



**KUAT TEKAN GEOPOLIMER BERBASIS SCC (*SELF COMPACTING CONCRETE*)
MENGUNAKAN VARIASI *SUPER PLASTICIZER* DENGAN
PERAWATAN LUAR RUANGAN**

PROYEK AKHIR

Oleh :

BAYU BAGASTARA

NIM 161903103012

PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2020



**KUAT TEKAN GEOPOLIMER BERBASIS SCC (*SELF COMPACTING CONCRETE*)
MENGUNAKAN VARIASI *SUPER PLASTICIZER* DENGAN
PERAWATAN LUAR RUANGAN**

***THE COMPRESSIVE STRENGTH OF GEOPOLYMER (SELF COMPACTING
CONCRETE) USING OF VARIETY OF SUPERPLASTICIZER BY OUTDOOR
TEMPERATURE TREATMENTS***

PROYEK AKHIR

Diajukan guna melengkapi proyek akhir dan memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Ahli
Madya Teknik

PADA

Program Studi Diploma III Teknik Sipil

Fakultas Teknik

Universitas Jember

Oleh :

BAYU BAGASTARA

NIM 161903103012

RINGKASAN

KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER BERBASIS SCC (SELF COMPACTING CONCRETE) MENGGUNAKAN VARIAS SUPER PLASTICIZER DENGAN PERAWATAN LUAR RUANGAN; Bayu Bagastara, 161903103012; 2020; 64 halaman; Diploma III Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Beton merupakan salah satu material yang paling banyak digunakan pada konstruksi. Semen portland (PC) sebagai konstituen penting dari beton bukanlah material yang ramah lingkungan. Produksi semen tidak hanya menghabiskan sejumlah besar sumber daya alam, tetapi juga membebaskan sejumlah besar karbon dioksida (CO_2) dan gas rumah kaca ke atmosfer sebagai akibat dari *decarbonation* dari batu kapur dan pembakaran bahan bakar fosil.

Dalam penelitian ini, menggunakan 100% fly ash dengan dosis superplasticizer 0%, 1%, 1,5% dan 2%. Dari proporsi tersebut diuji kuat tekan dengan benda uji silinder.

Hasil rata – rata pengujian kuat tekan beton umur 3 hari beton geopolimer normal, geopolimer 1%, geopolimer 1,5% dan geopolimer 2% berturut-turut 15,36Mpa, 16,31 Mpa, 17,07 Mpa, dan 17,32 Mpa, sedangkan hasil rata-rata kuat tekan umur 28 hari beton geopolimer normal , geopolimer 1%, geopolimer 1,5% dan geopolimer 2% berturut-turut 33,12 Mpa, 38,22 Mpa, 40,12 Mpa dan 40,75 MPa

*Kata Kunci : Semen geopolimer, fly ash, NaOH, Na_2SiO_3 , uji kuat tekan dan superplasticizer

SUMMARY

THE COMPRESSIVE STRENGTH OF GEOPOLIMER (SELF COMPACTING CONCRETE) USING OF VARIETY OF SUPERPLASTICIZER BY OUTDOOR TEMPERATURE TREATMENTS ; Bayu Bagastara, 161903103012; 2020; 64 pages; Diploma III Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Jember.

Concrete is one of the most widely used materials in construction. Portland cement (PC) an important constituent of concrete is not an environmentally friendly material. Cement production not only consumes large amounts of natural resources but also releases large amounts of carbon dioxide (CO^2) and greenhouse gases into the atmosphere as a result of *decarbonization* from limestone and burning of fossil fuels.

In this study, using 100% fly ash with superplasticizer doses of 0%, 1%, 1.5%, and 2%. Of these proportions, compressive strength was tested with cylindrical specimens.

The results of the average compressive strength test for 3-day old concrete are normal geopolymer, geopolymer 1%, geopolymer 1.5% and geopolymer 2% respectively 15.36 MPa, 16.31 MPa, 17.07 MPa, and 17.32 MPa, while the average yield strength is 28 days of normal geopolymer concrete, 1% geopolymer, 1.5% geopolymer and 2% geopolymer respectively 33.12 MPa, 38.22 MPa, 40.12 MPa, and 40.75 MPa

* Keywords: Geopolymer cement, fly ash, NaOH, Na_2SiO_3 , compressive strength test, and superplasticizer

PERSEMBAHAN

Segala puji bagi Allah SWT yang telah menciptakan alam semesta beserta isinya. Tak lupa juga sholawat serta salam semoga tetap tercurah limpahkan kepada Nabi terakhir umat manusia, Nabi Muhammad SAW. Disini penulis mempersembahkan skripsinya kepada :

1. Ibuku tercinta, Andiwati yang telah mendidik, mendukung penulis baik dari segi moral serta doa yang tak pernah putus.
2. Ayahku tercinta, Agustiono, S.E yang telah memberikan motivasi ,dukungan, semangat dan doa yang tak pernah putus kepada penulis.
3. Nenekku tercinta, yang telah memberikan dukungan kepada penulis.
- 4 Adek kandungku tercinta, Ferdiansyah Purya P dan Dafa Naufal Akbar yang telah memberi dukungan baik secara langsung maupun tidak.
5. Alifiyah Risqy Ummu Bashiroh yang telah memberikan motivasi, semangat, dan doa yang tak pernah putus kepada penulis
6. Para guru-guru dari SD hingga Kuliah yang tidak dapat disebut oleh penulis.
7. Septian Gusti Sucahyo yang telah membantu penulis menyelesaikan pengujian ini.
8. Teman-teman Teknik Sipil Universitas Jember angkatan 2016.

PERNYATAAN

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Bayu bagastara

Nim : 161903103012

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya tulis ilmiah yang berjudul "**KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER BERBASIS SCC (SELF COMPACTING CONCRETE) MENGGUNAKAN VARIAS SUPER PLASTICIZER DENGAN PERAWATAN LUAR RUANGAN**" adalah benar-benar karya sendiri, kecuali sumber kutipan yang telah diberikan penulis dan belum pernah diajukan pada skripsi manapun, dan bukan karya jiplakan. Penulis bertanggung jawab akan keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi. Demikian pernyataan ini penulis berikan dengan sebenarnya tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun seraf bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Januari 2020
Yang menyatakan,

Bayu Bagastara
NIM. 161903103013

PROYEK AKHIR

**KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER BERBASIS SCC (SELF COMPACTING
CONCRETE) MENGGUNAKAN VARIAS SUPER PLASTICIZER DENGAN
PERAWATAN LUAR RUANGAN**

Oleh:

Bayu Bagastara

NIM. 161903103012

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Dwi Nurtanto, S.T., M.T

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Hernu Suyoso, M.T

PENGESAHAN

Proyek akhir yang berjudul "KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER BERBASIS SCC (SELF COMPACTING CONCRETE) MENGGUNAKAN VARIAS SUPERPLASTICIZER DENGAN PERAWATAN LUAR RUANGAN ", atas nama Bayu Bagastara (161903103012)

Telah diuji dan disahkan pada :

Hari/Tanggal : 22 Januari 2020

Tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Dosen Pembimbing

Pembimbing Utama



Dwi Nurtanto, ST, MT

NIP.19731015 199802 1 001

Pembimbing Anggota

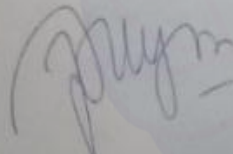


Ir Hernu Suyoso, MT

NIP.19551112 198702 1 001

Dosen Penguji

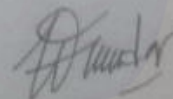
Penguji Utama



Wiwik Yunarni W., ST., MT

NIP.19700613 199802 2 001

Penguji Anggota



Winda Tri Wahyuningtyas, ST., MT

NIP.760016772

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Triwahju Hardianto S.T., M.T.

NIP.19700826 199702 1 001

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas karunia, rahmat dan hidayah-Nya sehingga yang berjudul "**KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER BERBASIS SCC (SELF COMPACTING CONCRETE) MENGGUNAKAN VARIAS SUPER PLASTICIZER DENGAN PERAWATAN LUAR RUANGAN**" ini dapat terselesaikan dengan baik. Proyek akhir ini disusun sebagai syarat mendapatkan gelar Diploma Teknik . Pada kesempatan ini penyusun ingin mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah mendukung dan membimbing dalam penyusunan tugas ini, khususnya yaitu :

1. Keluarga penulis yang senantiasa memberi dukungan dan motivasi kepada Penulis untuk tetap semangat dalam penyelesaian proyek akhir ini .
2. Bapak Dwi Nurtanto, S.T., M.T. dan Bapak Ir.Henu Suyoso,M.,T yang telah membimbing, mengarahkan, memberi masukan dan berbagi ilmu tanpa kenal lelah.
3. Ibu Wiwik Yunarni W , S.T., M.T. dan ibu Winda Tri Wahyuningtyas, S.T., M.T. yang telah menguji dan memberi masukan untuk penelitian ini.
4. Kepada seluruh dosen teknik khususnya teknik sipil yang telah mendidik penulis hingga menyelesaikan penelitian ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu namanya.
5. Teman-teman yang telah mendukung dan membantu serta bekerja sama dalam penyusunan penelitian ini.

Penyusun menyadari bahwa Proyek akhir ini masih terdapat kekurangan - kekurangan di dalamnya. Oleh karena itu kritik dan saran yang mendukung kami harapkan untuk memperbaiki kekurangan-kekurangan yang ada sehingga Proyek akhir ini bisa menjadi lebih baik lagi. Semoga Proyek akhir ini dapat bermanfaat khususnya bagi mahasiswa Teknik sipil sekaligus bagi para pembaca.

Jember , Januari, 2020

Penulis

MOTTO

"Mencari ilmu itu adalah wajib bagi setiap muslim laki-laki maupun muslim perempuan".

(HR. Ibnu Abdil Barr)

"Barang siapa yang keluar untuk mencari ilmu maka ia berada di jalan Allah hingga ia pulang".

(HR. Turmudzi)

"Hai orang-orang yang beriman, janganlah sekumpulan orang laki-laki merendahkan kumpulan yang lain, boleh jadi yang ditertawakan itu lebih baik dari mereka. Dan jangan pula sekumpulan perempuan merendahkan kumpulan lainnya, boleh jadi yang direndahkan itu lebih baik." (QS. Al Hujurat: 11)



DAFTAR ISI

RINGKASAN	1
PERSEMBAHAN	3
PERNYATAAN	4
KATA PENGANTAR.....	7
MOTTO	8
DAFTAR ISI.....	9
DAFTAR GAMBAR.....	11
DAFTAR TABEL	12
BAB 1. PENDAHULUAN	13
1.1. Latar belakang.....	13
1.2. Rumusan Masalah.....	14
1.3. Tujuan Penulisan.....	14
1.4. Manfaat Penelitian.....	14
1.5. Lingkup Bahasan	14
BAB 2. LANDASAN TEORI	16
2.1 Semen Geopolimer	16
2.1.1 Definisi Geopolimer	16
2.1.3 Kelebihan dan Kekurangan Beton Geopolimer.....	17
2.2.2 <i>Alkali Aktivator</i> dan <i>Katalisator</i> (Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida).....	21
2.2.3 Bahan Tambah (<i>admixture</i>)	22
2.2.4 Agregat Halus.....	24
2.2.5 Agregat Kasar	24
2.3 Pengujian Workability Self Compacting Concrete (SCC).....	25
2.3.1 Slump Flow.....	25
2.3.2 Pengujian <i>L-Shaped Box</i>	25
2.3.4 Pengujian <i>V-Funnel</i>	26
2.4 Perawatan Beton SCC Geopolimer (curing).....	26
2.5 Pengujian Kuat Tekan (Compressive Strength).....	27
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	28
3.2 Variabel Penelitian	30

3.2.1 Variabel Bebas.....	30
3.2.2 Variabel Terikat.....	30
3.2.3 Variabel Terkendali	30
3.3 Persiapan Bahan Penelitian	30
3.3.1 Abu Terbang (Fly Ash)	30
3.6 Pembuatan Beton Geopolimer SCC	34
3.6.1 Alat	34
3.6.2 Bahan	35
3.6.3 Prosedur Pembuatan Benda Uji	35
3.7 Perawatan Benda Uji Beton SCC Geopolimer (curing).....	37
3.8 Uji Kuat Tekan (Streght Compressive)	37
3.9 Tahapan Pelaksanaan	38
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN PENGUJIAN	41
4.1 Perawatan Suhu Luar Ruangan.....	41
4.2 Pengujian Bahan	41
4.3 Komposisi kebutuhan bahan.....	42
4.4 Pengujian Workability Self Compacting Concrete (SCC)	44
4.4.1 Pengujian Slump Flow	44
4.4.2 Pengujian L-Shaped Box.....	45
4.4.3 Pengujian <i>V-Funnel</i>	46
4.5 Hasil Uji Kuat Tekan	46
5.1 Kesimpulan.....	50
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
Lampiran.....	52
Dokumentasi Praktikum.....	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Fly Ash</i> PLTU Paiton	18
Gambar 2.2 Padatan NaOH	19
Gambar 2.3 Larutan Na_2SiO_3	20
Gambar 2.4 <i>Superplasticizer</i>	21
Gambar 2.5 Pasir Lumajang	21
Gambar 2.6 Batu Pecah	22
Gambar 2.7 slump cone	23
Gambar 2.8 Alat uji <i>L-Shaped Box</i>	23
Gambar 2.9 Alat uji <i>V-Funnel</i>	24
Gambar 3.1 Diagram Alir	28
Gambar 3.2 Abu terbang lolos ayakan 200.....	29
Gambar 3.3 Posisi beton saat pengujian	37
Gambar 4.1 Grafik kuat Tekan umur 3 hari.....	45
Gambar 4.2 Grafik kuat Tekan umur 8 hari.....	45
Gambar 4.3 Grafik perbandingan hasil kuat tekan umur 3 dan 28 hari	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penggunaan geopolimer berdasarkan perbandingan Si/Al	14
Tabel 2.2 Persyaratan mutu abu terbang	16
Tabel 2.3 Komposisi kandungan <i>Fly-Ash</i>	17
Table 2.4 Klasifikasi Uji <i>Slump Flow</i>	23
Tabel 2.5 Klasifikasi <i>L-Shaped Box</i>	24
Tabel 2.6 Klasifikasi <i>V-Funnel</i>	32
Tabel 3.2 Komposisi beton SCC geopolimer.....	41
Table 4.1 kebutuhan bahan untuk 6 benda uji dosis 0%	41
Table 4.2 kebutuhan bahan untuk 6 benda uji dosis 1%	41
Tabel 4.3 kebutuhan bahan untuk 6 benda uji dosis 1,5%	41
Tabel 4.4 kebutuhan bahan untuk 6 benda uji dosis 2%	41
Table 4.5 kebutuhan total bahan untuk benda uji	42
Table 4.6 Klasifikasi Uji <i>Slump Flow</i>	42
Tabel 4.7 Hasil Pengujian <i>Slump Flow</i>	42
Tabel 4.8 Klasifikasi <i>L-Shaped Box</i>	43
Tabel 4.9 Hasil Pengujian <i>L-Shaped Box</i>	43
Tabel 4.10 Klasifikasi <i>V-Funnel</i>	43
Tabel 4.11 Hasil Pengujian <i>L-Shaped Box</i>	43
Tabel 4.12 Hasil Uji Kuat Tekan Umur 3 (MPa)	44
Tabel 4.13 Hasil Uji Kuat Tekan Umur 28 (MPa)	45

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1.latar belakang

Beton merupakan salah satu material yang paling banyak digunakan pada konstruksi. Semen portland (PC) sebagai konstituen penting dari beton bukanlah material yang ramah lingkungan. Produksi semen tidak hanya menghabiskan sejumlah besar sumber daya alam, tetapi juga membebaskan sejumlah besar karbon dioksida (CO^2) dan gas rumah kaca ke atmosfer sebagai akibat dari *decarbonation* dari batu kapur dan pembakaran bahan bakar fosil.

Untuk mengatasi dampak buruk yang dapat ditimbulkan, maka diperlukan material lainnya sebagai pengganti dari semen portland yang digunakan pada pembuatan beton konvensional dari isu lingkungan yang disebabkan oleh produksi semen sampai pada perkembangan kebutuhan teknologi pengecoran beton yang bisa menjawab masalah-masalah di atas, beberapa tahun terakhir mulai dilakukan penelitian dan pengembangan beton geopolimer memadat sendiri dengan material dasar abu terbang atau dikenal dengan *Fly ash based – Self Compacting Geopolymer Concrete*.

Davidovits(1991) dan Temujiin(2010) mengemukakan bahwa beton geopolimer merupakan salah satu perkembangan revolusioner yang berkaitan dengan material baru yang murah dan ramah lingkungan sebagai alternatif pengganti semen portland. Beton Geopolimer merupakan bahan pengikat yang inovatif dan diproduksi secara menyeluruh menggantikan semen portland. Hal ini menunjukkan bahwa semen geopolymeric menghasilkan CO^2 5-6 kali lebih sedikit dari semen portland (Davidovits,2005.)

Material *fly-ash* dalam pembuatan semen geopolimer dapat bereaksi dengan bantuan zat alkalin (katalisator dan aktifator) yang berfungsi sebagai pengaktifan proses polimerisasi dan pelepas molekul kecil seperti H_2O untuk membentuk ikatan-ikatan rantai monomer yang lebih panjang. Untuk mendapatkan reaksi polimerisasi dibutuhkan suatu reaktan dari golongan alkalin berupa Sodium Hidroksida (NaOH) dan Sodium Silikat (Na_2SiO_3) yang dapat melepas ion-ion yang tidak diperlukan (B , Triwulan dan Ekaputri, 2013). Pada penelitian terdahulu pengaruh NaOH terhadap *setting time* pada beton yaitu semakin tinggi nilai aktivator NaOH yang diberikan, maka semakin cepat *finish setting time* nya (Triwulan, Ekaputri dan Adiningtyas, 2007).

1.2. Rumusan Masalah

- Bagaimana hasil kuat tekan beton geopolimer terhadap variasi *superplasticizer* dengan perawatan suhu luar ruangan ?

1.3. Tujuan Penulisan

- Mengetahui hasil kuat tekan beton geopolimer terhadap variasi *superplasticizer* dengan perawatan suhu luar ruangan

1.4. Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian ini, diharapkan memiliki manfaat untuk berbagai pihak antara lain sebagai berikut :

- a) Bagi pihak pribadi ialah menerapkan ilmu yang telah didapat di bangku kuliah dan diluar dengan harapan nantinya dapat berguna dan diterapkan di dunia kerja serta sebagai syarat untuk mendapatkan gelar sarjana di universitas jember fakultas teknik program studi D3 Teknik Sipil.
- b) Bagi pihak mahasiswa manfaat dari penelitian ini adalah sebagai acuan kedepannya untuk meneliti tentang penggunaan bahan anorganik pengganti semen juga pengaplikasiannya pada beton berbasis SCC yang nantinya juga dapat dikembangkan lagi khususnya bagi mahasiswa teknik sipil.
- c) Bagi pihak lembaga manfaat yang diharapkan ialah sebagai bahan referensi dan pertimbangan dalam pengambilan data yang terkait dengan beton geopolimer berbasis SCC ini serta diharapkan penelitian ini berlanjut hingga menemukan solusi yang terbaik terhadap masalah pembangunan.

1.5. Lingkup Bahasan

Batasan masalah yang dapat diambil dalam penelitian ini ialah :

- a) *Fly-Ash* yang digunakan ialah fly-ash yang berasal dari PLTU Paiton, Probolinggo.
- b) Agregat kasar yang digunakan yakni batu pecah dengan ukuran maximal 1 cm.
- c) Benda uji yang dibuat yakni silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm.
- d) Uji kekuatan yaitu kuat tekan beton geopolimer SCC pada umur 3, dan 28 hari.
- e) Konsentrasi larutan alkalin yang digunakan yakni 14 M dengan perbandingan massa aktifator dan katalisator 1:2,5

- f) Dosis *superplasticizer* yang digunakan yakni 0% 1 %, 1,5% dan 2 %.
- g) Uji kelecakan dengan metode Slump Flow test, V-funnel test, dan L-Shaped Box test.
- h) Beton geopolimer berbasis SCC (Self Compacting Concrete).



BAB 2. LANDASAN TEORI

2.1 Semen Geopolimer

2.1.1 Definisi Geopolimer

Geopolimer merupakan sintesis bahan-bahan produk sampingan seperti abu terbang (*fly ash*), abu kulit padi (*ricehusk ash*) dan lain-lain yang banyak mengandung silika dan alumina (prekursor) membentuk sebuah senyawa silikatalumina anorganik (Lloyd dan Ranga, 2010). Beton geopolimer merupakan beton yang material utamanya mengandung banyak silika dan alumina tinggi yang direaksikan dengan alkali aktifator. Proses pembentukan betong geopolimer terbentuk melalui proses polimerisasi bahan yang mengandung silikat dan alumina tinggi yang direaksikan dengan menggunakan alkali aktifator (*polysilicate*) menghasilkan ikatan polimer Si-O-Al. Dengan ikatan polimer ini maka akan terbentuk padatan berupa amorf sampai semi kristal.

2.1.2 Beton Geopolimer Berbasis SCC

Beton SCC (*self compacting concrete*) adalah beton segar yang sangat plastis dan mudah mengalir karena berat sendirinya mengisi keseluruhan cetakan yang dikarenakan beton tersebut memiliki sifat-sifat untuk memadatkan sendiri, tanpa bantuan alat penggetar untuk pemadatan (Tjaronge, 2013). Hal ini dimaksudkan untuk mempermudah pekerjaan *workability* ketika di lapangan sehingga waktu yang dibutuhkan dalam pengecoran suatu item pekerjaan bisa dengan cepat terselesaikan. Material penyusun dari beton SCC ini sama saja seperti beton konvensional pada umumnya hanya saja menggunakan tambahan bahan kimia seperti *superplasticizer* yang memiliki kegunaan untuk memberikan sifat mengalir pada beton. Selain menggunakan bahan tambah kimia beton geopolimer SCC juga bisa didapat dengan menambahkan penggunaan air. Pada umumnya peningkatan penggunaan air dapat meningkatkan *workability*, sedangkan penambahan penggunaan air yang optimum yakni berkisar hingga 30 kg/m³. terbukti dengan menambahkan penggunaan air sebesar 5%, 7,5% dan 8,75% dari *fly ash* dapat meningkatkan *workability* hingga 66,7%, 165,6% dan 200% (Aliabdo Ali dkk., 2016). Sedangkan dalam penelitian ini yang dimaksud dengan beton SCC geopolimer yakni beton SCC yang mana tidak menggunakan semen sama sekali melainkan menggunakan bahan alami yang banyak mengandung unsur Silika (Si) dan unsur (Al) yakni *fly-ash* batu bara sebagai bahan pengikat utama pengganti semen yang dikombinasikan dengan senyawa aktivator NaOH dan senyawa katalisator Na₂SiO₃. Perbandingan senyawa silika

(Si) dan aluminan (Al) yang terkandung dalam *fly-ash* batu bara akan mempengaruhi karakteristik geopolimer sebagai berikut :

Tabel 2.1 Penggunaan geopolimer berdasarkan perbandingan Si/Al

Rasio Si/Al	Karakteristik/Aplikasi
p1:1	Kaku, kurang baik untuk adesif : Bata dan Keramik
2:1	Semen Beton : <i>Waste encapsulation</i>
3:1	Kurang kaku, cetakan (<i>Foundry moulds</i>) : Tahan api
>3:1	<i>Sealants and adhesives (resin-like)</i>
> 20:1 < 35:1	Bahan tahan panas / api : Serat Karbon Komposit

(Sumber: Sumajouw dan Dapas, 2013)

2.1.3 Kelebihan dan Kekurangan Beton Geopolimer

a. Kelebihan - Kelebihan Penggunaan Beton Geopolimer (Hutajulu, 2014) :

- 1) Beton geopolimer ramah lingkungan karena dapat mereduksi CO₂.
- 2) Beton geopolimer relatif murah
- 3) Beton geopolimer tahan terhadap serangan asam sulfat.
- 4) Beton geopolimer mempunyai rangkai dan susut yang kecil.
- 5) Beton geopolimer tahan reaksi alkali-silika.
- 6) Beton geopolimer tahan api.

b. Kekurangan – Kekurangan Penggunaan Beton Geopolimer (Hutajulu, 2014):

- 1) Pembuatannya sedikit lebih rumit dari beton konvensional karena jumlah material yang digunakan lebih banyak daripada beton konvensional.
- 2) Belum ada perhitungan *mix design* yang pasti.

2.2 Material Penyusun Beton SCC Geopolimer

2.2.1 Abu Terbang (Fly Ash)

Abu terbang (*fly ash*) merupakan sisa dari hasil pembakaran batu bara pada pembangkit listrik. Abu terbang mempunyai titik lebur sekitar 1300 °C dan mempunyai kerapatan massa (densitas), antara 2.0 – 2.5 g/cm³. Abu terbang adalah salah satu residu yang dihasilkan dalam pembakaran dan terdiri dari partikel-partikel halus. Abu yang tidak naik disebut *bottom ash*.

Dalam dunia industri, abu terbang biasanya mengacu pada abu yang dihasilkan selama pembakaran batu bara. Abu terbang umumnya ditangkap oleh pengendap elektrostatis atau peralatan filtrasi partikel lain sebelum gas buang mencapai cerobong asap batu bara pembangkit listrik, dan bersama-sama dengan *bottom ash* dikeluarkan dari bagian bawah tungku dalam hal ini bersama-sama dikenal sebagai abu batu bara. Tergantung pada sumber dan tampilan batu bara yang dibakar, komponen abu terbang bervariasi, tetapi semua abu terbang termasuk sejumlah besar silikon dioksida (SiO_2) (baik amorf dan kristal) dan kalsium oksida (CaO), kedua bahan endemik yang di banyak terdapat dalam lapisan batuan batu bara.

Di masa lalu, abu terbang pada umumnya dilepaskan ke atmosfer, tetapi sekarang disyaratkan harus ditangkap sebelum dirilis. Di Amerika Serikat, abu terbang umumnya disimpan di pembangkit listrik batu bara atau ditempatkan di tempat pembuangan sampah. Sekitar 43% didaur ulang, sering digunakan untuk melengkapi semen dalam produksi beton.

Abu terbang dapat mengandung kontaminan dari *bottom ash* berkadar tinggi serta pencampuran abu terbang dan *bottom ash* bersama-sama membawa tingkat proporsional kontaminan dalam jangkauan untuk memenuhi syarat sebagai limbah tidak berbahaya dalam keadaan tertentu, sedangkan bila tidak dicampur, abu terbang akan berada dalam jangkauan untuk memenuhi syarat sebagai limbah berbahaya. Dalam penelitian ini sifat *pozzolan* pada *fly-ash* PLTU paiton diaktifkan dengan senyawa alkalin yang berfungsi sebagai aktivator dan katalisator. Persyaratan mutu abu terbang sendiri bisa dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Persyaratan mutu abu terbang

No	Senyawa	Kadar (%)
1	Jumlah Oksida $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ (minimum)	30
2	SO_3 (Maksimum)	5
3	Hilang pijar (Maksimum)	6
4	Kadar air (Maksimum)	3
5	Total alkali dihitung sebagai Na_2O (Maksimum)	1.5

(Sumber : SNI 06-6867-2002)

1) Pembagian Jenis Abu Terbang (*fly-ash*)

Fly-ash dibagi menjadi 3 tipe yakni, antara lain sebagai berikut :

- a) Tipe N adalah pozzolan alami atau pozzolan yang telah terkalsinasi seperti abu vulkanik, *tuff* (batu putih yang mengandung debu vulkanik), tanah liat/lempung dan serpih (batuan sedimen yang berbutir halus dan terbentuk dari padatan lumpur dan lempung, dapat dihasilkan dari proses pembakaran dan bersifat pozzolan yang baik berdasarkan ASTM C-618 05, 2005, sedangkan menurut Nugraha dan Antoni pada tahun 2007 menyatakan, bahwa tipe N termasuk pada *pozzolan* alam atau hasil pembakaran yang dapat digolongkan antara lain tanah diatomic, opaline chert dan shales, *tuff* dan abu vulkanik, yang mana biasa diproses melalui pembakaran atau tidak melalui proses pembakaran. Selain itu juga mempunyai sifat *pozzolan* yang baik.
- b) Tipe F adalah *pozzolan* yang terbentuk dari hasil pembakaran batu bara jenis *anthracite* atau *bituminous coal*. *Fly-ash* jenis ini memiliki sifat seperti semen alami atau pozzolan alami yang baik berdasarkan ASTM C-618 05, 2005.
- c) Tipe C adalah *pozzolan* yang terbentuk dari hasil pembakaran batu bara muda (*bituminous coal*) yang kandungan CaO > 10% dari massanya. *fly-ash* jenis ini bersifat seperti semen atau pozzolan yang baik berdasarkan ASTM C-618 05, 2005.

Tabel 2.3 Komposisi kandungan *Fly-Ash*

Komposisi Kadar	Kadar	N	F	C
Kimia (Chemical)				
SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	Min %	70	70	50
SO ₃	Max %	4.0	5.0	5.0
Konten kelembaban	Max %	3.0	3.0	3.0
Kehilangan ion	Max %	10	6.0	6.0
Bentuk (Physical)				
Tersedia Alkalin	Max %	1,5	1,5	1,5
Kehalusan	Max %	34	34	34
Aktifitas kekuatan	Min %	75	75	75
Persyaratan air	Min %	115	105	105
Kepadatan	Rata-rata %	5	5	5
Tertahan pada 45- μ m (No. 325)	Max %	5	5	5

(Sumber:ASTM C-618 05,2005)

2) Sifat Fisik Abu Terbang (*fly-ash*)

a. Bentuk dan Warna (Suarnita, 2011).

Memiliki bentuk yang halus dan berwarna abu-abu, bervariasi dari abu-abu muda sampai abu-abu tua. Dari warna tersebut dapat mengetahui Sifat *pozzolan* yang baik, yakni semakin muda warnanya maka semakin baik *pozzolan*, sedangkan Warna hitam yang dimiliki *fly-ash* disebabkan karena adanya karbon yang dapat mempengaruhi mutu *fly-ash*.

b. Sifat *pozzolan* (Suarnita, 2011).

Sifat *pozzolan* adalah sifat senyawa yang ukurannya sudah kecil, dalam keadaan halus serta dan bereaksi dengan kapur padam aktif dan air pada suhu kamar (24°C - 27°C) membentuk senyawa yang padat dan homogen dengan air.

c. Kepadatan (*density*) (Suarnita, 2011).

Sifat Kepadatan abu terbang berbeda-beda, bergantung pada besar butir dan hilang pijarnya. Biasanya berkisar antara 2.43 gr/cc hingga 3 gr/cc. Luas permukaan spesifik rata-rata $225 \text{ m}^2/\text{kg}$ sampai $300 \text{ m}^2/\text{kg}$. Ukuran butiran yang kecil kadang-kadang terselip dalam butiran yang besar yang mempunyai fraksi lebih besar dari 300 μm .

d. Hilang Pijar (Suarnita, 2011).

Penentuan sifat *pozzolan* juga dapat dilihat dari hilang pijarnya yakni Apabila hilang pijar tersebut berkisar 10% - 20% dari berat *fly-ash* dan kadar oksida kurang maka dapat disimpulkan bahwa *pozzolan* tersebut kurang baik.



Gambar 2.1 *Fly Ash* PLTU Paiton

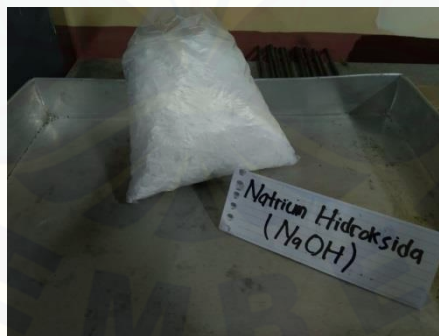
2.2.2 Alkali Aktivator dan Katalisator (Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida)

Aktifator merupakan senyawa atau unsur yang menyebabkan zat yang dicampuri menjadi reaksi yang aktif. Dalam pembuatan beton geopolimer, aktifator yang digunakan adalah unsur alkali yang terhidrasi. Larutan *alkali activator* yang dapat menghasilkan kuat tekan yang optimum adalah larutan *alkali activator* campuran antara sodium hidroksida dan sodium silikat (Palomo, dkk 1999). Penggunaan hidroksida alkali sebagai aktifator reaksi geopolimer dikarenakan unsur silika dalam geopolimer merupakan asam kuat sehingga zat tersebut harus direaksikan dengan basa kuat yang berupa Sodium Hidroksida (NaOH) (Triwulan, Ekaputri dan Adiningtyas, 2007).

Sodium silikat mempunyai fungsi untuk mempercepat reaksi polimerisasi. Sedangkan sodium hidroksida berfungsi untuk mereaksikan unsur-unsur Al dan Si yang terkandung dalam *fly ash* sehingga dapat menghasilkan ikatan polimer yang kuat.

1. Sodium Hidroksida (NaOH)

Ikatan polimer yang kuat dihasilkan dengan menambahkan senyawa Sodium hidroksida dengan abu terbang (*Fly-ash*) untuk mereaksikan senyawa silika dan alumina. NaOH (sodium hidroksida) merupakan oksidasi alkali yang bersifat reaktif dan merupakan golongan basa yang kuat.

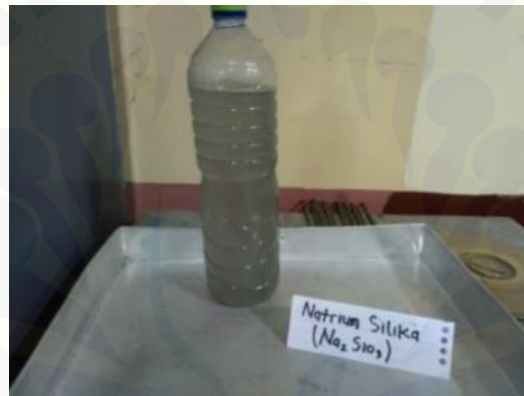


Gambar 2.2 Padatan NaOH

NaOH dihasilkan melalui elektrolisis larutan Natrium Clorida (NaCl). Na masuk dalam kelas logam alkali pada golongan 1 ditabel periodik kecuali hidrogen dan semua unsur ini sangat reaktif sehingga secara alami tidak ditemukan dalam bentuk senyawa tunggal (Ilmiah, 2017).

2. Natrium Silikat (Na_2SiO_3)

Perkembangan senyawa unsur Natrium silikat dapat terbilang cepat, karena proses pembuatannya yang tidak terlalu rumit dan senyawa yang terkenal paling aman dalam industri kimia. Natrium silikat terbagi dalam 2 bentuk, yaitu padatan dan larutan, untuk campuran beton geopolimer lumrahnya digunakan dalam bentuk larutan Natrium silikat atau yang lebih dikenal dengan water glass, pada mulanya digunakan sebagai campuran bahan dalam pembuatan sabun. Tetapi dalam perkembangannya silikat dapat digunakan untuk berbagai macam keperluan, antara lain untuk bahan campuran semen, pengikat keramik, coating, campuran cat serta dalam beberapa keperluan industri seperti kertas, tekstil dan serat (Hutajulu, 2010).



Gambar 2.3 Larutan Na_2SiO_3

Natrium silikat yang dipakai adalah berbentuk larutan kental yang sudah siap dipakai, dan dijual di pasaran. Sebelum pemakaian tidak ada perlakuan khusus. Natrium silika dalam proses polimerisasi memiliki fungsi yang penting yakni untuk mempercepat reaksi polimerisasi. Reaksi terjadi secara lebih cepat pada larutan alkali yang banyak mengandung larutan silikat seperti natrium silikat ataupun potasium silikat dibandingkan larutan alkali yang banyak mengandung larutan hidroksida.

2.2.3 Bahan Tambah (*admixture*)

Bahan tambah yang digunakan yakni *Superplasticizer* adalah bahan tambah kimia (*chemical admixture*) yang merupakan generasi terbaru dari *Superplasticizer* untuk beton

dan mortar. Untuk warna cairan kimia ini yaitu berwarna kuning kecoklatan. Secara khusus dikembangkan untuk produksi beton dengan kemudahan mengalir yang tahan

lama. Untuk kegunaan *Superplasticizer* yaitu memberikan pengurangan air dalam jumlah besar, kemudian mengalir yang sangat baik dalam waktu yang bersamaan dengan kohesi yang optimal dan sifat beton yang memadat dengan sendirinya. Bahan kimia ini digunakan untuk tipe-tipe beton sebagai berikut :

1. Beton dengan kemampuan mengalir yang tinggi
2. Beton yang memadat dengan sendirinya (*Self Compacting Concrete / SCC*)
3. Beton dengan kebutuhan pengurangan air yang sangat tinggi (hingga 30%)
4. Beton berkekuatan tinggi
5. Beton kedap air
6. Beton pracetak



Gambar 2.4 *Superplasticizer* (Sumber: Sika, 2016)

Karakteristik dan kelebihanya yaitu:

1. Bekerja melalui penyerapan permukaan partikel-partikel semen yang menghasilkan efek-efek separasi sterikal.
2. Kemampuan mengalir yang sangat baik
3. Kemampuan self compact-nya kuat
4. Pengurangan airnya sangat ekstrim
5. Mengurangi penyusutan dan keretakan
6. Meningkatkan ketahanan terhadap karbonasi pada beton
7. Meningkatkan hasil akhir
8. Tidak mengandung klorin yang dapat menyebabkan kerat pada baja.

2.2.4 Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan yakni pasir pumajang yang mana pasir tersebut berasal dari aliran sungai kawah gunung semeru Lumajang, Jawa Timur. Pasir ini dikenal dengan kualitasnya yang bagus dengan fisik butiran berwarna hitam pekat dan halus.



Gambar 2.5 Pasir Lumajang

2.2.5 Agregat Kasar

Agregat kasar disini yang digunakan ialah jenis batu pecah dengan ukuran maksimal 10 mm. Digunakan ukuran tersebut dikarenakan guna untuk memudahkan mengalirnya adonan mengingat dari kondisi SCC sendiri yang memerlukan tingkat *workability* yang tinggi.



Gambar 2.6 Batu Pecah

2.3 Pengujian Workability Self Compacting Concrete (SCC)

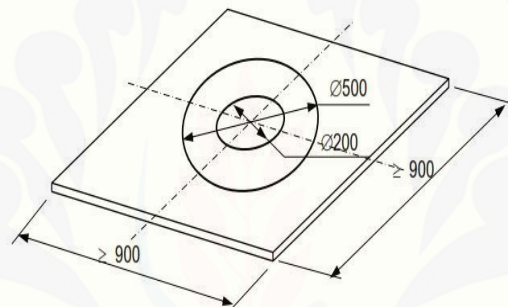
2.3.1 Slump Flow

Pengujian *Slump Flow* ini digunakan untuk mengetahui *fillingability* campuran beton, berbeda dengan beton konvensional pengujian ini dilakukan secara terbalik. Syarat *fillingability* yang harus dipenuhi sesuai klasifikasi pada table 2.4 (EFNARC, 2005).

Table 2.4 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 2.7 *Slump Cone* (Sumber: EFNARC, 2005)

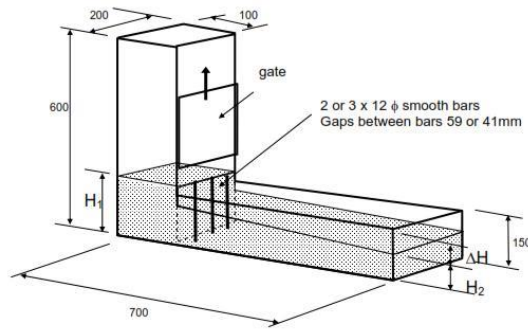
2.3.2 Pengujian *L-Shaped Box*

Pengujian dengan menggunakan alat ini bertujuan untuk mengetahui tingkat *passingability* dari campuran beton. Alat uji *L-Shaped Box* dapat dilihat pada gambar 2.8 Pengujian dengan menggunakan metode *L-Shaped Box* ini ditunjukkan terdapat suatu batasan-batasan dimana kategori SCC dikatakan masuk dalam syarat *passingability* yang baik. Batasan alat uji *L-Shaped Box*, campuran beton yang dikategorikan SCC harus mampu memenuhi syarat $H2/H1 \geq 0,8$ (Risdianto, 2010).

Tabel 2.5 Klasifikasi *L-Shaped Box*

Class	Passing ability
PA1	$\geq 0,80$ with 2 rebars
PA2	$\geq 0,80$ with 3 rebars

(Sumber: EFNARC, 2005)



Gambar 2.8 Alat uji *L-Shaped Box* (Sumber: EFNARC, 2005)

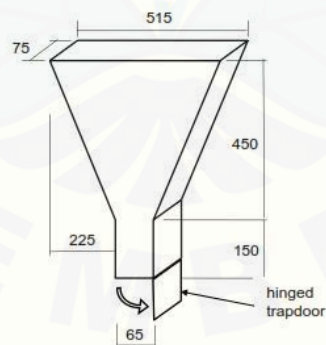
2.3.4 Pengujian *V-Funnel*

Alat *V-Funnel* ini digunakan untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat dan representative untuk pengujian *flowability* campuran beton. Alat ini dapat dilihat pada gambar 2.9. Syarat *flowability* yang harus dipenuhi yaitu sesuai dengan klasifikasi yang tertera pada tabel 2.6

Tabel 2.6 Klasifikasi *V-Funnel*

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

(Sumber: EFNARC, 2005)



Gambar 2.9 Alat uji *V-Funnel* (Sumber: EFNARC, 2005)

2.4 Perawatan Beton SCC Geopolimer (curing)

Curing adalah proses perawatan beton setelah beton dilepas dari cetakan. Berbeda dengan beton konvensional pada umumnya, pada beton geopolimer ini setelah beton

dilepas dari cetakan, beton tidak mengalami proses hidrasi melainkan polimerisasi. Pada proses polimerisasi tersebut beton geopolimer tidak memerlukan perendaman seperti beton biasanya. Ada berbagai cara perawatan untuk beton geopolimer salah satunya yakni menempatkan pada suhu luar ruangan sekitar.

Pada waktu 1x24 jam beton mulai dilakukan pengukuran suhu menggunakan alat thermometer hal ini bertujuan agar dapat mengetahui suhu sekitar sehingga setelah beberapa hari dapat diambil kesimpulan rata-rata suhu tersebut.

Dalam penelitian ini curing dilakukan dengan meletakkannya luar ruangan dengan umur rencana pengujian 3 dan 28 hari dengan suhu luar lapangan sesuai suhu diluar ruang di sekitar Kampus Patrang Jember.

2.5 Pengujian Kuat Tekan (Compressive Strength)

Kuat tekan adalah nilai batas kekuatan benda ketika di bebani dengan nilai yang bervariasi, sesuai dengan kelas pembagiannya. Kuat tekan secara perumusan ialah besarnya beban per satuan luas yang menyebabkan benda uji retak hingga hancur oleh mesin benda uji tekan. Proses awal pengujian dapat dimulai dari pengambilan benda uji yang telah di rawat (*curing*) dengan waktu tertentu lalu menempatkan bagian permukaan yang paling rata untuk ditempatkan pada alas bagian atas dengan tujuan mendapatkan kuat tekan yang dimiliki oleh benda uji akurat. Lalu hidupkan benda uji, tunggu beberapa detik hingga benda uji retak dan mesin pressing menampilkan angka minus pada rasio tekanan. Penghitungan kuat tekan ini dapat diketahui dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Rumus : Kuat Tekan Beton} = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan: P adalah gaya tekan aksial, dinyatakan dalam Newton (N);
A adalah luas penampang melintang benda uji, dinyatakan dalam mm².

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

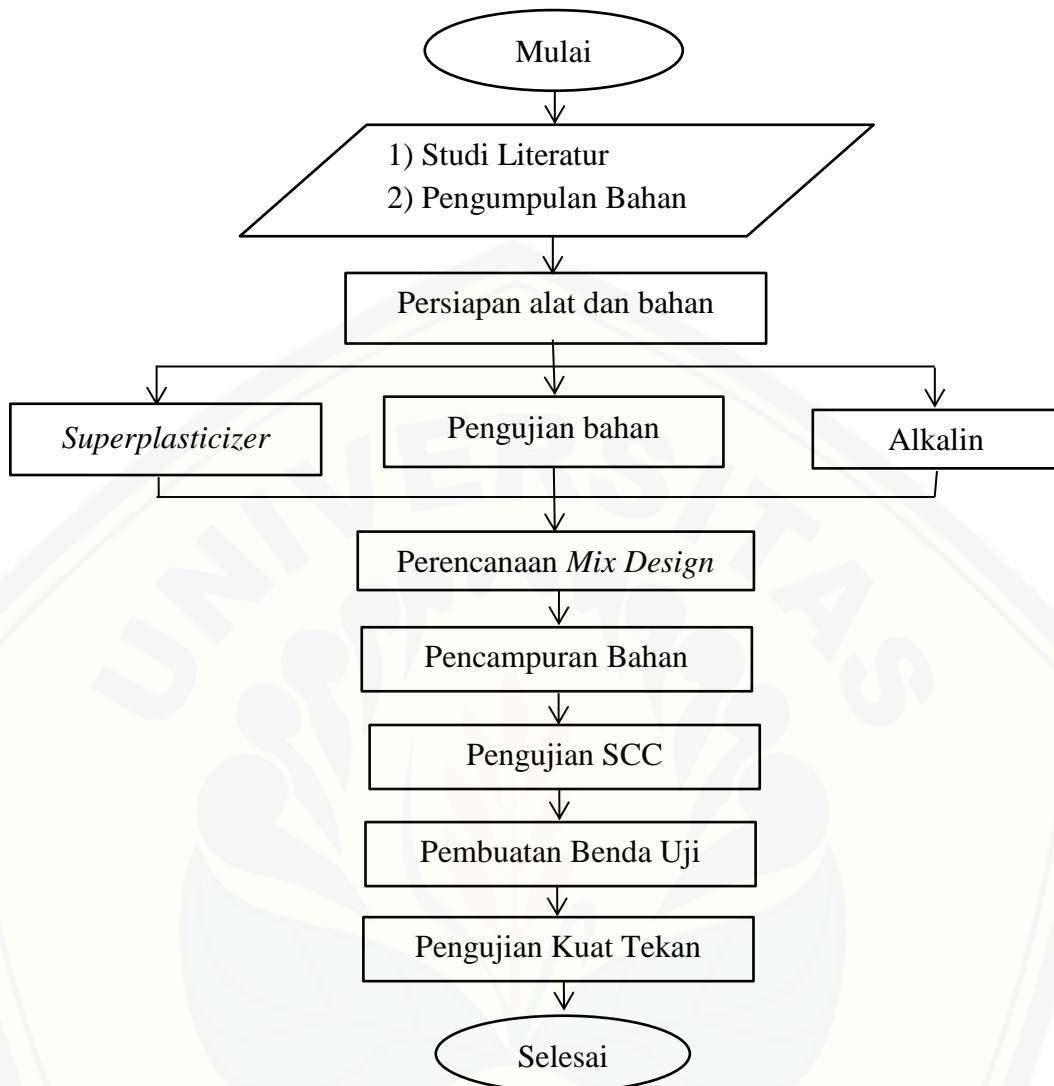
Metodologi yang di terapkan pada penelitian ini adalah metode eksperimen, yakni menggunakan silinder Ø 10 cm x 20 cm untuk pengujian kuat tekan. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui penggunaa abu terbang (*fly ash*) sebagai semen geopolimer beton SCC (*self compacting concrete*) dengan pengaruh penambahan air juga dengan penamambahan *viscocrete* agar dihasilkan beton yang sesuai dalam kategori *Self Compacting Concrete* (SCC) pada umumnya.

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Pembuatan dan pengujian benda uji dilakukan di Laboratorium Teknik yang bertempat di kampus Patrang Jember. Tahap pengerjaan proposal penelitian ini dimulai pada bulan Februari hingga juli 2019 serta Pelaksanaan persiapan bahan, pembuatan benda uji hingga pengujian sampai bulan juni.

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

DIAGRAM ALIR



Gambar 3.1 Bagan Alir

3.2 Variabel Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang ingin dicapai maka variabel yang akan dipelajari dalam penelitian ini dikelompokkan menjadi variabel bebas, variabel terikat, dan variabel terkendali.

3.2.1 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang harganya divariasikan dan diselidiki pengaruh terhadap variabel terikat dan faktor-faktor yang mempengaruhi hasil analisis. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah persentase penambahan air pada beton SCC geopolimer tanpa dan dengan penambahan *Superplasticizer* 0%, 1%, 1,5% dan 2%.

3.2.2 Variabel Terikat

Variabel terikat adalah faktor yang dipengaruhi oleh variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah nilai kelecakan dan hasil uji kuat tekan dari beton SCC geopolimer.

3.2.3 Variabel Terkendali

Variabel terkendali adalah faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi hasil reaksi, tetapi yang dapat dikendalikan agar tidak mempengaruhi variabel bebas. Variabel terkendali dalam penelitian ini meliputi konsentrasi molaritas sebesar 14 M, perbandingan massa aktifator dengan katalisator adalah 1:2,5 proses komposisi beton SCC geopolimer, *curing*, uji berat volume, umur pengujian dan pengujian kuat tekan

3.3 Persiapan Bahan Penelitian

3.3.1 Abu Terbang (Fly Ash)

Dalam penelitian ini digunakan abu terbang sebagai bahan utama pembuatan binder geopolimer. Abu terbang tersebut berasal dari hasil buangan PLTU. 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.

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 Abu terbang lolos ayakan 200

Abu terbang yang digunakan dalam penelitian ini ialah yang lolos ayakan 200, dikarenakan agar memperoleh sifat fisik yang menyerupai semen mengikat abu terbang sendiri diposisikan sebagai pengganti semen secara keseluruhan artinya menggunakan 100% *fly ash*.

3.3.2 Jenis Alkali

Jenis alkali dalam peneliti ini ialah sodium silikat (Na_2SiO_3) dan sodium hidroksida (NaOH) dengan perbandingan massa senyawa katalisator dan aktifator 2 dengan konsentrasi 14M. Penentuan konsentrasi molaritas dan perbandingan massa mengacu kepada penelitian sebelumnya. Cara membuat 1 liter larutan sebagai berikut (Kurniasari dan Rosyid, 2014) :

- a. Menghitung kebutuhan NaOH yang digunakan.

$$n = V \times M$$

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

$$= 14 \text{ Mol}$$

Dimana :

n = Jumlah mol zat tersebut

V = Volume Larutan

M = Kemolaran Larutan

$$\text{Massa NaOH} = n \text{ mol} \times M_r$$

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

$$= 560 \text{ gram}$$

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

- b. Menimbang padatan NaOH seberat 560 gram.
- c. Memasukkan NaOH ke dalam labu ukur dengan kapasitas 1000cc/ 1 liter.
- d. Menambahkan air kedalam 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.

3.4 Komposisi Beton Geopolimer SCC

Untuk benda uji beton geopolimer SCC dengan ukuran silinder $\varnothing 10 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ dilakukan pengujian kuat tekan. Dalam penelitian ini dibuat masing-masing 4 variasi dari pengaruh penambahan air juga dari pengaruh penambahan *Superplasticizer* sebesar 0 % 1%, 1,5% dan 2%. 4 komposisi tersebut meliputi:

- a. Beton SCC geopolimer dengan Sodium Hidroksida (NaOH) 14M, 100% *fly-ash*. Perbandingan massa Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida 2,5 dengan penambahan *Superplasticizer* 0% dan pengujian pada umur 3 dan 28 hari
- b. Beton SCC geopolimer dengan Sodium Hidroksida (NaOH) 14M, 100% *fly-ash*. Perbandingan massa Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida 2 dengan penambahan *Superplasticizer* sebesar 1% dan pengujian pada umur 3 dan 28 hari.
- c. Beton SCC geopolimer dengan Sodium Hidroksida (NaOH) 14M, 100% *fly-ash*. Perbandingan massa Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida 2 dengan penambahan *Superplasticizer* sebesar 1,5% dan pengujian pada umur 3 dan 28 hari.
- d. Beton SCC geopolimer dengan Sodium Hidroksida (NaOH) 14M, 100% *fly-ash*. Perbandingan massa Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida 2 dengan penambahan *Superplasticizer* sebesar 2 % dengan pengujian pada umur 3 dan 28 hari.

Tabel 3.2 Komposisi beton SCC geopolimer

Jenis Beton	Konposisi Beton	<i>Superplasticizer</i> (%)	Jumlah
1	SCC geopolimer	0	6
2	SCC geopolimer	1	6
3	SCC geopolimer	1,5	6
4	SCC geopolimer	2	6

3.5 Pengujian Bahan

Pada pengujian ini bahan yang diambil berdasarkan SNI untuk mendapatkan karakteristik dari setiap bahan yang digunakan sebagai campuran dari beton SCC geopolimer, dengan pengujian yang meliputi sebagai berikut :

a. Pengujian Semen Geopolimer

Pengujian semen geopolimer dimaksudkan untuk mengetahui karakteristik dari semen geopolimer yang digunakan dalam penelitian ini. Dalam penelitian digunakan standar pengujian sebagai berikut:

- 1) Berat Volume Semen Geopolimer (SNI 03-4804-1998).
- 2) Berat Jenis Semen Geopolimer (SNI 15-2531-2004).

b. Pengujian Agregat Halus

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari agregat halus yang digunakan dalam penelitian berdasarkan SNI yang sudah ada. Pengujian tersebut meliputi :

- 1) Berat Volume Pasir (SNI 03-4804-1998).
- 2) Berat Jenis Pasir (SNI 1970-2008).
- 3) Kelembaban Pasir (SNI 1970-2008).
- 4) Kadar Resapan (SNI 1970-2008).
- 5) Analisa Saringan Pasir (SNI 03-1968-1990).
- 6) Kadar Lumpur (SNI 03-1750-1990).

c. Pengujian Agregat kasar

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik dari agregat kasar yang digunakan dalam penelitian berdasarkan SNI yang sudah ada. Pengujian tersebut meliputi :

- 1) Berat Volume Agregat Kasar (SNI 03-4804-1998).
- 2) Berat Jenis Agregat Kasar (SNI 1970-2008).
- 3) Kelembaban Agregat Kasar (SNI 1970-2008).
- 4) Kadar Resapan (SNI 1970-2008).
- 5) Kadar Agregat Kasar (SNI 1970-2008).
- 6) Analisa Saringan Agregat Kasar (SNI 03-1968-1990).

3.6 Pembuatan Beton Geopolimer SCC

Untuk pengujian kuat tekan dibuat 3 benda uji silinder berukuran 10 cm x 20 cm untuk setiap campurannya yang akan dilakukan pengujian pada umur 3 dan 28 hari sehingga total benda uji 24 buah. Adapun alat dan bahan yang dibutuhkan ialah sebagai berikut:

3.6.1 Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Timbangan
- b. Mesin siever
- c. Oven
- d. Satu set ayakan ASTM
- e. Molen
- f. Gelas ukur
- g. Cetakan silinder beton Ø 10 cm x 20 cm
- h. Kerucut Abrams
- i. L Box
- j. V Funnel
- k. Alat perojok
- l. Mesin uji tekan
- m. Wadah (bak)
- n. Sekop besar
- o. Gunting
- p. Alat tulis
- q. Loyang

3.6.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

a. *Fly Ash*

Fly Ash yang di dapat berasal dari PLTU paiton probolinggo. *Fly Ash* yang digunakan adalah yang lolos dari ayakan nomer ASTM no 200.

b. Padatan Sodium Hidroksida (NaOH)

Didapat dari toko penjual bahan kimia di Jember.

c. Cairan Sodium Silikat (Na_2SiO_3)

Didapat dari toko penjual bahan kimia di Jember.

d. Agrerat halus (Pasir)

Agrerat halus yang digunakan berupa pasir Lumajang yang lolos ayakan ASTM no 8.

e. Agregat Kasar

Agregat yang digunakan berupa kerikil jenis batu pecah dengan ukuran maksimum 10 mm.

f. *Superplasticizer*

Superplasticizer yang digunakan yakni *Superplasticizer* yang diproduksi oleh PT. Sika Indonesia. Dosis yang digunakan yakni sebesar 0%, 1%, 1,5% dan 2%.

3.6.3 Prosedur Pembuatan Benda Uji

Berikut adalah langkah-langkah membuat benda uji silinder beton SCC geopolimer sebagai berikut :

- 1) Siapkan bekisiting silinder berukuran 10 cm x 20 cm. Lalu olesi bagian dalam bekisiting dengan oli atau sejenisnya untuk memudahkan pelepasan benda uji.
- 2) Siapkan cairan NaOH yang sudah dilarutkan, kemudian ditimbang sesuai komposisi dari setiap pengujian.
- 3) Siapkan cairan Na_2SiO_3 , lalu timbang sesuai kebutuhan pengujian.

- 4) Campurkan antara Na_2SiO_3 dan NaOH untuk memudahkan pegadukan.
- 5) Siapkan pasir, lalu timbang sesuai kebutuhan.
- 6) Siapkan krikil, lalu timbang juga sesuai kebutuhan.
- 7) Siapkan *fly-ash* (semen geopolimer) yang telah lolos saringan 200, kemudian timbang sesuai kebutuhan.
- 8) Campurkan antara pasir dengan semen geopolimer sesuai komposisi, lalu tambahkan senyawa alkalin yang sudah disiapkan.
- 9) Setelah semua bahan tercampur, lalu aduk bahan tersebut hingga menjadi campuran yang homogen atau membentuk pasta semen barulah kemudian masukkan krikil yang telah disiapkan ke dalam adukan tersebut.
- 10) Aduk terus adonan hingga menjadi adonan yang encer dengan waktu setting time yang telah ditetapkan.
- 11) Lakukan tahap pengujian kelecakan beton SCC menggunakan pengujian uji *slump flow*
- 12) Setelah adonan dinyatakan memenuhi kriteria SCC melalui tahap pengujian diatas, maka adonan dicor ke dalam bekisting yang telah disiapkan.
- 13) Siapkan cairan Na_2SiO_3 , lalu timbang sesuai kebutuhan pengujian.
- 14) Campurkan antara Na_2SiO_3 dan NaOH untuk memudahkan pegadukan.
- 15) Siapkan pasir, lalu timbang sesuai kebutuhan.
- 16) Siapkan krikil, lalu timbang juga sesuai kebutuhan.
- 17) Siapkan *fly-ash* (semen geopolimer) yang telah lolos saringan 200, kemudian timbang sesuai kebutuhan.
- 18) Campurkan antara pasir dengan semen geopolimer sesuai komposisi, lalu tambahkan senyawa alkalin yang sudah disiapkan.
- 19) Setelah semua bahan tercampur, lalu aduk bahan tersebut hingga menjadi campuran yang homogen atau membentuk pasta semen barulah kemudian masukkan krikil yang telah disiapkan ke dalam adukan tersebut.
- 20) Aduk terus adonan hingga menjadi adonan yang encer dengan waktu setting time yang telah ditetapkan.
- 21) Lakukan tahap pengujian kelecakan beton SCC menggunakan pengujian uji *slump flow*

- 22) Setelah adonan dinyatakan memenuhi kriteria SCC melalui tahap pengujian diatas, maka adonan dicor ke dalam bekisting yang telah disiapkan.

3.7 Perawatan Benda Uji Beton SCC Geopolimer (curing)

Setiap pembuatan benda uji yang baik dan berstandart tidak akan pernah luput dari perawatan. Dalam penelitian ini curing dilakukan dengan memberikan suhu luar ruangan ± 29 °C dengan umur rencana pengujian 3 dan 28 hari di sekitar Kampus Patrang Jember.

3.8 Uji Kuat Tekan (Streght Compressive)

Menurut SNI 03-1974-2011, Metode ini dimaksudkan sebagai pegangan dalam pengujian untuk menentukan kuat tekan (*compressive strngth*) beton dengan benda uji berbentuk silinder yang dicetak di laboratosium maupun di lapangan. Kuat tekan dalam penelitian ini ialah nilai tahanan yang dimiliki oleh beton SCC geopolimer. Dalam penelitian ini digunakan tes kuat tekan pada umur 3 dan 28 hari. Untuk setiap tes kuat dilakukan akan dibuat 3 benda uji dari setiap komposisi semen geopolimer, sehingga total benda uji sebanyak 24 buah.

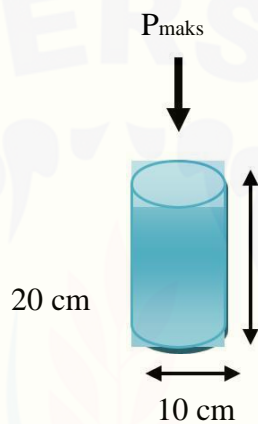
Uji kuat tekan ini dilakukan dengan menggunakan alat UTM (*Universal Testing Machine*) yang berada di laboatorium Teknik Sipil Patrang Universitas Jember. Adapun tahapan-tahapannya sebagai berikut :

- a. Ambil benda uji yang sudah mengalami perawatan.
- b. Catat disetiap berat dan ukuran yang di hasilkan, lalu diambil rata-rata dari benda uji tersebut.
- c. Letakkan benda uji ditengah alat tes kuat tekan.
- d. Mulailah pengujian hingga benda uji mengalami retak-retak dan hentikan alat pengujian kuat tekan ketika berbunyi serta nilai rasio pada alat menunjukkan angka minus.
- e. Bersihkan hasil sisa pengujian kuat tekan dan lakukan langkah pengujian selanjutnya.

Nilai kuat tekan dapat juga diperoleh dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Rumus : Kuat Tekan Beton} = \frac{P}{A}$$

Keterangan: P adalah gaya tekan aksial, dinyatakan dalam Newton (N);
A adalah luas penampang melintang benda uji, dinyatakan dalam mm².



Gambar 3.3 Posisi beton saat pengujian

3.9 Tahapan Pelaksanaan

Tahapan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Tahap I : Persiapan Alat dan Penyediaan Bahan

Tahap ini merupakan tahap persiapan penelitian di laboratorium yang meliputi semua persiapan alat termasuk didalamnya menyiapkan cetakan silinder. Selanjutnya mempersiapkan bahan penyusun beton geopolimer SCC berupa *fly ash* yang sebelumnya telah diayak lolos pada ukuran 200, pasir, kerikil, *Superplasticizer*, dan senyawa natrium hidroksida yang sebelumnya sudah dilarutkan didalam air dengan nilai molaritasnya 14M yang dicampur dengan senyawa natrium silika dengan perbandingan 1:2,5

b. Tahap II : Pengujian Bahan

Tahap ini adalah tahap pengujian agregat halus, agregat kasar, dan semen geopolimer sebelum digunakan sebagai bahan campuran pada beton. Tahap ini meliputi pengujian :

- Berat jenis
- Berat volume
- Kelembapan
- Air resapan
- Analisa saringan
- Kadar lumpur

c. Tahap III : Perencanaan *Mix Design*

Tahap ini merupakan tahap perencanaan *Mix Design* atau perencanaan bahan campuran beton. Perbandingan proporsi bahan campuran beton ditentukan / dihitung dengan menggunakan metode perbandingan, selanjutnya dibuatkan adukan beton dengan proporsi masing-masing bahan.

d. Tahap IV : Pembuatan Benda Uji

Tahap ini adalah tahapan dalam pembuatan benda uji. Pada penelitian ini, benda uji yang digunakan adalah silinder dengan ukuran 10cm x 20cm sebanyak 24 benda uji.

Pada tahap ini meliputi:

- Pembuatan adukan beton
- Uji *Slump Flow*
- Pengecoran ke dalam cetakan
- Pelepasan benda uji dari cetakan

e. Tahap V : Perawatan Benda Uji

Perawatan beton geopolimer SCC dilakukan dengan cara memberikan suhu luar ruangan $\pm 29^{\circ}\text{C}$ dengan umur rencana pengujian 3 dan 28 hari di sekitar Kampus Patrang Jember.

f. Tahap VI : Pengujian Kuat Tekan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan yang dihasilkan pada beton geopolimer SCC baik itu dengan penambahan *viscocrete* ataupun dengan penambahan air. Pengujian dilakukan pada umur 3 dan 28 hari di Laboratorium Struktur Universitas Jember.

g. Tahap VII : Analisis Data dan Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang dilakukan, kemudian dilakukan analisis data. Analisis tersebut merupakan pembahasan dari hasil penelitian yang kemudian dapat ditarik kesimpulan.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini menjelaskan secara umum tentang kesimpulan dan saran penelitian yang meliputi pengujian bahan, pengujian adonan beton dan tes kuat tarik belah beton geopolimer.

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa penggunaan beton geopolimer scc sangat baik digunakan karna hasil rata – rata pengujian kuat tekan beton dari geopolimer normal hingga geopolimer Sp 2% mengalami peningkatan mulai dari umur 3 hari hingga 28 hari. Dimana geopolimer normal umur 3 hari dihasilkan kekuatan 15,36 MPa dan umur 28 hari yaitu 33,12 MPa. Geopolimer Sp 1% pada umur 3 hari dihasilkan kekuatan 16,31 MPa dan umur 28 hari yaitu 38,22 MPa. Geopolimer Sp 1,5% pada umur 3 hari dihasilkan kekuatan 17,07 MPa dan umur 28 hari yaitu 40,12 MPa. Geopolime 2% pada umur 3 hari dihasilkan kekuatan 17,32 MPa dan umur 28 hari dihasikan 40,75 MPa.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat diberikan saran yang diharapkan dapat bermanfaat. Saran yang dapat diberikan sebagai berikut.

1. Perlu penelitian lanjut beton geopolimer menggunakan bahan dengan komposisi dan variasi berbeda.
2. Dalam pembuatan beton geopolimer harus berhati – hati dalam pencampuran bahan kimia teruma NaOH karena bahan kimia ini sangat berbahaya pada kulit
3. Disarankan menggunakan alat keselamatan K3

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C-618 05, 2005. *Standart Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use in Concrete*. ASTM International. United States : 2005.
- ASTM C-128. *Standar Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate*. ASTM International. United States : 2005.
- Davidovits, Joseph.1994. Properties of Geopolymer Cements. *Proceeding at First International Conference on Alkaline Cements and Concretes*. Kiev, Ukraine. 131-149.
- Gumalang Stevanny, S.E. Wallah, dan M.D.J Sumajouw. Pengaruh Kadar Air dan Superplasticizer pada Kekuatan dan Keleccakan Beton Geopolimer Memadat Sendiri Berbasis Abu Terbang. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*. Vol 6(3): 574-582.
- Hardjito, D., dan B.V. Rangan. 2005. *Development and Properties of Low-Calcium fly-ash based Geopolimer Concrete*. Australia: Faculty of Engineering Curtin University of Technology
- Ilmiah, Rihnatul. 2017. Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi sebagai Pozzolan pada binder Geopolimer menggunakan alkali aktifator Sodium Silikat (Na_2SiO_3) serta Sodium Hidroksida (NaOH). *Proyek Akhir Terapan*. Surabaya: Program Diploma IV Teknik Sipil dan perencanaan Insitut Teknologi Sepuluh Nopember.
- PT. Sika Indonesia, 2016. *Sika Visconcrete-3115N*. Bogor.
- Standart Nasional Indonesia 03-2834-1993. *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. 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 06-6867-2002. *Spesifikasi Abu terbang dan Pozzolan lainnya untuk digunakan dengan kapur*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional Jakarta.
- Standart Nasional Indonesia 03-1968-1990. *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional Jakarta.

Standart Nasional Indonesia 15-2531-2004. *Metode Pegujian Berat Jenis Semen Portland*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional Jakarta.

Standart Nasional Indonesia 1970-2008. *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional Jakarta.

Triwulan., Januarti Jaya Ekaputri., dan Tami Adiningtyas. 2007. Analisa sifat mekanik beton Geopolimer berbahan dasar fly-ash dan lumpur porong kering sebagai pengisi. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sipil*. 3(2): 1-13.

Wallah Steenie E. 2014. Pengaruh Perawatan dan Umur Terhadap Kuat Tekan Beton Geopolimer Berbasis Abu Terbang. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*. Vol 4(1): 1-7.

Subekti, Srie. 2012. Analisis Proporsi Limbah Fly Ash Paiton Dan Tjiwi Kimia Terhadap Kuat Tekan Pasta Geopolimer: *Prosiding Seminar Nasional*

LAMPIRAN

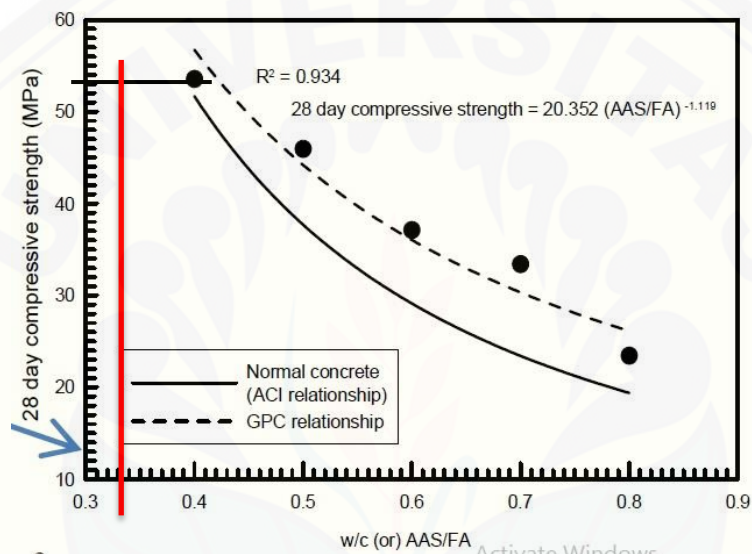
Lampiran Perhitungan Mix Desain

1. Menentukan *Alkaline Activator Solution* (AAS)

Pada jurnal internasional menggunakan *Alkaline Activator Solution* (AAS) sebesar 200 kg/m^3 , karena dengan kandungan AAS beton geopolimer 200 kg/m^3 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 Aktifator

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

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

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

$$\frac{\text{Na}_2\text{SiO}_3}{\text{NaOH}} = \frac{2,5}{1} \rightarrow 2,5 \text{ NaOH} = \text{Na}_2\text{SiO}_3$$

NaOH

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

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

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

$$\text{NaOH} = 200 : 3,5$$

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

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

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.

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

Dimana :

n = Jumlah mol zat tersebut

V = Volume Larutan

M = Kemolaran Larutan

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

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

6. Menghitung Volume Total Agregat

$$\begin{aligned} V_{\text{TA}} &= 0,98 - \left[\left\{ \left(\frac{B_c}{G_B} \right) + \left(\frac{M_{\text{NaOH}}}{G_{\text{NaOH}}} \right) + \left(\frac{M_{\text{Na}_2\text{SiO}_3}}{G_{\text{Na}_2\text{SiO}_3}} \right) \right\} \times \right. \\ &\quad \left. \left\{ \frac{1}{1000} \right\} \right] \\ &= 0,98 - \left[\left\{ \left(\frac{500}{2,2} \right) + \left(\frac{57,143}{1,4506} \right) + \left(\frac{142,857}{1,35} \right) \right\} \times \right. \\ &\quad \left. \left\{ \frac{1}{1000} \right\} \right] \\ &= 0,98 - 0,372 = 0,608 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

7. Menghitung Proporsi Agregat Kasar dan Agregat Halus

$$\begin{aligned} \text{Massa Agregat Halus (M}_{FA}) &= (50\% \times V_A) \times G_{FA} \times 1000 \\ &= (50\% \times 0,608) \times 2,828 \times 1000 \\ &= 859,712 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa Agregat Kasar (M}_{1-5}) &= (25\% \times V_A) \times G_{10} \times 1000 \\ &= (25\% \times 0,608) \times 2,774 \times 1000 \\ &= 421,648 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa Agregat Kasar (M}_{5-10}) &= (25\% \times V_A) \times G_{10} \times 1000 \\ &= (25\% \times 0,608) \times 2,774 \times 1000 \\ &= 421,648 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

8. Menghitung Dosis *Superplasticizer*

$$\text{Dosis 1\%} = 1\% \times 500 = 5 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Dosis 1,5\%} = 1,5\% \times 500 = 7,5 \text{ kg/m}^3$$

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

9. Jumlah Total Kebutuhan Bahan per Benda Uji

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

$$\begin{aligned} \text{agregat halus} &= 859,712 \text{ kg/m}^3 \times 0,00157 \text{ m}^3 \times 1 \\ &= 1,350 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{agregat kasar (1-5)} &= 421,648 \text{ kg/m}^3 \times 0,00157 \text{ m}^3 \times 1 \\ &= 0,662 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{agregat kasar (5-10)} &= 421,648 \text{ kg/m}^3 \times 0,00157 \text{ m}^3 \times 1 \\ &= 0,662 \text{ kg} \end{aligned}$$

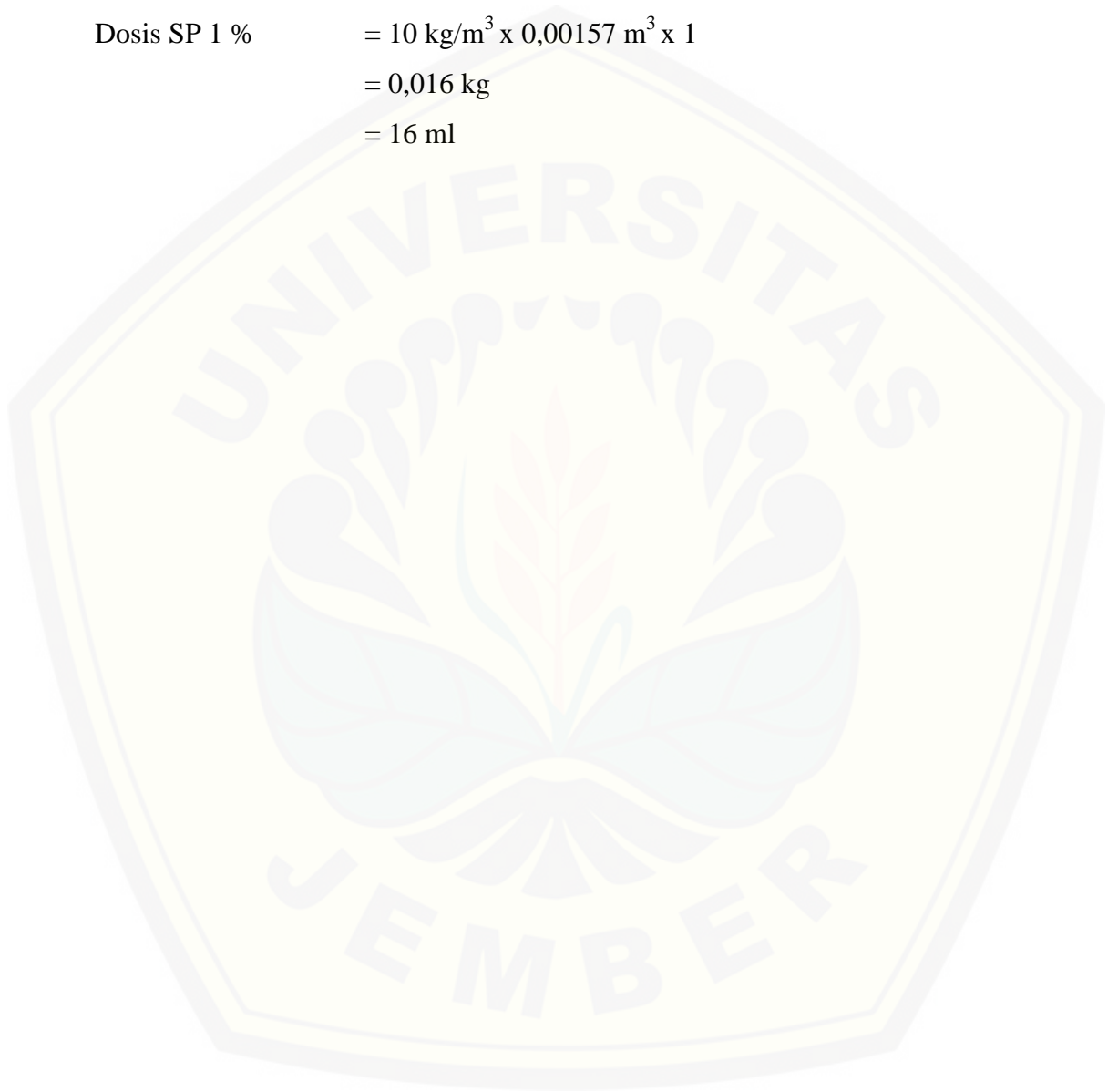
$$\begin{aligned} \text{NaOH} &= 57,143 \text{ kg/m}^3 \times 0,00157 \text{ m}^3 \times 1 \\ &= 0,09 \text{ kg} \\ &= 90 \text{ ml} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Dosis SP 1 \%} &= 5 \text{ kg/m}^3 \times 0,00157 \text{ m}^3 \times 1 \\ &= 0,008 \text{ kg} \\ &= 8 \text{ ml} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dosis SP 1 \%} &= 7,5 \text{ kg/m}^3 \times 0,00157 \text{ m}^3 \times 1 \\ &= 0,012 \text{ kg} \\ &= 12 \text{ ml} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Dosis SP 1 \%} &= 10 \text{ kg/m}^3 \times 0,00157 \text{ m}^3 \times 1 \\ &= 0,016 \text{ kg} \\ &= 16 \text{ ml} \end{aligned}$$



10. perhitungan massa material

No	Uraian	Nilai	Satuan
1	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji silider)	40	Mpa
2	Kuat tarik belah yang direncanakan (benda uji silider)	2.09	Mpa
3	Jenis semen/Portland	Flay Ash	Paiton
4	Jenis agregat:	Batu Pecah	maks 10 mm
5	Susunan besar butir agregat halus	zona 2	
6	Slump	550-850	mm
7	L-Box	≥ 0.80	
8	V-Funnel	0 - 25	detik
9	Ukuran agregat maksimum	10	mm
10	Kadar air dalam AAS	560	gram
11	massa fly ash	500	kg/m ³
12	massa agregat halus	859.712	kg/m ³
13	massa agregat kasar (1 - 5)	421.648	kg/m ³
14	massa agregat kasar (5 - 10)	421.648	kg/m ³
15	massa NaOH	57,143	kg/m ³
16	massa Na ₂ SiO ₃	142,857	kg/m ³
17	Persen agregat halus	50	%
18	Persen agregat kasar	25	%
19	massa dosis SP 1%	5	kg/m ³
20	massa dosis SP 1.5%	7.5	kg/m ³
21	massa dosis SP 2%	10	kg/m ³

11. kebutuhan bahan per benda uji

No	Uraian	Nilai	Satuan
1	Dosis SP 1%	8	ml
2	Dosis SP 1.5%	12	ml
3	Dosis SP 2%	16	ml
4	Flyash	0.785	kg
5	Agregat halus	1.35	kg
6	Agregat kasar (1 - 5)	0.662	kg
7	Agregat kasar (5 - 10)	0.662	kg
8	NaOH	90	ml
9	Na ₂ SiO ₃	224	ml

12. kebutuhan bahan 6 benda uji

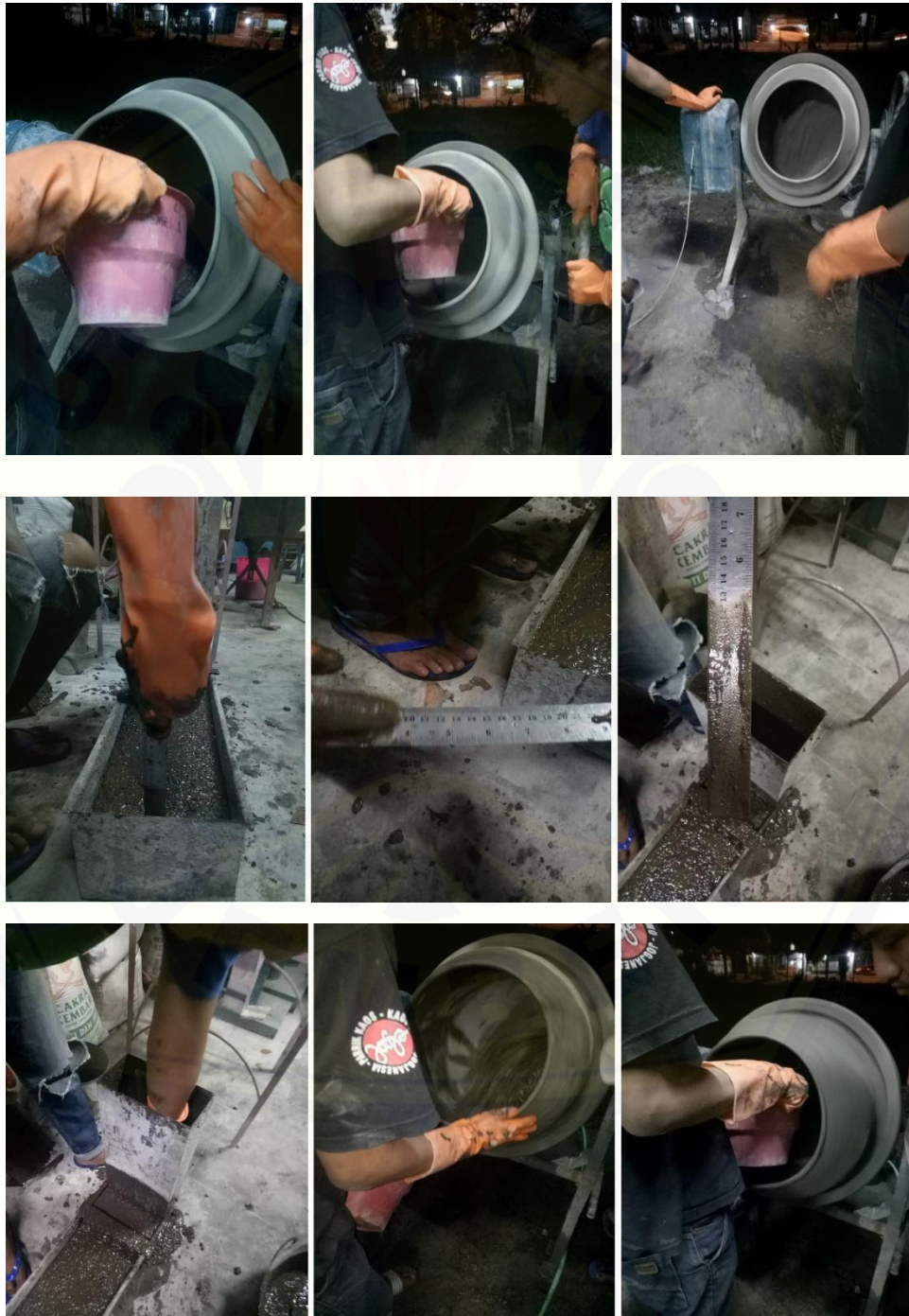
No	Uraian	Nilai	Satuan
1	Dosis SP 1%	48	ml
2	Dosis SP 1.5%	72	ml
3	Dosis SP 2%	96	ml
4	Flyash	4,71	kg
5	Agregat halus	8,1	kg
6	Agregat kasar (1 - 5)	3,972	kg
7	Agregat kasar (5 - 10)	3,972	kg
8	NaOH	540	ml
9	Na ₂ SiO ₃	1344	ml

13. kebutuhan total bahan benda uji

No	Uraian	Nilai	Satuan
1	Dosis SP 1%	192	ml
2	Dosis SP 1.5%	288	ml
3	Dosis SP 2%	384	ml
4	Flyash	18,84	kg
5	Agregat halus	32,4	kg
6	Agregat kasar (1 - 5)	15,888	kg
7	Agregat kasar (5 - 10)	15,888	kg
8	NaOH	2160	ml
9	Na ₂ SiO ₃	5376	ml

DOKUMENTASI HASIL PRAKTIKUM

A. PROSES PENGECORAN





PROSES KUAT TEKAN



