

SKRIPSI

**KORELASI *ULTRASONIC PULSE VELOCITY* DENGAN KUAT
TEKAN DAN TARIK BELAH MORTAR DENGAN LIMBAH
GENTING TANAH LIAT BAKAR SEBAGAI AGREGAT
HALUS**



AGNES JANITRA

NPM : 2015410144

PEMBIMBING : Herry Suryadi, Ph. D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
SEPTEMBER 2018**

SKRIPSI
**KORELASI *ULTRASONIC PULSE VELOCITY* DENGAN KUAT
TEKAN DAN TARIK BELAH MORTAR DENGAN LIMBAH
GENTING TANAH LIAT BAKAR SEBAGAI AGREGAT
HALUS**



AGNES JANITRA

NPM : 2015410144

BANDUNG, 20 DESEMBER 2018

PEMBIMBING

Herry Suryadi, Ph. D.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
SEPTEMBER 2018

KORELASI *ULTRASONIC PULSE VELOCITY* DENGAN KUAT TEKAN DAN TARIK BELAH MORTAR DENGAN LIMBAH GENTING TANAH LIAT BAKAR SEBAGAI AGREGAT HALUS

**Agnes Janitra
NPM: 2015410144**

Pembimbing: Herry Suryadi Djayaprabha, Ph.D.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
2018**

ABSTRAK

Seiring dengan berjalannya waktu, kepedulian masyarakat akan lingkungan semakin meningkat, dalam pembangunan dikenal pula istilah konsep pembangunan hijau. Dalam kegiatan pembangunan terdapat pula limbah-limbah sisa pembangunan yang jarang dimanfaatkan ulang. Pengujian non-destruktif menggunakan *Ultrasonic Pulse Velocity* (UPV) telah banyak dikenal digunakan untuk mengecek keadaan struktur, namun belum banyak diteliti hubungan antara UPV terhadap kekuatan tekan dan tarik belah. Oleh dari itu, pada uji eksperimental ini akan dimanfaatkan limbah genting tanah liat sebagai bahan pengganti agregat halus pada mortar semen dan diteliti hubungan antara kuat tekan dan tarik belahnya terhadap UPV. Untuk mengetahui pengaruhnya penggunaan genting tanah liat sebagai bahan pengganti agregat halus, maka akan dilakukan uji dengan tiga variasi campuran yaitu mortar 100% genting tanah liat, mortar 50% genting tanah liat, dan mortar dengan agregat halus alami. Dari hasil pengujian diperoleh nilai kuat tekan rata-rata mortar dengan bahan pengganti agregat halus genting sebanyak 100%, 50% dan mortar kontrol pada umur 28 hari mencapai 25.00 MPa, 30.61 MPa, dan 43.56 MPa. Sedangkan nilai kuat tarik belah rata-rata mortar dengan bahan pengganti agregat halus genting sebanyak 100%, 50% dan mortar kontrol pada umur 28 hari mencapai 2.224 MPa, 2.212 MPa, dan 2.375 MPa. Hasil pengujian UPV untuk mortar dengan bahan pengganti agregat halus genting sebanyak 100%, 50% dan mortar kontrol pada umur 28 hari memberikan nilai cepat rambat sebesar 3186.27 m/s, 3592.96 m/s, dan 3806.55 m/s. Hubungan antara kuat tekan dan kuat tarik belah terhadap UPV juga dapat dinyatakan dengan persamaan regresi linier.

Kata Kunci : limbah genting tanah liat, UPV, kuat tekan, kuat tarik belah

CORRELATION OF ULTRASONIC PULSE VELOCITY WITH COMPRESSIVE AND SPLITTING TENSILE STRENGTH OF MORTAR WITH FIRED CLAY TILE WASTE AS FINE AGGREGATE

**Agnes Janitra
NPM: 2015410144**

Advisor : Herry Suryadi Djayaprabha, Ph.D.

**PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
FACULTY OF ENGINEERING DEPARTMENT OF CIVIL
ENGINEERING**

(Accredited by BAN-PT Number: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)

BANDUNG

2018

ABSTRACT

As time goes by, the community's concern for the environment is increasing, in construction world there are concept known as green construction. In construction activities there are wastes that are rarely reused. While non-destructive testing method that uses Ultrasonic Pulse Velocity (UPV) has been widely used to check the state of the structure, there are still a few research mentioning about the correlation of UPV on compressive strength and splitting tensile. Therefore, in this experimental test, clay tiles will be used as fine aggregate in cement mortar and the relationship between compressive strength and splitting tensile strength of the UPV is examined. To determine the effect of the use of clay tiles as a fine aggregate material, it will be tested with some variations namely mortar with 100% clay tile, mortar with 50% clay tile, and mortar with natural fine aggregate. From the test results is obtained the value of the average compressive strength of mortar with fine aggregate substitute of as much as 100% and 50% clay tile and control mortar at the age of 28 days reached 25.00 MPa, 30.61 MPa, and 43.56 MPa. While the value of the average splitting tensile strength with 100% and 50% fine aggregate substitute of clay tile and control mortar at 28 days reached 2.224 MPa, 2.212 MPa and 2.375 MPa. The results of the UPV test for mortar with 100% and 50% fine aggregate substitute and control mortar at 28 days gave a value of pulse velocity of 3186.27 m/s, 3592.96 m/s, and 3806.55 m/s. The relationship between compressive strength and splitting tensile strength for UPV can also be issued by linear regression.

Keywords : clay tile waste, UPV, compressive strength, splitting tensile strength

PRAKATA

Puji syukur dipanjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, sebab hanya oleh rahmat dan kuasa-Nya saja skripsi yang berjudul Korelasi *Ultrasonic Pulse Velocity* Dengan Kuat Tekan Dan Tarik Belah Mortar Semen Dengan Limbah Genteng Tanah Liat Sebagai Agregat Halus dapat terselesaikan. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat S-1 di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam menyusun laporan skripsi ini banyak rintangan yang harus dilewati penulis, maka tidaklah mengherankan bahwa dalam menyelesaikan laporan ini terdapat banyak bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Maka dari itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Herry Suryadi Djayaprabha selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah memberikan ilmu, pengetahuan, waktu, dan kesabarannya yang luar biasa dalam membimbing penyusunan skripsi ini.
2. Bapak Paulus Karta Wijaya, Ibu Buen Sian, dan Ibu Cecilia Lauw Giok Swan yang telah hadir dalam seminar judul skripsi dan memberikan saran-saran membangun dalam masa-masa awal penyusunan skripsi.
3. Bapak Teguh Farid Nurul Iman, Bapak Markus Didi G., Bapak Heri Rustandi yang telah banyak membantu dalam proses pembuatan dan pengujian benda uji di Laboratorium Struktur Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan.
4. Ibu Nenny Samudra yang memberikan kesempatan bagi saya untuk mengerjakan skripsi di bawah bimbingan Bapak Herry.
5. Orang Tua dan saudara saya yang telah senantiasa memberi dukungan setiap saat.
6. Para pihak Sekretariat Prodi Teknik Sipil UNPAR dan Badan Tata Usaha Teknik UNPAR yang memungkinkan seminar judul dan seminar isi terlaksana.
7. Teman-teman seperjuangan skripsi, Ananta Saputra, Hugo Andy, Ronaldo Sugiharto, serta Tommy Chrestella yang bersama-sama berjuang dan membantu dalam menyelesaikan skripsi ini.

8. Teman-teman angkatan 2015 yang telah membantu dalam kegiatan perkuliahan dan menyemangati selama pembuatan skripsi ini.
9. Teman-teman lainnya yang telah memberi bantuan baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat saya sebutkan namanya.

Penulis tentu menyadari bahwa skripsi ini masih sangat jauh dari sempurna, mengingat begitu terbatasnya waktu dan kemampuan penulis. Tentu penulis menerima saran dan kritik yang membangun, untuk menciptakan karya yang lebih baik di masa depan.

Akhir kata, penulis berharap skripsi ini tidak hanya bermanfaat bagi penulis sendiri, namun bagi mahasiswa lainnya dan dunia pendidikan, khususnya di bidang Teknik Sipil.

Bandung, 20 Desember 2018

Penulis,



Agnes Janitra

2015410144

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini,

Nama Lengkap : Agnes Janitra

NPM : 2015410144

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul : **"KORELASI ULTRASONIC PULSE VELOCITY DENGAN KUAT TEKAN DAN TARIK BELAH MORTAR DENGAN LIMBAH GENTING TANAH LIAT BAKAR SEBAGAI AGREGAT HALUS"** 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, 20 Desember 2018



Agnes Janitra

2015410144

DAFTAR ISI

ABSTRAK	
ABSTRACT	
PRAKATA	i
SURAT PERNYATAAN	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR NOTASI	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-2
1.3 Tujuan Penulisan	1-3
1.4 Pembatasan Masalah	1-3
1.5 Metode Penelitian	1-4
1.6 Sistematika Penulisan	1-6
BAB 2 DASAR TEORI	2-1
2.1 Mortar	2-1
2.2 Semen	2-1
2.4 Agregat Halus	2-3
2.5 Perencanaan Campuran (<i>Mix Design</i>)	2-4
2.6 Metode Pengujian Mortar	2-5
2.6.1 Uji Destruktif	2-5

2.6.2	Uji non-destruktif	2-8
BAB 3 PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENGUJIAN		3-1
3.1	Bahan dan Benda Uji	3-1
3.1.1	Bahan	3-1
3.1.2	Benda uji.....	3-2
3.2	Pengujian material	3-3
3.2.1	<i>Specific Gravity</i> (SG) Semen.....	3-3
3.2.2	Agregat Halus	3-5
3.3	Prosedur pengujian di Laboratorium	3-9
3.3.1	Pengecoran Mortar	3-9
3.3.2	Uji UPV	3-11
3.3.3	Uji Kuat Tekan	3-14
3.3.4	Uji Kuat Tarik Belah	3-17
BAB 4 ANALISA HASIL PENGUJIAN		4-1
4.1	Analisis Hasil Uji Kuat Tekan Mortar	4-1
4.1.1	Analisis Regresi Kuat Tekan Mortar	4-2
4.2	Analisis Kuat Tarik Belah.....	4-8
4.3	Korelasi Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Mortar dengan UPV	4-9
4.4	Korelasi UPV dengan Umur.....	4-11
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		5-1
5.1	Kesimpulan	5-1
5.2	Saran	5-2
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		L-1

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1.1** Diagram Alir Penelitian
- Gambar 3.1** Semen
- Gambar 3.2.** Agregat Halus (a)Pasir dan (b)Genting
- Gambar 3.3.** Uji SG Semen
- Gambar 3.4.** Pengujian Agregat SSD
- Gambar 3.5.** (a)Alat Uji UPV dan (b)Tes UPV
- Gambar 3.6.** Mesin Uji CTM
- Gambar 3.7.** Keruntuhan Benda Uji Setelah Diuji Kuat Tekan (Umur 7 Hari)
- Gambar 3.8.** (a)*Frame* dan (b)Pengujian Kuat Tarik Belah dengan CTM
- Gambar 4.1.** Grafik Kuat Tekan Mortar
- Gambar 4.2.** Grafik Kuat Tekan Regresi Campuran 100% Genting
- Gambar 4.3.** Grafik Kuat Tekan Regresi Campuran 50% Genting
- Gambar 4.4.** Grafik Kuat Tekan Regresi Campuran Kontrol
- Gambar 4.5.** Grafik Perkembangan Kuat Tekan Regresi Mortar Genting 100%
- Gambar 4.6.** Grafik Perkembangan Kuat Tekan Regresi Mortar Genting 50%
- Gambar 4.7.** Grafik Perkembangan Kuat Tekan Regresi Mortar Kontrol
- Gambar 4.8.** Grafik Kuat Tarik Belah Mortar
- Gambar 4.9.** Grafik Hubungan UPV dengan Kuat Tekan untuk Campuran
(a)100% Genting (b)50% Genting (c)Kontrol
- Gambar 4.10.** Grafik hubungan UPV dengan Kuat Tarik Belah untuk Campuran
(a)100% Genting (b)50% Genting (c)Kontrol
- Gambar 4.11.** Grafik Hubungan UPV dengan Umur Uji untuk Campuran
(a)100% Genting (b)50% Genting (c)Kontrol
- Gambar A-1.** Grafik Gradasi Agregat Halus Genting
- Gambar B-1.** Grafik Gradasi Agregat Halus Alami

DAFTAR TABEL

- Tabel 2.1.** Persyaratan Gradasi Agregat Halus
- Tabel 3.1.** Detail Benda Uji
- Tabel 3.2.** *Specific Gravity* Semen
- Tabel 3.3.** *Specific Gravity* Agregat Halus Alami
- Tabel 3.4.** *Specific Gravity* Agregat Halus Genteng Tanah Liat
- Tabel 3.5.** Absorpsi Agregat Halus Alami
- Tabel 3.6.** Absorpsi Agregat Halus Genteng Tanah Liat
- Tabel 3.7.** Hasil Perhitungan *Mix Design* dengan metode Volume Absolut
- Tabel 3.8.** Dimensi benda uji silinder
- Tabel 3.9.** Hasil Test UPV
- Tabel 3.10.** Hasil Uji Kuat Tekan Mortar
- Tabel 3.11.** Hasil Uji Kuat Tarik Belah Mortar
- Tabel 4.1.** Perbandingan Usia Terhadap Kuat Tekan Mortar Genteng 100%
- Tabel 4.2.** Perbandingan Usia Terhadap Kuat Tekan Mortar Genteng 50%
- Tabel 4.3.** Perbandingan Usia Terhadap Kuat Tekan Mortar Kontrol
- Tabel 4.4.a..** Perkembangan Kuat Tekan Regresi Mortar Genteng 100%
- Tabel 4.4.b.** Perkembangan Kuat Tekan Regresi Mortar Genteng 50%
- Tabel 4.4.c.** Perkembangan Kuat Tekan Regresi Mortar Kontrol
- Tabel 4.5.** Tabel Regresi Mortar Genteng 100%
- Tabel 4.6.** Tabel Regresi Mortar Genteng 50%
- Tabel 4.7.** Tabel Regresi Mortar Kontrol
- Tabel 4.8.** Hasil Uji Kuat Tekan dan Tari Belah Terhadap UPV
- Tabel A-1.** Gradasi Agregat Halus Genteng
- Tabel B-1.** Gradasi Agregat Halus Alami
- Tabel C-1.** *Mix Design*

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

d	= Diameter silinder (mm)
f'_c	= Kuat tekan karakteristik (Mpa)
f_{ct}	= Kuat tarik belah (MPa)
t	= Tinggi silinder (mm)
T	= Umur uji (hari)
V	= Kecepatan rambat gelombang ultrasonik (m/s)
$V_w, V_c, V_{fa}, V_s, V_{rt}$	= Volume air, semen, agregat halus, pasir, dan genteng
$W_w, W_c, W_{fa}, W_s, W_{rt}$	= Massa air, semen, agregat halus, pasir, dan genteng
$\rho_w, \rho_c, \rho_{fa}, \rho_s, \rho_{rt}$	= Massa jenis air, semen, agregat halus, pasir, dan genteng
w/c	= <i>Water to cement ratio</i>
ASTM	= <i>American Society for Testing and Materials</i>
BS	= <i>British Standards</i>
CTM	= <i>Compression Testing Machine</i>
OD	= <i>Oven Dry</i>
SG	= <i>Spesific Gravity</i>
SNI	= Standarisasi Nasional Indonesia
SSD	= <i>Saturated Surface Dry</i>
UPV	= <i>Ultrasonic Pulse Velocity</i>

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan berjalannya waktu, permasalahan lingkungan menjadi suatu faktor pertimbangan penting dalam setiap kegiatan masyarakat. Hal ini juga berlaku dalam pembangunan konstruksi, bahwasanya dalam pelaksanaan kegiatan konstruksi perlu terlebih dahulu dilakukan analisis dampak terhadap lingkungan yang mungkin terjadi apabila proyek dilaksanakan. Maka dari itu, berkembang pula konsep pembangunan hijau yang lebih mengutamakan aspek lingkungan dalam kegiatan pembangunan.

Mortar merupakan campuran antara material semen dan agregat halus dengan perbandingan tertentu untuk mencapai suatu kekuatan yang telah direncanakan. Dalam konstruksi, penggunaan mortar bervariasi, misalnya sebagai bahan pengikat sendi, bahan beton *decking*, dan bahan pembentuk pasangan batu. Semen yang merupakan bahan penyusun mortar berfungsi sebagai bahan pengikat antar agregat dan digunakan dalam jumlah banyak. Namun *Portland Cement* yang digunakan merupakan material yang memerlukan energi besar dalam produksinya, yaitu 8 MJ/kg - 9 MJ/kg, juga merupakan salah satu pencemar lingkungan yang sangat buruk karena dalam proses reaksinya akan melepaskan gas CO₂ dalam jumlah yang cukup besar sehingga akan memperburuk “efek rumah kaca”. Dalam proses hidrasi-nya, mortar juga melepaskan energi dalam bentuk “panas hidrasi” yang ikut berkontribusi dalam *global warming* dan juga dapat menurunkan kinerja mortar.

Dengan mengacu pada konsep pembangunan hijau, maka dilakukannya upaya untuk membuat suatu mortar yang ramah lingkungan untuk mengurangi tingkat pencemaran lingkungan yang dihasilkan dari penggunaan mortar pada umumnya. Salah satu alternatif untuk membuat mortar ramah lingkungan adalah pemanfaatan limbah, seperti sisa-sisa agrikultur, limbah industri, limbah konstruksi, dan limbah elektronik sebagai material tambahan atau pengganti material penyusun beton. Dengan memanfaatkan limbah sebagai bahan pengganti

agregat pada mortar, selain dapat menghasilkan mortar ramah lingkungan juga dapat mengurangi jumlah limbah pencemar lingkungan dan juga dapat mengurangi penggunaan agregat alami. Limbah genting tanah liat merupakan salah satu sisa-sisa konstruksi yang banyak ditemukan, kurang dimanfaatkan dan juga relatif mudah untuk dihancurkan. Pada studi ini akan digunakan limbah tanah liat sebagai pengganti agregat halus pada mortar dan diteliti kekuatannya terhadap *Ultrasonic Pulse Velocity*.

Ultrasonic Pulse Velocity (UPV) adalah metode pengujian non-destruktif untuk memeriksa kualitas beton dan batuan alami. Tes UPV dilakukan dengan mengukur kecepatan gelombang ultrasonik yang dilewatkan melalui material yang hendak diuji. Semakin tinggi kecepatannya maka semakin bagus kualitas dan ketahanan material tersebut, sebaliknya kecepatan yang rendah mengindikasikan banyaknya lubang atau retak pada material tersebut. UPV umumnya dikorelasikan dengan parameter lain seperti kuat tekan, kuat tarik belah, durabilitas, dan lain sebagainya.

Korelasi antara UPV dengan properti material pada mortar masih belum banyak diteliti. Oleh karena itu, pada studi ini, akan diteliti hubungan UPV dengan kuat tekan dan kuat tarik belah mortar semen dengan limbah genting tanah liat sebagai agregat halus. Hasil yang didapat dari tes UPV tersebut akan menghasilkan suatu grafik pengukuran antara UPV terhadap kuat tekan mortar semen pada berbagai umur.

1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan pada studi eksperimental ini adalah bagaimana korelasi antara *Ultrasonic Pulse Velocity* dengan kuat tekan dan tarik belah mortar semen dengan limbah genting tanah liat sebagai agregat halus dengan ditinjau pada dua jenis dimensi, yaitu standar kubus $50 \times 50 \times 50 \text{ mm}^3$ dan silinder $\text{Ø}50 \text{ mm}$ dengan tinggi 100 mm.

1.3 Tujuan Penulisan

Tujuan dari studi eksperimental ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui korelasi *Ultrasonic Pulse Velocity* dengan kuat tekan dan tarik belah
2. Mengetahui korelasi perkembangan kuat tekan (f'_c) dan tarik belah (f_{ct}) terhadap umur.
3. Mencari faktor umur dan persamaan regresi kuat tekan.

1.4 Pembatasan Masalah

Pembatasan masalah yang digunakan pada studi eksperimental ini adalah sebagai berikut :

1. Material semen yang digunakan adalah semen Portland Komposit (sesuai SNI 15-7064-2004).
2. Material agregat yang digunakan adalah limbah genting tanah liat dan pasir yang lolos saringan No. 4 (4.75 mm).
3. Perencanaan campuran menggunakan metode volume absolut.
4. *Water-to-cement ratio* (w/c) ditetapkan sebesar 0.5.
5. Rasio semen : agregat halus sebesar 4 : 10.
6. Rasio agregat halus genting : pasir dengan variasi 100% ,50%, dan 0%
7. Perawatan dilakukan dengan merendam spesimen di dalam air (*water curing*).
8. Kuat tekan diuji pada spesimen kubus $50 \times 50 \times 50 \text{ mm}^3$ dan kuat tarik belah diuji pada silinder dengan diameter 50 mm dan tinggi 100 mm diuji pada umur 7, 14, dan 28 hari.
9. Korelasi kuat tekan dan kuat tarik belah dengan *Ultrasonic Pulse Velocity* diuji pada umur 7, 14 dan 28 hari dengan mengambil nilai rata-rata dari minimum 3 buah benda uji.

10. Jumlah total benda uji minimum 9 buah kubus $50 \times 50 \times 50 \text{ mm}^3$ dan 9 buah silinder diameter 50 mm tinggi 100 mm untuk setiap variasi rasio agregat halus.
11. Pengujian dilakukan pada kondisi kering udara (*air dry*) untuk semua benda uji dan pengujian dengan mengasumsikan pori-pori terisi oleh air.
12. Pengujian UPV dilakukan dengan menempatkan *transducer* berhadapan langsung (*direct*) karena memberi hasil yang lebih akurat.

1.5 Metode Penelitian

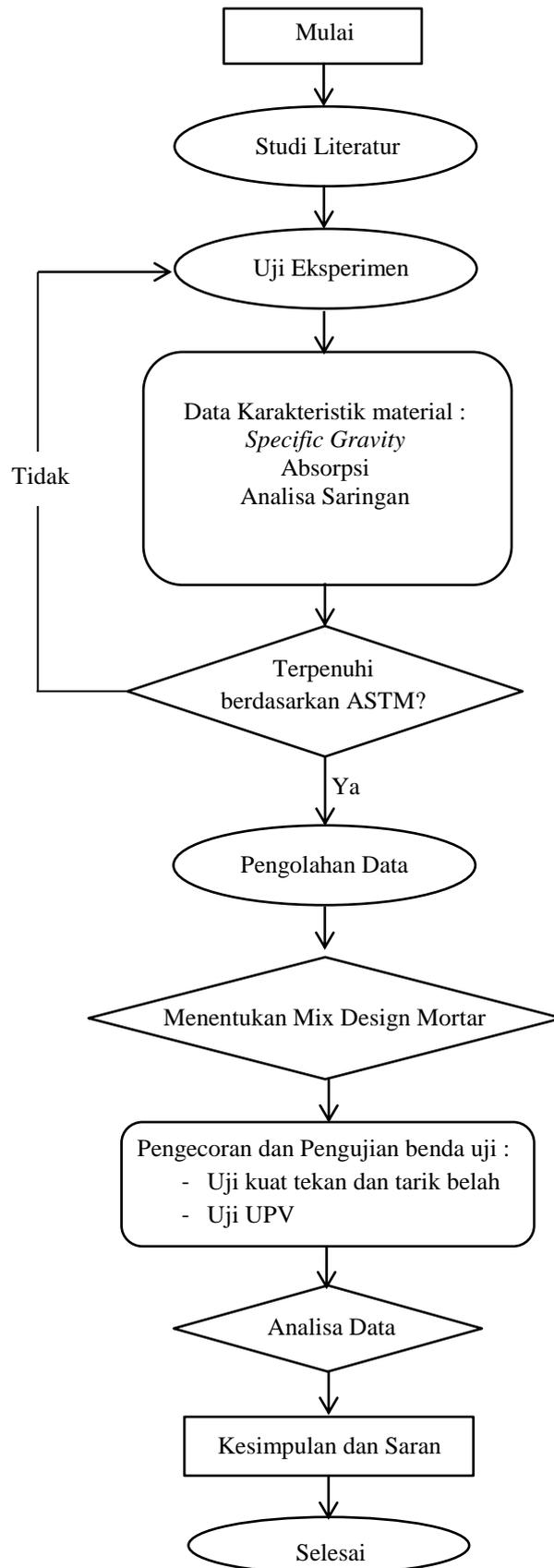
Metode penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Studi Literatur

Studi literatur digunakan sebagai acuan untuk mendapatkan gambaran secara menyeluruh mengenai proses penelitian yang akan dilakukan. Studi literatur ini meliputi pemahaman konsep sifat-sifat mortar, prosedur pembuatan mortar, dan metode pengujian yang akan dipakai.

2. Uji Eksperimental

Pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah dilakukan dengan *Ultrasonic Pulse Velocity* dan *Compression Testing Machine* pada 30 buah spesimen kubus $50 \times 50 \times 50 \text{ mm}^3$ dan 30 buah spesimen silinder diameter 5 cm tinggi 10 cm pada umur 7, 14, dan 28 hari. Pengujian untuk penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Struktur Universitas Katolik Parahyangan.



Gambar 1.1 Diagram Alir Penelitian

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini mengikuti pedoman penulisan skripsi yang berlaku pada program studi Teknik Sipil Universitas Katolik Parahyangan. Penulisan skripsi ini disusun dalam 5 bab, yaitu :

Bab 1 Pendahuluan

Dalam bab ini dibahas latar belakang, inti permasalahan, tujuan penulisan, pembatasan masalah, metode penelitian, dan sistematika penulisan

Bab 2 Tinjauan Pustaka

Dalam bab ini akan dibahas landasan teori yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini. Bab ini mencakup teori mengenai beton dan mortar sebagai bahan konstruksi, metode eksperimen yang akan dilakukan, rumus-rumus yang akan digunakan,

Bab 3 Persiapan dan Pelaksanaan Pengujian

Dalam bab ini akan membahas mengenai persiapan pengujian, pelaksanaan pengujian, dan pencatatan hasil pengujian.

Bab 4 Analisis hasil pengujian

Dalam bab ini akan membahas mengenai analisis hasil pengujian serta perbandingan dari hasil pengujian.

Bab 5 Kesimpulan dan Saran

Dalam bab ini akan membahas kesimpulan yang diperoleh dari hasil pengujian serta saran-saran yang dapat disimpulkan dari pengujian yang telah dilakukan.