compressive strength and the modulus of elasticity of self-compacting mortar. However, at a replacement percentage of 10%, it reached the 28-day compressive strength of 20.5 MPa which can be utilized for structural elements.

Keywords: self-compacting mortar, crumb rubber, absolute volume, sealed curing, compressive strength, modulus of elasticity

PRAKATA

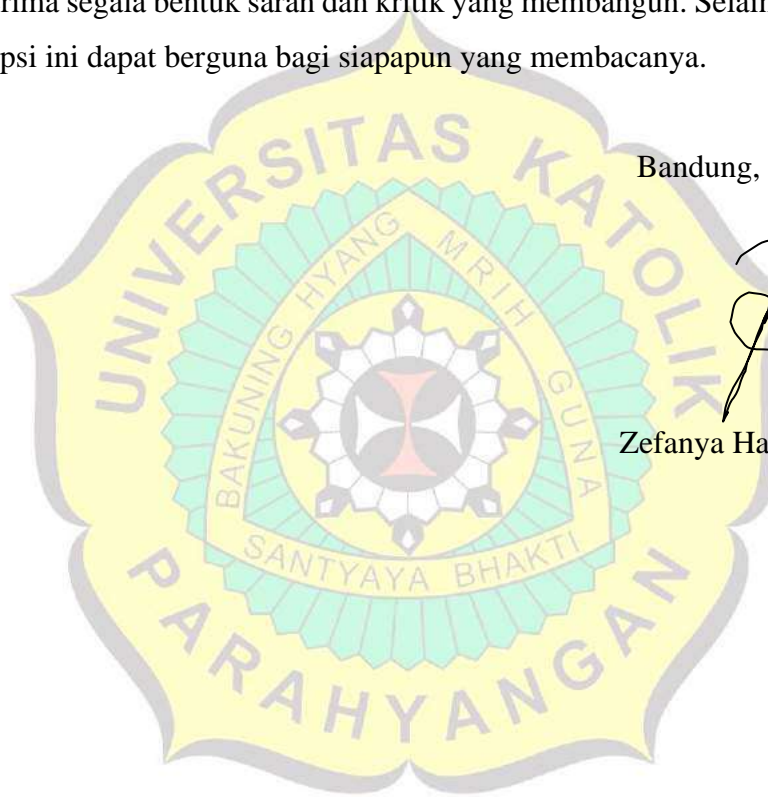
Puji dan syukur dipanjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Variasi Limbah *Crumb Rubber* Sebagai Pengganti Sebagian Pasir Terhadap Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas *Self-Compacting Mortar*” dengan baik. Skripsi ini merupakan salah satu syarat kelulusan studi S-1 di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung. Pada proses penyusunannya, skripsi ini tidak lepas dari berbagai kesulitan dan hambatan yang tidak biasa khususnya di tengah masa pandemi *Covid-19*. Namun, penulis sangat bersyukur dan berterimakasih atas keberadaan pihak-pihak yang sangat membantu penulis untuk mengatasi berbagai hambatan yang terjadi hingga akhirnya dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Bantuan-bantuan yang diberikan berupa tenaga, kritik, saran, moral, dan dukungan dari pihak-pihak tersebut sangat membantu penulis untuk menyelesaikan penyusunan penelitian skripsi ini. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih sebesar besarnya kepada:

1. Juki Mulyawan dan Lenda Herlina Sompie selaku orangtua penulis, serta Zefinzky Hizkia Mulyawan dan Florence Nathania Mulyawan selaku adik-adik penulis yang selalu memberikan doa dan dukungan selama proses pembuatan skripsi ini.
2. Bapak Herry Suryadi, Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah dengan sabar memberikan banyak ilmu, ide, waktu, pengalaman, tenaga, dan pola pikir selama proses pembuatan skripsi ini.
3. Seluruh dosen dan staf pengajar di program studi sarjana Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan serta seluruh dosen penguji pada seminar judul, seminar isi, dan sidang yang telah memberikan kritik dan saran yang sangat membantu selama proses penulisan skripsi ini.
4. Bapak Teguh Farid Nurul Iman, S.T., Bapak Markus Didi, dan Bapak Heri Rustandi yang telah banyak membantu penulis dalam pembuatan benda uji dan pengujian benda uji di Laboratorium Struktur Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.
5. Teman-teman satu laboratorium, Norbertus William Nugroho, Aristo Tjandra Setiawan, Kristianto Juniar Ridaryanto Ambardi, Vivilia Puspita Dewi, Yohanes Vincent Ferdianto, Michael Chang, Timotius Efendi, serta Tan Jason Tanujaya yang telah membantu dan berjuang bersama-sama dengan penulis selama proses penelitian dan penulisan skripsi ini.

6. Teman-teman seperjuangan skripsi lainnya yang tidak bisa penulis sebutkan satu-satu yang telah memberikan dukungan kepada penulis selama proses pembuatan skripsi ini.
7. Teman-teman Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan Angkatan 2017, yang telah mendukung dan membantu penulis selama proses perkuliahan.
8. Berbagai pihak yang membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis menerima segala bentuk saran dan kritik yang membangun. Selain itu, penulis juga berharap skripsi ini dapat berguna bagi siapapun yang membacanya.

Bandung, 11 Agustus 2021



Zefanya Handika Mulyawan

2017410105

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang Masalah	1-1
1.2 Inti Permasalahan.....	1-3
1.3 Tujuan Penelitian	1-3
1.4 Pembatasan Masalah.....	1-4
1.5 Metode Penelitian	1-5
1.6 Sistematika Penulisan	1-6
1.7 Diagram Alir	1-7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	2-1
2.1 Mortar	2-1
2.2 <i>Self-Compacting Mortar</i>	2-2
2.3 Komposisi Mortar	2-2
2.3.1 Agregat Halus (Pasir Galunggung).....	2-2
2.3.2 Semen	2-3
2.3.3 Air.....	2-4
2.3.4 <i>Crumb Rubber</i>	2-5
2.3.5 <i>Superplasticizer</i>	2-5
2.4 Volume Absolut.....	2-5
2.5 Pengujian Spesimen.....	2-6

2.5.1	Uji <i>Specific Gravity</i>	2-6
2.5.2	Uji Absorpsi.....	2-6
2.5.3	Uji Gradasi.....	2-7
2.6	Pengujian <i>Self-Compacting Mortar</i>	2-7
2.6.1	Pengujian <i>mini slump flow</i>	2-7
2.6.2	Pengujian <i>mini v-funnel</i>	2-8
2.7	Perawatan Benda Uji	2-9
2.8	Pengujian Properti Mekanis Mortar.....	2-9
2.8.1	Uji Kuat Tekan	2-9
2.8.2	Berat Isi.....	2-10
2.8.3	Uji Modulus Elastisitas.....	2-10
BAB 3 PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENGUJIAN		3-1
3.1	Bahan Uji.....	3-1
3.1.1	Semen (<i>Portland Composite Cement</i>)	3-1
3.1.2	Pasir (Agregat Halus)	3-1
3.1.3	<i>Crumb Rubber</i>	3-2
3.1.4	<i>Superplasticizer</i>	3-3
3.2	Karakteristik Material.....	3-3
3.2.1	<i>Specific Gravity</i> Semen.....	3-4
3.2.2	<i>Specific Gravity</i> Pasir	3-5
3.2.3	<i>Specific Gravity Crumb Rubber</i>	3-7
3.2.4	Absorpsi Pasir.....	3-8
3.2.5	Absorpsi <i>Crumb Rubber</i>	3-9
3.2.6	<i>Fineness Modulus</i> Pasir	3-9
3.2.7	<i>Fineness Modulus Crumb Rubber</i>	3-11
3.3	Perhitungan Perencanaan Proporsi Campuran (<i>Mix design</i>)	3-12
3.4	Proporsi Campuran untuk Mortar	3-12
3.5	Prosedur Pengecoran, Pengujian, dan Pencetakan.....	3-13
3.6	Perawatan Benda Uji (<i>curing</i>)	3-16
3.7	Pengujian Benda Uji.....	3-17
3.7.1	Pengujian Kuat Tekan.....	3-17
3.7.2	Pengujian Modulus Elastisitas	3-18
BAB 4 ANALISIS DATA HASIL PENGUJIAN		4-1

4.1	Analisis Uji pada Mortar Segar	4-1
4.1.1	Pengujian <i>Mini Slump Flow</i>	4-1
4.1.2	Pengujian <i>Mini V-funnel</i>	4-2
4.2	Analisis Uji Kuat Tekan	4-3
4.2.1	Kuat Tekan M-FA100CR0	4-4
4.2.2	Kuat Tekan M-FA90CR10	4-5
4.2.3	Kuat Tekan M-FA80CR20	4-6
4.2.4	Kuat Tekan M-FA70CR30	4-7
4.3	Analisis Berat Isi	4-8
4.4	Analisis Uji Modulus Elastisitas.....	4-10
4.4.1	Regangan Longitudinal M-FA100CR0	4-10
4.4.2	Regangan Longitudinal M-FA90CR10	4-16
4.4.3	Regangan Longitudinal M-FA80CR20	4-19
4.4.4	Regangan Longitudinal M-FA70CR30	4-22
4.4.5	Modulus Elastisitas (E).....	4-24
4.4.6	Regangan Transversal M-FA100CR0	4-25
4.4.7	Regangan Transversal M-FA90CR10	4-30
4.4.8	Regangan Transversal M-FA80CR20	4-33
4.4.9	Regangan Transversal M-FA70CR30	4-36
4.4.10	<i>Poisson's Ratio</i> (μ)	4-39
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		5-1
5.1	Kesimpulan.....	5-1
5.2	Saran.....	5-2

DAFTAR PUSTAKA

UCAPAN TERIMAKASIH

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Diagram Alir	1-7
Gambar 2.1 Alat Uji Mini <i>Slump Flow</i>	2-8
Gambar 2.2 Alat Uji Mini V-funnel	2-8
Gambar 3.1 Semen Portland Komposit	3-1
Gambar 3.2 Pasir Galunggung.....	3-2
Gambar 3.3 Crumb Rubber	3-2
Gambar 3.4 Butir <i>Crumb Rubber</i> dilihat menggunakan mikroskop digital.....	3-3
Gambar 3.5 Superplasticizer Dynamon SP-1	3-3
Gambar 3.6 Pengujian <i>Specific Gravity</i> Semen.....	3-5
Gambar 3.7 Pengujian <i>Specific Gravity</i> Pasir.....	3-6
Gambar 3.8 Pengujian <i>Specific Gravity</i> Crumb Rubber	3-8
Gambar 3.9 Distribusi Ukuran Pasir Galunggung.....	3-10
Gambar 3.10 <i>Sieve Shaker</i>	3-11
Gambar 3.11 Distribusi Ukuran <i>Crumb Rubber</i>	3-12
Gambar 3.12 <i>Mixer</i>	3-14
Gambar 3.13 Mini <i>Slump Flow</i>	3-14
Gambar 3.14 Mini V-funnel	3-14
Gambar 3.15 Cetakan Kubus 50x50x50 mm.....	3-15
Gambar 3.16 Cetakan Silinder diameter 150 mm, tinggi 300 mm	3-15
Gambar 3.17 <i>Sealed Curing</i>	3-16
Gambar 3.18 Pengujian Kuat Tekan.....	3-17
Gambar 3.19 Pengujian Modulus Elastisitas	3-18
Gambar 4.1 Pengujian <i>Mini Slump Flow</i>	4-2
Gambar 4.2 Hubungan Rasio Volume <i>Crumb Rubber</i> dengan Diameter <i>Slump Flow</i>	4-2
Gambar 4.3 Hubungan Rasio Volume <i>Crumb Rubber</i> dengan Waktu Aliran.....	4-3

Gambar 4.4 Nilai Kuat Tekan M-FA100CR	4-5
Gambar 4.5 Perbandingan Kuat Tekan M-FA90CR10 dan M-FA100CR0	4-6
Gambar 4.6 Perbandingan Kuat Tekan M-FA80CR20 dan M-FA100CR0	4-7
Gambar 4.7 Perbandingan Kuat Tekan M-FA70CR30 dan M-FA100CR0	4-8
Gambar 4.8 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Seluruh Variasi	4-8
Gambar 4.9 Perbandingan Berat Isi	4-9
Gambar 4.10(b) Grafik Tegangan-Regangan M-FA100CR0 (2)	4-15
Gambar 4.10(c) Grafik Tegangan-Regangan M-FA100CR0 (3)	4-16
Gambar 4.11(a) Grafik Tegangan-Regangan M-FA90CR10 (1)	4-18
Gambar 4.11(b) Grafik Tegangan-Regangan M-FA90CR10 (2)	4-18
Gambar 4.11(c) Grafik Tegangan-Regangan M-FA90CR10 (3)	4-19
Gambar 4.12 (a) Grafik Tegangan-Regangan M-FA80CR20 (1)	4-21
Gambar 4.12 (b) Grafik Tegangan-Regangan M-FA80CR20 (2)	4-21
Gambar 4.12 (c) Grafik Tegangan-Regangan M-FA80CR20 (3)	4-21
Gambar 4.13(a) Grafik Tegangan-Regangan M-FA70CR30 (1)	4-23
Gambar 4.13(b) Grafik Tegangan-Regangan M-FA70CR30 (2)	4-24
Gambar 4.13(c) Grafik Tegangan-Regangan M-FA70CR30 (3)	4-24
Gambar 4.14 Perbandingan Nilai Modulus Elastisitas	4-25
Gambar 4.15(b) Grafik Regangan Aksial-Lateral M-FA100CR0 (2)	4-30
Gambar 4.15(c) Grafik Regangan Aksial-Lateral M-FA100CR0 (3)	4-30
Gambar 4.16(a) Grafik Regangan Aksial-Lateral M-FA90CR10 (1)	4-32
Gambar 4.16(b) Grafik Regangan Aksial-Lateral M-FA90CR10 (2)	4-33
Gambar 4.16(c) Grafik Regangan Aksial-Lateral M-FA90CR10 (3)	4-33
Gambar 4.17(a) Grafik Regangan Aksial-Lateral M-FA80CR20 (1)	4-35
Gambar 4.17(b) Grafik Regangan Aksial-Lateral M-FA80CR20 (2)	4-36
Gambar 4.17(c) Grafik Regangan Aksial-Lateral M-FA80CR20 (3)	4-36
Gambar 4.18(a) Grafik Regangan Aksial-Lateral M-FA70CR30 (1)	4-38

Gambar 4.18(b) Grafik Regangan Aksial-Lateral M-FA70CR30 (2) 4-38
Gambar 4.18(c) Grafik Regangan Aksial-Lateral M-FA70CR30 (3)..... 4-39
Gambar 4.19 Perbandingan Nilai *Poisson's Ratio* (μ) Umur 28 Hari 4-40



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Rekapitulasi Benda Uji untuk Pengujian.....	1-5
Tabel 2.1 Tabel Gradasi Agregat Halus (ASTM C-33).....	2-3
Tabel 2.2 Klasifikasi Berat Volume Beton.....	2-10
Tabel 3.1 <i>Specific Gravity</i> Semen	3-5
Tabel 3.2 <i>Specific Gravity</i> Pasir	3-7
Tabel 3.3 <i>Specific Gravity</i> Crumb Rubber	3-8
Tabel 3.4 Absorpsi Pasir.....	3-9
Tabel 3.5 Absorpsi <i>Crumb Rubber</i>	3-9
Tabel 3.6 <i>Fineness Modulus</i> Pasir	3-10
Tabel 3.7 <i>Fineness Modulus</i> Crumb Rubber	3-11
Tabel 3.8 <i>Mix Proportion</i> (kg/m ³).....	3-13
Tabel 4.1 Hasil Uji <i>Mini Slump Flow</i>	4-1
Tabel 4.2 Hasil Uji <i>Mini V-funnel</i>	4-3
Tabel 4.3 Hasil Uji Kuat Tekan M-FA100CR0.....	4-4
Tabel 4.4 Hasil Uji Kuat Tekan M-FA90CR10.....	4-5
Tabel 4.5 Hasil Uji Kuat Tekan M-FA80CR20.....	4-6
Tabel 4.6 Hasil Uji Kuat Tekan M-FA70CR30.....	4-7
Tabel 4.7 Data Hasil Pengujian Berat Isi.....	4-9
Tabel 4.8(a) Data Regangan Longitudinal spesimen M-FA100CR0 (1).....	4-10
Tabel 4.8(a) Data Regangan Longitudinal spesimen M-FA100CR0 (1) (lanjutan)	4-11
Tabel 4.8(b) Data Regangan Longitudinal spesimen M-FA100CR0 (2).....	4-12
Tabel 4.8(b) Data Regangan Longitudinal spesimen M-FA100CR0 (2) (lanjutan)	4-13
Tabel 4.8(c) Data Regangan Longitudinal spesimen M-FA100CR0 (3).....	4-13
Tabel 4.8(c) Data Regangan Longitudinal spesimen M-FA100CR0 (3) (lanjutan)	4-14
Tabel 4.9(a) Data Regangan Longitudinal spesimen M-FA90CR10 (1).....	4-16
Tabel 4.9(b) Data Regangan Longitudinal spesimen M-FA90CR10 (2).....	4-17

Tabel 4.9(c) Data Regangan Longitudinal spesimen M-FA90CR10 (3).....	4-17
Tabel 4.10 (a) Data Regangan Longitudinal spesimen M-FA80CR20 (1).....	4-19
Tabel 4.10 (b) Data Regangan Longitudinal spesimen M-FA80CR20 (2).....	4-20
Tabel 4.10 (c) Data Regangan Longitudinal spesimen M-FA80CR20 (3).....	4-20
Tabel 4.11(a) Data Regangan Longitudinal spesimen M-FA70CR30 (1).....	4-22
Tabel 4.11(b) Data Regangan Longitudinal spesimen M-FA70CR30 (2).....	4-22
Tabel 4.11(c) Data Regangan Longitudinal spesimen M-FA70CR30 (3).....	4-23
Tabel 4.12 Data Perhitungan Modulus Elastisitas	4-25
Tabel 4.13(a) Data Regangan Transversal spesimen M-FA100CR0 (1).....	4-26
Tabel 4.13(a) Data Regangan Transversal spesimen M-FA100CR0 (1) (lanjutan)	4-27
Tabel 4.13(b) Data Regangan Transversal spesimen M-FA100CR0 (2).....	4-27
Tabel 4.13(b) Data Regangan Transversal spesimen M-FA100CR0 (2) (lanjutan)	4-28
Tabel 4.13(c) Data Regangan Transversal spesimen M-FA100CR0 (3).....	4-28
Tabel 4.13(c) Data Regangan Transversal spesimen M-FA100CR0 (3) (lanjutan)	4-29
Tabel 4.14(a) Data Regangan Transversal spesimen M-FA90CR10 (1).....	4-31
Tabel 4.14(b) Data Regangan Transversal spesimen M-FA90CR10 (2).....	4-31
Tabel 4.14(c) Data Regangan Transversal spesimen M-FA90CR10 (3).....	4-32
Tabel 4.15(a) Data Regangan Transversal spesimen M-FA80CR20 (1).....	4-34
Tabel 4.15(b) Data Regangan Transversal spesimen M-FA80CR20 (2).....	4-34
Tabel 4.15(c) Data Regangan Transversal spesimen M-FA80CR20 (3).....	4-35
Tabel 4.16(a) Data Regangan Transversal spesimen M-FA70CR30 (1).....	4-37
Tabel 4.16(b) Data Regangan Transversal spesimen M-FA70CR30 (2).....	4-37
Tabel 4.16(c) Data Regangan Transversal spesimen M-FA70CR30 (3).....	4-37
Tabel 4.17 Data Perhitungan <i>Poisson's Ratio</i> (μ)	4-39

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

- A : Luas
- ACI : *American Concrete Institute*
- ASTM : *American Society of Testing and Materials*
- CR : *Crumb Rubber*
- CTM : *Compression Testing Machine*
- d : Diameter
- E : Modulus Elastisitas
- EFNARC : *European Federation of National Associations Representing for Concrete*
- FA : Fine Aggregate
- FM : Fineness Modulus
- f_m : Kuat Tekan Mortar
- MPa : Mega Pascal
- OPC : *Ordinary Portland Cement*
- PCC : *Portland Composite Cement*
- PPC : *Portland Pozzoland Cement*
- P_{max} : Beban Maksimum
- SG : *Specific Gravity*
- SSD : *Saturated Surface Dry*
- t : Tinggi
- V : Volume
- W : Massa
- w/c : *Water per cement ratio*
- α : Perbandingan volume *crumb rubber* dengan total volume *crumb rubber* dan volume pasir
- β : Perbandingan volume pasir dengan total volume *crumb rubber* dan volume pasir
- ρ : Massa Jenis
- σ : Tegangan
- ε : Regangan
- μ : *Poisson's Ratio*

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pada saat sekarang ini, guna menunjang perkembangan menuju negara maju, Indonesia sedang giat-giatnya melakukan pembangunan terutama pada segi infrastruktur. Hal ini menyebabkan kebutuhan pembuatan beton meningkat dengan pesat. Semakin meningkatnya kebutuhan pembuatan beton ini membuat kebutuhan mortar juga meningkat. Pada proyek-proyek besar seperti gedung atau jembatan, penggunaan mortar sebagai bahan campuran beton lebih banyak digunakan dibanding penggunaan semen konvensional. Walaupun memiliki harga yang lebih mahal, namun penggunaan mortar lebih dipilih karena dapat mempercepat proses konstruksi serta lebih mudah untuk disimpan. Sehingga penggunaan mortar ini dapat menghemat biaya total selama proses pelaksanaan konstruksi.

Pada masa pembangunan seperti ini, perlu adanya teknologi yang dapat mempercepat proses pelaksanaan konstruksi, namun tetap memiliki mutu yang baik. Salah satu solusi untuk menghadapi tantangan tersebut adalah dengan penggunaan *self-compacting mortar*. *Self-compacting mortar* adalah mortar dengan mutu tinggi yang dapat mengalir sendiri, memiliki daya tahan yang baik, dan memiliki kekuatan yang tinggi. Dipengaruhi dengan semakin meningkatnya kebutuhan para desainer untuk membangun suatu struktur dengan tulangan yang kompleks dan disertai dengan keterbatasan kemampuan para pekerja dalam melakukan pemadatan beton, sehingga menyebabkan tidak tercapainya kepadatan secara optimal. Beberapa akibat dari beton bertulang yang memiliki kepadatan yang kurang optimal antara lain dapat menurunkan kuat tekan dan sifat kedap air dari beton sehingga mudah terjadi karat di besi tulangan. Oleh karena itulah pengembangan terhadap *self-compacting mortar* mulai dilakukan karena

self-compacting mortar memiliki sifat yang lebih encer sehingga tidak memerlukan pemadatan secara manual.

Desain campuran untuk *self-compacting mortar* memiliki perbedaan dengan campuran beton konvensional. Dalam pembuatan *self-compacting mortar*, diperlukan penggunaan *admixture* yang dapat mereduksi penggunaan air serta mendapatkan beton dengan tingkat *workability* yang tinggi. Selain itu, untuk memperoleh campuran *self-compacting mortar* yang layak, terdapat beberapa parameter pengujian yang harus dipenuhi. Berdasarkan *European Federation of National Associations Representing for Concrete (EFNARC)*, *self-compacting mortar* memiliki 2 parameter pengujian yaitu *flowability* dan *V-funnel*.

Pada dasarnya, campuran mortar terdiri dari pasir, air, dan juga semen. Namun, seiring dengan teknologi yang semakin maju, mulailah banyak penelitian yang dilakukan terhadap komposisi dari campuran mortar untuk memperoleh variasi mortar yang diinginkan. Salah satu inovasi yang dapat dilakukan adalah dengan melakukan substitusi bahan pada campuran mortar tersebut. Dalam melakukan substitusi bahan, terdapat banyak material yang dapat digunakan, dimana salah satunya adalah limbah anorganik. Limbah anorganik yang digunakan dapat berupa sisa hasil produksi ataupun sisa bekas pemakaian. Salah satu limbah anorganik yang dapat digunakan adalah limbah ban karet atau dikenal dengan nama *crumb rubber*.

Seiring dengan jumlah pengguna kendaraan yang semakin meningkat, maka limbah ban karet (*crumb rubber*) pun terus bertambah. Dalam mengatasi permasalahan tersebut, solusi yang umum dilakukan adalah penimbunan serta pembakaran. Namun, solusi-solusi tersebut menyebabkan pencemaran lingkungan yang cukup serius. Oleh karena itu, perlu dilakukan solusi lain yang lebih ramah lingkungan dengan cara mendaur ulang *crumb rubber* tersebut. Pemanfaatan *crumb rubber* di Indonesia masih sangat terbatas, antara lain hanya untuk karpet karet, sol

sepatu karet, karet kompon, lapangan futsal, dan arena pacuan kuda. Disisi lain, pemanfaatan *crumb rubber* sebagai bahan substitusi sebagian pasir dalam pembuatan mortar masih sangat langka dilakukan.

Pemanfaatan *crumb rubber* sebagai pengganti pasir dalam pembuatan mortar dapat memberikan manfaat dalam mengurangi pencemaran lingkungan serta penghematan pasir. Selain itu, substitusi sebagian pasir dengan *crumb rubber* juga dapat memperbaiki mutu beton yang dihasilkan. Perbaikan mutu yang dimaksud antara lain: meningkatkan sifat lentur sehingga dapat memperlambat terjadinya keretakan pada beton, meningkatkan kemampuan beton dalam meredam getaran, menurunkan sifat penghantar panas, serta meningkatkan daya kedap air. Namun disisi lain, kekuatan dari beton akan berkurang ketika sebagian material pasir disubstitusi oleh *crumb rubber*. Oleh karena itu pemanfaatan tersebut hanya dapat dilakukan terhadap beton non-struktural yang tidak memerlukan kekuatan yang tinggi.

1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan pada penelitian ini adalah perilaku yang akan terjadi ketika sebagian pasir pada campuran mortar disubstitusi dengan *crumb rubber*, dikarenakan belum banyaknya penelitian yang dilakukan terutama terhadap sifat *self-compacting mortar*. Pengaruh volume *crumb rubber* terhadap sifat mekanis dari *self-compacting mortar* yang akan diuji dapat menjadi pertimbangan dalam penggunaan *crumb rubber* sebagai material campuran *self-compacting mortar*. Adapun sifat mekanis yang akan diuji antara lain kuat tekan dan modulus elastisitas dari *self-compacting mortar* tersebut.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1. Mengetahui pengaruh penggantian sebagian volume pasir

dengan *crumb rubber* terhadap kuat tekan dari *self-compacting mortar*.

2. Mengetahui pengaruh penggantian sebagian volume pasir dengan *crumb rubber* terhadap berat isi mortar keras
3. Mengetahui pengaruh penggantian sebagian volume pasir dengan *crumb rubber* terhadap modulus elastisitas dari *self-compacting mortar*.

1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Agregat halus alami yang digunakan adalah pasir ex. Galunggung. Rasio air terhadap semen (w/c) ditetapkan sebesar 0.35.
2. *Crumb Rubber* yang digunakan memiliki ukuran butir antara 0,15-0,6 mm atau tertahan pada saringan no. 30-100.
3. Perencanaan campuran menggunakan metode volume absolut.
4. Variasi volume *crumb rubber* di dalam total volume *self-compacting mortar* yang direncanakan adalah 0%, 10%, 20%, dan 30%.
5. Pengujian kuat tekan dilakukan pada spesimen kubus ukuran 50 × 50 × 50 mm dan diuji pada umur 7, 14, 28, dan 56 hari mengacu pada ASTM C109/C109M.
6. Pengujian modulus elastisitas dilakukan pada spesimen silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm yang diuji pada umur 7, 14, 28, dan 56 hari mengacu pada ASTM C469/469M.
7. Jumlah total benda uji: 48 buah kubus ukuran 50 × 50 × 50 mm dan 12 buah silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

Pada tabel 1.1 di bawah terdapat rekapitulasi benda uji untuk pengujian kuat tekan dan pengujian modulus elastisitas.

Tabel 1.1 Rekapitulasi Benda Uji untuk Pengujian

Jenis Pengujian	Bentuk	w/c	Persentase Penggantian Semen dengan <i>Crumb Rubber</i> (%)	Jumlah Benda Uji pada Umur (hari)			
				7	14	28	56
Uji Kuat Tekan	Kubus (50×50×50 mm)	0.35	0	3	3	3	3
			10	3	3	3	3
			20	3	3	3	3
			30	3	3	3	3
Uji Modulus Elastisitas	Silinder (d = 150 mm & t = 300 mm)	0.35	0	-	-	3	-
			10	-	-	3	-
			20	-	-	3	-
			30	-	-	3	-

1.5 Metode Penelitian

Dalam proses penyusunan skripsi ini, dilakukan beberapa metode untuk memperoleh data-data yang diperlukan. Adapun metode-metode yang dilakukan adalah:

1. Metode Studi Literatur

Dengan mengumpulkan informasi-informasi yang mendukung penyusunan skripsi ini melalui jurnal-jurnal yang diperoleh melalui internet. Metode ini dilakukan terutama untuk mencari hal-hal yang berkaitan mengenai teori-teori yang tidak diperoleh melalui hasil penelitian.

2. Metode Studi Eksperimental

Studi eksperimental ini dilakukan untuk mengetahui nilai kuantitatif dari pengaruh substitusi sebagian pasir dengan *crumb rubber* terhadap campuran mortar. Pengaruh yang dimaksud adalah pengaruh volume *crumb rubber* terhadap sifat mekanis dari *self-compacting mortar* seperti kuat tekan dan modulus elastisitas.

3. Metode Analisis Data

Setelah selesai melakukan studi eksperimental, data yang diperoleh akan diolah untuk menarik kesimpulan baik secara kualitatif ataupun kuantitatif yang dapat digunakan untuk pengambilan keputusan.

1.6 Sistematika Penulisan

Berikut ini adalah sistematika penulisan yang terdapat pada penelitian ini:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini, berisi pengenalan mengenai topik dari skripsi yang terdiri dari latar belakang, inti permasalahan, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metodologi penelitian, sistematika penulisan, serta diagram alir.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang landasan teori mengenai hal-hal terkait dengan penelitian yang dilakukan supaya dapat menunjang proses eksperimental agar dapat berjalan dengan lancar.

BAB 3 PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENGUJIAN

Bab ini menjelaskan bagaimana proses persiapan dan pelaksanaan yang dilakukan terhadap benda uji untuk memperoleh data-data yang diperlukan untuk kemudian dilakukan pengolahan berupa analisis data hingga menghasilkan kesimpulan.

BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

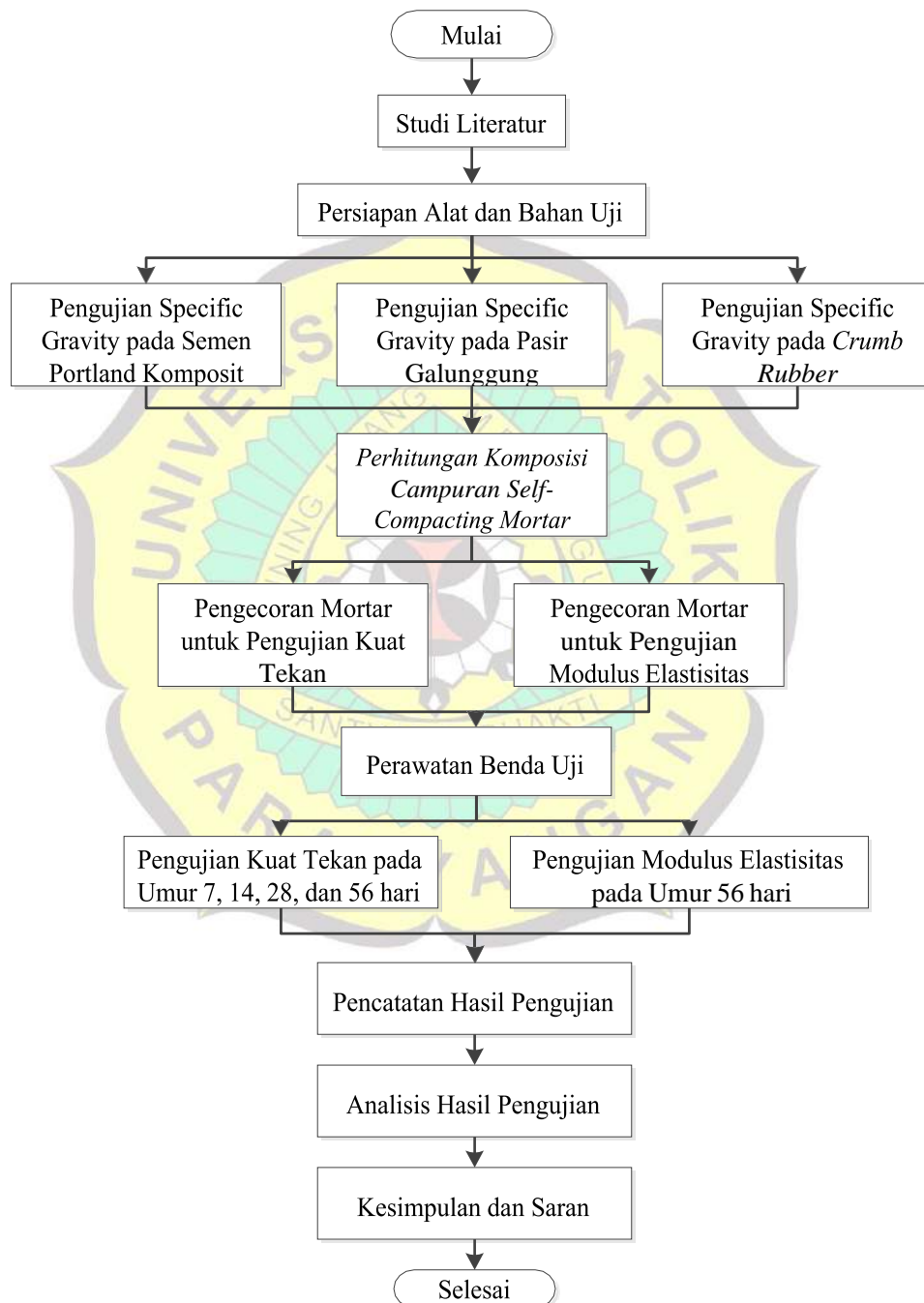
Bab ini akan menguraikan tentang bagaimana hasil dari pengolahan data yang dilakukan, baik secara kualitatif maupun kuantitatif.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh berdasarkan analisis yang telah dilakukan serta saran-saran yang sebaiknya dilakukan berdasarkan hasil analisis tersebut.

1.7 Diagram Alir

Tahap-tahap yang dilakukan selama proses penelitian semenjak pertama kali dimulai hingga penelitian selesai direpresentasikan pada diagram alir yang terlihat seperti pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Diagram Alir