

**SKRIPSI**

**STUDI EKSPERIMENTAL PROPORSI  
BETON KEKUATAN RENCANA 40 MPa SESUAI  
ACI 211.4R-08 DENGAN SEMEN SCG TIPE PCC DAN  
DIKOREKSI ACI 211.7R-15**



**DAVID SETIAWAN**

**NPM: 2012410105**

**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 RENCANA  $f'_c$  40 MPa SESUAI  
ACI 211.4R-08 DENGAN SEMEN SCG TIPE PCC DAN  
DIKOREKSI SESUAI ACI 211.7R-15**



**DAVID SETIAWAN**

**NPM: 2012410105**

**Bandung, 19 Januari 2017**

**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**

## PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini,

Nama lengkap : David Setiawan

NPM : 2012410105

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul : **“STUDI EKSPERIMENTAL PROPORSI BETON KEKUATAN RENCANA  $f'_c$  40 MPa SESUAI ACI 211.4R-08 DENGAN SEMEN SCG TIPE PCC DAN DIKOREKSI SESUAI ACI 211.7R-15”** 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

  
David Setiawan

2012410105

**STUDI EKSPERIMENTAL PROPORSI  
BETON KEKUATAN RENCANA 40 MPa SESUAI  
ACI 211.4R-08 DENGAN SEMEN SCG TIPE PCC DAN  
DIKOREKSI SESUAI ACI 211.7R-15**

**David Setiawan**

**NPM : 2012410105**

**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. Perubahan komposisi semen portland yang kini beredar dari semula Tipe I menjadi PCC perlu diikuti perubahan perencanaan proporsi beton. Penggunaan PCC merk SCG dengan berat jenis 2,965 menyebabkan kekuatan tekan beton yang direncanakan dengan semen Tipe I yang berat jenisnya 3,15 tidak dapat dicapai. Desain proporsi beton dengan semen PCC berdasarkan metode volume absolut untuk 40 MPa dan 48,83 MPa sesuai ACI 211.4R-08, perlu dikoreksi sesuai prosedur ACI 211.7R-15. Koreksi dilakukan dengan mengurangi volume absolut agregat halus dan menambah volume absolut semen PCC yang sama besar, karena perencanaan campuran beton paling baik dilakukan berdasarkan perbandingan volume absolut material yang digunakan. Kuat tekan rata-rata campuran beton umur 28 hari dengan proporsi sesuai ACI 211.4R-08 untuk w/c 0,385 hanya mencapai 34,95 MPa dan 23,72 MPa, akan tetapi setelah dikoreksi dengan ACI 211.7R-15 dengan w/cm 0,275 dapat mencapai 49,30 MPa dan 41,29 MPa. Disimpulkan bahwa metode ACI 211.7R-15 untuk semen PCC merk SCG dapat digunakan untuk mencapai 40 MPa akan tetapi faktor umur beton muda lebih tinggi.

Kata kunci : beton normal, ACI, semen portland komposit, faktor umur.

**EXPERIMENTAL STUDY ON PROPORTION OF  
CONCRETE STRENGTH PLAN 40 MPa  
ACCORDANCE ACI 211.4R-08 WITH TYPE PCC SCG  
CEMENT AND CORRECTED WITH ACI 211.7R-15**

**David Setiawan**

**NPM : 2012410105**

**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**

Various studies and experiments 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. Changes in the composition of portland cement which is now available from original Type I became PCC needs to be followed by changes in the proportion of concrete planning. Use of PCC brand SCG with a specific gravity of 2.965 causing compressive strength of concrete planned with Type I cement with density of 3.15 can not be achieved. Design of concrete with cement PCC based methods from absolute volume with 40 MPa and 48.83 MPa according ACI 211.4R-08, needs to be corrected according procedure ACI 211.7R-15. The correction is done by reducing the absolute volume of fine aggregate and increase the volume of cement PCC absolute must equal, because concrete mix design is best by comparing the absolute volume of material used. The average compressive strength of concrete mixtures at 28 days according to ACI 211.4R-08 with w/c 0.385 only achieve 34.95 MPa and 23.72 MPa, but after corrected by ACI 211.7R-15 with w/cm 0.275 can achieve 49.30 MPa and 41.29 MPa. It was concluded that the method of ACI 211.7R-15 with cement PCC can be used to achieve 40 MPa concrete. Age factor of young concrete is higher.

Key words : normal strength concrete, ACI, portland composite cement, age factor

## **PRAKATA**

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa, karena atas rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul **“STUDI EKSPERIMENTALPROPORSI BETON KEKUATAN RENCANA 40 MPa SESUAI ACI 211.4R-08 DENGAN SEMEN SCG TIPE PCC DAN DIKOREKSI SESUAI ACI 211.7R-15”** 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, Danny, 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

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,



David Setiawan  
2012410105

## DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT.....	ii
PRAKATA.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR NOTASI.....	vii
DAFTAR SINGKATAN.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	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.....	1-3
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.....	2-2
2.1.2. Agregat Kasar.....	2-2
2.1.3. Agregat Halus.....	2-3
2.1.4. Air.....	2-3
2.1.5. Zat Tambahan (Admixture).....	2-3
2.1.6. Silica Fume.....	2-4
2.1.7. Superplasticizer.....	2-4
2.2. Beton Mutu Tinggi.....	2-5
2.3. Perawatan Beton dan Pengujian Beton.....	2-5
2.4. Regresi Beton.....	2-6
2.5. Faktor Umur.....	2-7
BAB 3 Metodologi Penelitian.....	3-1



3.1. Persiapan Bahan .....	3-1
3.1.1. Semen .....	3-1
3.1.2. Agregat Kasar .....	3-2
3.1.3. Agregat Halus .....	3-3
3.1.4. Air .....	3-4
3.1.5. Silica fume .....	3-4
3.1.6. Superplasticizer .....	3-5
3.2. Pemeriksaan Karakteristik Material .....	3-5
3.2.1. Specific Gravity .....	3-6
3.2.2. Bulk Density .....	3-9
3.2.3. Absorpsi .....	3-10
3.3. Proporsi Campuran Beton .....	3-11
3.3.1. Proporsi Campuran Beton dengan ACI 211.4R-08 dengan .....	3-11
3.3.2. Proporsi Campuran Beton dengan ACI 211.7R-15 dengan .....	3-12
3.4. Pembuatan Silinder Uji .....	3-12
3.5. Perawatan Silinder Uji .....	3-13
3.6. Pengujian Kekuatan Tekan.....	3-14
BAB 4 Analisis Dan Pembahasan.....	4-1
4.1. Analisis kuat tekan beton dengan desain proporsi sesuai ACI 211.4R-08	3-1
4.2. Analisis kuat tekan beton dengan desain campuran setelah dikoreksi dengan ACI 211.7R-15 .....	4-5
4.3. Perbandingan kuat tekan ACI 211.4R-08 dan ACI 211.7R-15 .....	4-10
4.4. Standar Deviasi.....	4-11
4.5. Perbandingan faktor umur ACI 211.4R-08 dan ACI 211.7R-15 dengan Peraturan Beton Bertulang Indonesia (1971) .....	4-14
BAB 5 Kesimpulan dan Saran .....	5-1
5.1. Kesimpulan.....	5-1
5.2 Saran.....	5-1
DAFTAR PUSTAKA .....	xi
Lampiran 1 Hasil Uji Beton (ACI 211.4R-08) .....	xii
Lampiran 2 Hasil Uji Beton (ACI 211.7R-15) .....	xiii

## DAFTAR NOTASI

$f_c'$	= kuat tekan rencana
$f_{cr}'$	= kuat tekan yang dibutuhkan
X	= Umur
Y	= Kuat tekan
S	= Standar deviasi

## DAFTAR SINGKATAN

ACI = *American Concrete Institute*

ASTM = *American Society for Testing and Material*

kg = kilogram

L = liter

m<sup>3</sup> = meter kubik

mm = milimeter

MPa = megapascal

SG = *specific gravity*

SNI = Standar Nasional Indonesia

SSD = *saturated surface dry*

w/c = *water per cement* / faktor air semen

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Semen SCG.....	3-2
Gambar 3. 2 Agregat Kasar SSD.....	3-3
Gambar 3. 3 Agregat Halus SSD.....	3-4
Gambar 3. 4 Silica Fume Merk MasterLife SF 100.....	3-5
Gambar 3. 5 Superplasticizer Merk MasterGelenium SKY 8851.....	3-5
Gambar 3. 6 Gelas Ukur.....	3-6
Gambar 3. 7 Piknometer.....	3-7
Gambar 3. 8 Uji Bulk Density Agregat Kasar.....	3-9
Gambar 3. 9 Molen Kecil.....	3-13
Gambar 3. 10 Perawatan Benda Uji dengan Dibungkus Plastik.....	3-14
Gambar 3. 11 Alat Compression Testing Machine.....	3-15
Gambar 4. 1 Kurva dan Persamaan Regresi Linier (ACI 211.4R-08).....	43
Gambar 4. 2 Kurva Kuat Tekan Regresi Beton ACI 211.4R-08.....	4-5
Gambar 4. 3 Kurva dan Persamaan Regresi Linier (ACI 211.7R-15).....	4-8
Gambar 4. 4 Kurva Kuat Tekan Regresi Beton ACI 211.7R-15.....	4-10
Gambar 4. 5 Kurva Perbandingan Kuat Tekan.....	4-11
Gambar 4. 6 Kurva Perbandingan Faktor Umur PBB(1971)vs(ACI 211.4R-08).....	14
Gambar 4. 7 Kurva Perbandingan Faktor Umur PBB(1971)vs(ACI 211.7R-15).....	14

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Faktor Umur Peraturan Beton Bertulang Indonesia (1971).....	2-7
Tabel 3. 1 Uji SG Agregat Kasar.....	3-6
Tabel 3. 2 Uji SG Agregat Halus .....	3-7
Tabel 3. 3 Uji Semen PCC.....	3-8
Tabel 3. 4 Uji SG Silica Fume .....	3-8
Tabel 3. 5 Uji SG Superplasticizer .....	3-8
Tabel 3. 6 Uji Bulk Density Pada agregat kasar .....	3-9
Tabel 3. 7 Uji Bulk Density Padat Agregat Halus .....	3-10
Tabel 3. 8 Hasil Uji Absorpsi Agregat Kasar .....	3-10
Tabel 3. 9 Hasil Uji Absorpsi Agregat Halus .....	3-10
Tabel 3. 10 Hasil Uji Kuat Tekan Beton ACI 211.4R-08 dan ACI 211.7R-15 ..	3-15
Tabel 4. 1 Hasil Uji Kuat Tekan ACI 211.4R-08.....	4-1
Tabel 4. 2 Persamaan Regresi Beton ACI 211.4R-08 .....	4-2
Tabel 4. 3 Kuat Tekan Regresi Beton ACI 211.4R-08.....	4-3
Tabel 4. 4 Hasil Uji Kuat Tekan ACI 211.7R-15 .....	4-6
Tabel 4. 5 Persamaan Regresi Beton ACI 211.7R-15 .....	4-7
Tabel 4. 6 Kuat Tekan Regresi Beton ACI 211.7R-15.....	4-8
Tabel 4. 7 Tabel Hasil Estimasi Kuat Tekan .....	4-11
Tabel 4. 8 Tabel Hasil Estimasi Kuat Tekan .....	4-12
Tabel 4. 9 Tabel Nilai Perbandingan faktor umur ACI 211.4R-08 dan ACI 211.7R-15 dengan PBBI (1971) .....	4-15

# BAB 1

## Pendahuluan

### 1.1. Latar Belakang

Beton merupakan material bangunan yang paling sering digunakan dibandingkan dengan material bangunan lainnya, seperti baja atau kayu. Beton disukai untuk digunakan karena relatif murah dan mudah dibentuk dan dapat dirancang untuk mencapai kekuatan yang direncanakan. Tetapi beton juga memiliki beberapa kekurangan seperti misalnya relatif lemah terhadap tarik, beton segar mengerut saat proses pengeringan dan relatif sulit untuk dibuat kedap air. Semakin berkembangnya teknologi maka semakin tinggi pula kekuatan beton yang dapat dicapai, saat ini sudah dapat dibuat beton dengan mutu yang relatif tinggi.

Menurut ACI 211.4R-08, beton mutu tinggi memiliki kekuatan lebih besar dari 42 MPa hingga 82 MPa. Dalam proses pembuatan beton mutu tinggi diperlukan persiapan dan ketelitian yang lebih daripada pembuatan beton normal. Untuk membuat beton mutu tinggi perlu diperhatikan beberapa hal seperti kualitas semen, kualitas agregat, rasio w/c dan *admixture* yang digunakan. Disamping itu diperlukan beberapa kali *trial and error* agar dapat menentukan proporsi yang tepat untuk memperoleh kekuatan yang diinginkan.

Untuk membuat beton mutu tinggi diperlukan *admixture* untuk meningkatkan kekuatan beton dan untuk menghemat biaya, beberapa *admixture* yang dapat digunakan adalah silica fume dan superplasticizer. Silica fume merupakan produk sampingan dari suatu proses industri silicon metal. Silica fume memiliki kadar  $\text{SiO}_2$  yang tinggi dan merupakan bahan yang berbentuk butiran, sangat halus, sangat kecil, dan disebut juga sebagai micro silika. Ukuran butiran silica fume sebesar 1/100 kali ukuran butiran semen.

Selain menggunakan silica fume dapat juga digunakan superplasticizer. Superplasticizer merupakan bahan kimia tambahan pengurang air yang sangat efektif. Dengan pemakaian bahan tambahan ini diperoleh adukan dengan kekentalan lebih encer dengan faktor air semen yang sama. Karena untuk

membuat beton mutu tinggi memerlukan sedikit air maka superplasticizer berperan untuk memudahkan selama proses mengaduk campuran beton.

Semen yang digunakan adalah semen portland komposit yang memiliki harga lebih rendah dan mudah ditemukan di Indonesia dibanding semen Portland tipe 1 atau *ordinary portland cement* (OPC) namun pada acuan ACI 211.4R-08 semen portland komposit tidak termasuk dalam campuran beton ini.

Pada tahun 2015, ACI mengeluarkan aturan yang membahas desain campuran beton dengan tambahan berupa batu kapur dan mineral lainnya. Pada aturan ini dibahas mengenai mengkalkulasi material semen yang mengandung batuan kapur. Dengan aturan ini proporsi kadar semen dikoreksi agar dapat mencapai mutu yang diinginkan, aturan tersebut adalah ACI 211.7R-15.

### **1.2. Inti Permasalahan**

Metode ACI 211.4R-08 “Guide for Selecting Proportions for High Concrete Using Portland Cement and Other Cementitious Materials” menggunakan semen Portland tipe 1, sehingga perlu dikoreksi dengan metode ACI 211.7R-15 “ Guide for Proportioning Concrete Mixtures with Ground Limestone and Other Minerals Fillers.”

### **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah :

- Mencari proporsi campuran yang tepat untuk membuat beton mutu normal  $f'c$  40 Mpa dengan menggunakan acuan ACI 211.4R-08 yang dikoreksi sesuai ACI 211.7R-15.
- Menguji kekuatan beton yang menggunakan proporsi campuran yang sudah dikoreksi, untuk mengetahui kekuatan yang dihasilkan.
- Menguji kekuatan campuran beton yang sudah dikoreksi sesuai metode statistika .
- Membandingkan faktor umur hasil uji dengan PBB1 (1971)

#### 1.4. Pembatasan Masalah

Pada penelitian ini ada pembatasan masalah sebagai berikut :

- Menggunakan 30 sampel dengan silinder berdiameter 10 cm dan tinggi 20cm.
- Pengujian sampel beton pada hari ke 3, 7, 14, 28, dan 60 hari
- Kekuatan yang ingin dicapai sebesar 40 Mpa pada hari ke-28.
- Menggunakan semen tipe PCC.
- Menggunakan agregat halus yang lolos saringan No. 4
- Menggunakan agregat kasar yang lolos saringan 1-in
- Bahan *admixture* yang digunakan silica fume dan superplasticizer.
- Menggunakan acuan ACI 211.4R-08.
- Dikoreksi dengan ACI 211.7R-15.
- Sampel di uji dengan menggunakan *Compression Testing Machine*.

#### 1.5. Metode Penelitian

##### 1. Studi Literatur

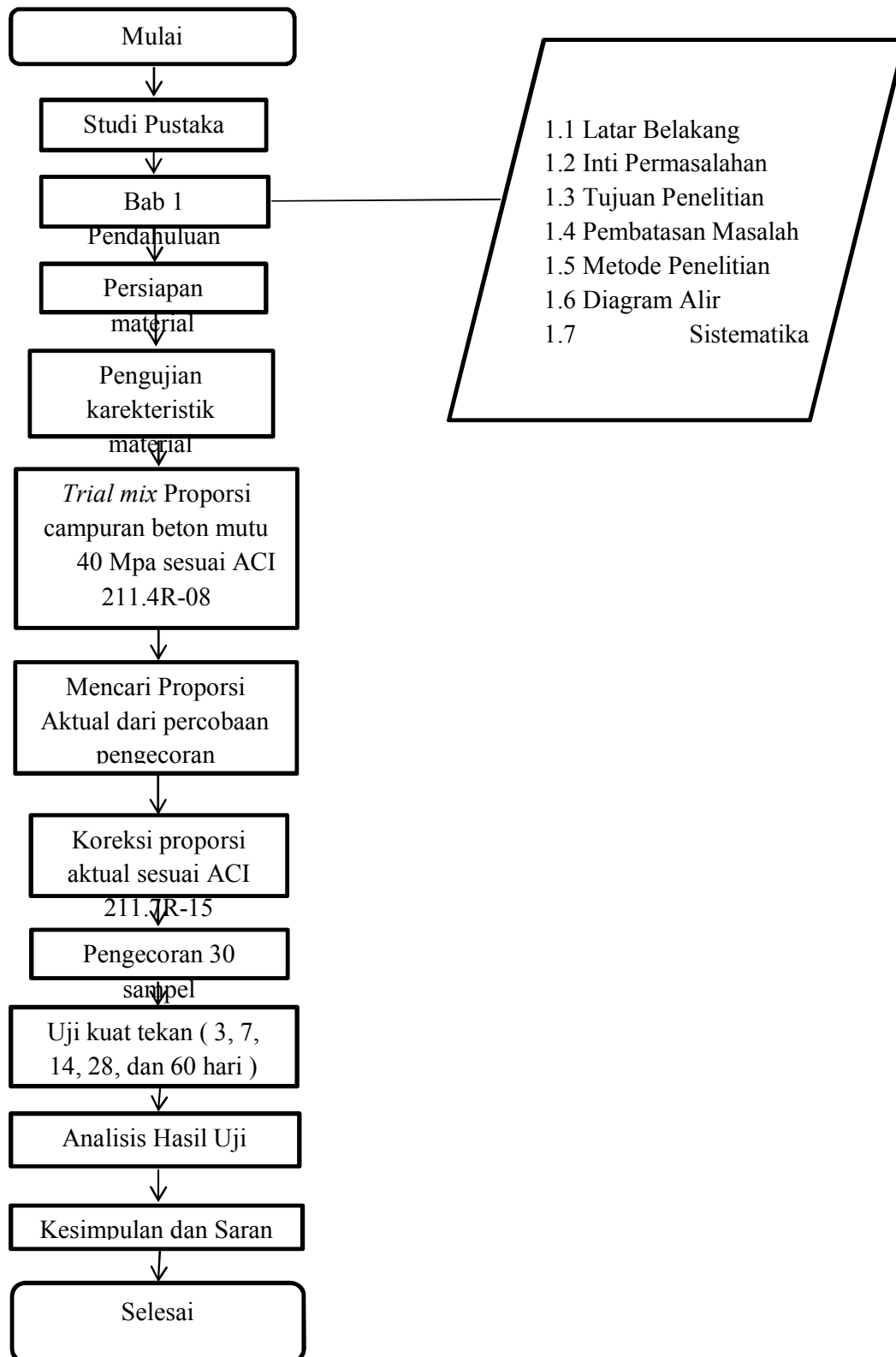
Studi Literatur dilakukan untuk menambah pengetahuan yang dibutuhkan selama pelaksanaan penelitian. Studi literatur dilakukan dengan harapan supaya dapat menentukan proporsi campuran yang tepat untuk membuat beton normal.

##### 2. Uji Eksperimental

Terdapat dua pengujian dalam penelitian ini, pertama adalah pengujian berat jenis semen portland komposit dengan piknometer. Kedua adalah uji kuat tekan beton dengan alat uji tekan (*compression testing machine*).



### 1.6. Diagram Alir



### **1.7. Sistematika Penulisan**

Penulisan yang dilakukan secara sistematis untuk menunjang terlaksananya skripsi terbagi ke dalam lima bab, diantaranya:

#### **BAB 1            PENDAHULUAN**

Pada bab pendahuluan ini berisi tentang latar belakang, inti permasalahan, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan.

#### **BAB 2            TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini akan dibahas dasar teori yang mendukung pelaksanaan penelitian ini.

#### **BAB 3            METODE PENELITIAN**

Pada bab ini akan dibahas cara melakukan persiapan, pelaksanaan, dan pengujian yang dilakukan selama penelitian serta hasil uji pada sampel.

#### **BAB 4            ANALISI DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini akan dibahas analisis yang didapat dari hasil pengujian yang dilakukan pada penelitian ini.

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

Pada bab ini akan diberikan kesimpulan yang didapat dari hasil pengujian yang dilakukan. Dan diberikan pula saran yang berdasarkan pada hasil pengujian.