

TUGAS AKHIR

ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN ABU TEMPURUNG KELAPA TERHADAP KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER DENGAN DAN TANPA ZAT TAMBAH



Disusun Oleh

FERDI SIKANNA

45 16 041 044

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

UNIVERSITAS BOSOWA

MAKASSAR

2022



LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUTUP

Judul Tugas Akhir :

"Analisis Pengaruh Penambahan Abu Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton Geopolimer Dengan dan Tanpa Zat Tambah

Disusun dan diajukan oleh :

Nama : FERDI SIKANNA

NIM : 4516041044

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

Telah disetujui oleh Komisi Pembimbing :

Pembimbing 1 : Ir.Arman Setiawan.,ST, MT. (.....)

Pembimbing 2 : Ir. Eka Yuniarto,ST, MT. (.....)

Makassar,.....Juli 2022

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik

Dr. H. NASRULLA, ST, MT.
NIDN. 09-080773-01

Ketua Program Studi Teknik Sipil

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



LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar No. 1176/FT/Unibos/VIII/2022, Tanggal 31 Agustus 2022, perihal Pengangkatan Panitia dan tim Penguji Tugas Akhir, maka pada :

Hari / Tanggal : Rabu / 31 Agustus 2022
Nama : **FERDI SIKANNA**
Nomor Stambuk : **4516 041 044**
Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : “Analisis Pengaruh Penambahan Abu Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton Geopolimer Dengan Dan Tanpa Zat Tambah”

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar 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 Makassar.

TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Ketua (Ex. Officio) : **Ir. Arman Setiawan, ST. MT** (.....)
Sekretaris (Ex. Officio) : **Ir. Eka Yuniarto, ST. MT** (.....)
Anggota : **Ir. Fauzy Lebang, ST. MT** (.....)
Ir. Hj. Satriawati Canggara. MSP (.....)

Makassar, 31 Agustus 2022

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Univ. Bosowa Makassar

(Dr. Nasrullah, ST. MT)
NIDN 09 080773 01

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Univ. Bosowa Makassar

(Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT)
NIDN 100 010565 02

**SURAT PERNYATAAN
KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ferdi Sikanna
Nomor Stambuk : 45 16 041 044
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Analisis Pengaruh Penambahan Abu Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton Geopolimer Dengan Dan Tanpa Zat Tambah .

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Tugas akhir yang saya tulis ini merupakan hasil karya sendiri dan Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau hasil pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan pengetahuan, saya tidak keberatan apabila Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa menyimpan, mengalih mediadakan/mengalih formatkan, mengelolah dalam bentuk data base, mendistribusikan dan menampilkan 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, September 2022

Yang menyatakan



(Ferdie Sikanna)

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan berkat, kasih karunia yang berlimpah sehingga Penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN ABU TEMPURUNG KELAPA TERHADAP KUAT TEKAN BETON GEOPOLIMER DENGAN DAN TANPA ZAT TAMBAH ”** Tugas akhir ini disusun berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan di laboratorium Struktur dan Bahan Universitas Bosowa. Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk meraih gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.

Dalam penulisan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan – bantuan pihak lain dalam memberi bantuan dan bimbingan, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan tugas akhir. Untuk itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Tuhan yang Maha Esa tempat meminta dan memohon pertolongan
2. Kedua orang tua & Keluarga yang telah memberikan dukungan moral dan materi yang tidak terhitung jumlahnya, sehingga tugas akhir ini dapat rampung seperti saat ini.
3. Bapak Arman Setiawan, ST.MT sebagai pembimbing I, dan Ibu Dr. Ir. Hj. Hijriah, ST. MT sebagai pembimbing II dan Ir. Eka Yuniarto, ST.MT selaku Kepala Laboratorium Struktur dan Bahan yang sudah meluangkan waktunya untuk membimbing dan mengarahkan saya

sehingga terselesainya penyusunan Tugas Akhir ini.

4. Bapak Ir. Syahrul Sariman, MT selaku Ketua KBK Struktur
5. Bapak Dekan, Para Wakil Dekan dan Staf Fakultas Teknik Universitas Bosowa.
6. Bapak Dr. Ir. Andi Rumpang Yusuf, M.T. sebagai Ketua Jurusan Teknik sipil Universitas Bosowa.
7. Seluru dosen serta staf Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa atas segala arahan dan bantuannya.
8. PLTU Jeneponto, yang telah memberikan material.
9. Teman - teman Angkatan 2016 Teknik Sipil Universitas Bosowa yang telah membagi suka dan duka dengan penulis selama perkuliahan.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa pada penulisan tugas akhir ini masih banyak terdapat kekurangan dan kesalahan, oleh sebab itu penulis mohon maaf dan mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak.

Akhirnya, semoga penulisan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun rekan-rekan mahasiswa lainnya dimasa yang akan datang dan semoga segala bantuan dari semua pihak bernilai ibadah disisi Tuhan Yang Maha Esa, Amin.

Makassar, .Agustus. 2022

Ferdi sikanna

Analisis Pengaruh Penambahan Abu Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton Geopolimer Dengan Dan Tanpa Zat Tambah .

Oleh: Ferdi Sikanna¹, Arman Setiawan², Eka Yuniarto³

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh penambahan abu tempurung kelapa sebagai pengganti secara parsial pada fly ash terhadap kuat tekan beton geopolimer dan pengaruh penambahan dan tanpa penambahan zat tambah pada variasi abu tempurung kelapa. Metode penelitian ini yaitu dengan membandingkan beton kontrol dengan beton variasi fly ash dicampur abu tempurung kelapa 5%, 10%, 15%, dengan dan tanpa penambahan 2% superplastizer. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa beton menggunakan abu tempurung kelapa 5% mengalami kenaikan sebesar 3,7% dari beton kontrol, dan pada penambahan 10% dan 15% abu tempurung kelapa mengalami penurunan kuat tekan beton berturut-turut sebesar 36 % dan 47,5%. Untuk perbandingan penambahan superplastizer 2% terhadap kuat tekan beton geopolimer abu tempurung kelapa tanpa menggunakan zat tambah sebesar 7,8%, 23,4% dan 16,8%, dari setiap variasi abu tempurung kelapa.

ANALYSIS OF THE EFFECT OF ADDING COCONUT SHELL ASH TO THE COMPRESSIVE STRENGTH OF GEOPOLYMER CONCRETE WITH AND WITHOUT ADDITIVES

By: Ferdi Sikanna¹, Arman Setiawan², Eka Yuniarto³

ABSTRACT

This study aims to determine how the effect of adding coconut shell ash as a partial substitute for fly ash on the compressive strength of geopolymer concrete and the effect of adding and without adding additives to variations of coconut shell ash. The method of this research is to compare the control concrete with the variation of fly ash mixed with coconut shell ash 5%, 10%, 15%, with and without the addition of 2% superplasticizer. From the results of this study it can be concluded that the concrete using 5% coconut shell ash increased by 3.7% from the control concrete, and at the addition of 10% and 15% coconut shell ash decreased the compressive strength of the concrete by 36% and 47, respectively. 5%. For the comparison of the addition of 2% superplasticizer to the compressive strength of coconut shell ash geopolymer concrete without using additives of 7.8%, 23.4% and 16.8%, from each variation of coconut shell ash.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PEGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-4
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	I-4
1.3.1 Tujuan Penelitian.....	I-4
1.3.2 Manfaat Penelitian.....	I-5
1.4 Pokok Bahasan dan Batasan Masalah	I-5
1.4.1 Pokok Bahasan	I-5
1.4.2 Batasan Masalah.....	I-5
1.5 Sistematik Penulisan.....	I-6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Gambaran Umum	II-1
2.2 Beton Geopolimer.....	II-2
2.3 Material Penyusun Beton Geopolimer	II-3
2.3.1 <i>Fly Ash</i>	II-5
2.3.2 Abu Tempurung Kelapa.....	II-7

2.3.3 Alkali Aktivator	II-9
2.3.4 Agregat Halus.....	II-10
2.3.5 Agregat Kasar.....	II-11
2.3.6 Superplastisizer Sulphonated – Naphthalene.....	II-12
2.4 Pengujian Karakteristik Agregat	II-14
2.3.1 Kadar Air	II-14
2.3.2 Kadar Lumpur.....	II-14
2.3.3 Berat Isi	II-15
2.3.4 Berat Jenis dan Penyerapan Untuk Agregat Kasar	II-15
2.3.5 Analisis Saringan.....	II-17
2.5 Uji Slump Test	II-17
2.6 Kuat Tekan	II-18
2.7 Proses Pembentukan Geopolimer.....	II-19
2.8 Penelitian Terdahulu.....	II-22

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian	III-1
3.2 Lokasi Penelitian	III-3
3.3 prosedur Penelitian.....	III-3
3.3.1 Tahap Persiapan	III-3
3.3.2 Tahap Pengujian Karakteristik Agregat	III-3
3.3.3 Tahap Perancangan Campuran Beton	III-4
3.3.4 Tahap Pembuatan Benda Uji	III-4
3.3.5 Tahap Perawatan Benda Uji.....	III-5

3.3.6 Tahap Pengujian Kuat Tekan Beton.....	III-6
3.4 Variabel Penelitian.....	III-6
3.4.1 Variabel Bebas	III-6
3.4.2 Variabel Terikat	III-6
3.5 Notasi Sampel dan Jumlah Sampel.....	III-6
3.6 Referensi Pengujian	III-7
3.7 Metode Analisis	III-7
3.7.1 Nilai kuat tekan beton geopolimer menggunakan abu tempurung kelapa dengan zat tambah superplastisizer	III-7
3.7.2 Pengaruh zat tambah superplasticizer terhadap kuat tekan beton <i>Geopolimer</i>	III-7

BAB IV Hasil dan Pembahasan

4.1 Hasil Pengujian	IV-1
4.1.1 Hasil Pengujian Karakteristik	IV.1
4.1.2 Gradasi Gabungan Agregat	IV.3
4.1.3 Mix Design	IV.3
4.1.4 Hasil Pengujian Beton Kontrol	IV.4
4.1.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Variasi.....	IV.6
4.2 Pembahasan.....	IV.7
4.2.1 Pengaruh Abu Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton Geopolimer dengan menggunakan superplasticizer	IV.7
4.2.2 Pengaruh Abu Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton Geopolimer tanpa menggunakan superplasticizer	IV.8

4.2.3 Pengaruh Abu Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton Geopolimer dengan dan tanpa menggunakan superplasticizer IV.9

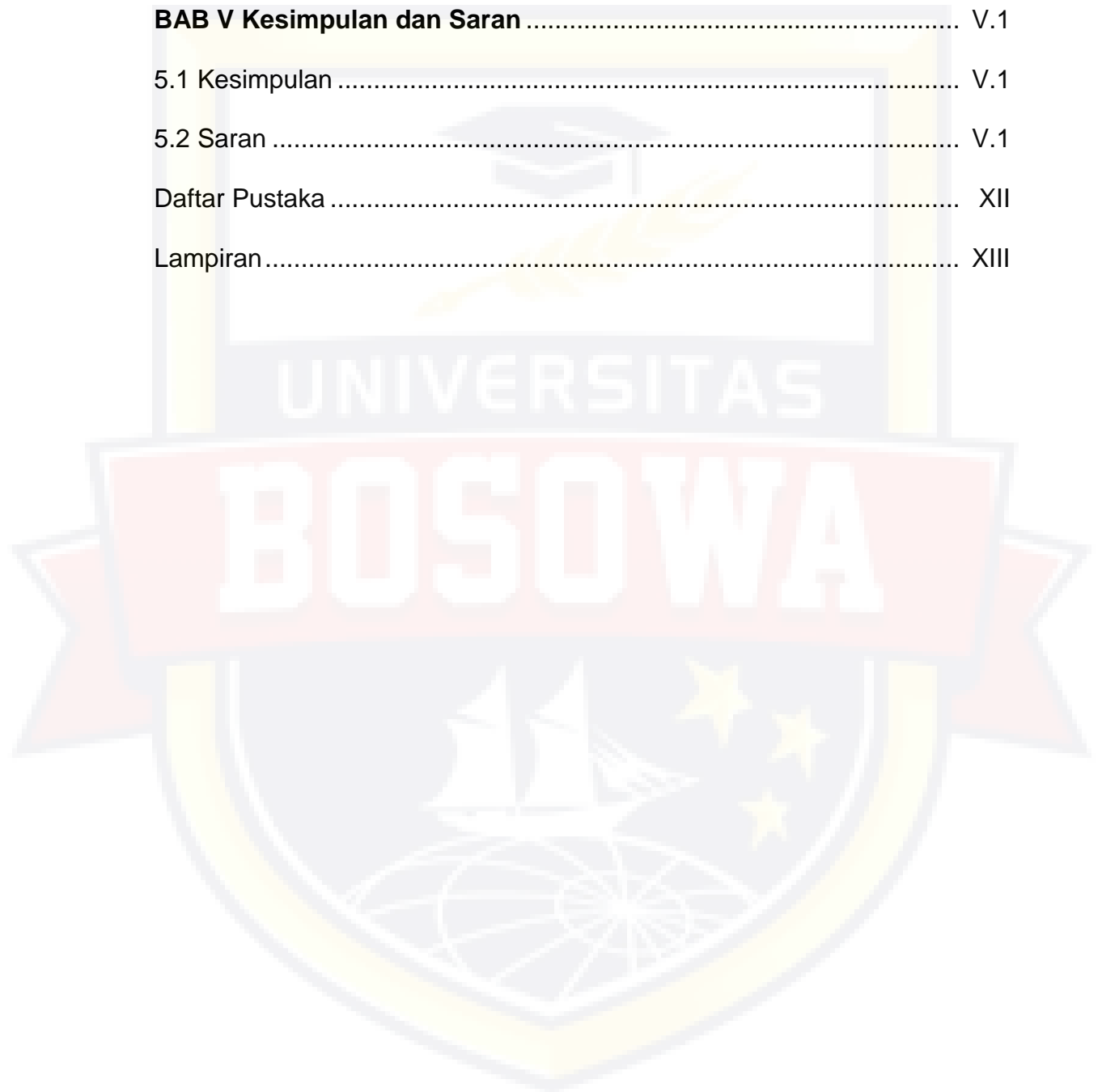
BAB V Kesimpulan dan Saran V.1

5.1 Kesimpulan V.1

5.2 Saran V.1

Daftar Pustaka XII

Lampiran XIII



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Konsep Dasar Produksi Beton Geopolimer	II-3
Gambar 2.2	Perbandingan Ukuran Partikel semen Fly Ash dan Silica fume	II-6
Gambar 2.3	Abu tempurung kelapa lolos saringan no 200.....	II-9
Gambar 2.4	NaOH (Flakes).....	II-10
Gambar 2.5	Kerucut Abraham.....	II.17
Gambar 2.6	Pengujian Kuat Tekan Beton	II.18
Gambar 2.7	Alkalinasi dan pembentukan aluminat tetravalen.....	II.19
Gambar 2.8	Proses Menjadi Pantavalen	II.20
Gambar 2.9	Pembentukan SI-OH dan Siloxo dasar	II.20
Gambar 2.10	Pembentukan gugus Silonal SI-OH	II.20
Gambar 2.11	Pembentukan ikatan SI-O-Na	II.21
Gambar 2.12	Struktur rantai Felspar	II.21
Gambar 2.13	Proses Kondensasi.....	II.22
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	III.1-3
Gambar 4.1	Hasil Gradasi Penggabungan Agregat	IV-3
Gambar 4.2	Gambar hasil nilai kuat tekan beton kontrol.....	IV-5
Gambar 4.3	Perbandingan kuat tekan beton geopolimer normal dan variasi dengan menggunakan superplasticizer	IV-7
Gambar 4.4	Perbandingan kuat tekan beton geopolimer normal dan variasi tanpa superplasticizer.....	IV.8

Gambar 4.5 Perbandingan kuat tekan beton geopolimer normal dan variasi dengan dan tanpa superplasticizer..... IV.9



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Notasi sampel	III.6
Tabel 3.2 Referensi Pengujian.....	III.7
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Analisis saringan	IV.1
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar	IV.2
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Agregat Halus	IV.2
Tabel 4.4 Komposisi kebutuhan bahan campuran beton kontrol	IV.3
Tabel 4.5 Hasil pengujian kuat tekan beton geopolimer kontrol.....	IV.4
Tabel 4.6 Hasil pengujian kuat tekan beton geopolimer variasi dengan superplasticizer	IV.6
Tabel 4.7 Hasil pengujian kuat tekan beton geopolimer variasi tanpa superplasticizer	IV.6
Tabel 4.8 Persentase Peningkatan dan Penurunan Kuat Tekan beton normal Dengan Variasi penambahan zat tambah	IV.8
Tabel 4.9 Persentase Peningkatan dan Penurunan Kuat Tekan beton Normal dengan variasi tanpa zat tambah.....	IV.10
Tabel 4.10 Persentase Peningkatan Penambahan Superplasticizer PadaSetiap Variasi Abu Tempurung Kelapa	IV.11

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan bahan bangunan yang sangat umum digunakan, karena memiliki kekuatan untuk menahan gaya tekan yang tinggi. Beton sendiri tersusun dari agregat halus (pasir), agregat kasar (kerikil), dan semen. Namun penggunaan semen justru memiliki banyak kerugian lingkungan. Dimulai dari proses pengambilan bahan nya yang mengeruk gunung kapur yang sangat banyak. Davidovits (1994) menyatakan proses produksi semen menghasilkan gas emisi CO₂ dalam jumlah yang sebanding dengan jumlah semen yang diproduksi. Dengan kata lain, memproduksi 1 ton semen sama dengan memproduksi 1 ton CO₂ ke dalam udara. Bahkan hingga pada saat digunakan dalam campuran beton, semen memproduksi gas karbon dioksida dengan jumlah yang sangat banyak.

Pada pelaksanaan pembakaran batu bara di PLTU, menghasilkan produk sampingan (*side product*) berupa abu terbang atau *fly ash* sebagai sisa dari pembakaran batu bara yang kemudian dihisap keluar dan ditumpuk. Abu terbang sendiri mengandung bahan kimia silika dan Alumina, yang membuat Abu terbang tersebut memiliki sifat *pozolanic* seperti semen. Proses pembakaran yang tidak optimal, serta kualitas batu bara yang digunakan akan sangat mempengaruhi komposisi kimiawi yang terkandung, sehingga berengaruh pada sifat dan karakteristik abu terbang

tersebut.

Beton geopolimer merupakan jenis beton yang tidak menggunakan semen sama sekali. Limbah abu terbang dimanfaatkan sebagai sumber material binder pada campuran beton. Davidovits (1999) menyatakan beton geopolimer ini terbentuk dari reaksi kimia bukan dari reaksi hidrasi seperti pada beton biasa. Dalam pembuatan beton geopolimer diperlukan alkali aktifator yang berfungsi mengikat agregat karena *fly ash* tidak memiliki kemampuan mengikat seperti halnya semen. Hardjito dkk. (2004) menyatakan aktivator yang umumnya digunakan adalah *sodium hidoksida* dan *sodium silikat*. Sodium silikat berfungsi untuk mempercepat reaksi polimerisasi, sedangkan natrium hidoksida berfungsi untuk mereaksikan unsur-unsur Al dan Si yang terkandung dalam binder sehingga dapat menghasilkan ikatan polimer yang kuat. Ekaputri dan Triwulan (2013) menyatakan “semakin tinggi molaritas yang digunakan, maka semakin tinggi pula kuat tekan dan kuat belah yang dihasilkan.” Berdasarkan penelitian LI, Ding, dan Zhang didapat beberapa kelebihan beton geopolimer dibandingkan dengan beton konvensional, antara lain :

- a. hemat energi dan ramah lingkungan,
- b. tingkat penyusutan volume beton lebih rendah,
- c. dapat mencapai kekuatan hingga 70% dalam waktu 4 jam,
- d. tingkat ketahanan tinggi terhadap serangan lingkungan yang agresif,
dan
- e. pasta geopolimer mampu bertahan pada suhu 1000° C hingga

1200°C tanpa mengurangi fungsi yang dimilikinya.

Seperti halnya semen, abu terbang yang sudah dicampur dengan alkali aktivator membutuhkan waktu untuk dapat bereaksi hingga pada akhirnya mengeras. Pada pengujian setting time pada semen dipengaruhi oleh jenis semen dan jumlah air yang digunakan, maka pada abu terbang setting time sangat dipengaruhi oleh kelas abu terbang yang digunakan, jumlah perbandingan abu terbang dengan alkali aktivator, dan juga dipengaruhi tingkat molaritas alkali aktivator. Hardjito (2005) menyatakan aktivator yang umumnya digunakan adalah sodium hidroksida 8M sampai 14M dan sodium silikat dengan perbandingan antara 0,5 sampai 2,5.

Davidovits (1994) menyatakan proses produksi dan penggunaan semen membawa dampak buruk bagi lingkungan, sehingga perlu diadakan penelitian mengenai bahan alternatif pengganti semen sebagai bahan bangunan. Beton geopolimer dapat mereduksi pencemaran lingkungan karena tidak menggunakan semen. Beton geopolimer menggunakan bahan dasar dengan kandungan unsur silika dan alumina yang tinggi. Abu terbang sebagai bahan ikat memiliki sifat yang berbeda dengan semen, sehingga perlu dilakukan penelitian terkait kandungan kimia, teknik pembuatan sampel, hingga pengujian sampel pada saat diaplikasikan pada beton geopolimer.

Beton segar (fresh concrete) membutuhkan waktu untuk dapat mengeras secara sempurna. Kuat tekan beton mengalami peningkatan

kuat tekan secara terus menerus dan dianggap mencapai kuat tekan sempurna pada umur 28 hari. Pada pekerjaan pengecoran yang bersifat massal seperti pada proyek, beton tidak ditunggu sampai mencapai umur 28 hari sebelum dilakukan pekerjaan pengecoran selanjutnya yang dianggap dapat memberi beban pada struktur beton tersebut. Perlu diadakan penelitian mengenai peningkatan kuat tekan beton berdasarkan umur sebagai pegangan untuk memprediksi apakah kuat tekan maksimum yang akan dicapai pada umur 28 hari sudah mencapai spesifikasi, dan sebagai pegangan pada umur berapa struktur beton tersebut siap untuk diberi beban. Untuk dapat mengetahui peningkatan kuat tekan beton dapat dilakukan pengujian pada sampel beton dengan umur 3 hari, 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan pada saat sudah mengeras sempurna pada umur 28 hari.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka masalah dalam penelitian ini dapat di rumuskan bahwa :

1. Bagaimana nilai kuat tekan beton geopolimer dengan penambahan abu tempurung kelapa secara parsial ?
2. Bagaimana pengaruh zat tambah superplastiziser terhadap kuat tekan beton geopolimer variasi abu tempurung kelapa?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1 Tujuan penelitian

Bedasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan yang ingin

dicapai dari penelitian ini antara lain :

1. untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton geopolimer yang menggunakan abu tempurung kelapa secara persial
2. Untuk mengetahui pengaruh zat tambah superplastiziser terhadap kuat tekan beton geopolimer variasi abu tempurung kelapa

1.3.2 Manfaat Penelitan

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini antara lain sebagai berikut.

1. Mengetahui manfaat penggunaan abu tempurung kelapa sebagai pengganti semen pada bahan pembuat beton.
2. Sebagai informasi kepada masyarakat bahwa limbah abu tempurung kelapa dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengganti semen pada campuran beton geopolimer.

1.4 Pokok Bahasan dan Batasan Masalah

1.4.1 Pokok Bahasan

Adapun pokok bahasan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tidak melakukan pengujian karakteristik abu tempurung kelapa
2. Melakukan pengujian kuat tekan beton.

1.4.2 Batasan Masalah

Mengingat banyaknya hal yang dapat mempengaruhi dalam suatu penelitian, maka permasalahan dalam penelitian ini dibatasi dalam hal-hal sebagai berikut :

1. Tidak melakukan pengujian karakteristik *fly ash* dan abu tempurung kelapa

2. Limbah abu tempurung kelapa yang digunakan diperoleh dari pasar tradisional Makassar

3. *Natrium Hidroksida* (NaOH), dan *Natrium Silikat* (Na_2SiO_3) digunakan sebagai alkali aktivator

4. Metode perawatan yang digunakan adalah metode steam curing

1.5 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Merupakan gambaran singkat tentang pola umum penyajian tugas akhir yang berisi uraian latar belakang, maksud dan tujuan penelitian, ruang lingkup penelitian, batasan masalah, gambaran umum penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang landasan teori yang menjadi acuan untuk proses pengambilan data, analisa data serta pembahasan

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menguraikan tentang pelaksanaan penelitian di laboratorium yang meliputi: diagram alur penelitian, metode pengujian, metode analisis, serta prosedur penelitian.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum

Penggunaan semen sebagai bahan ikat utama pada beton memiliki banyak kekurangan. Dimulai dari proses pengambilan bahan nya yang mengeruk gunung kapur yang sangat banyak. Davidovits (1994) menyatakan proses produksi semen menghasilkan gas emisi CO₂ dalam jumlah yang sebanding dengan jumlah semen yang diproduksi, dengan kata lain memproduksi 1 ton semen sama dengan memproduksi 1 ton CO₂ ke dalam udara. Bahkan hingga pada saat digunakan dalam campuran beton, semen memproduksi gas karbon dioksida dengan jumlah yang sangat banyak.

Pada pelaksanaan pembakaran batu bara di PLTU, menghasilkan produk sampingan (side product) berupa abu terbang atau fly ash sebagai sisa dari pembakaran batu bara yang kemudian dihisap keluar dan ditumpuk. Abu terbang sendiri mengandung bahan kimia silika dan alumina, yang membuat abu terbang tersebut memiliki sifat pozzolanic seperti semen. Proses pembakaran yang tidak optimal, serta kualitas batu bara yang digunakan akan sangat mempengaruhi komposisi kimiawi yang terkandung sehingga berengaruh pada sifat dan karakteristik abu terbang tersebut.

Kedua bahasan tersebut meyangkut permasalahan lingkungan yang ditimbulkan oleh masing-masing bahan. Sebagai solusi utama pada

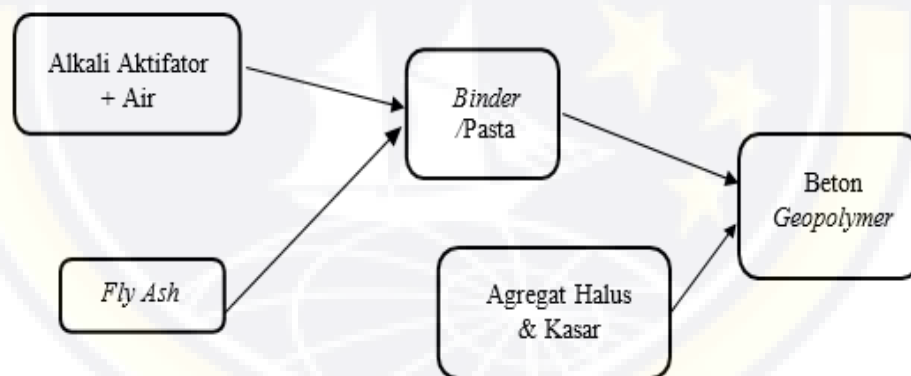
permasalahan ini adalah dengan mengurangi atau bahkan menghentikan penggunaan semen pada beton, dengan memanfaatkan fly ash sebagai limbah yang memiliki sifat pozzolanic seperti pada semen. Beton dengan bahan ikat fly ash ini sering disebut dengan beton Geopolymer. Semakin banyak penelitian mengenai beton geopolimer menunjukkan bahwa fly ash semakin terbukti dapat dipakai sebagai bahan ikat pengganti semen, dengan harapan permasalahan utama diatas dapat teratasi dan beton geopolimer terbukti sebagai beton ramah lingkungan.

2.2 Beton Geopolimer

Beton geopolimer merupakan jenis beton yang tidak menggunakan semen sama sekali. Limbah abu terbang dimanfaatkan sebagai sumber material binder pada campuran beton. Davidovits (1999) menyatakan “beton geopolimer terbentuk dari reaksi kimia bukan dari reaksi hidrasi seperti pada beton biasa. Proses pembuatan beton geopolimer membutuhkan alkali aktifator sebagai pereaksi kandungan silika dan alumina yang terkandung dalam *fly ash* karena *fly ash* tidak memiliki sifat *cementious*.” Aktivator yang umumnya digunakan adalah sodium hidoksida dan sodium silikat. Sodium silikat berfungsi untuk mempercepat reaksi polimerisasi, sedangkan natrium hidoksida berfungsi untuk mereaksikan unsur- unsur Al dan Si yang terkandung, sehingga dapat menghasilkan ikatan polimer yang kuat (Hardjito dkk, 2004). Semakin tinggi molaritas yang digunakan, maka semakin tinggi pula kuat tekan dan kuat belah yang dihasilkan. Walaupun demikian ditemukan bahwa beton

geopolimer bersifat lebih getas daripada beton konvensional (Ekaputri dan Triwulan, 2013).

Seperti halnya semen, abu terbang yang sudah dicampur dengan alkali aktivator membutuhkan waktu untuk dapat bereaksi hingga pada akhirnya mengeras. Pada pengujian setting time pada semen dipengaruhi oleh jenis semen dan jumlah air yang digunakan, maka pada abu terbang setting time sangat dipengaruhi oleh kelas abu terbang yang digunakan, jumlah perbandingan abu terbang dengan alkali aktivator, dan juga dipengaruhi tingkat Molaritas alkali aktivator yang digunakan. Hardjito (2005) menyatakan aktivator yang umumnya digunakan sodium hidroksida 8M sampai 14M dan sodium silikat dengan perbandingan antara 0.5 sampai 2.5. Berikut gambar konsep dasar produksi beton geopolimer dapat dilihat pada Gambar 2.1 berikut ini.



Gambar 2.1 Konsep Dasar Produksi Beton Geopolimer

2.3 Material 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.

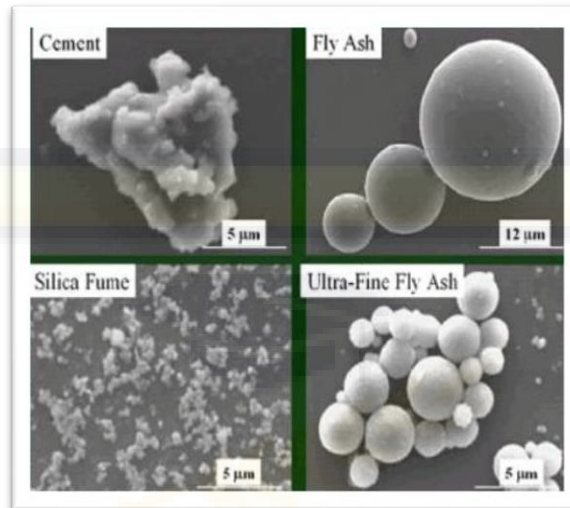
Beton geopolimer terdiri dari agregat kasar, agregat halus, dan air. NaOH dilarutkan dengan aquades, kemudian dicampur dengan Na_2SiO_3 . Li, Ding dan Zhan (2004) menyatakan “secara umum beton geopolimer merupakan varian yang memiliki nilai *slump* tinggi namun cepat mengeras sehingga menurunkan *workability*. Namun disamping itu, beton ini mampu mencapai kuat tekan 70% dalam waktu 4 jam pertama.” Seperti halnya semen, abu terbang yang sudah dicampur dengan alkali aktifator membutuhkan waktu untuk dapat bereaksi hingga pada akhirnya mengeras. *Setting time* pada semen dipengaruhi oleh jenis semen dan jumlah air yang digunakan, sedangkan *setting time* pada abu terbang sangat dipengaruhi oleh kelas abu terbang yang digunakan, jumlah perbandingan abu terbang dengan alkali aktifator, dan juga dipengaruhi tingkat Molaritas alkali aktifator yang digunakan.

Pengertian dari penjelasan beton geopolimer tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa dalam pembuatan beton ini harus teliti dalam pemilihan material, pencampuran material dan terutama dalam teknis atau proses pembuatan sampel benda.

2.3.1 FLY ASH

Berdasarkan SNI 03-6414-2002, *fly ash* atau abu terbang merupakan hasil limbah pembakaran pada tungku pembangkit listrik tenaga uap yang berbentuk halus, bundar dan bersifat pozolanic. Sedangkan ASTM C-618 mendefinisikan sebagai butiran halus residu pembakaran batubara atau bubuk batu bara.

Ukuran partikel *fly ash* dimulai kurang dari 1 μm (micrometer) hingga lebih besar dari 100 μm , terdapat beberapa literatur menyebutkan ukuran 0.5 μm – 300 μm , dengan sebagian besar berukuran 20 μm . pada umumnya hanya sekitar 10 % hingga 30% ukuran partikel *fly ash* yang lebih besar dari 50 μm . Luas permukaan *fly ash* berkisar antara 300 m^2/kg hingga 500 m^2/kg , dengan batas bawah 200 m^2/kg dan batas atas 700 m^2/kg . Berat jenis atau Specific Gravity (Gs) *fly ash* cukup bervariasi, terdapat beberapa institusi yang memberikan rentang tersendiri, namun umumnya rentang terbesar berkisar 1.6 – 3.1. Secara umum specific gravity material *fly ash* berkisar antara 1.9 – 2.55. Massa jenis *fly ash* dalam kondisi kering berkisar 540 – 860 kg/m^3 , dan dalam kondisi penggetaran alam kemasan pada umumnya mempunyai massa jenis 1.120 – 1.500 kg/m^3 . Perbandingan ukuran antara partikel semen, *fly ash*, dan silica fume berdasarkan foto Scanning Electron Microscope dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut ini.



Gambar 2.2 Perbandingan Ukuran Partikel Semen, Fly Ash, dan Silica Fume

Fly ash yang dapat digunakan untuk campuran pengganti sebagian semen dalam beton diatur dalam ASTM (*American Standard Testing Methods*) nomor C 618 (*Standard Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzolan for Use as a Mineral Admixture in Portland Cement Concrete*).

Jenis batu bara dengan kualitas tertentu yang digunakan pada pembakaran, serta tingkat optimalisasi proses pembakaran akan sangat mempengaruhi kadar kandungan kimiawi pada fly ash. Terdapat 2 klasifikasi kelas fly ash berdasarkan kandungannya seperti pada berikut ini.

1. Kelas F

- a. *Fly ash* dengan kandungan CaO kurang dari 10% yang dihasilkan dari pembakaran anthracite atau bitumen batubara (bituminous).
- b. Kadar ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) lebih dari 70%.

c. Kadar $\text{CaO} < 10\%$, batasan menurut ASTM menyatakan maksimal 20% , sedangkan dalam Canadian Standard Association (CSA) dinyatakan maksimal 8% .

d. Kadar karbon (C) berkisar antara $5\% - 10\%$.

e. *Fly ash* kelas F tidak memiliki sifat *cementious* karena mengandung kalsium yang rendah atau sering disebut *low-calcium fly ash*, dan hanya bersifat pozolanic.

2. Kelas C

a. Mengandung CaO lebih dari 10% yang dihasilkan dari pembakaran *lignite* atau sub-bitumen batubara (batubara muda / *sub-bituminous*).

b. Kadar ($\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$) lebih dari 50% .

c. Kadar $\text{CaO} > 10\%$, ASTM menyatakan 20% , CSA menetapkan $8\% - 20\%$ untuk tipe CI dan diatas 20% untuk tipe CH.

d. Kadar karbon (C) sekitar 2% .

Fly ash kelas C disebut juga *high-calcium fly ash* karena mengandung CaO yang cukup tinggi, sehingga memiliki sifat *cementious* dan juga pozolanic. Jika terkena air atau kelembaban, akan terhidrasi dan dapat mengeras dalam waktu sekitar 45 menit.

Abu terbang atau *fly ash* tidak memiliki kemampuan mengikat seperti halnya semen, namun dengan kehadiran air dan ukurannya yang halus, oksida silika yang di kandung dalam *fly ash* akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida yang terbentuk dari proses hidrasi semen dan menghasilkan zat yang memiliki kemampuan mengikat (Djiwantoro, 2001)

Menurut jurnal penelitian beton berjudul “Experimental Study on Partial Replacement of Cement with Coconut Shell Ash in Concrete” telah diuji penggantian sebagian semen dengan persentase masing-masing 10%, 15%, 20% dari berat semen, didapatkan bahwa kuat tekan beton berkurang. Namun pada jurnal penelitian beton berjudul “Pengaruh Pemakaian Arang Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton” telah diuji penggantian sebagian semen dengan persentase masing-masing 2,5%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5% dari berat semen, didapatkan hasil kuat tekan beton meningkat dari penggantian sebagian semen sebesar 2,5% dari berat semen hingga mencapai kuat tekan maksimum pada penggantian sebagian semen sebesar 7,5% dari berat semen. Setelah itu penggantian semen sebesar 7,5%, selanjutnya kuat tekan beton menurun.

2.3.2 Abu tempurung kelapa

Abu tempurung kelapa atau istilah luar yaitu Coconut Shell Ash (CSA) merupakan abu atau fly ash hasil pembakaran dari tempurung kelapa. Dalam sebuah jurnal penelitian beton berjudul “Experimental Study on Partial Replacement of Cement with Coconut Shell Ash in Concrete” didapatkan bahwa hasil pembakaran 21 dari tempurung kelapa yaitu CSA mengandung senyawa silica atau SiO_2 , yang berarti sama seperti abu sekam padi dimana CSA dapat bersifat pozolan. Dalam jurnal tersebut dilampirkan juga tabel mengenai komposisi dari CSA dengan Ordinary Portland Cement (OPC) disana.



2.3 Abu tempurung kelapa Lolos Saringan No. 200

2.3.3 Alkali Aktivator

Dalam pembuatan beton geopolimer diperlukan alkali aktivator yang berfungsi mereaksikan kandungan kimia pada *fly ash*, sehingga pasta geopolimer dapat mengikat agregat. Aktivator yang umumnya digunakan adalah *Sodium Hidroksida* (NaOH) *flakes* seperti pada Gambar 2.4 dan *Sodium Silikat* (Na_2SiO_3). Hardjito dkk. (2004) menyatakan “Sodium silikat berfungsi untuk mempercepat reaksi polimerisasi, sedangkan natrium hidroksida berfungsi untuk mereaksikan unsur-unsur Al dan Si yang terkandung dalam pasta, sehingga dapat menghasilkan ikatan polimer yang kuat.”



Gambar 2. 4 NaOH (*flakes*)

Pada tahun 2000, Xu dan Deventer melakukan suatu penelitian geopolimer terhadap enam belas mineral aluminium alami – silicon, dan ditemukan bahwa pada umumnya NaOH lebih baik dibandingkan dengan KOH. Molaritas adalah jumlah mol zat atau senyawa terlarut dalam 1 liter larutan. Molaritas merupakan ukuran konsentrasi suatu larutan.

2.3.4 Agregat Halus

Persyaratan penggunaan agregat yang baik digunakan sebagai campuran beton sudah diatur dalam Peraturan Beton Indonesia tahun 1989, pada pasal 3.3.1 dimana agregat harus memenuhi ketentuan dan persyaratan SII 0052-80 mengenai “Mutu dan cara uji agregat beton”. Namun apabila tidak terdapat pada pembahasan SII 0052-80, maka digunakan “*specification for concrete aggregates*”, dan ketentuan dan persyaratan ASTM C33. Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil desintegrasi secara alami dari batu atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm (SNI 03-2834-2000). Persyaratan mutu agregat halus disusun sebagai berikut ini :

1. kadar lumpur (bagian butir sebesar 75 μm atau lolos ayakan no. 200), maksimum sebesar 3% untuk beton yang mengalami abrasi, dan 5% untuk jenis beton lain nya,
2. kadar gumpalan tanah liat dan partikel yang mudah direpihkan, maksimum 3 %,
3. apabila tapak permukaan beton dianggap penting, kandungan arang dan ligni maksimum sebesar 0,5%, sedangkan untu jenis lainnya 1,0%,
4. agegat halus bersih dari kotoran zat organik yang dapat merugikan beton.

2.3.5 Agregat Kasar

Agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm – 40 mm (SNI 03-2834-2000). Berdasarkan SK SNI S-04-1989-F tentang Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A, agregat kasar harus memenuhi persyaratan dan ketentuan seperti berikut ini:

1. Butiran agregat kasar harus bertekstur keras dan tidak berpori, indeks kekerasan < 5%.
2. Agraget kasar harus bersifat kuat, tidak mudah pecah atau hancur. Ketika diuji dengan larutan garam Natrium Sulfat bagian yang hancur tidak boleh lebih dari 12%-nya, jika diuji dengan garam Magnesium Sulfat bagian yang hancur pada agregat kasar tidak boleh lebih dari 18%.

3. Agregat kasar tidak mengandung lumpur (butiran halus yang lewat ayakan 0,06) lebih dari 1% dalam berat keringnya, jika melampaui 1% maka harus dicuci.
4. Agregat kasar ini tidak boleh mengandung zat relatif alkali yang dapat merusak beton.
5. Butiran agregat kasar yang pipih dan panjang tidak boleh lebih dari 20% dari berat agregat seluruhnya.
6. Modulus halus butir atau angka kehalusan (fineness modulus) pada agregat kasar berkisar antara 6 – 7,1 dan dengan variasi butir sesuai standar gradasi.
7. Ukuran butir agregat kasar maksimalnya tidak boleh melebihi dari 1/5 jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan, 3/4 jarak bersih antar tulangan atau berkas tulangan, dan 1/3 tebal pelat beton.

Sedangkan syarat mutu menurut ASTM C33 :

1. Kadar lumpur yang terkandung dalam agregat kasar maksimum sebesar 1%,
2. Susunan besar butir agregat kasar, untuk batuan yang memiliki bentuk pipih tidak boleh melebihi 20% dari beratnya.

Untuk mengetahui karakteristik dari agregat dapat dilakukan dengan melakukan pengujian seperti yang telah distandarkan berikut ini : analisa saringan, berat jenis, air resapan, berat volume, kelembaban, dan kebersihan agregat terhadap

lumpur. Agregat kasar yang dipakai dalam penelitian ini adalah agregat kasar yang berasal dari batu pecah.

2.3.6 Superplastisizer Sulphonated- Naphthalene.

Superplasticizer adalah polimer linear yang mengandung sulfonic acid (asam sulfonat), yang secara umum terbagi menjadi 4 jenis/kelompok:

1. Sulfonated melamine-formaldehyde condensates (SMF)
2. Sulfonated naphthalene-formaldehyde condensates/Naphthalene (SNF)
3. Modified lignosulfonates (MLS)
4. Polycarboxylate derivatives, misal jenis polycarboxylic ether (PCE)

Penggunaan superplasticizer mulai dikembangkan di Jepang dan Jerman pada tahun 1960-an dan menyusul kemudian di Amerika Serikat pada 1970-an. Secara umum tujuan yang ingin dicapai dengan penggunaan superplasticizer adalah untuk :

1. mencapai posisi pengecoran yang sulit melakukan pemadatan dengan vibrator -- karena dapat menghasilkan beton segar yang dapat mengalir dengan lebih baik dengan slump hingga 23 cm
2. menghasilkan beton mutu tinggi -- dengan mengurangi air sehingga faktor air semen yang merupakan faktor utama penentu mutu beton dapat diminimalkan sekecil mungkin, sehingga hanya air yang diperlukan untuk reaksi hidrasi semen saja yang digunakan

3. menghasilkan beton dengan permeabilitas yang lebih rendah (lebih kedap air) -- dengan pengurangan pemakaian air dan kemampuan menyebarkan partikel semen dalam adukan beton segar, dapat menghasilkan kepadatan beton yang lebih baik sehingga lebih kedap air
4. menghasilkan beton yang setara mutunya dengan faktor air semen yang lebih kecil, sehingga pemakaian semen menjadi lebih sedikit -- namun pemakaian untuk tujuan ini tidak terlalu sering digunakan, karena jumlah semen minimum yang disyaratkan untuk beton tertentu harus dipenuhi.

Adapun jenis superplasticizer yang digunakan dalam penelitian ini yaitu jenis superplasticizer sulphonated-naphthalene.

2.4 Pengujian Karakteristik Agregat

Pengujian karakteristik material agregat meliputi :

2.4.1 Kadar air

Kadar air merupakan perbandingan antara 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:

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

Dengan :

W : Kadar air (%)

W₁ : Berat agregat sebelum dioven (gr)

W₂ : Berat agregat setelah dioven (gr)

2.4.2 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:

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

Dengan :

W : Kadar lumpur (%)

W₁ : Berat agregat sebelum dioven (gr)

W₂ : Berat agregat sesudah dioven (gr)

2.4.3 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:

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

Dengan :

W : Berat benda uji (kg)

V : Volume wadah (liter, cm³)

2.4.4 Berat Jenis dan penyerapan untuk agregat kasar

- a. 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)

- b. 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 :

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

Dengan :

A : Berat benda uji kondisi SSD (gr)

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

- c. 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 di air (gr)

C : Berat benda uji kering oven (gr)

d. Penyerapan adalah prosentase yang menyatakan kebutuhan air yang akan diserapoleh 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)

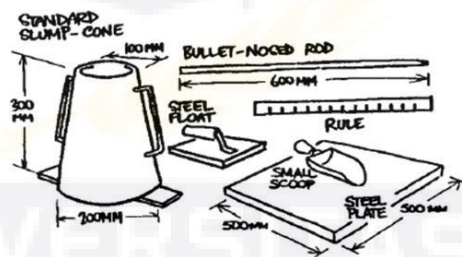
2.4.5 Analisa Saringan

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 kahalusan ditunjukkan pada persamaan 8 berikut:

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

2.5 Uji Slump Test

Nilai *slump* digunakan untuk pengukuran terhadap tingkat kelecakan suatu adukan beton, yang berpengaruh pada tingkat pengerjaan beton (*workability*). berikut ini gambar kerucut Abraham yang digunakan dapat dilihat Gambar 2.5.

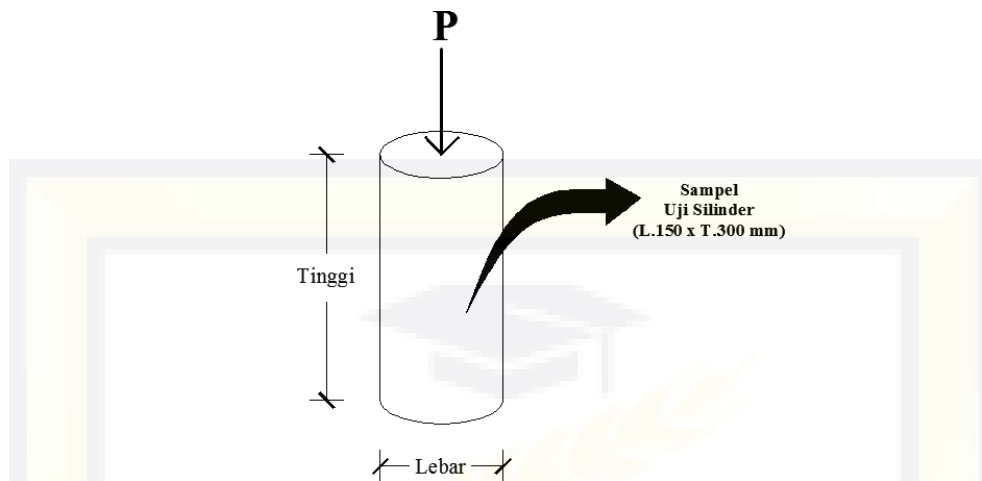


Gambar 2.5 Kerucut Abraham

Semakin besar nilai *slump*, maka beton semakin encer dan semakin mudah untuk dikerjakan, sebaliknya semakin kecil nilai *slump*, maka beton akan semakin kental dan semakin sulit untuk dikerjakan.

2.6 Kuat Tekan

Menurut Mulyono (2006), kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasikan mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Pada penelitian ini dilakukan pengujian kuat tekan beton dengan variasi umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Analogi pengujian kuat tekan beton serta luasan tampang yang menerima gaya dapat dilihat pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Pengujian kuat tekan beton

Rumus yang digunakan untuk menghitung besarnya kuat tekan beton berdasarkan percobaan di laboratorium dapat dilihat pada persamaan berikut ini.

$$F'c = \frac{P}{A} \quad (9)$$

$F'c$ = kuat tekan (MPa),

P = beban tekan (N), dan

A = luas penampang benda uji (mm^2).

Menurut Dipohusodo (1996), beton akan mempunyai kuat tekan yang tinggi jika tersusun dari bahan lokal yang berkualitas baik. Bahan penyusun beton yang perlu mendapat perhatian adalah agregat, karena agregat mencapai 70-75% volume beton. karena kekuatan agregat sangat berpengaruh terhadap kekuatan beton, maka hal-hal yang perlu diperhatikan pada agregat adalah sebagai berikut :

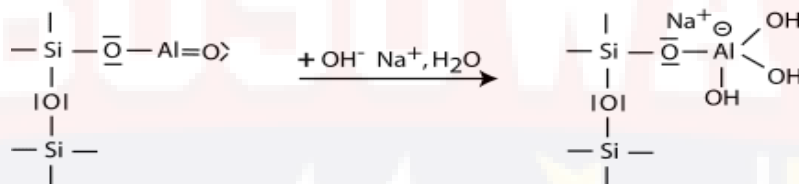
1. permukaan dan bentuk agregat,
2. gradasi agregat,

3. ukuran maksimum agregat.

2.7 Proses Pembentukan Geopolimer

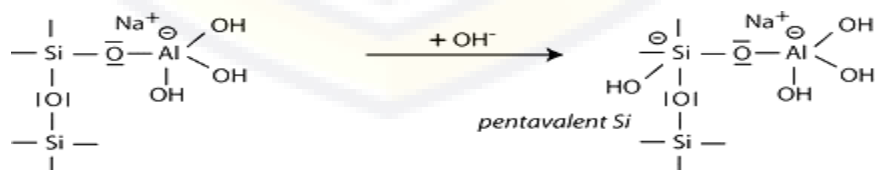
Pembentukan beton geopolimer membutuhkan cairan alkalin untuk mereaksikan unsur silikat dan aluminat dalam material *fly ash*. Davidovits (1999) menyatakan proses polimerisasi pada beton geopolimer meliputi reaksi kimia antara larutan alkalin dengan mineral *Si - Al*, sehingga menghasilkan rantai polimerik 3 dimensi dan ikatan struktur *Si - O - Al - O* yang konsisten.

1. Alkalinasi dan pembentukan aluminat tetravalent pada salah satu sisi senyawa silikat $-Si-O-Al-(OH)_3-Na^+$. Pemodelan molekul reaksi kimia tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.7.



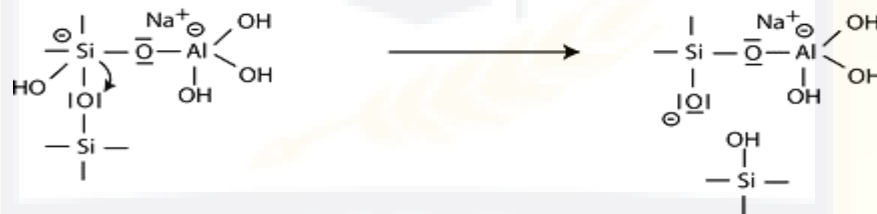
Gambar 2.7 Alkalinasi dan pembentukan Aluminat Tetravalen

2. Peleburan alkali dimulai dengan mereaksikan bahan dasar OH^- pada atom silikon, yang dengan demikian dapat memperpanjang rantai valensi dari tetravalent menjadi penta-kovalen. Pemodelan molekul reaksi kimia tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.8.



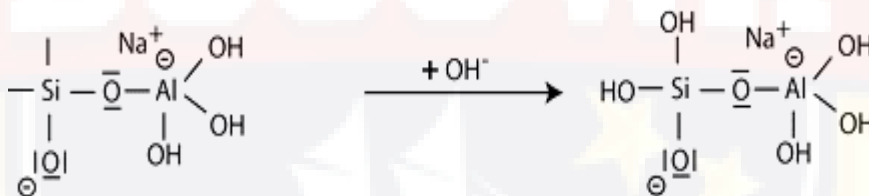
Gambar 2.8 Proses menjadi Pentavalen

3. Proses reaksi berikutnya dapat dijelaskan dengan pembelahan oksigen siloksan dalam Si-O-Si melalui transfer elektron dari Si ke O, pembentukan silanol Si-OH menengah pada satu sisi, dan siloxo dasar Si-O- di sisi lain. Pemodelan molekul reaksi kimia tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.9.



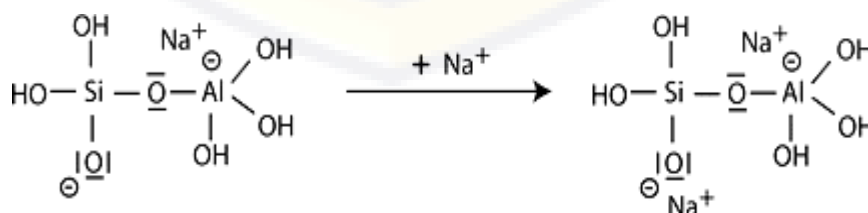
Gambar 2.9 Pembentukan Si – OH dan Siloxo dasar

4. Membentuk gugus silanol Si-OH lebih lanjut, serta mengisolasi molekul orto- sialat sebagai bahan utama geopolimer. Pemodelan molekul



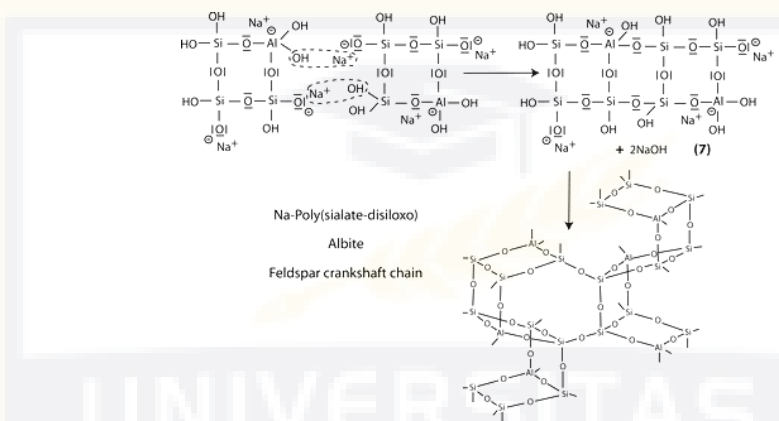
Gambar 2.10 Pembentukan gugus Silanol Si – OH

5. Siloxo Si-O-Na bereaksi dengan ion Na⁺ membentuk ikatan Si-O-Na. Pemodelan molekul reaksi kimia tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Pembentukan ikatan Si – O – Na

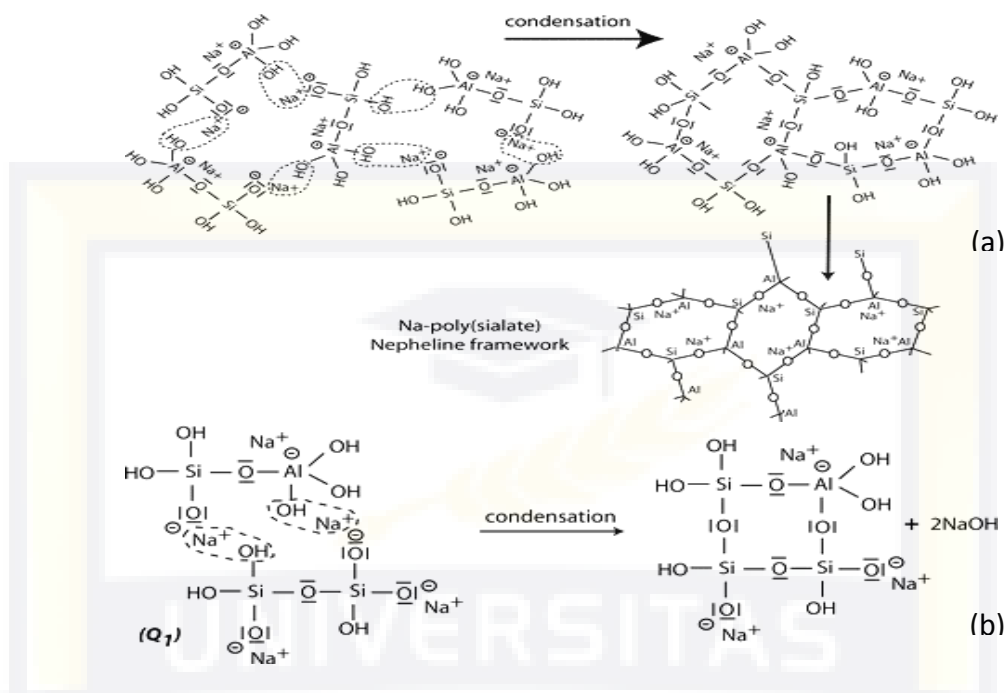
6. Polikondensasi lebih lanjut ke dalam kerangka albit Na-poli (sialate-disiloxo) dengan struktur rantai felspar tipikal. Pemodelan molekul reaksi kimia tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Struktur rantai felspar

7. Kondensasi antar molekul orto-sialate, kelompok Si-ONa reaktif, dan aluminium hidroksil OH-Al dengan produksi NaOH, pembentukan struktur cyclo-tri-sialate, pada kondisi tersebut senyawa NaOH dibebaskan dan bereaksi lagi dan polikondensasi selanjutnya menjadi Na -poly (sialate) kerangka nepheline. Pemodelan molekul reaksi kimia tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.13.

Dengan adanya waterglass (Na- polysiloxonate) terjadi kondensasi antara molekul di-siloxonate Q1 dan ortho-sialate, gugus Si-Ona reaktif, Si-OH dan aluminium hydroxyl OH-Al- , penciptaan ortho-sialate -disilokso struktur siklik, pada kondisi tersebut alkali NaOH dibebaskan dan bereaksi lagi. Pemodelan molekul reaksi kimia tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.13..



Gambar 2.13 Proses kondensasi

2.8 Penelitian Terdahulu.

2.8.1 Sifat Mekanik Beton Geopolimer Berbahan Dasar Fly 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.

2.8.2 Pemakaian abu tempurung kelapa dengan komposisi yang berbeda pada beton dengan mutu $f_c'25$ Mpa.

Harahap Wahyudin, Carlo Nasfryzal Prayitno eko. Universitas Bung Hatta, 2020 Perkembangan pembangunan di Indonesia saat ini semakin pesat, baik untuk infrastruktur maupun struktural. Sehingga membutuhkan semen yang banyak. Oleh karena itu diperlukan suatu kreasi bahan konstruksi dengan melakukan rekayasa yang berguna untuk pembangunan. Salah satunya dengan memanfaatkan limbah pertanian yang tidak terpakai yaitu tempurung kelapa. Penelitian dilakukan di Laboratorium Universitas Bung Hatta. Abu tempurung kelapa memiliki sifat pozzolan dan silika. Pada penelitian ini, beton yang direncanakan $f_c'25$ Mpa dengan variasi campuran 0%, 2,5%, 5% , 7,5% dan 10% abu tempurung kelapa dari berat semen. Hasil penelitian, diperoleh hasil kuat tekan beton pada umur 28 hari yaitu 26,33 Mpa pada beton normal, untuk persentase campuran abu tempurung kelapa 2,5% didapatkan kuat tekan 24,91Mpa, persentase 5% campuran abu tempurung kelapa didapatkan kuat tekan 23,21 Mpa, persentase 7,5% campuran abu tempurung kelapa didapatkan 22,36 Mpa dan persentase 10% campuran abu tempurung kelapa didapatkan sebesar 20,48 Mpa pada umur 28 hari. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa peningkatan variasi campuran abu tempurung mengakibatkan penurunan terhadap kuat tekan beton

sehingga kurang sesuai untuk digunakan pada $f_c' 25$ Mpa. Kata kunci : Abu tempurung kelapa, Pozzolan, Kuat tekan.

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

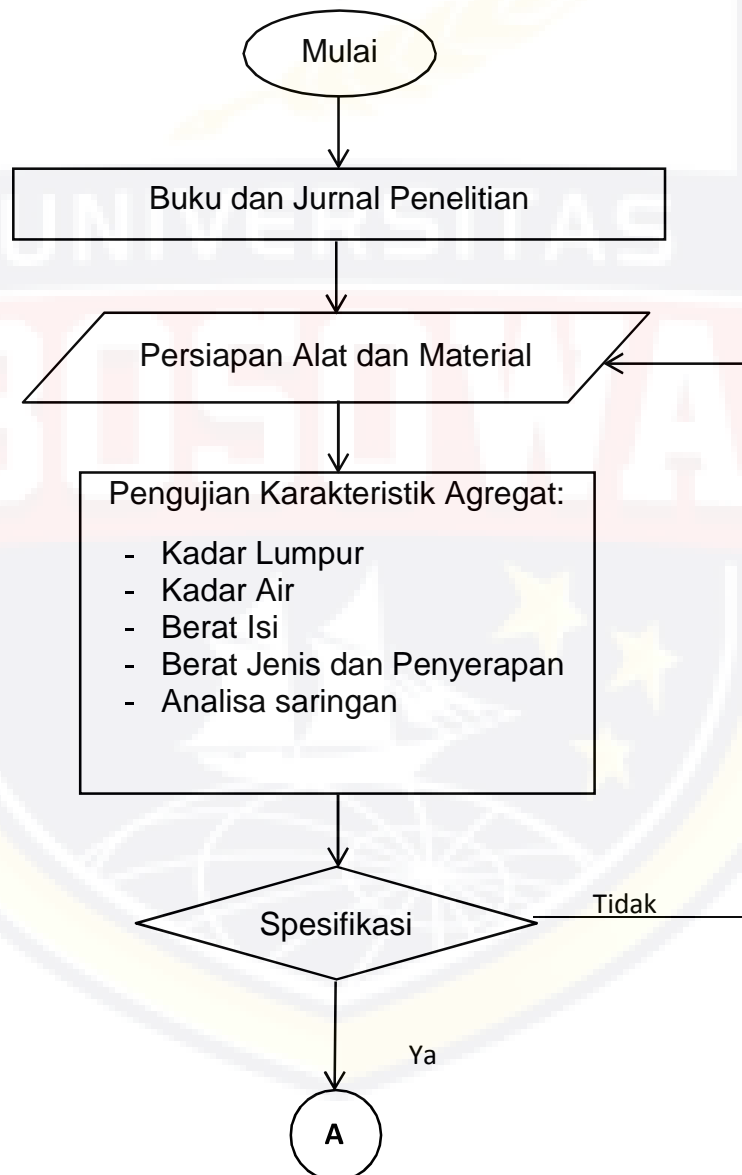
Pada penelitian Oktian Arief Wijaya (Universitas Negeri Surabaya), yang berjudul pengaruh penambahan *SUPERPLASTICIZER* pada beton geopolimer bahan dasar NaOH 14M Molar terhadap kuat tekan dan porositas, mengemukakan bahwa kadar optimum zat adiktif *Superplasticizer (SP)* pada beton geopolimer di dapatkan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

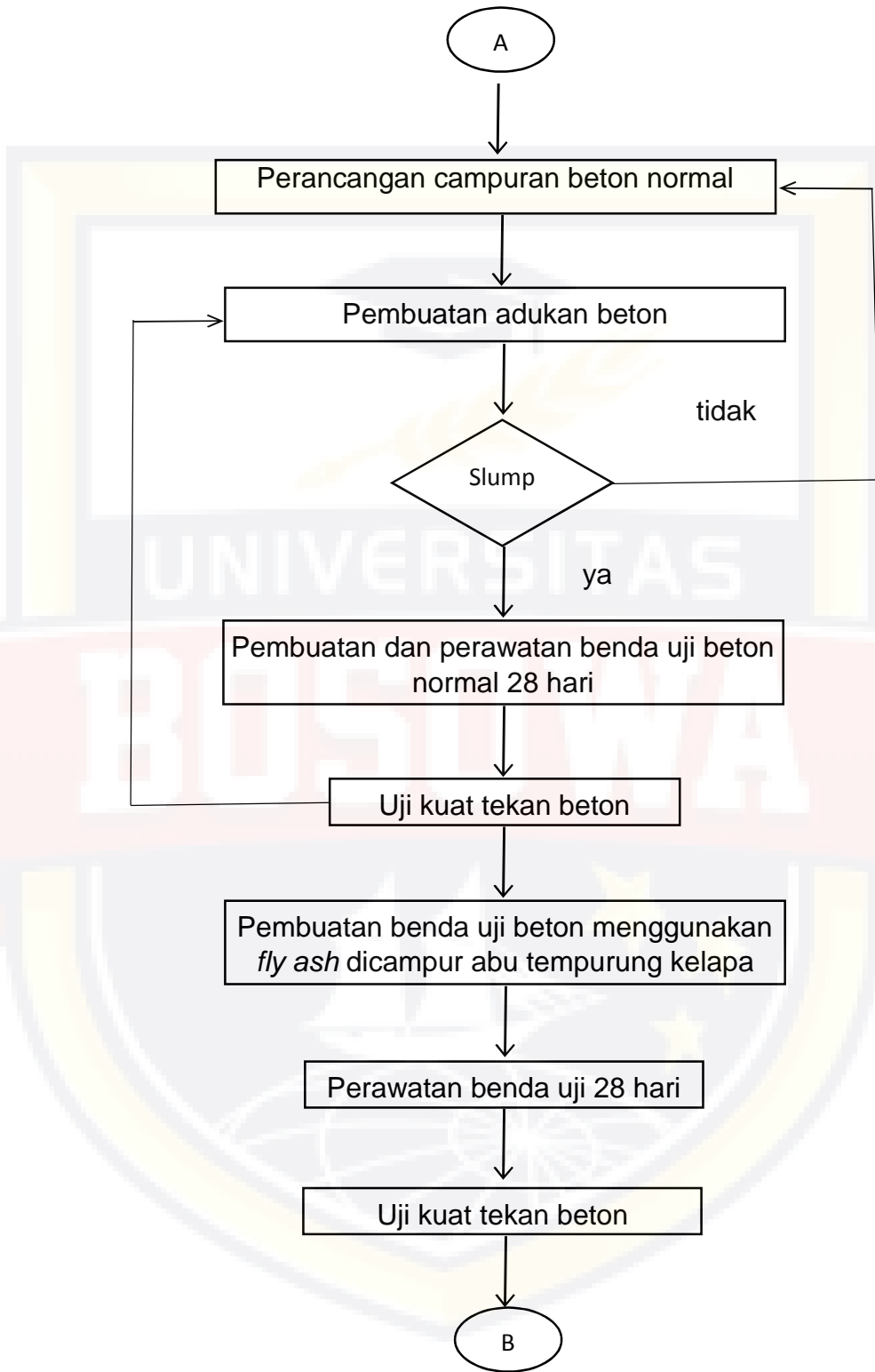
BAB III

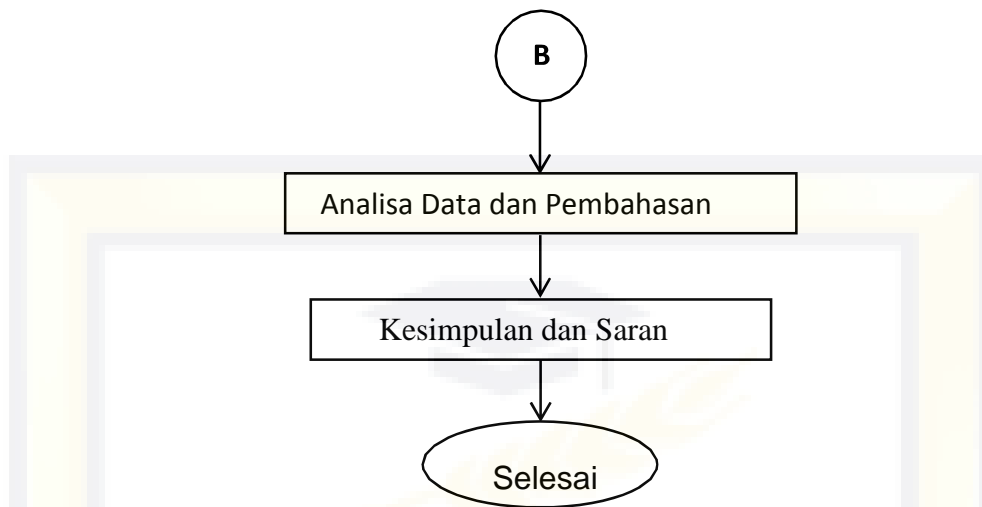
METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

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







Gambar 3.1. Diagram alir penelitian

3.2 Lokasi Penelitian

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

3.3 Prosedur Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat beberapa tahapan yang meliputi:

3.3.1 Tahap persiapan

Tahap persiapan merupakan suatu tahapan dimana segala sesuatu yang berkaitan dengan persiapan penelitian diantaranya studi literatur, persiapan peralatan dan bahan, tempat pengujian karakteristik bahan, dan teknis pelaksanaan

3.3.2 Tahap pengujian karakteristik Agregat

Pengujian karakteristik agregat dimaksudkan untuk memastikan apakah bahan yang digunakan dalam penelitian ini telah memenuhi

spesifikasi agregat yang ada atau tidak.

Pengujian ini meliputi:

- a. Kadar lumpur, untuk mengetahui kadar lumpur yang terkandung oleh dalam agregat
- b. Kadar air, untuk mengetahui kadar air yang terkandung oleh agregat
- c. Berat isi, untuk mengetahui kepadatan dari agregat dalam keadaan kering permukaan
- d. Berat jenis, untuk menentukan berat jenis dari agregat dengan gradasi ukuran butirnya

3.3.3 Tahap perancangan campuran beton

Perhitungan komposisi campuran untuk pembuatan benda uji menggunakan metode perbandingan berat volume. Hal ini dikarenakan belum adanya metode perencanaan yang pasti untuk pembuatan beton polimer.

3.3.4 Tahap pembuatan benda uji

Benda uji yang digunakan silinder \varnothing 15 cm dan tinggi 30 cm yang terdiri dari beton geopolimer normal, dan beton geopolimer menggunakan *fly ash* dicampur abu tempurung kelapa. Pertama benda uji yang di buat beton geopolimer normal. Setelah itu dilanjutkan dengan pembuatan beton geopolimer menggunakan abu tempurung kelapa dengan zat tambah superplastiziser.

3.3.5 Tahap perawatan Benda Uji

Menurut SNI 2493-2011, perawatan benda uji harus memenuhi ketentuan sebagai berikut ini.

1. Penutupan setelah penyelesaian, yaitu benda uji ditutup dengan bahan yang tidak mudah menyerap air, tidak reaktif dan dapat menjaga kelembaban sampai saat benda uji dilepas dari cetakan.
2. Perawatan untuk pemeriksaan proporsi campuran untuk kekuatan atau sebagai dasar untuk penerimaan atau pengendalian mutu sebagai berikut ini :
 - a. Perawatan awal sesudah pencetakan dijelaskan sebagai berikut ini :
 - 1) Benda uji harus disimpan dalam suhu antara 16°C sampai 27°C dan dalam lingkungan yang lembab selama 48 jam, harus terlindungi dari sinar matahari langsung atau alat yang memancarkan panas,
 - 2) Benda uji dilepas dari cetakan dan diberi perawatan standar,
 - 3) Jika benda uji tidak akan diangkat selama 48 jam, cetakan harus dilepas dalam waktu $24 \text{ jam} \pm 8 \text{ jam}$ dan diberi perawatan standar sampai tiba waktu pengangkutan.
 - b. Perawatan standar sebagai berikut ini :
 - 1) Benda uji silinder diuraikan sebagai berikut ini :
 - a) Dalam waktu 30 menit sesudah dilepas dari cetakan, harus disimpan dalam keadaan lembab pada suhu $23^{\circ}\text{C} \pm 1,7^{\circ}\text{C}$,
 - b) Tidak lebih dari 3 jam sebelum pengujian pada suhu antara 20°C

sampai 30°C,

c) Benda uji tidak boleh terkena tetesan atau aliran air.

3.3.6 Tahap pengujian kuat tekan beton

Pengujian kuat tekan beton umur 28 hari dengan menggunakan mesin uji kuat tekan beton (*Compression Strength Machine*)

3.4 Variabel Penelitian

3.4.1 Variabel Bebas

- Abu tempurung kelapa
- *Fly ash*
- *Superplastisizer*

3.4.2 Variabel Terikat

- Alkali Aktivator
- Agregat Kasar dan Agregat Halus
- Air

3.5 Notasi Sampel dan Jumlah Sampel

Adapun notasi sampel yang digunakan dalam penelitian adalah :

Tabel 3.1 Notasi Sampel

Kode benda uji	Na ₂ SiO ₃	NaOH	Ag Halus	Ag Kasar	FA	AK	SP	Total Benda uji
BK	a%	b%	c%	d%	e%	0%	0%	15
SP 0,0%	100	100	100	100	100	5	0,0	3
SP 0,0%	100	100	100	100	95	10	0,0	3
SP 0,0%	100	100	100	100	85	15	0,0	3
ATK 5%	100	100	100	100	95	5	0,2	3
ATK 10%	100	100	100	100	90	10	0,2	3
ATK 15%	100	100	100	100	85	15	0,2	3
Total								33

Dalam penelitian ini digunakan fly ash di campur abu tempurung kelapa dengan variasi 95% : 5%, 90% : 10%, 85% : 15%.

3.6 Referensi Pengujian

Adapun metode pengujian akan diuraikan pada table berikut :

Tabel 3.2 Referensi Pengujian

No	Uraian Pengujian	Referensi
1	Kadar Lumpur	SNI-03-4142-1996
2	Kadar Air	SNI-03-4808-1998
3	Berat Volume	SNI 03-4804-1998
4	Berat Jenis dan Penyerapan	SNI-1969-2008/ SNI-1970-2008
5	Analisa Saringan	SNI ASTM C1336-2012

3.7 Metode Analisis

3.7.1 Nilai kuat tekan beton geopolimer menggunakan abu tempurung kelapa dengan zat tambah superplastisizer

Analisis kuat tekan *geopolimer* menggunakan abu tempurung kelapa dengan zat *superplastisizer*.

3.7.2 Pengaruh zat tambah superplastisizer terhadap kuat tekan beton Geopolimer

Mengetahui pengaruh zat tambah *superplastisizer* terhadap kuat tekan beton *geopolimer*.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian

4.1.1. Hasil Pengujian Karakteristik

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	Pasir
3/4"	19.00 mm	100	100
1/2"	12.50 mm	100	100
3/8"	9.500 mm	91.74	100
No. 4	4.750 mm	15.66	100
No. 8	2.360 mm	6.37	95.50
No. 16	1.180 mm	3.20	86.79
No. 30	0.600 mm	2.41	54.30
No. 50	0.300 mm	1.26	25.82
No. 100	0.150 mm	0.94	9.84
No. 200	0.075 mm	0.13	0.15
Pan		0	0

(Sumber: Hasil Pengujian)

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Agregat Kasar

No.	Karakteristik	Spesifikasi	Hasil	Pedoman	Keterangan
1.	Berat isi	1.6-1.9 gr/cm ³		ASTM C 29	
	- Lepas		1.646 gr/cm ³		Memenuhi
	- Padat		1.709 gr/cm ³		Memenuhi
2.	Berat Jenis Spesifik				
	- Berat Jenis Curah	1.6%-3.3%	2.34%	ASTM C 127	Memenuhi
	- Berat Jenis SSD	1.6%-3.3%	2.41%	ASTM C 127	Memenuhi
	- Berat Jenis Semu	1.6%-3.3%	2.51%	ASTM C 127	Memenuhi
	- Penyerapan	0.2%-4.6%	2.95%	ASTM C 127	Memenuhi
3.	Kadar Lumpur	0.2%-1.0%	0.89%	ASTM C 117	Memenuhi
4.	Kadar Air	0.5%-2.0%	1.02%	ASTM C 558	Memenuhi

(Sumber: Hasil Pengujian)

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Agregat Halus

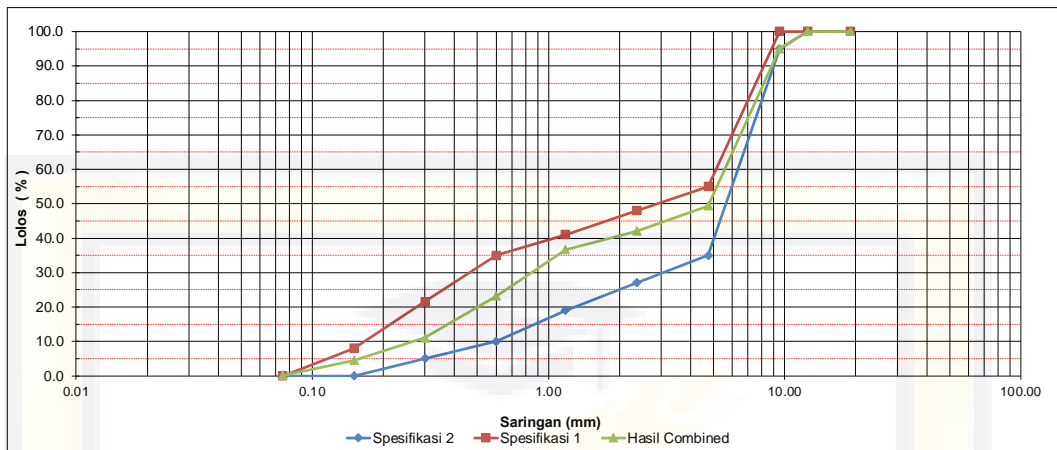
No.	Karakteristik	Spesifikasi	Hasil	Pedoman	Keterangan
1.	Berat isi	1.4-1.9 gr/cm ³		ASTM C 29	
	- Lepas		1.437 gr/cm ³		Memenuhi
	- Padat		1.477 gr/cm ³		Memenuhi
2.	Berat Jenis Spesifik				
	- Berat Jenis Curah	1.6%-3.2%	2.10%	ASTM C 128	Memenuhi
	- Berat Jenis SSD	1.6%-3.2%	2.14%	ASTM C 128	Memenuhi
	- Berat Jenis Semu	1.6%-3.2%	2.18%	ASTM C 128	Memenuhi
	- Penyerapan	0.2%-4.6%	1.70%	ASTM C 128	Memenuhi
3.	Kadar Lumpur	0.2%-6.0%	4.38%	ASTM C 117	Memenuhi
4.	Kadar Air	3.0%-5.0%	4.73%	ASTM C 556	Memenuhi

(Sumber: Hasil Pengujian)

Dari tabel di atas, di dapatkan 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 Gabungan 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)

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 pada (Tabel 4.4) berikut ini.

Tabel 4.4 Komposisi Beton Geopolimer Berbasis Fly Ash Untuk 1 Silinder

BAHAN BETON	BERAT/M ³ BETON (KG)	VOLUME BENDA UJI (M ³)	BERAT UTK 1 SAMPEL (KG)
NaOH	105.00	0.0053	0.56
Na ₂ SiO ₃	157.50	0.0053	0.83
Fly ash	466.67	0.0053	2.47
Air	218.75	0.0053	1.16
Pasir	680.04	0.0053	3.60
Bp 0.5-1	970.94	0.0053	5.14

(Sumber: Hasil Pengujian)

4.1.4. Hasil Pengujian Beton Kontrol

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Geopolimer Kontrol

No Benda Uji	Diameter	Tinggi	Luas Penampang	Umur	Beban Maksimum	Kekuatan Tekan
	(cm)	(cm)	(cm ²)	(hari)	(KN)	(Mpa)
1	15	30	1766.250	28	395	22.364
2	15	30	1766.250	28	450	25.478
3	15	30	1766.250	28	390	22.081
4	15	30	1766.250	28	430	24.345
5	15	30	1766.250	28	385	21.798
6	15	30	1766.250	28	415	23.496
7	15	30	1766.250	28	410	23.213
8	15	30	1766.250	28	400	22.647
9	15	30	1766.250	28	425	24.062
10	15	30	1766.250	28	390	22.081
11	15	30	1766.250	28	450	25.478
12	15	30	1766.250	28	465	26.327
13	15	30	1766.250	28	420	23.779
14	15	30	1766.250	28	410	23.213
15	15	30	1766.250	28	395	22.364
Jumlah						352.725
Kuat Tekan Rata-Rata						23.515
Standard Deviasi						1.397
Kuat Tekan Karakteristik						20.483

(Sumber: Hasil Pengujian)

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari dengan menggunakan silinder berukuran 15 cm x 30 cm sebanyak 15 buah seperti yang tercantum dalam (Tabel 4.5). Pengujian kuat tekan mengacu pada SNI 2847 Tahun 2013 (Persyaratan Beton Struktur Untuk Bangunan Gedung)

Kuat Tekan Rata-Rata:

Deviasi Standard:

$$f'_{cr} = \frac{f_c}{n}$$

$$S_r = \frac{(f_c - f'_{cr})^2}{N-1}$$

$$f'_{cr} = \frac{352.72}{15}$$

$$S_r = \frac{27.32}{15-1}$$

$$f'_{cr} = 23.51$$

$$S_r = 1.397$$

Kuat Tekan Karakteristik:

$$f_c = f'_{cr} - 1.34 (S_r)$$

$$f_c = 23.51 - 1.34 (1.40)$$

$$f_c = 21.64 \text{ Mpa}$$

$$f_c = f'_{cr} - 2.33 (S_r) + 3.5$$

$$f_c = 23.51 - 2.33 (1.40) + 3.5$$

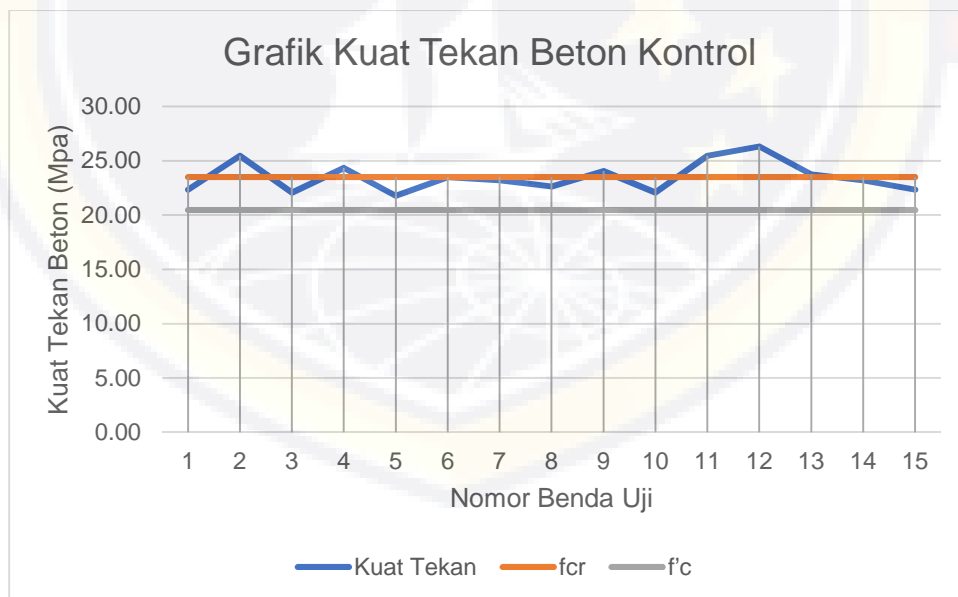
$$f_c = 23.76 \text{ Mpa}$$

Faktor modifikasi untuk 15 sampel adalah 1.16

$$f_c \text{ aktual} = \frac{f_c \text{ terbesar}}{1.16}$$

$$f_c \text{ aktual} = \frac{23.76}{1.16}$$

$$f_c \text{ aktual} = 20.483$$



Gambar 4.2 Gambar Hasil Nilai Kuat Tekan Beton Kontrol
(Sumber: Hasil Pengujian)

4.1.5. Hasil Pengujian Kuat Tekan Variasi

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Geopolimer Variasi Dengan Superplasticizer

Simbol	No Benda Uji	ATK	SP	Luas Penampang	Beban Maksimum	Kekuatan Mpa
		(%)	(%)	(cm ²)	(KN)	(Mpa)
ATK5% SP2%	1	5	2	1766.250	400	22.65
	2			1766.250	410	23.21
	3			1766.250	410	23.21
Rata-Rata						23.02
ATK10% SP2%	1	10	2	1766.250	310	17.55
	2			1766.250	305	17.27
	3			1766.250	300	16.99
Rata-Rata						17.27
ATK15% SP2%	1	15	2	1766.250	235	13.31
	2			1766.250	230	13.02
	3			1766.250	220	12.46
Rata-Rata						12.93

(Sumber: Hasil Pengujian)

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Geopolimer Variasi Tanpa Superplasticizer

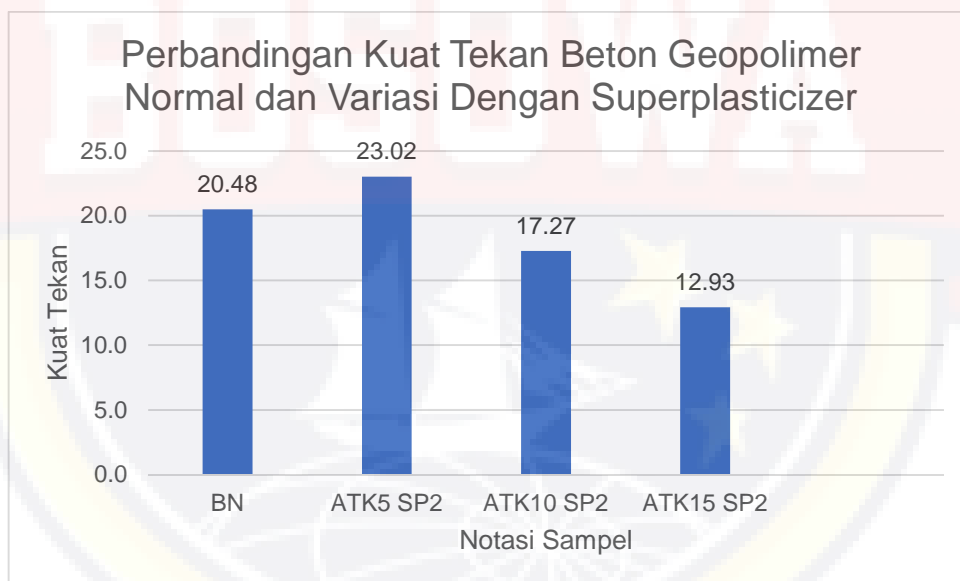
Simbol	No Benda Uji	ATK	SP	Luas Penampang	Beban Maksimum	Kekuatan Mpa
		(%)	(%)	(cm ²)	(KN)	(Mpa)
ATK5%	1	5	-	1766.250	380	21.51
	2			1766.250	375	21.23
	3			1766.250	370	20.95
Rata-Rata						21.23
ATK10%	1	10	-	1766.250	225	12.74
	2			1766.250	235	13.31
	3			1766.250	235	13.31
Rata-Rata						13.12
ATK15%	1	15	-	1766.250	195	11.04
	2			1766.250	190	10.76
	3			1766.250	185	10.47
Rata-Rata						10.76

(Sumber: Hasil Pengujian)

4.2. Pembahasan

4.2.1. Pengaruh Penambahan Abu Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton Geopolimer Dengan Menggunakan Superplasticizer

Pada penelitian ini, yang menjadi inti dari permasalahan yang dibahas oleh penulis merupakan variasi penambahan abu tempurung kelapa terhadap fly ash dengan bahan tambah superplasticizer dan mengetahui pengaruhnya hasil nilai kuat tekannya. Berdasarkan hasil penelitian, dapat digambarkan grafik hubungan variasi penambahan abu tempurung kelapa menggunakan zat tambah superplasticizer.



Gambar 4.3 Perbandingan Kuat Tekan Beton Geopolimer Normal dan Variasi dengan zat tambah
(Sumber: Hasil Pengujian)

Penambahan abu tempurung kelapa terhadap kuat tekan beton geopolimer dengan menggunakan zat tambah superplasticizer sangat berpengaruh terhadap nilai kuat tekan beton, dimana penambahan ATK 5% SP2% mengalami kenaikan kuat tekan beton variasi sebesar 12,4% dari

beton normal, pada penambahan ATK 10%,SP2% mengalami penurunan sebesar 15,7% dan penambahan ATK 15%,SP 2% mengalami penurunan sebesar 36,9%.

Tabel 4.8 Persentase Peningkatan dan Penurunan Kuat Tekan beton normal Dengan Variasi penambahan zat tambah

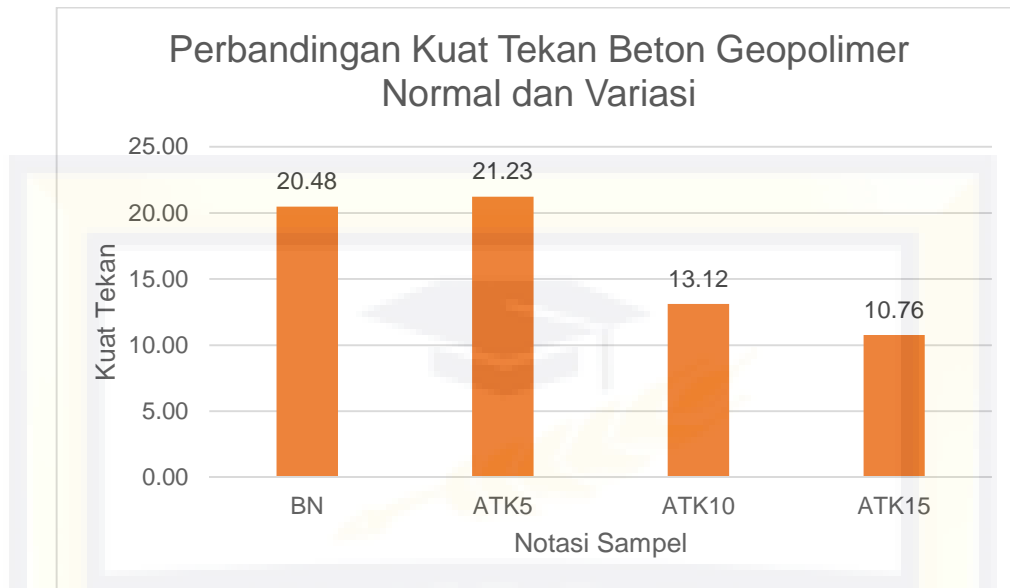
Variasi	Nilai Kuat Tekan	Peningkatan	Penurunan
(%)	(Mpa)	(%)	(%)
BN	20.48	0.0	0.0
5	23.02	12.4	-
10	17.27	-	15.7
15	12.93	-	36.9

(Sumber: Hasil Pengujian)

4.2.2. Pengaruh Penambahan Abu Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton Geopolimer Tanpa Menggunakan Superplasticizer

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

Dapat pula digambarkan pengaruh abu tempurung kelapa tanpa superplasticizer terhadap kuat tekan beton geopolimer sebagai berikut.



Gambar 4.4 Perbandingan Kuat Tekan Beton Geopolimer Normal dan Variasi tanpa zat tambah
(Sumber: Hasil Pengujian)

Dari gambar di atas disimpulkan bahwa kuat tekan rata-rata beton geopolimer menggunakan abu tempurung kelapa tanpa superplasticizer nilai paling optimum yang di dapatkan pada penelitian ini diperoleh pada variasi ATK 5% dengan kenaikan kuat tekan sebesar 3,7% dari beton normal dan mengalami penurunan pada penambahan ATK 10% dan 15% sebesar 36,0% dan 47,5%. Penurunan kuat tekan beton pada penambahan abu tempurung kelapa disebabkan karena pembakaran tempurung kelapa yang tidak maksimal dan penambahan abu tempurung kelapa pada campuran beton secara berlebihan akan mengakibatkan penurunan kuat tekan.

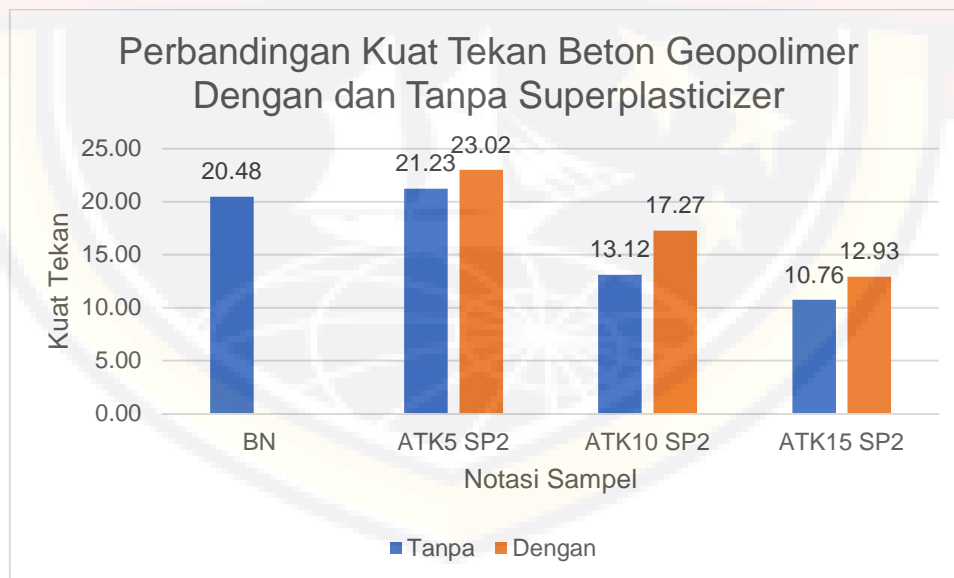
Tabel 4.9 Persentase Peningkatan dan Penurunan Kuat Tekan beton normal dengan Variasi tanpa zat tambah

Variasi	Nilai Kuat Tekan	Peningkatan	Penurunan
(%)	(Mpa)	(%)	(%)
BN	20.48	0.0	0.0
5	21.23	3.7	-
10	13.12	-	36.0
15	10.76	-	47.5

(Sumber: Hasil Pengujian)

4.2.3. Pengaruh Penambahan Abu Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton Geopolimer Dengan dan Tanpa Menggunakan Superplasticizer

Pada penelitian ini, telah di dapatkan nilai kuat tekan beton variasi dengan dan tanpa menggunakan zat tambah superplasticizer maka dilakukan perbandingan sebagai berikut:



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

(Sumber: Hasil Pengujian)

Gambar di atas dijelaskan bahwa penambahan superplasticizer sebesar 2% terhadap kuat tekan beton variasi menggunakan abu tempurung kelapa mengalami kenaikan kuat tekan berturut-turut sebesar 7,8%, 23,4% dan 16,8%.

Tabel 4.10 Persentase Peningkatan Penambahan Superplasticizer Pada Setiap Variasi Abu Tempurung Kelapa

Variasi (%)	Nilai Kuat Tekan (Mpa)	SP (%)	Peningkatan (%)
BN	20.48	0	0.0
5	21.23	2	7.8
10	13.12	2	23.4
15	10.76	2	16.8

(Sumber: Hasil Pengujian)

BOSUWA



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

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

1. Nilai kuat tekan beton geopolimer penambahan abu tempurung kelapa secara parsial pada variasinya 5% mengalami kenaikan kuat tekan dan mengalami penurunan pada pembahan 10% dan 15%
2. Nilai kuat tekan beton geopolimer abu tempurung kelapa dengan zat tambah superplasticizer mengalami kenaikan nilai kuat tekan beton dari beton geopolimer tanpa menggunakan zat tambah sebesar 7,8%,23,4%dan 16,8% dari setiap variasi abu tempurung kelapa.

5.2 SARAN

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

1. Tempurung kelapa harus kering maksimal sebelum dibakar dan perlu dilakukan pembakaran tempurung kelapa dengan suhu 700°C agar bisa menghasilkan abu tempurung kelapa yang baik.
2. Dibutuhkan lebih lanjut penggunaan abu tempurung kelapa sebagai bahan tambah dengan variasi yang berbeda.

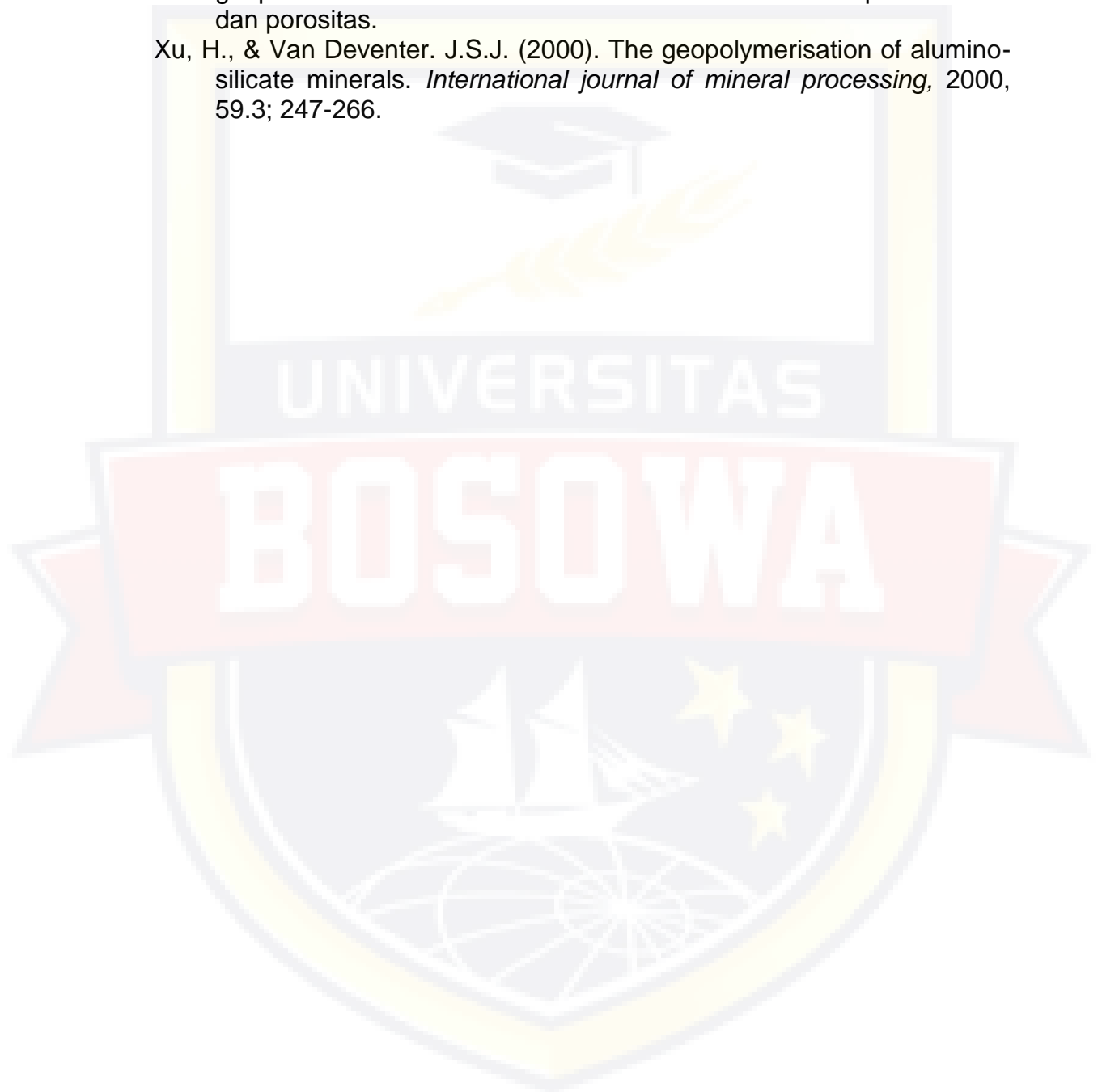
Daftar Pustaka

- ASTM C 618 – 03 *Standart Specification for Coal Fly Ash and Raw or Calcined Natural Pozzoland for Use as a Mineral Admixture in Concrete*, American Standard Testing and Material.
- ASTM C 33-81 *Standard specifications for concrete aggregates*. United States.
- ASTM C 33-97 *Standar Specification for Concrete Aggregates*. United States.
- Badan Standar Nasional Indonesia. 1990. *Agregat Beton, Mutu dan Cara Uji*. SNI 03-1750. Indonesia.
- Badan Standar Nasional Indonesia. 2011. *Tata Cara Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton di Laboratorium*. SNI 2493-2011. Indonesia.
- Badan Standar Nasional Indonesia. 2013. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung*. SNI-2847-2013. Indonesia.
- Davidovits, J. 1999. *Chemistry of Geopolymer System, Terminology, Paper Presented at the Geopolymer '99 Intenational Conference*. Saint-Quentin. France.
- Davidovits, J. 1994. *Geopolymer : Inorganic Polymeric New Materials*, Geopolymer Institut. France.
- Dipohusodo, I. 1996. *Manajemen Proyek & Konstruksi*. Kanisius.Yogyakarta.
- Ekaputri, J, J, Triwulan dan Damayati O,. 2007. *Sifat Mekanik Beton Geopolimr Berbahan Dasar Fly Ash Jawa Power Paiton Sebagai Material Alternatif*. Jurnal PONDASI. vol 13 no 2 hal, 124-134. Institut Sepuluh Nopember. Surabaya,
- Geopolymer Institute. 2006. About Geopolymerization. (<https://www.geopolymer.org/science/about-geopolymerization/>)
- H WAHYUDIN,C Nasfryzal,P Eko-2020-rapo.bunghatta.ac.id.pemakaian abu tempurung kelapa dengan komposisi yang berbeda pada beton dengan mutu $f_c' 25$ Mpa
- Hardjito, D and Rangan, B,V. 2005. *Development and Properties Of Low-Calcium Fly Ash-Based Geopolymer Concrete*. Perth.
- Hardjito, D,, Wallah S,E,, and Rangan, B,V. 2004. *Factor Influencing The Compressive Strength of Fly Ash Based Geopolymer Concrete*. Universitas Kristen Petra.Surabaya.
- Li, Z, , Ding,Z, , dan Zhang, Y ,. 2004. *Devlopment Of Sustainable cementitious materials*. HongKong.
- Mulyono, T., (2006), *Teknologi Beton*, Penerbit Andi, Yogyakarta.

Murdock, L, J., dan Brook, K.M. 1999, *Bahan dan Praktek Beton*,
terjemahan Hindarko, S. Erlangga. Jakarta.

Wijaya, O.A., (2018). Pengaruh Penambahan Superplasticizer Pada Beton
geopolimer berbahan dasar NaOH 14 M Molar terhadap kuat tekan
dan porositas.

Xu, H., & Van Deventer. J.S.J. (2000). The geopolymerisation of aluminosilicate minerals. *International journal of mineral processing*, 2000, 59.3; 247-266.





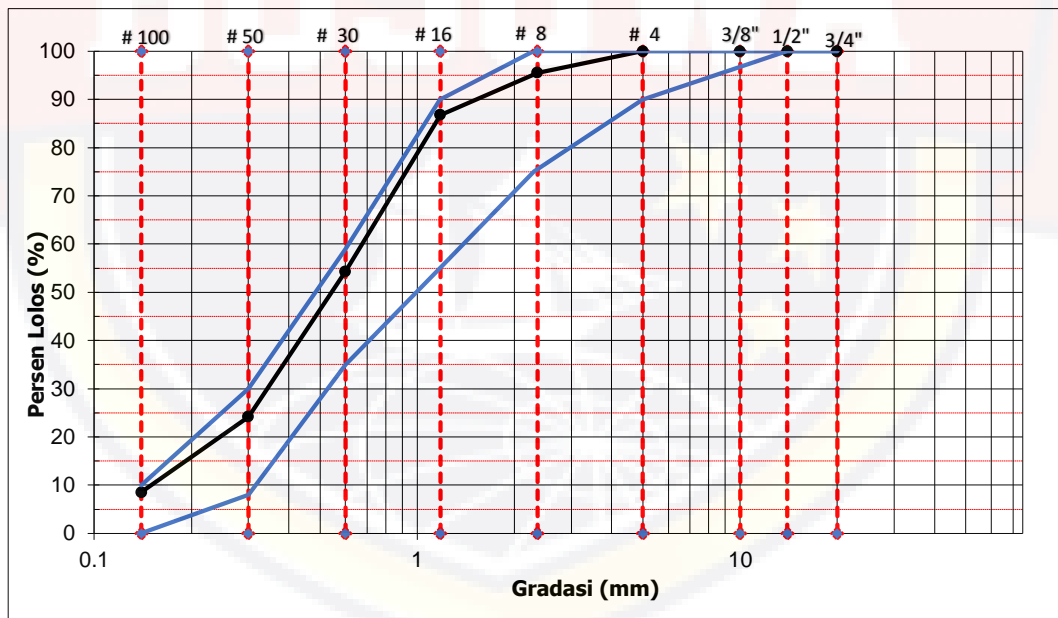
LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS

Material : pasir
Tanggal : 04 juni 2022
Sumber : Tombongi

Nama : Ferdi Sikanna
Pembimbing :
1. Arman Setiawan, ST. MT.
2. Dr. Ir. Hj. Hisriah, ST. MT.

Saringan No	Total :	1500		Total :	1500		Rata-rata	SNI 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, 06 Juni 2022
Diuji Oleh
Mahasiswa

Ferdi Sikanna



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

**PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT KASAR
(SNI 1973 : 2008)**

Material : Batu pecah maks 10 mm Nama : Ferdi Sikanna
Tanggal : 04 juni 2022 Pembimbing :
Sumber : Tombongi 1. Arman Setiawan, ST. MT.
2. Dr. Ir. Hj. Hijriah, 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	

Diperiksa Oleh
Kep Laboratorium Struktur dan Bahan

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.

Makassar, 06 juni 2022

Diuji Oleh
Mahasiswa

Ferdi Sikanna



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

**PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT HALUS
(SNI 1973 : 2008)**

Material : pasir
Tanggal : 04 juni 2022
Sumber : Tombongi

Nama : Ferdi Sikanna
Pembimbing :
1 Arman Setiawan, ST. MT
2.Dr. Ir. Hj. Hijriah, 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	

Diperiksa Oleh
Kep Laboratorium Struktur dan Bahan

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.

Makassar, 06 juni 2022

Diuji Oleh
Mahasiswa

Ferdi Sikanna



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

**PEMERIKSAAN BERAT JENIS AGREGAT HALUS
(SNI 1970 : 2008)**

Material : Pasir
Tanggal : 04 juni 2022
Sumber : Tombongi

Nama : Ferdi Sikanna
Pembimbing :
1. Arman Setiawan, ST. MT.
2. Dr. Ir. Hj. Hijriah, 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, 06 juni 2022

Diuji Oleh
Mahasiswa

Ferdi Sikanna



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

**PEMERIKSAAN LOLOS SARINGAN NO.200
AGREGAT HALUS**

Material : Pasir
Tanggal : 04 juni 2022
Sumber : Tombongi

Nama : Ferdi Sikanna
Pembimbing :
1. Arman Setiawan, ST. MT
2. Dr. Ir. Hj. Hijriah, 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	

Diperiksa Oleh
Kep Laboratorium Struktur dan Bahan

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.

Makassar, 06 juni 2022

Diuji Oleh
Mahasiswa

Ferdi Sikanna



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

**PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT HALUS
(SNI 1965 : 2008)**

Material : pasir
Tanggal : 04 juni 2022
Sumber : Tombongi

Nama : Ferdi Sikanna
Pembimbing :
1. Arman Setiawan, ST. MT.
2. . Dr. Ir. Hj. Hijriah, 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, 06 juni 2022

Diperiksa Oleh
Kep Laboratorium Struktur dan Bahan

Diuji Oleh
Mahasiswa

Ir. Eka Yuniarto, ST. MT.

Ferdi Sikanna



LABAROTARIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA



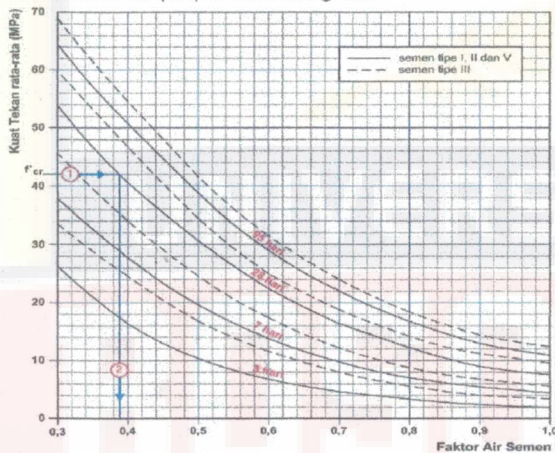
RANCANGAN CAMPURAN BETON (CONCRETE MIX DESIGN)

Material : Rancangan Campuran Beton (Mix Design) Normal
Tanggal : 06 Juni 2022

Data :	=	-
Slump	=	-
Deviasi standart (Sr)	=	-
Faktor air semen bebas (Fas)	=	0.50
Na ₂ SiO ₃	=	157.50
NaOH	=	105.00
Kadar air bebas	=	233.33
Kadar fly ash maksimum	=	466.67
Berat isi beton	=	2350
Berat agregat gabungan	=	1650.00
Berat agregat halus	=	660.00
Berat agregat kasar	=	990.00
Berat jenis gabungan	=	2.23

a. Penetapan Faktor Air Semen

Besar faktor air (fas) diambil dari grafik



Berdasarkan kuat tekan rata-rata (f'_{cr}) = 0.50
(berdasarkan grafik korelasi fas dan f'_{cr})

b. Penetapan kadar air bebas

Ukuran besar butir agregat maksimum	Jenis agregat	Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Batu tak dipecahkan	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

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

Kadar air bebas alami (Wf) = 225 kg/m³ beton
 Kadar air bebas bt. pecah (Wc) = 250 kg/m³ beton
 Kadar air bebas = $(2/3 \times Wf) + (1/3 \times Wc)$
 = $(2/3 \times 225) + (1/3 \times 250)$
 = 233 kg/m³ beton

c. Penetapan kadar fly ash

Kadar fly ash maks = $\frac{\text{Kadar air bebas (Wf)}}{\text{Faktor air (fas)}}$
 = $\frac{233}{0.50} = 466.67 \text{ kg/m}^3$

d. Berat jenis gabungan agregat

Bj. Gabungan = a. Bj. Spesifik SSD pasir + b. Bj. Spesifik SSD kerikil 0.5-1
 Bj. Gabungan = 0.68 x 2.14 + 0.32 x 2.41
 = 2.23

e. 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

f. Berat total agregat (pasir+kerikil)

Berat total agregat = Berat Volume Beton Segar - Kadar Air Bebas - Kadar Fly Ash Maksimum
 Berat total agregat = 2350 - 233 - 466.67
 = 1650.00 kg/m³ beton

g. Berat masing-masing agregat

Berat pasir	=	40%	x	1650.00	=	660.00	kg/m ³ beton
Berat kerikil 0.5-1	=	60%	x	1650.00	=	990.00	kg/m ³ beton
Jumlah	=				=	1650.00	kg/m ³ beton

h. Hasil mix design SSD karakteristik agregat

Sebelum Koreksi		Sesudah Koreksi (Untuk fly ash, tidak dikoreksi)	
Air (Wa)	= 233.33 kg/m ³	NaOH	= 105.00 kg/m ³
		Na ₂ SiO ₃	= 157.50 kg/m ³
Fly Ash (Ws)	= 466.67 kg/m ³	Fly Ash (Ws)	= 466.67 kg/m ³
Pasir	= 660.00 kg/m ³	Pasir	= 680.04 kg/m ³
Kerikil 0.5-1	= 990.00 kg/m ³	Kerikil 0.5-1	= 970.94 kg/m ³
Jumlah	= 2350.00 kg/m ³	Jumlah	= 2380.15 kg/m ³

i. Koreksi campuran beton untuk pelaksanaan

NaOH	=	(36%*FLY ASH/64%)/(2.5)	
	=	105.00	
Na ₂ SiO ₃	=	1.5 x NaOH	
	=	157.50	
Koreksi Air	=	W/C RATIO x (FLY ASH + NaOH + Na ₂ SiO ₃)	
	=	218.75	
Koreksi Pasir	=	Jumlah Pasir + (Kadar Air Pasir - Absorpsi Pasir) x (Jumlah Pasir)/100	
	=	660.00 + (4.73 - 1.70) x (660.00 / 100)	
	=	680.04	
Koreksi BP	=	Jumlah Kerikil+(Kadar Air Kerikil 0.5-1-Absorpsi Kerikil 0.5-1)x(Jumlah Kerikil 0.5-1)/100	
	=	990.00 + (1.02 - 2.95) x (990.00 / 100)	
	=	970.94 kg/m ³	

Perencanaan mix desain beton normal geopolimer

BAHAN BETON	BERAT/M ³ BETON (KG)	VOLUME BENDA UJI (M ³)	BERAT UTK 1 SAMPEL (KG)
NaOH	105.00	0.0053	0.56
Na ₂ SiO ₃	157.50	0.0053	0.83
Fly ash	466.67	0.0053	2.47
Air	233.33	0.0053	1.24
Pasir	680.04	0.0053	3.60
Bp 0.5-1	970.94	0.0053	5.14

Perencanaan mix design variasi

ATK	Na ₂ SiO ₃	NaOH	Pasir	Bp 0.5-1	Fly Ash	Air	ATK	SP 2%
(%)	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)	(Kg)
5%	0.83	0.56	3.60	5.14	2.35	1.24	0.12	0.0495
10%	0.83	0.56	3.60	5.14	2.23	1.24	0.22	0.0495
15%	0.83	0.56	3.60	5.14	2.10	1.24	0.32	0.0495
Total Bahan	2.50	1.67	10.81	15.43	6.68	3.71	0.66	0.1485

Perhitungan Volume Benda Uji

Silinder 15 cm x 30 cm

$$V = 1/4 \times \pi \times D^2 \times t$$

$$V = 1/4 \times 3.14 \times (0.15)^2 \times 0.3$$

$$V = 0.00530 \text{ m}^3$$

V = Volume Benda Uji

D = Jari - Jari

Makassar, 06 Juni 2022

Diperiksa Oleh
Kepala Laboratorium
Struktur dan Bahan



Ir. Eka Yuniarto, MT

Diuji Oleh
Mahasiswi
Universitas Bosowa



Ferdi sikanna



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

HASIL UJI KUAT TEKAN BETON (SILINDER) (SNI 2847 - 2013)

Id Sampel : Beton Normal Geopolimer
Tanggal Tes : 09 - 12 Juli 2022

No. Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Berat (kg)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas Penampang (cm ²)	Umur	Beban Maksimum (KN)	Kuat Tekan (N/m ²)	
BN-1	11 Juni 2022	11.605	15	30	1766.25	28	395	22.364	
BN-2	11 Juni 2022	11.551	15	30	1766.25	28	450	25.478	
BN-3	11 Juni 2022	11.555	15	30	1766.25	28	390	22.081	
BN-4	11 Juni 2022	11.604	15	30	1766.25	28	430	24.345	
BN-5	11 Juni 2022	11.548	15	30	1766.25	28	385	21.798	
BN-6	11 Juni 2022	11.552	15	30	1766.25	28	415	23.496	
BN-7	13 Juni 2022	11.578	15	30	1766.25	28	410	23.213	
BN-8	13 Juni 2022	11.655	15	30	1766.25	28	400	22.647	
BN-9	13 Juni 2022	11.588	15	30	1766.25	28	425	24.062	
BN-10	13 Juni 2022	11.596	15	30	1766.25	28	390	22.081	
BN-11	13 Juni 2022	11.595	15	30	1766.25	28	450	25.478	
BN-12	13 Juni 2022	11.612	15	30	1766.25	28	465	26.327	
BN-13	14 Juni 2022	11.542	15	30	1766.25	28	420	23.779	
BN-14	14 Juni 2022	11.498	15	30	1766.25	28	410	23.213	
BN-15	14 Juni 2022	11.535	15	30	1766.25	28	395	22.364	
Jumlah								6230	352.725
Rata-Rata								415	23.515

Diperiksa Oleh
Kepala Laboratorium
Struktur dan Bahan

I. Eka Yuniarto, MT

Makassar, Juli 2022
Diuji Oleh
Mahasiswa
Universitas Bosowa

Ferdj Sikanna



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

HASIL UJI KUAT TEKAN BETON (SILINDER) (SNI 2847 - 2013)

Id Sampel : ATK5%
Tanggal Tes : 23 Juli 2022

No. Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Berat (kg)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas Penampang (cm ²)	Umur	Beban Maksimum (KN)	Kuat Tekan (N/m ²)
ATK5%.1	25 Juni 2022	11.375	15	30	1766.25	28	380	21.51
ATK5%.2	25 Juni 2022	11.360	15	30	1766.25	28	375	21.23
ATK5%.3	25 Juni 2022	11.434	15	30	1766.25	28	370	20.95
Jumlah							1125	63.69
Rata-Rata							375	21.23

Diperiksa Oleh
Kepala Laboratorium
Struktur dan Bahan

Ir. Eka Yuniarto, MT

Makassar, Juli 2022
Diuji Oleh
Mahasiswa
Universitas Bosowa

Ferdi Sikanna



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

HASIL UJI KUAT TEKAN BETON (SILINDER) (SNI 2847 - 2013)

Id Sampel : ATK10%
Tanggal Tes : 23 Juli 2022

No. Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Berat (kg)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas Penampang (cm ²)	Umur	Beban Maksimum (KN)	Kuat Tekan (N/m ²)
ATK10%.1	25 Juni 2022	11.428	15	30	1766.25	28	225	12.74
ATK10%.2	25 Juni 2022	11.417	15	30	1766.25	28	235	13.31
ATK10%.3	25 Juni 2022	11.397	15	30	1766.25	28	235	13.31
		Jumlah						39.35
		Rata-Rata						13.12

Diperiksa Oleh
Kepala Laboratorium
Struktur dan Bahan

Ir. Eka Yuniarto, MT

Makassar, Juli 2022
Diuji Oleh
Mahasiswa
Universitas Bosowa

Ferdi Sikanna



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

HASIL UJI KUAT TEKAN BETON (SILINDER) (SNI 2847 - 2013)

Id Sampel : ATK15%
Tanggal Tes : 23 Juli 2022

No. Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Berat (kg)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas Penampang (cm ²)	Umur	Beban Maksimum (KN)	Kuat Tekan (N/m ²)
ATK15%.1	25 Juni 2022	11.395	15	30	1766.25	28	195	11.04
ATK15%.2	25 Juni 2022	11.380	15	30	1766.25	28	190	10.76
ATK15%.3	25 Juni 2022	11.396	15	30	1766.25	28	185	10.47
Jumlah							570	32.27
Rata-Rata							190	10.76

Diperiksa Oleh
Kepala Laboratorium
Struktur dan Bahan

Ir. Eka Yuniarto, MT

Makassar, Juli 2022
Diuji Oleh
Mahasiswa
Universitas Bosowa

Ferd Sikanna



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

HASIL UJI KUAT TEKAN BETON (SILINDER) (SNI 2847 - 2013)

Id Sampel : ATK5% SP2%
Tanggal Tes : 23 Juli 2022

No. Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Berat (kg)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas Penampang (cm ²)	Umur	Beban Maksimum (KN)	Kuat Tekan (N/m ²)
ATK5% SP2%.1	25 Juni 2022	11.543	15	30	1766.25	28	400	22.65
ATK5% SP2%.2	25 Juni 2022	11.515	15	30	1766.25	28	410	23.21
ATK5% SP2%.3	25 Juni 2022	11.530	15	30	1766.25	28	410	23.21
Jumlah							1220	69.07
Rata-Rata							407	23.02

Diperiksa Oleh
Kepala Laboratorium
Struktur dan Bahan

Ir. Eka Yuniarto, MT

Makassar, Juli 2022
Diuji Oleh
Mahasiswa
Universitas Bosowa

Ferdi Sikanna



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

HASIL UJI KUAT TEKAN BETON (SILINDER) (SNI 2847 - 2013)

Id Sampel : ATK10% SP2%
Tanggal Tes : 23 Juli 2022

No. Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Berat (kg)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas Penampang (cm ²)	Umur	Beban Maksimum (KN)	Kuat Tekan (N/m ²)
ATK10% SP2%.1	25 Juni 2022	11.525	15	30	1766.25	28	310	17.55
ATK10% SP2%.2	25 Juni 2022	11.518	15	30	1766.25	28	305	17.27
ATK10% SP2%.3	25 Juni 2022	11.495	15	30	1766.25	28	300	16.99
Jumlah							915	51.80
Rata-Rata							305	17.27

Diperiksa Oleh
Kepala Laboratorium
Struktur dan Bahan

Ir. Eka Yuniarto, MT

Makassar, Juli 2022
Diuji Oleh
Mahasiswa
Universitas Bosowa

Ferdi Sikanna



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

HASIL UJI KUAT TEKAN BETON (SILINDER) (SNI 2847 - 2013)

Id Sampel : ATK15% SP2%
Tanggal Tes : 23 Juli 2022

No. Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Berat (kg)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas Penampang (cm ²)	Umur	Beban Maksimum (KN)	Kuat Tekan (N/m ²)
ATK15% SP2%.1	25 Juni 2022	11.497	15	30	1766.25	28	235	13.31
ATK15% SP2%.2	25 Juni 2022	11.502	15	30	1766.25	28	230	13.02
ATK15% SP2%.3	25 Juni 2022	11.513	15	30	1766.25	28	220	12.46
Jumlah							685	38.78
Rata-Rata							228	12.93

Diperiksa Oleh
Kepala Laboratorium
Struktur dan Bahan

Ir. Eka Yuniarto, MT

Makassar, Juli 2022
Diuji Oleh
Mahasiswi
Universitas Bosowa

Ferdi Sikanna



NaOH



Agregat halus



Agregat kasar 0,5-1 mm





Water glass



Hasil salah satu nilai kuat tekan beton variasi tanpa penambahan superplasticizer



Hasil salah satu pengujian kuat tekan beton



Sampel beton variasi 15%+ 2% superplasticizer



Sampel beton variasi 15%+ 2% superplasticizer



Sampel variasi 10%



Proses mix material



Pemasangan silinder



Sampel beton variasi 5%



Contoh keretakan setelah pengujian kuat tekan beton



fly ash

UNIVERSITAS



Pengujian berat jenis agregat halus