

SKRIPSI

**STUDI EKSPERIMENTAL KEKUATAN BETON
DENGAN VARIASI ABU SEKAM SEBAGAI
PENGANTI SEMEN DAN SEBAGIAN AGREGAT
HALUS *HDPE***



ALREZA ARFAHAN

NPM: 6101801205

PEMBIMBING: Dr. Johannes Adhijoso Tjondro

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN

FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)

BANDUNG

JANUARI 2022

SKRIPSI

STUDI EKSPERIMENTAL KEKUATAN BETON DENGAN VARIASI ABU SEKAM SEBAGAI PENGANTI SEMEN DAN SEBAGIAN AGREGAT HALUS *HDPE*



ALREZA ARFAHAN
NPM: 6101801205

PEMBIMBING : Dr. Johannes Adhijoso Tjondro

PENGUJI 1 : Herry Suryadi, Ph.D.

PENGUJI 2 : Lidya Fransisca Tjong, Ir., M.T.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JANUARI 2022

PERNYATAAN

Yang bertandatangan di bawah ini, saya dengan data diri sebagai berikut:

Nama : Alreza Arfahan

NPM : 6101801205

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan

Menyatakan bahwa skripsi dengan judul:

**STUDI EKSPERIMENTAL KEKUATAN BETON DENGAN VARIASI ABU SEKAM
SEBAGAI PENGGANTI SEMEN DAN SEBAGIAN AGREGAT HALUS HDPE**

adalah benar-benar karya saya sendiri di bawah bimbingan dosen pembimbing. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya, atau jika ada tuntutan formal atau non formal dari pihak lain berkaitan dengan keaslian karya saya ini, saya siap menanggung segala risiko, akibat, dan/atau sanksi yang dijatuhkan kepada saya, termasuk pembatalan gelar akademik yang saya peroleh dari Universitas Katolik Parahyangan.

Dinyatakan: di Bekasi

Tanggal: 11 Januari 2022



Alreza Arfahan
6101801205

STUDI EKSPERIMENTAL KEKUATAN BETON DENGAN VARIASI ABU SEKAM SEBAGAI PENGANTI SEMEN DAN SEBAGIAN AGREGAT HALUS *HDPE*

**Alreza Arfahan
NPM: 6101801205**

Pembimbing: Dr. Johannes Adhijoso Tjondro

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYNGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)
BANDUNG
JANUARI 2022**

ABSTRAK

Menempati peringkat empat dengan negara populasi terbanyak di dunia setelah Amerika Serikat, tentunya membuat Indonesia menjadi salah satu negara dengan penghasil limbah terbanyak, terutama dalam kehidupan sehari-hari beras yang berasal dari padi dan beragam plastik digunakan setiap harinya akan menjadi limbah pada akhirnya. Sekam padi yang dibakar hingga menjadi abu dan jenis plastik HDPE daur ulang memiliki potensi sebagai pengganti bahan dasar beton yang dapat digunakan dalam pembangunan konstruksi.

Penelitian ini, melalui studi eksperimental, akan membahas terkait besarnya potensi yang dimiliki oleh abu sekam padi dan plastik HDPE daur ulang menjadi bahan beton. Dengan melihat perbedaan variasi abu sekam sebesar 5%, 15%, dan 30% sebagai pengganti semen PCC, serta penggunaan HDPE sebanyak 20% sebagai pengganti agregat halus. Penggunaan agregat halus dan agregat kasar dalam keadaan SSD serta abu sekam padi akan diaktifkan oleh aktivator berupa NaOH dan Na_2SiO_3 dengan konsentrasi NaOH sebesar 10 M. Perbandingan abu sekam dan aktivator adalah 3 : 2 serta perbandingan NaOH dan Na_2SiO_3 adalah 2 : 3.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kekuatan tekan beton pada hari ke-28 dengan variasi abu sekam padi 30%, 15%, dan 5% secara berturut-turut adalah 23,492 MPa; 22,389 MPa; dan 19,918 MPa dan kekuatan tekan karakteristik sebesar 22,582 MPa. Nilai modulus elastisitas untuk variasi 30%, 15%, dan 5% secara berturut-turut adalah 8897,80 MPa; 6980,61 MPa; dan 5624,56 MPa. Nilai kekuatan tarik belah untuk variasi abu sekam padi 30%, 15%, dan 5% secara berturut-turut adalah 2,6 MPa; 2,3 MPa; dan 2,4 MPa. Nilai kekuatan geser untuk variasi 30%, 15%, dan 5% secara berturut-turut adalah 2.3 MPa; 3.6 MPa; dan 2.7 MPa.

Kata kunci: abu sekam padi, plastik HDPE daur ulang, kekuatan tekan, kekuatan tarik belah, kekuatan geser, modulus elastisitas.

EXPERIMENTAL STUDY OF CONCRETE STRENGTH WITH VARIATION OF RICE HUSK ASH AS A REPLACEMENT OF CEMENT AND PARTIALLY *HDPE* FINE AGGREGATE

**Alreza Arfahan
NPM: 6101801205**

Advisor: Dr. Johannes Adhijoso Tjondro

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

(Accredited by SK BAN-PT No. 11370/SK/BAN-PT/AK-ISK/S/X/2021)

**BANDUNG
JANUARY 2022**

ABSTRACT

Occupying the fourth rank as the country with the most population in the world after the United States, making Indonesia one of the most waste-producing countries, especially in daily life such as rice that comes from paddy and various plastics that are used every day will become waste in the end. Rice husks that are burned to ashes and recycled types of HDPE plastic have potential as a substitute for concrete that can be used in construction.

This research, through an experimental study, will discuss the enormous potential of rice husk ash and recycled HDPE plastic into concrete materials. By looking at the differences in the variation of husk ash by 5%, 15%, and 30% as a substitute for PCC cement, as well as the use of HDPE as much as 20% as a substitute for fine aggregate. The use of fine aggregate and coarse aggregate in the SSD state and rice husk ash will be activated by an activator in the form of NaOH and Na₂SiO₃ with a NaOH concentration of 10 M. The ratio of rice husk ash and activator is 3: 2 and the ratio of NaOH and Na₂SiO₃ is 2: 3.

The test results showed that the compressive strength of concrete on day 28 with variations of rice husk ash 30%, 15%, and 5% respectively was 23,492 MPa; 22,389 MPa; and 19,918 MPa and a characteristic compressive strength of 22.582 MPa. The modulus of elasticity for variation of 30%, 15%, and 5% respectively is 8897.80 MPa; 6980.61 MPa; and 5624.56 MPa. The split tensile strength values for the variation of rice husk ash 30%, 15%, and 5% respectively were 2.6 MPa; 2.3 MPa; and 2.4 MPa. The shear strength values for variations of 30%, 15%, and 5% respectively are 2.3 MPa; 3.6 MPa; and 2.7 MPa.

Keywords: rice husk ash, HDPE recycled plastic, compressive strength, splitting tensile strength, shear strength modulus of elasticity.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa berkat rahmat-Nya, penulis dapat menjalani penyusunan skripsi yang berjudul “STUDI EKSPERIMENTAL KEKUATAN BETON DENGAN VARIASI ABU SEKAM SEBAGAI PENGGANTI SEMEN DAN SEBAGIAN AGREGAT HALUS HDPE” dengan sebaik-baiknya. Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat kelulusan program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan.

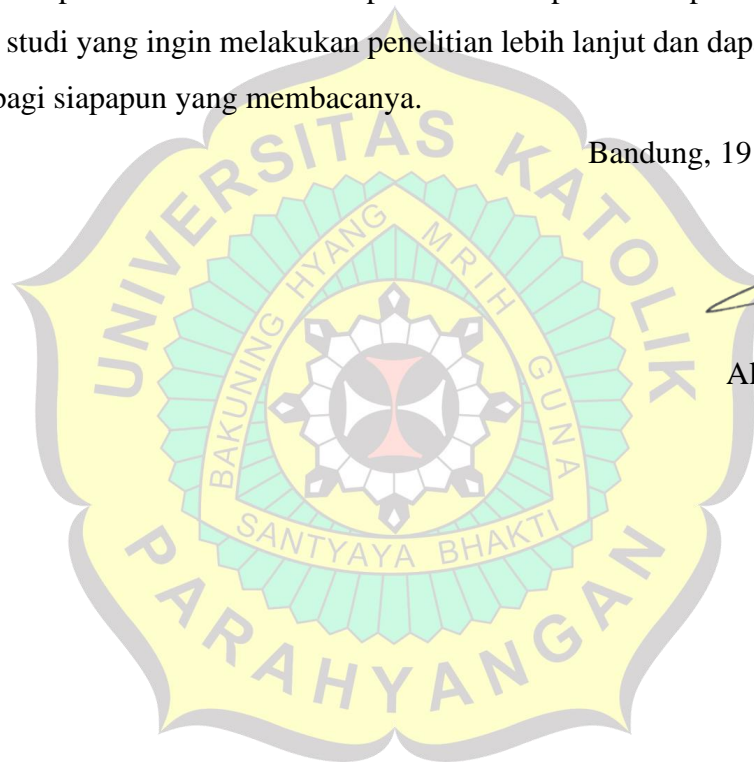
Selama proses penyusunan skripsi ini, penulis tidak terlepas dari segala jenis hambatan dan masalah. Penulis berterima kasih atas kritik, saran, bimbingan, serta dukungan yang diberikan oleh berbagai pihak sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Johannes Adhijoso Tjondro selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan waktu, tenaga, dan ilmu selama proses penyusunan skripsi ini.
2. Orang tua penulis, Denny Gunardi Michlar dan Diah Sucahyowati, yang selalu memberikan dukungan selama proses penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Cecilia Giok Swan yang senantiasa membagi ilmunya terkait dengan segala jenis plastik daur ulang.
4. Bapak Ir. Teguh Farid, Bapak Markus Didi, dan Bapak Herry SS yang senantiasa membantu dan memberikan dukungan selama proses persiapan bahan hingga pengujian benda uji di laboratorium.
5. Sederet dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran terkait skripsi ini.
6. Nadya Maulina yang senantiasa memberikan dukungan selama proses penyusunan skripsi.
7. Teman-teman eksperimental yang senantiasa membantu dan menemani selama proses persiapan bahan hingga pengujian benda uji.

8. Teman-teman satu dosen pembimbing, Aurel, Juan, Anin, Bondan, Jason, Michael yang senantiasa membantu terkait persiapan seminar dan sidang.
9. Adi, Yovin, Sabas, Felix yang selalu memberikan hiburan dan menemani selama penyusunan skripsi ini.
10. Sipil 2018 yang telah menemani selama menjalankan studi di UNPAR.
11. Semua pihak yang telah memberikan tenaga dan pikirannya secara langsung maupun tidak langsung yang namanya tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa masih banyaknya kekurangan dalam skripsi ini dan masih jauh dari sempurna. Penulis berharap bahwa skripsi ini dapat berguna bagi penempuh studi yang ingin melakukan penelitian lebih lanjut dan dapat menambah wawasan bagi siapapun yang membacanya.

Bandung, 19 Januari 2022



Alreza Arfahan
6101801205

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I	1-1
1.1 Latar Belakang	1-1
1.2 Inti Permasalahan	1-4
1.3 Tujuan Penelitian	1-4
1.4 Lingkup Penelitian	1-4
1.5 Metode Penelitian	1-5
1.6 Sistematika Penulisan	1-8
BAB II	2-1
2.1 Beton	2-1
2.2 Beton Geopolimer	2-2
2.3 Material Beton	2-4
2.3.1 Air	2-4
2.3.2 Agregat Kasar	2-6
2.3.3 Agregat Halus	2-8
2.3.4 Semen Portland	2-9
2.3.5 Abu Sekam Padi	2-10
2.3.6 Plastik Daur Ulang <i>HDPE</i>	2-13
2.3.7 Aktivator	2-16
2.3.7.1 Superplasticizer	2-17
2.4 Metode Pengujian	2-17
2.4.1 Pengujian Kekuatan Tekan	2-17
2.4.2 Pengujian Kekuatan Tarik Belah	2-20
2.4.3 Pengujian Kekuatan Geser	2-21

2.5	Metode Perawatan (<i>Curing</i>)	2-22
BAB III		3-1
3.1	Bahan dan Benda Uji.....	3-1
3.1.1	Bahan Uji	3-1
3.1.2	Benda Uji	3-7
3.2	Pengujian Material Benda Uji	3-7
3.2.1	Pengujian Agregat Kasar.....	3-8
3.2.1.1	<i>Specific Gravity</i>	3-8
3.2.1.2	Berat Isi Gembur	3-10
3.2.2	Pengujian Agregat Halus.....	3-12
3.2.2.1	<i>Specific Gravity</i>	3-12
3.2.2.2	<i>Fineness Modulus</i>	3-16
3.2.3	Pengujian Abu Sekam Padi.....	3-20
3.2.4	Pengujian Semen Portland Komposit	3-21
3.3	Mix Design	3-22
3.4	Prosedur Pelaksanaan Pengecoran	3-25
3.4.1	Pembuatan Larutan Aktivator	3-25
3.4.2	Pencampuran Bahan dan Pengecoran	3-26
3.4.3	Perawatan	3-31
3.5	Proses Pengujian Benda Uji	3-32
3.5.1	Pengujian Kekuatan Tekan	3-32
3.5.2	Pengujian Kekuatan Tarik Belah	3-34
3.5.3	Pengujian Kekuatan Geser	3-36
BAB IV		4-1
4.1	Berat Jenis	4-1
4.2	Analisis Pengujian Kekuatan Tekan.....	4-2
4.2.1	Analisis Faktor Umur Kekuatan Tekan.....	4-3
4.2.2	Analisis Kekuatan Tekan pada Hari ke-28.....	4-9
4.2.3	Analisis Modulus Elastisitas	4-11
4.3	Analisis Pengujian Kekuatan Tarik Belah.....	4-15
4.4	Analisis Pengujian Kekuatan Geser	4-18
BAB V.....		5-1

5.1	Kesimpulan.....	5-1
5.2	Saran.....	5-2
DAFTAR PUSTAKA		xiv
LAMPIRAN A.....		LA-1
LAMPIRAN B.....		LB-1
LAMPIRAN C.....		LC-1
LAMPIRAN D.....		LD-1



DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

ACI	=	<i>American Concrete Institute</i>	
Al	=	<i>Alumunium</i>	
AlO ₄	=	<i>Alumina Tetrahedral</i>	
Al ₂ O ₃	=	<i>Alumunium Trioksida</i>	
ASTM	=	<i>American Society for Testing and Material</i>	
CaO	=	<i>Kalsium Oksida</i>	
CTM	=	<i>Compression Testing Machine</i>	
CO ₂	=	<i>Karbon Dioksida</i>	
FM	=	<i>Fineness Modulus</i>	
Fe ₂ O ₃	=	<i>Besi (II) Trioksida</i>	
HDPE	=	<i>High Density Polyethylene</i>	
K ₂ O	=	<i>Kalium Dioksida</i>	
KOH	=	<i>Kalium Hidroksida</i>	
LOI	=	<i>Loss On Ignition</i>	
LDPE	=	<i>Low Density Polyethylene</i>	
LVDT	=	<i>Linear Variable Differential Transformer</i>	
M	=	<i>Molaritas</i>	(M)
MgO	=	<i>Magnesium Oksida</i>	
MDPE	=	<i>Medium Density Polyethylene</i>	
Na ₂ O	=	<i>Sodium Oksida</i>	
Na ₂ SiO ₃	=	<i>Sodium Silikat</i>	

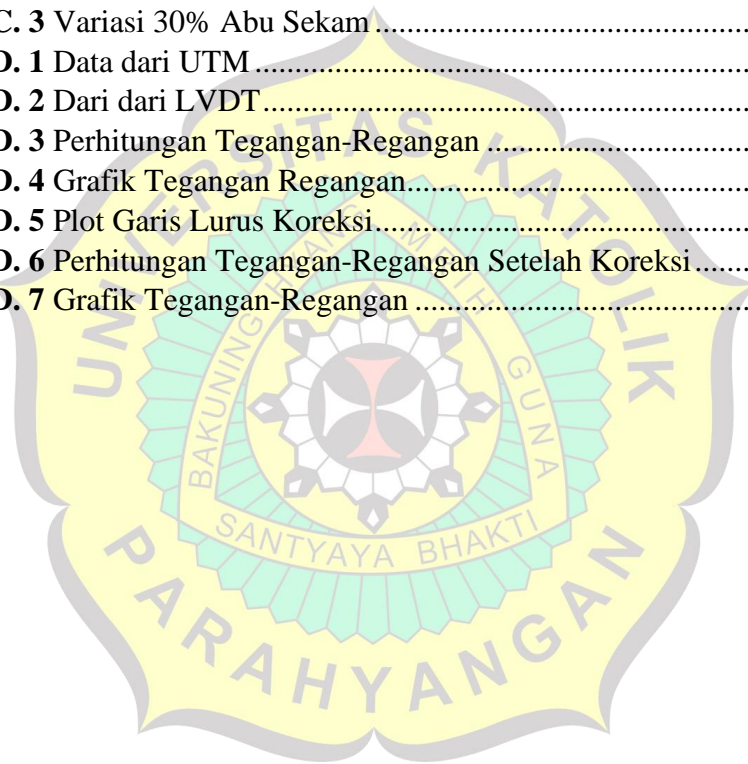
NO ₂	=	<i>Nitrogen Dioksida</i>	
PCC	=	<i>Portland Cement Composite</i>	
PBI	=	Peraturan Beton Indonesia	
Puslitbang	=	Pusat Penelitian dan Pengembangan	
RHA	=	<i>Rice Husk Ash</i>	
SNI	=	Standar Nasional Indonesia	
SSD	=	<i>Saturated Surface Dry</i>	
SG	=	<i>Specific Gravity</i>	
SO ₂	=	<i>Sulfur Dioksida</i>	
SiO ₄	=	<i>Silika Tetraoksida</i>	
SiO ₂	=	<i>Silikat Dioksida</i>	
SO ₃	=	<i>Sulfat Trioksida</i>	
TekMIRA	=	Teknologi Mineral dan Batubara	
UTM	=	<i>Universal Testing Machine</i>	
α	=	Koefisien Kekuatan Tarik Belah	
β	=	Koefisien Modulus Elastisitas	
ε	=	Koefisien Kekuatan Geser	
f_c'	=	Kekuatan Tekan Karakteristik	(MPa)
f_{ct}	=	Kekuatan Tarik Belah	(MPa)
f_v	=	Kekuatan Geser	(MPa)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses polikondensasi menjadi poli (sialate-siloxo).....	2-3
Gambar 2. 2 Tahapan pembuatan beton	2-4
Gambar 2. 3 Uji Kekuatan Tekan Beton dengan Abu Sekam (variasi 0% - 50%)	2-11
Gambar 2. 4 Kekuatan Tekan Beton dengan Abu Sekam Sebagai Pengganti Parsial Semen.....	2-12
Gambar 2. 5 Uji Lolos Saringan Pasir dan HDPE.....	2-14
Gambar 2. 6 Grafik Pengaruh Variasi Plastik HDPE Terhadap Kebutuhan Air dan Kekuatan Tekan Beton (Malkapur, 2016).....	2-15
Gambar 2. 7 Pengaruh Rasio Na_2SiO_3 : NaOH Terhadap Kekuatan Tekan Pasta Geopolimer.....	2-17
Gambar 2. 8 Ilustrasi Pengujian Tekan	2-18
Gambar 2. 9 Diagram Tegangan-Regangan	2-19
Gambar 2. 10 Ilustrasi Pengujian Tarik Belah	2-20
Gambar 2. 11 Ilustrasi Pengujian Tarik Belah	2-22
Gambar 3. 1 Batu Pecah/Split	3-2
Gambar 3. 2 Pasir	3-2
Gambar 3. 3 Plastik Daur Ulang HDPE	3-3
Gambar 3. 4 Abu Sekam Padi Lolos Saringan 200	3-3
Gambar 3. 5 Semen Portland Kompisit	3-4
Gambar 3. 6 Larutan Na_2SiO_3	3-4
Gambar 3. 7 Larutan NaOH	3-5
Gambar 3. 8 Air	3-6
Gambar 3. 9 Sika <i>Superplasticizer</i>	3-6
Gambar 3. 10 Keranjang Besi	3-9
Gambar 3. 11 Berat Container	3-11
Gambar 3. 12 Berat Container dan Agregat Kasar	3-11
Gambar 3. 13 Berat Container dan Air	3-12
Gambar 3. 14 Menimbang Pasir SSD.....	3-13
Gambar 3. 15 Menimbang Pinkometer, air, das agregat halus.....	3-14
Gambar 3. 16 Menimbang Piknometer dan air.....	3-14
Gambar 3. 17 Saringan Uji FM	3-17
Gambar 3. 18 Sieve Shaker	3-17
Gambar 3. 19 Gradasi Pasir.....	3-19
Gambar 3. 20 Gradasi Pasir dan HDPE.....	3-20
Gambar 3. 21 Penimbangan Labu dan Minyak Tanah	3-21
Gambar 3. 22 Mixer Kecil.....	3-24
Gambar 3. 23 Larutan Aktivator.....	3-26
Gambar 3. 24 Cetakan Silinder.....	3-27
Gambar 3. 25 Bekisting Balok	3-27
Gambar 3. 26 Mixer Besar	3-28

Gambar 3. 27 Proses Pencampuran Menggunakan Mixer Besar	3-29
Gambar 3. 28 Uji Slump.....	3-30
Gambar 3. 29 Adonan Beton Telah Dicitak.....	3-30
Gambar 3. 30 Beton di Dalam Plastik	3-31
Gambar 3. 31 Grinding Beton	3-32
Gambar 3. 32 Uji Tekan dengan <i>Compression Test Machine</i>	3-33
Gambar 3. 33 Uji Tekan dengan <i>Universal Testing Machine</i>	3-33
Gambar 3. 34 Jig.....	3-35
Gambar 3. 35 Uji Tarik Belah dengan <i>Compression Testing Machine</i>	3-35
Gambar 3. 36 Uji Geser dengan <i>Universal Testing Machine</i>	3-37
Gambar 4. 1 Grafik Hubungan Faktor Y' dan Umur Uji	4-4
Gambar 4. 2 Perkembangan Kekuatan Tekan Regresi	4-6
Gambar 4. 3 Estimasi Kekuatan Tekan 28 Hari	4-9
Gambar 4. 4 Kekuatan Tekan 28 Hari.....	4-10
Gambar 4. 5 Kekuatan Tekan Rata-Rata 28 Hari.....	4-11
Gambar 4. 6 Diagram Tegangan-Regangan Variasi 5% Abu Sekam.....	4-12
Gambar 4. 7 Diagram Tegangan-Regangan Variasi 15% Abu Sekam.....	4-13
Gambar 4. 8 Diagram Tegangan-Regangan Variasi 30% Abu Sekam.....	4-13
Gambar 4. 9 Kekuatan Tarik Belah 28 Hari.....	4-17
Gambar 4. 10 Kekuatan Tarik Belah Rata-rata 28 Hari	4-17
Gambar 4. 11 Kekuatan Geser 28 Hari.....	4-20
Gambar 4. 12 Kekuatan Geser Rata-rata 28 Hari.....	4-21
Gambar LA. 1 Tabel Kadar Air dan Udara.....	LA-5
Gambar LA. 2 Tabel w/b.....	LA-5
Gambar LA. 3 Tabel Volume Agregat Kasar.....	LA-6
Gambar LA. 4 Tabel Estimasi Berat Beton Segar	LA-6
Gambar LB. 1 Benda Uji 1 (30%) Kekuatan Tekan	LB-2
Gambar LB. 2 Benda Uji 2 (30%) Kekuatan Tekan	LB-2
Gambar LB. 3 Benda Uji 3 (30%) Kekuatan Tekan	LB-3
Gambar LB. 4 Benda Uji 1 (15%) Kekuatan Tekan	LB-3
Gambar LB. 5 Benda Uji 2 (15%) Kekuatan Tekan	LB-4
Gambar LB. 6 Benda Uji 3 (15%) Kekuatan Tekan	LB-4
Gambar LB. 7 Benda Uji 1 (5%) Kekuatan Tekan	LB-5
Gambar LB. 8 Benda Uji 2(5%) Kekuatan Tekan	LB-5
Gambar LB. 9 Benda Uji 3 (5%) Kekuatan Tekan	LB-6
Gambar LB. 10 Benda Uji 1 (30%) Kekuatan Tarik Belah	LB-6
Gambar LB. 11 Benda Uji 2 (30%) Kekuatan Tarik Belah	LB-7
Gambar LB. 12 Benda Uji 3 (30%) Kekuatan Tarik Belah	LB-7
Gambar LB. 13 Benda Uji 1 (15%) Kekuatan Tarik Belah	LB-8
Gambar LB. 14 Benda Uji 2 (15%) Kekuatan Tarik Belah	LB-8
Gambar LB. 15 Benda Uji 3 (15%) Kekuatan Tarik Belah	LB-9
Gambar LB. 16 Benda Uji 1 (5%) Kekuatan Tarik Belah	LB-9
Gambar LB. 17 Benda Uji 2 (5%) Kekuatan Tarik Belah	LB-10

Gambar LB. 18	Benda Uji 3 (5%) Kekuatan Tarik Belah	LB-10
Gambar LB. 19	Benda Uji 1 (30%) Kekuatan Geser	LB-11
Gambar LB. 20	Benda Uji 2 (30%) Kekuatan Geser	LB-11
Gambar LB. 21	Benda Uji 3 (30%) Kekuatan Geser	LB-11
Gambar LB. 22	Benda Uji 1 (15%) Kekuatan Geser	LB-12
Gambar LB. 23	Benda Uji 2 (15%) Kekuatan Geser	LB-12
Gambar LB. 24	Benda Uji 3 (15%) Kekuatan Geser	LB-13
Gambar LB. 25	Benda Uji 1 (5%) Kekuatan Geser	LB-13
Gambar LB. 26	Benda Uji 2 (5%) Kekuatan Geser	LB-14
Gambar LB. 27	Benda Uji 3 (5%) Kekuatan Geser	LB-14
Gambar LC. 1	Variasi 5% Abu Sekam	LC-2
Gambar LC. 2	Variasi 15% Abu Sekam	LC-2
Gambar LC. 3	Variasi 30% Abu Sekam	LC-3
Gambar LD. 1	Data dari UTM	LD-2
Gambar LD. 2	Dari dari LVDT	LD-2
Gambar LD. 3	Perhitungan Tegangan-Regangan	LD-2
Gambar LD. 4	Grafik Tegangan Regangan	LD-3
Gambar LD. 5	Plot Garis Lurus Koreksi	LD-3
Gambar LD. 6	Perhitungan Tegangan-Regangan Setelah Koreksi	LD-4
Gambar LD. 7	Grafik Tegangan-Regangan	LD-4



DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ukuran Ayakan Standar Sesuai ASTM dan SNI	2-7
Tabel 2. 2 Gradasi Agregat Kasar Menurut SNI 03-2834-2000	2-8
Tabel 2. 3 Gradasi Agregat Halus Menurut SNI 03-2834-2000 dan ASTM C-33.....	2-9
Tabel 2. 4 Komposisi Kimia Abu Sekam Menurut Penelitian Detphan dan Chindaprasirt	2-11
Tabel 2. 5 Jenis Plastik dan Penggunaannya	2-13
Tabel 2. 6 Sifat Fisik Material Pasir, Virgin HDPE, dan Waste HDPE.....	2-14
Tabel 2. 7 Perbandingan Kekuatan Tekan Beton pada Berbagai Umur.....	2-19
Tabel 3. 1 Dimensi Benda Uji	3-7
Tabel 3. 2 Jumlah Benda Uji	3-7
Tabel 3. 3 Specific Gravity Batu Pecah.....	3-9
Tabel 3. 4 Berat Isi Gembur Batu Pecah	3-12
Tabel 3. 5 Specific Gravity Pasir.....	3-15
Tabel 3. 6 Specific Gravity HDPE	3-15
Tabel 3. 7 Gradasi Pasir	3-18
Tabel 3. 8 Gradasi Pasir dan HDPE	3-19
Tabel 3. 9 Komposisi Kimia Abu Sekam Padi.....	3-20
Tabel 3. 10 Specific Grafity Semen	3-22
Tabel 3. 11 Mix Design	3-25
Tabel 3. 12 Hasil Pengujian Kekuatan Tekan	3-34
Tabel 4. 1 Berat Jenis Beton.....	4-2
Tabel 4. 2 Faktor Y'.....	4-3
Tabel 4. 3 Kekuatan Tekan Regresi	4-5
Tabel 4. 4 Faktor Umur	4-7
Tabel 4. 5 Estimasi Kekuatan Tekan 28 Hari.....	4-8
Tabel 4. 6 Kekuatan Tekan 28 Hari.....	4-10
Tabel 4. 7 Koefisien Modulus Elastisitas	4-14
Tabel 4. 8 Modulus Elastisitas Rata-rata	4-14
Tabel 4. 9 Kekuatan Tarik Belah 28 Hari.....	4-16
Tabel 4. 10 Koefisien Kekuatan Tarik Belah	4-18
Tabel 4. 11 Kekuatan Geser 28 Hari	4-19
Tabel 4. 12 Koefisien Kekuatan Geser.....	4-22
Tabel LA. 1 Total Kebutuhan Material	LA-4

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bertambahnya jumlah penduduk di Indonesia yang terjadi secara terus menerus membuat kebutuhan infrastruktur sebagai prasarana di bidang konstruksi semakin meningkat. Diperoleh dari data Badan Pusat Statistik (BPS), hasil sensus penduduk pada tahun 2020 (SP2020) pada bulan september 2020 adalah sebanyak 270,2 juta jiwa dan laju pertumbuhan penduduk selama periode 2010 – 2020 memiliki nilai rata-rata sebesar 1.25%. Berdasarkan laporan Bappenas mengenai Proyeksi Penduduk Indonesia 2010 – 2035, hasil proyeksi menunjukkan bahwa jumlah penduduk Indonesia akan mengalami peningkatan hingga 305 juta jiwa dengan laju penurunan rata-rata sebesar 0,62%.

Pembangunan infrastruktur dilakukan sebagai salah satu penunjang pertumbuhan jumlah penduduk yang terjadi di Indonesia ataupun sebagai pendukung program pada berbagai sektor. Pemerintahan Indonesia telah melakukan berbagai program demi menunjang perkembangan infrastruktur Indonesia, seperti jalan tol, jalan raya, bandar udara, pelabuhan, rumah, gedung dan lain-lainnya.

Beton merupakan salah satu material yang digunakan sebagai bahan utama sebuah bangunan, selain kayu dan baja. Penggunaan material beton sebagai bahan baku sebuah infrastruktur menjadi hal yang paling umum karena proses pembuatannya yang tergolong relatif paling mudah dan penentuan mutu dapat diperoleh sesuai yang diinginkan. Penggunaan beton sebagai material utama pada sebuah pembangunan infrastruktur menyebabkan kebutuhan beton di Indonesia semakin meningkat dan produksi semen di Indonesia akan semakin meningkat seiring bertambahnya kebutuhan beton karena semen merupakan salah satu komponen dari sebuah campuran beton yang pada umumnya terdiri dari semen, air, agregat kasar, dan agregat halus.

Meningkatnya kebutuhan beton untuk keperluan infrastruktur dapat menyebabkan pencemaran udara yang berdampak pada penurunan kualitas udara karena dalam proses pembuatan beton akan melepaskan gas Karbon Dioksida (CO_2) dalam jumlah besar, serta senyawa Sulfur Dioksida (SO_2) dan Nitrogen Dioksida (NO_2) di udara.

Salah satu cara untuk mengurangi dampak dari pembuatan beton, dapat dilakukan dengan mengganti/mengurangi penggunaan semen maupun agregat kasar dan agregat halus pada tahapan proses pembuatan beton. Penggunaan beton geopolimer merupakan cara alternatif yang dapat dilakukan untuk mengurangi penggunaan material semen.

Beton geopolimer adalah jenis campuran beton yang tidak menggunakan semen secara keseluruhan sebagai bahan perekat, melainkan menggunakan sebagian material yang memiliki kandungan Silikat Dioksida (SiO_2), seperti abu sekam, *fly ash*, dan material lainnya yang mengandung Silika. Beton geopolimer merupakan produk beton geosintetik yang memiliki reaksi polimerisasi sebagai reaksi pengikat.

Indonesia merupakan negara agraris yang memiliki lahan pertanian yang luas dan sebagian besar penduduknya bekerja dalam bidang pertanian. Produksi pertanian Indonesia mengalami penambahan setiap tahunnya, pada tahun 2005 sebanyak 54 juta ton produksi padi dihasilkan dan terus meningkat hingga tahun 2015 sebesar 75,55 juta ton. Setiap tahunnya, seluruh produksi padi di Indonesia menghasilkan rata-rata 15 juta ton sekam padi, jumlah sekam tersebut merupakan 20% dari bobot padi dan 15% dari bobot sekam tersebut merupakan berat abu sekam yang diperoleh.

Abu sekam merupakan hasil limbah produksi padi yang mengandung senyawa pozzolan, yaitu mengandung Silikat Dioksida (SiO_2) (Herina, 2005). Hasil analisis komposisi kimia abu sekam padi menunjukkan kandungan Silikat Dioksida (SiO_2) sebesar 90-99%. Apabila abu sekam padi dibakar secara terkontrol pada suhu

tinggi (500-600°), maka akan menghasilkan silika yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai proses kimia (Putro, 2011).

Selain abu sekam sebagai material pengganti sebagian semen, material campuran beton lainnya seperti agregat kasar dan halus dapat digantikan juga oleh beberapa material lainnya, salah satunya adalah plastik. Plastik sebagai material agregat alternatif dapat digunakan sebagai pengganti kerikil atau pasir setelah diolah sesuai dengan gradasi yang diinginkan. Penggunaan plastik sebagai pengganti agregat akan memberikan keuntungan dan dampak secara langsung, penggunaan plastik tentunya lebih murah karena plastik yang digunakan diperoleh dari olahan limbah plastik masyarakat dan penggunaan plastik sebagai agregat akan membuat proses daur ulang plastik semakin cepat dibandingkan dengan cara diuraikan yang membutuhkan waktu bertahun-tahun.

Pada penelitian ini digunakan limbah plastik sebagai pengganti agregat halus, yaitu *High Density Polyethylene* (HDPE). HDPE merupakan salah satu jenis plastik daur ulang yang memiliki karakteristik kuat, keras, dan tahan terhadap suhu tinggi. *Polyethylene* dihasilkan dari proses polimerisasi molekul-molekul gas ethylene secara bersama-sama membentuk rangkaian panjang molekul sampai menjadi bentuk plastik (polimer). Ada 3 jenis *Polyethylene*, yaitu LDPE, MDPE dan HDPE. LDPE dan MDPE dihasilkan dari proses bertekanan tinggi, sedangkan HDPE dihasilkan dengan proses bertekanan rendah.

Material yang digunakan pada eksperimen ini meliputi semen, abu sekam padi, agregat halus, agregat kasar, plastik HDPE, *Sodium Hidroksida* (NaOH), *Sodium Silikat* (Na_2SiO_3), *superplasticizer*, dan air. Eksperimental ini menggunakan metode trial mix berdasarkan penelitian terdahulu, masih sedikitnya penelitian mengenai beton dengan sebagian abu sekam dan menggunakan sebagian agregat halus plastik sehingga belum ditemukannya metode yang dapat dilakukan secara optimal untuk memperoleh komposisi campuran beton trial mix dengan tepat.

1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan dari eksperimen ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi abu sekam sebagai pengikat, plastik *HDPE* sebagai sebagian dari agregat halus, serta *Sodium Hidroksida* (NaOH) dan *Sodium Silikat* (Na_2SiO_3) sebagai aktivator dalam campuran beton sehingga dapat diketahui campuran optimum untuk memperoleh kekuatan yang direncanakan.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh abu sekam sebagai material pengikat selain semen terhadap campuran beton.
2. Mengetahui pengaruh agregat halus daur ulang berupa plastik HDPE dan binder terhadap kekuatan beton.
3. Mengetahui hubungan kekuatan beton terhadap umur beton
4. Mengetahui nilai kekuatan tekan, kekuatan tarik belah, dan kekuatan geser beton pada hari ke-28.

1.4 Lingkup Penelitian

Pembatasan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Desain mutu beton yang direncanakan adalah f_c' 20 MPa – 30 MPa.
2. Agregat kasar yang digunakan dalam kondisi SSD dan berukuran maksimum 12,5 mm.
3. Agregat halus yang digunakan adalah pasir dan plastik *HDPE* campuran 80% pasir dan 20% plastik *HDPE* dengan ukuran maksimum 4,5 mm.
4. Abu sekam yang digunakan adalah abu yang telah dihaluskan dan lolos saringan No.200.
5. Perhitungan *Mix Design* menggunakan metode ACI 211 1-91 metode basis volume dengan penyesuaian kadar *superplasticizer*.
6. Persentase variasi abu sekam padi berdasarkan massa.

7. Perbandingan abu sekam : aktivator adalah 3 : 2.
8. Perbandingan Na_2SiO_3 : NaOH adalah 3 : 2.
9. Perbandingan air : semen adalah 0,39 : 1 (diperoleh dari grafik dengan desain kekuatan beton 34,84 MPa pada hari ke-28).
10. Larutan aktivator yang digunakan adalah *Sodium Hidroksida* (NaOH) dan *Sodium Silikat* (Na_2SiO_3) dengan molaritas 10M.
11. Abu sekam dan semen sebagai binder yang digunakan dengan perbandingan 5% : 95% ; 15% : 85% ; 30% : 70%.
12. Semen yang digunakan adalah *Portland cement composite*.
13. *Superplasticizer* yang digunakan adalah *Sika Viscocrete 3115-N*.
14. Pengujian kekuatan tekan beton menggunakan silinder berdiameter 10 cm dan tinggi 20 cm pada umur 7, 14, 21, 28 hari sebanyak 3 buah untuk masing-masing umur dengan persentase 15% abu sekam dan sebanyak 3 buah pada umur ke-28 hari untuk persentase 5% dan 30%.
15. Pengujian kekuatan tarik belah beton menggunakan silinder berdiameter 10 cm dan tinggi 20 cm pada umur 28 hari sebanyak 3 buah untuk masing-masing sampel uji dengan persentase abu sekam 5%, 15%, dan 30%.
16. Pengujian kekuatan geser beton menggunakan balok berukuran 10 cm x 10 cm x 30 cm pada umur 28 hari sebanyak 3 buah untuk masing-masing sampel uji dengan persentase abu sekam 5%, 15%, dan 30%.

1.5 Metode Penelitian

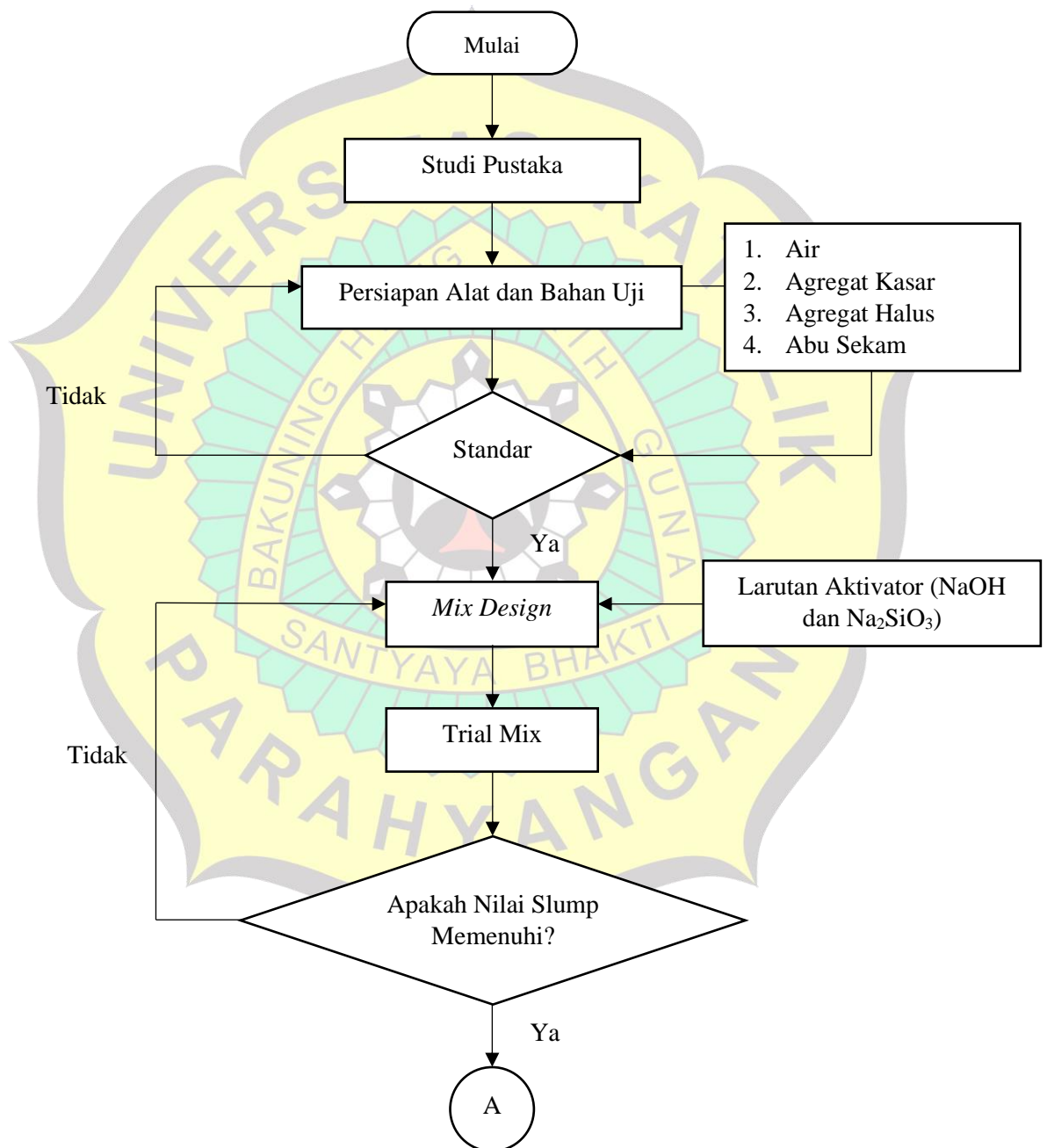
1. Studi Literatur

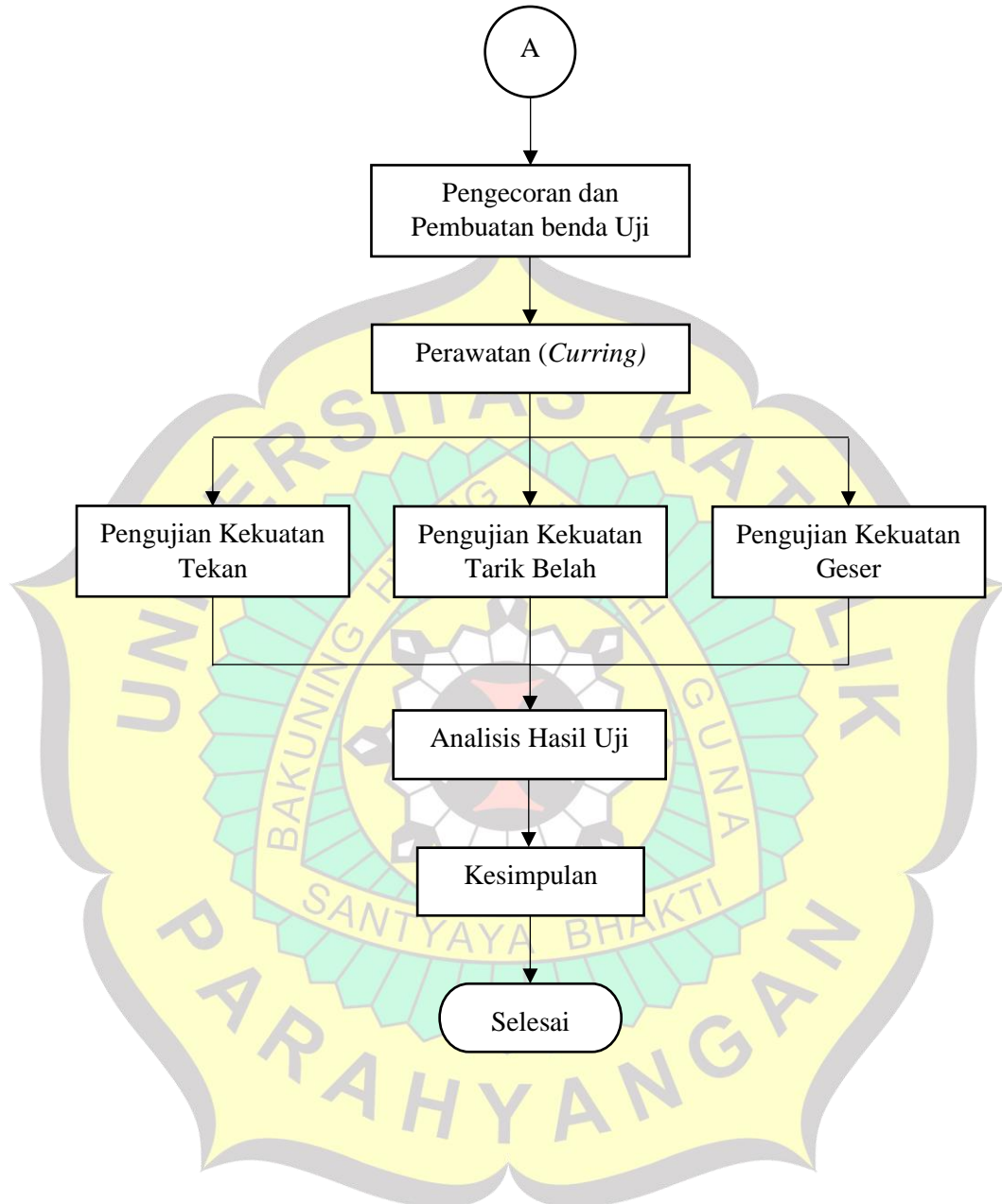
Metode studi literatur merupakan metode pengumpulan informasi-informasi sebagai acuan dalam melakukan penelitian baik dari materi perkuliahan, *textbook*, jurnal, paper, maupun internet.

2. Studi Eksperimental

Metode studi eksperimental merupakan metode pengujian yang dilakukan terhadap benda uji sehingga diperoleh hasil pengujian. Untuk penelitian

kekuatan beton digunakan alat *Compression Testing Machine* untuk menguji kekuatan tekan dan kekuatan tarik belah dan digunakan alat *Universal Testing Machine* untuk menguji kekuatan geser. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Struktur Universitas Katolik Parahyangan. Pengujian eksperimental dilakukan sesuai dengan prosedur pada grafik di bawah ini:





1.6 Sistematika Penulisan

BAB 1 Pendahuluan.

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

BAB 2 Tinjauan Pustaka.

Bab ini akan membahas landasan teori dan dasar-dasar teori yang akan digunakan dalam penyusunan skripsi ini.

BAB 3 Persiapan dan Pelaksanaan Pengujian

Bab ini akan membahas persiapan pengujian, pelaksanaan pengujian, dan pencatatan hasil pengujian yang dilakukan di Laboratorium Teknik Struktur Universitas Katolik Parahyangan.

BAB 4 Analisis Hasil Pengujian.

Bab ini akan membahas analisis hasil pengujian yang diperoleh dan membandingkannya dengan hasil perhitungan secara teoritis.

BAB 5 Kesimpulan dan Saran.

Bab ini akan membahas kesimpulan yang diperoleh dari hasil pengujian dan analisis serta saran yang diberikan terkait pengujian yang telah dilakukan agar dapat diperoleh hasil penelitian yang lebih optimum.