

**SKRIPSI**

**STUDI EKSPERIMENTAL PROPORSI BETON  
KEKUATAN TINGGI  $f'_c$  60 MPa DENGAN SEMEN  
PORTLAND POZOLAN GRESIK SESUAI ACI  
211.4R-08 YANG DIKOREKSI SESUAI ACI 211.7R-15**



**ARDY PATAR**

**NPM: 2012410199**

**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  
KEKUATAN TINGGI  $f'_c$  60 MPa DENGAN SEMEN  
PORTLAND POZOLAN GRESIK SESUAI ACI 211.4R-  
08 YANG DIKOREKSI SESUAI ACI 211.7R-15**



**ARDY PATAR**

**NPM: 2012410199**

**Bandung, 12 Januari 2017**

**PEMBIMBING:**

A handwritten signature in blue ink, which appears to read "Cecilia", is written over a horizontal line.

**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**

**12 JANUARI 2017**

## PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini,

Nama lengkap : Ardy Patar

NPM : 2012410199

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul : **“STUDI EKSPERIMENTAL PROPORSI BETON KEKUATAN TINGGI  $f'_c$  60 MPa DENGAN SEMEN PORTLAND POZOLAN GRESIK SESUAI ACI 211.4R-08 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, Januari 2017



Ardy Patar

2012410199

# **STUDI EKSPERIMENTAL PROPORSI BETON KEKUATAN TINGGI $f'_c$ 60 MPa DENGAN SEMEM PORTLAND POZOLAN GRESIK SESUAI ACI 211.4R- 08 YANG DIKOREKSI DENGAN ACI 211.7R-15**

**ARDY PATAR**

**NPM : 2012410199**

**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**

Perkembangan teknologi pembangunan yang disertai urbanisasi yang tidak terkontrol menyebabkan meningkatnya jumlah bangunan-bangunan tinggi pada kota-kota metropolitan. tentunya hal tersebut menyebabkan dibutuhkannya material – material yang lebih kuat untuk menunjang pembangunan tersebut. Eksperimen beton mutu tinggi  $f'_c$  60 MPa merupakan salah satu usaha dalam pembuatan material – material berkekuatan tinggi tersebut. Dalam pembuatannya , digunakan metode berdasarkan ACI 211-4R.08 dan dikoreksi dengan metode ACI 211-7R.15. Nilai w/c yang digunakan untuk membuat beton ini adalah 0.291, Bahan –bahan yang digunakan berupa semen Portland pozolan merk Gresik dengan specific gravity 2.948 , Agregat kasar berupa batu split dengan ukuran maksimum 25mm, agregat halus berupa pasir dengan ukuran maksimum 4.75 mm, serta bahan aditif berupa Silica Fume dan Superplasticizer. Kondisi Agregat pada saat pembuatan adalah SSD ( Saturated Surface Dry ). Sampel beton yang dibuat adalah sebanyak 30 silinder, dimana 15 silinder menggunakan acuan ACI 211-4R.08, dan 15 silinder lainnya menggunakan acuan koreksi ACI 211-7R.15. Proses pengerjaan menghasilkan 3 sampel beton setiap pengecorannya. Berdasarkan hasil percobaan, didapat kesimpulan bahwa kekuatan tekan tidak mencapai target yang diinginkan. Beton yang dibuat berdasarkan ACI 211.4R-08 hanya mencapai kekuatan tekan sebesar 46.95 MPa, serta beton yang dibuat berdasarkan ACI 211.7R-15 hanya mencapai kekuatan tekan sebesar 50 MPa.

Kata kunci : Beton mutu tinggi, ACI, *Saturated Surface Dry*, Semen Portland Pozolan

# **EXPERIMENTAL STUDY OF HIGH STRENGTH CONCRETE PROPORTION WITH $f'_c$ 60 MPa MADE USING GRESIK PORTLAND POZZOLAN CEMENT ACCORDING TO PROPORTION OF ACI 211.4R-08 CORRECTED USING ACI 211.74-15**

**Ardy Patar**

**NPM : 2012410199**

**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**

Excessive growth accompanied by uncontrolled urbanization results in less area to live on. This condition results in heightening of buildings and constructions, in which, results in the increase of demand on high quality materials. Experiment of high strength concrete with  $f'_c$  60 MPa is one of the efforts in making high quality construction materials. During the production process, The methods used are acquired from ACI 211.4R-08, which are corrected using the methods from ACI 211.7R-15. The w/c ratio that are used in this experiment is 0.291, Materials that are used in this experiment are Gresik Portland pozzolan cement with specific gravity value of 2.948, Coarse aggregate in form of split rocks with maximum size of 25mm, Fine aggregate in form of sand with maximum size of 4.75mm, and chemical additives in form of superplasticizer and silica fume. Aggregates that are used in this experiment has to be in Saturated Surface dry condition. Samples are made as many as 30 cylinders, in which 15 samples are made according to ACI 211.4R-08, and the other 15 samples are made according to ACI 211.7R-15. The samples are made as many as 3 on each cast. According to the results of the experiment and data analysis, the results show that the concretes samples made didn't attain the required standard. The concrete samples that are made according to ACI.211-4R.08 has a compression force average of 46.95 MPa, while concrete samples that are made according to ACI.211-7R.15 has a compression force average of 50 MPa.

Key words : High Strength Concrete, Portland Pozzolan Cement, Saturated Surface Dry, ACI

## **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  $f'_c$  60 MPa DENGAN SEMEN PORTLAND POZOLAN GRESIK SESUAI ACI 211.4R-08 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 :

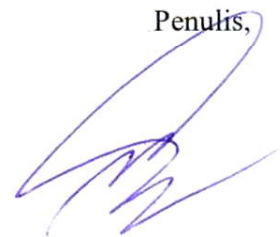
1. Dr. Cecilia Lauw Giok Swan selaku dosen pembimbing yang selalu membantu dan membimbing serta memberi masukan dan saran selama proses pembuatan skripsi ini.
2. Orang tua penulis serta saudara yang senantiasa memberi dorongan semangat dan bantuan dalam proses penelitian skripsi ini.
3. Teman – teman seperjuangan, Danny, Yosua, Yoko, David, Juan, Safero, dan Bayu 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. Daryan Ahmad, Dary Aulia, Eduardus Albert, Endi Riza, Andy S.T., yang telah membantu dalam proses pembuatan sampel beton dalam skripsi ini.
6. Teman – teman perkumpulan yang selalu memberikan canda tawa dalam proses pengerjaan skripsi saya, Fadel Mohamad, Felix Mandela, Raindy Kemal, Dodo Eldi, Devin Adityo, Muhammad Kukuh, Rizky, Faisal Ramli.
7. Sipil 2012 atas segala bantuan dan kebersamaannya selama 9 semester di UNPAR.
8. 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, Januari 2017

Penulis,



Ardy Patar

2012410199

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	ii
PRAKATA .....	iii
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR NOTASI .....	viii
DAFTAR SINGKATAN .....	ix
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1-1
1.1. Latar Belakang.....	1-1
1.2. Inti Permasalahan .....	1-2
1.3. Tujuan Penelitian.....	1-3
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
2.2. Semen Portland.....	2-2
2.3. Agregat .....	2-4
2.4. Air.....	2-5
2.5. Zat Tambahan ( <i>Admixture</i> ).....	2-5



2.6. Perawatan Beton .....	2-6
2.7. Pengujian Kuat Tekan Beton .....	2-7
2.8. Faktor Umur Beton .....	2-8
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>3-1</b>
3.1. Bahan dan Benda Uji.....	3-1
3.1.1 Semen .....	3-1
3.1.2 Agregat Halus .....	3-2
3.1.3 Agregat Kasar .....	3-2
3.1.4 Silica Fume .....	3-3
3.1.5 Superplasticizer.....	3-4
3.2. Air .....	3-4
3.3. Persiapan Eksperimental .....	3-4
3.2.1 Persiapan Agregat .....	3-4
3.2.2 Alat dan Bahan.....	3-5
3.2.3 Hasil Pemeriksaan Agregat.....	3-6
3.4. Perhitungan Mix Design Beton .....	3-7
3.5. Pembuatan Benda Uji .....	3-8
3.6. Perawatan Kelembapan Benda Uji .....	3-11
3.7. Uji Kuat Tekan .....	3-12
<b>BAB 4 ANALISIS HASIL PENGUJIAN.....</b>	<b>4-1</b>
4.1. Analisa Hasil Uji Kuat Tekan Beton Dengan Acuan ACI 211-4R.08 .....	4-1
4.2. Analisa Hasil Uji Kuat Tekan Beton Setelah dikoreksi berdasarkan ACI 211-7R.15 .....	4-5
4.3. Perbandingan Hasil Uji Kuat Tekan Beton yang Dibuat Berdasarkan ACI 211.4R-08 dengan Beton yang Dibuat Berdasarkan ACI 211.7R-15.....	4-9

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	5-1
5.1. Kesimpulan.....	5-1
5.2. Saran.....	5-2
DAFTAR PUSTAKA .....	5-3
LAMPIRAN I.....	L-1
LAMPIRAN II .....	L-6
LAMPIRAN III.....	L-9

## DAFTAR NOTASI

$f'_c$	= kuat tekan rencana
$f'_{cr}$	= kuat tekan yang dibutuhkan
$y'$	= umur / kuat tekan
MPa	= mega Pascal
kN	= kilo Newton
H	= tinggi benda uji
D	= diameter
m	= meter
mm	= milimeter
w/c	= berat air / berat semen

## DAFTAR SINGKATAN

ACI = *American Concrete Institute*

ASTM = *American Society for Testing and Material*

SNI = Standar Nasional Indonesia

SG = *Specific Gravity*

SSD = *Saturated Surface Dry*

CTM = Compression Testing Machine

PPC = *Portland Pozzolan Cement*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Semen PPC Gresik .....	3-1
Gambar 3.2 Agregat Halus dalam kondisi SSD.....	3-2
Gambar 3.3 Agregat Kasar dalam kondisi SSD.....	3-3
Gambar 3.4 Silica Fume produksi BASF.....	3-3
Gambar 3.5 Superplasticizer MasterGlenium SKY 8851 .....	3-4
Gambar 3.6 Gelas Ukur dan Kerucut Abrams sebagai alat bantu.....	3-5
Gambar 3.7 Uji Berat Isi pada agregat dengan menggunakan Kontainer besi dan timbangan.....	3-6
Gambar 3.8 Alat dan Bahan yang diperlukan dalam pengecoran beton .....	3-8
Gambar 3.9 Pengadukan Pasir, Semen, Dan Silica Fume Serta Penambahan Air.....	3-9
Gambar 3.10 Adukan dan Penambahan Superplasticizer .....	3-9
Gambar 3.11 Beton Segar .....	3-10
Gambar 3.12 Beton setelah dikeluarkan dari cetakan.....	3-11
Gambar 3.13 Perawatan Beton dengan plastik .....	3-12
Gambar 3.14 Alat Uji Kuat Tekan ( CTM ).....	3-13
Gambar 4.1 Grafik Y' vs Umur Uji untuk mencari rumus kuat tekan regresi sebelum koreksi.....	4-2
Gambar 4.2 Tabel simulasi Kuat tekan regresi beton dengan ACI 211.4R-08 beserta grafik gabungan Kuat tekan regresi dengan data perolehan ...	4-3
Gambar 4.3 Perbandingan Faktor Umur Beton hasil eksperimen dan Faktor umur beton pada PBI 1971 Berdasarkan ACI 211.4R-08.....	4-4
Gambar 4.4 Grafik Y' vs Umur uji untuk mencari rumus kuat tekan regresi setelah koreksi.....	4-6

Gambar 4.5	Tabel simulasi Kuat tekan regresi beton dengan acuan ACI 211.4R-08 beserta grafik gabungan Kuat tekan regresi dengan data yang telah didapat.....	4-7
Gambar 4.6	Perbandingan Faktor Umur Beton hasil eksperimen dan Faktor umur beton pada PBI Berdasarkan ACI 211.7R-15 .....	4-8
Gambar 4.7	Perbandingan Hasil uji kuat tekan beton yang dibuat berdasarkan ACI 211.4R-08, dan yang dibuat berdasarkan ACI 211.7R-15. ....	4-9

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 3.1 Hasil Pemeriksaan Atribut Agregat Halus .....	3-6
Tabel 3.2 Hasil Pemeriksaan Atribut Agregat Kasar .....	3-6
Tabel 3.3 Hasil Pemeriksaan atribut Semen .....	3-7
Tabel 4.1 Hasil uji kuat tekan beton yang dibuat dengan panduan ACI 211-4R.08..	4-1
Tabel 4.2 Data outlier pada beton yang dibuat dengan manual ACI 211.4R-08 .....	4-2
Tabel 4.3 Hasil uji kuat tekan beton yang dibuat dengan panduan ACI 211-4R.08..	4-5
Tabel 4.4 Data outlier pada beton yang dibuat dengan manual ACI 211.4R-08 .....	4-6

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Perkembangan teknologi yang pesat secara langsung menuntut pembangunan yang semakin termodernisasi. Bangunan- bangunan tinggi seperti gedung pencakar langit menjadi favorit masyarakat luas karena walaupun tidak memakan lahan yang terlalu banyak, dapat digunakan untuk berbagai jenis aktivitas.

Dengan kelebihan seperti harga yang relatif murah, bahan pembuat yang mudah didapat, dan kemampuan untuk dibentuk sesuai dengan keinginan perencana, beton sampai saat ini tetap menjadi pilihan yang populer dalam pembangunan. Beton juga memiliki kelebihan lainnya dibanding material lain seperti kayu dan kaca, seperti biaya perawatan yang tergolong murah, dan memiliki ketahanan tinggi terhadap korosi dan suhu tinggi. Di sisi lain, beton memiliki beberapa kekurangan seperti lemah terhadap tarik, adanya pengerutan pada beton segar saat pengeringan, serta sulit untuk kedap air.

Pada daerah metropolitan seperti Jakarta dan Bandung, bangunan - bangunan tinggi semakin cenderung untuk dibangun menggunakan beton bermutu tinggi, hal tersebut dikarenakan beton bermutu tinggi memungkinkan pembangunan kolom yang berukuran lebih kecil dibandingkan beton dengan mutu konvensional.

Beton mutu tinggi sendiri adalah beton yang memiliki kekuatan yang lebih tinggi dibandingkan beton konvensional. Menurut ACI 211.4R-08, beton mutu tinggi berkisar antara 41,45 MPa hingga 82,90 MPa. Pada pembuatannya, beton mutu tinggi memerlukan persiapan dan ketelitian yang lebih dibanding pembuatan beton biasa. Untuk membuat beton mutu tinggi harus diperhatikan beberapa hal seperti kualitas semen, kualitas agregat, w/c ratio, bahan aditif yang digunakan, dan juga diperlukan beberapa percobaan untuk menentukan proporsi untuk kekuatan yang diinginkan.



Semen yang digunakan untuk pembuatan beton mutu tinggi dapat menggunakan semen PPC. Semen PPC yang digunakan dari semen merk Gresik. Semen PPC adalah *Portland Pozzolan Cement*, yaitu semen campuran yang dimanufaktur menggunakan material – material yang bersifat *pozzolanic*. Beberapa material yang dapat digunakan sebagai pozzolan tersebut adalah abu vulkanik, serpihan, serta lempung/tanah liat. Namun pada umumnya yang digunakan sebagai pozzolan adalah *fly ash*. campuran pozzolan berkisar antara 6% hingga 40% massa semen Portland. Sedangkan untuk bahan aditif dapat digunakan silica fume dan superplasticizer. Silica fume (microsilica) merupakan material pozzolan halus hasil sampingan dari produk logam silikon atau alloy ferosilikon fungsi silica fume dalam beton adalah untuk meningkatkan kekuatan beton.

Untuk membuat beton mutu tinggi dengan kekuatan yang diinginkan dapat dilakukan dengan menggunakan proporsi campuran yang tepat. Proporsi beton mutu tinggi dapat dipelajari dari ACI 211.4R-08, tapi agar proporsi campuran dapat mencapai sesuai dengan kekuatan yang diinginkan maka harus dilakukan koreksi semen yang digunakan dengan menggunakan ACI 211.7R-15.

## **1.2. Inti Permasalahan**

Seperti yang telah dibahas pada latar belakang, pentingnya beton bermutu tinggi semakin dirasakan oleh masyarakat. Oleh karena itu studi eksperimen pembuatan beton mutu tinggi semakin menjadi kebutuhan masyarakat apalagi bagi para insinyur. Untuk membuat beton mutu tinggi dapat mengikuti langkah-langkah pada ACI 211.4R-08 dengan menggunakan koreksi pada ACI 211.7R-15.

### 1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah :

- Mencari proporsi campuran untuk membuat beton mutu tinggi dengan kekuatan tekan 60 MPa dengan menggunakan ACI 211.4R-08 sebagai acuan dan dikoreksi menggunakan ACI 211.7R-15.
- Menguji kekuatan tekan benda uji beton yang dibuat sesuai proporsi campuran yang belum dan yang sudah dikoreksi.
- Menganalisa dan mengevaluasi kekuatan benda-benda uji beton dan mencari kekuatan regresi beton yang dibuat.

### 1.4. Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Semen yang digunakan pada eksperimen ini adalah semen PPC Gresik.
- Agregat halus yang digunakan adalah agregat halus yang lolos ayakan no. 4.
- Agregat kasar yang digunakan adalah agregat kasar yang lolos ayakan 25mm.
- Bahan aditif yang digunakan berupa *silica fume* dan superplasticizer.
- Menggunakan 30 sampel dengan silinder berdiameter 10 cm dan tinggi 20 cm dimana 15 sampel dibuat dengan acuan ACI 211.4R-08, dan 15 sampel lainnya dibuat dengan acuan ACI 211.7R-15.
- Pengujian sampel beton dilakukan pada hari ke 3, 7, 14, 28, dan 60.
- Kekuatan tekan yang ingin dicapai sebesar  $f'_c$  60 MPa pada umur 28 hari.
- Pengujian sampel dilakukan menggunakan *Compression Testing Machine*.

### 1.5. Metode Penelitian

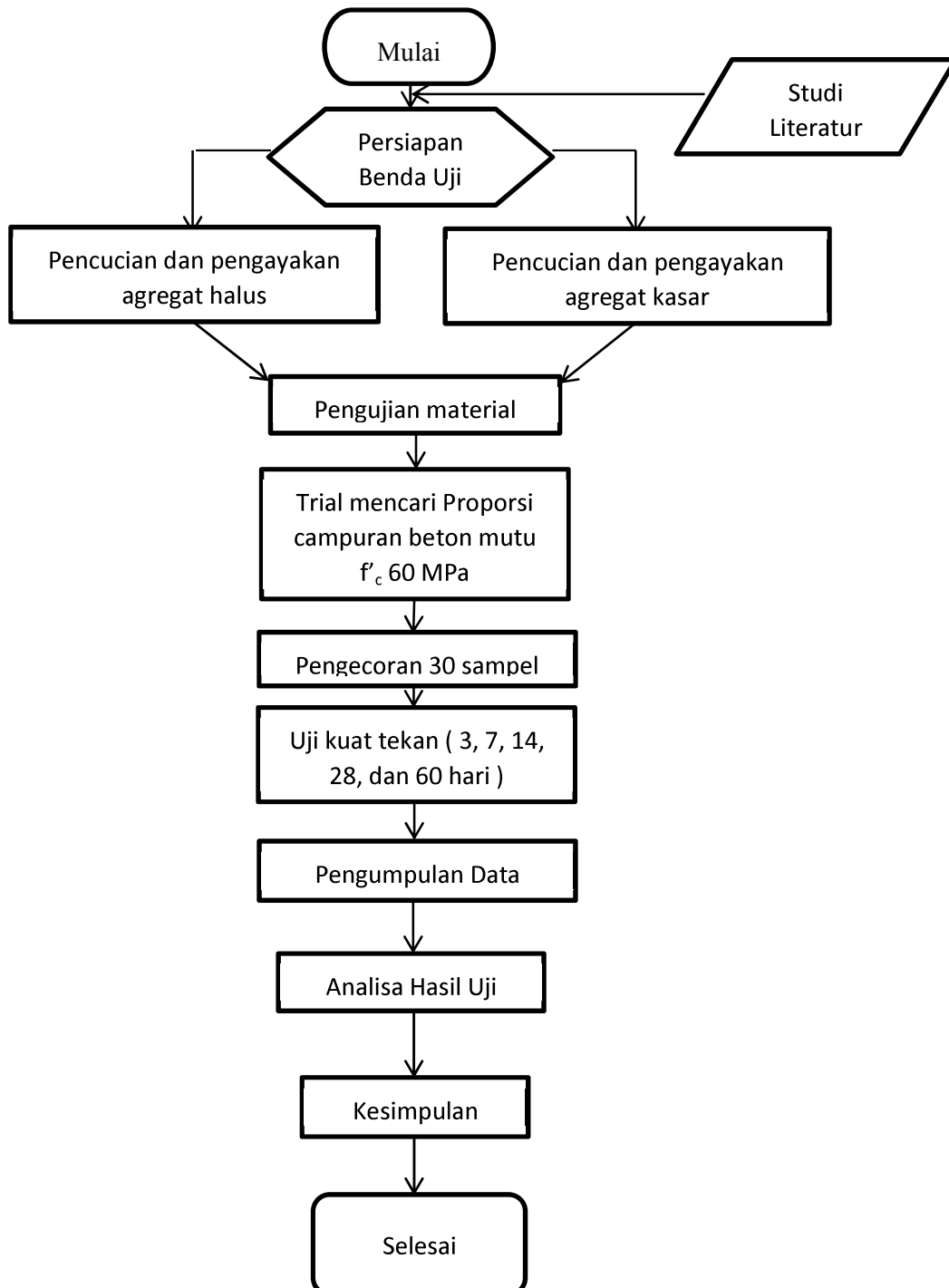
#### 1. Studi Literatur

Studi Literatur dilakukan dengan tujuan menambah wawasan terhadap eksperimen yang akan dilakukan. Pada hal ini studi literatur dilakukan agar proporsi beton yang direncanakan dapat tercapai.

## 2. Uji Eksperimental

Uji eksperimental dilakukan untuk mendukung data-data yang dibutuhkan agar dapat mendapatkan proporsi campuran sesuai yang diinginkan.

### 1.6. Diagram Alir



## **1.7. Sistematika Penulisan**

### **Bab 1 Pendahuluan**

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

### **Bab 2 Tinjauan Pustaka**

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

### **Bab 3 Metode Penelitian**

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

### **Bab 4 Analisis dan Pembahasan**

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

### **Bab 5 Kesimpulan dan Saran**

Pada bab ini diberikan kesimpulan yang didapat dari hasil pengujian, serta diberikan pula saran berdasarkan pada hasil pengujian.