



**KARAKTERISTIK KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER
SCC DENGAN PENAMBAHAN VARIASI
SUPERPLASTICIZER**

SKRIPSI

OLEH :

Bayu Bangun Putra Perkasa

161910301056

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS JEMBER**

2020



**KARAKTERISTIK KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER
SCC DENGAN PENAMBAHAN VARIASI
SUPERPLASTICIZER**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Teknik

OLEH :

Bayu Bangun Putra Perkasa

161910301056

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS JEMBER**

2020

Persembahan

Alhamdulillah, puji syukur kepada Allah SWT atas segala rahmat dan kesempatannya untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Segala syukur saya ucapkan karena telah menghadirkan mereka yang selalu memberi semangat dan doa di saat melewati proses yang cukup berat. Saya persembahkan tugas akhir ini untuk:

1. Kedua orang tua saya, mamaku tercinta Wiewiek Sri Pudjihastuti S.Pd. begitu juga ayahku tercinta Drs. Arief Rojana, S.T yang senantiasa mendoakan saya. Tiada kata yang bisa menggantikan segala kasih sayang, usaha, semangat, dan juga dukungan finansial yang telah dicurahkan untuk penyelesaian tugas akhir putra sulungnya ini.
2. Adik saya, Yoga Aditya Wardana yang selalu mendukung.
3. Mariska Eka Anggraeni yang selalu memberikan motivasi dan semangat agar skripsi ini bisa segera terselesaikan.
4. Dosen Pembimbing saya, Dwi Nurtanto, S.T., M.T dan Winda Tri Wahyuningtyas, S.T., M.T yang selalu membimbing serta mengarahkan saya dalam pengerjaan tugas akhir ini.
5. Dosen Pembimbing Akademik saya, Luthfi Amri Wicaksono, S.T., M.T yang telah memberikan masukan-masukan dari semester 1 hingga saat ini.
6. Teman-teman serta keluarga besar saya, Aslab Struktur, Beton16corp, Biji Besi 2016, dan semua yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu terima kasih sudah memberikan semangat, ilmu, waktu, dan doa.
7. Almamater Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTTO

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kadar kesanggupannya.”

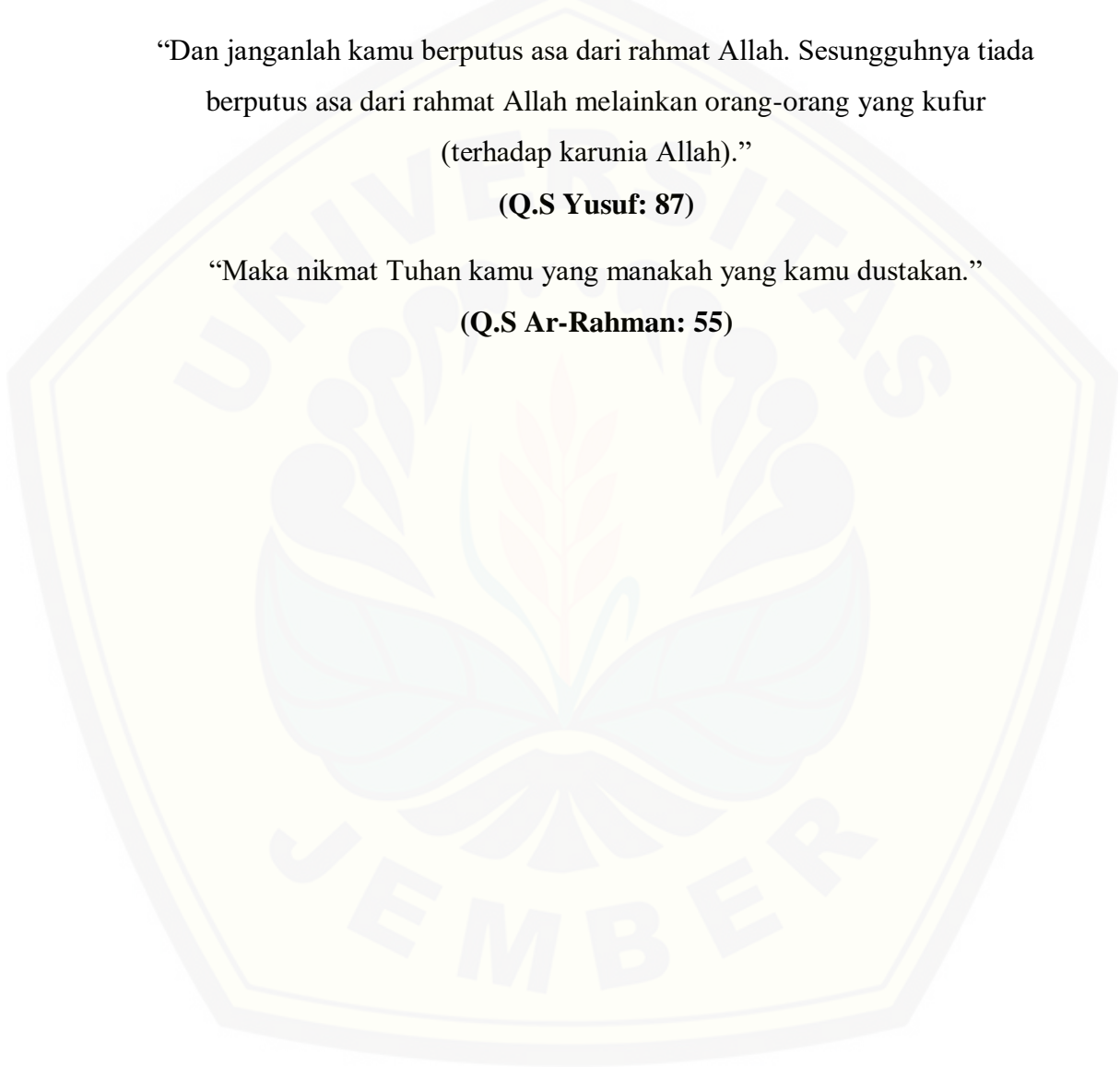
(Q.S Al-Baqarah: 286)

“Dan janganlah kamu berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya tiada berputus asa dari rahmat Allah melainkan orang-orang yang kufur (terhadap karunia Allah).”

(Q.S Yusuf: 87)

“Maka nikmat Tuhan kamu yang manakah yang kamu dustakan.”

(Q.S Ar-Rahman: 55)



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Bayu Bangun Putra Perkasa

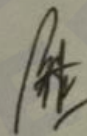
NIM : 161910301056

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul "KARAKTERISTIK KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER SCC DENGAN PENAMBAHAN VARIASI SUPERPLASTICIZER" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, dan belum diajukan pada institusi manapun. Saya bertanggung jawab penuh atas kebenaran dan keabsahan isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya paksaan dan tekanan dari pihak manapun, dan bersedia mendapatkan sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 13 Januari 2020

Yang menyatakan,



Bayu Bangun Putra Perkasa

NIM. 161910301056

SKRIPSI

**KARAKTERISTIK KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER
SCC DENGAN PENAMBAHAN VARIASI
SUPERPLASTICIZER**

OLEH :

Bayu Bangun Putra Perkasa

NIM 161910301056

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama

: Dwi Nurtanto, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing Anggota

: Winda Tri Wahyuningtyas S.T., M.T.

PENGESAHAN

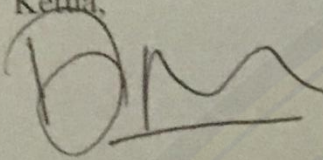
Skripsi berjudul “Karakteristik Kuat Tekan Beton Geopolimer SCC Dengan Penambahan Variasi Superplasticizer” telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Rabu, 8 Januari 2020

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Pembimbing

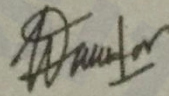
Ketua,



Dwi Nurtanto, S.T., M.T.

NIP. 19731015 199802 1 001

Anggota I

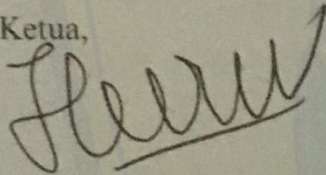


Winda Tri Wahyuningtyas, S.T., M.T.

NIP. 760016772

Tim Penguji

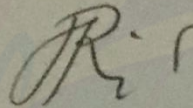
Ketua,



Dr. Ir. Krisnamurti, M.T.

NIP. 19661228 199903 1 002

Anggota I



Sri Sukmawati, S.T., M.T.

NIP. 19650622 199803 2 001

Mengesahkan,

Dekan



Dr. Ir. Emtin Hidayah, M.UM.

NIP. 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

Karakteristik Kuat Tekan Beton Geopolimer SCC Dengan Penambahan Variasi Superplasticizer, Bayu Bangun Putra Perkasa, 161910301056, 2019, 63 Halaman, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Beton *geopolimer* merupakan beton yang terbentuk dari beberapa reaksi kimia dan berbeda seperti beton pada umumnya yang menggunakan reaksi hidrasi. Dalam pembuatan beton geopolimer memanfaatkan material buatan sebagai bahan pengganti semen. *Fly ash* dari hasil pembakaran batu bara digunakan sebagai sumber material pengganti semen dalam campuran beton yang diketahui mengandung senyawa silika (Si) dan dapat menjadi senyawa pozzolan yang mana senyawa tersebut dapat meningkatkan kuat tekan beton.

Dalam Penelitian ini, metode yang dapat diterapkan untuk memperoleh sifat SCC pada beton geopolimer adalah dengan penambahan penggunaan *superplasticizer* yang berfungsi untuk memberikan sifat encer pada adonan beton. Variasi penambahan kadar *superplasticizer* yang digunakan sebesar 2%, 2,5%, 3%, dan 3,5%.

Dari hasil uji slump flow, v funnel, maupun l shaped box menunjukkan hasil yang sama yakni dengan penambahan kadar *superplasticizer* pada campuran beton geopolimer SCC dapat meningkatkan *workability*. Dari aspek *flowability* yang masuk kategori SCC menurut EFNARC yaitu variasi *superplasticizer* 2%, 2,5%, dan 3%. Sedangkan dari aspek *filling ability* dan *passing ability* yang masuk dalam kategori SCC menurut EFNARC yaitu variasi *superplasticizer* 2%, 2,5%, 3%, 3,5%.

Dari hasil uji kuat tekan kondisi oven dan kering menunjukkan perbedaan kuat tekan. Pada umur 28 hari keadaan oven, terlihat bahwa nilai kuat tekannya lebih besar daripada keadaan kering. Sedangkan pada umur 3 hari kuat tekan pada keadaan oven memiliki jarak yang besar daripada keadaan kering yang mana kondisi tersebut disebabkan oleh lebih cepat mengeringnya beton karena suhu pada kondisi oven.

*Kata Kunci : Beton geopolimer, *superplasticizer*, uji kuat tekan.

SUMMARY

Characteristic Of The Compressive Strenght In Concrete SCC Geopolymer With The Addition Of Superplasticizer, Bayu Bangun Putra Perkasa, 161910301056, 2019, 63 Pages, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

Geopolymer concrete is concrete that is formed from several chemical reactions and is different like concrete in general that uses hydration reactions. In making geopolymer concrete, artificial material is used as a substitute for cement. Fly ash from coal combustion is used as a source of cement replacement material in concrete mixtures which are known to contain silica (Si) compounds and can be pozzolan compounds which can increase the compressive strength of concrete.

In this research, the method that can be applied to obtain SCC properties in geopolymer concrete is by adding the use of superplasticizer which functions to give the concrete dough a thin nature. The variation in the level of superplasticizer used was 2%, 2.5%, 3%, and 3.5%.

From the results of slump flow test, v funnel, and l shaped box showed the same results, namely the addition of superplasticizer levels in the SCC geopolymer concrete mixture can increase workability. From the aspect of flowability that falls into the SCC category according to EFNARC, there are superplasticizer variations of 2%, 2.5%, and 3%. While from the aspect of filling ability and passing ability that are included in the SCC category according to EFNARC, they are superplasticizer variations of 2%, 2.5%, 3%, 3.5%.

From the results of the compressive strength test oven and dry conditions show the difference in compressive strength. At the age of 28 days the state of the oven, it appears that the compressive strength value is greater than the dry state. Whereas at the age of 3 days the compressive strength in the oven has a greater distance than the dry state which is due to the fact that the concrete dries faster due to the temperature in the oven.

* Keywords: Geopolymer concrete, superplasticizer, compressive strength test.

PRAKATA

Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat serta hidayah-Nya, sehingga tugas akhir yang berjudul “Karakteristik Kuat Tekan Beton Geopolimer SCC Dengan Penambahan Variasi Superplasticizer” dapat terselesaikan. Penyusunan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata I pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Penulis menyadari dalam penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak yang senantiasa memberikan perhatian, bimbingan, dan petunjuk baik secara langsung maupun tidak langsung. Dalam kesempatan ini pula, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Dr. Gusfan Halik, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.
3. Dwi Nurtanto, ST., MT dan Winda Tri Wahyuningtyas S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang senantiasa dengan sabar membimbing saya.
4. Dr. Ir. Krisnamurti, M.T. dan Sri Sukmawati, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang senantiasa memberikan arahan kepada saya, serta dosen-dosen lain yang membantu saya dalam proses belajar.
5. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan dan doa sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik.

Pembahasan penelitian tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, untuk itu penulis berharap adanya saran dan kritik yang membangun pada penulisan tugas akhir ini. Dari tugas akhir ini penulis berharap dapat memberikan manfaat dan ilmu pengetahuan bagi semua pihak.

Jember, 13 Januari 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	ix
PRAKATA	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR GRAFIK	xvi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Beton Geopolimer	5
2.2 Self Compacting Concrete	5
2.2.1 Slump Flow Test	6
2.2.2 L-shaped Box	7
2.2.3 V-Funnel Test	8
2.3 Alkalin Aktivator dan Katalisator	9
2.3.1 Sodium Hidroksida (NaOH)	9
2.3.2 Sodium Silikat (Na₂SiO₃)	10

2.3.3	Superplasticizer	11
2.4	Penelitian Sebelumnya Terkait Beton Geopolimer SCC	12
BAB 3.	METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian	13
3.2	Variabel Penelitian	16
3.2.1	Variabel Bebas	16
3.2.2	Variabel Terikat	16
3.2.3	Variabel Terkendali	16
3.3	Persiapan Bahan	16
3.3.1	Abu terbang (<i>fly ash</i>)	16
3.3.2	Superplasticizer	17
3.3.3	Jenis Alkali	17
3.4	Pengujian Material	19
3.4.1	Agregat Halus (Pasir)	19
3.4.2	Agregat Kasar (Kerikil)	21
3.4.3	Semen Geopolimer (<i>Fly Ash</i>)	24
3.5	Komposisi Beton Geopolimer SCC	24
3.6	Pengujian Beton Geopolimer SCC	25
3.7	Membuat Beton Geopolimer SCC	26
3.7.1	Peralatan	26
3.7.2	Bahan	27
3.7.3	Alat Uji	27
3.8	Prosedur Pembuatan Benda Uji	27
3.9	Perawatan Beton Geopolimer SCC (<i>curing</i>)	28
3.10	Tes Kuat Tekan Beton Geopolimer Memadat Sendiri	28
BAB 4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1	Hasil Uji Fly Ash Paiton	30
4.1.1	Berat Jenis	30
4.1.2	Berat Volume	30
4.2	Hasil Uji Agregat Halus	31
4.2.1	Analisa Saringan Pasir	31

4.2.2 Berat Jenis Pasir	34
4.2.3 Kelembaban Pasir	35
4.2.4 Berat Volume Pasir	36
4.2.5 Air Resapan Pasir	37
4.2.6 Kadar Lumpur Pasir	38
4.3 Hasil Uji Agregat Kasar	39
4.3.1 Berat Jenis Kerikil	39
4.3.2 Berat Volume Kerikil	40
4.3.3 Air Resapan Kerikil	41
4.3.4 Kelembaban Kerikil	42
4.3.5 Kadar Lumpur Kerikil	43
4.4 Hasil Trial	44
4.5 Mix Design	45
4.6 Hasil Uji SCC Beton Segar	46
4.6.1 Uji Slump Flow	46
4.6.2 Uji V-Funnel	49
4.6.3 Uji L-Shaped Box	51
4.7 Hasil Uji Beton Kondisi Oven	53
4.8 Hasil Uji Beton Kondisi Kering	56
4.9 Perbedaan Hasil Uji Beton Kondisi Oven dan Kering	60
BAB 5. PENUTUP	62
5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	63
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Klasifikasi Uji Slump Flow	6
Tabel 2.2 Klasifikasi L-Shaped Box	8
Tabel 2.3 Klasifikasi V-Funnel Test	8
Tabel 3.1 Komposisi Beton Geopolimer SCC Curing Kering	25
Tabel 3.2 Komposisi Beton Geopolimer SCC Curing Oven	25
Tabel 4.1 Data Pengujian Berat Jenis Fly Ash	30
Tabel 4.2 Data Pengujian Berat Volume Fly Ash	31
Tabel 4.3 Data Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus	31
Tabel 4.4 Data Pengujian Berat Jenis Pasir	35
Tabel 4.5 Data Pengujian Kelembaban Pasir	36
Tabel 4.6 Data Pengujian Berat Volume Pasir	37
Tabel 4.7 Data Pengujian Air Resapan Agregat Halus	38
Tabel 4.8 Data Pengujian Kadar Lumpur Pasir	38
Tabel 4.9 Data Pengujian Berat Jenis Agregat Halus	39
Tabel 4.10 Data Pengujian Berat Volume Kerikil	40
Tabel 4.11 Data Pengujian Air Resapan Kerikil	41
Tabel 4.12 Data Pengujian Kelembaban Kerikil	42
Tabel 4.13 Data Pengujian Kadar Lumpur Kerikil	43
Tabel 4.14 Hasil Trial Dengan Katalisator	44
Tabel 4.15 Hasil Trial Tanpa Katalisator	45
Tabel 4.16 Proporsi Beton Geopolimer SCC	45
Tabel 4.17 Hasil Pengujian Slump Flow	46
Tabel 4.18 Hasil Pengujian V-Funnel	49
Tabel 4.19 Hasil Uji L-Box	51
Tabel 4.20 Hasil Pengujian Kuat Tekan 3 Hari Keadaan Oven	54
Tabel 4.21 Hasil Pengujian Kuat Tekan 28 Hari Keadaan Oven	55
Tabel 4.22 Hasil Pengujian Kuat Tekan 3 Hari Keadaan Kering	57
Tabel 4.23 Hasil Pengujian Kuat Tekan 28 Hari Keadaan Kering	58

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Alat Slump Flow Test	7
Gambar 2.2 Alat L-Shaped Box	7
Gambar 2.3 Alat V-Funnel Test	9
Gambar 2.4 Padatan NaOH	10
Gambar 2.5 Larutan Na^2SiO^3	11
Gambar 2.6 Viscocrete 3115N	11
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	14
Gambar 3.2 FLY ash PLTU Paiton	17
Gambar 3.3 Alat Uji Tekan	29
Gambar 4.1 Pengujian Analisa Saringan	32
Gambar 4.2 Pengujian Berat Jenis Pasir	35
Gambar 4.3 Pengujian Kelembaban Pasir	36
Gambar 4.4 Pengujian Berat Volume Pasir	37
Gambar 4.5 Pengujian Air Resapan Pasir	38
Gambar 4.6 Pengujian Kadar Lumpur Pasir	39
Gambar 4.7 Pengujian Berat Jenis Kerikil	40
Gambar 4.8 Pengujian Berat Volume Kerikil	41
Gambar 4.9 Pengujian Air Resapan Kerikil	42
Gambar 4.10 Pengujian Kelembaban Kerikil	43
Gambar 4.11 Pengujian Kadar Lumpur Kerikil	44
Gambar 4.12 Pengujian Slump Flow	47
Gambar 4.13 Pengujian V-Funnel	49
Gambar 4.14 Pengujian L-Shaped Box	51
Gambar 4.15 Curing Keadaan Oven	53
Gambar 4.16 Curing Keadaan Kering	57

DAFTAR GRAFIK

Halaman

Grafik 4.1 Batas Gradasi Zona 1 Agregat Halus	32
Grafik 4.2 Batas Gradasi Zona 2 Agregat Halus	33
Grafik 4.3 Batas Gradasi Zona 3 Agregat Halus	33
Grafik 4.4 Batas Gradasi Zona 4 Agregat Halus	34
Grafik 4.5 Hasil Uji Slump Flow	47
Grafik 4.6 Hasil Uji Slump Flow Maksimum	48
Grafik 4.7 Hasil Uji V-Funnel	50
Grafik 4.8 Hasil Uji L-Box	52
Grafik 4.9 Hasil Uji Kuat Tekan 3 Hari Keadaan Oven	54
Grafik 4.10 Hasil Uji Kuat Tekan 28 Hari Keadaan Oven	55
Grafik 4.11 Hasil Uji Kuat Tekan Keadaan Oven	56
Grafik 4.12 Hasil Uji Kuat Tekan 3 Hari Keadaan Kering	58
Grafik 4.13 Hasil Uji Kuat Tekan 28 Hari Keadaan Kering	59
Grafik 4.14 Hasil Uji Kuat Tekan Keadaan Kering	59
Grafik 4.15 Hasil Uji Kuat Tekan 3 Hari	60
Grafik 4.16 Hasil Uji Kuat Tekan 28 Hari	61

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Infrastruktur merupakan salah satu aspek penting ekonomi. Sekarang ini pembangunan infrastruktur semakin meningkat yang mengakibatkan produksi semen meningkat pula. Pada laporan tahunan 2018 Semen Indonesia Group mengalami peningkatan volume ekspor sebesar 93% dari total ekspor semen tahun 2017 sebesar 2,9 juta ton menjadi 5,7 juta ton pada tahun 2018. Proses produksi semen mengakibatkan pemanasan global yang dapat merusak lingkungan dari pelepasan gas karbondioksida (CO_2) ke udara. Untuk mendapatkan beton yang ramah lingkungan maka digunakan bahan alternatif lain untuk menggantikan semen pada campuran beton.

Sekarang ini makin banyak para peneliti melakukan riset pembuatan beton ramah lingkungan dengan mengurangi penggunaan semen sampai tidak menggunakan semen. Salah satu jenis beton yang tidak menggunakan semen disebut beton geopolimer. Beton geopolimer terbentuk dari beberapa reaksi kimia dan berbeda seperti beton biasa pada umumnya yang menggunakan reaksi hidrasi. Dalam pembuatan beton geopolimer memanfaatkan material buatan sebagai bahan pengganti semen. Hasil dari pembakaran batu bara (*fly ash*) bisa digunakan sebagai sumber material pengganti semen dalam campuran beton yang diketahui mengandung senyawa silika (Si) dan dapat menjadi senyawa pozzolan yang mana senyawa tersebut bisa meningkatkan kuat tekan.

Pada pekerjaan konstruksi, pemadatan beton merupakan pekerjaan yang dilakukan untuk suatu pekerjaan struktur beton bertulang konvensional. Tujuan dari pemadatan tersebut adalah meminimalkan udara yang terjebak dalam beton sehingga diperoleh beton yang tidak berongga dan homogen (*honeycomb*) (Stevanny, 2016). Pengecoran beton bertulangan dengan alat vibrator belum menjamin terpenuhinya kepadatan yang diinginkan, oleh karena itu teknologi *Self Compacting Concrete* (SCC) merupakan teknologi yang bisa digunakan.

Self Compacting Concrete (SCC) merupakan salah satu jenis beton yang sangat plastis dan dapat mengalir, memadat sendiri, tanpa harus memerlukan proses pemadatan dengan alat bantu penggetar, tidak hanya itu beton *self compacting concrete* mempunyai bersifat kohesif.

Beton geopolimer scc dengan bahan dasar hasil pembakaran batu bara merupakan beton yang mana terbuat dari material geopolimer (larutan alkali dan *fly ash*) yang dicampur dengan agregat, tanpa menggunakan semen sama sekali, dan harus memenuhi kriteria *workability* beton memadat sendiri. Untuk mendapatkan *workability* yang dimaksud, diperlukan penambahan air pada campuran beton. Tetapi dengan ditambahkan air, campuran beton tersebut bisa mengalami kondisi segregasi maupun dapat mempengaruhi pengikatan kimia pada material geopolimer, sehingga diperlukan bahan tambah seperti *superplasticizer* yang berfungsi untuk menambah kelecakan beton geopolimer dengan mengurangi jumlah air.

Pada penelitian sebelumnya oleh Ahmad Ulul A, 2019 menggunakan variasi *superplasticizer* dari 0%, 1%, 1,5%, 2% dengan nilai molaritas yang paling optimum pada 14 molar. Penelitian ini menggunakan perbandingan massa aktivator dan katalisator sebesar 1 : 2,5 dan juga menggunakan metode perawatan mengoven beton geopolimer scc dengan suhu 60°C . Hasil pengujian yang didapatkan yaitu pada pengujian kuat tekan dengan variasi *superplasticizer* 2% masih terdapat peningkatan kuat tekan.

Berawal dari permasalahan tersebut maka dilakukan penelitian “karakteristik kuat tekan beton geopolimer scc dengan penambahan variasi *superplasticizer*” yang bertujuan untuk mengetahui persentase optimum *superplasticizer* yang digunakan guna meminimalisir kejadian segregasi dengan bahan tambahan *fly ash* yang direaksikan dengan senyawa alkalin natrium hidroksida (NaOH) sebagai aktivator, dan natrium silikat (Na₂SiO₃) sebagai katalisator.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diambil dari pendahuluan di atas yaitu :

1. Bagaimana kuat tekan beton geopolimer scc dengan komposisi *superplasticizer* dari 2%, 2,5%, 3% dan 3,5%?
2. Pengaruh *curing* (keadaan kering dan keadaan oven) terhadap kuat tekan beton geopolimer scc ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang dapat diambil dari pendahuluan di atas yaitu:

1. Mengetahui kuat tekan beton geopolimer scc dengan komposisi *superplasticizer* dari 2%, 2,5%, 3% dan 3,5%.
2. Membandingkan hasil yang diperoleh dari uji kuat tekan beton geopolimer scc keadaan kering dan keadaan oven.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini yaitu :

1. Mengurangi masalah atas ketergantungan semen dengan cara memanfaatkan limbah yang ada,
2. Memberikan kontribusi pada perkembangan teknologi beton untuk permasalahan pada saat pengecoran beton di lapangan, dan juga memberikan solusi atas isu lingkungan hidup.
3. Mengetahui persentase optimum *Superplasticizer* yang digunakan untuk pembuatan beton geopolimer scc dengan cairan alkali Na_2SiO_3 dan NaOH konsentrasi 14M.

1.5 Batasan Masalah

Adapun pembatasan pada penelitian ini, yaitu :

1. Material pembentuk beton geopolimer scc:
 - a. *Fly ash* kelas F yang berasal dari PLTU Paiton.
 - c. Cairan alkalin yaitu kombinasi cairan *natrium silikat* (Na_2SiO_3) dan *natrium hidroksida* (NaOH) konsentrasi 14M.
 - d. Bahan tambah yang digunakan adalah *Superplasticizer Sika Viscocrete-3115N* Produksi PT. Sika® Indonesia.
 - e. Agregat kasar yang dipakai yaitu batu pecah.

- f. Agregat halus yang dipakai yaitu pasir zona 2.
- g. Air yang digunakan adalah air PDAM Fakultas Teknik UNEJ.
- 2. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran 10 x 20 cm dengan sampel 48 buah silinder dengan 4 variasi yang masing-masing berjumlah 3 sampel.
- 3. Perawatan benda uji dengan 2 keadaan yaitu: keadaan kering, dan keadaan oven.
- 4. Pengujian kuat tekan beton geopolimer dilakukan pada umur 3 hari, dan 28 hari.
- 5. Uji kelecakan (*workability*) beton dengan menggunakan metode *Slump Flow Test*, *V-Funnel Test*, dan *L-shaped box test*.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton Geopolimer

Beton geopolimer merupakan beton yang reaksi pengikatannya yaitu reaksi polimerisasi. Proses polimerisasi terdapat zat molekul yang dilepaskan yakni air dalam proses perawatan berlangsung. Beton geopolimer memiliki bahan penyusun yang mengandung unsur senyawa silika (Si) dan alumina (Al) tinggi. Beton geopolimer tidak menggunakan semen sebagai pengikatnya, akan tetapi menggunakan senyawa yang kandungan intinya menyerupai semen seperti *fly ash*. *Fly ash* tersebut tidak dapat bereaksi sendiri dalam pengikatan beton, akan tetapi membutuhkan senyawa katalisator berupa larutan *hidroksida* (NaOH) dan *sodium silikat* (Na₂SiO₃).

Awal mula ditemukannya proses geopolimer dipelopori oleh seorang ilmuwan yang bernama Profesor Joseph Davidovits di tahun 1979 dengan objek utamanya yaitu kandungan struktur dari piramida yang berada di mesir. Bangunan tersebut seakan-akan dibuat dengan menyusun balok-balok raksasa saja dengan tenaga manual zaman dahulu hingga membentuk piramida. Berdasarkan penelitiannya, Profesor Joseph Davidovits memaparkan bahwa piramida tersebut dibangun dengan metode modern, yakni menggunakan semen zaman dahulu. Setelah melakukan riset tentang piramida tersebut Profesor Josept Davidovits menemukan beton yang tanpa semen atau lebih dikenal dengan beton geopolimer. Semen tersebut digantikan oleh zat yang mengandung banyak silika (Si) dan alumina (Al) seperti abu terbang (*fly ash*). Namun beton geopolimer tidak dapat mereaksikan sendiri ikatan antar molekulnya, akan tetapi membutuhkan senyawa alkalin sebagai katalisator dan activator. Senyawa aktivator berupa NaOH dan katalisator Na₂SiO₃.

2.2 Self Compacting Concrete

Self Compacting Concrete (beton memadat sendiri) merupakan campuran beton yang dapat memadat sendiri tanpa bantuan alat penggetar/pemadat.

Secara umum *Self Compacting Concrete* (SCC) termasuk dalam jenis beton yang memiliki nilai derajat kelecakan (*workability*) tinggi dan memiliki kuat tekan awal yang besar, sehingga membutuhkan faktor air semen (FAS) yang rendah. Adapun metode tes yang digunakan untuk menentukan karakteristik beton SCC sebagai berikut:

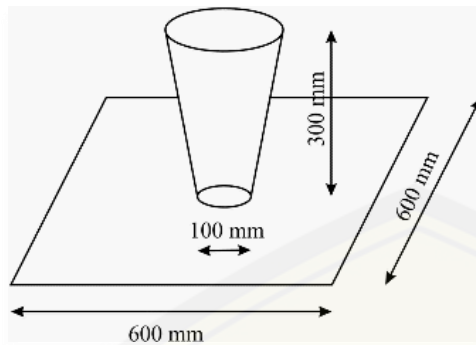
2.2.1 *Slump Flow Test*

Pengujian menggunakan alat bernama *slump cone* yang bertujuan untuk menguji *filling ability*. Dengan alat *slump cone* ini dapat diketahui kemampuan campuran beton untuk mengisi ruang. Kebutuhan nilai *slump flow* untuk pengecoran konstruksi bidang horizontal berbeda dengan bidang vertikal. Kriteria yang umum digunakan untuk penentuan awal workabilitas beton SCC berdasarkan tipe konstruksi sebagai berikut: Untuk konstruksi vertikal, menggunakan *slump flow* antara 65 cm sampai 70 cm. Untuk konstruksi horizontal menggunakan *slump flow* antara 55 cm sampai 85 cm (EFNARC, 2005). Klasifikasi uji *slump flow* dapat dilihat pada tabel 2.1, dan alat *slump cone* dapat dilihat pada gambar 2.1.

Tabel 2.1 Klasifikasi Uji *Slump Flow*

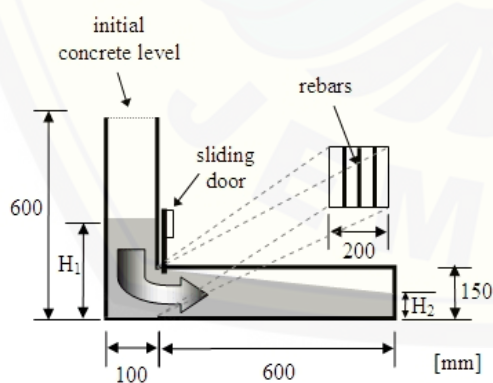
Class	Slump-flow in mm
SF1	550 to 650
SF2	660 to 750
SF3	760 to 850

(Sumber: EFNARC, 2005)

Gambar 2. 1 Alat *Slump Flow Test*

2.2.2 *L-shaped Box*

L-shaped Box atau biasa disebut *Swedish Box* merupakan alat yang berbentuk L terbuat dari besi yang berfungsi untuk menguji *passing ability*. Pada *l-shaped box*, antara arah vertikal dan horizontal dibatasi dengan sekat penutup yang terbuat dari besi, untuk membukanya dengan cara ditarik ke atas. Di depan sekat penutup tersebut terdapat tulangan baja yang berfungsi untuk menguji kemampuan campuran beton dalam melewati tulangan yang sesuai dengan keadaan di lapangan. Klasifikasi *L-Shaped Box* dapat dilihat pada tabel 2.2, dan gambar alat *L-Shaped Box* dapat dilihat pada gambar 2.2.

Gambar 2. 2 Alat *L-Shaped Box*

Syarat nilai *passing ability* untuk beton jenis SCC adalah *passing ability* (PA) 0,8 – 1,0 (EFNARC, 2005), Nilai *passing ability* didapatkan dengan perhitungan rumus 2.1 :

$$PA = \frac{H_2}{H_1} \quad (2.1)$$

Keterangan:

PA = *passing ability*

H1 = muka beton segar di awal *L-Shaped Box*

H2 = muka beton segar di ujung *L-Shaped Box*

Tabel 2.2 Klasifikasi *L-Shaped Box*

Class	Passing ability
PA1	≥ 0,80 with 2 rebars
PA2	≥ 0,80 with 3 rebars

(Sumber: EFNARC, 2005)

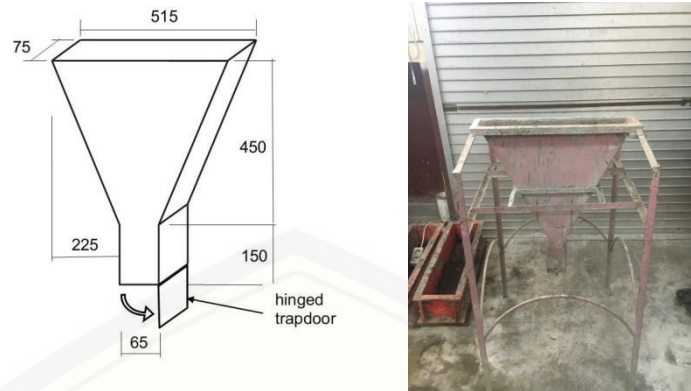
2.2.3 V-Funnel Test

Pengujian v-funnel berfungsi untuk mengevaluasi ketahanan segregasi material. Alat yang digunakan pada metode ini adalah v-funnel. Menurut EFNARC rentang waktu untuk campuran beton bisa meluncur yaitu 6 – 12 detik. Klasifikasi *v-funnel test* dapat dilihat pada tabel 2.3, dan gambar alat *V-Funnel Test* dapat dilihat pada gambar 2.3.

Tabel 2.3 Klasifikasi *V-Funnel Test*

Class	T500, S	V-Funnel time in s
VS1/VF1	≤ 2	≤ 8
VS2/VF2	> 2	9 to 25

(Sumber: EFNARC, 2005)



Gambar 2. 3 Alat V-Funnel Test

2.3 Alkalin Aktivator dan Katalisator

Aktivator merupakan senyawa yang bisa membuat suatu zat menjadi reaksi aktif. Dalam pembuatan beton geopolimer, aktivator yang digunakan merupakan unsur alkali yang terhidrasi. Penggunaan hidroksida alkali sebagai aktivator reaksi geopolimer dikarenakan unsur silika dalam geopolimer merupakan asam kuat sehingga zat tersebut harus direaksikan dengan basa kuat yang berupa Sodium Hidroksida (NaOH) (imam, 2018).

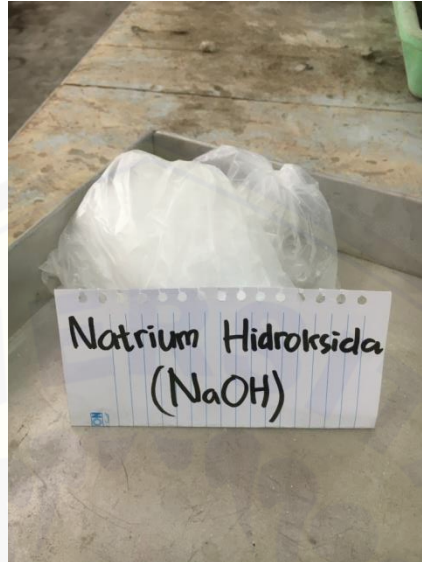
Katalisator merupakan senyawa yang dapat mempercepat terjadinya reaksi kimia. Dalam pembuatan beton geopolimer, katalisator yang digunakan adalah Sodium Silikat (Na_2SiO_3). Cairan alkali tersebut terdiri dari Sodium Hidroksida (NaOH) dan Sodium Silikat (Na_2SiO_3) dengan konsentrasi 14M dengan perbandingan massa Na_2SiO_3 : NaOH yaitu 1 : 2,5.

2.3.1 Sodium Hidroksida (NaOH)

Sodium Hidroksida (NaOH) merupakan ikatan polimer yang kuat dengan menambahkan abu terbang (*fly ash*) untuk mereaksikan senyawa silika dan alumina. NaOH (sodium hidroksida) merupakan oksidasi alkali yang tergolong basa kuat dan bersifat reaktif.

NaOH merupakan hasil dari elektrolisis larutan Natrium Klorida (NaCl). Na masuk ke dalam kelas logam alkali pada golongan 1 ditabel periodik kecuali hidrogen dan unsur ini sangat reaktif. Campuran abu terbang (*fly ash*) dengan Sodium hidroksida dapat membentuk suatu ikatan yang kurang kuat tetapi juga

menghasilkan suatu ikatan yang lebih padat dan tidak ada retakan (Hutajulu, 2010). Padatan NaOH dapat dilihat pada gambar 2.4.

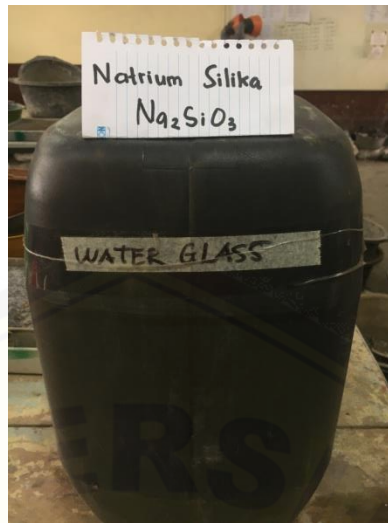


Gambar 2. 4 Padatan NaOH

2.3.2 Natrium Silikat (Na_2SiO_3)

Sodium silikat terbagi dalam 2 bentuk, yaitu padatan dan cairan, untuk campuran beton geopolimer digunakan dalam bentuk cairan sodium silikat atau yang dikenal dengan *waterglass*. Sodium silikat dalam proses polimerisasi memiliki fungsi yaitu untuk mempercepat reaksi polimerisasi. Reaksi terjadi lebih cepat pada larutan alkali yang mengandung banyak larutan silikat seperti sodium silikat dibandingkan larutan alkali yang mengandung banyak larutan hidroksida.

Sodium silikat yang digunakan berbentuk larutan kental yang sudah siap dipakai. Sebelum pemakaian tidak ada perlakuan khusus. Pada penelitian sebelumnya didapatkan kesimpulan dengan menggunakan variasi molar 8, 12, dan 14 dengan perbandingan massa Na_2SiO_3 : NaOH yaitu 1 : 2,5. Hasil untuk beton geopolimer yang paling besar yaitu 14 molar dihasilkan dengan perbandingan massa Na_2SiO_3 : NaOH yaitu 1 : 2,5. Contoh Larutan Na_2SiO_3 dapat dilihat pada gambar 2.5.



Gambar 2. 5 Larutan Na₂SiO₃

2.4 Superplasticizer

Superplasticizer yang digunakan pada penelitian ini yaitu *superplasticizer* berjenis sika viscocrete. Sika viscocrete adalah bahan tambah kimia (*chemical admixture*) yang merupakan generasi terbaru dari *superplasticizer* untuk beton dan mortar. Dikembangkan untuk memproduksi beton dengan kemudahan mengalir yang tahan lama. Untuk kegunaan sika viscocrete yaitu memberikan kemudahan mengalir yang sangat baik dengan pengurangan air dalam jumlah besar, serta memberikan sifat beton yang memadat sendiri. Gambar viscocrete 3115N dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2. 6 Viscocrete 3115N

2.5 Penelitian Sebelumnya Terkait Beton Geopolimer SCC

Pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Ahmad Ulul A, 2019 bahwa pembuatan beton geopolimer scc memerlukan reaksi aktivator dan katalisator. Selain itu penelitian ini menggunakan variasi superplasticizer dari 0%, 1%, 1,5%, 2% dengan nilai molaritas yang telah diuji paling optimum pada 14 molar. Penelitian ini menggunakan perbandingan massa aktivator : katalisator sebesar 1 : 2,5 dan juga menggunakan metode perawatan mengoven beton geopolimer scc dengan suhu 60°C . Hasil pengujian yang didapatkan yaitu pada pengujian kuat tekan terdapat peningkatan dari beberapa variasi superplasticizer.

Penelitian yang dilakukan oleh Stevanny G,dkk, 2016 bahwa pembuatan beton geopolimer scc dengan menggunakan variasi superplasticizer 0%, 1%, 2%, 3% dengan variasi rasio *fly ash* 0, 0,2, 0,25, 0,3, 0,32 termasuk ke dalam klasifikasi beton scc. Untuk nilai *slump flow* maksimum sesuai EFNARC untuk SCC (*Self Compacting Concrete*) didapatkan pada penambahan superplasticizer sebesar 3% dengan nilai rasio *fly ash* sebesar 0,3 yaitu 67cm.

Penelitian yang dilakukan oleh Ekaputri dkk 2016 bahwa penambahan suhu 40°C, 60°C, 80°C pada proses perawatan beton geopolimer menunjukkan hasil bahwa suhu 60°C - 80°C memiliki hasil yang bagus daripada 40°C. Pada suhu 60°C - 80°C kuat tekan beton geopolimer mengalami kenaikan.

BAB 3

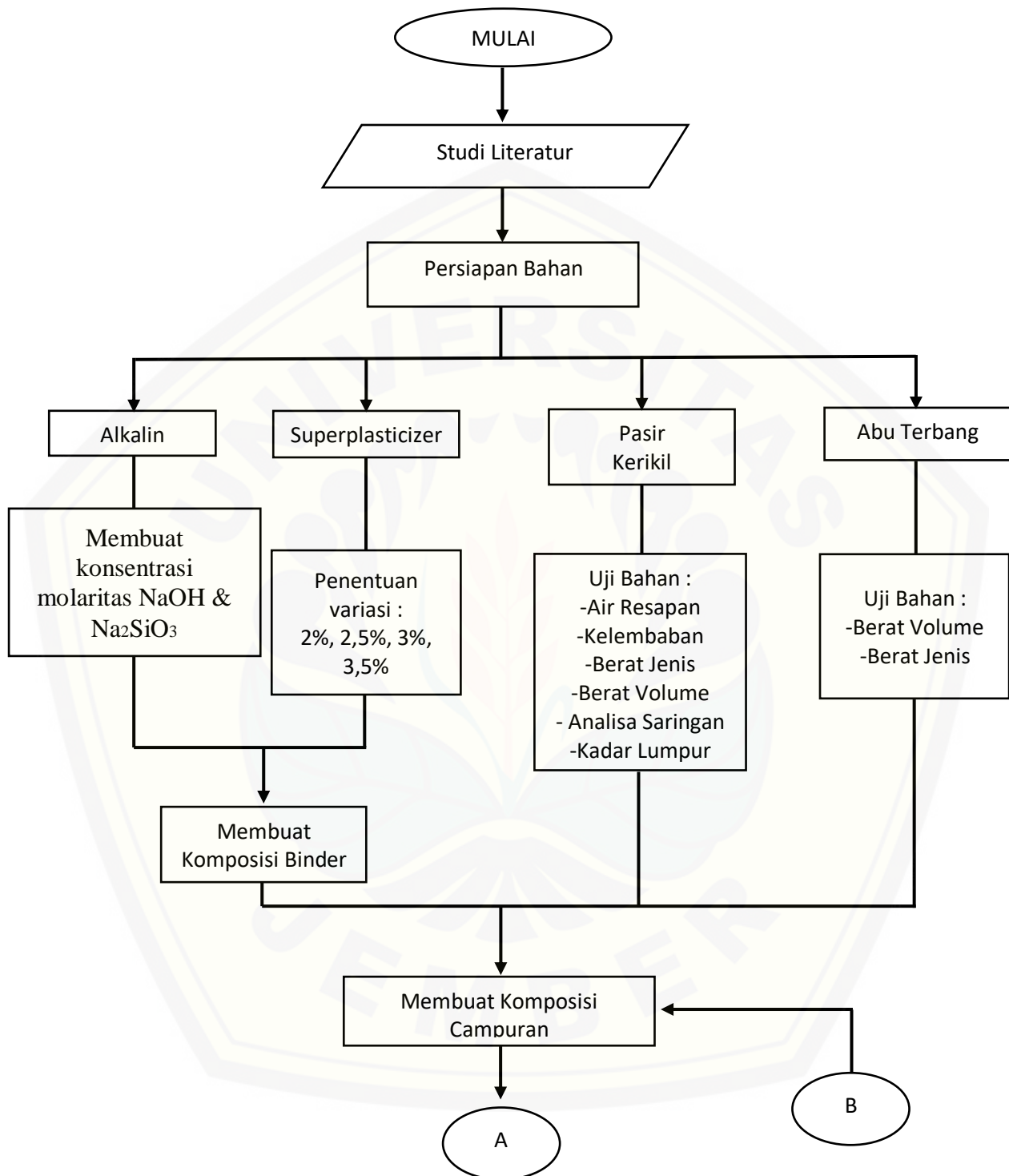
METODOLOGI PENELITIAN

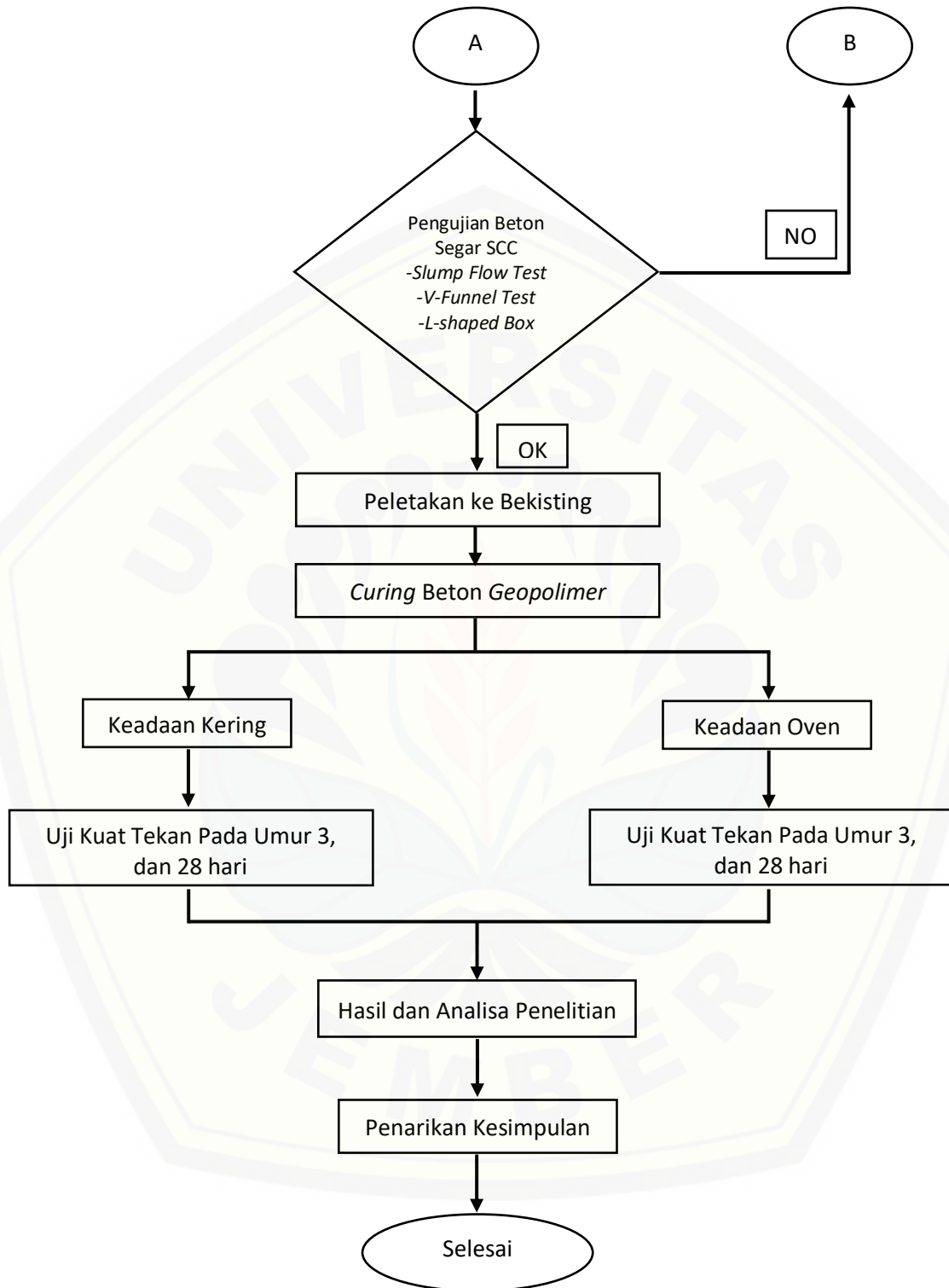
Metodologi yang diterapkan pada penelitian ini adalah studi experimental, yakni melakukan percobaan trial and error dengan acuan penelitian sebelumnya di laboratorium. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik kuat tekan beton geopolimer scc dengan penambahan variasi *superplasticizer*.

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian untuk sampel *fly ash* diambil pada hasil buangan PLTU Paiton, Probolinggo Jawa timur. Pembuatan dan pengujian dilakukan di Laboratorium Teknik yang bertempat di kampus Patrang Jember. Tahap pengerjaan proposal penelitian ini dimulai pada bulan Juli hingga Agustus 2019 serta pelaksanaan persiapan bahan, pembuatan benda uji hingga pengujian sampai bulan November.

Pada penelitian ini juga disajikan tahapan secara skematis dalam bentuk diagram alir penelitian. Diagram alir penelitian ini bertujuan untuk mempermudah proses penelitian mulai dari awal sampai akhir. Diagram alir Penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1.





Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Variabel Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian, variabel yang akan dilakukan dalam penelitian ini dikelompokkan menjadi variabel bebas, variabel terikat, dan variabel terkontrol.

3.2.1 Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang divariasikan dan diselidiki pengaruhnya terhadap variabel terikat dan faktor-faktor yang mempengaruhi hasil analisis. Variabel bebas pada penelitian ini adalah *fly ash* dan *superplasticizer* dengan variasi penambahan terhadap *superplasticizer* 2%, 2,5%, 3%, dan 3,5%.

3.2.2 Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan faktor yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Variabel terikat pada penelitian ini adalah konsentrasi molaritas sebesar 14M dan perbandingan massa katalisator dengan aktivator adalah 1 : 2,5.

3.2.3 Variabel Terkontrol

Variabel terkontrol merupakan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi hasil reaksi, tetapi dapat dikendalikan agar tidak mempengaruhi variabel bebas. Variabel terkontrol pada penelitian ini meliputi proses *curing*, dan pengujian kuat tekan.

3.3 Persiapan Bahan

Pada penelitian ini dilakukan persiapan bahan yang menjadi poin penting untuk pembuatan beton geopolimer scc. Persiapan bahan yang dilakukan meliputi :

3.3.1 Abu terbang (*fly ash*)

Pada penelitian ini digunakan abu terbang sebagai bahan utama pembuatan geopolimer. Abu terbang tersebut berasal dari hasil buangan PLTU Paiton (gambar 3.2). Sudah banyak peneliti sebelumnya mengkaji *fly ash* ini dan menggolongkan bahwa tipe *fly ash* kelas F bisa dibuat sebagai campuran beton geopolimer karena kandungan silika dan alumina nya lebih banyak, sedangkan kandungan CaO kurang dari 10% massanya. Sudah banyak peneliti sebelumnya mengkaji *fly ash* ini dan menggolongkan tipe *fly ash* ini ke dalam kelas F karena kandungan CaO kurang dari 10% massanya. Kandungan kimia *fly ash* diketahui dengan metode XRF (*X-Ray Fluorescence*) dengan kandungan senyawa silika (Si)

52,2% dan alumina (Al) 38,6% dari massanya (Ekaputri dan Triwulan, 2013). *fly-ash* kelas F sering digunakan dalam pembuatan beton geopolimer karena banyak mengandung unsur silika (Si) dan alumina (Al) dan bersifat pozzolan buatan.



Gambar 3. 2 *Fly ash* PLTU Paiton

3.3.2 Superplasticizer

Dalam penelitian ini digunakan *Superplasticizer* Sika Viscocrete- 3115N sebagai bahan untuk mengurangi faktor air semen. Pada Penelitian sebelumnya digunakan variasi 0%, 1%, 1,5%, dan 2% dengan nilai optimum terletak pada variasi 2% (Ulul, 2019), dengan adanya penelitian sebelumnya tersebut variasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu 2%, 2,5%, 3%, dan 3,5% untuk mengetahui karakteristik kuat tekan beton geopolimer scc dengan variasi superplasticizer.

3.3.3 Jenis Alkali

Jenis alkali dalam penelitian ini adalah sodium silikat (Na_2SiO_3) dan sodium hidroksida (NaOH) dengan perbandingan massa senyawa katalisator dan aktivator 1 : 2,5 dengan konsentrasi 14M. Penentuan konsentrasi molaritas dan perbandingan massa mengacu kepada penelitian sebelumnya.

1. Cara membuat 1 liter larutan NaOH 14M sebagai berikut :

a) Menghitung kebutuhan NaOH yang digunakan.

$$\begin{aligned}n &= V \times M \\ &= 1 \text{ Liter} \times 14 \text{ mol/liter} \\ &= 14 \text{ Mol}\end{aligned}$$

Keterangan :

n = Jumlah mol zat tersebut

V = Volume Larutan

M = Kemolaran Larutan

$$\begin{aligned} \text{Massa NaOH} &= n \text{ mol} \times M_r \\ &= 14 \text{ mol} \times 40 \text{ gram/mol} \\ &= 560 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$M_r \text{ NaOH} = 40 \text{ gram/mol} \text{ (Penjumlahan } A_r \text{ dari senyawa dari unsur-unsur senyawa yaitu, Na=23, O=16, H=1)}$$

- b) Menimbang padatan NaOH seberat 560 gram.
- c) Memasukkan NaOH ke dalam labu ukur dengan kapasitas 1000cc/ liter.
- d) Menambahkan aquades (air) ke dalam labu ukur sampai volume mencapai 1 liter.
- e) Aduk hingga NaOH menyatu dengan aquades dan tunggu 24 jam untuk menggunakannya.
- f) Menambahkan kebutuhan Na_2SiO_3 yang dibutuhkan sesuai dengan komposisi yang direncanakan.

2. Menghitung Aktivator

$$\text{Massa Aktivator} = 200 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Massa Aktivator} = \text{massa aktivator (NaOH)} + \text{massa katalisator (Na}_2\text{SiO}_3)$$

$$\text{Perbandingan Na}_2\text{SiO}_3 : \text{NaOH} = 1 : 2,5$$

$$\frac{\text{Na}_2\text{SiO}_3}{\text{NaOH}} = 2,5 \longrightarrow 2,5\text{NaOH} = \text{Na}_2\text{SiO}_3$$

$$200 \text{ kg/m}^3 = \text{NaOH} + \text{Na}_2\text{SiO}_3$$

$$200 \text{ kg/m}^3 = \text{NaOH} + 2,5\text{NaOH}$$

$$200 \text{ kg/m}^3 = 3,5\text{NaOH}$$

$$\text{NaOH} = 200 \text{ kg/m}^3 : 3,5$$

$$= 57,143 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Na}_2\text{SiO}_3 = 57,143 \text{ kg/m}^3 \times 2,5 = 142,857 \text{ kg/m}^3$$

Sehingga dibutuhkan massa NaOH sebanyak $57,143 \text{ kg/m}^3$ dan Na_2SiO_3 sebanyak $142,857 \text{ kg/m}^3$.

3.4 Pengujian Material

Pada penelitian ini dilakukan pengujian material yang berupa sifat fisis dari beton geopolimer scc dengan menggunakan *fly ash* sebagai pengganti semen. Pengujian material yang dilakukan meliputi :

3.4.1 Agregat Halus (Pasir)

Dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat karakteristik dari agregat halus yang nantinya akan dibutuhkan dalam pembuatan beton geopolimer scc. Pengujian agregat halus yang digunakan dalam campuran beton geopolimer scc meliputi :

1. Berat Jenis Pasir

Alat dan bahan yang akan digunakan dalam pengujian berat jenis :

- a) Timbangan analitis
- b) Picnometer 100cc
- c) Oven
- d) Pasir dikondisikan SSD (pasir yang direndam selama 24 jam lalu dilap)

Prosedur pengujian:

1. Menimbang Picnometer
2. Menimbang pasir yang sudah dikondisikan SSD 50gram
3. Memasukan pasir SSD ke dalam picnometer kemudian ditimbang
4. Picnometer yang berisi pasir diisi air sampai penuh dan dipegang miring (diputar-putar) hingga gelembung udara keluar
5. Picnometer diisi air hingga penuh dan ditimbang beratnya
6. Picnometer kosong diisi air hingga penuh dan ditimbang beratnya

2. Berat Volume Pasir

Alat dan bahan yang akan digunakan dalam pengujian berat volume :

- a) Timbangan analitis
- b) Silinder takaran yang sedang
- c) Alat perojok dan besi
- d) Pasir keadaan kering

Prosedur pengujian:

1. Tanpa rojokan
 - a. Timbang silinder dalam keadaan kering
 - b. Isi silinder dengan pasir dan ratakan
 - c. Timbang silinder dengan pasir.
2. Dengan rojokan
 - a. Timbang silinder dalam keadaan kering
 - b. Isi silinder 1/3 bagian dengan pasir kemudian rojok 25 kali sampai silinder penuh, tiap-tiap bagian dirojok 25 kali selama 3 kali
 - c. Timbang silinder dengan pasir
3. Kadar Resapan Pasir

Alat dan bahan yang akan digunakan dalam pengujian berat volume :

- a) Timbangan analitis
- b) Oven
- c) Pasir dikondisikan SSD

Prosedur pengujian:

1. Timbang pasir kondisi SSD sebanyak 100 gram
 2. Masukkan oven selama 24 jam
 3. Pasir dikeluarkan dan setelah dingin ditimbang
4. Kelembaban Pasir

Alat dan bahan yang akan digunakan dalam pengujian berat volume :

- a) Timbangan analitis
- b) Oven
- c) Pan
- d) Pasir kondisi asli

Prosedur pengujian:

1. Pasir dalam kondisi asli ditimbang beratnya 250 gram
2. Pasir dimasukkan oven selama 24 jam dengan temperatur $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$
3. Keluarkan pasir dari oven, setelah dingin ditimbang beratnya.

5. Analisa Saringan Pasir

Alat dan bahan yang digunakan dalam pengujian berat volume :

- a) Satu set ayakan ASTM : #4, #8, #16, #30, #50, #100, Pan
- b) Timbangan analitis
- c) Alat penggetar (Shieve Shaker)
- d) Pasir kondisi kering oven.

Prosedur pengujian :

1. Timbang pasir sebanyak 1000 gram
2. Masukkan pasir dalam ayakan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan di atas, dan digetarkan dengan Sieve Shaker selama 10 menit
3. Pasir yang tertinggal dalam ayakan ditimbang
4. Kontrol berat pasir sebesar 1000 gram

6. Kadar Lumpur Pasir

Alat dan bahan yang akan digunakan dalam pengujian kadar lumpur:

- a) Gelas ukur Kapasitas 1000ml
- b) Aquades
- c) Pasir kondisi berlumpur

Prosedur pengujian :

1. Masukkan pasir sebanyak 250 ml ke dalam gelas ukur
2. Masukkan aquades ke dalam gelas ukur yang telah berisi pasir
3. Aduk gelas ukur dengan cara menutup mulut gelas ukur dengan rapat, lalu balok balikan gelas ukur berulang kali hingga lumpur benar-benar terpisah dari butiran pasir
4. Letakkan gelas ukur di tempat yang aman, dan biarkan 24 jam

3.4.2 Agregat Kasar (Kerikil)

Dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat karakteristik dari agregat kasar yang nantinya akan dibutuhkan dalam pembuatan beton geopolimer sc. Pengujian agregat Kasar yang digunakan dalam campuran beton geopolimer sc meliputi :

1. Berat Jenis Kerikil

Alat dan bahan yang akan digunakan dalam pengujian berat jenis :

- a) Timbangan 25 kg
- b) Timba
- c) *Mounting table*
- d) Keranjang sample
- e) Kerikil dalam kondisi SSD
- f) Air

Prosedur pengujian :

1. Kerikil yang sudah direndam selama 24 jam diangkat kemudian dilap satu persatu
2. Timbang kerikil dalam kondisi SSD sebanyak 3 kg
3. Timbang juga beratnya di dalam air

2. Berat Volume Kerikil

Alat dan bahan yang akan digunakan dalam pengujian berat volume :

- a) Timbangan analitis 25 kg
- b) Silinder besar dengan volume 15 liter
- c) Alat perojok dan besi
- d) Kerikil kering.

Prosedur pengujian:

1. Tanpa rojokan
 - a. Menimbang silinder dalam keadaan kering
 - b. Menimbang kerikil serta silinder
2. Dengan rojokan
 - a. Menimbang silinder dalam keadaan kering
 - b. Mengisi silinder 1/3 % bagian dengan kerikil kemudian dirojok 25 kali sampai silinder penuh, tiap-tiap bagian dirojok 25 kali.

3. Air Resapan Kerikil

Alat dan bahan yang akan digunakan dalam pengujian berat volume :

- a) Timbangan analitis
- b) Oven

- c) Kerikil dikondisikan SSD

Prosedur pengujian:

1. Menimbang kerikil kondisi SSD sebesar 500 gram
2. Memasukkan kerikil ke dalam oven selama 24 jam
3. Mengeluarkan kerikil tersebut serta setelah dingin ditimbang beratnya.

4. Kelembaban Kerikil

Alat dan bahan yang akan digunakan dalam pengujian berat volume :

- a) Timbangan analitis
- b) Oven
- c) Pan
- d) Kerikil kondisi asli

Prosedur pengujian:

1. Kerikil kondisi asli ditimbang beratnya sebesar 500 gram
2. Kerikil dimasukkan ke dalam oven selama 24 jam dengan temperatur $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$
3. Keluarkan kerikil dari oven, setelah dingin ditimbang beratnya.

6. Kadar Lumpur Kerikil

Alat dan bahan yang akan digunakan dalam pengujian kadar lumpur:

- a) Oven
- b) Timbangan analitis
- c) Loyang
- d) Kerikil kondisi kering oven berlumpur

Prosedur pengujian :

1. Oven kerikil yang mengandung lumpur selama 24 jam dengan temperatur $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$.
2. Timbang kerikil 500 gram, lalu dicuci hingga lumpurnya hilang.
3. Masukkan kerikil yang telah dicuci ke dalam oven selama 24 jam dengan temperatur $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$.
4. Timbang berat kerikil setelah di oven.

3.4.3 Semen Geopolimer (*Fly ash*)

Dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat karakteristik dari *fly ash* yang nantinya akan dibutuhkan dalam pembuatan beton geopolimer scc. Pengujian *fly ash* yang digunakan dalam campuran beton geopolimer scc meliputi :

1. Berat Volume Semen Geopolimer.
2. Berat Jenis Semen Geopolimer.

3.5 Komposisi Beton Geopolimer SCC

Pada penelitian ini benda uji beton geopolimer scc berukuran 10 cm x 20 cm dilakukan pengujian kuat tekan. Penambahan variasi *superplasticizer* yakni sebesar 2%, 2,5%, 3%, 3,5%. 4 komposisi tersebut meliputi:

1. Beton geopolimer scc dengan Sodium Hidroksida (NaOH) 14M, 100% *fly-ash*. Perbandingan antara massa Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida 2,5 dengan penambahan *superplasticizer* 2%. Proses curing keadaan kering dan keadaan oven dengan pengujian pada umur 3 dan 28 hari.
2. Beton geopolimer scc dengan Sodium Hidroksida (NaOH) 14M, 100% *fly-ash*. Perbandingan antara massa Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida 2,5 dengan penambahan *superplasticizer* 2,5%. Proses curing keadaan kering dan keadaan oven dengan pengujian pada umur 3 dan 28 hari.
3. Beton geopolimer scc dengan Sodium Hidroksida (NaOH) 14M, 100% *fly-ash*. Perbandingan antara massa Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida 2,5 dengan penambahan *superplasticizer* 3%, Proses curing keadaan kering dan keadaan oven dengan pengujian pada umur 3 dan 28 hari.
4. Beton geopolimer scc dengan Sodium Hidroksida (NaOH) 14M, 100% *fly-ash*. Perbandingan antara massa Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida 2,5 dengan penambahan *superplasticizer* 3,5%. Proses curing keadaan kering dan keadaan oven dengan pengujian pada umur 3 dan 28 hari.

Tabel 3.1 Komposisi beton geopolimer scc curing kering

Jenis Beton	Komposisi Beton	Viscocrete (%)	3 Hari	28 Hari
1	Geopolimer SCC	2	3	3
2	Geopolimer SCC	2,5	3	3
3	Geopolimer SCC	3	3	3
4	Geopolimer SCC	3,5	3	3
Total Benda Uji			12	12

Tabel 3.1 Komposisi beton geopolimer scc curing oven

Jenis Beton	Komposisi Beton	Viscocrete (%)	3 Hari	28 Hari
1	Geopolimer SCC	2	3	3
2	Geopolimer SCC	2,5	3	3
3	Geopolimer SCC	3	3	3
4	Geopolimer SCC	3,5	3	3
Total Benda Uji			12	12

3.6 Pengujian Beton Geopolimer SCC

Pada penelitian ini dilakukan pengujian untuk mengetahui beton geopolimer sudah termasuk klasifikasi SCC (*Self Compacting Concrete*) atau belum dengan menggunakan *fly ash* sebagai pengganti semen. Pengujian beton geopolimer scc yang dilakukan meliputi :

1. *Slump Flow Test*

Alat yang digunakan pada pengujian ini yaitu *Slump Cone*. Menurut EFNARC jarak maksimum slump flow antara 55 cm sampai 85 cm. Adapun cara kerja alat *Slump Cone* sebagai berikut:

1. *Slump Cone* diletakkan dengan posisi diameter yang kecil diletakkan di bawah. Di bagian dasar alat ini diletakkan papan yang datar.
2. Campuran beton dimasukkan dalam *Slump Cone* sampai penuh. Campuran beton tersebut tidak boleh dirojak.
3. *Slump Cone* diangkat secara perlahan.
4. Waktu yang diperlukan aliran beton untuk mencapai diameter 50 cm dicatat (SF50), 3 – 6 detik.
5. Diameter maksimum yang dicapai aliran beton dicatat (SFmax), 55–85 cm.

2. *L-shaped Box*

Pada penelitian ini syarat nilai *passing ability* (PA) yang digunakan yaitu 0,8 – 1,0 (EFNARC, 2005). Adapun cara kerja alat *L-shaped Box* sebagai berikut:

1. Sekat penutup ditutup.
2. Campuran beton diisikan pada arah vertikal sampai penuh.
3. Sekat penutup ditarik ke atas sampai terbuka sehingga campuran beton mengalir ke arah horizontal.
4. Perbedaan tinggi aliran beton arah horizontal dicek.

3. *V-Funnel Test*

Cara kerja alat *v-funnel* :

1. Penutup bagian bawah ditutup.
2. Campuran beton diisikan pada V-Funnel sampai penuh.
3. Penutup bagian bawah dibuka sehingga campuran beton mengalir.
4. Catat lama waktu beton mengalir hingga V-Funnel kosong.

3.7 Membuat Beton Geopolimer SCC

Untuk pengujian kuat tekan digunakan metode mortar untuk setiap campurannya dan akan dibuat 3 benda yang berbentuk silinder berukuran 10 x 20. Pengujian akan dilakukan pada umur 3, dan 28 hari sehingga total benda uji 48 buah. Adapun alat dan bahan yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

3.7.1 Peralatan

- a) Loyang atau Cawan
- b) Timbangan digital
- c) Ayakan no.200
- d) Cetokan
- e) Timba
- f) Oven
- g) Cetakan benda uji berbentuk silinder ukuran 10cm x 20cm
- h) Stop watch
- i) *Slump Cone*
- j) *L-shaped Box*

k) *V-Funnel Test*

3.7.2 Bahan

- a) Aquades (H_2O)
- b) Cairan Sodium Hidroksida ($NaOH$)
- c) Cairan Sodium Silikat (Na_2SiO_3)
- d) *Fly-ash*
- e) Pasir zona 2
- f) Agregat batu pecah
- g) Superplasticizer Sika Viscocrete- 3115N

3.7.3 Alat Uji

- a) Timbangan digital
- b) Mesin uji kuat tekan

3.8 Prosedur Pembuatan Benda Uji

Berikut adalah langkah-langkah membuat beton geopolimer memadat sendiri untuk pengujian sebagai berikut :

1. Siapkan cairan $NaOH$ yang sudah dilarutkan, kemudian diukur sesuai komposisi dari setiap pengujian.
2. Siapkan cairan Na_2SiO_3 , lalu ukur sesuai kebutuhan pengujian.
3. Siapkan cairan superplasticizer, kemudian diukur sesuai variasi dari setiap pengujian.
4. Campurkan antara Na_2SiO_3 dan $NaOH$ terlebih dahulu untuk membentuk suatu alkalin.
5. Alkalin tersebut dicampurkan dengan superplasticizer untuk mempermudah pengadukan.
6. Siapkan fly-ash (semengeopolimer) lolos saringan 200, kemudian timbang sesuai kebutuhan.
7. Campur bahan semen geopolimer sesuai komposisi, lalu tambahkan agregat batu pecah dan senyawa alkalin yang sudah disiapkan dengan rasio perbandingan senyawa alkalin dan semen geopolimer adalah 1 : 2,5. Rumus yang digunakan adalah seperti pada rumus 3.1 :

$$W = \left(\frac{W_a}{W_s} \right) \times 100\% \quad (3.1)$$

Keterangan :

W = Kadar senyawa pasta

W_a = Berat senyawa alkalin (gram)

W_s = Berat semen geopolimer (gram)

8. Setelah semua bahan tercampur, lalu aduk bahan tersebut hingga menjadi campuran yang homogen ± 10 menit.

3.9 Perawatan Beton Geopolimer SCC(curing)

Setiap pembuatan beton yang baik dan berstandar tidak akan pernah luput dari perawatan. Perawatan adalah suatu cara untuk mencegah penguapan air yang berlebihan pada benda uji, karena kandungan air dalam beton sangat mempengaruhi kuat tekan yang dimilikinya. Perawatan dalam penelitian ini ada 2 macam yaitu dengan membiarkannya dalam ruangan yang sejuk selama 3 hari, dan 28 hari, lalu yang kedua dengan meletakkannya di oven selama 24 jam. Beton tersebut akan diuji dengan suhu rata-rata ruangan ±26°C.

3.10 Tes Kuat Tekan Beton Geopolimer Memadat Sendiri

Kuat tekan adalah nilai tahanan yang dimiliki oleh Beton. Dalam penelitian ini digunakan tes kuat tekan pada umur 3, dan 28 hari. Untuk setiap tes kuat yang dilakukan akan dibuat 3 benda uji dari setiap komposisi superplasticizer, sehingga total benda uji sebanyak 48 buah. Tes kuat tekan dilakukan di laboratorium Teknik Sipil Patrang Universitas Jember. Adapun tahapan-tahapannya sebagai berikut :

- a) Ambil benda uji yang sudah mengalami perawatan.
- b) Catatlah di setiap berat yang dihasilkan, lalu diambil rata-rata dari benda uji tersebut.
- c) Tentukan 2 bagian yang bertolak belakang dan yang paling rata untuk menghasilkan kuat tekan yang optimal.
- d) Letakkan benda uji ditengah alat tes kuat tekan (gambar 3.3).

- e) Mulailah pengujian hingga benda uji mengalami retak-retak dan hentikan alat pengujian kuat tekan ketika berbunyi serta nilai rasio pada alat menunjukkan angka minus.
- f) Bersihkan hasil sisa pengujian kuat tekan dan lakukan langkah pengujian benda uji dengan proporsi superplasticizer selanjutnya. Nilai kuat tekan dapat juga diperoleh dengan menggunakan rumus 3.2 dan 3.3 :

$$F_c = \frac{P}{A} \quad (3.2)$$

$$F_{cr} = \frac{\sum_{i=0}^n F_c}{N} \quad (3.3)$$

Keterangan :

P = Beban maksimum (N).

A = Luas penampang benda uji (mm²).

f_{ci} = Nilai kuat tekan beton per benda uji (Mpa).

f_{cr} = Nilai kuat tekan beton rata-rata (Mpa).

N = Jumlah benda uji.



Gambar 3.3 Alat Uji Tekan

BAB 5

PENUTUP

Pada bab ini menjelaskan secara umum terhadap kesimpulan dan saran penelitian yang meliputi analisa pengujian bahan yang digunakan, dan kuat tekan beton geopolimer.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan perhitungan yang telah dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa:

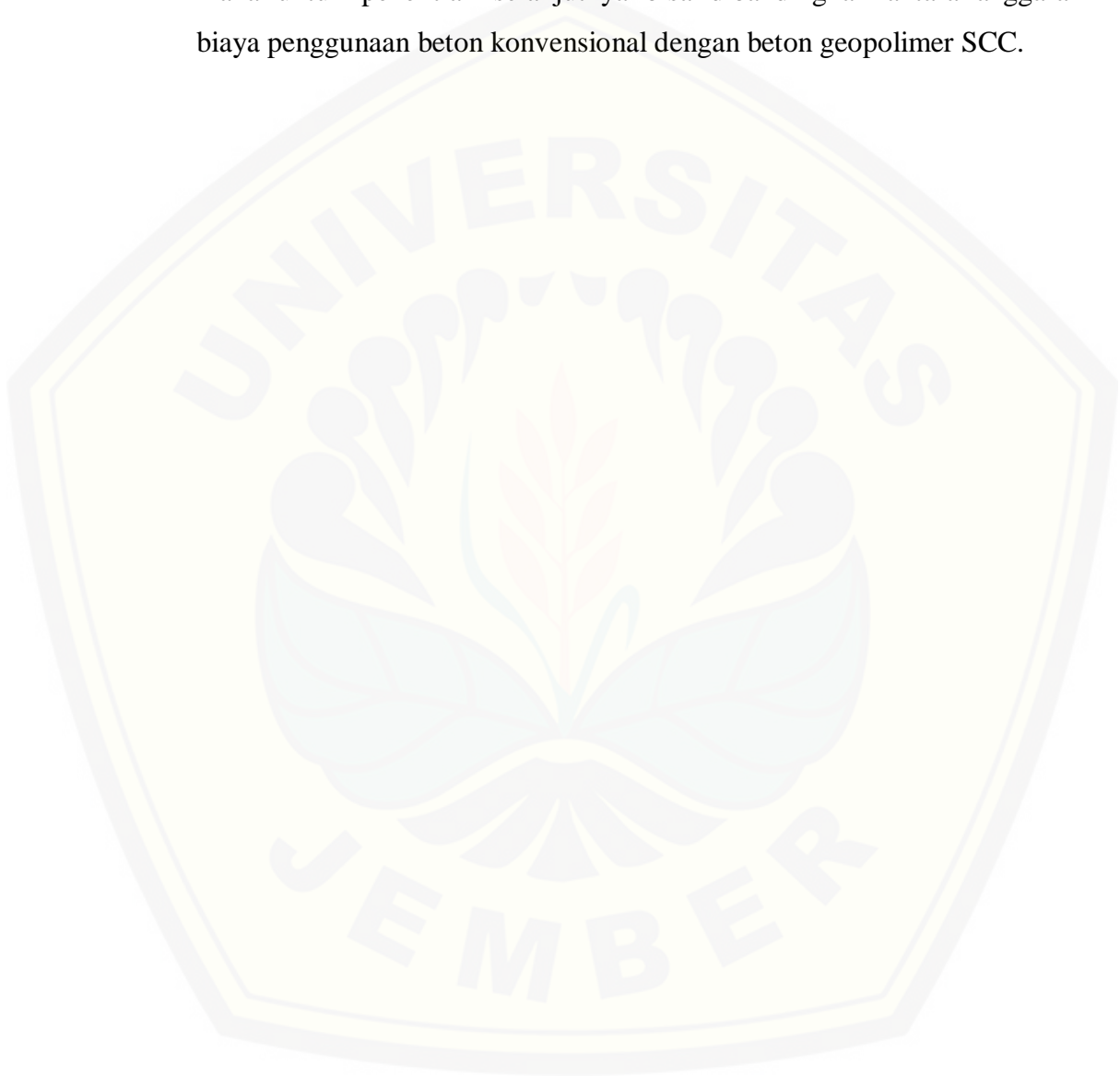
1. Dengan adanya penambahan superplasticizer pada campuran beton geopolimer *Self Compacting Concrete* dapat meningkatkan dan menurunkan kuat tekan. Pada kondisi oven dan kering, kuat tekan yang paling tinggi terletak pada campuran beton geopolimer dengan penambahan variasi superplasticizer 2,5%, sedangkan untuk variasi superplasticizer lebih dari 2,5% akan mengalami penurunan kuat tekan.
2. Dari hasil kuat tekan yang telah diperoleh pada kondisi oven dan kering menunjukkan bahwa terdapat pengaruh curing terhadap kuat tekan. Pada umur 3 hari kuat tekan pada keadaan oven memiliki jarak yang besar daripada keadaan kering yang mana kondisi tersebut disebabkan oleh lebih cepat mengeringnya beton pada keadaan oven. Sedangkan pada umur 28 hari keadaan oven terlihat bahwa nilai kuat tekannya lebih besar daripada keadaan kering, tetapi tidak memiliki jarak yang besar seperti pada umur 3 hari.

5.2 Saran

Adapun saran yang diberikan peneliti untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian selanjutnya diharapkan menggunakan APBD yang sesuai, karena penggunaan senyawa alkalin yang cukup berbahaya.
2. Pada penelitian selanjutnya tentang geopolimer *Self Compacting Concrete* dapat dicoba dengan pengujian umur 7,14, dan 21 hari sehingga bisa didapat grafik kuat tekan dari beton geopolimer *Self Compacting Concrete*.

3. Pada penelitian selanjutnya dicoba menggunakan *superplasticizer* tipe D agar memperlambat proses ikatan beton geopolimer scc untuk mengetahui perbandingan antara *superplasticizer* tipe D dan tipe F.
4. Dikarenakan harga dari katalisator yang digunakan terbilang cukup mahal maka untuk penelitian selanjutnya bisa dibandingkan antara anggaran biaya penggunaan beton konvensional dengan beton geopolimer SCC.



DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Ulul Albab. 2019. Pengaruh Penambahan Kadar Superplasticizer Terhadap Karakteristik Geopolimer SCC. *Skripsi*. Jember: Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Jember
- ASTM C-128. *Standar Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate*. ASTM International. United States : 2005
- ASTM C-33. *Standar Test Method for Resistance of Overglaze Decorations to Attack by Detergents*. ASTM International. United States : 2005.
- ASTM C 566-89. *Standart Test Method For Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying*. ASTM International. United States : 2005
- Badan Standarisasi Nasional, 1989. *SK SNI S-04-1989-F : Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A, Bahan Bangunan Bukan Logam*. Jakarta: BSN.
- B, Hanif Nurul Ardi., Triwulan., dan Januarti Jaya Ekaputri. 2013. Pasta geopolimer ringan berserat berbahan dasar lusi dan fly ash dengan perbandingan 1:3 dan pengembang foam, *Jurnal Teknik Pomits*. 1(1): 1-6.
- Ekaputri, J. J., Junaedi, S., & Wijaya. (2017). Effect of Curing Temperature and Fiber on Metakaolin-based Geopolymer. *Procedia Engineering*, 171, 572–583.
- EFNARC. *The European Guidelines for Self Compacting Concrete – Specifications, Productions,, and Use*. United Kingdo. 2005.
- Gumalang Stevanny,S.E. Wallah, M.D.J Sumajouw. 2016. Pengaruh Kadar Air dan Superplasticizer Pada Kekuatan dan Kelecekan Beton Geopolimer

Memadat Sendiri Berbasis Abu Terbang. *Jurnal Ilmiah Media Engineering* 6(3) :574-582.

Hutajulu, Romasta. 2010. Studi Literatur pengaruh perbandingan faktor air-Prekursor terhadap kuat tekan beton. *Skripsi*. Depok: Teknik Sipil Depok Universitas Indonesia.

Ilmiah, Rihnatul .2017. Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi sebagai Pozzolan pada binder Geopolimer menggunakan alkali aktivator Sodium Silikat (Na_2SiO_3) serta Sodium Hidroksida (NaOH). *Proyek Akhir Terapan*. Surabaya: Program Diploma IV Teknik Sipil dan perencanaan Insitut Teknologi Sepuluh Nopember.

Imam Junaidi. 2018. Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi dan Serbuk Genteng Press Terhadap Semen Geopolimer Berbahan Dasar Fly ash PLTU Paiton Dengan Senyawa Aktivator (NaOH) dan Katalisator (Na_2SiO_3). *Skripsi*. Jember: Program Studi S1 Teknik Sipil Universitas Jember.

Pavithra, P., Reddy, M. S., Dinakar, P., Rao, B. H., Satpathy, B. K., & Mohanty, A. N. (2016). A mix design procedure for geopolymer concrete with fly ash. *Jurnal of Cleaner Production*.

PT Semen Indonesia (Persero) Tbk. 2018. Accelerated Transformation. *Laporan Tahunan 2018*. Gresik

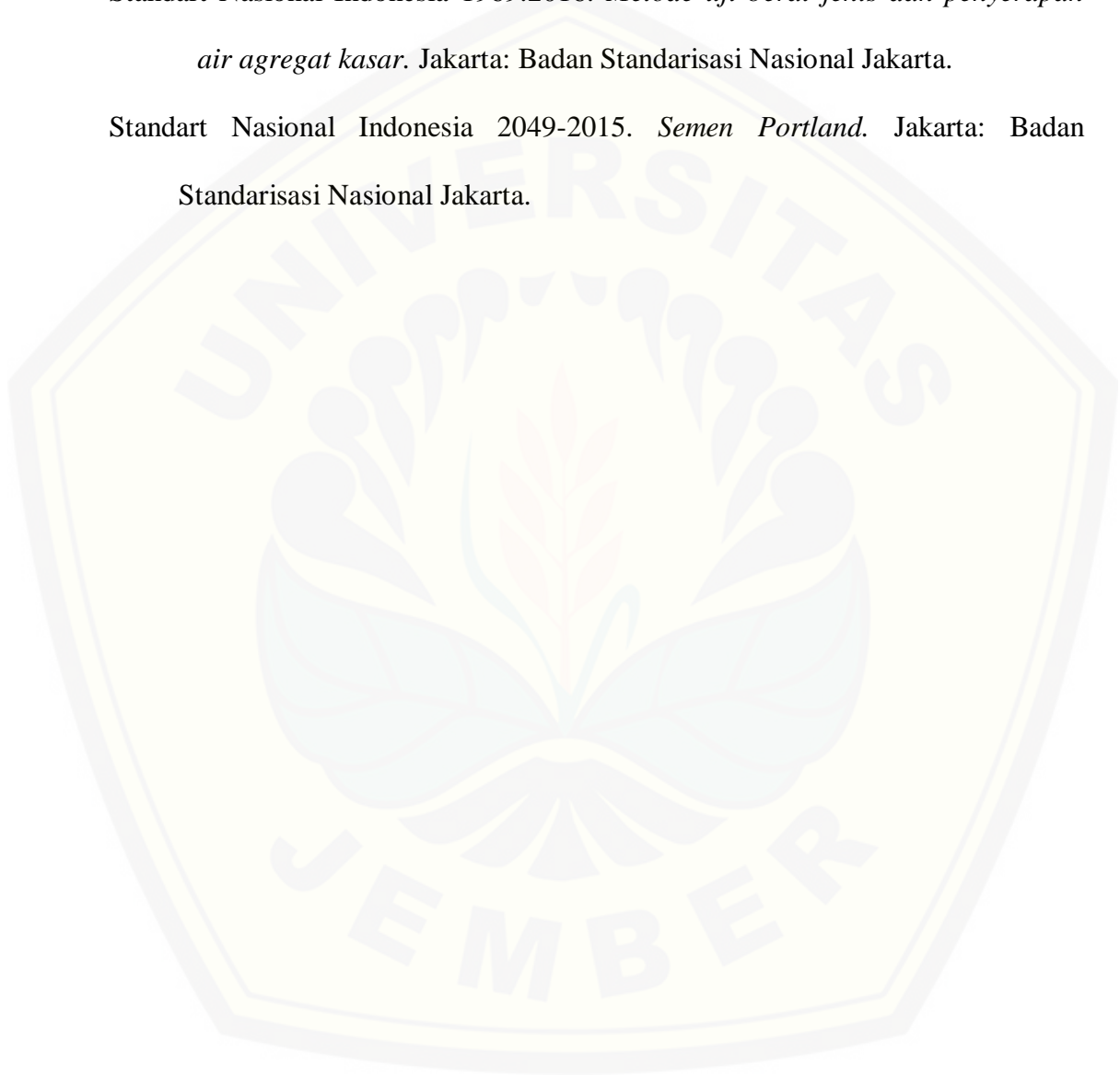
PT. Sika Indonesia, 2016. *Sika Superplasticizer-3115N*. Bogor

Standart Nasional Indonesia 03-1974-2011. *Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional Jakarta.

Standart Nasional Indonesia 03-4804-1998. *Metode Pegujian Bobot Isi dan Rongga Udara dalam Agregat*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional Jakarta.

Standart Nasional Indonesia 1969:2016. *Metode uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional Jakarta.

Standart Nasional Indonesia 2049-2015. *Semen Portland*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional Jakarta.



LAMPIRAN

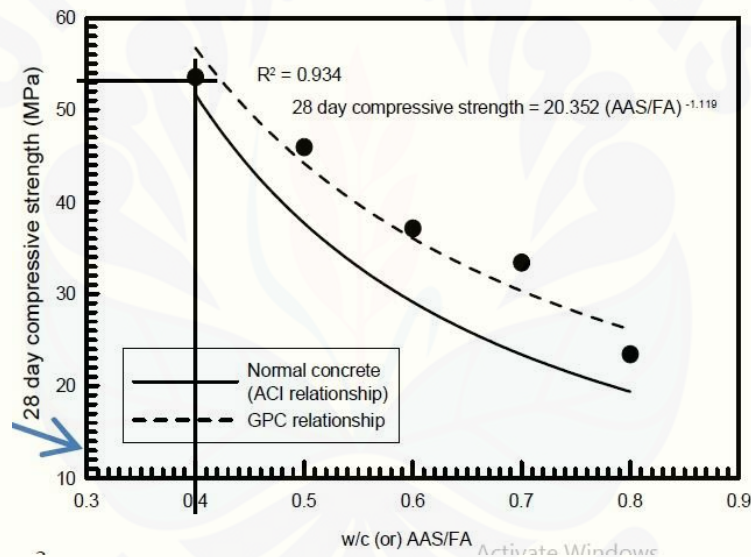
Lampiran 1. Perhitungan Mix Desain

1. Menentukan *Alkaline Activator Solution* (AAS)

Pada jurnal internasional menggunakan *Alkaline Activator Solution* (AAS) sebesar 200 kg/m³, karena dengan kandungan AAS beton geopolimer 200 kg/m³ dapat dikembangkan secara efektif dengan kekuatan, kemampuan kerja, dan ekonomi yang lebih baik.

2. Menentukan Kekuatan

Dari Gambar 1, untuk rasio AAS/FA 0.4, Kekuatan minimum pada umur 28 hari yang harus diperoleh adalah 53 Mpa.



Gambar 1. Perbandingan antara AAS/FA dan kuat tekan umur 28 hari.

3. Menghitung Binder

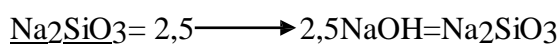
$$\begin{aligned} \text{Binder content (B}_c) &= \text{AAS content} / (\text{AAS/FA}) \\ B_c &= 200 / 0,4 = 500 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

4. Menghitung Aktivator

$$\text{Massa Aktivator} = 200 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Massa Aktivator} = \text{massa aktivator (NaOH)} + \text{massa katalisator (Na}_2\text{SiO}_3)$$

$$\text{Perbandingan Na}_2\text{SiO}_3 : \text{NaOH} = 2,5$$



NaOH

$$200\text{kg/m}^3 = \text{NaOH} + \text{Na}_2\text{SiO}_3$$

$$200\text{kg/m}^3 = \text{NaOH} + 2,5\text{NaOH}$$

$$200\text{kg/m}^3 = 3,5\text{NaOH}$$

$$\text{NaOH} = 200\text{kg/m}^3 : 3,5$$

$$= 57,143 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Na}_2\text{SiO}_3 = 57,143\text{kg/m}^3 \times 2,5 = 142,857\text{kg/m}^3$$

Sehingga dibutuhkan massa NaOH sebanyak $57,143\text{kg/m}^3$ dan Na_2SiO_3 sebanyak $142,857\text{kg/m}^3$.

5. Menghitung Kadar Air dalam AAS

Menghitung kebutuhan NaOH yang digunakan.

$$n = V \times M$$

$$= 1 \text{ Liter} \times 14\text{mol/liter}$$

$$= 14\text{Mol}$$

Dimana:

$$n = \text{Jumlah mol zat tersebut}$$

$$V = \text{Volume Larutan}$$

$$M = \text{Kemolaran Larutan}$$

$$\text{MassaNaOH} = n\text{mol} \times \text{Mr}$$

$$= 14\text{mol} \times 40\text{gram/mol}$$

$$= 560\text{gram}$$

$$\text{MrNaOH} = 40\text{gram/mol} \text{ (Penjumlahan Ar dari senyawa dari unsur- unsur senyawa yaitu, Na=23, O=16, H=1)}$$

6. Menghitung Volume Total Agregat

$$V_{TA} = 0,98 - \left[\left\{ \left(\frac{Bc}{G_B} \right) + \left(\frac{M_{\text{NaOH}}}{G_{\text{NaOH}}} \right) + \left(\frac{M_{\text{Na}_2\text{SiO}_3}}{G_{\text{Na}_2\text{SiO}_3}} \right) \right\} \times \left\{ \frac{1}{1000} \right\} \right]$$

$$= 0,98 - \left[\left\{ \left(\frac{500}{3,07} \right) + \left(\frac{57,143}{1,4506} \right) + \left(\frac{142,857}{1,35} \right) \right\} \times \left\{ \frac{1}{1000} \right\} \right]$$

$$= 0,98 - 0,308$$

$$= 0,672 \text{ m}^3$$

7. Menghitung Proporsi Agregat Kasar dan Agregat Halus

$$\begin{aligned} \text{Massa Agregat Halus (M}_{\text{FA}}) &= (50\% \times V_A) \times G_{\text{FA}} \times 1000 \\ &= (50\% \times 0,672) \times 2,716 \times 1000 \\ &= 912,576 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa Agregat Kasar (M}_{1-5}) &= (25\% \times V_A) \times G_{10} \times 1000 \\ &= (25\% \times 0,672) \times 2,764 \times 1000 \\ &= 464,352 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa Agregat Kasar (M}_{5-10}) &= (25\% \times V_A) \times G_{10} \times 1000 \\ &= (25\% \times 0,672) \times 2,764 \times 1000 \\ &= 464,352 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

8. Menghitung Dosis *Superplasticizer*

$$\text{Dosis 2\%} = 2\% \times 500 = 10 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Dosis 2,5\%} = 2,5\% \times 500 = 12,5 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Dosis 3\%} = 3\% \times 500 = 15 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Dosis 3,5\%} = 3,5\% \times 500 = 17,5 \text{ kg/m}^3$$

9. Kebutuhan Bahan per Benda Uji

$$\begin{aligned} \text{Fly ash} &= 500 \text{ kg/m}^3 \times 0,00157 \text{ m}^3 \times 1 \\ &= 0,785 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Agregat Halus} &= 912,576 \text{ kg/m}^3 \times 0,00157 \text{ m}^3 \times 1 \\ &= 1,43 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Agregat Kasar (1-5)} &= 464,352 \text{ kg/m}^3 \times 0,00157 \text{ m}^3 \times 1 \\ &= 0,73 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Agregat Kasar (5-10)} &= 464,352 \text{ kg/m}^3 \times 0,00157 \text{ m}^3 \times 1 \\ &= 0,73 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{NaOH} &= 57,143 \text{ kg/m}^3 \times 0,00157 \text{ m}^3 \times 1 \\ &= 0,09 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Na}_2\text{SiO}_3 &= 142,857 \text{ kg/m}^3 \times 0,00157 \text{ m}^3 \times 1 \\ &= 0,224 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dosis SP 2\%} &= 10 \text{ kg/m}^3 \times 0,00157 \text{ m}^3 \times 1 \\ &= 0,0157 \text{ kg} \\ &= 15,7 \text{ ml} \end{aligned}$$

$$\text{Dosis SP 2,5\%} = 12,5\text{kg/m}^3 \times 0,00157 \text{ m}^3 \times 1$$

$$= 0,0196 \text{ kg}$$

$$= 19,6 \text{ ml}$$

$$\text{Dosis SP 3\%} = 15\text{kg/m}^3 \times 0,00157 \text{ m}^3 \times 1$$

$$= 0,02355 \text{ kg}$$

$$= 23,55 \text{ ml}$$

$$\text{Dosis SP 3,5\%} = 17,5\text{kg/m}^3 \times 0,00157 \text{ m}^3 \times 1$$




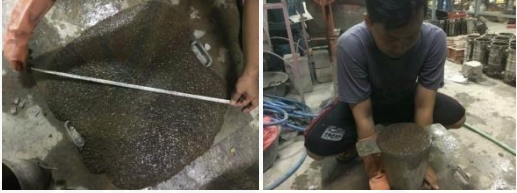

$$= 0,0275 \text{ kg}$$

$$= 27,5 \text{ ml}$$

10. Jumlah Total Kebutuhan Bahan per 12 Benda Uji

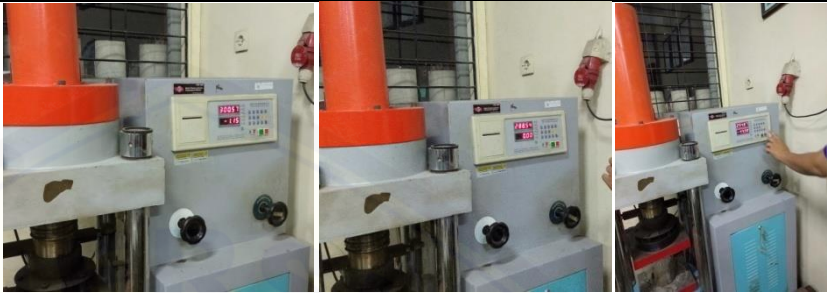
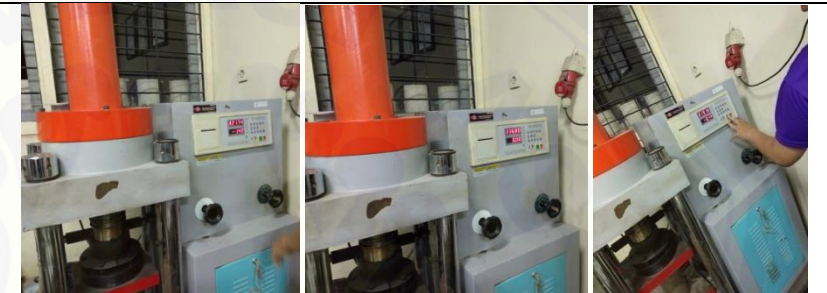


No	Nama Benda Uji	Jumlah	Fly Ash	Senyawa Kimia		Agregat Halus	Agregat Kasar		Superplasticizer (ml)
				NaOH (kg)	Na ₂ SiO ₃ (kg)		1-5mm	5-10mm	
1	Geop. Sp 2%	12	9,42	1,08	2,69	17,19	8,75	8,75	188
2	Geop. Sp 2,5%	12	9,42	1,08	2,69	17,19	8,75	8,75	236
3	Geop. Sp 3%	12	9,42	1,08	2,69	17,19	8,75	8,75	283
4	Geop. Sp 3,5%	12	9,42	1,08	2,69	17,19	8,75	8,75	330

Lampiran 2. Dokumentasi Penelitian

No	Kegiatan	Gambar	Tempat
1	Persiapan Bahan		Lab. Struktur T.sipil Universitas Jember
2	Pengujian Bahan		Lab. Struktur T.sipil Universitas Jember
3	Proses Pembuatan Benda Uji / Pengecoran		Lab. Struktur T.sipil Universitas Jember
4	Uji Slump Flow		Lab. Struktur T.sipil Universitas Jember
5	Uji V Funnel		Lab. Struktur T.sipil Universitas Jember
6	Uji L Box		Lab. Struktur T.sipil Universitas Jember

7	Proses Bekisting Beton		Lab. Struktur T.sipil Universitas Jember
8	Proses Pelepasan Benda Uji dari Bekisting		Lab. Struktur T.sipil Universitas Jember
9	Proses Curing		Lab. Struktur T.sipil Universitas Jember
10	Penimbangan Benda Uji		Lab. Struktur T.sipil Universitas Jember
11	Uji Kuat Tekan		Lab. Struktur T.sipil Universitas Jember

- Uji Kuat Tekan 3 Hari

No	Nama Benda Uji	Dokumentasi
1	Geopolimer Sp 2%	
2	Geopolimer Sp 2,5%	
3	Geopolimer Sp 3%	
4	Geopolimer Sp 3,5%	

- Uji Kuat Tekan 28 Hari

No	Nama Benda Uji	Dokumentasi
1	Geopolimer Sp 2%	
2	Geopolimer Sp 2,5%	
3	Geopolimer Sp 3%	
4	Geopolimer Sp 3,5%	