

**SKRIPSI**  
**ANALISIS KETAHANAN SULFAT MORTAR**  
**GEPOLIMER BERBAHAN DASAR *FLY ASH* DAN**  
**ABU SEKAM PADI DENGAN VARIASI RASIO**  
 **$\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$**



**RAMADHONY MUSTIKA ABDULLAH**  
**0301138132066**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**2018**

# ANALISIS KETAHANAN SULFAT MORTAR GEOPOLIMER BERBAHAN DASAR *FLY ASH* DAN ABU SEKAM PADI DENGAN VARIASI RASIO $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$

Saloma<sup>1</sup>, Hanafiah<sup>2</sup>, Ramadhony Mustika Abdulah<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya  
Jl. Srijaya Negara Kampus Palembang  
E-mail: saloma\_571@yahoo.co.id

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya  
Jl. Srijaya Negara Kampus Palembang  
E-mail: hanafiah\_dr@yahoo.com.sg

<sup>3</sup>Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya  
Jl. Srijaya Negara Kampus Palembang  
E-mail: ramadhony.ma@gmail.com

## Abstrak

Beton geopolimer merupakan material yang ramah lingkungan, karena material tersusun dari bahan alam non organik yang melalui proses polimerisasi dan dapat dikembangkan sebagai alternatif pengganti beton konvensional di masa mendatang. Parameter yang dapat mempengaruhi mutu mortar geopolimer salah satunya rasio natrium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) dan sodium hidrosida ( $\text{NaOH}$ ). Pada penelitian ini aktivaor yang digunakan adalah  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  dan  $\text{NaOH}$  berfungsi untuk mempercepat reaksi polimerisasi saat pembuatan mortar geopolimer. Pada pembuatan mortar geopolimer ini perbandingan sodium hidrosida adalah 10 M dan sodium silika adalah 2,50, 2,75, 3,00 dan 3,25. Perbandingan *fly ash* dan abu sekam padi adalah sebesar 100%:0%, 75%:25%, 50%:50% dan 25%:75%. Pada benda uji mortar geopolimer dilakukan pengujian berat jenis, kuat tekan mortar geopolimer pada umur 28 hari, 56 hari tidak direndam dan 56 hari direndam, dengan benda uji berebentu kubus berukuran 50x50x50 cm. Semakin banyak penggunaan abu sekam padi yang digunakan berat jenis mortar geopolimer juga semakin kecil. Kuat tekan mortar geopolimer semakin besar jika abu sekam padi yang digunakan semakin sedikit. Kuat tekan juga semakin besar jika penggunaan sodium silikasemakin sedikit. Kuat tekan maksimum yang didapatkan adalah pada komposisi campuran MG-1 2,75 yaitu sebesar 43,51 MPa. Kuat tekan minimum yang didapat adalah pada komposisi campuran MG-4 3,25 yaitu sebesar 0,56 MPa.

**Kata kunci:** Mortar Geopolimer,  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ,  $\text{NaOH}$ , Kuat tekan, Durabilitas, *Fly ash*, Abu sekam padi

Pembimbing I

Dr. Saloma, S.T., M.T.  
NIP. 197610312002122001

Palembang, Maret 2018  
Pembimbing II

Dr. Ir. Hanafiah, M.S.  
NIP. 195603141985031020

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Sipil



Dr. Helmi Hakki, M.T  
NIP. 196107031991021001

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISIS KETAHANAN SULFAT MORTAR GEOPOLIMER  
BERBAHAN DASAR *FLY ASH* DAN ABU SEKAM PADI  
DENGAN VARIASI RASIO  $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$**

**SKRIPSI**

Dibuat Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar  
Sarjana Teknik

Oleh :

**RAMADHONY MUSTIKA ABDULAH**  
**03011381320066**

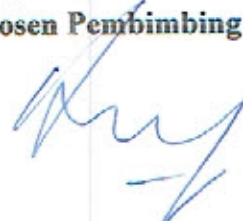
**Palembang, Maret 2018**

**Dosen Pembimbing I,**



**Dr. Saloma, S.T., M.T.**  
**NIP. 197610312002122001**

**Diperiksa dan disetujui oleh,  
Dosen Pembimbing II,**



**Dr. Ir. Hanafiah, M.S.**  
**NIP. 195603141985031020**

**Mengetahui/Menyetujui  
Ketua Jurusan Teknik Sipil,**



**Ir. Helmi Hakki, M.T.**  
**NIP. 196107031991021001**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah ini berupa Skripsi dengan judul “Analisis Ketahanan Sulfat Mortar Geopolimer Berbahan Dasar *Fly Ash* dan Abu Sekam Padi Dengan Variasi Rasio  $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$ ” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 16 Maret 2018.

Palembang, Maret 2018

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

Ketua:

1. **Dr. Saloma, S. T., M.T.**  
NIP. 197610312002122001
2. **Dr. Ir. Hanafiah, M.S.**  
NIP. 196503141985031020

Anggota:

3. **Ir. H. Yakni Idris, M.Sc.**  
NIP. 195812111987031002
4. **Ir. Sutanto Muliawan, M.Eng.**  
NIP. 195604241990031001

( *Saloma* )

( *Hanafiah* )

( *Yakni Idris* )

( *Sutanto Muliawan* )

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Sipil



**Ir. Helmi Hakki, M.T.**  
NIP. 196107031991021001

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah ini berupa Skripsi dengan judul “Analisis Ketahanan Sulfat Mortar Geopolimer Berbahan Dasar *Fly Ash* dan Abu Sekam Padi Dengan Variasi Rasio  $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$ ” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Fakultas teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 16 Maret 2018.

Palembang, Maret 2018

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

Ketua:

1. **Dr. Saloma, S. T., M.T.**  
NIP. 197610312002122001
2. **Dr. Ir. Hanafiah, M.S.**  
NIP. 196503141985031020

( *Saloma* )

( *Hanafiah* )

Anggota:

3. **Ir. H. Yakni Idris, M.Sc.**  
NIP. 195812111987031002
4. **Ir. Sutanto Muliawan, M.Eng.**  
NIP. 195604241990031001

( *Yakni Idris* )

( *Sutanto Muliawan* )

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Sipil



**Ir. Helmi Hakki, M.T.**  
NIP. 196107031991021001

## HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Ramadhony Mustika Abdulah

NIM : 03011381320066

Judul : Analisis Ketahanan Sulfat Mortar Geopolimer Berbahan Dasar  
*Fly Ash* dan Abu Sekam padi dengan Variasi Rasio  $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, Maret 2018



**Ramadhony Mustika Abdulah**  
**NIM. 03011381320066**

## HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Ramadhony Mustika Abdulah

NIM : 03011381320066

Judul : Analisis Ketahanan Sulfat Mortar Geopolimer Berbahan Dasar  
*Fly Ash* dan Abu Sekam padi dengan Variasi Rasio  $\text{Na}_2\text{SiO}_3/$   
NaOH

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu satu tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*corresponding*).

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Palembang, Maret 2018



**Ramadhony Mustika Abdulah**  
NIM. 03011381320066

## RIWAYAT HIDUP

Nama Lengkap : Ramadhony Mustika Abdulah  
TempatLahir : Tangerang  
TanggalLahir : 6 Febuari 1996  
JenisKelamin : Laki-Laki  
Agama : Islam  
Status : Belum Menikah  
Warga Negara : Indonesia  
Alamat : Jln. Politeknik Komp. Griya Mitra Blok A No 8, Bukit  
Lama, Palembang  
Nama Ibu : Anita Wijaya, SH  
Nama Ayah : John Kenedy, SH  
Alamat Orang Tua : Jln. Politeknik Komp. Griya Mitra Blok A No 8, Bukit  
Lama, Palembang  
Nomor HP : 082282939382  
E-mail : ramadhonyma@gmail.com  
Riwayat Pendidikan :

Nama Sekolah	Fakultas	Jurusan	Pendidikan	Periode
TK Baitullah Palembang	-	-	-	2000-2001
SD Negeri 6 Palembang	-	-	-	2001-2007
SMP Negeri 17 Palembang	-	-	-	2007-2010
SMA Negeri 1 Palembang	-	-	-	2010-2013
Universitas Sriwijaya	Teknik	Teknik Sipil	Strata 1	2013-2018

Demikian riwayat hidup ini dibuat dengan sebenarnya.

Dengan hormat,



Ramadhony Mustika Abdulah



## KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur diucapkan kepada Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya laporan tugas akhir ini dapat dibuat dan diselesaikan tepat pada waktunya. Laporan tugas akhir ini berjudul “Pengaruh Rasio  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  dan  $\text{NaOH}$  terhadap Ketahanan Sulfat Mortar Geopolimer dengan *Precursor Fly Ash* dan Abu Sekam Padi”.

Dalam penyusunan dan penulisan laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan serta dukungan berbagai pihak. Terima kasih sebesar-besarnya ditunjukkan kepada semua pihak yang telah membantu jalannya proposal tugas akhir, antara lain:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaff, MSCE, selaku Rektor Universitas Sriwijaya
2. Bapak Ir. Helmi Haki M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dr. Saloma, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing 1 dan Bapak Dr. Ir. Hanafiah, M.S selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah banyak memberikan bantuan, ilmu dan waktu untuk konsultasi dalam menulis laporan ini.
4. Ibu Rhaptyalyani, S.T., M.Eng selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing saya selama menjalani pendidikan di Universitas Sriwijaya
5. Seleruh dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya yang telah memberikan pendidikan dan ilmu yang sangat bermanfaat selama menjalani pendidikan di Universitas Sriwijaya.
6. Pihak PT. Semen Baturaja yang telah membantu, membimbing dan memberikan ilmu selama penelitian tugas akhir ini berlangsung.
7. Teman-teman angkatan 2013 atas bantuan dan masukannya.

Penulisan laporan tugas akhir ini masih perlu ditingkatkan lagi dalam berbagai hal, untuk itu setiap kritik dan saran yang bersifat positif diterima dengan kerendahan hati guna peningkatan kualitas diri dan juga pembekalan pengetahuan

di kemudian hari. Laporan ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi setiap pembaca. Sekian dan terima kasih.

Palembang, Maret 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
Halaman Judul .....	i
Kata Pengantar .....	ii
Daftar Isi .....	iv
Daftar Gambar .....	vi
Daftar Tabel .....	viii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	2
1.4. Ruang Lingkup .....	2
1.5. Metode Pengumpulan Data .....	3
1.6. Rencana Sistematika Penulisan .....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Geopolimer .....	5
2.2. Material Pembentuk Mortar Geopolimer .....	5
2.2.1. <i>Precursor</i> .....	6
2.2.2. Alkali Aktivator .....	9
2.2.3. Agregat Halus .....	10
2.2.4. Bahan Tambahan ( <i>Admixture</i> ) .....	11
2.3. Faktor yang Mempengaruhi Karakteristik Mortar Geopolimer .....	12
2.3.1. Konsentrasi NaOH .....	12
2.3.2. Rasio $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$ .....	13
2.3.3. Rasio Aktivator/ <i>Precursor</i> .....	14
2.3.4. Rasio Agregat Halus/ <i>Precursor</i> .....	14
2.4. Komposisi Campuran .....	15
2.5. Pengujian Mortar Segar .....	16

	<b>Halaman</b>
2.5.1. Pengujian <i>Slump Flow</i> .....	16
2.5.2. Waktu Pengikatan ( <i>Setting Time</i> ) .....	17
2.5.3. Perawatan ( <i>Curing</i> ) .....	17
2.7. Sifat Durabilitas .....	18
 <b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1. Studi Literatur .....	20
3.2. Alur Penelitian .....	20
3.3. Material .....	22
3.4. Peralatan .....	26
3.5. Tahapan Pengujian di Laboratorium .....	29
3.5.1. Tahapan Persiapan Material dan Alat .....	30
3.5.2. Tahapan Pengujian Material Penyusun .....	30
3.5.3. Tahapan Komposisi Campuran .....	31
3.5.4. Tahapan Pengujian .....	32
3.5.5. Tahapan Pengujian Ketahanan Terhadap Sulfat .....	33
3.6. Pembuatan Benda Uji .....	33
3.6.1. Persiapan Material Penyusun Mortar Geopolimer.....	34
3.6.2. Pengadukan Material .....	34
3.6.3. Pengujian <i>Slump Flow</i> .....	35
3.6.4. Pengujian <i>Setting Time</i> .....	36
3.6.5. Pencetakan Benda Uji.....	38
3.6.6. Perawata ( <i>Curing</i> ).....	38
3.7. Pengujian Ketahanan Sulfat Mortar Geopolimer.....	38
 <b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1. Hasil Pengujian Beton Segar .....	39
4.1.1. Hasil Pengujian <i>Slump Flow</i> .....	39
4.1.2. Hasil Pengujian <i>Setting Time</i> .....	41
4.2. Pengujian Mortar Geopolimer .....	43
4.2.1. Hasil Pengujian Berat Jenis .....	43

	<b>Halaman</b>
4.2.2. Hasil Pengujian Kuat Tekan .....	44
4.3. Pengujian Durabilitas.....	46
4.3.1. Hasil Pengujian Berat Jenis .....	46
4.3.2. Hasil Pengujian Kuat Tekan .....	48
4.3.3. Perbandingan Kuat Tekan.....	49
BAB 5 PENUTUP	
5.1. Kesimpulan .....	52
5.2. Saran .....	52
DAFTAR PUSTAKA .....	53

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang sangat dibutuhkan. Beton digunakan karena memiliki kuat tekan yang tinggi, mudah dibentuk, perawatan yang tidak sulit dan menggunakan bahan yang mudah didapat sebagai campurannya. Sekarang perkembangan beton sangat maju, terbukti dengan banyaknya konsumen yang ingin menggunakan beton sehingga dibutuhkan beton yang murah dengan kualitas yang baik.

Pada dasarnya beton terdiri dari agregat kasar, agregat halus, semen dan air. Campuran tersebut bisa menjadi beton karena adanya hidrasi yang mengakibatkan campuran beton tersebut menjadi keras. Untuk mendapatkan beton yang sesuai dengan keinginan harus dilakukan proporsi terhadap komposisi campuran beton sehingga mendapatkan hasil yang baik. Diperlukan inovasi untuk mendapatkan *high workability*, tetapi tetap dengan mutu beton yang sesuai dengan yang direncanakan.

Terdapat beberapa kendala pada saat pengerjaan beton pada bangunan seperti pengawasan yang kurang baik, kualitas pekerja yang kurang terlatih, dan profesionalisme pekerja yang dinilai masih kurang maksimal serta tingkat *human error* yang cukup tinggi. Selain itu, dibutuhkan teknologi beton yang lebih efektif dan efisien. Penggunaan beton geopolimer merupakan salah satu solusi yang dapat meningkatkan efisiensi mutu beton baik fisik maupun pada saat pelaksanaannya.

Beton geopolimer merupakan material yang ramah lingkungan, karena material tersusun dari bahan alam non organik yang melalui proses polimerisasi dan dapat dikembangkan sebagai alternatif pengganti beton konvensional di masa mendatang. Selain kuat tekan yang biasanya dijadikan pengujian paling umum, terdapat juga durabilitas ketahanan terhadap sulfat yang merupakan parameter untuk mengukur ketahanan beton terhadap sulfat yang menyebabkan terjadinya penurunan massa dan kuat tekan beton yang mengakibatkan menurunnya kualitas beton.

Parameter yang dapat mempengaruhi mutu mortar geopolimer salah satunya rasio natrium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) dan sodium hidrosikda ( $\text{NaOH}$ ). Untuk saat ini belum ditemukan komposisi campuran yang maksimal untuk mendapatkan mutu mortar geopolimer. Berdasarkan hal tersebut, dilakukan penelitian mengenai pengaruh rasio  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  dan  $\text{NaOH}$  terhadap ketahanan sulfat mortar geopolimer dengan *precursor fly ash* dan abu sekam padi.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan mengenai pengaruh rasio  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  dan  $\text{NaOH}$  terhadap ketahanan sulfat mortar geopolimer dengan *precursor fly ash* dan abu sekam padi, maka rumusan masalah yang dibahas pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh penggunaan *fly ash* dan abu sekam padi sebagai *precursor* terhadap ketahanan sulfat mortar geopolimer?
2. Bagaimana pengaruh rasio  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  dan  $\text{NaOH}$  terhadap *durability* mortar geopolimer?
3. Bagaimana menentukan komposisi optimum campuran geopolimer dengan *precursor fly ash* dalam larutan  $\text{Na}_2\text{SiO}$  dan  $\text{NaOH}$  untuk menghasilkan mortar geopolimer yang memiliki kuat tekan yang tinggi?

## 1.3. Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dan tujuan mengenai pengaruh rasio  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  dan  $\text{NaOH}$  terhadap ketahanan sulfat mortar geopolimer dengan *precursor fly ash* dan abu sekam padi pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh penggunaan *fly ash* dan abu sekam padi sebagai *precursor* terhadap *durability* mortar geopolimer.
2. Menganalisis pengaruh rasio  $\text{Na}_2\text{SiO}$  dan  $\text{NaOH}$  terhadap ketahanan sulfat mortar geopolimer.
3. Menganalisis komposisi optimum campuran geopolimer dengan *precursor fly ash* dalam larutan  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  dan  $\text{NaOH}$  untuk menghasilkan mortar geopolimer yang memiliki kuat tekan yang tinggi

#### 1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka ruang lingkup tujuan penelitian ini difokuskan mengenai pengaruh rasio  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  dan  $\text{NaOH}$  terhadap ketahanan sulfat mortar geopolimer dengan *precursor fly ash* dan abu sekam padi adalah sebagai berikut:

1. *Fly ash* dan abu sekam padi yang lolos saringan No. 200 digunakan sebagai *precursor* dengan perbandingan 100:0, 75:25, 50:50, dan 25:75.
2. Larutan  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  dan  $\text{NaOH}$  sebagai aktivator.
3. Konsentrasi  $\text{NaOH}$  sebesar 14 M.
4. Rasio aktivator dan *precursor* sebesar 0,45.
5. Rasio agregat halus dan *precursor* sebesar 0,5.
6. Rasio  $\text{Na}_2\text{SiO}_3/\text{NaOH}$  sebesar 2,5; 2,75; 3,0 dan 3,25.
7. Pengujian mortar segar meliputi *slump flow test* dan *setting time*.
8. Pembuatan benda uji berbentuk persegi berukuran 5cm x 5cm x 5cm
9. Perawatan (*curing*) benda uji dilakukan pada suhu 90°C selama 24 jam dengan menggunakan metode penguapan (*steam*).
10. Sifat durabilitas mortar geopolimer yang dibahas adalah ketahanan terhadap sulfat.
11. Standar pengujian material menggunakan ASTM (*American Standard Testing and Material*)

#### 1.5 Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini sumber pengumpulan data yang dilakukan dengan menggunakan dua cara, yaitu:

##### 1. Data primer

Dimana data primer adalah data yang diperoleh dari data penelitian secara langsung. Data primer pada proyek ini antara lain:

- a. Pengamatan langsung atau percobaan laboratorium
- b. Menghitung hasil percobaan
- c. Konsultasi langsung dengan pembimbing

##### 2. Data sekunder

Sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh dari data penelitian yang



sudah ada. Data sekunder pada proyek ini antara lain:

- a. Studi pustaka sebagai referensi yang berkaitan dengan pembahasan
- b. Data-data Percobaan Laboratorium

## **1.6 Rencana Sistematika Penulisan**

Adapun rencana sistematika penulisan pada laporan tugas akhir ini disusun menjadi lima bab, dengan sistematika sebagai berikut:

### **BAB I PENDAHULUAN**

Dalam bab ini berisikan tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian dan sistematika penulisan.

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Dalam bab ini menguraikan kajian literatur yang menjelaskan mengenai teori tentang material penyusun beton, bahan campuran untuk pembuatan beton dan pengujian beton serta dan penelitian terdahulu yang menjadi acuan untuk melaksanakan penelitian ini.

### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Dalam bab ini membahas mengenai material dan alat- alat yang akan digunakan pada penelitian ini, pelaksanaan penelitian yang dilakukan meliputi pengujian material, pembuatan benda uji dan pengujian benda uji.

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dalam bab ini membahas pengujian mortar segar yaitu *slump flow* dan *setting time*, hasil pengujian kuat tekan 28 hari, 56 hari tak rendam dan 56 hari rendam.

### **BAB V PENUTUP**

Dalam bab ini melampirkan daftar pustaka yang digunakan dalam penelitian ini.