

**SKRIPSI**

**STUDI EKSPERIMENTAL PROPORSI BETON  $f'_c$  30  
MPa SESUAI ACI 211.1-91 DENGAN SEMEN PCC  
YANG DIKOREKSI DENGAN ACI 211.7R-15**



**BAYU SETIA YUPA**

**NPM: 2012410052**

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

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAYANGAN**

**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  $f'_c$  30  
MPa SESUAI ACI 211.1-91 DENGAN SEMEN PCC  
YANG DIKOREKSI DENGAN ACI 211.7R-15**



**BAYU SETIA YUPA**

**NPM: 2012410052**

**Bandung, 19 Januari 2017**

**PEMBIMBING:**

**Dr. Cecilia Lauw Giok Swan**

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAYANGAN**

**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 : Bayu Setia Yupa

NPM : 2012410052

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul : **“STUDI EKSPERIMENTAL PROPORSI BETON  $f'_c$  30 MPa SESUAI ACI 211.1-91 DENGAN SEMEN PCC YANG DIKOREKSI DENGAN 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



Bayu Setia Yupa

2012410052

# **STUDI EKSPERIMENTAL PROPORSI BETON $f'_c$ 30 MPa SESUAI ACI 211.1-91 DENGAN SEMEN PCC YANG DIKOREKSI DENGAN ACI 211.7R-15**

**Bayu Setia Yupa**

**NPM : 2012410052**

**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 dibidang teknologi beton dilakukan sebagai upaya untuk mencapai kualitas beton yang direncanakan. Teknologi perencanaan campuran beton dikembangkan dengan penelitian dan diverifikasi dengan percobaan. Perubahan komposisi semen portland yang kini beredar dari Tipe I menjadi semen campuran PCC, perlu diikuti perubahan teknik perencanaan proporsi beton. Semen PCC dengan berat jenis 2,965 menyebabkan kekuatan tekan beton yang direncanakan berdasarkan semen Tipe I dengan berat jenis 3,15 tidak tercapai. Desain proporsi beton normal untuk mencapai  $f'_c$  30 MPa dan  $f'_{cr}$  38,30 MPa sesuai ACI 211.1-91 berdasarkan metode volume absolut dengan PCC, kadar semen dan kadar agregat halusnya perlu dikoreksi mengikuti prosedur ACI 211.7R-15. Koreksi dilakukan dengan mengurangi volume absolut agregat halus dan menambah volume absolut PCC. Pengurangan volume absolut agregat halus dan penambahan volume absolut PCC harus sama besar, karena perencanaan campuran beton harus dilakukan berdasarkan perbandingan volume absolut. Kuat tekan rata-rata campuran beton pada umur 28 hari dengan PCC dan ACI 211.1-91 untuk w/c 0,44 hanya mencapai  $f'_{cr}$  28,70 MPa dan  $f'_c$  25,6 MPa, tetapi setelah proporsi dikoreksi sesuai ACI 211.7R-15 untuk w/c 0,32 mencapai  $f'_{cr}$  37,4 MPa dan  $f'_c$  29,4 MPa. Disimpulkan bahwa metode ACI 211.7R-15 untuk PCC cukup akurat dan dapat mencapai  $f'_c$  yang relatif sama dengan Tipe I.

Kata kunci : beton normal, ACI, semen tipe I, semen PCC

# **EXPERIMENTAL STUDY ON PROPORTION OF CONCRETE $f'_c$ 30 MPa ACCORDING TO ACI 211.1-91 WITH CEMENT PCC CORRECTED BY THE ACI 211.7R-15**

**Bayu Setia Yupa**

**NPM : 2012410052**

**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 in the field of concrete technology committed in an attempt to achieve the planned concrete quality. Concrete mix design technology was developed with research and verified with experiments. Changes in the composition of portland cement which is now circulating on the Tipe I into cement mix PCC, need to be followed by changes proportion of concrete planning techniques. PCC cement with specific gravity 2,965 causing compressive strengths of concrete planned based Type I cement with a specific gravity of 3,15 is not reached. Proportion of normal concrete design for achieve  $f'_c$  30 MPa and  $f'_{cr}$  38,30 MPa appropriate ACI 211.1-91 based on the absolute volume method with PCC, cement content and levels of fine aggregate content needed to be corrected following the procedure ACI 211.7R-15. The correction performed by reducing the absolute volume of fine aggregate and adding the absolute volume of PCC. Reduction of absolute volume of fine aggregate and the addition of absolute volume PCC should be as large, because the concrete mix design should conducted based on the absolute volume ratio. The average compressive strength of the concrete mix at 28 days with PCC and ACI 211.1-91 for w/c 0.44 only reached  $f'_{cr}$  28,70 MPa and  $f'_c$  25,6 MPa, but after Proportions is corrected appropriate ACI 211.7R-15 for w/c 0,32 reached  $f'_{cr}$  37.4 MPa and  $f'_c$  29.4 MPa. It was concluded that the method of ACI 211.7R-15 for PCC is quite accurate and can reach  $f'_c$  relatively similar to Type I.

Keywords : normal concrete, ACI, Type I cement, PCC cement.

## 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  $f'_c$  30 MPa SESUAI ACI 211.1-91 DENGAN SEMEN PCC YANG DIKOREKSI DENGAN 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, Danny, Juan, David, Safero, Yosua, Yoko, Patar 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 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,



Bayu Setia Yupa  
2012410052

# DAFTAR ISI

PERNYATAAN .....	iii
ABSTRAK .....	i
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. Latar Belakang .....	1
1.2. Inti Permasalahan .....	2
1.3. Tujuan Penelitian .....	2
1.4. Pembatasan Masalah .....	3
1.5. Metode Penelitian .....	3
1.6. Diagram Alir .....	4
1.7. Sistematika Penulisan .....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1. Beton .....	6
2.1.1. Semen Portland .....	7
2.1.2. Agregat Kasar .....	7
2.1.3. Agregat Halus .....	7
2.1.4. Air .....	8
2.1.5. Zat tambahan .....	8
2.2. Beton Normal .....	9
2.3. Perawatan Beton dan Pengujian Beton .....	12
2.4. Analisis Statistik Sederhana .....	13
2.5. Perkembangan Kuat Tekan Beton Menurut PBI 1971 .....	13
2.6. Menentukan Estimasi Kadar total bahan anorganik di Dalam Semen PCC	15



BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....	16
3.1.Persiapan Bahan .....	16
3.1.1. Semen.....	16
3.1.2. Agregat Kasar.....	17
3.1.3. Agregat Halus.....	17
3.1.4. Air.....	18
3.2.Pemeriksaan Karakteristik Material .....	18
3.2.1.Spesific Gravity Semen.....	19
3.2.2.Specific Grafity Agregat kasar .....	19
3.2.3.Specific Gravity Agregat Halus .....	20
3.2.4.Bulk density.....	21
3.2.5.Absorbsi .....	22
3.3.Proporsi Campuran Beton .....	23
3.3.1.Proporsi Campuran ACI 211.1-91 .....	24
3.3.2.Proporsi Campuran Beton yang Dikoreksi dengan ACI 211.7R-15 .....	24
3.4.Pembuatan Silinder Uji .....	25
3.5.Perawatan Silinder Uji .....	25
3.6.Pengujian Kekuatan Tekan.....	26
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....	30
4.1.Analisis kuat tekan beton dengan desain campuran sesuai ACI 211.1-91...30	30
4.2.Analisis kuat tekan beton dengan campuran sesuai ACI 211.7R-15 .....	34
4.3.Perbandingan kuat tekan ACI 211.1-91 dan ACI 211.7R.....	37
4.4.Perbandingan faktor umur ACI 211.1-91 dan ACI 211.7R serta PBI 1971.38	38
4.5.Estimasi kadar total bahan anorganik di dalam semen PCC.....	39
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....	41
5.1.Kesimpulan.....	41
5.2.Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA.....	42
LAMPIRAN 1.....	L1-43
LAMPIRAN 2.....	L2-1
LAMPIRAN 3.....	L3-1

## DAFTAR NOTASI

- $f_c$  = kuat tekan rencana
- $f_{cr}$  = kuat tekan yang dibutuhkan
- $y$  = umur / kuat tekan
- $x$  = rata-rata prediksi kuat tekan
- $a$  = koefisien
- $b$  = konstanta

## 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*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Menentukan nilai slump pada beton normal (ACI 211.1-91).....	10
Gambar 2.2 Menentukan Agregat Maksimum yang Dipakai serta kadar air bebas dan kadar udara(ACI 211.1-91).....	10
Gambar 2.3 menentukan rasio air semen dan kuat tekan beton(ACI 211.1-91)....	11
Gambar 2.4 Menentukan estimasi berat beton segar (ACI 211.1-91) .....	11
Gambar 2.5 Menentukan volume agregat kasar per satuan volume beton(ACI 211.1-91).....	12
Gambar 2.6 Kurva perkembangan kuat tekan menurut PBI 1971 .....	14
Gambar 3.1 Semen SCG.....	16
Gambar 3.2 Agregat Kasar SSD .....	17
Gambar 3.3 Agregat Halus SSD .....	18
Gambar 3.4 Piknometer .....	19
Gambar 3.5 Gelas ukur agregat kasar dan halus .....	20
Gambar 3.6 Silinder Bulk Density.....	22
Gambar 3.7 Pengadukan dengan Molen Kecil .....	25
Gambar 3.8 Perawatan Benda Uji dengan Plastik .....	26
Gambar 3.9 Alat Compression Testing Machine.....	26
Gambar 4.1 Kurva Regresi Linier (ACI 211.1-91).....	32
Gambar 4.2 Grafik Regresi Kuat Tekan Beton ACI 211.1-91 .....	33
Gambar 4.3 Kurva Regresi Linier (ACI 211.7R-15) .....	35
Gambar 4.4 Kuat Tekan Regresi Beton ACI 211.7R-15 .....	36
Gambar 4.5 Grafik Perbandingan Kuat Tekan ACI 211.1-91 dan ACI 211.7R-15 .....	37
Gambar 4.6 kurva perbandingan faktor umur ACI 211.1-91 dan ACI 211.7R-15 serta PBI 1971 .....	38

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perkembangan faktor umur (PBI 1971).....	14
Tabel 3.1 Specific Gravity Semen PCC .....	19
Tabel 3.2 Specific Gravity Agregat Kasar SSD.....	20
Tabel 3.3 Specific Gravity Agregat Kasar oven dry .....	20
Tabel 3.4 Specific Gravity Agregat Halus SSD.....	21
Tabel 3.5 Specific Gravity Agregat Halus oven dry .....	21
Tabel 3.6 Bulk density Padat Agregat Kasar .....	21
Tabel 3.7 Bulk density Padat Agregat Halus .....	22
Tabel 3.8 Absorpsi Agregat Kasar.....	23
Tabel 3.9 Absorpsi Agregat Halus.....	23
Tabel 3.10 Hasil Uji Kuat Tekan Beton ACI 211.1-91 .....	27
Tabel 3.11 Hasil Uji Kuat Tekan Beton ACI 211.1-91 .....	28
Tabel 3.12 Hasil Uji Kuat Tekan Beton ACI 211.7R-15.....	28
Tabel 3.13 Hasil Uji Kuat Tekan Beton ACI 211.7R-15.....	29
Tabel 4.1 Uji Kuat Tekan Beton ACI 211.1-91 .....	30
Tabel 4.2 Persamaan Regresi Beton ACI 211.1-91 .....	31
Tabel 4.3 Kuat Tekan Regresi Beton ACI 211.1-91.....	32
Tabel 4.4 Uji Kuat Tekan Beton ACI 211.7R-15 .....	34
Tabel 4.5 Kuat Tekan Regresi Beton ACI 211.7R-15 .....	35
Tabel 4.6 Perbandingan faktor umur ACI 211.4R-08, ACI 211.7R-15 dan PBI 1971 .....	38

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Dalam suatu proyek konstruksi, beton adalah material yang paling banyak digunakan sebagai bahan konstruksi karena beton mudah dibuat dari bahan-bahan yang tidak sulit didapatkan dan terus mengalami penyesuaian terhadap perkembangan teknologi bahan dan struktur. Tingkat kekuatan beton dapat direncanakan dengan metode campuran tertentu sehingga, untuk menghasilkan mutu beton yang diinginkan butuh pengetahuan memproporsikan campuran beton tersebut agar mencapai kekuatan yang diinginkan.

Teknik dalam memproporsikan campuran beton di Indonesia mengacu pada standar yang dikeluarkan oleh *American Concrete Institute* (ACI). Standar tersebut memuat salah satunya metode perencanaan campuran beton normal menggunakan ACI 211.1-91. Tidak hanya beton, semen juga dikategorikan dalam beberapa jenis dan setiap jenisnya mempunyai fungsi masing-masing. Contohnya adalah semen Portland komposit (PCC). Berdasarkan SNI 7656-2012 yang mengacu pada ACI 211.1-91, semen portland komposit merupakan bahan pengikat hidrolis dari hasil penggilingan antara satu atau lebih bahan organik bersama-sama terak semen portland dan gips, atau hasil pencampuran antara bubuk semen portland dengan bubuk bahan anorganik lain. Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (*blast furnace slag*), pozzoland, senyawa silikat, batu kapur, dengan kadar total bahan anorganik 6% - 35% dari massa semen portland komposit.

Dalam penggunaannya, semen portland komposit dapat digunakan untuk konstruksi umum seperti pekerjaan beton, pasangan bata, selokan, jalan, pagar dinding dan pembuatan elemen bangunan khusus seperti beton pracetak, beton pratekan, panel beton, bata beton (*paving block*) dan sebagainya. Metode perencanaan campuran beton normal pada ACI 211.1-91 menggunakan semen

Tipe I, sedangkan dalam uji eksperimen ini menggunakan semen Portland komposit (PCC). Proporsi campuran beton sesuai ACI 211.1-91 menggunakan semen PCC dikoreksi dengan standar baru yang dikeluarkan oleh *American Society for Testing and Material* (ASTM) yaitu ACI 211.7R-15. Diharapkan campuran beton normal sesuai ACI 211.1-91 menggunakan semen portland komposit dan dikoreksi dengan ACI 211.7R-15 dapat mencapai mutu beton yang direncanakan.

## **1.2. Inti Permasalahan**

Menurut SNI 15 7656-2012 berdasarkan ACI 211.1-91 Portland Composite adalah bahan pengikat hidrolisis hasil penggilingan bersama-sama terak semen portland dan gyps dengan satu atau lebih bahan anorganik atau hasil pencampuran antara bubuk semen portland dengan bubuk bahan anorganik lain. Bahan anorganik tersebut antara lain Terak Tanur Tinggi (*blast Furnace Slag*), pozzolan, senyawa silicat, batu kapur dengan kadar total bahan anorganik 6% – 35 % dari massa semen portland komposite. Untuk membuat beton mutu normal dapat mengikuti langkah-langkah ACI 211.1-91 dengan menggunakan semen Portland komposit dan dikoreksi sesuai ACI 211.7R-15.

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah :

- Mencari proporsi campuran yang tepat untuk membuat beton mutu normal dengan kekuatan mencapai  $f'_c$  30 MPa yang mengacu pada ACI 211.1-91 dan dikoreksi dengan ACI 211.7R-15.
- Menguji beton yang menggunakan proporsi campuran yang sudah dikoreksi, untuk mengetahui kekuatan yang dihasilkan.
- Menganalisis kekuatan campuran beton aktual yang dapat dicapai.

#### 1.4. Pembatasan Masalah

Pada penelitian ini ada pembatasan masalah sebagai berikut :

- Menggunakan mutu beton rencana  $f'_c$  30 MPa
- Membuat total 30 sampel dengan silinder berdiameter 10 cm dan tinggi 20 cm.
- Pengujian sampel beton pada hari ke 3, 7, 14, 28, dan 60 hari.
- Menggunakan semen SCG thailand .
- Menggunakan agregat halus yang lolos saringan dengan ukuran 4,75 mm.
- Menggunakan agregat kasar yang lolos saringan dengan ukuran 25 mm.
- Menggunakan acuan ACI 211.1-91 dalam memproporsikan beton dan koreksi dengan ACI 211.7R-15.
- Sampel di uji dengan menggunakan *Compression Testing Machine*.

#### 1.5. Metode Penelitian

Penyusunan skripsi ini dibuat dengan 2 metode yaitu:

##### 1. Studi Literatur

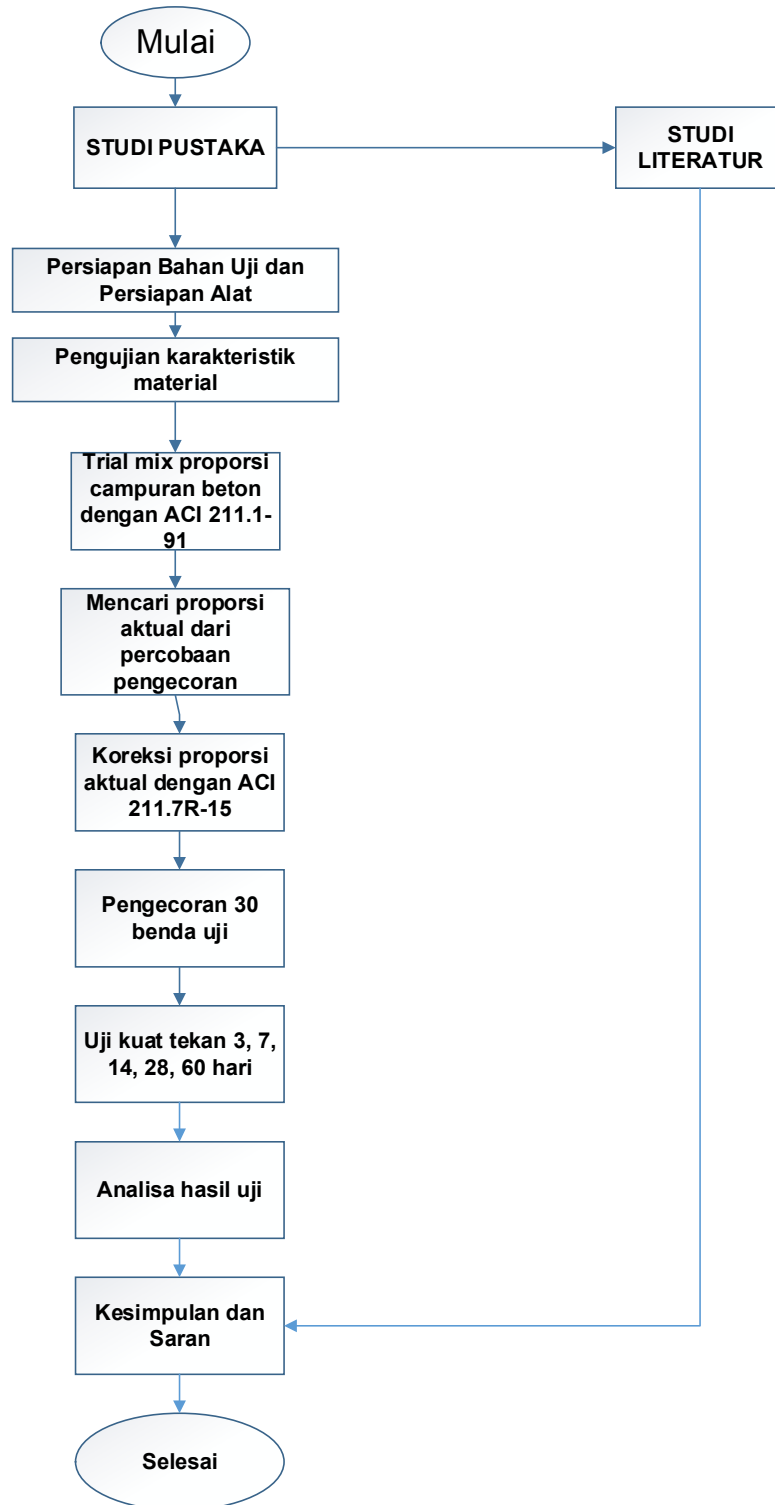
Melakukan studi literatur untuk menambah pengetahuan yang dibutuhkan selama pelaksanaan penelitian. Studi literatur dilakukan dengan melakukan studi pada buku pedoman seperti : ACI 211.1-91, SNI 7656:2012, ACI 211.7R-15

##### 2. Uji Eksperimental

Uji eksperimental dilakukan untuk mendukung data-data yang dibutuhkan agar dapat mendapatkan proporsi campuran yang tepat sesuai kekuatan beton mutu tinggi yang diinginkan. Uji eksperimental menggunakan tipe semen PCC yang akan dicari berat jenisnya menggunakan piknometer. Dan diuji *slump* beserta kuat tekannya menggunakan alat uji *Compression Testing Machine* (CTM).



## 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**

Bab ini akan membahas tentang latar belakang penelitian, inti permasalahan, tujuan penelitian, pembatasan masalah, metode penelitian dan sistematika penulisan.

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

Bab ini akan membahas dasar teori yang menjadi landasan penulis dalam menyusun skripsi ini.

#### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini akan membahas cara melakukan persiapan uji eksperimental, pelaksanaan, dan pengujian yang dilakukan selama penelitian serta hasil uji pada sampel.

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

Bab ini akan membahas analisis yang telah dilakukan dari hasil pengujian yang dilakukan sebelumnya.

#### **BAB 5 SIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini akan membahas kesimpulan yang didapat dari hasil pengujian dan saran-saran pada pengujian yang telah dilakukan.