

**SKRIPSI**

**STUDI EKSPERIMENTAL PROPORSI BETON  
KEKUATAN TINGGI RENCANA  $f'_c$  80 MPa DENGAN  
SEMEN OPC SESUAI ACI 211.4R-08**



**IGNASIUS DANNY SOEBIANTO**

**NPM: 2012410015**

**PEMBIMBING: Dr. Cecilia Lauw Giok Swan**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)**

**BANDUNG**

**Januari 2017**

**SKRIPSI**

**STUDI EKSPERIMENTAL PROPORSI BETON  
KEKUATAN TINGGI RENCANA  $f'_c$  80 MPa DENGAN  
SEMEN OPC SESUAI ACI 211.4R-08**



**IGNASIUS DANNY SOEBIANTO**

**NPM: 2012410015**

**Bandung, 19 Januari 2017**

**Pembimbing:**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Cecilia', written over a horizontal line.

**Dr. Cecilia Lauw Giok Swan**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)  
BANDUNG  
Januari 2017**

## PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini,

Nama lengkap : Ignasius Danny Soebianto

NPM : 2012410015

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul : **“STUDI EKSPERIMENTAL PROPORSI BETON KEKUATAN TINGGI RENCANA  $f'_c$  80 MPa DENGAN SEMEN OPC SESUAI ACI 211.4R-08”** 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, 19 Januari 2017



Ignasius Danny Soebianto

2012410015

# STUDI EKSPERIMENTAL PROPORSI BETON KEKUATAN TINGGI RENCANA $f'_c$ 80 MPa DENGAN SEMEN OPC SESUAI ACI 211.4R-08

**Ignasius Danny Soebianto**

**NPM : 2012410015**

**Pembimbing : Dr. Cecilia Lauw Giok Swan**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 227/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)**

**BANDUNG**

**Januari 2017**

**ABSTRAK**

Berbagai penelitian dan percobaan dibidang teknologi beton dilakukan sebagai upaya untuk mencapai kualitas beton yang dihasilkan. Teknologi perencanaan campuran beton dikembangkan melalui penelitian dan percobaan. Desain proporsi beton  $f'_c$  80 MPa untuk  $f'_{cr}$  92,82 MPa membutuhkan *admixture* mineral dan kimia, yaitu silica fume Masterlife SF 100 berat jenis 2,227 dan *superplasticizer* MasterGlenium SKY 8851 berat jenis 1,10. Digunakan semen OPC berat jenis 3,0825. Penentuan proporsi campuran menggunakan ACI 211.4R-08. Benda uji menggunakan silinder 100x200 mm yang diuji pada umur 7, 14 dan 28 hari. Kuat tekan beton rata-rata sesuai kurva regresi dengan w/c 0,23 dan kadar semen OPC 869,45 kg/m<sup>3</sup> pada umur 28 hari hanya dapat mencapai  $f'_c$  60,49 MPa dengan simpangan baku 2,78 MPa. Secara teoritis  $f'_c$  yang dapat dicapai hanya 55,93 MPa ( $\approx 70\%$  dari  $f'_c$  yang direncanakan). Dari berat jenis semen OPC di estimasi bahwa kadar campuran dalam semen OPC yang mencapai 5,87% mempunyai pengaruh yang sangat besar pada kuat tekan yang dapat dicapai beton pada umur 28 hari. Meskipun demikian pada beton muda dengan semen OPC ini faktor umur pada 3, 7, 14 dan 21 hari nilainya 0,46, 0,70, 0,88 dan 0,955 yang mendekati nilai-nilai faktor umur dalam Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 (PBI 1971).

Kata kunci : beton mutu tinggi, ACI, semen portland, kuat tekan

# **EXPERIMENTAL STUDY OF MIX DESIGN HIGH STRENGTH CONCRETE $f'_c$ 80 MPa BY USING OPC CEMENT BASED ON ACI 211.4R-08**

**Ignasius Danny Soebianto**

**NPM : 2012410015**

**Advisor : Dr. Cecilia Lauw Giok Swan**

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY  
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING**

**(Accredited By SK BAN-PT Nomor: 227/BAN-PT/Ak-XVI/S/XI/2013)**

**BANDUNG**

**JANUARY 2017**

**ABSTRACT**

Many researches and trials in the field of concrete technology as part of efforts to achieve the quality of concrete produced. Concrete mix design technology developed through research and experimentation. Design of concrete proportion of  $f'_c$  80 MPa to  $f'_{cr}$  92.82 MPa require mineral and chemical admixture, namely silica fume Masterlife SF 100 2.227 specific gravity 2,227 and superplasticizer MasterGlenium 8851 SKY 8851 specific gravity 1,10. Used OPC cement specific gravity 3,0825. Determining the proportion of mixed-use ACI 211.4R-08. The test specimen using 100x200 mm cylinders were tested at the age of 7, 14 and 28 days. Concrete compressive strength average corresponding regression curves with w / c of 0.23 and a cement content OPC 869.45 kg/m<sup>3</sup> at 28 days can only reach  $f'_{cr}$  60.49 MPa with a standard deviation of 2.78 MPa. Theoretically  $f'_c$  that could be achieved only 55.93 MPa ( $\approx$ 70% of the plan). From OPC cement specific gravity in estimation that the level of mix in the cement OPC reaches 5.87% had a huge influence on the compressive strength of concrete can be achieved at 28 days. Nevertheless, in young age concrete with cement OPC's age at 3, 7, 14 and 21 days worth of 0.46, 0.70, 0.88 and 0.955 are approaching the values of the age factor in Reinforced Concrete Indonesia Regulations 1971 (PBI 1971 ).

Key words : high strength concrete, Silicafume, Superplasticizer, ACI, Portland Cement, Compressive Stentgh.

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa, karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **“STUDI EKSPERIMENTAL PROPORSI BETON KEKUATAN TINGGI RENCANA  $f'_c$  80 MPa DENGAN SEMEN OPC SESUAI ACI 211.4R-08”** dengan baik.

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi syarat kelulusan studi S-1 Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung. Mata kuliah skripsi ini merupakan mata kuliah wajib berbobot 4 sks dan dapat ditempuh setelah lulus sebanyak 120 sks.

Dalam proses pengerjaan skripsi ini, baik selama proses persiapan, pembuatan benda uji, pengujian, maupun penulisan, tentu ditemukan hambatan-hambatan yang tidak dapat diselesaikan oleh penulis sendiri. Oleh karena itu, penulis sangat berterima kasih atas kritik, saran, dan bantuan yang diberikan oleh berbagai pihak selama penulisan skripsi ini hingga dapat diselesaikan dengan baik. Untuk itu penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sedalam – dalamnya kepada :


1. Dr. Cecilia Lauw Giok Swan selaku dosen pembimbing yang selalu membantu dan membimbing serta memberi masukan dan saran selama proses pembuatan skripsi ini.
2. Orang tua penulis serta saudara yang senantiasa memberi dorongan semangat dan bantuan dalam proses penelitian skripsi ini.
3. Teman – teman seperjuangan; Yosua, Bayu, Juan, David, Safero, Ardy dan Suharyoko yang saling membantu dalam persiapan, pengujian, dan penyusunan skripsi ini
4. Bapak Teguh, Bapak Didi dan pekarya yang banyak membantu dan memberi arahan dan masukan dalam pembuatan benda uji dan uji eksperimental di laboratorium sejak pengujian sebelum semester ganjil ini dimulai.

5. Sipil 2012 atas segala bantuan dan kebersamaannya selama 4.5 tahun di UNPAR.
6. Semua pihak baik yang telah membantu maupun mendoakan yang tak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Penulis menerima saran dan kritik yang membangun dan penulis berharap skripsi ini dapat berguna untuk penelitian dan penerapan dimasa yang akan datang.

Bandung, 19 Januari 2017

Penulis,



Ignasius Danny Soebianto  
2012410015

# DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	i
ABSTRACT.....	ii
PRAKATA .....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR NOTASI.....	vii
DAFTAR SINGKATAN .....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1-1
1.1. Latar Belakang .....	1-1
1.2. Inti Permasalahan.....	1-2
1.3. Tujuan Penelitian.....	1-2
1.4. Pembatasan Masalah .....	1-2
1.5. Metode Penelitian.....	1-3
1.6. Diagram Alir .....	1-4
1.7. Sistematika Penulisan.....	1-5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	2-1
2.1 Beton.....	2-1
2.1.1. Semen Portland .....	2-2
2.1.2. Agregat Kasar.....	2-3
2.1.3. Agregat Halus.....	2-3
2.1.4. Air.....	2-4
2.1.5. Zat Tambahan ( <i>Admixture</i> ).....	2-4
2.2 Beton Mutu tinggi .....	2-6
2.3 Perawatan Beton dan Pengujian Beton.....	2-9
2.4 Kekuatan Beton.....	2-9
2.4.1. Kuat Tekan Beton.....	2-10
2.4 Regresi Perkembangan Kuat Tekan Beton.....	2-10



2.5 Faktor Umur Berdasarkan PBI 1971 .....	2-11
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>3-1</b>
3.1. Persiapan Bahan .....	3-1
3.1.1. Semen.....	3-1
3.1.2. Agregat Kasar.....	3-1
3.1.3. Agregat Halus.....	3-2
3.1.4. Air .....	3-3
3.1.5. Silica Fume .....	3-3
3.1.6. Superplasticizer .....	3-4
3.2. Peralatan yang digunakan.....	3-5
3.3. Pemeriksaan Karakteristik Material .....	3-7
3.3.1. Specific Gravity.....	3-7
3.3.2. Bulk Density.....	10
3.3.3. Absorpsi .....	3-11
3.4. Proporsi Campuran Beton .....	3-12
3.4.1. Proporsi Campuran Beton ACI 211.4R-08.....	3-14
3.5. Pembuatan Silinder Uji .....	3-14
3.6. Perawatan Silinder Uji .....	3-14
3.7. Pengujian Kekuatan Tekan.....	3-15
<b>BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>4-1</b>
4.1. Evaluasi kuat tekan beton dengan desain campuran ACI 211.4R-08.....	4-1
4.2. Estimasi campuran fly ash dalam semen OPC .....	4-4
4.3. Perbandingan faktor umur ACI 211.4R-08 dengan Peraturan Beton Bertulang Indonesia (1971) .....	4-5
4.4 Nilai kuat tekan aktual.....	4-6
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>5-1</b>
5.1. Kesimpulan .....	5-1
5.2. Saran .....	5-1
Daftar Pustaka.....	5-1
LAMPIRAN Hasil Uji Kuat Tekan Beton (ACI211.4R-08).....	xi

## DAFTAR NOTASI

$f'c$	=	Kuat tekan rencana	(MPa)
$f'cr$	=	Kuat tekan rata-rata	(MPa)
X	=	Umur	(hari)
Y	=	Kuat Tekan	(MPa)

## DAFTAR SINGKATAN

ACI	=	<i>American Concrete Institute</i>
ASTM	=	<i>American Society for Testing and Material</i>
SNI	=	Standar Nasional Indonesia
SSD	=	<i>Saturated Surface Dry</i>
OPC	=	<i>Ordinary Portland Cement</i>
SG	=	<i>Specific Gravity</i>
w/c	=	<i>Water per Cement</i>
CTM	=	<i>Compression Testing Machine</i>
MPa	=	Megapascal
L	=	Liter
Kg	=	kilogram
gr	=	gram
m	=	meter
cm	=	sentimeter
mm	=	milimeter

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Menentukan Slump Pada Beton Dengan Atau Tanpa Admixture (ACI 211.4R-08).....	7
Tabel 2. 2 Menentukan Ukuran Maksimum Agregat Kasar Yang Dipakai (ACI211.4R-08).....	7
Tabel 2. 3 Menentukan Volume Agregat Kasar Per Unit Volume Beton (ACI 211.4R-08) .....	7
Tabel 2. 4 Menentukan Estimasi Air Yang Digunakan (ACI 211.4R-08) .....	8
Tabel 2. 5 Menentukan Rasio Air Semen (ACI 211.4R-08).....	8
Tabel 2. 6 Perkembangan Kuat Tekan PBI 1971.....	11
Tabel 3. 1 Uji SG Agregat Kasar.....	8
Tabel 3. 2 Uji SG Agregat Halus .....	8
Tabel 3. 3 Uji SG Semen OPC .....	9
Tabel 3. 4 Uji SG Silica Fume .....	9
Tabel 3. 5 Uji SG Superplasticizer .....	10
Tabel 3. 6 Uji <i>Bulk Density</i> Padat Agregat Kasar.....	10
Tabel 3. 7 Uji <i>Bulk Density</i> Padat Agregat Halus.....	11
Tabel 3. 8 Hasil Uji Absorpsi Agregat Kasar .....	12
Tabel 3. 9 Hasil Uji Absorpsi Agregat Halus .....	12
Tabel 3. 10 Tabel ekstrapolasi.....	13
Tabel 3. 11 Hasil Uji Kuat Tekan Beton ACI 211.4R-08.....	17
Tabel 4. 1 Hasil Uji Kuat Tekan ACI 211.4R-08 1.....	35
Tabel 4. 2 Persamaan Regresi Beton ACI 211.4R-08 .....	2
Tabel 4. 3 Kuat Tekan Regresi Beton ACI 211.4R-08 .....	3
Tabel 4. 4 Perbandingan Nilai Faktor Umur ACI 211.4R-08 Dengan PBI (1971) .....	5
Tabel 4. 5 Estimasi Kuat Tekan Spesimen 28 hari.....	6

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kurva Faktor Umur Berdasarkan PBI 1971 .....	12
Gambar 3. 1 <i>Ordinary Portland Cement</i> .....	1
Gambar 3. 2 Agregat Kasar.....	2
Gambar 3. 3 Agregat Halus.....	3
Gambar 3. 4 Silica Fume.....	4
Gambar 3. 5 Superplasticizer .....	4
Gambar 3. 6 Gelas Ukur.....	7
Gambar 3. 7 Kurva Ekstrapolasi .....	13
Gambar 3. 8 Perawatan Beton Dengan Plastik.....	15
Gambar 3. 9 <i>Compression Testing Machine</i> .....	16
Gambar 4. 1 Kurva Persamaan Regresi Linier (ACI 211.4R-08).....	2
Gambar 4. 2 Grafik Perkembangan Kuat Tekan Beton ACI 211.4R-08.....	3
Gambar 4. 3 Kurva Perbandingan Faktor Umur ACI 211.4R-08 vs PBI 1971 .....	5

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Beton adalah bahan bangunan yang dibuat dari agregat kombinasi dan bahan pengikat pasta semen. Beton adalah material utama yang paling sering digunakan dalam konstruksi karena relatif mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan dan biaya pemeliharaan yang murah serta beton memiliki kekuatan tekan yang tinggi. Seiring dengan kemajuan teknologi serta meningkatnya kebutuhan manusia untuk memenuhi kebutuhannya maka diperlukan beton mutu tinggi untuk membuat bangunan dengan kualitas yang lebih baik. Dengan adanya keberadaan beton mutu tinggi ini pula dapat meningkatkan durabilitas dari bangunan yang didirikan serta dapat mereduksi besarnya ukuran kolom untuk gedung tinggi sehingga dapat meningkatkan luasan ruang yang tersedia.

Sejak dulu beton dikenal sebagai salah satu material yang memiliki banyak kelebihan diantaranya kuat terhadap tekan, mudah diproduksi secara lokal, ekonomis, mudah dicetak, tahan lama, tahan terhadap api, bahan baku penyusunnya mudah didapat, serta relatif kaku. Namun di sisi lain, beton juga memiliki keterbatasan seperti lemah pada kekuatan tarik dan tidak kedap air. Permasalahan yang timbul di era modern ini adalah keterbatasan pengetahuan mengenai pembuatan beton mutu tinggi yang semakin dibutuhkan dalam pembangunan.

Beton mutu tinggi diartikan sebagai beton yang mengarah pada kekuatan tinggi yang mempertimbangkan keawetan dimana berdasarkan aturan ACI 211.4R-08 beton mutu tinggi berkisar antara 42 MPa hingga 82 MPa. Dalam pembuatan beton mutu tinggi membutuhkan penelitian dan perhatian yang lebih dibandingkan dengan beton konvensional. Demi keberhasilan pembuatan beton mutu tinggi terdapat beberapa faktor utama yaitu seperti semen, faktor air semen, kualitas agregat halus dan kasar, admixture dan prosedur yang benar sehingga dapat diperoleh hasil yang diinginkan.

Dalam pembuatan beton mutu tinggi ini terdapat bahan semen dan bahan aditif, dimana semen yang akan digunakan adalah semen OPC (Ordinary Portland Cement). Disisi lain, salah satu bahan aditif yang dapat digunakan adalah silica fume untuk bahan tambahan campuran beton berguna untuk meningkatkan kekuatan beton. Disamping itu bahan aditif seperti superplasticizer merupakan bahan kimia yang digunakan pada campuran beton untuk mengurangi faktor air semen yang berguna untuk mencapai kekuatan beton yang lebih tinggi.

Disamping bahan-bahan yang digunakan, proporsi campuran untuk pembuatan beton mutu tinggi dibuat dengan pedoman ACI 211.4R-08 yang dilanjutkan dengan pengujian kuat tekan dengan *Compression Testing Machine* (CTM)

## **1.2. Inti Permasalahan**

Permasalahan yang ada pada era ini adalah kebutuhan manusia yang semakin besar. Pada bidang teknik sipil sendiri semakin dituntut untuk mampu membangun struktur yang lebih kuat dan memiliki durabilitas tinggi. Untuk membuat beton dengan kekuatan tinggi dapat mengikuti langkah-langkah ACI 211.4R-08 dan mengetahui pengaruh serta kadar optimum penambahan silica fume dan superplasticizer terhadap kuat tekan beton.

## **1.3. Tujuan Penelitian**

- a. Mencari proporsi campuran beton mutu tinggi  $f'_c$  80 MPa sesuai ACI 211.4R-08.
- b. Mempelajari efek yang timbul jika proporsi beton  $f'_c$  80 MPa dengan semen OPC yang direncanakan sesuai ACI 211.4R-08
- c. Mengetahui kuat tekan beton pada umur 3, 7, 14, 28, dan 59 hari.
- d. Melakukan uji kuat tekan desain campuran beton mutu tinggi.

## **1.4. Pembatasan Masalah**

- a. Menggunakan 15 sampel dengan silinder berdiameter 10cm dan tinggi 20cm.
- b. Pengujian sampel beton pada hari ke 3, 7, 14, 28, dan 59 hari.

- c. Target kuat tekan beton adalah 80 MPa.
- d. Menggunakan semen OPC
- e. Menggunakan agregat halus yang lolos saringan 4,75 mm.
- f. Menggunakan agregat kasar yang lolos saringan 12,5 mm.
- g. Menggunakan silica fume *MasterLife SF 100*
- h. Menggunakan *Superplasticizer MasterGlenium SKY 8851*
- i. Menggunakan standar ACI 211.4R-08
- j. Alat uji kuat tekan yang digunakan adalah *compression testing machine* di Laboratorium Teknik Struktur Universitas Katolik Parahyangan.

### **1.5. Metode Penelitian**

#### 1. Studi literatur

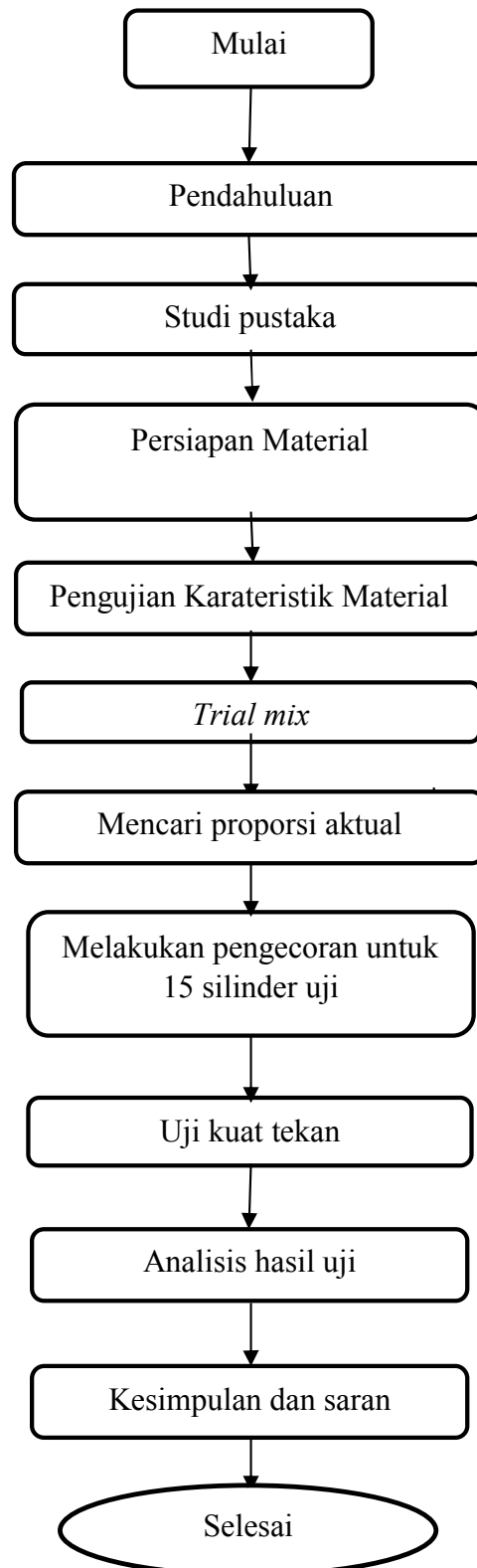
Studi literatur merupakan studi yang dilakukan untuk memperoleh gambaran pada proses penelitian yang akan dilakukan. Studi ini diharapkan dapat menjadi sarana untuk dapat mencapai mutu yang ditargetkan.

#### 2. Uji Eksperimental

Uji eksperimental ini dilakukan untuk memperoleh data-data yang dibutuhkan untuk memperoleh proporsi campuran beton mutu tinggi. Terdapat pengujian berat jenis semen dan uji kuat tekan beton.



### 1.6. Diagram Alir



## **1.7. Sistematika Penulisan**

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Pada bab 1 akan dibahas mengenai latar belakang, inti permasalahan, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metode penelitian dan sistematika penulisan.

### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Dalam bab ini akan dibahas mengenai landasan teori yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini.

### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Dalam bab ini akan dibahas mengenai segala persiapan, pelaksanaan, dan pengujian pada sampel beton.

### **BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Dalam bab ini akan dibahas mengenai analisis yang diperoleh dari hasil pengujian lab.

### **BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN**

Dalam bab ini akan dibahas mengenai kesimpulan akhir pengujian yang telah dilakukan serta saran-saran berdasarkan hasil pengujian yang diperoleh.