

SKRIPSI

**STUDI EKSPERIMENTAL KEKUATAN BETON BUSA
GEOPOLIMER DENGAN AGREGAT KASAR DAUR
ULANG**



**MARTINUS SUNANDAR
NPM : 2015410020**

PEMBIMBING: Dr. Johannes Adhijoso Tjondro

KO-PEMBIMBING: Sisi Nova Rizkiani, S.T., M.T.

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JUNI 2019**

SKRIPSI

**STUDI EKSPERIMENTAL KEKUATAN BETON BUSA
GEOPOLIMER DENGAN AGREGAT KASAR DAUR
ULANG**



**MARTINUS SUNANDAR
NPM : 2015410020**

BANDUNG, 21 JUNI 2019

KO-PEMBIMBING:

Sisi Nova Rizkiani, S.T., M.T.

PEMBIMBING:

Dr. Johannes Adhijoso Tjondro

**UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT Nomor: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JUNI 2019**

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama lengkap : Martinus Sunandar

NPM : 2015410020

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul "Studi Eksperimental Kekuatan Beton Busa Geopolimer dengan Agregat Kasar Daur Ulang" 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, 21 Juni 2019



Martinus Sunandar

2015410020

STUDI EKSPERIMENTAL KEKUATAN BETON BUSA GEOPOLIMER DENGAN AGREGAT KASAR DAUR ULANG

Martinus Sunandar
NPM: 2015410020

Pembimbing: Dr. Johannes Adhijoso Tjondro
Ko-Pembimbing: Sisi Nova Rizkiani, S.T., M.T.

UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN
FAKULTAS TEKNIK PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
(Terakreditasi Berdasarkan SK BAN-PT No. 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JUNI 2019

ABSTRAK

Industri semen merupakan penyumbang sekitar 8% emisi karbondioksida dunia. Pada pembuatan 1 ton semen menghasilkan kurang lebih 1 ton gas CO₂. Oleh karena itu, diperlukan alternatif lain pengganti semen dalam pembuatan beton. *Fly ash* merupakan salah satu material limbah yang dapat digunakan sebagai pengikat menggantikan semen pada pembuatan beton. Penggunaan *fly ash* memerlukan aktivator untuk dapat mengalami reaksi polimerisasi. Dalam penelitian ini aktivator yang digunakan terdiri dari campuran *Sodium Hidroksida* (NaOH) dan *Sodium Silikat* (Na₂SiO₃). Penambahan busa pada beton geopolimer menghasilkan variasi baru yaitu beton busa geopolimer. Salah satu fungsi penambahan busa memperringan berat isi beton. Busa dibuat menggunakan *foam agent* yang dicampur secara manual menggunakan *mixer*. Variasi benda uji yang berupa perbandingan agregat kasar : agregat halus : *binder*, sebesar 4:5:5 dan 5:4:5, perbandingan Na₂SiO₃ : NaOH sebesar 3:2 serta diberi penambahan busa sebesar 40%, 50%, dan 60%. Nilai kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat geser pada proporsi campuran agregat kasar paling banyak dan penambahan busa sebesar 40%, menghasilkan kekuatan paling optimum dengan nilai secara berurutan sebesar 31,16 MPa, 2,51 MPa, dan 4,75 MPa. Perbandingan *fly ash* dengan aktivator paling optimal didapatkan pada perbandingan 5:2. Penurunan berat isi terbesar yaitu 17,82% terhadap beton normal 2200 kg/m³, dengan proporsi penambahan busa 60% dan agregat kasar terbanyak.

Kata Kunci: Beton busa, Geopolimer, *Fly Ash*, Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah, Kuat Geser

EXPERIMENTAL STUDY ON THE STRENGTH OF GEOPOLYMER FOAM CONCRETE USING RECYCLED COARSE AGGREGATE

Martinus Sunandar
NPM: 2015410020

Advisor: Dr. Johannes Adhijoso Tjondro
Co-Advisor: Sisi Nova Rizkiani, S.T., M.T.

PARAHYANGAN CATHOLIC UNIVERSITY
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING
(Accredited by SK BAN-PT Number: 1788/SK/BAN-PT/Akred/S/VII/2018)
BANDUNG
JUNE 2019

ABSTRACT

The cement industry contributes around 8% of world carbon dioxide emissions. In making 1 ton of cement produces approximately 1 ton of CO₂ gas. Therefore, another alternative is needed to replace cement in the making concrete. Fly ash is a waste material that can be used as a binder to replace cement in making concrete. The use of fly ash requires an activator to run into polymerization reactions. In this study the activator used consist of a mixture of Sodium Hydroxide (NaOH) and Sodium Silicate (Na₂SiO₃). The addition of foam to geopolymer concrete produced a geopolymer foam concrete. One of the functions by adding foam to lighten the weight of the concrete. Foam is made by using foam agent which is mixed manually using a mixer. Variations of the specimens given by the comparation of coarse aggregate : fine aggregate : binder, valued 4:5:5 and 5:4:5, the comparition of Na₂SiO₃ : NaOH, valued 3:2 and given the addition of foam as much as 40%, 50%, and 60%, respectively. Compressive strength, split tensile strength, and shear strength value with the highest proportion of coarse aggregate mixture and the addition of foam by 40%, giving the most optimum result with values of 31.16 MPa, 2.51 MPa and 4.75 MPa, respectively. As foam increases in the geopolymer concrete mixture, so the smaller weight volume ratio are obtained. The most optimal comparison of fly ash and activator is obtained in the ratio of 5:2. The largest decrease of the weight volume ratio is 17.82% against normal concrete of 2200 kg/m³, with the additon of foam by 60% and with the highest proportion of coarse aggregate.

Keywords: Foam Concrete, Geopolymer, Fly Ash, Compressive Strength, Shear Strength, Tensile Strength

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas berkat dan penyertaannya selama penulis menjalankan penyusunan skripsi yang berjudul *Studi Eksperimental Kekuatan Beton Busa Geopolimer dengan Agregat Kasar Daur Ulang* hingga akhirnya dapat diselesaikan dengan baik. Penyusunan skripsi ini merupakan syarat kelulusan studi S-1 Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung tempat penulis menjalankan studinya.

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 6 SKS dan dapat ditempuh setelah lulus 120 SKS.

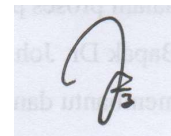
Proses penyusunan skripsi ini tidak lepas dari hambatan, baik selama proses persiapan, pelaksanaan pengujian, maupun penulisan. Oleh karenanya penulis sangat berterima kasih atas saran dan kritik serta dorongan yang diberikan oleh berbagai pihak selama proses pembuatan skripsi ini hingga akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Untuk itu penulis ingin menyampaikan terimakasih sedalam-dalamnya kepada:

1. Orang tua penulis yang senantiasa memberi dorongan semangat dan bantuan dalam proses penelitian skripsi ini.
2. Bapak Dr. Johannes Adhijoso Tjondro selaku dosen pembimbing yang selalu membantu dan membimbing serta memberi masukan dan saran selama proses pembuatan skripsi ini.
3. Ibu Sisi Nova Rizkiani, S.T., M.T., selaku dosen ko-pembimbing yang selalu membantu baik selama proses persiapan, pengujian dan penulisan.
4. Para dosen penguji skripsi yang telah hadir baik saat seminar judul, seminar isi dan sidang, serta telah memberi banyak masukan dan saran.
5. Bapak Ir. Teguh Farid, Bapak Markus Didi, dan Bapak Heri yang banyak membantu dan memberi arahan dalam persiapan bahan, pembuatan benda uji, dan uji eksperimental di laboratorium.

6. Teman-teman seperjuangan skripsi yang senantiasa membantu dan memberi dorongan semangat kepada penulis selama pembuatan dan penyusunan skripsi ini.
7. Chandra, Yosef Huntoro, F Marcellino, Kefas, Amadeus, Steven Helmi, Ega, dan Agung yang telah membantu penulis dalam mempersiapkan bahan dan material.
8. Albert Kuncoro yang telah membantu dalam bertukar pikiran dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
9. Vinny, Pou, Ata, Andy dan teman-teman dari St. Lucia *Choir* yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu atas dukungan dan doa yang terus diberikan senantiasa selama penyusunan skripsi ini.
10. Semua pihak yang telah membantu dan mendoakan serta memberi semangat yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Penulis menerima segala bentuk saran dan kritik yang membangun dan berharap skripsi ini dapat berguna untuk penelitian dan penerapan kelak di masa yang akan datang.

Bandung, 21 Juni 2019



Martinus Sunandar

2015410020

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
PRAKATA	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1-1
1.1 Latar Belakang Permasalahan.....	1-1
1.2 Inti Permasalahan.....	1-2
1.3 Tujuan Penelitian	1-2
1.4 Lingkup Permasalahan.....	1-3
1.5 Metode Penelitian	1-4
1.6 Sistematika Penulisan	1-6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	2-1
2.1 Beton.....	2-1
2.2 Beton Geopolimer.....	2-2
2.3 Beton Busa.....	2-3
2.4 Material Beton	2-3
2.4.1 Agregat	2-3
2.4.2 Fly Ash	2-4
2.4.3 Aktivator.....	2-6
2.4.4 Foam Agent	2-7
2.5 Metode Pengujian	2-8
2.5.1 Uji Kuat Tekan	2-8
2.5.2 Uji Kuat Tarik Belah	2-10
2.5.3 Uji Kuat Geser.....	2-10
2.6 Metode Perawatan.....	2-11
BAB 3 PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENGUJIAN	3-1
3.1 Bahan dan Benda Uji	3-1
3.1.1 Bahan Uji.....	3-1
3.1.2 Benda Uji.....	3-5
3.2 Pengujian Bahan Uji	3-5

3.2.1 Pengujian Agregat Kasar	3-5
3.2.2 Pengujian Agregat Halus	3-5
3.2.3 Pengujian <i>Fly Ash</i>	3-6
3.3 <i>Mix Design</i> Beton Busa Geopolimer	3-6
3.4 Penentuan Komposisi Aktivator	3-7
3.5 Penentuan Komposisi Beton Busa Geopolimer	3-7
3.6 Prosedur Pengocoran Beton Busa Geopolimer	3-8
3.6.1 Pembuatan Larutan NaOH _(s)	3-8
3.6.2 Pembuatan Larutan Aktivator	3-9
3.6.3 Pembuatan Busa	3-10
3.6.4 Pencampuran Bahan dan Pengocoran	3-12
3.7 Perawatan Beton Busa Geopolimer	3-18
3.8 Proses Pengujian Benda Uji	3-18
3.8.1 Uji Kuat Tekan	3-19
3.8.2 Uji Kuat Tarik Belah	3-19
3.8.3 Uji Kuat Geser	3-20
BAB 4 ANALISIS HASIL PENGUJIAN	4-1
4.1 Berat Isi	4-1
4.2 Analisis Uji Kuat Tekan	4-5
4.3 Analisa Uji Kuat Tarik Belah	4-13
4.4 Analisis Uji Kuat Geser	4-15
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	5-1
5.1 Kesimpulan	5-1
5.2 Saran	5-2
DAFTAR PUSTAKA	xix

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

α	: Koefisien kuat tarik belah
f'	: Kuat tekan mortar regresi (MPa)
f_c	: Kuat Tekan (MPa)
$f_{c'}$: Kuat Tekan Karakteristik (MPa)
f_{cb}	: Estimasi Kuat Tekan 28 Hari (MPa)
f_{cbm}	: Rata-Rata Estimasi Kuat Tekan 28 Hari (MPa)
k	: Interval Kepercayaan 95% Distribusi Normal
s	: Standar Deviasi
f_{ct}	: Kuat Tarik Belah (MPa)
f_v	: Kuat Geser (MPa)
P	: Gaya Tekan Aksial (N)
A	: Luas permukaan benda uji tertekan (mm ²)
V	: Volume (mm ³)
p	: Panjang (mm)
l	: Lebar (mm)
t	: Tinggi (mm)
d	: Diameter (mm)
M	: Molaritas (M)
Mr	: Massa Atom Relatif Unsur
Ar	: Massa Atom Relatif
m	: Meter
cm	: Centimeter
mm	: Milimeter
L	: Liter
kg	: Kilogram
gr	: Gram
psi	: <i>Pounds per Square</i>
N	: Newton
kN	: Kilo Newton
MPa	: Megapaskal
°C	: Celsius

x

n	: Mol
UTM	: <i>Universal Testing Machine</i>
CTM	: <i>Compression Testing Machine</i>
SNI	: Standar Nasional Indonesia
ACI	: <i>American Concrete Institute</i>
ASTM	: <i>American Society for Testing and Material</i>
PBI	: Peraturan Beton Indonesia
NaOH	: <i>Sodium Hidroksida</i>
NaOH _(l)	: <i>Sodium Hidroksida (liquid)</i>
NaOH _(s)	: <i>Sodium Hidroksida (solid)</i>
Na ₂ SiO ₃	: <i>Sodium Silikat</i>
CO ₂	: <i>Karbon Dioksida</i>
SiO ₂	: <i>Silikat Dioksida</i>
CaO	: <i>Kalsium Oksida</i>
Fe ₂ O ₃	: <i>Besi (III) Oksida</i>
Al ₂ O ₃	: <i>Aluminium Oksida</i>
SO ₃	: <i>Sulfur Trioksida</i>
Na ₂ O	: <i>Natrium oksida</i>

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Alur Penelitian.....	1-5
Gambar 2.1 Ilustrasi Uji Kuat Tekan	2-9
Gambar 2.2 Klasifikasi Pola Retak	2-9
Gambar 2.3 Ilustrasi Uji Kuat Tarik Belah	2-10
Gambar 3.1 Agregat Kasar.....	3-1
Gambar 3.2 Agregat Halus.....	3-2
Gambar 3.3 Sodium Silikat.....	3-3
Gambar 3.4 Sodium Hidroksida.....	3-3
Gambar 3.5 <i>Fly Ash</i>	3-4
Gambar 3.6 <i>Foam Agent</i>	3-4
Gambar 3.7 Gelas Kaca.....	3-9
Gambar 3.8 Jerigen untuk Wadah Larutan Aktivator	3-10
Gambar 3.9 Mesin Bor, Mata Bor, dan Botol.....	3-11
Gambar 3.10 Mengukur banyaknya <i>Foam Agent</i> pada Gelas Ukur	3-11
Gambar 3.11 Pencampuran <i>Foam Agent</i> dan Air	3-12
Gambar 3.12 Hasil <i>Trial</i> ke-1	3-13
Gambar 3.13 Hasil Pengecoran <i>Trial</i> ke-2.....	3-13
Gambar 3.14 Agregat, <i>Fly Ash</i> , dan Aktivator yang Sudah di Timbang	3-16
Gambar 3.15 Botol Plastik untuk Mengambil Busa	3-17
Gambar 3.16 Perawatan (<i>Curing</i>) Beton Busa Geopolimer.....	3-18
Gambar 3.17 Uji Kuat Tekan Beton Busa Geopolimer	3-19
Gambar 3.18 Uji Kuat Tarik Belah Beton Busa Geopolimer	3-20
Gambar 3.19 Uji Kuat Geser Beton Busa Geopolimer.....	3-20
Gambar 4.1 Berat Isi Beton Busa Geopolimer.....	4-4
Gambar 4.2 Kuat Tekan Regresi.....	4-6
Gambar 4.3 Perkembangan Kuat Tekan Beton.....	4-9
Gambar 4.4 Pola Retak Tipe 2	4-12
Gambar 4.5 Pola Retak Tipe 3	4-13
Gambar 4.6 Perbandingan Koefisien Kuat Tarik Belah.....	4-14
Gambar 4.7 Perbandingan Nilai Uji Kuat Tarik Belah	4-15

Gambar 4.8 Perbandingan Koefisien Kuat Geser.....	4-17
Gambar 4.9 Perbandingan Nilai Uji Kuat Geser	4-17

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Variasi Benda Uji.....	1-4
Tabel 2.1 Persyaratan Kandungan Kimia pada <i>Fly Ash</i>	2-5
Tabel 3.1 Rincian Benda Uji.....	3-5
Tabel 3.2 Data Hasil Pengujian Agregat Kasar	3-5
Tabel 3.3 Data Hasil Pengujian Agregat Halus	3-6
Tabel 3.4 Kebutuhan Benda Uji per m ³	3-8
Tabel 4.1 Berat Isi Benda Uji A-1	4-1
Tabel 4.2 Berat Isi Benda Uji A-2	4-2
Tabel 4.3 Berat Isi Benda Uji A-3	4-2
Tabel 4.4 Berat Isi Benda Uji B-1.....	4-3
Tabel 4.5 Berat Isi Benda Uji B-2.....	4-3
Tabel 4.6 Berat Isi Benda Uji B-3.....	4-4
Tabel 4.7 Kuat Tekan Benda Uji A-1	4-5
Tabel 4.8 Nilai Faktor Hari/ f_{ci}	4-6
Tabel 4.9 Kuat Tekan Regresi dan Faktor Umur	4-8
Tabel 4.10 Kuat Tekan Karakteristik Benda Uji A-1	4-9
Tabel 4.11 Kuat Tekan Benda Uji A-2	4-11
Tabel 4.12 Kuat Tekan Benda Uji A-3	4-11
Tabel 4.13 Kuat Tekan Benda Uji B-1	4-11
Tabel 4.14 Kuat Tekan Benda Uji B-2	4-11
Tabel 4.15 Kuat Tekan Benda Uji B-3	4-12
Tabel 4.16 Kuat Tarik Belah Benda Uji A-1, A-2, dan A-3	4-13
Tabel 4.17 Kuat Tarik Belah Benda Uji B-1, B-2, dan B-3.....	4-14
Tabel 4.18 Kuat Geser Benda Uji A-1, A-2, dan A-3.....	4-16
Tabel 4.19 Kuat Geser Benda Uji B-1, B-2, dan B-3	4-16

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 SKRIPSI PEMBANDING.....	L1-1
LAMPIRAN 2 PERHITUNGAN <i>MIX DESIGN</i>	L2-1
LAMPIRAN 3 HASIL PENGUJIAN BAHAN UJI.....	L3-1
LAMPIRAN 4 DOKUMENTASI BENDA UJI.....	L4-1

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Permasalahan

Berdasarkan Badan Statistik Amerika Serikat jumlah penduduk dunia pada Januari 2018 mencapai 7,53 miliar jiwa (Katadata, 2018). Dengan terus bertambahnya jumlah penduduk populasi dunia per tahunnya, pemanasan global serta kebutuhan akan konstruksi juga terus bertambah. Terdapat beberapa material dalam pembangunan sebuah konstruksi yang umum kita ketahui yaitu baja, beton, dan kayu. Salah satu material yang paling banyak diminati dalam dunia konstruksi adalah beton. Banyaknya konsumen yang memilih beton dalam sebuah konstruksi dikarenakan beton memiliki banyak kelebihan dibandingkan material bangunan lainnya. Beberapa kelebihan yang dimiliki oleh beton yaitu memiliki kekuatan tekan yang tinggi, harga yang relatif murah serta tahan terhadap api.

Beton busa merupakan salah satu jenis beton yang biasa juga disebut dengan istilah *foam concrete*. Beton busa dihasilkan dengan penambahan busa pada campuran beton yang berfungsi untuk menstabilkan gelembung-gelembung udara atau gas selama proses pencampuran beton sehingga membentuk gelembung-gelembung udara pada beton tersebut (A. M. Neville dan J. J. Brooks, 2010). Beton busa memiliki banyak keunggulan, salah satunya adalah massa jenis yang lebih ringan dibandingkan beton normal, sehingga hal ini menjadikan beton busa sebagai nilai lebih dalam sebuah konstruksi.

Menurut data yang di dapat dari *Chatam House Report* (2018), industri semen adalah penyumbang sekitar 8 persen emisi karbondioksida (CO₂) dunia. Terbesar ketiga setelah industri penerbangan dan pertanian. Perlu diketahui dalam pembuatan 1 ton semen portland menghasilkan kurang lebih 1 ton gas CO₂. Oleh karena itu penggunaan semen portland dalam proses pembuatan beton dapat merusak lingkungan sehingga proses tersebut menjadi tidak ramah lingkungan. Maka diperlukan bahan alternatif lain dalam pembuatan beton. Terdapat berbagai bahan alternatif yang dapat digunakan dalam pembuatan beton salah satunya adalah *fly ash*. *Fly ash* atau abu terbang merupakan limbah yang berasal dari pembakaran batu bara dan dapat dimanfaatkan sebagai bahan bangunan serta bahan tambahan

beton yang serba guna. Namun semen serta *fly ash* memiliki kandungan yang berbeda sehingga perlu aktivator agar *fly ash* dapat bereaksi. Sehingga dari campuran tersebut terjadi ikatan geopolimer dan menjadikan campuran tersebut sebagai *binder* atau pengikat. Aktivator yang digunakan terdiri dari campuran Sodium hidroksida (NaOH) dan Sodium silikat (Na_2SiO_3).

Pada pembuatan beton perlu kita ketahui terdapat agregat yang biasanya berasal dari alam atau bersifat alami. Perlu kita sadari, agregat yang berasal dari alam bersifat terbatas, sehingga semakin sering kita menggunakan bahan alami tersebut maka semakin besar juga keikutsertaan kita dalam merusak ekosistem yang terdapat pada alam. Banyaknya limbah yang dapat digunakan untuk dijadikan agregat, menjadikan opsi lain dalam pembuatan beton yang ramah lingkungan. Beton yang sudah tidak digunakan, yang berasal dari beton hasil uji tes silinder ataupun bongkahan puing-puing bangunan merupakan salah satu opsi yang dapat kita lakukan sebagai bahan pengganti dari agregat-agregat yang berasal dari alam. Sehingga dengan ini kita juga dapat mengurangi pemakaian agregat yang berasal dari alam dan mengurangi limbah beton yang sudah tidak digunakan lagi.

1.2 Inti Permasalahan

Inti permasalahan dari penelitian ini yaitu belum adanya komposisi yang tepat untuk beton busa geopolimer, maka perlu dilakukan penelitian guna mendapatkan komposisi campuran dari beton busa geopolimer dengan agregat kasar daur ulang, *fly ash*, dan aktivator.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Menentukan komposisi campuran beton busa geopolimer berbahan dasar daur ulang.
2. Menyelidiki pengaruh variasi agregat dan *binder* terhadap kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat geser beton busa geopolimer dengan agregat kasar daur ulang.
3. Mengetahui nilai kuat tekan, kuat tarik belah, dan kuat geser beton busa geopolimer dengan agregat kasar daur ulang menggunakan komposisi yang direncanakan.

4. Mengetahui hubungan faktor umur terhadap uji kuat tekan beton busa geopolimer.

1.4 Lingkup Permasalahan

Lingkup permasalahan dalam penelitian ini adalah:

1. Menggunakan cetakan berbentuk silinder dengan ukuran berdiameter 100 mm dengan tinggi 200 mm untuk uji kuat tekan dan uji kuat tarik belah.
2. Menggunakan cetakan berbentuk balok dengan panjang 300 mm, tinggi 100 mm dan lebar 100 mm untuk uji kuat geser.
3. *Foam Agent* yang digunakan adalah *foam agent* CV. Dua Putri.
4. Pembuatan *foam agent* dilakukan secara manual menggunakan *mixer* sebagai alat pengaduk dengan perbandingan antara *foam agent* dan air adalah 1:40.
5. Perbandingan *fly ash* terhadap aktivator sebesar 5:2.
6. Agregat kasar daur ulang yang digunakan berukuran lolos saringan 19 mm dan tertahan saringan 4,75 mm.
7. *Fly ash* yang digunakan adalah *fly ash* tipe F.
8. Perbandingan $\text{Na}_2\text{SiO}_3:\text{NaOH} = 3:2$.
9. Larutan aktivator yang digunakan adalah *sodium hidroksida* (NaOH) dengan molar 12 M, dan *sodium silikat* (Na_2SiO_3).
10. Metode perawatan yang digunakan adalah metode perawatan membran.

Tabel 1.1 Variasi Benda Uji

Benda Uji	Perbandingan Agregat Terhadap Binder	Presentase Penambahan Busa Terhadap Volume Benda Uji	Umur (Hari)	Jumlah Benda Uji Tekan	Jumlah Benda Uji Tarik	Jumlah Benda Uji Geser
	Agregat Kasar : Agregat Halus : Binder					
A-1	4:5:5	40%	7	3	-	-
			14	3		
			21	3		
			28	3	3	3
A-2		50%	28	3	3	3
A-3		60%	28	3	3	3
B-1	5:4:5	40%	28	3	3	3
B-2		50%	28	3	3	3
B-3		60%	28	3	3	3
TOTAL				27	18	18
				63		

1.5 Metode Penelitian

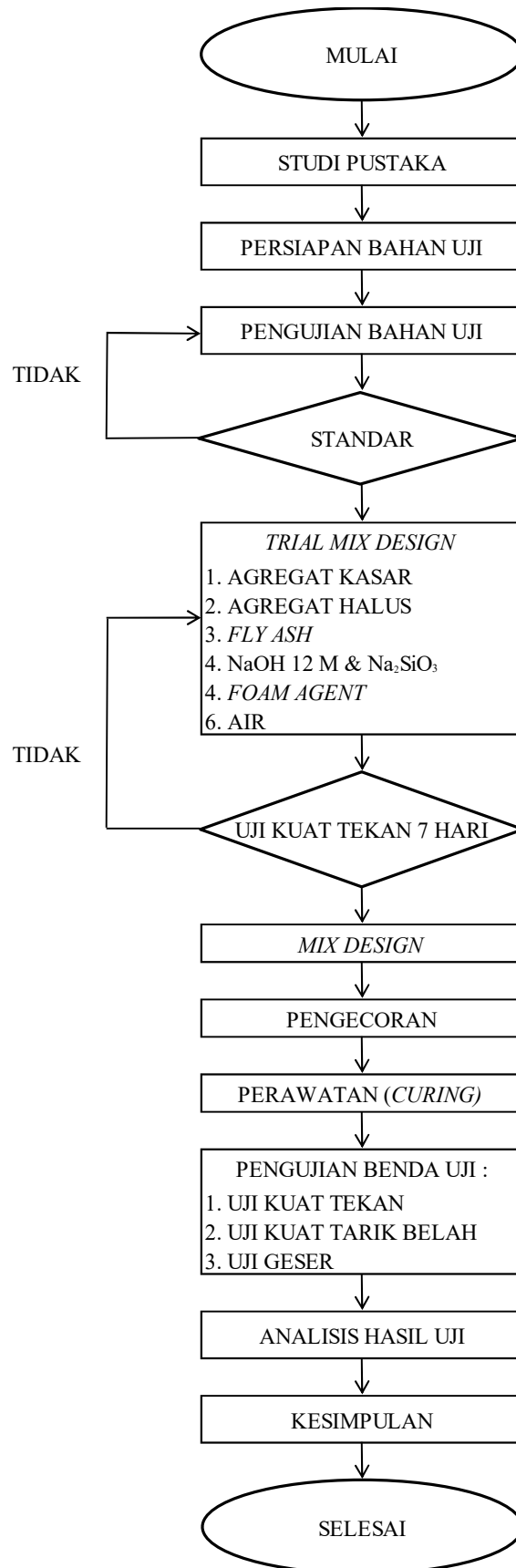
Metode penelitian yang dilakukan adalah :

1. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan sebagai acuan dalam melakukan penelitian dan memperoleh informasi serta pengetahuan yang dibutuhkan untuk studi eksperimental yang akan dilakukan. Literatur yang digunakan berupa buku, jurnal, internet, dsb.

2. Uji Eksperimental

Pembuatan beton busa geopolimer dengan bahan dasar *fly ash*, *foam agent*, agregat kasar berupa puing beton, air, aktivator, dan *superplasticizer* sesuai dengan *mix design* yang telah direncanakan. Beton busa geopolimer akan diuji kuat tekan, dan kuat tarik belah menggunakan alat *Compression Testing Machine* (CTM). Untuk kuat geser beton busa geopolimer akan diuji menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM).



Gambar 1.1 Alur Penelitian

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan karya tulis ilmiah ini melalui beberapa tahap, yaitu:

BAB 1 PENDAHULUAN

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

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan membahas mengenai landasan teori dan dasar-dasar teori yang akan digunakan dalam penyusunan skripsi ini.

BAB 3 PERSIAPAN DAN PELAKSANAAN PENGUJIAN

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

BAB 4 ANALISIS DATA

Pada bab ini akan membahas mengenai analisis dari hasil pengujian dan hasil perbandingan terhadap hasil pengujian.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini akan membahas mengenai kesimpulan yang akan ditarik dari hasil uji dan analisis yang dilakukan penulis, serta saran-saran yang diusulkan bagi penguji berikutnya.