

TUGAS AKHIR

PENGARUH ABU AMPAS TEBU TERHADAP KUAT TEKAN BETON GEPOLIMER DENGAN ZAT TAMBAH SUPERPLASTISIZER (*superplasticiser sulponaited-naphthalene*)

**Diajukan untuk memenuhi syarat Akademis
Dalam menyelesaikan Pendidikan Tingkat Sarjana (Strata – 1)**



Disusun Oleh :

VALENTINO

45 16 041 028

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL

JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BOSOWA

2021



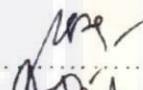
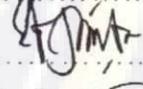
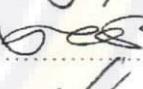
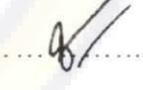
LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Nomor : A.710/FT/UNIBOS/III/2021 tertanggal 20 Agustus 2021, perihal Pengangkatan Panitia dan Tim Penguji Tugas Akhir, maka pada :

Hari / Tanggal : Jumat / 20 Agustus 2021
Nama : **VALENTINO**
NIM : **45 16 041 028**
Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : **Pengaruh Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Beton Geopolimer Dengan Zat Tambah Superplasticizer (*Superplasticiser Sulphonated-Nalpthalene*)**

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Bosowa setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Ujian Sarjana Strata Satu (S-1) untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.

Tim Penguji Tugas Akhir

Ketua / Ex. Officio : **Ir. Arman Setiawan, S.T., M.T.** (.....)
Sekretaris / Ex. Officio : **Ir. Eka Yuniarto, S.T., M.T.** (.....)
Anggota : **Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, M.T.** (.....)
Ir. Fauzy Lebang, S.T M.T. (.....)

Makassar, Agustus 2021

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik


Dr. Ridwan, S.T., M.Si.
NIDN.09-101271-01

Ketua Program Studi / Jurusan Sipil


Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT.
NIDN.00-010565-02



LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUTUP

Tugas Akhir :

"Pengaruh Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Beton Geopolimer dengan Zat Tambah Superplasticizer (Superplasticizer Sulphonated-Nalphanene)"

Disusun dan diajukan oleh :

Nama : VALENTINO

No. Stambuk : 45 16 041 028

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada
program Studi Sarjana Teknik Sipil / Jurusan Sipil Fakultas Teknik
Universitas Bosowa.

Telah Disetujui oleh Komisi Pembimbing

Pembimbing I : Ir. Arman Setiawan, ST.MT (.....)

Pembimbing II : Ir. Eka Yuniarto, ST.MT (.....)

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik

Universitas Bosowa


Dr. Ridwan, ST, M.Si
NIDN : 09 240676 01

Ketua Program Studi
Sarjana Teknik Sipil
Jurusan Sipil


Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT
NIDN : 00 010565 02

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan ke pada Tuhan Yesus Kristus atas Rahmat Karunia, dan berkatNya saya dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi yang berjudul “Pengaruh Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Beton Geopolimer Dengan Zat Tambah Superplasticizer”. Tugas akhir terapan ini mendiskripsikan apa saja yang penulis kerjakan tentang penelitian dengan judul tersebut. Penulis bermaksud mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang mendukung dan membantu atas terselesaikannya penulisan tugas akhir terapan ini, yaitu kepada:

1. Bapak Ir. Arman Setiawan, ST. MT, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dukungan dan bimbingan.
2. Bapak Ir. Eka Yuniarto, ST. MT, selaku dosen pembimbing penelitian selama pelaksanaan penelitian di Laboratorium teknik sipil universitas bosowa makassar, yang telah memberikan arahan, masukan, dukungan, dan bimbingan.
3. Bapak/Ibu Dosen Departemen Teknik Sipil yang tidak dapat saya tulis satu-persatu, yang telah memberikan ilmu selama penulis belajar di bangku perkuliahan.
4. Kedua orang tua & Keluarga yang telah memberikan dukungan moral dan materi yang tidak terhitung jumlahnya, sehingga tugas akhir ini dapat rampung seperti saat ini.

5. PT.MAKASSAR TENE, yang telah memberikan Flay Ash.
6. PT. PERKEBUNAN NUSANTARA XIV (PTPN XIV), yang telah memberikan Abu Ampas Tebu.
7. Terima kasih juga untuk teman-teman (Indra, Yusuf, Bonar, Qia, Adi, Zul, Kiswan, Ekarius) yang telah telah membantu saya dalam proses penelitian di laboratorium teknik sipil universitas bosowa makassar.

Dalam tugas akhir skripsi ini, saya menyadari, bahwa apa yang penulis kerjakan masih sangat jauh dari kesempurnaan, Dengan rasa hormat, penulis mohon petunjuk, saran dan kritik terhadap karya ini, sehingga kedepan diharapkan ada perbaikan terhadap karya ini dan dapat menambah pengetrahan bagi penulis.

Makassar, Agustus 2021

Valentino

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **VALENTINO**
Nomor Stambuk : **45 16 041 028**
Program Studi : **Teknik Sipil**
Judul Tugas Akhir : **PENGARUH ABU AMPAS TEBU
TERHADAP KUAT TEKAN BETON
GEOPOLIMER DENGAN ZAT TAMBAH
SUPERPLASTICIZER**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Tugas akhir yang saya tulis ini merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya tidak keberatan apabila Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa menyimpan, mengalih mediakan / mengalih formatkan, mengelola dalam bentuk data base, mendistribusikan dan menampilkanya untuk kepentingan akademik.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam tugas akhir ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, Agustus 2021

Yang Menyatakan



VALENTINO

PENGARUH ABU AMPAS TEBU TERHADAP KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER DENGAN ZAT TAMBAH SUPERPLASTICIZER.

Oleh : Valentino ¹⁾, Arman Setiawan²⁾, Eka Yuniarto³⁾

ABSTRAK

Semakin banyaknya kebutuhan manusia dalam bidang konstruksi maka semakin banyak pula material yang di butuhkan. Hal tersebut menyebabkan sebagian orang mulai mengembangkan penemuan dengan metode menggantikan material (semen) dengan material yang tidak terpakai (Abu Ampas Tebu) atau dengan menggunakan beton yang ramah lingkungan. Dalam penelitian ini digunakan ikatan antara Fly Ash, *Abu Ampas Tebu* dan Superplastisizer. Abu ampas tebu ini banyak mengandung senyawa silika (SiO_2) yang dapat bereaksi dengan $\text{Ca}(\text{OH})_2$, sedangkan Superplasticizer digunakan untuk membuat beton dengan kelayakan yang baik, sehingga beton dapat dikerjakan dengan mudah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan abu ampas tebu dengan zat tambah superplasticizer. Penelitian terhadap AAT dilakukan sebagai bahan substitusi parsial fly ash dengan presentase berturut-turut AAT 5%, AAT 10% dan AAT 15% didapatkan nilai kuat tekan yaitu 26,0 Mpa, 23,0 Mpa, dan 20,3 Mpa. Sedangkan pada variasi AAT 5% SP.2%, AAT 10% SP.2% dan AAT15% SP.2%, didapatkan nilai kuat tekan rata-rata yaitu, 32,0 Mpa, 27,2 Mpa, dan 25,22 Mpa. Serta kuat tekan beton geopolimer yang menggunakan Superplasticizer sebagai bahan tambah pada pengujian umur 28 hari sebesar 37,0 Mpa.

Kata kunci: Geopolimer, Superplasticizer, Abu Ampas Tebu

ABSTRACT

The more human needs in the construction sector, the more materials are needed. This has caused some people to start developing inventions by replacing the material (cement) with unused material (Sugar Bagasse) or by using environmentally friendly concrete. In this study, the bond between Fly Ash, Sugarcane Bagasse Ash and Superplasticizer was used. Bagasse ash contains a lot of silica compounds (SiO_2) which can react with $\text{Ca}(\text{OH})_2$, while Superplasticizer is used to make concrete with good feasibility, so that concrete can be worked easily. This study aims to determine the effect of using bagasse ash with superplasticizer added. Research on AAT was carried out as a partial substitute for fly ash with a successive percentage of AAT 5%, AAT 10% and AAT 15%, the compressive strength values were 26.0 Mpa, 23.0 Mpa, and 20.3 Mpa. While the variations of AAT 5% SP.2%, AAT 10% SP.2% and AAT15% SP.2%, the average compressive strength values obtained are 32.0 Mpa, 27.2 Mpa, and 25.22 Mpa. . As well as the compressive strength of geopolimer concrete using Superplasticizer as an added material in the 28-day age test of 37.0 Mpa.

Keywords: Geopolymer, Superplasticizer, Bagasse Ash

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUTUP.....	iii
PRAKATA.....	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	v
ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR NOTASI	x
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-2
1.3 Tujuan Dan Manfaat penelitihan	I-2
1.3.1 Tujuan Penelitian	I-2
1.3.2 Manfaat Penelitian	I-3
1.4 Pokok Bahasan Dan Batasan Masalah.....	I-3
1.4.1 Pokok Bahasan.....	I-3
1.4.2 Batasan Masalah	I-4
1.5 Sistematika Penulisan.....	I-5

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton Geopolimer.....	II-1
2.1.1 Pengertian Beton Geopolimer.....	II-1
2.2 Bahan Penyusun Beton Geopolimer.....	II-6
2.2.1 Flay Ash.....	II-6
2.2.2 Abu Ampas Tebu.....	II-7
2.2.3 Cairan Alkalin.....	II-8
2.2.4 Air.....	II-12
2.3 Agregat.....	II-12
2.3.1 Agregat Halus.....	II-14
2.3.4 Agregat Kasar.....	II-15
2.4 Proporsi campuran.....	II-17
2.5 Bahan Tambah.....	II-18
2.6 Pengujian Karakteristik Agregat.....	II-18
2.6.1 Pengujian Kadar Air.....	II-18
2.6.2 Kadar Lumpur.....	II-19
2.6.3 Berat Isi.....	II-20
2.6.4 Berat Jenis Agregat Kasar Dan Halus.....	II-20
2.6.5 Analisa Saringan.....	II-22
2.6.6 Uji Slump.....	II-23
2.6.7 Uji Kuat Tekan Beton.....	II-23
2.6.8 Diviasi Standar.....	II-26
2.7 Penelitian Terdahulu.....	II-29

BAB III. METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian.....	III-1
3.2 Jenis Penelitian.....	III-3
3.3 Waktu Dan Tempat Penelitian.....	III-3
3.4 Data Dan Sumber Data.....	III-3
3.5 Variabel Penelitian.....	III-4
3.6 Tahapan Penelitian.....	III-4
3.7 Notasi Dan Jumlah Sampel.....	III-6
3.8 Pembuatan Larutan Naoh 10 Molaritas.....	III-7
3.9 Metode Analisis.....	III-8

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHAN

4.1 Hasil Pengujian.....	IV-1
4.1.1 Hasil Pengujian.....	IV-1
4.1.2 Gradasi Gabungan Agregat.....	IV-2
4.1.3 Mix Desain.....	IV-3
4.1.4 Hasil Pengujian Beton Kontrol.....	IV-6
4.2 Pembahasan.....	IV-7

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	V-1
5.2 Saran.....	V-2

DAFTAR PUSTAKA.....	xi
----------------------------	-----------

LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	xii
-------------------------------	------------

DOKUMENTASI PENELITIAN.....	xiii
------------------------------------	-------------

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Penyusun Fly Ash.....	II-6
Tabel 2.2 Hasil Pengujian Abu Ampas Tebu Setelah Pembakaran.....	II-10
Tabel 2.3 Kombinasi Batu Pecah.....	II-13
Tabel 2.4 Pembagian Gradasi.....	II-16
Tabel 2.5 Proporsi Pencampuran Beton Geopolimer.....	II-17
Tabel 2.6 Devisiasi Standar.....	II-27
Tabel 2.7 Kekuatan Tekan Rata-rata.....	II-28
Tabel 3.1 Variasi Benda Uji.....	III-6
Tabel 3.2 Tabel Padatan NaOH.....	III-6
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Analisa Saringan.....	IV-1
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Agregat Halus.....	IV-2
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Agregat Kasar.....	IV-2
Tabel 4.4 Pencampuran Beton Segar per 1 Silinder.....	IV-3
Tabel 4.5 Komposisi Kebutuhan Bahan Campuran Beton Variasi per 3 Silinder.....	IV-4
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Kontrol.....	IV-5
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kuat tekan Beton Variasi.....	IV-6

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Diagram Proses Terbentuknya Geopolimer.....	II-5
Gambar 2.2 NaOH dalam Flake dan NaOH dalam wujud cair.....	II-10
Gambar 2.3 NaSiO_3 Dalam Wujud Larutan.....	II-11
Gambar 2.4 Grafik Gradasi Agregat Kasar.....	II-22
Gambar 2.5 Grafik Gradasi Agregat Halus.....	II-23
Gambar 4.1 Gradasi Penggabungan Agregat.....	IV-3
Gambar 4.2 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton Variasi AAT Tanpa Zat Tambah Superplasticizer.....	IV-7
Gambar 4.3 Perbandingan Kuat Tekan Beton Polimer Normal Dan Variasi.....	IV-9
Gambar 4.4 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton Normal Dengan Superplasticizer.....	IV-10
Gambar 4.5 Perbandingan Kuat Tekan Beton Geopolimer Tanpa dan Dengan Zat Tambah.....	IV-12
Gambar 4.6 Persamaan Regresi Linear Beton Norma Variasi Zat Tambah Superplasticizer.....	IV-12
Gambar 4.7 Hubungan % Abu Ampas Tebu Terhadap Berat Beton....	IV-13
Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Berat Beton Normal, % Abu Ampas Tebu dan Superplasticizer.....	IV-14

DAFTAR NOTASI



A	: Luas Penampang
AAT	: Abu Ampas Tebu
Al ₂ O ₃	: Alumina Oksida
ASTM	: American Society for Testing and Material
AASHTO	: American Association of State Highway and Transportation Officials
CO ₂	: Karbon Dioksida
B _j	: Berat Jenis
B _I	: Berat Isi
BK	: Beton Kontrol
BN	: Beton Normal
BP	: Batu Pecah
CTM	: <i>Compression Testing Machine</i>
FA	: Fly Ash
F' _c	: Kuat Tekan Karakteristik Beton
F' _{cr}	: Kuat Tekan Beton Rata Rata

MPa : Satuan kuat tekan beton

NaOH : Sodium Hidroksida

Na_2SiO_3 : Sodium Silikat

SiO_3 : Senyawa Silikat

SSD : Saturated Surface Dry

SP : Superplasticizer

SNF : *Superplasticizer Sulphonated- Naphthalene*

SNI : Standar Nasional Indonesia

Sr : Standar Deviasi

W : Kadar Air

WI : Kadar Lumpur

Wf : Kadar Air Bebas

V : Volume Wadah

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Semakin banyaknya kebutuhan manusia dalam bidang konstruksi maka semakin banyak pula material yang di butuhkan. Hal tersebut menyebabkan sebagian orang mulai mengembangkan penemuan dengan metode menggantikan material (semen) dengan material yang tidak terpakai (Ampas Ampas Tebu) atau dengan menggunakan beton yang rama lingkungan. Contohnya saja beton adalah beton geopolimer. Dalam penelitian ini digunakan ikatan antara Flay Ash, *Abu Ampas Tebu* dan Superplastisizer. *Abu Ampas Tebu* merupakan sisa pembakaran dari ampas tebu yang di peroleh dari PT. Perkebunan Nusantara, Takalar. Abu ampas tebu ini banyak mengandung senyawa silika (SiO_2) yang dapat bereaksi dengan $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

Superplasticizer digunakan untuk membuat beton dengan kelayakan yang baik, sehingga beton dapat dikerjakan dengan mudah. Pemilihan tipe superplasticizer menentukan sifat segar dan keras beton geopolimer sehingga penggunaannya perlu disesuaikan dengan tujuan yang diinginkan seperti workability setting time dan kuat tekan oleh karena itu penelitian tentang berbagai tipe superplasticizer dilakukan. Penelitian dapat dimulai dengan beberapa tipe superplasticizer, seperti superplasticizer Sulphonated Naphthalene. Senyawa yang berbeda akan

menghasilkan hasil yang berbeda, beton geopolimer tidak bisa disamakan dengan beton biasa yang menggunakan semen.

Beton polimer merupakan jenis beton yang tidak mengandung semen sama sekali sehingga ramah terhadap lingkungan. Hal ini dikarenakan dalam produksi semen menghasilkan emisi gas CO₂ yang besarnya sebanding dengan jumlah semen yang diproduksi (Davidovitz, 1994).

Dari latar belakang di atas diambil penelitian berjudul: **PENGARUH ABU AMPAS TEBU TERHADAP KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER DENGAN ZAT TAMBAH SUPERPLASTISIZER** (*Superplasticizer Sulphonated-Naphthalene*)

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan maka dapat dirumuskan masalah yang akan diteliti yaitu :

1. Bagaimana memperoleh komposisi campuran beton geopolimer?
2. Berapa nilai kuat tekan optimum beton geopolimer menggunakan variasi Abu Ampas Tebu dengan zat tambah Superplasticizer (*Superplasticizer Sulphonated-Naphthalene*)?
3. Bagaimana pengaruh penggunaan Abu Ampas Tebu, sebagai substitusi fly ash terhadap beton Geopolimer yang menggunakan bahan tambah *Superplasticizer Sulphonated-Naphthalene*?

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1. Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan komposisi campuran beton Beton Geopolimer
2. Untuk memperoleh nilai kuat tekan optimum beton geopolimer menggunakan variasi Abu Ampas Tebu dengan zat tambah Superplastisiser (*Superplasticizer Sulphonated-Naphthalene*)
3. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan parsial Abu Ampas Tebu beton Geopolimer dengan bahan tambah *Superplasticizer Sulphonated-Naphthalene* terhadap kuat tekan beton geopolimer yang menggunakan Fly Ash.

1.3.2. Manfaat Penelitian

Adapun Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Sebagai referensi pada penelitian–penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan beton geopolimer.
2. Mengurangi limbah ampas tebu dan limbah abu batu bara.
3. Mengurangi dampak penggunaan semen portland yang dapat mencemari lingkungan sekitar dan memanfaatkan bahan dari alam yang lebih ramah lingkungan.

1.4. Pokok Bahasan dan Batasan Masalah

1.4.1. Pokok Bahasan

Pokok bahasan dalam penelitian ini meliputi :

1. Penelitian karakteristik agregat kasar dan agregat halus
2. Proses pembuatan larutan NaOH 10 Molaritas
3. Melakukan pembuatan larutan alkalin aktivator antara larutan Sodium Hidroksida dan larutan sodium silikat
4. Proses pencampuran prekursor dan aktivator
5. Perawatan benda uji di bungkus plastik 28 hari.
6. Melakukan pengujian kuat tekan beton geopolimer.

1.4.2. Batasan Masalah

Mengingat keterbatasan waktu dan biaya pelaksanaan penelitian, maka pembatasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Material pembentuk beton:
 - Abu Ampas Tebu yang berasal dari PT. Perkebunan Nusantara
 - Fly Ash yang berasal dari PT. Makassar Tene
 - *Superplastisizer Sulphonated-Naphthalene.*
 - Agregat Kasar berasal dari bili-bili, Kab.Gowa
 - Agregat Halus berasal dari sungai jeneberang

- Cairan Alkalin yang merupakan kombinasi antara cairan sodium hidroksida 10 Molaritas dan sodium silikat, dengan perbandingan berat fly ash.

2. Menggunakan benda uji silinder berukuran 15x30 cm
3. Tidak melakukan pengujian karakteristik abu ampas tebu dan fly ash.
4. Perawatan benda uji yang dilakukan dengan metode *Steam Curing* (metode pembungkusan plastik dengan uap).
5. Jumlah benda uji yang akan dibuat sebanyak 41 Buah.

1.5. Sistematika Penulisan

Secara garis besar sistematika penulisan yang dapat disajikan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang penulisan, rumusan masalah, tujuan dan manfaat, serta sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Bab ini berusaha menguraikan dan membahas bahan yang relevan dengan pokok bahasan study, sebagai dasar untuk mengkaji permasalahan yang ada dan menyiapkan landasan teori.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi gambaran umum penelitian, waktu dan lokasi penelitian, diagram alir penelitian serta tahapan penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini merupakan inti dari keseluruhan materi pembahasan, dimana dikemukakan hasil-hasil dari pengujian mengenai karakteristik agregat, komposisi rancangan campuran beton, hasil kuat tekan rata-rata dan perbandingan kuat tekan beton normal dengan beton yang menggunakan abu ampas tebu dan beton yang menggunakan bahan tambah.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini menyajikan kesimpulan akhir yang diperoleh dari hasil pengujian yang telah dibahas serta saran perbaikan dan pengembangan hasil penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton Geopolimer

2.1.1 Pengertian beton Gepolimer

Beton geopolimer adalah beton yang menggunakan bahan polimer sebagai pengikatnya menggantikan semen portland. Polimer adalah rantai berulang dari atom yang panjang, terbentuk dari pengikat yang berupa molekul identik yang disebut monomer (Wikipedia). Salah satu contohnya ialah ikatan Si-O-Al-O, sehingga bahan yang digunakan harus mengandung banyak Aluminium (Al) dan Silikon (Si) yang bisa ditemukan di tanah liat, kaolinit, *silica fume*, dan *Fly Ash*. Beton polimer ini terbentuk dari reaksi kimia dan bukan dari reaksi hidrasi seperti pada beton biasa (Davidovits, 1999). Pada tahun 1978, Seorang ahli berkebangsaan Perancis bernama Joseph Davidovits menemukan bahwa cairan alkalin bisa digunakan untuk mereaksikan silikon (Si) dan aluminium (Al) dalam material seperti *fly ash* dan jerami untuk menghasilkan pengikat (Li, Ding dan Zhan). Karena material geologi yang terkandung dalam ikatan polimerisasi beton ini, maka beton polimer jenis ini juga biasa disebut dengan beton geopolimer berbasis *Fly Ash*. Proses polimerisasi yang terjadi di dalam beton polimer meliputi reaksi kimia yang terjadi antara alkalin dengan mineral Si-Al sehingga menghasilkan rantai polimerik konsisten (Davidovitz,1999). Davidovitz (1978) menggunakan istilah

“poly(sialate)” sebagai nama kimia dari beton polimer yang berbahan dasar siliko-aluminate. Sialate adalah singkatan dari silikon-oxo-aluminate.

Menurut Ilmiah R (2017) geopolimer merupakan produk beton yang reaksi pengikatnya adalah reaksi polimerisasi. Dalam reaksi polimerisasi ini alumina (Al) dan silika (Si) mempunyai peranan penting dalam ikatan polimerisasi karena reaksi alumina dan silika dengan alkali akan menghasilkan AlO_4 dan SiO_4 . Polimerisasi menghasilkan suatu rantai dalam bentuk struktur yang disebut *polysialate* (Si-O-Al-O-Si). Air yang di lepaskan selama reaksi kimia terjadi dalam pembentukan senyawa geopolimer. Air ini dikeluarkan selama masa perawatan (curing) dan pengeringan.

Menurut Lloyd dan Rangan (2010) pengikat (binder) adalah perbedaan utama antara beton geopolimer dan beton konvensional dari pembuatan beton tersebut. Beton konvensional mengandalkan semen *portland* dan air untuk mengikat agregat kasar dan agregat halus pada pembuatan beton tersebut. Beton geopolimer, silika dan alumina pada fly ash bereaksi dengan cairan alkalin untuk membuat pasta geopolimer yang mengikat agregat kasar, agregat halus dan bahan-bahan lain untuk membuat beton geopolimer. Binder akan mengalami proses polimerisasi dan akan mengeras. Salah satu perbedaan dari beton geopolimer dan beton konvensional adalah cara perawatan beton tersebut.

Perawatan beton geopolimer adalah perawatan (curing) pada suhu ruang atau pada oven. Suhu dan waktu perawatan merupakan faktor penting yang dapat berpengaruh terhadap kuat tekan beton geopolimer.

Davidovits menggolongkan polysialate menjadi 3 tipe, yaitu: Poly(sialate) -Si-O-Al-O, Poly(sialate-siloxo) -Si-O-Al-O-Si-O dan Poly(sialate-disiloxo) -Si-O-Al-O-Si-O-Si-O. Dan air dilepaskan selama reaksi kimia terjadi dalam pembentukan beton polimer. Air ini dikeluarkan dari beton polimer selama masa perawatan dan pengeringan. Hal ini memberikan keuntungan bagi *performance* beton polimer. Menurut Davidovits (1999) polimer dapat digunakan sebagai pelindung api, keramik, batu bata, semen rendah CO₂, beton, immobilisasi limbah beracun dan bahan radioaktif. Adapun keuntungan beton polimer:

- a. Tahan terhadap api
- b. Tahan terhadap lingkungan korosif
- c. Tidak menggunakan semen sebagai bahan perekatnya, maka dapat mengurangi polusi udara
- d. Mempunyai rangkai susut kecil
- e. Memiliki *water absorption* kurang dari 3% .

Menurut Metha (1997) konsumsi dunia untuk beton sekitar 8.8 juta ton setiap tahun, dan kebutuhan material akan terus meningkat dari tahun ke tahun sejalan dengan meningkatnya kebutuhan sarana dan prasarana

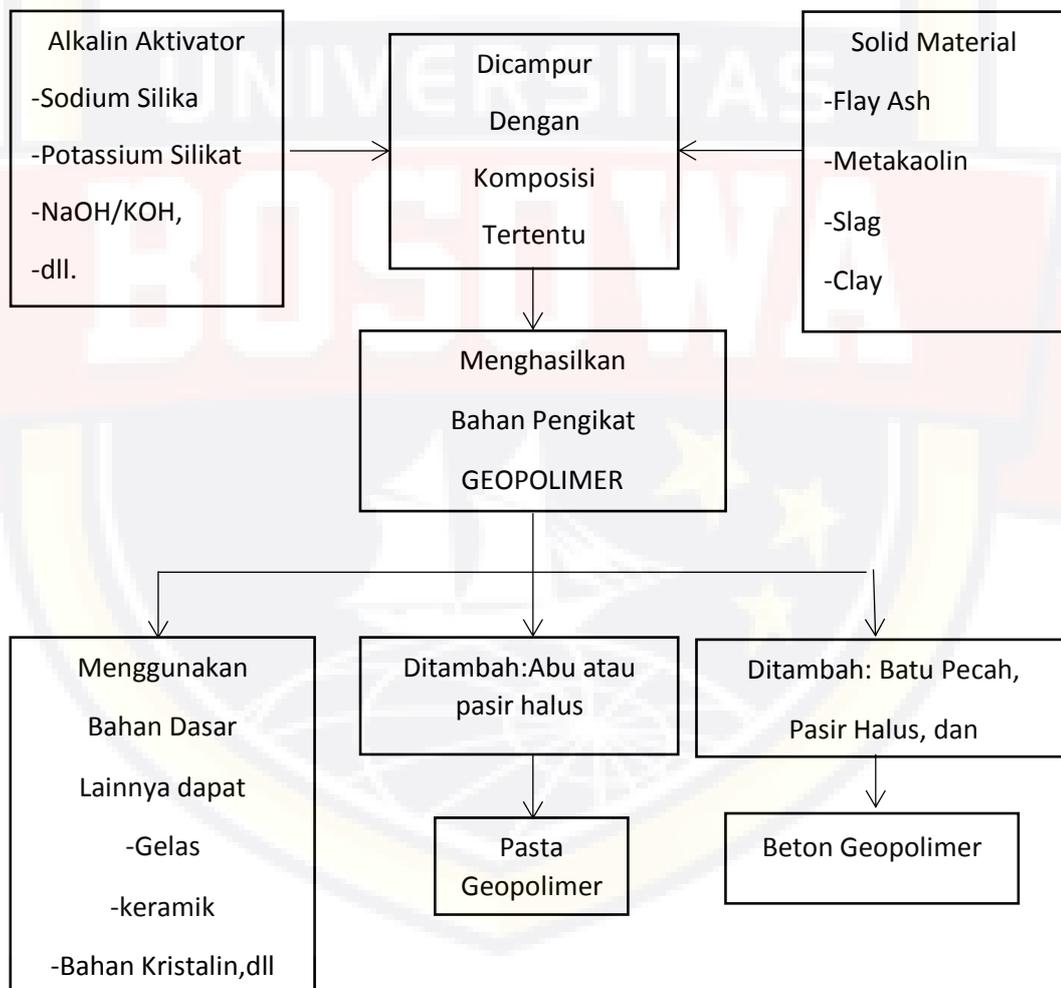
dasar manusia. Dari peningkatan penggunaan material beton, terhadap dua aspek penting yang harus diperhatikan yakni durabilitas (keawetan) material beton itu sendiri dan isu tentang gangguan lingkungan akibat produksi dari semen portland.

Beberapa tahun belakangan, durabilitas beton yang terbuat dari semen portland menjadi perhatian dari para ahli material konstruksi bangunan. Durabilitas atau keawetan beton dapat didefinisikan sebagai kemampuan untuk bertahan dari pengaruh lingkungan baik secara fisik maupun kimia yang di akibatkan oleh berbagai mekanisme disebabkan kondisi eksternal yang di akibatkan oleh lingkungan atau beban luar yang mengakibatkan terjadinya retakan pada bagian elemen struktur, atau pengaruh kondisi internal akibat adanya berbagai bahan dan reaksi kimia pada material pembentuk beton itu sendiri. Kondisi demikian dapat mengganggu kemampuan material beton untuk bertahan terhadap lingkungan yang abrasif, reaksi kimia tertentu, atau kondisi atau kondisi lingkungan yang tidak kondusif yang dapat merusak material beton.

Usahan untuk memperbaiki durabilitas dapat dilakukan melalui penggunaan berbagai jenis bahan tambahan (additives admixture) atau superplasticizer dengan tujuan menyelesaikan persoalan spesifik dari durabilitas. Penggunaan material ini untuk kondisi tertentu sering kali dapat juga menimbulkan persoalan spesifik dari durabilitas . penggunaan material ini untuk kondisi tertentu sering kali juga dapat menimbulkan

persoalan tersendiri terhadap durabilitas. Pengalaman lapangan pada berbagai struktur beton bangunan modern menunjukkan bahwa penggunaan bahan tambah atau *superplasticiser* yang tidak sesuai atau melebihi takaran hanya akan menimbulkan kerusakan awal yang tidak diinginkan pada struktur beton itu sendiri. (Malhotra dan Ramezaniapour, 1994; Metha dan Burrows, 2001)

Gambar 2.1. Diagram proses terbentuknya geopolimer



(sumber: Buku Elemen struktur Beton Geopolimer)

2.2 Bahan Penyusun Beton Geopolimer

Komposisi utama beton geopolimer adalah agregat, aktivator, dan prekursor. Total agregat halus dan agregat kasar pada pembuatan beton geopolimer adalah 70-75%, sedangkan untuk total aktivator dan prekursor 20-35%. Aktivator pada beton geopolimer berupa natrium hidroksida (NaOH) yang berguna untuk mereaksikan binder dengan senyawa yang terdapat dalam fly ash dan natrium silikat (Na_2SiO_3) yang berguna untuk mempercepat proses polimerisasi, sedangkan prekursornya adalah fly ash. Berikut uraian mengenai material-material penyusun beton geopolimer.

2.2.1 Fly Ash

Menurut SNI 2049-2014. Abu terbang (fly ash) didefinisikan sebagai butiran halus hasil residu pembakaran batubara atau bubuk batu bara. Material ini mempunyai kadar semen yang tinggi dan mempunyai sifat pozolan, yaitu sifat bahan dalam keadaan halus dapat bereaksi dengan kapur padam (aktif) dan air pada suhu kamar, membentuk senyawa yang padat dan tidak larut dalam air (SK SNI S – 15 -1990 –F). Fly ash yang digunakan dalam penelitian ini adalah fly ash kelas F. Berikut ini merupakan salah satu contoh kandungan unsur senyawa pada abu terbang menurut Ekaputri dkk (2014) ditunjukkan seperti pada tabel 3.4

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Penyusun Fly Ash Kelas F

Zat Penyusun	% Massa
SiO ₂	52,24
Al ₂ O ₃	38,58
Fe ₂ O ₃	2,94
CaO	0,69
Na ₂ O	0,52
K ₂ O	0,44
TiO ₂	2,42
MgO	0,49
P ₂ O ₅	0,13
SO ₃	1,21
SO ₃	1,39

(Sumber : Ekaputri dkk., 2014)

Fly ash kelas F memiliki kandungan silika oksida (SiO₂) sebanyak 52,24% dan aluminium oksida (Al₂O₃) sebanyak 38,58% yang dapat digunakan sebagai bahan dasar pada pembuatan beton geopolimer.

2.2.2 Abu Ampas Tebu

Abu ampas tebu dihasilkan dari pembakaran ampas tebu. Ampas tebu digunakan sebagai bahan bakar untuk boiler yang digunakan dalam proses produksi pembuatan gula di Pabrik Gula Takalar.

Abu ampas tebu ini banyak mengandung senyawa silika (SiO_2) yang dapat bereaksi dengan Ca(OH)_2 .

Abu ampas tebu yang di hasilkan harus dibakar kembali dengan suhu pembakaran 600°C , sehingga abu ampas tebu mengalami perubahan dari semula berwarna yang berhitam karena masih mengandung karbon berubah warna menjadi coklat agak kemerahan dimana dalam keadaan ini abu ampas tebu memiliki kandungan silikat yang tinggi.

Menurut Soejanto (2008) Taguchi merupakan metode perbaikan kualitas dengan menggunakan percobaan baru serta penekanan biaya dan sumber daya seminimal mungkin. Kelebihan dari metode Taguchi menjadikan produk tidak sensitif terhadap noise (robust design) dan dapat mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap karakteristik objek dengan perhitungan ANOVA dan Signal to Noise Ratio (SNR) sehingga dapat dilakukan perhatian khusus. Dari masalah yang telah dipaparkan di atas, maka diperlukan pemanfaatan abu ampas tebu dengan menggunakan metode Taguchi sehingga dapat ditemukan setting level optimal dari pembuatan paving block yang sesuai dengan SNI 03-06911996 tentang paving block. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah menemukan setting level optimal untuk mendapatkan kuat tekan yang tinggi.

Tabel 2. 2 Hasil Pengujian Abu Ampas Tebu Setelah Pembakaran

Senyawa kimia	Presentase (%)
---------------	----------------

SiO ₂	71
Al ₂ O ₃	2.5
Fe ₂ O ₃	8.2
CaO	3.6
LAIN-LAIN	14,7

Sumber: Soejanto Taguchi,(2008)

2.2.3 Cairan Alkalin

Logam Alkalin adalah golongan dalam tabel periodik yang berisi unsur – unsur litium (Li), natrium (Na), kalium (K), rubidium (Rb), sesium (Cs) dan francium (Fr) (Wikipedia). Penggunaan alkali sebagai aktivator dalam pembuatan polimer baik pada polimer mortar maupun polimer beton memiliki peranan yang sangat penting sebagai salah satu bahan pengikat unsur alumunium dan unsur silikat yang terkandung dalam abu terbang sehingga terbentuk suatu ikatan polimerisasi dan mempercepat reaksi yang terjadi antara abu terbang dan unsur-unsur tersebut. Semakin tinggi konsentrasi aktivator maka kuat tekan mortar polimer yang dapat dicapai umumnya juga semakin meningkat. Hal ini dikarenakan semakin tinggi konsentrasi aktivator maka jumlah mol yang terdapat di dalamnya semakin banyak sehingga reaksi polimerisasi semakin sempurna (Furmei, 2009).

Sodium Hidroksida (NaOH) dan Sodium silikat (Na₂SiO₃) dapat digunakan sebagai alkali activator beton polimer (Hardjito Djuwantoro dkk, 2004). Sodium silikat (Na₂SiO₃) dapat berfungsi untuk mempercepat reaksi polimerisasi yang terjadi pada beton polimer sedangkan sodium hidroksida (NaOH) berfungsi untuk mereaksikan unsur Al dan Si yang

terkandung dalam abu terbang sehingga dapat menghasilkan ikatan polimer yang kuat. Dibandingkan campuran semen dan air melalui melalui proses hidrasi akan menghasilkan campuran mortar yang memiliki pori-pori lebih banyak setelah proses pelapasan air.

2.2.3.1 Sodium Hidroksida (NaOH)

NaOH merupakan salah satu jenis alkali hidroksida yang digunakan dalam suatu bahan pengikat geopolimer. Selain NaOH terdapat Kalsium Hidroksida (KOH). Namun, NaOH lebih banyak dipilih karena lebih murah harga nya. Natrium hidroksida biasa dikomersilkan dalam bentuk flake (padat) dengan tingkat asai 97-99% (Criado; Jimenez dan Palomo, 2010).

Material tersebut sangat bersifat higroskopis, apabila NaOH dibiarkan terbuka dan terkontak langsung dengan udara, maka NaOH akan menyerap air yang terkandung di udara dan membuatnya seperti meleleh (Caustic Soda, JSIA, 2006).

Dalam penggunaannya sebagai material penyusun bahan pengikat geopolimer, kebanyakan disiapkan secara tertutup, lalu ditimbang, dan segera dikonsentrasikan menjadi suatu larutan sesuai molar yang didesain, dan di tempatkan disuatu botol tertutup. Hal tersebut disebabkan oleh tidak stabilnya massa NaOH karena sifat higroskopisnya jika tidak segera di larutkan (Standarization of sodium silicate-Macalester, 2004).

Gambar 2. 2 NaOH dalam wujud flake (a) NaOH dalam wujud larutan dengan konsentrasi tertentu (b)



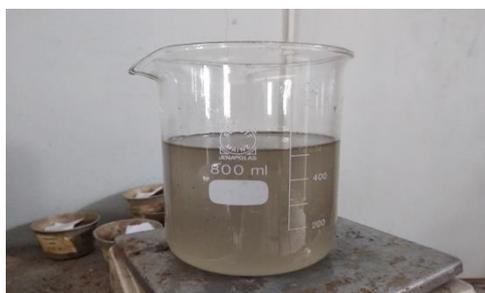
(a). NaOH Padat.

(b). NaOH Cair.

2.2.3.2 Sodium Silikat (Na_2SiO_3)

Na_2SiO_3 biasanya dikomersilkan dalam wujud cair atau larutan atau biasa disebut Water glass. Alkali Silikat harus dikombinasikan dengan alkali hidroksida, dikarenakan sifat reaksinya yang perlahan, sehingga kekuatan bahan pengikat geopolimer menjadi lebih rendah (Criado et al, 2010; palomo et al 1999). Begitu juga sebaliknya, apabila larutan hidroksida saja yang digunakan, maka mutu yang dicapai lebih rendah jika dibandingkan dengan kombinasi keduanya yang dapat mencapai mutu kuat tekan 40 – 90 MPa (Nez dan Palomo, 2003; Fernandez, Jimenez dan Palomo, 2005). Tujuan penambahan sodium silikat adalah meningkatkan pembentukkan proses geopolimerisasi.

Material tersebut juga bersifat higroskopis, namun masih lebih sensitif NaOH (Metso Sodium Metasilicate- PQ Corporation, 2009). Oleh karena itu kebanyakan dipakai dalam bentuk liquid yang dikenal dengan water glass. Selain itu, terdapat pendapat bahwa penggunaan alkali silikat dalam wujud padat akan mengurangi kekuatan pada bahan pengikat geopolimer dibanding menggunakan alkali dalam bentuk larutan (S-D Wang, Scrivener dan Pratt, 1994).



Gambar 2. 3 Na_2SiO_3 dalam wujud larutan atau disebut water glass

2.2.4 Air

Air merupakan salah satu bahan yang paling penting dalam pembuatan beton karena menentukan mutu dalam campuran beton. Penggunaan air pada beton geopolimer relatif lebih sedikit. Fungsi air pada campuran beton adalah untuk membantu reaksi kimia dan sebagai bahan pelicin antara Fly Ash, Abu Ampas Tebu dengan agregat agar mudah dikerjakan. Air diperlukan pada adukan beton karena berpengaruh pada sifat pengerjaan beton (*workability*).

Air untuk campuran beton minimal yang memenuhi persyaratan air minum, akan tetapi bukan berarti air untuk campuran beton harus memenuhi standar air minum. Penggunaan air sebagai bahan campuran beton sebaiknya memenuhi syarat sebagai berikut:

1. Air harus bersih,
2. Tidak mengandung lumpur, minyak dan benda melayang lainnya lebih dari 2gram/liter,
3. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton, asam, zat organik lebih dari 15 gram/liter, 4. Tidak mengandung klorida atau Cl^- 0,5 gram/liter,

4. Tidak mengandung senyawa sulfat > 1 gram/liter.

2.3 Agregat

Mengingat bahwa agregat menempati 70-75% dari total volume beton maka kualitas agregat sangat berpengaruh terhadap kualitas beton. Dengan agregat yang baik, beton dapat dikerjakan (*workable*), kuat, tahan lama (*durable*), dan ekonomis. Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan (*artificial aggregates*). Secara umum, agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu agregat kasar dan agregat halus. Agregat yang baik dalam pembuatan beton harus memenuhi persyaratan, yaitu (*PBI, 1971*) :

1. Harus bersifat kekal, berbutir tajam dan kuat.
2. Tidak mengandung lumpur lebih dari 5 % untuk agregat halus dan 1 % untuk agregat kasar.
3. Tidak mengandung bahan-bahan organik dan zat-zat yang reaktif alkali, dan
4. Harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori.

Dari jenis, agregat dibedakan menjadi dua yaitu agregat alami dan agregat buatan (pecahan). Pada penelitian yang dilaksanakan digunakan dua agregat yaitu agregat halus dan kasar. Tiga jenis agregat yakni ukuran 10mm, 7mm dan pasir digunakan pada beton geopolimer. Semua agregat dalam kondisi *saturated surface dry* (SSD), Dan siapkan sesuai dengan standar Australia AS 1141.5-2000. Dan AS 1114.6-2000. Kombinasi batu pecah sesuai dengan Standar British BS 882:1992.

Modulus kehalusan (*finess modulus*) dari kombinasi batu pecah adalah 4,5.

Tabel. 2.3 Kombinasi Batu Pecah

No. Saringan	Agregat			Kombinasi	BS 882:19 92
	10mm	7mm	Pasir Halus		
14	100	100	100	100.00	100
10	74.86	99.9	100	92.42	95-100
5	9.32	20.1	100	44.83	30-65
2.36	3.68	3.66	100	37.39	20-50
1.18	2.08	2.05	99.99	36.34	15-40
No.600	1.47	1.52	79.58	28.83	10-30
No.300	1.01	1.08	16.53	6.47	5-15
No.150	0.55	0.62	1.11	0.77	0-18

(sumber: Buku Elemen struktur Beton Geopolimer)

2.3.1 Agregat halus

Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil desintegrasi alami batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm (SNI 02-2834-2000). Dalam penelitian ini digunakan agregat halus yang berasal dari Sungai Jeneberang, Sulawesi Selatan. Agregat halus dapat berupa pasir alam, pasir olahan atau gabungan dari kedua pasir tersebut. Ukurannya

bervariasi antara No. 4 dan No. 100 saringan standar Amerika. Agregat halus dapat digolongkan menjadi 3 jenis yaitu :

1. Pasir Galian

Pasir galian dapat diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali dari dalam tanah. Pada umumnya pasir jenis ini tajam, bersudut, berpori, dan bebas dari kandungan garam yang membahayakan.

2. Pasir Sungai

Pasir sungai diperoleh langsung dari dasar sungai. Pasir sungai pada umumnya berbutir halus dan berbentuk bulat, karena akibat proses gesekan yang terjadi sehingga daya lekat antar butir menjadi agak kurang baik.

3. Pasir Laut

Pasir laut adalah pasir yang diperoleh dari pantai. Bentuk butiran halus dan bulat, karena proses gesekan. Pasir jenis ini banyak mengandung garam, oleh karena itu kurang baik untuk bahan bangunan. Garam yang ada dalam pasir ini menyerap kandungan air dalam udara, sehingga mengakibatkan pasir selalu agak basah, dan juga menyebabkan pengembangan setelah bangunan selesai dibangun.

2.3.2. Agregat kasar

Menurut ASTM C33 agregat kasar adalah agregat yang memiliki ukuran butir lebih dari 4,75 mm. Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca, dan efek-efek merusak lainnya. Agregat kasar harus bersih dari bahan-bahan organik (Nawi,1998).

- a. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang keras dan tidak berpori.
- b. Agregat kasar yang mengandung butir-butir pipih dan panjang hanya dapat dipakai apabila jumlah butir-butir pipih dan panjang tersebut tidak melampaui 20% dari jumlah agregat seluruhnya.
- c. Butir-butir agregat kasar harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca seperti terik matahari dan hujan.
- d. Sifat kekal apabila diuji dengan larutan jenuh garam sulfat, yaitu jika memakai Natrium Sulfat, bagian yang hancur maksimal 12% dan jika memakai Magnesium Sulfat, bagian yang hancur maksimal 10%.
- e. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang merusak beton, seperti zat-zat yang reaktif alkali.

f. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% (ditentukan terhadap berat kering). Apabila kadar lumpur melampaui 1% maka, agregat kasar harus dicuci.

g. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan, susunan besar butir mempunyai modulus kehalusan antara 6 – 7,10.

Batasan gradasi agregat kasar yang baik menurut ASTM C33-78 adalah:

Tabel.2.4 Pembagian gradasi agregat kasar

Diameter Ayakan	Persentase Lolos
25,4 mm (1")	100
19,0 mm (3/4")	90 – 100
12,7 mm (1/2")	55 – 90
9,50 mm (3/8")	20 – 55
4,75 mm (No. 4)	0 – 10

2.4 Proporsi Campuran

Proporsi campuran yang digunakan dalam tulisan di ambil dari hasil penelitian oleh Hardjito et al. (2002; 2004b). Beberapa campuran percobaan (trial-mix) dibuat dan dicoba kekuatannya untuk memastikan konsistensi hasilnya sebelum membuat *specimen* atau contoh benda uji sesungguhnya. Tiga kelompok balok berbeda dari yang diberi nama GB I,GBII, dan GBIII dengan *mix-design* rencana kuat tekan berturut-turut 40,50, dan 75 Mpa

Tabel 2.5 Proporsi pencampuran beton Geopolimer

Material	Berat (kg/m ³)
10mm batu pecah	550
7mm batu pecah	640
Pasir halus	640
Abu terbang	404
Cairan sodium hidroksida	41 (14M)
Cairan sodium silikat	102
Superplasticizer	6
Tambahan air	25.5 (GBI), 17,0 (GBII), 13,5 (GBIII)

(sumber: Buku Elemen struktur Beton Geopolimer)

2.5 Bahan tambah

2.5.1 Superplasticizer Sulphonated-Naphthalene

Superplasticizer merupakan bahan tambah (admixture). Admixture adalah bahan selain Abu Ampas Tebu, Alkalin, agregat dan air yang ditambahkan pada campuran beton geopolimer, sebelum atau selama pengadukan beton untuk mengubah sifat beton sesuai dengan keinginan perencana. Ria Utami, Bernardinus Herbudiman, Rulli Ranastra Irawan Reka Racana - 26 Superplasticizer juga mempunyai pengaruh yang besar dalam meningkatkan workabilitas, superplasticizer merupakan sarana untuk menghasilkan beton yang mengalir tanpa terjadi pemisahan (segregasi/ bleeding) yang umumnya terjadi.

Superlasticizer yang digunakan adalah superplasticizer berbentuk serbuk yang dilarutkan dalam tambahan air 2%. Jenis superplasticizer yang dipilih untuk diteliti adalah superplasticizer sulphonated-naphthalene.

2.6 Pengujian Karakteristik Agregat

Pengujian karakteristik agregat meliputi :

2.6.1 Kadar air

Kadar air merupakan perbandingan anatar berat air yang terkandung dalam agregat dengan berat agregat dalam keadaan kering yang dinyatakan dengan persen (%). Berat air yang terkandung dalam agregat besar sekali pengaruhnya pada pekerjaan yang menggunakan agregat terutama beton. Dengan diketahuinya kadar air yang terkandung dalam agregat, maka perencanaan mix design menjadi lebih akurat karena adanya faktor koreksi kadar air campuran beton pada saat akan dilakukan pengecoran di lapangan.

Adapun rumus kadar air ditunjukkan pada persamaan 1 berikut :

$$W = \frac{W_1 - W_2}{W_2} - 100 \% \quad (1)$$

Dengan :

W : Kadar air (%)

W_1 : Berat agregat sebelum dioven (gr)

W_2 : Berat agregat setelah dioven (gr)

2.6.2 Kadar Lumpur

Agregat yang cocok untuk menghasilkan beton dengan mutu tinggi adalah harus bebas dari lempung, lanau dan bahan organik yang akan mengurangi kekuatannya. Adapun rumus kadar lumpur ditunjukkan pada persamaan 2 berikut :

$$W = \frac{(W_1 - W_2)}{W_1} - 100 \% \quad (2)$$

Dengan :

W : Kadar Lumpur (%)

W_1 : Berat agregat sebelum dioven (gr)

W_2 : Berat agregat setelah dioven (gr)

2.6.3 Berat Isi

Berat isi agregat adalah perbandingan antara berat dengan volume yang ditempatinya. Menentukan berat isi agregat dapat dilakukan dalam keadaan lepas dan keadaan padat. Adapun rumus berat volume ditunjukkan pada persamaan 3 berikut :

$$\text{Berat volume agregat} = \frac{W}{V} \text{ (gr/cm}^3\text{)} \quad (3)$$

Dengan :

W : Berat benda uji (kg)

V : Volume wadah (liter, cm^3)

2.6.4 Berat Jenis dan penyerapan untuk agregat kasar

Berat jenis kering adalah perbandingan antara berat kering dan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu. Adapun rumus berat jenis kering ditunjukkan pada persamaan 4 berikut :

$$\text{Berat jenis kering} = \frac{C}{A-B} \quad (4)$$

Dengan :

A : Berat benda uji kondisi SSD (gr)

B : Berat benda uji kondisi SSD di air (gr)

C : Berat benda uji kering oven (gr)

- a. Berat jenis permukaan (kering SSD) yaitu perbandingan antara berat kering permukaan jenuh dengan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu. Adapun rumus berat jenis permukaan ditunjukkan pada persamaan 5 berikut :

$$\text{Berat jenis (Kering SSD)} = \frac{A}{A-B} \quad (5)$$

Dengan :

A : Berat benda uji kondisi SSD (gr)

B : Berat benda uji kondisi SSD di air (gr)

- b. Berat jenis semu adalah perbandingan antara berat agregat kering oven dengan berat air yang isinya sama dengan isi agregat dalam keadaan jenuh pada suhu tertentu. Adapun rumus berat jenis semu ditunjukkan pada persamaan 6 berikut :

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{C}{C-B} \quad (6)$$

Dengan :

B : Berat benda uji kondisi SSD (gr)

C : Berat benda uji kering oven(gr)

- c. Penyerapan adalah presentase yang menyatakan kebutuhan air yang akan diserap oleh agregat sehingga jenuh permukaan kering (JPK). Adapun rumus penyerapan ditunjukkan pada persamaan 7 berikut :

$$\text{Penyerapan} = \frac{A-C}{C} \times 100 \% \quad (7)$$

Dengan :

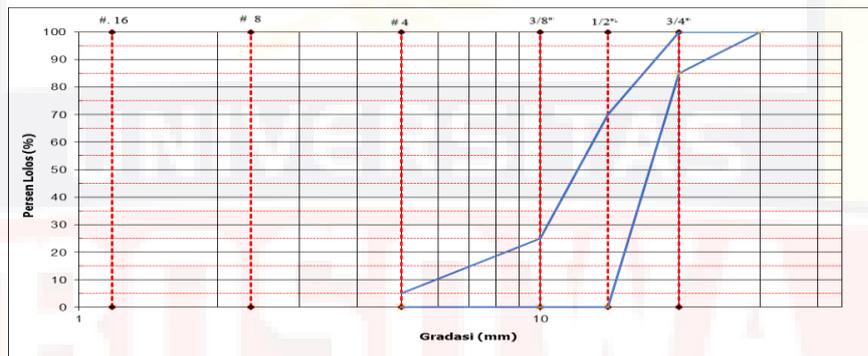
A : Berat benda uji kondisi SSD (gr)

C : Berat benda uji kering oven(gr)

2.6.5 Analisa Saringan

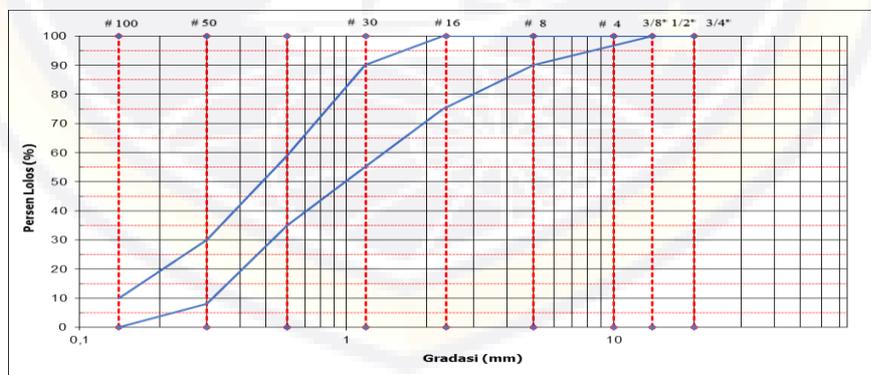
Analisa saringan agregat adalah salah satu analisa untuk mengetahui distribusi ukuran agregat kasar dengan menggunakan ukuran saringan standar tertentu yang ditunjukkan dengan lubang saringan (mm)

dan untuk menilai apakah agregat kasar yang akan digunakan cocok untuk produksi beton. Selain itu juga mendapatkan presentasi agregat kasar dalam campuran. Adapun modulus kehalusan yang diisyaratkan untuk agregat kasar yaitu 5.5 – 8.5. Adapun rumus modulus kehalusan ditunjukkan pada persamaan 8 berikut :



$$F_{kasar} = \frac{\sum \% \text{ komulatif tertahan saringan no } 100 \text{ s / } d \text{ saringanmaks}}{100} \quad (8)$$

Gambar 2.4 Grafik gradasi agregat kasar



Gambar 2.5 Grafik gradasi agregat halus

2.6.6 Uji Slump

Uji slump adalah suatu uji empiris/metode yang digunakan untuk menentukan konsistensi/kekakuan (dapat dikerjakan atau tidak) dari campuran beton segar (*fresh concrete*) untuk menentukan tingkat workabilitynya. Kekakuan dalam suatu campuran beton menunjukkan berapa banyak air yang digunakan. Untuk itu uji slump menunjukkan apakah campuran beton kekurangan, kelebihan, atau cukup air.

Dalam suatu adukan/campuran beton, kadar air sangat diperhatikan karena menentukan tingkat workabilitynya atau tidak. Campuran beton yang terlalu cair akan menyebabkan mutu beton rendah, dan lama mengering. Sedangkan campuran beton yang terlalu kering menyebabkan adukan tidak merata dan sulit untuk dicetak.

2.6.7 Uji Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton merupakan salah satu kinerja utama beton. Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Walaupun dalam beton terdapat tegangan tarik yang kecil, diasumsikan bahwa semua tegangan tekan didukung oleh beton tersebut. Penentuan kekuatan tekan dapat dilakukan melalui pemeriksaan menggunakan alat uji kuat tekan dan benda uji (kubus atau silinder) pada umur 28 hari.

Kuat tekan beton adalah besarnya beban maksimum persatuan luas atau parameter yang menunjukkan besarnya beban yang dapat ditahan persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani

dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin kuat tekan, kuat tekan beton merupakan gambaran dari mutu beton yang berkaitan dengan struktur beton. Kuat tekan beton merupakan parameter terpenting adalah lebih tahan terhadap tekan daripada tarik (Tjokrodimuljo, K.,1996). Kuat tekan beton merupakan salah satu sifat penting untuk menentukan mutu beton, sedangkan kualitas beton itu sendiri yang ditentukan oleh perbandingan semen, agregat halus, agregat kasar, air dan berbagai jenis bahan tambahan.

Beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan tekan beton yaitu proporsi bahan – bahan penyusunannya, metode perancangan, perawatan dan keadaan saat pengecoran dilaksanakan. Pembuatan benda uji untuk kuat tekan adalah dengan cara memasukkan beton yang masih segar (fresh concrete) secara tiga lapis kedalam cetakan. Setiap lapis dipadatkan dengan cara menusuk – nusuknya dengan sebatang besi tumpul berdiameter 1 cm kemudian ditumbuk sebanyak 25 kali tiap lapisnya. Berdasarkan ASTM C39/C39M-01 pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah benda uji berumur 28 hari. Benda uji dirawat dengan cara merendam dalam air. Sebelum dilakukan pengujian, benda uji dikeluarkan dari bak perendam dan dianginkan selama kurang lebih dua hari agar kering. Pengujian dilakukan dengan memberikan gaya tekan pada beton sampai benda uji pecah. Benda uji diratakan pada sisi atas (capping) agar beban yang terjadi benar – benar beban merata dan tidak terkonsentrasi.

Pengujian kuat tekan benda uji silinder 15 x 30 cm menggunakan alat Compression Testing Machine kapasitas 1500 Kn.

Rumus – rumus yang digunakan untuk menghitung kekuatan tekan beton adalah :

$$f'c = \frac{P}{A} \text{ (Mpa)} \quad (9)$$

Kekuatan tekan adalah beton rata – rata dihitung berdasarkan rumus berikut :

$$f_{cr} = \frac{\sum f'rc}{N} \text{ (Mpa)} \quad (10)$$

Sedangkan kekuatan tekan hancur karakteristik beton sesuai dengan peraturan SNI 2847 : 2013 dengan $f'c \leq 35$ Mpa dapat dihitung dengan rumus :

$$f'cr = f'c + 1.34 Sr \quad (11)$$

$$f'cr = f'c + 2.33. Sr - 3.5 \quad (12)$$

Untuk $f'c \geq 35$ Mpa dapat dihitung dengan rumus

$$f'cr = f'c + 1.34 Sr \quad (13)$$

$$f'cr = 0.90 f'c + 2.33 . Sr \quad (14)$$

Gunakan nilai $f'c$ yang terbesar

Setelah mendapatkan nilai $f'c$ yang terbesar maka $f'c$ di bagi jumlah faktor modifikasi untuk deviasi standard benda uji.

2.6.8 Deviasi Standar

Bila fasilitas produksi beton mempunyai catatan benda uji kekuatan tidak lebih dari 24 bulan lamanya, deviasi standard contoh uji Sr harus didapatkan. Catatan uji dari mana Sr di hitungan.

- a. Harus mewakili material, prosedur kualitas dan kondisi yang serupa dengan yang diharapkan, dan perubahan – perubahan pada material ataupun proporsi campuran dalam data pengujian tidak perlu dibuat lebih ketat dari yang digunakan pada pekerjaan yang akan dilakukan.
- b. Harus mewakili beton yang dibuat untuk memenuhi kekuatan yang diisyaratkan atau kekuatan tekan $f'c$ pada misaran 7 Mpa.
- c. Harus terdiri dari sekurang - kurangnya 30 hasil pengujian secara berurutan atau dua kelompok pengujian berurutan yang jumlahnya sekurang – kurangnya 30 hasil pengujian.

Jika fasilitas produksi beton tidak mempunyai catatan hasil uji kekuatan yang memenuhi persyaratan, tetapi mempunyai catatan uji tidak lebih dari 24 bulan lamanya berdasarkan pada pengujian sebanyak 15 sampai 29 hasil pengujian secara berurutan, maka deviasi standard Sr di tentukan sebagai hasil perkalian antara nilai deviasi standard benda uji yang dihitung dan faktor modifikasi dari tabel 2.4 faktor modifikasi untuk deviasi standard benda uji jika jumlah pengujian kurang dari 30 sampel

tabel 2.5 faktor modifikasi untuk deviasi standar benda uji jika jumlah pengujian kurang dari 30 sampel.

Tabel 2.6 Deviasi Standar

Jumlah Pengujian	Faktor Modifikasi untuk Deviasi Standar Benda Uji
Kurang dari 15	Gunakan Tabel 2.5
15	1.16
20	1.08
25	1.03
30 atau lebih	1.00
Interpolasi untuk jumlah pengujian yang berada di antara nilai – nilai di atas	

Bila fasilitas produksi beton tidak mempunyai catatan hasil uji kekuatan lapangan untuk perhitungan S_r yang memenuhi ketentuan, maka kekuatan rata – rata perlu f'_{cr} harus di tetapkan dari tabel 2.5 kekuatan tekan rata – rata perlu jika data tidak tersedia untuk menetapkan deviasi standar benda uji

Tabel 2.7 Kekuatan tekan rata – rata perlu jika data tidak tersedia untuk menetapkan deviasi standar benda uji.

Tabel 2. 7 Kekuatan tekan rata – rata perlu jika data tidak tersedia untuk menetapkan deviasi standar benda uji.

Kekuatan tekan diisyaratkan , Mpa	Kekuatan tekan rata rata perlu, Mpa
$f'_c < 21$	$f'_{cr} = f'_c + 7.0$
$21 \leq f'_c \leq 35$	$f'_{cr} = f'_c + 8.3$
$f'_c > 35$	$f'_{cr} = 1.10 f'_c + 5.0$

Standar deviasi dapat dihitung dengan rumus :

$$S_r = \sqrt{\frac{\sum (f'_c - f'_{cr})^2}{n-1}}$$

Dengan :

f'_{cr} : Kekuatan tekan rata – rata beton (Kg/cm^2)

n : Jumlah benda uji

f'_c : Kekuatan tekan karakteristik (Kg/cm^2)

P : Beban yang bekerja (kg)

A : Luas penampang benda uji cm^2

S_r : Nilai Standart deviasi (Kg/cm^2)

2.7 Penelitian Terdahulu

2.7.1 Sifat Mekanik Beton Geopolimer Berbahan Dasar Flay Ash Jawa Power Paiton Sebagai Material Alternatif

Pada Penelitian Ekaputri, dkk (2007) yang berjudul sifat Mekanik Beton Polimer Berbahan Dasar *Fly Ash Jawa Power Paiton* Sebagai Material Alternatif mengemukakan bahwa, semakin tinggi perbandingan massa larutan Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida tidak selalu menghasilkan kuat tekan dan kuat tarik belah yang tinggi pula. Perbandingan massa larutan Sodium Silikat dan Sodium Hidroksida = 1,5 merupakan titik puncak optimum untuk kuat tekan dan kuat tarik belah.

Serta semakin tinggi molaritas yang digunakan, maka semakin tinggi pula kuat tekan dan kuat tarik belah yang dihasilkan. Beton polimer yang menggunakan molaritas 10M menghasilkan kuat tekan dan kuat tarik belah yang lebih besar jika dibandingkan dengan beton polimer yang menggunakan 8M.

2.7.2 Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Binder pada beton Geopolimer

Pada penelitian M.Fildah Thifari (2015) yang berjudul pemanfaatan Abu Ampas Tebu sebagai Binder pada beton geopolimer mengemukakan bahwa Abu Ampas Tebu untuk kuat tekan umur 28 hari pada water Binder 0,4 yaitu 0,43 Mpa lebih besar dari water binder 0,35 yaitu 0,24 Mpa. Begitu juga terhadap hasil kuat tarik belah pada umur 28 hari water binder 0,4 memiliki kuat tarikbelah sebesar 0,0285 Mpa lebih besar dari kuat tarik belah pada water binder 0,35 yaitu 0.032 Mpa.

2.7.3 Pengaruh Penambahan Superplasticizer Pada Beton Geopolimer Bahan dasar NaOH 14M (Molar) Terhadap Kuat Tekan dan Porositas

Pada penelitian Oktian Arief Wijaya (Universitas Negeri Surabaya), yang berjudul pengaruh penambahan *SUPERPLASTICIZER* pada beton geopolimer bahan dasar NaOH 14M Molar terhadap kuat tekan dan porositas, mengemukakan bahwa kadar optimum zat adiktif *Superplasticizer (SP)* pada beton geopolimer di dapatkan pada campuran dengan penambahan kadar SP 2,0% dengan kuat tekan rata-rata yang

dihasilkan sebesar 12,49 Mpa. Meskipun belum memenuhi target kuat tekan rencana, tapi hasil ini sudah cukup baik karna terjadi peningkatan kuat tekan 240% dari beton geopolimer kontrol yang kuat tekannya hanya mencapai 3,67 Mpa.

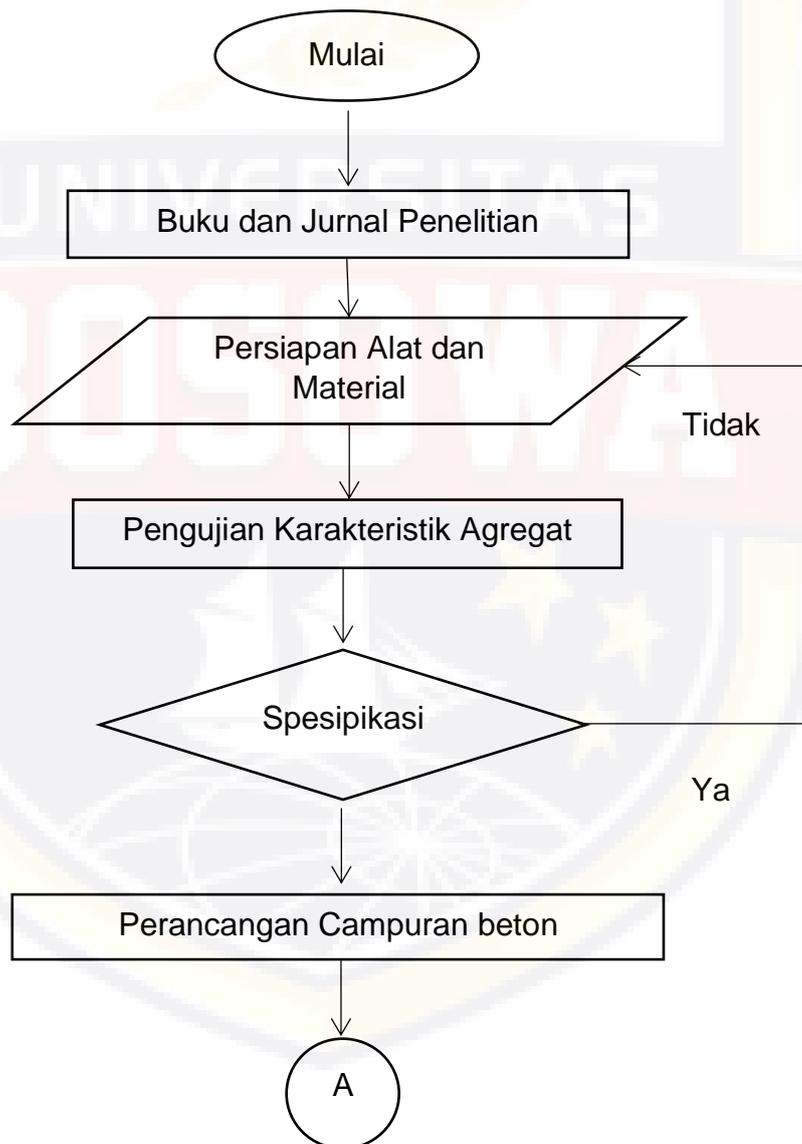


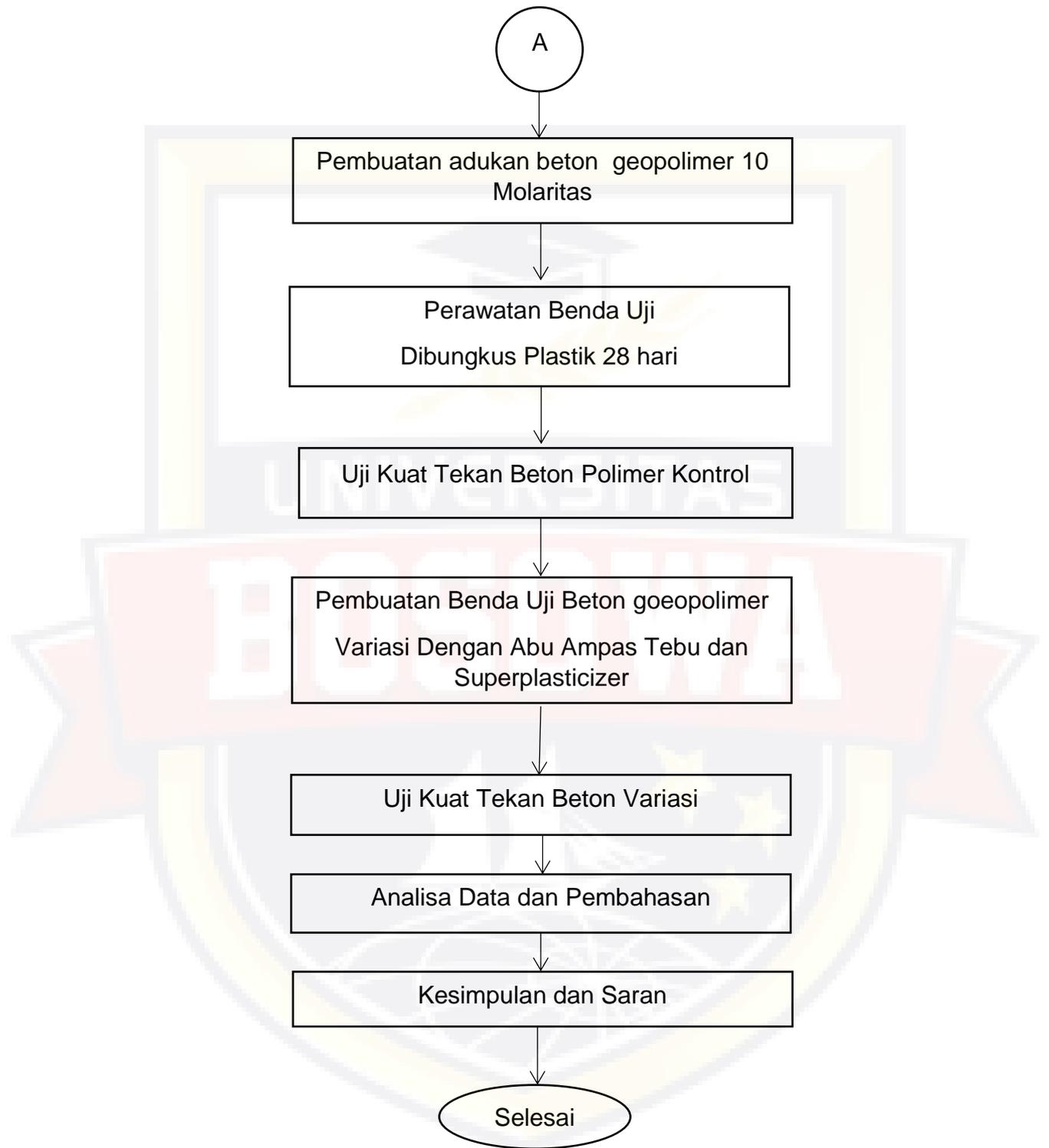
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Bagan Alir Penelitian

Adapun Alur penelitian ini secara garis besar dapat dilihat pada diagram alir berikut ini.





Gambar 3.1. Diagram alir penelitian

3.2. Jenis Penelitian

Jenis penelitian pada tugas akhir ini adalah penelitian kuantitatif.

3.3. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Struktur dan Bahan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen di laboratorium berupa pengujian kuat tekan beton.

3.4. Data dan Sumber Data

1. Data primer

Data primer dalam penelitian ini adalah data yang diperoleh langsung dari pengujian di laboratorium teknik sipil Universitas Bosowa Makassar.

2. Data sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini adalah jurnal – jurnal penelitian terdahulu yang berkaitan dengan judul skripsi.

3.5. Variabel Penelitian

1. Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu Abu Ampas Tebu, Fly Ash, Alkalin, agregat kasar, dan halus
2. Variable bebas dalam penelitian ini yaitu Superlasticizer.

3.6. Tahapan Penelitian

1. Kajian Pustaka
2. Persiapan alat dan bahan material

- a. Agregat Kasar (Batu pecah 1-2)
 - b. Agregat Halus (Pasir)
 - c. Abu Ampas Tebu
 - d. Fly Ash
 - e. Alkalin
 - f. Superplasticizer
3. Pengujian Material :
- a. Analisa saringan (SNI 3423 – 2008)
 - b. Berat Jenis (SNI 1969 – 2008)
 - c. Berat Isi (SNI 1973 - 2008)
 - d. Kadar Air (SNI 1971 – 2011)
 - e. Kadar Lumpur (SNI 03 – 4142 – 1996)
4. Pembuatan Benda Uji /*Mix Design*
- a. Beton Normal Geopolimer
5. Pengujian Slump Beton (SNI 1972 – 2008)
6. Perawatan beton (perawatan udara terbuka) selama 28 hari
7. Pengujian Kuat Tekan Beton (SNI 1974 – 2011)
8. Pembuatan Benda Uji /*Mix Design*
- a. Beton Variasi
9. Pengujian Slump Beton (SNI 1972 – 2008)
10. Perawatan beton (Perawatan udara terbuka) selama 28 hari
11. Pengujian Kuat Tekan Beton Geopolimer (SNI 1974 – 2011)

3.7. Notasi dan Jumlah Sampel

Tabel 3. 1 Variasi Benda Uji

No	Notasi	FA (%)	Pasir (%)	Batu pecah (%)	AAT (%)	SP (%)	Alkalin %	jumlah
1	Beton normal	100 _a	100 _b	100 _c	-	-	100 _d	20
2	FA 100. AAT 0. SP 2	a(%)	b(%)	c(%)	-	2 _{(a)%}	d(%)	3
3.	FA. 95 AAT.5 SP.0	95	b(%)	c(%)	5 _{(a)%}	-	d(%)	3
4.	FA 95. AAT 5. SP 2	95	b(%)	c(%)	5 _{(a)%}	2 _{(a)%}	d(%)	3
5.	FA. 90 AAT.10 SP.0	90	b(%)	c(%)	10 _{(a)%}	-	d(%)	3
6.	FA 90. AAT 10. SP 2	90	b(%)	c(%)	10 _{(a)%}	2 _{(a)%}	d(%)	3
7.	FA. 85 AAT.15 SP.0	85	b(%)	c(%)	15 _{(a)%}	-	d(%)	3
8.	FA 85. AAT 15. SP 2	85	b(%)	c(%)	15 _{(a)%}	2 _{(a)%}	d(%)	3
Jumlah Sampel								41

3.8. Pembuatan Larutan NaOH 10 Molaritas

Maka untuk mendapatkan larutan sodium hidroksida (NaOH) dengan konsentrasi 10 M Didapatkan perhitungan sebagai berikut:

Massa NaOH: Mr = Na = 23

$$O = 16$$

$$H = 1$$

$$Mr \text{ NaOH} = 23 + 16 + 1$$

$$Mr = 40$$

$M_{NaOH} = 10$ Molaritas

$$V_{NaOH} = \frac{1000 \text{ ml}}{1 \text{ liter}}$$

$$10 \text{ M} = \frac{M_{NaOH}}{40} + \frac{1000}{V}$$

$$= 10 \times 40$$

$$= 400 \text{ gram}$$

Sehingga untuk mendapatkan NaOH dengan kadar 10 molaritas adalah dengan mencampur 1 liter air dengan 400 gr Kristal NaOH . Proses pencampuran larutan Sodium Hidroksida dilakukan satu hari sebelum dilakukan mix desain pada pasta geopolimer.

3.9. Metode Analisis

3.9.1. Pengaruh Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Beton Geopolimer Dengan Zat Tambah Superplasticizer

Analisis Pengaruh kuat tekan beton dengan menggunakan *Abu Ampas Tebu* dengan zat tambah Seperplasticizer.

3.9.2 Pengaruh Penambahan Superplasticizer (Superplasticizer Sulphonated-Naphthalene).

Analisis pengaruh penambahan superplasticize (Superplasticizer Sulphonated-Naphthalene).

3.9.3 Pengaruh Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Beton Geopolimer Tanpa Menggunakan Zat Tambah Superplasticizer.

Analisis pengaruh penambahan abu ampas tebu tanpa menggunakan zat tambah.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian

4.1.1 Hasil Pengujian Karakteristik Agregat

Penulis telah mengadakan pengujian karakteristik terhadap material yang akan digunakan dalam pencampuran beton, dimana agregat kasar (batu pecah) dan agregat halus (pasir) bersumber dari sungai Jeneberang. Adapun hasil pengujian karakteristik agregat diuraikan sesuai tabel dibawah ini.

Tabel. 4.1 Hasil Pengujian Analisa Saringan

No. Saringan	Rata- Rata Persen Lolos (%)	
	Batu Pecah 0,5-1	Pasir
3/4" (19,0 mm)	100	100
1/2" (14 mm)	100	100
3/8" (10 mm)	91,31	100
No. 4 (4,75 mm)	15,66	100
No. 8 (2,36 mm)	6,37	95,50
No. 16 (1,18 mm)	3,20	86,79
No. 30 (0,595 mm)	2,41	54,30
No. 50 (0,297 mm)	1,26	24,13
No. 100 (0,149 mm)	0,94	8,51
No. 200 (0,074 mm)	0,46	1,45
Pan	0,13	0,15

Sumber : Hasil Pengujian

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Agregat Halus

NO .	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	HASIL PENGAMATAN	KETERANGAN
1	Kadar Lumpur	0,2 - 5%	4,37%	Memenuhi
2	Kadar Air	3% - 5%	4,84%	Memenuhi
3	Berat Isi	1,4 - 1,9 gr/cm ³		
	- Lepas		1.40 gr/cm ³	Memenuhi
	- Padat		1.44 gr/cm ³	Memenuhi
4	Absorpsi	0,2 - 2%	1.79%	Memenuhi
5	Berat Jenis Spesifik			
	- Bj. Curah	1.6% - 3.3%	2,10 gr	Memenuhi
	- Bj. SSD	1.6% - 3.3%	2.14 gr	Memenuhi
	- Bj. Semu	1.6% - 3.3%	2.18 gr	Memenuhi

Sumber : Hasil Pengujian

Tabel 4.3 Hasil pengujian Agregat Kasar

NO .	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	HASIL PENGAMATAN	KETERANGAN
1	Kadar Lumpur	0,2 - 6%	1,45%	Memenuhi
2	Kadar Air	0,5 - 2%	0,72%	Memenuhi
3	Berat Isi	1,4 - 1,9 gr/cm ³		
	- Lepas		1.43 gr/cm ³	Memenuhi
	- Padat		1.50 gr/cm ³	Memenuhi
4	Absorpsi	Max 4%	2,92%	Memenuhi
5	Berat Jenis Spesifik			
	- Bj. Curah	1.6% - 3.3%	2.34 gr	Memenuhi
	- Bj. SSD	1.6% - 3.3%	2.41 gr	Memenuhi
	- Bj. Semu	1.6% - 3.3%	2.51 gr	Memenuhi

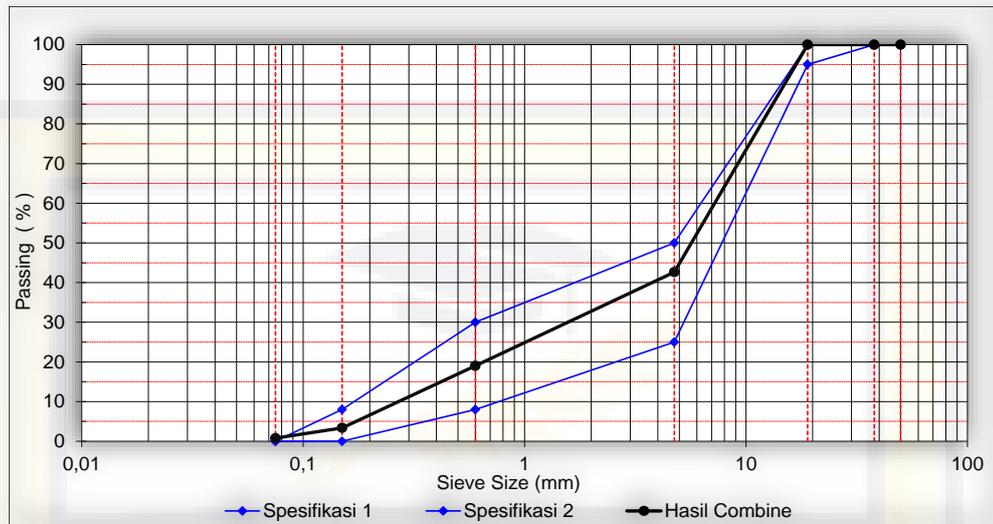
Sumber : Hasil Pengujian

Dari tabel 4.1, 4.2 dan 4.3 diatas, didapatkan hasil karakteristik dari agregat yang akan digunakan pada campuran beton, sehingga telah memenuhi syarat dan ketentuan berdasarkan standar yang telah ditetapkan, untuk selanjutnya digunakan dalam *mix design*.

4.1.2 Gradasi Gampungan Agregat

Gradasi penggabungan agregat diperoleh berdasarkan pengujian karakteristik agregat yang dapat dilihat pada Gambar 4.1:

Gambar 4.1 Hasil Gradasi Penggabungan Agregat.



Sumber : Hasil Pengujian

Dari kombinasi penggabungan agregat didapatkan komposisi yang akan digunakan dalam pencampuran beton geopolimer (mix design).

4.1.3 Mix Design

Dalam perencanaan campuran beton segar, penentuan proporsinya berdasarkan dari hasil pengujian karakteristik agregat yang telah dilakukan sebelumnya untuk kemudian disesuaikan terhadap kuat tekan beton geopolimer yang direncanakan sebagaimana yang dapat dilihat di dalam tabel 4.4 berikut ini.

Tabel. 4.4 Komposisi Beton Geopolimer Berbasis Fly Ash per 1 Silinder

Material	Berat/m ³ beton (kg)	Volume benda uji (m ³)	Berat per 1 sampel (kg)
Flay Ash	424,242	0,0053	2,248
Pasir	558,094	0,0053	2,957
Bp Maks 10 mm	1125,530	0,0053	5,964
NaOH	84,848	0,0053	0,450
Na ₂ SO ₃	169,679	0,0053	0,899

Sumber : Hasil Pengujian

Tabel 4.5 Komposisi kebutuhan bahan campuran beton Variasi Per 3 Slinder

FA	AAT	Na ₂ SiO ₃	NaOH	Ag Halus	Ag Kasar	FA	AAT	SP
%	%	KG	KG	KG	KG	KG	KG	KG
95	5	0,899	0,450	2,957	5,964	2,136	0,112	0,045
90	10	0,899	0,450	2,957	5,964	2,023	0,225	0,045
85	15	0,899	0,450	2,957	5,964	1,911	0,337	0,045
100	-	0,899	0,450	2,957	5,964	2,248	-	0,045
Jumlah sampel		3	3	3	3	3	3	3
Total		10,790	5,395	35,486	71,567	24,952	2,023	0,53951

Sumber : Hasil Mix Desain

Untuk mendapatkan larutan pencampuran alkalin aktivator maka di lakukan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Fly Ash} &= \text{Kadar air} \times \text{Faktor air semen} \\
 &= 233,33 \times 0,55 \\
 &= 424,24 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Air Pencampur} &= \text{Fly ash} : 2 \\
 &= 424,24 : 2 \\
 &= 212,12 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{NaOH 10 Mol} &= \text{Molar} \times \text{Mr} \times \text{air pencampur} / 1000 \\
 &= 10 \times 40 \times 212,12 / 1000 \\
 &= 84,85 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{NaSiO}_3 &= \text{NaOH 10 Mol} \times 2 \\
 &= 84,85 \times 2 \\
 &= 169,70 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

4.1.4 Hasil Pengujian Beton Kontrol

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Kontrol

No Benda Uji	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas	Umur (hari)	Beban	Kekuatan Tekan Mpa
			Penampang (cm ²)		Maksimum (KN)	
1	15	30	176,6	28	677	38,303
2	15	30	176,6	28	664	37,595
3	15	30	176,6	28	619	35,070
4	15	30	176,6	28	655	37,102
5	15	30	176,6	28	705	39,928
6	15	30	176,6	28	651	36,842
7	15	30	176,6	28	708	40,103
8	15	30	176,6	28	621	35,160
9	15	30	176,6	28	616	34,849
10	15	30	176,6	28	690	39,084
11	15	30	176,6	28	681	38,535
12	15	30	176,6	28	677	38,337
13	15	30	176,6	28	682	38,597
14	15	30	176,6	28	631	35,721
15	15	30	176,6	28	668	37,821
16	15	30	176,6	28	690	39,056
17	15	30	176,6	28	613	34,702
18	15	30	176,6	28	688	38,971
19	15	30	176,6	28	693	39,231
20	15	30	176,6	28	636	36,015
Jumlah						751,019
Kuat Tekan Rata - rata (F'cr)						37,551

Sumber : Hasil Pengujian

Untuk menghitung kekuatan tekan beton rata-rata:

$$f'_{cr} = \frac{\sum f'_{ic}}{N} \text{ (Mpa)} = \frac{751,019}{20} \text{ (Mpa)} = 37,55$$

Pengujian Kuat Tekan Beton dilakukan pada umur 28 hari dengan menggunakan silinder berukuran 15 cm x 30 cm m sebanyak 20 buah seperti yang tercantum dalam Tabel 4.6. Pengujian Kuat Tekan mengacu pada SNI 2847 2013 (Persyaratan Beton Struktur untuk Bangunan

Gedung).

4.1.5 Hasil Kuat Tekan Variasi

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi AAT dengan SP

Simbol	No Benda Uji	AAT	SP	Luas	Beban	Kekuatan Tekan
		%	%	Penampang (cm2)	Maksimum (KN)	
SP 2	1	-	2	176,6	660	37,4
	2			176,6	656	37,1
	3			176,6	644	36,5
	Rata - Rata					
AAT 5%. SP 2%	1	5	2	176,6	563	31,9
	2			176,6	576	32,6
	3			176,6	559	31,6
	Rata - Rata					
AAT 10%. SP 2%	1	10	2	176,6	468	26,5
	2			176,6	487	27,6
	3			176,6	486	27,5
	Rata - Rata					
AAT 15%. SP 2%	1	15	2	176,6	454	25,7
	2			176,6	439	24,8
	3			176,6	444	25,1
	Rata - Rata					

Sumber : Hasil Pengujian

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi Tambahan AAT

Simbol	No Benda Uji	AAT	SP	Luas	Beban	Kekuatan Tekan
		%	%	Penampang (cm2)	Maksimum (KN)	
AAT 5%	1	5	-	176,6	471	26,6
	2			176,6	451	25,5
	3			176,6	456	25,8
	Rata - Rata					
AAT 10 %	1	10	-	176,6	416	23,5
	2			176,6	406	23,0
	3			176,6	398	22,5
	Rata - Rata					
AAT 15 %	1	15	-	176,6	359	20,3
	2			176,6	352	19,9
	3			176,6	365	20,7
	Rata - Rata					

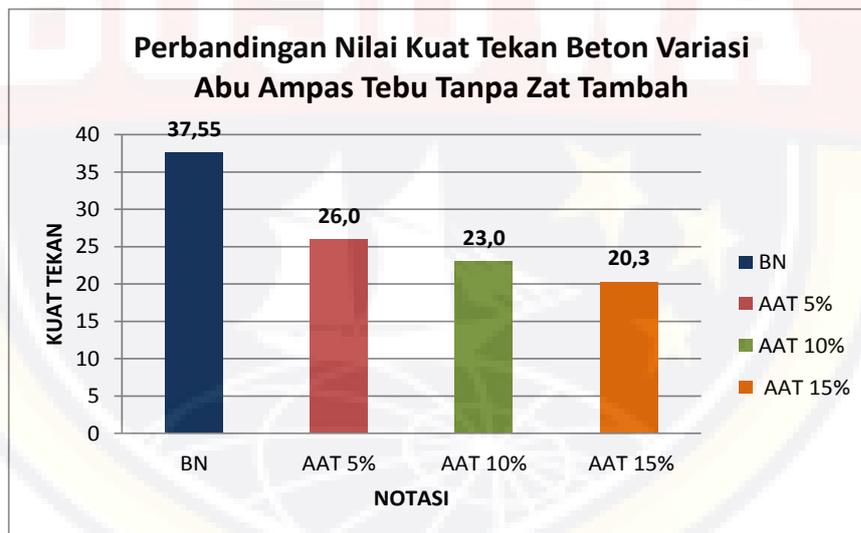
Sumber : Hasil Pengujian

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengaruh Abu Ampas Tebu Terhadap Kuat Tekan Beton Geopolimer Tanpa Menggunakan Zat Tambah Superplasticizer.

Selain pengaruh zat tambah superplasticizer terhadap kuat tekan beton geopolimer, pada penelitian ini, penting pula mengetahui pengaruh abu ampas tebu terhadap kuat tekan geopolimer tanpa menggunakan zat tambah superplasticizer.

Berdasarkan gambar 4.2 dapat digambarkan pengaruh abu ampas tebu tanpa menggunakan zat tambah superplasticizer terhadap kuat tekan beton geopolimer sebagai berikut:



Gambar 4.2 perbandingan nilai kuat tekan beton variasi abu ampas tebu tanpa superplasticizer.

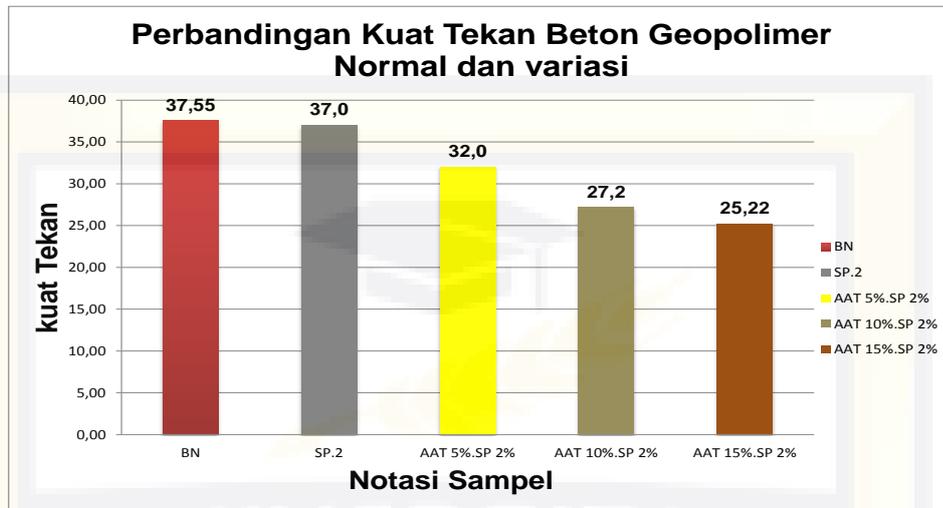
Dari gambar 4.2 di atas dapat dijelaskan bahwa nilai tertinggi kuat tekan rata-rata beton geopolimer terjadi pada penambahan AAT 5%

dengan nilai kuat tekan rata-rata yaitu 26,0 Mpa. Sedangkan nilai terendah kuat tekan rata-rata beton terjadi pada substitusi AAT 15% dengan nilai kuat tekan rata-rata yaitu 20,3 Mpa. Dan dapat disimpulkan bahwa yang menjadi penyebab turunnya kuat tekan beton geopolimer yaitu penggunaan abu ampas tebu. Hal ini dikarenakan abu ampas tebu yang digunakan belum terbakar sempurna dengan suhu pembakaran 600°C selama 2 jam (Wibowo, Hatmoko & Wigyono, 2006), sehingga abu ampas tebu tidak mengalami perubahan warna dari hitam ke warna coklat sehingga senyawa silikat yang dihasilkan dari pembakaran tersebut sangatlah sedikit ketika di reaksikan dengan senyawa larutan NaOH.

4.2.2 Pengaruh Penambahan Abu Ampas Tebu dengan bahan Tambah Superplasticizer

Pada penelitian ini, yang menjadi inti permasalahan yang dibahas oleh penulis merupakan variasi substitusi Abu Ampas Tebu terhadap Fly Ash dengan bahan tambah Superplasticizer dan mengetahui pengaruhnya terhadap hasil nilai kuat tekannya. Berdasarkan hasil penelitian, dapat digambarkan grafik hubungan variasi penambahan abu ampas tebu yang menggunakan bahan tambah superplasticizer terhadap kuat tekan beton.

Diperlihatkan pula dalam gambar perbandingan kuat tekan beton variasi abu ampas tebu terhadap kuat tekan beton geopolimer normal (tanpa penambahan abu ampas tebu)



Gambar 4.3 Perbandingan Kuat Tekan Beton Polimer Normal dan Variasi.

Penambahan abu ampas tebu sebagai substitusi pada fly ash memberikan pengaruh nilai kuat tekan beton. Dari gambar 4.3 diatas dapat di jelaskan bahwa nilai kuat tekan terbesar terletak pada beton silinder dengan komposisi AAT 5%.SP 2% dengan nilai kuat tekan 32,0 Mpa.

Selain itu juga, pada penambahan SP.2% tanpa Abu ampas tebu memberikan juga pengaruh besar terhadap nilai kuat tekan yang mendekati nilai kuat tekan beton normal dengan nilai kuat tekan beton silinder rata-rata 37,0 Mpa. Sedangkan, untuk beton normal tanpa campuran abu ampas tebu nilai kuat tekannya adalah 37,55 Mpa.

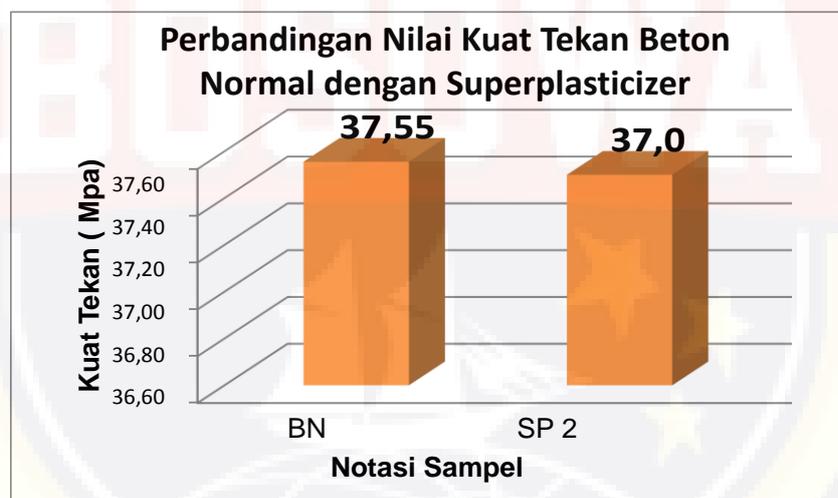
Namun semakin banyak kadar abu ampas tebu yang di tambahkan, maka nilai kuat tekan beton semakin menurun. Hal ini dapat dilihat melalui gambar grafik diatas , beton silinder dengan komposisi AAT 10%.SP 2% Nilai kuat tekannya turun menjadi 27,2 Mpa dan komposisi

AAT 15%.SP 2% nilai kuat tekannya 25,22 Mpa.

4.2.3 Pengaruh Penambahan Superplasticizer (Superplasticizer Sulphonated-Naphthalene)

Pada penelitian ini, Superplasticizer Sulphonated-Naphthalene menjadi material bahan tambah pada Fly Ash dengan persentase sebesar 2% dari total berat Fly Ash. Sehingga menjadi hal yang perlu diketahui pula pengaruh substitusi Superplasticizer terhadap kuat tekan beton.

Berdasarkan Gambar 4.4 dibawah ini, dapat di gambarkan Gambar beton normal terhadap Superplasticizer Sulphonated-Naphthalene penambahan sebagai berikut :



Gambar 4.4 Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton Normal Dengan Superplasticizer.

Dari gambar 4.4 di atas menunjukkan bahwa hasil kuat tekan beton variasi penambahan superplasticizer sebesar 2%, pada umur 28 hari di peroleh nilai kuat tekan beton sebesar 37.0 Mpa. Hasil kuat tekan tersebut mengalami penurunan 0,55 Mpa atau sekitar 1,46 % terhadap beton

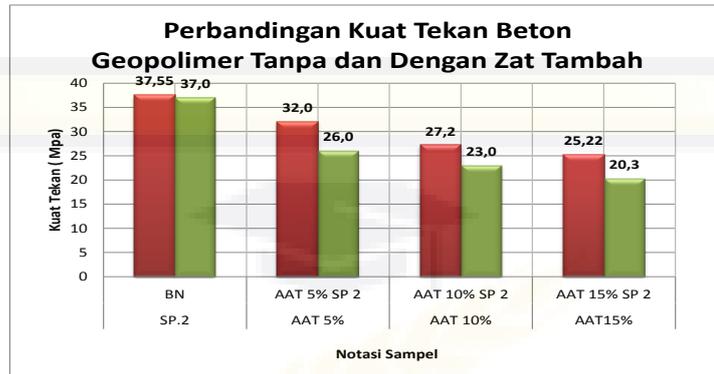
normal geopolimer. Hal ini terjadi karena pengaruh penambahan air pada superplasticizer dan menyebabkan penurunan kuat tekan yang mempengaruhi molaritas itu sendiri. Serta dosis penambahan yang berlebihan mengakibatkan pemisahan agregat (*segregasi*) dan naiknya air ke permukaan (*Bleeding*), serta menimbulkan terjadinya *setting time* yang berlangsung lama sehingga menurunkan kekuatan atau mutu beton tersebut. Berdasarkan dosis yang disarankan oleh katalog Sika Grup, Penambahan dosis *Superplasticizer* yang disarankan menggunakan 0,6% - 1,6% dari berat Binder (pasta Geopolimer).

Hal ini juga dibuktikan oleh penelitian sebelumnya Antoni, Handoko Sugianto (2007) bahwa penggunaan dosis superplasticizer yang berlebihan pada campuran beton akan mengalami perlambatan pada perkembangan kekuatan, bahkan dimungkinkan juga kehilangan kuat tekan secara drastis.

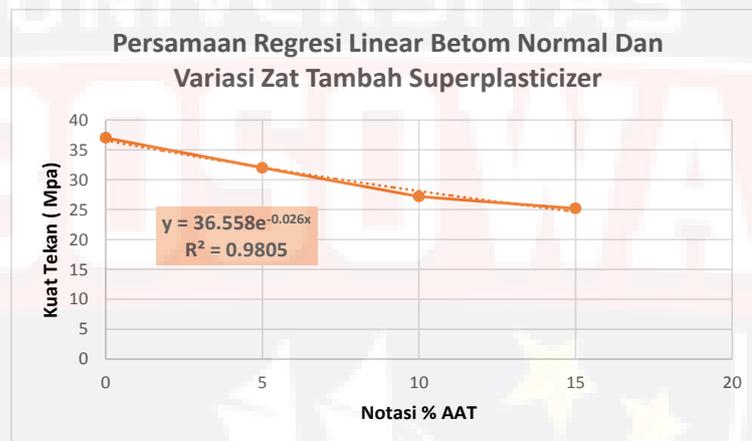
4.2.4 Perbandingan Kuat Tekan Beton Geopolimer Tanpa dan Dengan Zat Tambah Superplasticizer

Pada penelitian ini, telah di dapatkan nilai kuat tekan beton normal dan beton variasi geopolimer, maka dari itu akan di lakukan perbandingan pula setiap variasi melalui penyajian grafik di bawah ini.

Berdasarkan gambar 4.5 dibawah ini, dapat di gambarkan grafik perbandingan kuat tekan beton geopolimer tanpa dan dengan zat tambah superplasticizer dan grafik persamaan regresi linear sebagai berikut.



Gambar 4.5 Perbandingan Kuat Tekan Beton Geopolimer Tanpa dan Dengan Zat Tambah Superplasticizer.



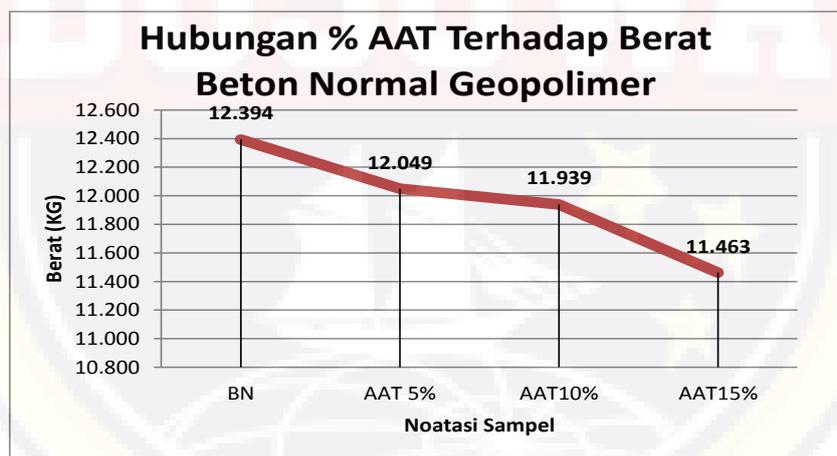
Gambar 4.6 Persamaan Regresi Linear Beton Normal Geopolimer Dengan Variasi Zat Tambah Superplasticizer.

Berdasarkan gambar 4.5 di atas dapat di jelaskan bahwa beton dengan superplasticizer mengalami penurunan kuat tekan terhadap beton normal geopolimer. Hal ini di karena pengaruh penambahan air pada saat melarutkan superplasticizer sehingga mempengaruhi molaritas itu sendiri dan menyebabkan turunnya kuat tekan beton tersebut. Sedangkan pada variasi abu ampas tebu dengan zat tambah superplasticizer mengalami

kenaikan kuat tekan beton pada variasi AAT 5% SP 2% dengan nilai kuat tekan rata-rata yaitu 32,0 Mpa. Selain itu beton dengan variasi AAT 15% tanpa SP mengalah penurunan kuat tekan beton geopolimer dengan nilai kuat tekan rata-rata mencapai 20,3 Mpa. dan persamaan linear regresi di dapatkan yaitu $R^2 = 0,9805$.

4.2.5 Pengaruh Penambahan % Variasi Abu Ampas Tebu Terhadap Berat Beton Tanpa Penambahan zat tambah Superplasticizer.

Berdasarkan gambar 4.7 dibawah ini dapat di liat perbandingan berat beton normar geopolimer dan yang hanya menggunakan abu ampas tebu tanpa penambahan zat tambah superplasticizer, dapat di lihat seabai berikut melalui penyajian gambar di bawah ini.



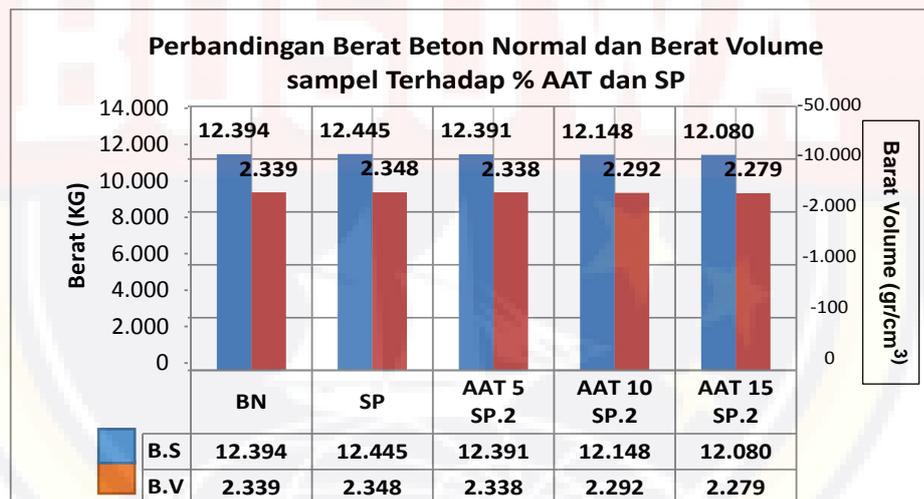
Gambar 4.7 Hubungan % Abu Ampas Tebu Terhadap Berat Beton Normal

Dari gambar 4.7 di atas dapat dijelaskan bahwa semakin tinggi % penambahan abu ampas tebu maka berat yang di dihasilkan pula semakin ringan (mengalami penurunan), dengan berat awal 0% abu ampas tebu menghasilkan berat rata-rata sekitar 12.394 kg sedangkan dengan

penambahan abu ampas tebu di 15% menghasilkan berat rata-rata 11.463 kg.

4.2.6 Hubungan Pengaruh Berat sampel Beton Normal dan Berat Volume, % Abu Ampas Tebu dengan Variasi Bahan Tambah Superplasticizer Terhadap Berat Beton Geopolimer.

Selain untuk mengetahui % pengaruh abu ampas tebu maka dilakukan juga perbandingan berat beton normal dan berat volume terhadap variasi sampel. Berdasarkan gambar 4.8 dibawah ini dapat digambarkan pengaruh berat beton normal dan berat volume beton dengan % variasi sebagai berikut:



Gambar 4.8 Grafik Perbandingan Berat Beton Normal dan Berat Volume Sampel , % Abu Ampas Tebu dan Superplasticizer.

Berdasarkan gambar 4.8 diatas dapat dijelaskan bahwa penambahan superplasticizer mengalami peningkatan berat sampel dan berat volume beton dibandingkan dengan berat beton normal, sedangkan

penambahan abu ampas tebu 5%,10%,15% selalu mengalami penurunan berat sampel dan penurunan berat volume beton.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan hasil analisis yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan yaitu:

1. Komposisi beton geopolimer normal yang di dapatkan dengan kuat tekan rata-rata yang dihasilkan sebesar 37,55 Mpa. Sedangkan komposisi penambahan parsial abu ampas tebu didapatkan nilai kuat tekan dengan kadar AAT sebesar 5% yaitu 32,0 Mpa.
2. Nilai kuat tekan rata-rata beton geopolimer yang menggunakan Abu Ampas Tebu sebagai substitusi terhadap Fly Ash pada pengujian AAT 5%, AAT 10%, dan AAT 15% di dapatkan nilai kuat tekan berturut-turut yaitu 26,0 Mpa, 23,0 Mpa, dan 20,3 Mpa. sedangkan pada pengujian AAT 5%.SP 2%, AAT 10%. SP 2%, dan AAT 15% SP. 2% nilai kuat tekan berturut-turut didapatkan sebesar 32,0 MPa, 27,2 Mpa dan 25,22 Mpa. Serta kuat tekan beton geopolimer yang menggunakan Superplasticizer sebagai bahan tambah tanpa AAT didapatkan 37,0 MPa. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa beton yang menggunakan *Superplasticizer* sebagai bahan tambah, tanpa menggunakan Abu Ampas tebu mengalami penurunan kuat tekan terhadap beton geopolimer normal.
3. Dalam penelitian ini diperoleh bahwa pengaruh penambahan abu ampas tebu terhadap substitusi fly ash yaitu abu ampas tebu tidak

dapat menggantikan fly ash karna abu ampas tebu yang digunakan pada penelitian ini tidak terbakar sempurna dengan suhu pembakaran 600°C yang mengakibatkan turunnya kuat tekan beton.

5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan dari hasil penelitian diatas maka diajukan beberapa saran sebagai bahan pertimbangan:

1. Sebaiknya tidak menambahkan air pada zat tambah superplasticizer karna akan mengakibatkan penurunan kuat tekan.
2. Abu ampas tebu yang digunakan seharusnya dibakar secara sempurna dengan suhu pembakaran yaitu 600°C selama 2 jam.
3. Dibutuhkan penelitian lebih lanjut mengenai beton geopolimer dengan jenis prekursor yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Bayuseno, A. P., et. al., 2010. *Sintesis Semen Polimer Berbahan Dasar Abu Vulkanik Dari Erupsi Gunung Merapi*, Rotari, Vol. 12 No. 4, pp. 10-16, Universitas Diponegoro
- Davidovits, J. 1999. *Chemistry of Geopolymer System, Terminology*. Paper presented at the Geopolymer '99 International Conference: Saint-Quentin, France.
- Davidovits, J. 1994. "High-Alkali Cements For 21st Century Concretes. In concrete Tecnology, past, Present adn Future". In Proceedings of V. Mohan Malhotra Symposium. 1994. Editor: P. Kumar Metha, ACI SP – 144. Pp. 383-397
- Ekaputri, dkk. 2007. *Sifat Mekanik Beton Polimer Berbahan Dasar Fly Ash Jawa Power Paiton sebagai Material Alternatif*. Jurnal PONDASI, vol 13 no 2 hal. 124-134.
- Hardjito D. 2005. *studies on Fly Ash-Based Geopolymer Concrete*. Curtin University of Tecnology: Perth, Australia
- Hardjito D, S. E. Wallah, M. D. J. Sumajouw, B. V. Rangan., 2004. "On The Development Of Fly ash-Base Geopolymer Concrete", *Technical Paper No. 101-M52, ACI Material Journal*, vol. 101, no. 6.
- M.Fildsah Thifari (2015). Pemanfaatan Abu Ampas Tebu sebagai Binder pada Peton Geopolimer

Marthin D.J Sumajouw & Sovie O.Dapas (2013) Buku Elemen trukstur Benton Bertulang Geopolimer. Editor : Putri Cristian DDC'21 : 693-54.

Metha P. K. (2001) "Reducing the enviromental impact of concrete."ACI Concrete Internasional,23(10);pp. 61-66.

Metha P.K. and R. W. Burrows (2001) "Building Durable Structures in the 21st Century."ACI Concrete Internasional 23 (03),pp. 57 -63.

Oktavian Arief Wijaya, Mahasiswa Teknik Sipil (UNESA), Pengaruh Penambahan *SUPERPLASTICIZER* pada Beton Geopolimer bahan dasar NaOH 14M Molar terhadap kuat tekan dan Porositas.

Utami, R., Herbudiman, B. Dan Irawan, R.R. 2017. Efek Tipe *Superplasticizer* Terhadap Sifat Beton Segar dan Beton Keras Pada Beton. *Geopolimer Berbasis Flay Ash*. 3 (1):1-12.



SUCOFINDO

LABORATORIUM GEOMEKANIK PT. SUCOFINDO MAKASSAR

Jln. Urip Sumaharjo No. 90 A Makassar Telp.(0411) 451890, 451891 fax.(0411) 451796

HASIL UJI KEKUATAN TEKAN BETON (SILINDER)

(SNI 2847-2013)

ID Sampel : Beton Normal Geopolimer

Tanggal Tes : 27 - 28 April 2021

No Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Perbandingan Campuran	Fly Ash : Pasir : Keikil	Berat (kg)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas Penampang (cm ²)	Umur (hari)	Beban Maksimum (KN)	Kekuatan Tekan (N / mm ²)	Target mutu benda uji Silinder (Mpa)
BK - I	30 Maret 2021	1 : 1,31 : 2,65		12.375	15,00	30,00	176,62	28	676,50	38,3	20
BK - II	30 Maret 2021	1 : 1,31 : 2,65		12.425	15,00	30,00	176,62	28	664,00	37,6	20
BK - III	30 Maret 2021	1 : 1,31 : 2,65		12.486	15,00	30,00	176,62	28	619,40	35,1	20
BK - IV	30 Maret 2021	1 : 1,31 : 2,65		12.440	15,00	30,00	176,62	28	655,30	37,1	20
BK - V	30 Maret 2021	1 : 1,31 : 2,65		12.350	15,00	30,00	176,62	28	705,20	39,9	20
BK - VI	30 Maret 2021	1 : 1,31 : 2,65		12.375	15,00	30,00	176,62	28	650,70	36,8	20
BK - VII	30 Maret 2021	1 : 1,31 : 2,65		12.380	15,00	30,00	176,62	28	708,30	40,1	20
BK - VIII	30 Maret 2021	1 : 1,31 : 2,65		12.455	15,00	30,00	176,62	28	621,00	35,2	20
BK - IX	30 Maret 2021	1 : 1,31 : 2,65		12.320	15,00	30,00	176,62	28	615,50	34,8	20
BK - X	30 Maret 2021	1 : 1,31 : 2,65		12.390	15,00	30,00	176,62	28	690,30	39,1	20
BK - XI	1 April 2021	1 : 1,31 : 2,65		12.370	15,00	30,00	176,62	28	680,60	38,5	20
BK - XII	1 April 2021	1 : 1,31 : 2,65		12.419	15,00	30,00	176,62	28	677,10	38,3	20
BK - XIII	1 April 2021	1 : 1,31 : 2,65		12.366	15,00	30,00	176,62	28	681,70	38,6	20
BK - XIV	1 April 2021	1 : 1,31 : 2,65		12.412	15,00	30,00	176,62	28	630,90	35,7	20
BK - XV	1 April 2021	1 : 1,31 : 2,65		12.360	15,00	30,00	176,62	28	668,00	37,8	20
BK - XVI	1 April 2021	1 : 1,31 : 2,65		12.387	15,00	30,00	176,62	28	689,80	39,1	20



LABORATORIUM GEOMEKANIK PT. SUCOFINDO MAKASSAR

Jln. Urip Sumaharjo No. 90 A Makassar Telp.(0411) 451890, 451891 fax.(0411) 451796

SUCOFINDO

HASIL UJI KEKUATAN TEKAN BETON (SILINDER)

(SNI 2847-2013)

BK - XVII	1 April 2021	1 : 1,31 : 2,65	12.355	15,00	30,00	176,62	28	612,90	34,7	20
BK - XVIII	1 April 2021	1 : 1,31 : 2,65	12.443	15,00	30,00	176,62	28	688,30	39,0	20
BK - XIX	1 April 2021	1 : 1,31 : 2,65	12.441	15,00	30,00	176,62	28	692,90	39,2	20
BK - XX	1 April 2021	1 : 1,31 : 2,65	12.332	15,00	30,00	176,62	28	636,10	36,0	20
							Jumlah	13265	751,0	
							Rata - Rata	663	37,55	

Makassar, April 2021

Diperiksa

Koordinator laboratorium sipil

PT. Sucofindo Makassar

Muhammad Ali, ST

Diuji Oleh

Mahasiswa

Valentino

Mengetahui

Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan



Ir. Eka Yuniarto, ST., MT.



SUCOFINDO

LABORATORIUM GEOMEKANIK PT. SUCOFINDO MAKASSAR

Jln. Urip Sumaharjo No. 90 A Makassar Telp.(0411) 451890, 451891 fax.(0411) 451796

HASIL UJI KEKUATAN TEKAN BETON (SILINDER)

(SNI 2847-2013)

Tanggal Tes : 29/04/2021

Id Sampel : SP 2 %

No Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Perbandingan Campuran		Berat (kg)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas Penampang (cm ²)		Umur (hari)	Beban Maksimum (KN)	Kekuatan Tekan (N / mm ²)	Target mutu benda uji Silinder (Mpa)
		Fly Ash : SP : Pasir : Keikil										
I	02/04/2021	1 : 1,31 : 2,65		12.495	15,00	30,00	176,62	176,62	28	659,8	37,4	20
II	02/04/2021	1 : 1,31 : 2,65		12.450	15,00	30,00	176,62	176,62	28	656,1	37,1	20
III	02/04/2021	1 : 1,31 : 2,65		12.390	15,00	30,00	176,62	176,62	28	644,2	36,5	20
									Jumlah	1960	111,0	
									Rata - Rata	653	37,0	

Makassar, April 2021

Diuji Oleh

Mahasiswa

Diperiksa
Koordinator laboratorium sipil
PT. Sucofindo Makassar

Muhammad Ali, ST

Mengetahui
Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan


Ir.Eka Yuniarto, ST., MT.


Valentino



LABORATORIUM GEOMEKANIK PT. SUCOFINDO MAKASSAR

Jln. Urip Sumaharjo No. 90 A Makassar Telp.(0411) 451890, 451891 fax.(0411) 451796

SUCOFINDO

HASIL UJI KEKUATAN TEKAN BETON (SILINDER)

(SNI 2847-2013)

Tanggal Tes : 29/04/2021
Id Sampel AAT 5%

No Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Perbandingan Campuran		Berat (kg)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	volume Penampang (cm ³)		Umur (hari)	Beban Maksimum (KN)		Kekuatan Tekan (N / mm ²)	Target Mutu benda uji Silinder (Mpa)
		Flay Ash	AAT				Pasir	Keikil					
I	02/04/2021	0,95	0,05	1,31	2,65	12.413	15,00	30,00	176,62	28	563,2	31,9	20
II	02/04/2021	0,95	0,05	1,31	2,65	12.354	15,00	30,00	176,62	28	576,1	32,6	20
III	02/04/2021	0,95	0,05	1,31	2,65	12.405	15,00	30,00	176,62	28	558,9	31,6	20
									Jumlah		1698	96,1	
									Rata - Rata		566	32,0	

Makassar, April 2021

Diuji Oleh
Mahasiswa


Valentino

Diperiksa
Koordinator laboratorium sipil
PT. Sucofindo Makassar



Muhammad Ali ST

Mengetahui
Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan


Ir.Eka Yuniarto, ST, .MT.



SUCOFINDO

LABORATORIUM GEOMEKANIK PT. SUCOFINDO MAKASSAR

Jln. Urip Sumaharjo No. 90 A Makassar Telp.(0411) 451890, 451891 fax.(0411) 451796

HASIL UJI KEKUATAN TEKAN BETON (SILINDER)

(SNI 2847-2013)

Tanggal Tes : 29/04/2021
Id Sampel AAT 10 %

No Uji	Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Perbandingan Campuran Fly Ash : AAT : Pasir : Kalkil	Berat (kg)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	volume Penampang (cm ³)	Umur (hari)	Beban Maksimum (KN)	Kekuatan Tekan (N / mm ²)	Target mutu benda uji Silinder (Mpa)
I		02/04/2021	0,95 : 0,10 : 1,31 : 2,65	12.145	15,00	30,00	176,62	28	468,3	26,5	20
II		02/04/2021	0,95 : 0,10 : 1,31 : 2,65	12.150	15,00	30,00	176,62	28	487,1	27,6	20
III		02/04/2021	0,95 : 0,10 : 1,31 : 2,65	12.148	15,00	30,00	176,62	28	485,8	27,5	20
								Jumlah	1441	81,6	
								Rata - Rata	480	27,2	

Makassar, April 2021

Diperiksa
Koordinator laboratorium sipil
PT. Sucofindo Makassar

Muhammad Ali, ST

Diuji Oleh
Mahasiswa

Valentino

Mengetahui
Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan

Ir. Eka Ybriarto, ST, MT.



SUCOFINDO

LABORATORIUM GEOMEKANIK PT. SUCOFINDO MAKASSAR

Jln. Urip Sumaharjo No. 90 A Makassar Telp.(0411) 451890, 451891 fax.(0411) 451796

HASIL UJI KEKUATAN TEKAN BETON (SILINDER)

(SNI 2847-2013)

Tanggal Tes : 29/4/2021
Id Sampel : AAT 15 %

No Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Perbandingan Campuran		Berat (kg)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	volume Penampang		Umur (hari)	Beban Maksimum (KN)		Kekuatan Tekan (N / mm ²)	Target mutu benda uji Silinder (Mpa)
		Fly Ash : AAT : Pasir : Kelikil											
I	02/04/2021	0,95 : 0,15 : 1,31 : 2,65		12.040	15,00	30,00	176,62	176,62	28	454,3	25,7	20	
II	02/04/2021	0,95 : 0,15 : 1,31 : 2,65		12.150	15,00	30,00	176,62	176,62	28	438,5	24,8	20	
III	02/04/2021	0,95 : 0,15 : 1,31 : 2,65		12.050	15,00	30,00	176,62	176,62	28	443,7	25,1	20	
									Jumlah	1337	75,7		
									Rata - Rata	446	25,2		

Makassar, April 2021

Diuji Oleh

Mahasiswa

Valentino

Diperiksa
Koordinator laboratorium sipil
PT. Sucofindo Makassar

Muhammad Ali, ST

Mengetahui
Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan

Ir. Eka Yuharto, ST, MT



LABORATORIUM GEOMEKANIK PT. SUCOFINDO MAKASSAR

SUCOFINDO Jln. Urip Sumaharjo No. 90 A Makassar Telp.(0411) 451890, 451891 fax.(0411) 451796

HASIL UJI KEKUATAN TEKAN BETON (SILINDER)

(SNI 2847-2013)

Tanggal Tes : 15/07/2021
Id Sampel AAT 5% Tanpa SP

No Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Perbandingan Campuran Fly Ash: AAT : Pasir : Keikil	Berat (kg)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas penampang (cm ²)	Umur (hari)	Beban Maksimum (KN)		Kekuatan Tekan (N / mm ²)	Target Mutu benda uji Silinder (28 hari)
I	18/06/2021	0,95:0,05:1,31:2,65	12.114	15,00	30,00	176,6	28	470,5		26,6	20
II	18/06/2021	0,95:0,05:1,31:2,65	12.024	15,00	30,00	176,6	28	450,7		25,5	20
III	18/06/2021	0,95:0,05:1,31:2,65	12.010	15,00	30,00	176,6	28	455,8		25,8	20
							Jumlah	1377,0		78,0	
							Rata - Rata	459		26,0	

Mengetahui,
Kepala laboratorium Struktur dan Bahan


Ir. Eka Yudianto, ST.MT

Makassar, juli 2021
Diuji Oleh
Mahasiswa



Valentino



SUCOFINDO

LABORATORIUM GEOMEKANIK PT. SUCOFINDO MAKASSAR

Jln. Urip Sumaharjo No. 90 A Makassar Telp.(0411) 451890, 451891 fax.(0411) 451796

HASIL UJI KEKUATAN TEKAN BETON (SILINDER)

(SNI 2847-2013)

Tanggal Tes : 15/07/2021

Id Sampel AAT 10% Tanpa SP

No Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Perbandingan Campuran		Slump (cm)	Berat (kg)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	volume Penampang (cm ³)	Umur (hari)	Beban Maksimum (KN)		Kekuatan Tekan (N / mm ²)	Target Mutu benda uji Silinder (28 hari)
		Fly Ash	Asi:AM ¹ : Pasir : Keikil										
I	18/06/2021	0,90:0,10:1,31:2,65	8	11.975	15,00	30,00	176,6	415,8	28	415,8	23,5	20	
II	18/06/2021	0,90:0,10:1,31:2,65	8	11.982	15,00	30,00	176,6	405,5	28	405,5	23,0	20	
III	18/06/2021	0,90:0,10:1,31:2,65	8	11.861	15,00	30,00	176,6	397,6	28	397,6	22,5	20	
								1219	Jumlah		69,0		
								406	Rata - Rata		23,0		

Mengetahui,
Kepala laboratorium Struktur dan Bahan


Ir. Eka Yuniarto, ST.MT

Makassar, juli 2021

Diuji Oleh
Mahasiswa


Valentino



SUCOFINDO

LABORATORIUM GEOMEKANIK PT. SUCOFINDO MAKASSAR

Jln. Urip Sumaharjo No. 90 A Makassar Telp.(0411) 451890, 451891 fax.(0411) 451796

HASIL UJI KEKUATAN TEKAN BETON (SILINDER)

(SNI 2847-2013)

Tanggal Tes : 15/07/2021

Id Sampel AAT 15% Tanpa SP

No Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Perbandingan Campuran Fly Ash : AAF Pasir : Keikal	Slump (cm)	Berat (kg)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	volume Penampang (cm ³)	Umur (hari)	Beban Maksimum (KN)	Kekuatan Tekan (N / mm ²)	Target Mutu benda uji Silinder (28 hari)
I	18/06/2021	0,85:0,15:1,31:2,65	8	11.551	15,00	30,00	176,6	28	359	20,3	20
II	18/06/2021	0,85:0,15:1,31:2,65	8	11.487	15,00	30,00	176,6	28	352	19,9	20
III	18/06/2021	0,85:0,15:1,31:2,65	8	11.352	15,00	30,00	176,6	28	365	20,7	20
								Jumlah	1075	60,9	
								Rata - Rata	358	20,3	

Mengetahui,
Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan

Makassar, juli 2021
Diuji Oleh
Mahasiswa

Ir. Eka Yuharto, ST.MT

Valentino



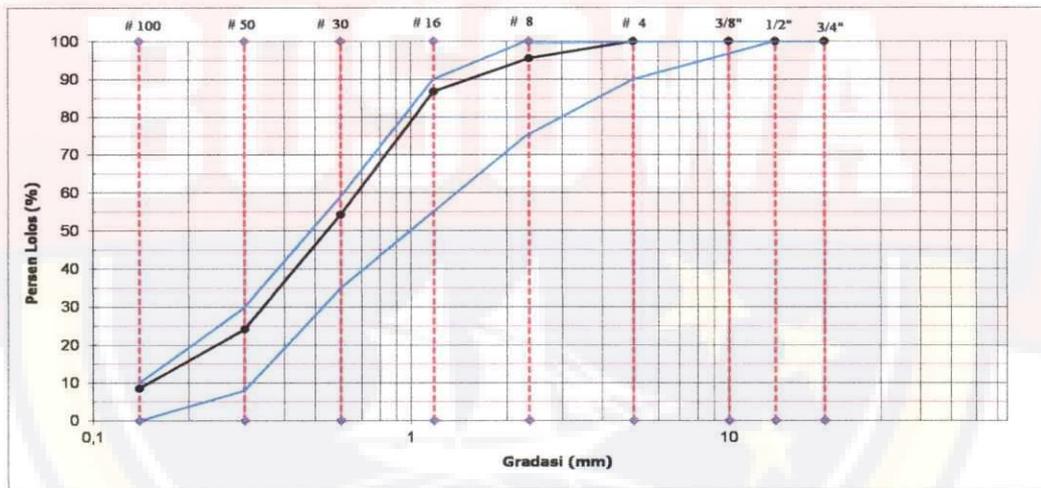
LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS

Material : Agregat Halus
Tanggal : 17 Februari 2021
Sumber : Tombongi

Nama : Valentino
Pembimbing :
1. Ir. Arman Setiawan, ST. MT.
2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.

Saringan No	Total : 1500			Total : 1500			Rata-rata	SNI 2834 tahun 2000
	Sampel 1			Sampel 2			%	
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Lolos	
3/4"	0	0	100	0	0	100	100	-
1/2"	0	0	100	0	0	100	100	-
3/8"	0	0	100	0	0	100	100	-
No. 4	0,0	0	100	0,00	0	100	100	90-100
No. 8	71,50	4,77	95,23	63,60	4,24	95,76	95,50	75-100
No. 16'	204,50	13,63	86,37	191,80	12,79	87,21	86,79	55-90
No. 30	679,30	45,29	54,71	691,80	46,12	53,88	54,30	35-59
No. 50	1128,90	75,26	24,74	1146,50	76,43	23,57	24,15	8-30
No. 100	1391,90	92,79	7,21	1352,90	90,19	9,81	8,51	0-10
No. 200	1459,20	97,28	2,72	1497,30	99,82	0,18	1,45	-
Pan	1498,10	99,87	0,13	1497,50	99,83	0,17	0,15	-



Diperiksa Oleh
Kep. Laboratorium Struktur dan Bahan

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.

Makassar, 17 Februari 2021
Diuji Oleh
Mahasiswa

Valentino



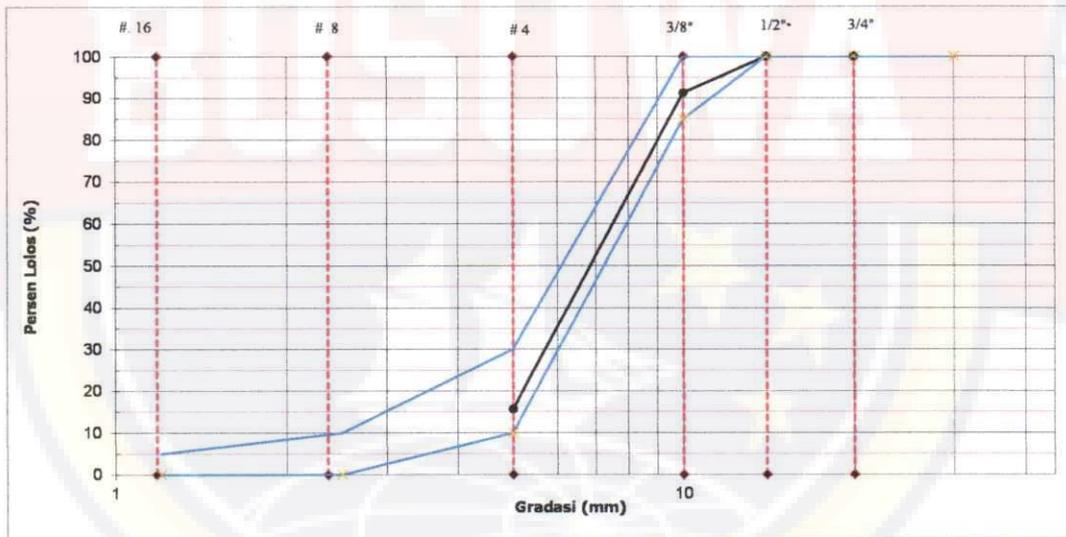
LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR

Material : Batu pecah maks 10 mm
 Tanggal : 17 Februari 2021
 Sumber : Tombongi

Nama : Valentino
 Pembimbing :
 1. Ir. Arman Setiawan, ST. MT.
 2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.

Saringan No	Total :	2000		Total :	2000		Rata-rata	SNI 2847 thn 2013
	Sampel	1		Sampel	2		%	
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Lolos	
3/4"	0	0	100	0	0	100	100	-
1/2"	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	100,00	100,00	100-100
3/8"	230,80	11,54	88,46	116,70	5,84	94,17	91,31	85-100
No. 4	1693,80	84,69	15,31	1679,80	83,99	16,01	15,66	10-30
No. 8	1889,50	94,48	5,53	1855,60	92,78	7,22	6,37	0-10
No. 16	1925,60	96,28	3,72	1946,25	97,31	2,69	3,20	0-5
No. 30	1947,76	97,39	2,61	1955,80	97,79	2,21	2,41	-
No. 50	1979,60	98,98	1,02	1969,95	98,50	1,50	1,26	-
No. 100	1982,50	99,13	0,88	1979,81	98,99	1,01	0,94	-
No. 200	1991,57	99,58	0,42	1990,20	99,51	0,49	0,46	-
Pan	1997,80	99,89	0,11	1996,92	99,85	0,15	0,13	-



Makassar, 17 Februari 2021

Diperiksa Oleh
 Kep Laboratorium Struktur dan Bahan

Diuji Oleh
 Mahasiswa


 Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.


 Valentino



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT HALUS
(SNI 1973 : 2008)

Material : Agregat Halus
Tanggal : 17 Februari 2021
Sumber : Tombongi

Nama : Valentino
Pembimbing :
1. Ir. Arman Setiawan, ST. MT.
2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.

Lepas

Nomor Benda Uji		I	II
Berat Container (A)	(gr)	7550	7550
Berat Container + Agregat (B)	(gr)	11898	11899
Berat Agregat (C) = (B) - (A)	(gr)	4348	4349
Volume Container (D)	(cm ³)	3103,11	3103,11
Berat Isi Agregat = $\frac{C}{D}$	(gr/cm ³)	1,401	1,401
Berat Isi Rata-rata Agregat		1,401	

Padat

Nomor Benda Uji		I	II
Berat Container (A)	(gr)	7550	7550
Berat Container + Agregat (B)	(gr)	12016	12025
Berat Agregat (C) = (B) - (A)	(gr)	4466	4475
Volume Container (D)	(cm ³)	3103,11	3103,11
Berat Isi Agregat = $\frac{C}{D}$	(gr/cm ³)	1,439	1,442
Berat Isi Rata-rata Agregat		1,441	

Makassar, 17 Februari 2021

Diperiksa Oleh
Kep Laboratorium Struktur dan Bahan



Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.

Diuji Oleh
Mahasiswa

Valentino



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS
(SNI 1970 : 2008)

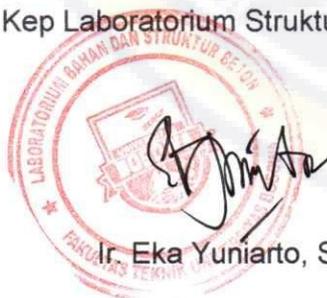
Material : Agregat Halus
Tanggal : 17 Februari 2021
Sumber : Tombongi

Nama : Valentino
Pembimbing :
1. Ir. Arman Setiawan, ST. MT.
2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.

	A	B	Rata - rata
Berat benda uji kering - permukaan jenuh	500,10	500,10	500,10
Berat Benda Uji kering Oven Bk	491,90	490,80	491,35
Berat Piknometer diisi air (25°C) B	692,40	687,10	689,75
Berat piknometer + benda uji (SSD) Bt	959,20	952,90	956,05

	A	B	Rata-Rata
Berat Jenis (Bulk) $\frac{Bk}{(B + 500 - Bt)}$	2,11	2,10	2,10
Berat Jenis Kering - Permukaan Jenuh $\frac{500}{B + 500 - Bt}$	2,14	2,13	2,14
Berat Jenis Semu (Apparent) $\frac{Bk}{B + Bk - Bt}$	2,19	2,18	2,18
Penyerapan (Absorption) $\frac{(500 - Bk)}{Bk} \times 100\%$	2,69	2,89	1,79

Diperiksa Oleh
Kep Laboratorium Struktur dan Bahan



Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.

Makassar, 17 Februari 2021

Diuji Oleh
Mahasiswa

Valentino



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAAN LOLOS SARINGAN NO.200
AGREGAT HALUS

Material : Agregat Halus
Tanggal : 17 Februari 2021
Sumber : Tombongi

Nama : Valentino
Pembimbing :
1. Ir. Arman Setiawan, ST. MT.
2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.

			I	II
Berat benda uji sebelum dicuci	gram	A	1000	1000
Berat benda uji setelah dicuci	gram	B	948,4	964,2
Berat Lumpur	gram	C (A - B)	51,6	35,8
Kadar Lumpur	%	$(C/A)*100$	5,16	3,58
Kadar Lumpur Rata- rata		%	4,37	

Makassar, 17 Februari 2021

Diperiksa Oleh
Kep Laboratorium Struktur dan Bahan

Diuji Oleh
Mahasiswa



Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.

Valentino



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT HALUS
(SNI 1965 : 2008)

Material : Agregat Halus
Tanggal : 17 Februari 2021
Sumber : Tombongi

Nama : Valentino
Pembimbing :
1. Ir. Arman Setiawan, ST. MT.
2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.

			I	II
Berat benda uji	gram	A	500,2	500,4
Berat benda uji kering oven	gram	B	477,7	476,7
Berat Air	gram	$C = (A - B)$	22,5	23,7
Kadar Air	%	$(C/B) * 100$	4,71	4,97
Kadar Air Rata-rata		%	4,84	

Makassar, 17 Februari 2021

Diperiksa Oleh
Kep Laboratorium Struktur dan Bahan

Diuji Oleh
Mahasiswa



Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.

Valentino



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

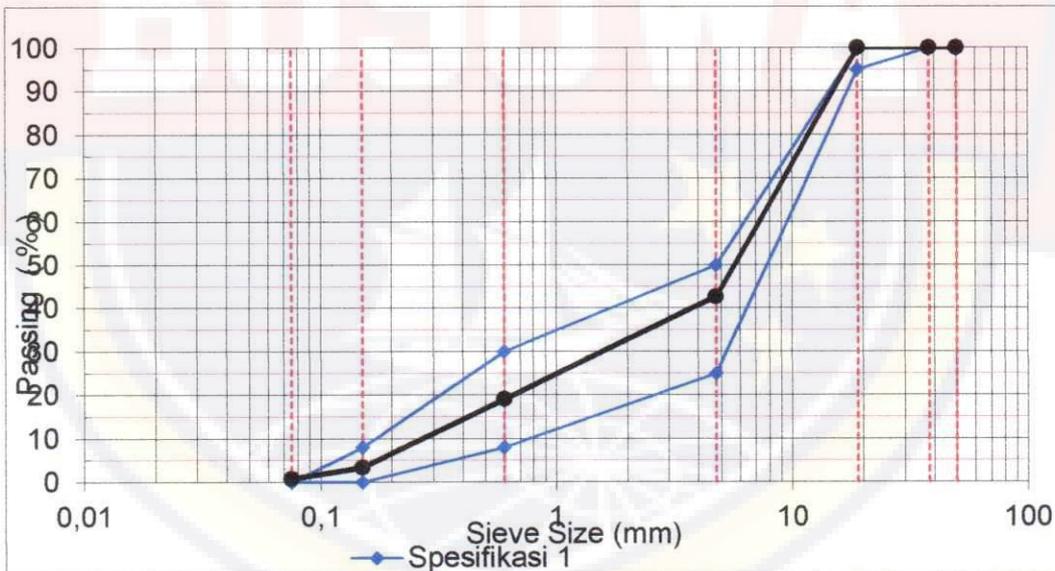
COMBINED AGGREGATE GRADING

Material : Batu pecah maks 10 mm
 Tanggal : 17 Februari 2021
 Sumber : Tombongi

Nama : Valentino
 Pembimbing :
 1. Ir. Arman Setiawan, ST. MT.
 2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.

ASTM SIEVE SIZE	AGGREGATE GRADING (AVARAGE)				COMBINED AGGREGATE GRADING BETON (Maksimum Nominal 20 mm)									ASTM C-33	
	a	b	c	d	I	II	III	IV	V	VI	VII	VII	IX		
3/4	100,00	100			100										95-100
1/2	100,00	100			100										-
3/8	91,31	100			94,1										-
No. 4	15,66	100			42,6										35-55
No.8	6,37	95,50			34,9										-
No.16	3,20	86,79			30										-
No. 30	2,41	54,30			19										10-35
NO.50	1,26	24,15			8,59										-
No. 100	0,94	8,51			3,36										0-8
No. 200	0,46	1,45			0,77										-

AGGREGATE	a. BP maks 20 mm	68							
BLENDING RATIO	b. Pasir	32							



Makassar, 17 Februari 2021

Diperiksa Oleh
 Kep Laboratorium Struktur dan Bahan

Diuji Oleh
 Mahasiswa


 Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.


 Valentino



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN

JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BOSOWA

RANCANGAN CAMPURAN BETON (CONCRETE MIX DESIGN).

Material : Rancangan Campuran Beton (Mix Design) Normal
 Tanggal : 23 Februari 2021

Data :

Slump	=	-	cm
Kuat tekan yang disyaratkan (Silinder)	=	20,0	Mpa
Deviasi Standar (Sr)	=	-	kg/cm ²
Nilai Tambah (Margin)	=	7	Mpa
Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	=	27	Mpa
Faktor Air Bebas (Fas)	=	0,47	(Grafik)
Na ₂ Sio ₃	=	169,70	kg/m ³
NaOH 10 Molar	=	84,85	kg/m ³
Faktor Air Maksimum	=	0,55	(Tabel)
Kadar Air Bebas	=	212,12	kg/m ³
Kadar fly ash Maksimum	=	424,24	kg/m ³
Kadar fly ash Minimum	=	325	(Tabel)
Berat Isi Beton	=	2350	(Grafik)
Berat Agregat Gabungan	=	1683,62	kg/m ³
Berat Agregat Halus	=	558,08	kg/m ³
Berat Agregat Kasar	=	1125,53	kg/m ³
Berat Jenis Gabungan	=	2,23	kg/m ³

a. Menentukan deviasi standar

Berdasarkan nilai kuat tekan yang disyaratkan yaitu (silinder), maka :

$$\text{Deviasi standar (Sr)} = 20 \text{ kg/cm}^2 = - \text{MPa} > 4 \text{ MPa}$$

b. Menghitung nilai tambah (margin)

Tabel 5.3.22 SNI 2847- 2013

$$M = 7 \quad \text{Karena di bawah 25 Mpa}$$

c. Menghitung kuat tekan rata-rata

$$f_{c_r} = f_c + M$$

$$f_{c_r} = 20 + 7 = 27 \text{ Mpa}$$

d. Penetapan Faktor Air

Besar faktor air (fas) diambil dari grafik

- berdasarkan kuat tekan rata-rata (f_{c_r}) = 0,55 (berdasarkan grafik korelasi fas dan f_{c_r})

e. Penetapan kadar air bebas

Berdasarkan nilai slump cm dan f maksimum agregat 10 mm, maka diperoleh :

$$\begin{aligned} \text{Kadar air bebas alami (Wf)} &= 225 \text{ kg/m}^3 \text{ beton} \\ \text{Kadar air bebas bt. pecah (Wc)} &= 250 \text{ kg/m}^3 \text{ beton} \\ \text{Kadar air bebas} &= (2/3 \times Wf) + (1/3 \times Wc) \\ &= (2/3 \times 225) + (1/3 \times 250) \\ &= 233 \text{ kg/m}^3 \text{ beton} \end{aligned}$$

f. Penetapan kadar fly ash

$$\begin{aligned} \text{Kadar fly ash Maks} &= \frac{\text{Kadar air bebas (Wf)}}{\text{Faktor air (fas)}} = \frac{233}{0,55} = 424,24 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Kadar fly ash minimum} &= 325 \text{ kg/m}^3 \text{ beton} \end{aligned}$$

Diambil yang terbesar dari kedua kadar fly ash tersebut, sehingga :

$$\begin{aligned} \text{fas} &= \frac{233,33}{325,00} = 0,72 < \text{dari fas maksimum} = 0,52 \\ &= 424,24 \text{ kg/m}^3 \text{ beton} \end{aligned}$$

g. Berat jenis gabungan agregat

$$\begin{aligned} \text{Bj. Gabungan} &= \text{a. Bj. Spesifik SSD pasir} + \text{b. Bj. Spesifik SSD kerikil 1-2} \\ \text{Bj. Gabungan} &= 0,68 \times 2,14 + 0,32 \times 2,41 = 2,23 \end{aligned}$$



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

h. Berat volume beton segar

Berdasarkan nilai bj. Gabungan 2,23 dan kadar air bebas 233 kg/m³ (grafik), maka diperoleh :
 Berat volume beton segar = 2350 kg/m³

i. Berat total agregat (pasir+kerikil)

Berat total agregat = Berat Volume Beton Segar - Kadar Air Bebas - Kadar fly ash Maksimum

Berat total agregat =	2350	-	233	-	424,24	=	1692,42	kg/m ³ beton
Berat pasir =	32%	X	1692,42	=	541,58	kg/m ³ beton		
Berat kerikil 1-2 =	68%	X	1692,42	=	1150,85	kg/m ³ beton		
Jumlah =					1692,42	kg/m ³ beton		

k. Hasil mix design SSD karakteristik agregat

Sebelum Koreksi

Air (Wa)	=	233,33	kg/m ³
fly ash (Ws)	=	424,24	kg/m ³
Pasir (B _{SSDp})	=	541,58	kg/m ³
Kerikil 0,5-1 (B _{SSDk})	=	1150,85	kg/m ³
Jumlah	=	2350,00	kg/m ³

Sesudah Koreksi

(Untuk fly ash, tidak dikoreksi)

fly ash (Ws)	=	424,24	kg/m ³
Pasir (B _{SSDp})	=	558,09	kg/m ³
Kerikil 0,5-1 (B _{SSDk})	=	1125,53	kg/m ³
NaOH 10 Molar	=	85	kg/m ³
NaSiO ₃	=	169,70	kg/m ³
Jumlah	=	2362,41	kg/m ³

l. Koreksi campuran beton untuk pelaksanaan

Fly Ash = Kadar air x Faktor air semen
 = 233,33 x 0,55
 = 424,24 kg/m³

Air Pencampur = Fly ash : 2
 = 424,24 : 2
 = 212,12 kg/m³

NaOH 10 Mol = Molar x Mr x air pencampur / 1000
 = 10 x 40 x 212,12 / 1000
 = 84,85 kg/m³

NaSiO₃ = NaOH 10 Mol x 2
 = 84,85 x 2
 = 169,70 kg/m³

Koreksi Pasir = Jumlah Pasir + (KadarAir Pasir - Absorpsi Pasir) x (Jumlah Pasir)/100
 = 541,58 + (4,84 - 1,79) x (541,58 / 100)
 = 558,094 kg/m³

Koreksi BP = Jumlah Kerikil + (Kadar Air Kerikil 0,5-1 - Absorpsi Kerikil 0,5-1) x (Jumlah Kerikil 0,5-1)/100
 = 1150,85 + (0,72 - 2,92) x (1150,85 / 100)
 = 1125,53 kg/m³

Perencanaan mix desain beton normal Geopolimer

BAHAN BETON	BERAT/M3 BETON (kg)	VOLUME BENDA UJI	BERAT UTK 1 SAMPEL (kg)
Fly Ash	424,242	0,0053	2,248
Pasir	558,094	0,0053	2,957
Bp Maks 10	1125,530	0,0053	5,964
NaOH	84,848	0,0053	0,450
NaSiO ₃	169,697	0,0053	0,899



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Perencanaan mix design variasi adalah sebagai berikut :

FA	AAT	Na ₂ SiO ₃	NaOH	Ag Halus	Ag Kasar	FA	AAT	SP
%	%	KG	KG	KG	KG	KG	KG	KG
95	5	0,899	0,450	2,957	5,964	2,136	0,112	0,045
90	10	0,899	0,450	2,957	5,964	2,023	0,225	0,045
85	15	0,899	0,450	2,957	5,964	1,911	0,337	0,045
100	-	0,899	0,450	2,957	5,964	2,248	-	0,045
Jumlah sampel		3	3	3	3	3	3	3
Total		10,790	5,395	35,486	71,567	24,952	2,023	0,53951

Perhitungan volume benda uji silinder 15 x 30

$$V = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times t$$

$$V = \frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,15)^2 \times 0,3$$

$$V = 0,0053$$

V = volume

D = jari-jari

Makassar, 17 Februari 2021

Diperiksa Oleh
Kep Laboratorium Struktur dan Bahan

Diuji Oleh
Mahasiswa

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.

Valentino



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT KASAR
(SNI 1973 : 2008)

Material : Batu pecah maks 10 mm
Tanggal : 17 Februari 2021
Sumber : Tombongi

Nama : Valentino
Pembimbing :
1. Ir. Arman Setiawan, ST. MT.
2. Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.

Lepas

Nomor Benda Uji		I	II
Berat Container (A)	(gr)	7550	6910
Berat Container + Agregat (B)	(gr)	11395	11815
Berat Agregat (C) = (B) - (A)	(gr)	3845	4905
Volume Container (D)	(cm ³)	3057,76	3057,76
Berat Isi Agregat = $\frac{C}{D}$	(gr/cm ³)	1,257	1,604
Berat Isi Rata-rata Agregat		1,431	

Padat

Nomor Benda Uji		I	II
Berat Container (A)	(gr)	7550	6910
Berat Container + Agregat (B)	(gr)	12395	11260
Berat Agregat (C) = (B) - (A)	(gr)	4845	4350
Volume Container (D)	(cm ³)	3057,76	3057,76
Berat Isi Agregat = $\frac{C}{D}$	(gr/cm ³)	1,584	1,423
Berat Isi Rata-rata Agregat		1,504	

Makassar, 17 Februari 2021

Diperiksa Oleh
Kep Laboratorium Struktur dan Bahan


Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.

Diuji Oleh
Mahasiswa


Valentino

L

A

M

P

I

R

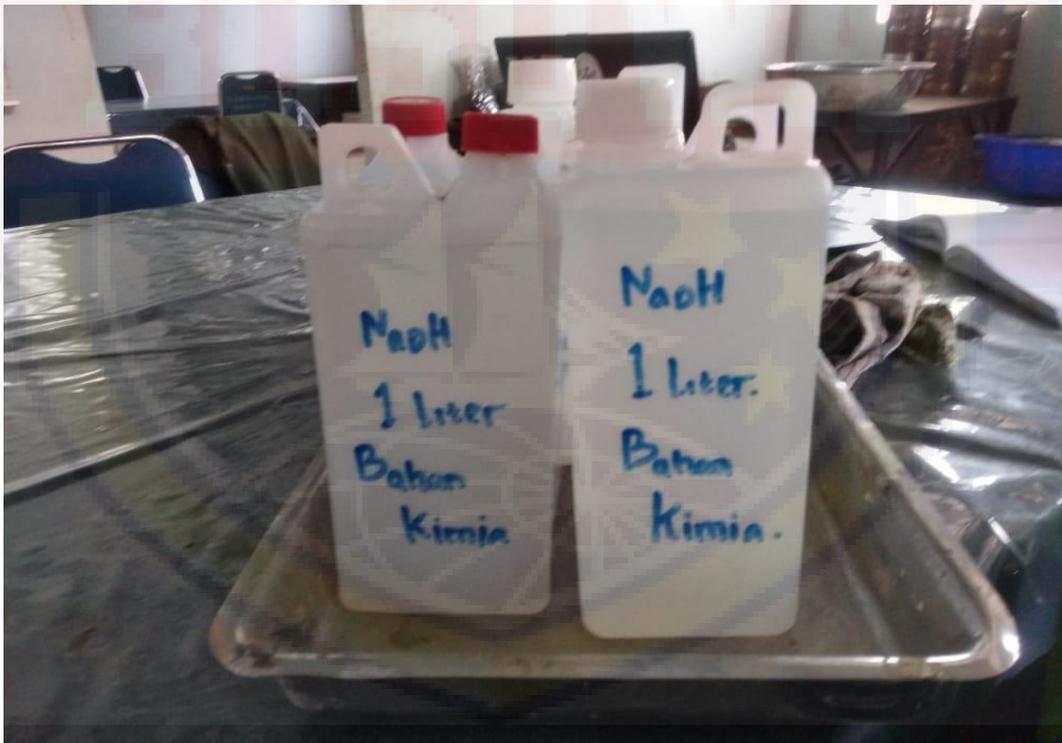
A

N

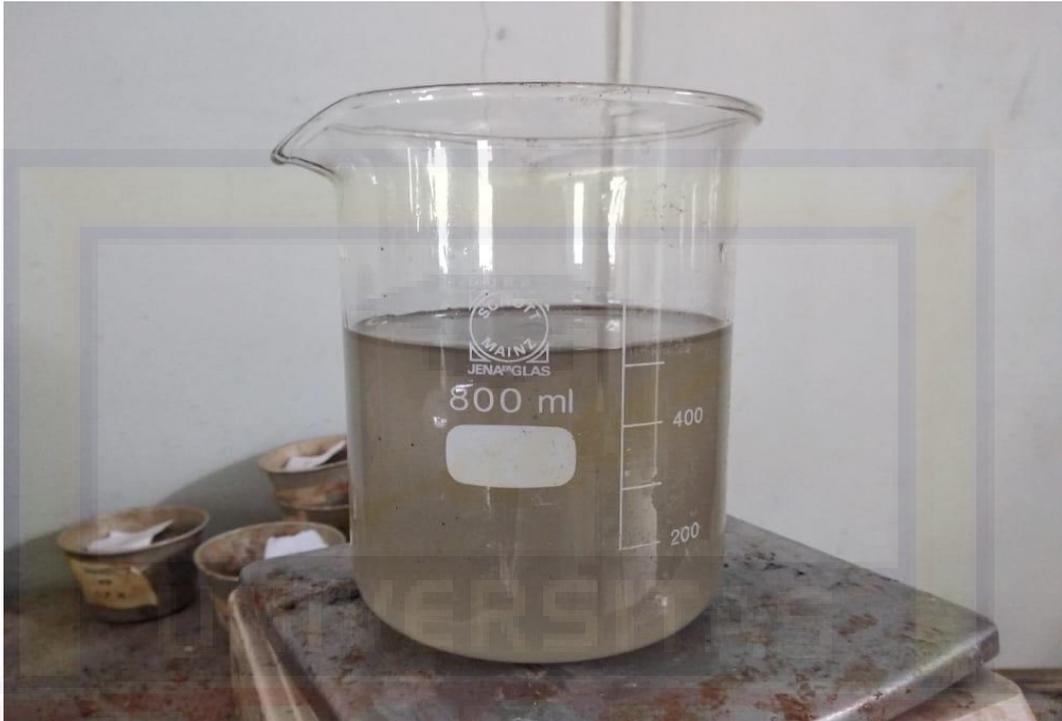
DOKUMENTASI PENELITIAN



MATERIAL NaOH DALAM BENTUK PADAT



MATERIAL NaOH YANG SUDAH DILARUTKAN 10 MOLARITAS



MATERIAL Na_2SiO_3 (SILICA GEL)



SUPERPLASTICIZERS DALAM BENTUK BUBUK



MATERIAL FLY ASH (LIMBAH B3 BATU BARA)



PENGAMBILAN BENDA UJI SEBELUM ANALISA SARINGAN



PENGUJIAN ANALISA SARINGAN



PROSES PENIMBANGAN SAMPEL YANG TERTAHAN DI SARINGAN



PENGUJIAN BERAT JENIS HALUS



PENGUJIAN SSD AGREGAT KASAR



PENGUJIAN BERAT ISI AGREGAT



PROSES PENIMBANGAN NaOH PADAT YANG AKAN DI LARUTKAN



PROSES PENCAAMPURAN NaOH DENGAN Na_2SiO_3 (AKTIVATOR)



CONTOH BATU PECAH UKURAN 10 MM YANG DIGUNAKAN



PROSES MIX DESAIN YANG DILAKUKAN SECARA MANUAL



CONTOH SAMPEL BETON NORMAL YANG DI BUNGKUS PLASTIK



CONTOH BETON VARIASI YANG DI BUNGKUS PLASTIK



PROSES PENIMBANGAN BENDA UJI SEBELUM DILAKUKAN UJI KUAT TEKAN



PROSES PENGUJIAN KUAT TEKAN



MENGAMATI PROSE PENGUJIAN KUAT TEKAN



SALAH SATU HASIL KUAT TEKAN BETON



CONTOH KERETAKAN SETELAH PENGUJIAN KUAT TEKAN