

TUGAS AKHIR

**“ANALISIS KUAT TEKAN BETON SERAT SABUT KELAPA DAN
AMPAS KOPI SEBAGAI PENGGANTI SEMEN DENGAN BERBAGAI
ZAT TAMBAH”**

*Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Mencapai Gelar S-1*



Disusun Oleh :

ERNA IRAWATI

45 16 041 123

**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK SIPIL
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR**

2021



LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar No. A133/FT/UNIBOS/II/2021 Tanggal 24 februari 2021, perihal Pengangkatan Panitia dan tim Penguji Tugas Akhir, maka pada :

Hari / Tanggal : Jum'at / 26 Februari 2021
Nama : Erna Irawati
Nomor Stambuk : 45 16 041 123
Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : **“Analisis Kuat Tekan Beton Serat Sabut Kelapa dan Ampas Kopi Sebagai Pengganti Semen Dengan Berbagai 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) : Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT (.....)
Sekretaris (Ex. Officio): Ir. Eka Yuniarto, ST., MT (.....)
Anggota : Dr. Ir. Hj. Hijriah, ST., MT (.....)
Ir. Hj. Satriawati Cangara, MSp (.....)

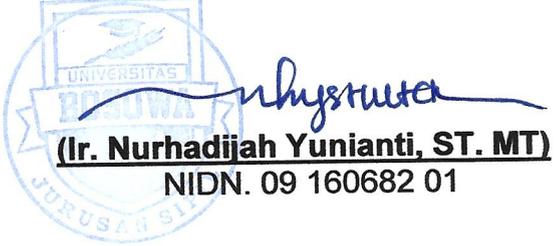
Makassar, Maret 2021

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Univ. Bosowa Makassar


(Dr. Ridwan, ST. M.Si)
NIDN. 09 101271 01

Ketua Program Studi Teknik Sipil
Univ. Bosowa Makassar


(Ir. Nurhadijah Yuniarti, ST. MT)
NIDN. 09 160682 01



UNIVERSITAS BOSOWA
Jalan Urip Sumoharjo Km. 4, Makassar – Sulawesi Selatan
Telp. 0411 452 901 – 452 789 Fax. 0411 424 568
<http://www.universitasbosowa.ac.id>

FAKULTAS TEKNIK

LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUTUP
TUGAS AKHIR

Judul :

**“ANALISIS KUAT TEKAN BETON SERAT SABUT KELAPA DAN AMPAS KOPI
SEBAGAI PENGGANTI SEMEN DENGAN BERBAGAI ZAT TAMBAH**

Disusun dan diajukan oleh :

Nama Mahasiswa : **ERNA IRAWATI**

No. Stambuk : **45 16 041 123**

Sebagai salah satu syarat, untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi
Teknik Sipil / Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

Telah Disetujui Komisi/Tim Pembimbing :

Pembimbing I : **Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT.**

(.....)

Pembimbing II : **Ir. Eka Yuniarto, ST., MT.**

(.....)

Mengetahui:

Dekan Fakultas Teknik

Dr. Ridwan, S.T., M.Si.
NIDN. 0910127101

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Ir. Nur hadijah Yuniarti, S.T., M.T.
NIDN. 0916068201

PRAKATA

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul **“Analisis Kuat Tekan Beton Serat Sabut Kelapa Dan Ampas Kopi Sebagai Pengganti Semen Dengan Berbagai Zat Tambah”** yang merupakan salah satu syarat diajukan untuk menyelesaikan studi S-1 pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

Terlaksananya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, ucapan terima kasih sebesar – besarnya kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kelancaran, kesehatan, serta ridho-Nya selama masa perkuliahan dan penyelesain Tugas Akhir ini.
2. Teristimewa kepada Ibu tercinta Sahariah yang selalu mendukung dan mendoakan
3. Bapak Dr. Ridwan, ST., M.Si. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa
4. Ibu Ir. Nurhadijah Yunianti, ST., MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa
5. Bapak Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT. selaku dosen pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktu untuk membimbing, memeriksa, serta memberikan arahan dalam penyusunan laporan.

6. Bapak Ir. Eka Yuniarto, ST., MT. selaku dosen pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktu untuk membimbing, memeriksa, serta memberikan arahan dalam penyusunan laporan.
7. Bapak Ir. H. Abdul Rahim Nurdin, MT. selaku penasehat akademik
8. Seluruh dosen, asisten laboratorium dan staf Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa
9. Nur Hikmah dan Annisaa Idrus teman seperjuangan selama menjalani masa kuliah dan dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Teman – teman STM GB2 Khaedar Ma'arief, M. Akhyar dan Arif Wangsa yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian
11. Teman – teman teknik sipil non regular 2016 yang menjadi rekan dan saudara selama menjalani masa kuliah
12. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian.

Dapat disadari bahwa isi laporan ini jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang bersifat membangun sangat diharapkan guna menyempurnakan laporan ini sehingga bermanfaat bagi kita semua. Sekian dan terima kasih.

Makassar, Desember 2020

Penulis

Erna Irawati
Nim. 4516041123

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : ERNA IRAWATI
Nomor Stambuk : 45 16 041 123
Program Studi : TEKNIK SIPIL
Judul tugas akhir : ANALISIS KUAT TEKAN BETON SERAT
SABUT KELAPA DAN AMPAS KOPI
SEBAGAI PENGGANTI SEMEN
DENGAN BERBAGAI ZAT TAMBAH

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 menampilkannya 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, Maret 2021
Yang Menyatakan



ERNA IRAWATI

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : ERNA IRAWATI
Nomor Stambuk : 45 16 041 123
Program Studi : TEKNIK SIPIL
Judul tugas akhir : ANALISIS KUAT TEKAN BETON SERAT
SABUT KELAPA DAN AMPAS KOPI
SEBAGAI PENGGANTI SEMEN
DENGAN BERBAGAI ZAT TAMBAH

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan programming yang tercantum sebagai bagian dari skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Bosowa.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Makassar, Maret 2021
Yang Menyatakan



ERNA IRAWATI

ANALISIS KUAT TEKAN BETON SERAT SABUT KELAPA DAN AMPAS KOPI SEBAGAI PENGGANTI SEMEN DENGAN BERBAGAI ZAT TAMBAH

Oleh : Erna Irawati¹⁾, Syahrul Sariman²⁾, Eka Yuniarto³⁾

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah dengan menggunakan serat sabut kelapa dan ampas kopi dapat mengurangi penggunaan semen pada pembuatan beton tanpa mengurangi nilai kuat tekan beton dan pengaruh penambahan berbagai zat tambah. Metode penelitian ini yaitu pembuatan beton normal dengan kuat tekan rencana 20 MPa. Kemudian pencampuran beton normal dengan substitusi serat sabut kelapa dan ampas kopi dengan persentase masing – masing 5% dari berat semen dan penambahan berbagai zat tambah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa substitusi serat sabut kelapa dan ampas kopi dengan persentase masing - masing 5% dari berat semen mengalami penurunan kuat tekan 65,93% terhadap beton normal. Kemudian, terjadi peningkatan pada penambahan berbagai zat tambah BSA A 15,07%, BSA C 16,44% dan BSA D 12,33% terhadap kuat tekan beton tanpa penambahan zat tambah. Namun pada zat tambah BSA B mengalami penurunan kuat tekan sebesar 6,85% terhadap kuat tekan beton tanpa penambahan zat tambah. Berdasarkan data tersebut, dapat disimpulkan bahwa pencampuran antara ampas kopi dan serat sabut kelapa tidak memberi pengaruh baik pada beton yang dihasilkan

Kata kunci : *Ampas kopi, Serat sabut kelapa, Bahan tambah, Kuat tekan*

ABSTRACT

The study attempts to find out if using fiber coconut husks and coffee grounds can reduce the use of cement in the manufacture of concrete without reducing the value of strong press concrete and the influence of the addition of various substitution added. Research methodology making concrete this normal strong press the 20 MPa. Then mixing concrete normal substitution fiber coconut husks and coffee grounds with the percentage of each 5% from heavy cement of the various substitution added. Research methodology making concrete this normal strong press the 20 MPa. Then mixing concrete normal with substitution fiber coconut husks and coffee grounds with the percentage of each 5% from heavy cement of the various substitution added. The research results show that substitution fiber coconut husks and coffee grounds with the percentage of each 5% from heavy cement each heavy decreased strong press 65,93% of normal concrete. Then, increase to adding various substitution added a BSA A 15,07%, BSA C 16,44% and BSA D 12,33% against strong press concrete without additional added substance. But on a substitution added BSA B decline strong press as big as 6,85% against strong press concrete without the addition of substitution added. Based on this data, it can be concluded that mixing between the coffee grounds and fiber coconut twisted does not have a good influence on the concrete produced.

Keywords : *coffee grounds, fiber coconut, the added, strong press*

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Lembar Pengajuan	iii
Prakata	iv
Pernyataan Keaslian Tugas Akhir	vi
Abstrak	viii
Daftar Isi	x
Daftar Notasi	xiii
Daftar Gambar	xv
Daftar Tabel	xvi
Daftar Lampiran	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Rumusan Masalah	I-3
1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian	I-4
1.3.1. Tujuan Penelitian	I-4
1.3.2. Manfaat Penelitian	I-4
1.4. Pokok Bahasan dan Batasan Masalah	I-4
1.4.1. Pokok Bahasan	I-4
1.4.2. Batasan Masalah	I-5
1.5. Sistematika Penulisan	I-6

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1.	Beton	II-1
2.2.	Kelebihan dan Kekurangan Beton	II-2
2.2.1.	Kelebihan Beton	II-2
2.2.2.	Kekurangan Beton	II-2
2.3.	Sifat dan Karakteristik Campuran Beton	II-2
2.4.	Material Penyusun Beton	II-3
2.4.1.	Semen	II-3
2.4.2.	Agregat	II-5
2.4.3.	Air	II-6
2.5.	Material Pengganti	II-9
2.5.1.	Ampas Kopi	II-9
2.5.2.	Serat Sabut Kelapa	II-11
2.6.	Zat Adiktif (Zat Tambah)	II-13
2.7.	Pengujian Karakteristik Agregat	II-19
2.8.	Kuat Tekan	II-23
2.9.	Peneliti Terdahulu	II-25

BAB III METODE PENELITIAN

3.1.	Bagan Alir Penelitian	III-1
3.2.	Lokasi dan Waktu Penelitian	III-3
3.3.	Bahan dan Alat Penelitian	III-3
3.3.1.	Bahan Penelitian	III-3
3.3.2.	Alat Penelitian	III-4

3.4.	Prosedur Penelitian	III-9
3.5.	Variabel Penelitian	III-14
3.5.1.	Variabel Terikat	III-14
3.5.2.	Variabel Bebas	III-14
3.6.	Notasi dan Jumlah Sampel	III-15
3.7.	Metode Analisis	III-15

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1.	Hasil Pengujian	IV-1
4.1.1.	Hasil Pengujian Karakteristik Agregat	IV-1
4.1.2.	Perencanaan Campuran Beton Normal	IV-3
4.1.3.	Pengujian <i>Slump Test</i>	IV-5
4.1.4.	Hasil Pengujian Beton Normal	IV-6
4.1.5.	Perencanaan Campuran Beton Variasi	IV-8
4.1.6.	Hasil Pengujian Beton Variasi	IV-9
4.2.	Pembahasan	IV-10
4.2.1.	Pengaruh Substitusi Serat Sabut Kelapa dan Ampas Kopi	IV-10
4.2.2.	Pengaruh Substitusi Serat Sabut Kelapa dan Ampas Kopi Dengan Berbagai Zat Tambah	IV-11

BAB V PENUTUP

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

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR NOTASI

A	: Luas penampang
AK	: Ampas Kopi
ACI	: American Concrete Institute
ASTM	: American Society for Testing and Material
Ba	: Berat benda uji kondisi SSD di air
Bj	: Berat benda uji kondisi SSD
Bk	: Berat benda uji kering oven
FAS	: Faktor Air Semen
F'c	: Kuat tekan
F'cr	: Kuat tekan rata – rata
H ₂ O	: Air
JPK	: Jenis Permukaan Kering
Kg	: Kilogram
mg	: Miligram
mm	: Milimeter
MPa	: Megapascal
n	: Jumlah benda uji
Na ₂ SO ₄	: Natrium Sulfat
P	: Beban
PC	: Portland Cement
PCC	: Portland Composite Cement

pH : Power of Hydrogen

PPM : Parts Per Million

SiO₂ : Silika Oksida

SNI : Standar Nasional Indonesia

SSD : Saturated Surface Dry

SSK : Serat Sabut Kelapa

Sr : Standar deviasi

V : Volume

W : Berat benda uji



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Ampas Kopi	II-11
Gambar 2.2. Serat Sabut Kelapa	II-13
Gambar 2.3. ADT <i>Additive Cor</i>	II-17
Gambar 2.4. Bestmittel	II-18
Gambar 2.5. CBM	II-18
Gambar 2.6. Damdex	II-19
Gambar 3.1. Bagan Alir Penelitian	III-2
Gambar 4.1. Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton Normal (BN) Dengan Beton Variasi Substitusi Serat Sabut Kelapa dan Ampas Kopi.....	IV-10
Gambar 4.2. Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton Variasi Substitusi Serat Sabut Kelapa dan Ampas Kopi Dengan Berbagai Zat Tambah	IV-12

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Jumlah Benda Uji Penelitian	III-15
Tabel 4.1. Hasil Pengujian Analisa Saringan	IV-2
Tabel 4.2. Hasil Pengujian Agregat Kasar (Batu Pecah 1-2)	IV-2
Tabel 4.3. Hasil Pengujian Agregat Halus (Pasir)	IV-3
Tabel 4.4. Data Hasil Perhitungan <i>Mix Design</i>	IV-4
Tabel 4.5. Komposisi Campuran Untuk Beton Normal	IV-4
Tabel 4.6. Nilai <i>Slump</i>	IV-5
Tabel 4.7. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal	IV-6
Tabel 4.8. Komposisi Campuran Untuk Beton Tiap Variasi	IV-8
Tabel 4.9. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi	IV-9

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengujian Karakteristik Agregat

Lampiran 1.1	Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar ..	Lamp. 1-1
Lampiran 1.2	Rekapitulasi Hasil Pemeriksaan Agregat Halus ..	Lamp. 1-2
Lampiran 1.3	Analisa Saringan Agregat Kasar	Lamp. 1-3
Lampiran 1.4	Analisa Saringan Agregat Halus	Lamp. 1-4
Lampiran 1.5	Combined Aggregate Grading	Lamp. 1-5
Lampiran 1.6	Berat Jenis & Penyerapan Agregat Kasar	Lamp. 1-6
Lampiran 1.7	Berat Jenis & Penyerapan Agregat Halus	Lamp. 1-7
Lampiran 1.8	Berat Isi Agregat Kasar	Lamp. 1-8
Lampiran 1.9	Berat Isi Agregat Halus	Lamp. 1-9
Lampiran 1.10	Kadar Air Agregat Kasar	Lamp. 1-10
Lampiran 1.11	Kadar Air Agregat Halus	Lamp. 1-11
Lampiran 1.12	Kadar Lumpur Agregat Kasar	Lamp. 1-12
Lampiran 1.13	Kadar Lumpur Agregat Halus	Lamp. 1-13

Lampiran 2 *Mix Design*

Lampiran 2.1	Perhitungan <i>Mix Design</i>	Lamp. 2-1
Lampiran 2.2	Grafik Hubungan Faktor Air Semen dengan Kuat Tekan Rata - Rata	Lamp. 2-3
Lampiran 2.3	Grafik Hubungan Antara Kadar Air dengan Berat Jenis Agregat Campuran	Lamp. 2-4

Lampiran 2.4	Tabel Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen Maksimum Untuk Berbagai Macam Pembetonan Dalam Lingkungan Khusus	Lamp. 2-5
Lampiran 2.5	Tabel Perkiraan Kadar Air bebas (Kg/m^3) Yang Dibutuhkan Untuk Beberapa Tingkat Kemudahan Pengerjaan Adukan Beton	Lamp. 2-6
Lampiran 3 Hasil Pengujian Kuat Tekan		
Lampiran 3.1	Pengujian Kuat Tekan Beton Normal	Lamp. 3-1
Lampiran 3.2	Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi	Lamp. 3-2
Lampiran 4 Dokumentasi Penelitian		
Lampiran 4.1	Pengujian Karakteristik Agregat	Lamp. 4-1
Lampiran 4.2	Pengujian Beton Normal	Lamp. 4-11
Lampiran 4.3	Pengujian Beton Variasi	Lamp. 4-15

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Limbah merupakan buangan dari sisa hasil produksi yang sudah tidak dapat digunakan lagi. Keberadaan limbah sangat dekat hubungannya dengan manusia. Hal ini disebabkan oleh segala aktivitas yang dilakukan oleh manusia akan menghasilkan limbah. Dalam proses pembuangan limbah sering dijumpai pembuangan yang tidak sesuai dengan aturan yang ada. Hal ini sangat sering dilakukan khususnya dalam produksi berskala industri.

Namun, dengan banyaknya terjadi pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh hasil limbah dari industri. Diantaranya salah satu penyumbang polutan yang cukup besar adalah industri semen. Proses produksi industri semen menggunakan bahan bakar fosil, sehingga menimbulkan dampak gas rumah kaca. Limbah yang paling banyak dihasilkan pada industri ini adalah gas dan B₃ (Bahan Berbahaya dan Beracun).

Oleh karena itu, salah satu cara untuk mengurangi pencemaran limbah yang banyak ditemui di Indonesia khususnya Sulawesi Selatan adalah dengan mengurangi pemakaian semen. Dalam penelitian ini, penulis memanfaatkan limbah ampas kopi dan serat sabut kelapa, yang digunakan dalam bidang teknik sipil, sebagai bahan pengganti semen dalam memenuhi kuat tekan beton.

Penggunaan limbah ampas kopi disebabkan karena kopi merupakan komoditas yang banyak dijumpai di Indonesia. Ampas kopi juga merupakan limbah industri yang dihasilkan dari olahan kopi dan mempunyai sifat khusus, yaitu mengandung senyawa kimia yang bersifat posolan (*pozzolanic material*), yaitu mengandung silica (SiO_2), suatu senyawa yang bila dicampur dengan semen dan air dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kuat tekan beton. Pada penelitian ini, ampas kopi dipanaskan dengan cara disangrai hingga suhu $\pm 150^\circ$, kemudian diayak dengan saringan No. 200.

Selain itu, juga banyak ditemui bahan alami seperti serat sabut kelapa yang hanya ditumpuk di bawah tegakan pohon kelapa lalu dibiarkan membusuk atau kering. Pohon kelapa dimanfaatkan untuk berbagai macam hal, dimulai dari daun hingga akarnya, termasuk serat sabut kelapa. Hingga saat ini serat sabut kelapa dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan kerajinan bahan bakar dan sebagai media tanam. Padahal ada fungsi lain dari serat sabut kelapa yaitu memiliki sifat tahan lama, tahan terhadap mikroorganisme, pelapukan dan lebih ringan dari serat lain. Untuk itu serat sabut kelapa menjadi alternatif bahan adiktif pembuatan beton. Pada penelitian ini, pengolahan serat sabut kelapa dengan cara mengambil serat kelapa dari bagian kulit dalam buah kelapa, kemudian di potong – potong menjadi untaian serat sesuai dengan ukuran yang dibutuhkan yakni 3 cm.

Disamping itu, untuk keperluan tertentu terkadang campuran beton tersebut masih ditambahkan bahan tambah berupa zat – zat kimia tambahan (*chemical additive*) dan mineral/material tambahan. Zat kimia tambahan tersebut biasanya berupa serbuk atau cairan yang secara kimiawi langsung mempengaruhi kondisi campuran beton. Sedangkan mineral/material tambahan berupa agregat yang mempunyai karakteristik tertentu. Penambahan zat - zat kimia atau mineral tambahan ini diharapkan dapat merubah performa dan sifat - sifat campuran beton sesuai dengan kondisi dan tujuan yang diinginkan.

Dari uraian diatas mengenai pemanfaatan limbah ampas kopi dan serat sabut kelapa, penulis juga menambahkan berbagai zat tambah (zat adiktif).

Hal ini yang mendasari penulis untuk melakukan pengujian **“ANALISIS KUAT TEKAN BETON SERAT SABUT KELAPA DAN AMPAS KOPI SEBAGAI PENGGANTI SEMEN DENGAN BERBAGAI ZAT TAMBAH”**

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang maka permasalahan yang dirumuskan sebagai berikut :

1. Bagaimana cara memperoleh beton normal dengan kuat tekan $f'c$ 20 MPa ?

2. Apakah dengan substitusi serat sabut kelapa dan ampas kopi sebagai pengganti semen dapat memenuhi kuat tekan beton ?
3. Bagaimana pengaruh berbagai zat tambah (zat adiktif) terhadap kuat tekan beton ?

1.3. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.3.1. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui cara memperoleh beton normal dengan kuat tekan f'_c 20 MPa.
2. Untuk mengetahui pengaruh substitusi serat sabut kelapa dan ampas kopi sebagai pengganti semen terhadap kuat tekan beton
3. Untuk mengetahui pengaruh berbagai zat tambah (zat adiktif) terhadap kuat tekan beton.

1.3.2. Manfaat Penelitian

Tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Sebagai pengembangan ilmu pengetahuan tentang limbah yang dapat dijadikan material tambahan pada peningkatan nilai kuat tekan beton.
2. Dapat mengurangi masalah lingkungan limbah ampas kopi dan serat sabut kelapa

1.4. Pokok Bahasan dan Batasan Masalah

1.4.1. Pokok Bahasan

Pokok bahasan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengujian karakteristik agregat kasar dan halus.
2. Perancangan campuran beton normal.
3. Pembuatan benda uji, serta perawatannya.
4. Pengujian kuat tekan.
5. Pembuatan dan perawatan beton dengan material pengganti diantaranya serat sabut kelapa, ampas kopi, dan berbagai zat tambah (ADT, *Bestmittel*, CBM, *Damdex*).
6. Pengujian kuat tekan dengan material pengganti dan zat tambah.
7. Menganalisa hasil pengujian kuat tekan dan kesimpulan.

1.4.2. Batasan Masalah

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan batasan masalah sebagai berikut :

1. Ampas kopi diambil dari hasil pengolahan limbah kopi, yang dipanaskan dengan cara disangrai hingga suhu $\pm 150^{\circ}$
2. Kuat tekan rencana $f'c$ 20 MPa menggunakan rancangan campuran metode Standar Nasional Indonesia (SNI 2847 – 2013)
3. Tidak dilakukan pengujian karakteristik pada serat sabut kelapa dan ampas kopi

4. Tinjauan kimia, pengaruh suhu, angin, dan kelembapan udara diabaikan pada pengujian ini.

1.5. Sistematika Penulisan

Secara sistematika, uraian tugas akhir ini terdiri dari 5 (lima) pokok bahasan yaitu sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam bab ini membahas teori – teori tentang beton secara umum, serta bahan campuran yang akan digunakan dalam penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi diagram alir penelitian, bahan dan alat penelitian, serta prosedur penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas dan menganalisa hasil penelitian yang diperoleh dari percobaan di laboratorium dengan mengacu pada teori yang sudah dijelaskan sebelumnya

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran mengenai dari Tugas Akhir ini.

Pada akhir penulisan akan dilampirkan daftar pustaka dan lampiran yang berisi data – data penunjang dalam proses pengolahan data.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beton

Menurut (Mulyono.,T, 2004) Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*admixture atau additive*). Untuk mengetahui dan mempelajari perilaku elemen gabungan (bahan – bahan penyusun beton), kita memerlukan pengetahuan mengenai karakteristik masing – masing komponen. Nawy (1985:8) mendefinisikan beton sebagai sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi dari material pembentuknya. Dengan demikian, masing – masing komponen tersebut perlu dipelajari sebelum mempelajari beton secara keseluruhan.

Parameter – parameter yang paling mempengaruhi kekuatan beton adalah :

- a. Kualitas semen.
- b. Proporsi semen terhadap campuran.
- c. Kekuatan dan kebersihan agregat.
- d. Interaksi atau adhesi antara pasta semen dengan agregat.
- e. Pencampuran yang cukup dari bahan – bahan pembentuk beton.
- f. Penempatan yang benar, penyelesaian dan pemadatan beton.
- g. Perawatan beton.

2.2. Kelebihan dan Kekurangan Beton

Dalam keadaan yang mengeras, beton bagaikan batu karang dengan kekuatan tinggi. Dalam keadaan segar, beton dapat diberi bermacam bentuk, sehingga dapat digunakan untuk membentuk seni arsitektur atau semata – mata untuk tujuan dekoratif. Secara umum kelebihan dan kekurangan beton sebagai berikut :

2.2.1. Kelebihan Beton

- a. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
- b. Mampu memikul beban yang berat.
- c. Tahan terhadap temperatur yang tinggi.
- d. Biaya pemeliharaan yang kecil.

2.2.1. Kekurangan Beton

- a. Bentuk yang telah dibuat sulit diubah.
- b. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi.
- c. Berat.
- d. Daya pantul suara yang besar.

2.3. Sifat dan Karakteristik Campuran Beton

Sifat dan karakteristik campuran beton segar secara tidak langsung akan mempengaruhi beton yang telah mengeras. Pasta semen tidak bersifat elastis sempurna, tetapi merupakan *viscoelastic – solid*. Gaya

gesek dalam, susut, dan tegangan yang terjadi biasanya tergantung dari energi pemadatan dan tindakan preventif terhadap perhatiannya pada tegangan dalam beton. Hal ini tergantung dari jumlah dan distribusi air, kekentalan aliran gel (pasta semen) dan penanganan pada saat sebelum terjadi tegangan serta kristalin yang terjadi untuk pembentukan porinya. Beberapa sifat dan karakteristik beton perlu diperhatikan antara lain:

- a. Modulus elastisitas beton.
- b. Kekuatan beton.
- c. permeabilitas

2.4. Material Penyusun Beton

2.4.1. Semen

Semen merupakan bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air. Agregat tidak memainkan peranan yang penting dalam reaksi kimia tersebut, tetapi berfungsi sebagai bahan pengisi mineral yang dapat mencegah perubahan – perubahan volume beton setelah pengadukan selesai dan memperbaiki keawetan beton yang dihasilkan. Pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1% - 2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25% - 40%, dan agregat (agregat kasar dan agregat halus) sekitar 60% - 75%.

a. Jenis Semen

Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks, dengan campuran serta susunan yang berbeda – beda. Semen dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu :

1. Semen non-hidrolik

Semen non-hidrolik tidak dapat mengikat dan mengeras di dalam air, akan tetapi dapat mengeras di udara. Contoh utama dari semen non-hidrolik adalah kapur.

2. Semen hidrolik

Semen hidrolik mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras di dalam air. Contoh semen hidrolik antara lain kapur hidrolik, semen pozollan, semen terak, semen alam, semen portland, semen portland-pozollan, semen portland terak tanur tinggi dan semen alumina. Contoh lainnya adalah semen portland putih, semen warna dan semen – semen untuk keperluan khusus.

b. Semen PCC (*Portland Composite Cement*)

Pada penelitian ini, peneliti menggunakan jenis semen PCC (*Portland Composite Cement*) karena jenis semen ini dapat digunakan untuk konstruksi umum seperti : pekerjaan beton, pasangan bata, selokan, jalan, pagar dinding dan pembuatan elemen bangunan khusus seperti beton pracetak, beton pratekan, panel beton, bata beton (paving block) dan sebagainya.

Semen portland komposit (PCC) adalah bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama – sama terak semen portland dan gips dengan satu atau lebih bahan anorganik, atau hasil pencampuran antara bubuk semen portland dengan bubuk bahan organik lain. Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (*blast furnace slag*), pozollan, senyawa silikat, batu kapur, dengan kadar total bahan anorganik 6% - 35% dari massa semen portland komposit. (SNI 15-7064-2004).

2.4.2. Agregat

Komposisi agregat berkisar 60% - 70% dari berat campuran beton. Walaupun fungsinya hanya sebagai pengisi, tetapi karena komposisinya yang cukup besar, agregat inipun menjadi penting. Secara umum, agregat dapat dibedakan menjadi dua golongan yaitu, agregat kasar dan agregat halus, antara lain :

1. Agregat Kasar

Agregat kasar (batu pecah) merupakan hasil pengolahan batu dengan *stone crusher*. Butiran yang dihasilkan berbentuk tajam sehingga dapat memperkuat mortar. Agregat kasar (batu pecah) ini paling sering digunakan untuk pekerjaan struktural. Ukuran yang dikenal dalam pekerjaan beton adalah ukuran 10/20 dan 20/30.

2. Agregat Halus

Agregat halus (pasir) yang digunakan dalam campuran beton jika dilihat dari sumbernya dapat berasal dari sungai ataupun dari galian tambang

(*quarry*). Agregat yang berasal dari tanah galian, yaitu tanah yang dibuka lapisan penutupnya (*pre-striping*), biasanya berbentuk tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam. Pada kasus tertentu, agregat yang terletak pada lapisan yang paling atas harus dicuci terlebih dahulu sebelum digunakan.

2.4.3. Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Air yang dapat diminum umumnya dapat digunakan sebagai campuran beton. Air yang mengandung senyawa – senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan kimia lainnya, bila dipakai dalam campuran beton akan menurunkan kualitas beton, bahkan dapat mengubah sifat – sifat beton yang dihasilkan.

Karena pasta semen merupakan hasil reaksi kimia antara semen dengan air, maka bukan perbandingan jumlah air terhadap total berat campuran yang penting, tetapi justru perbandingan air dengan semen atau yang biasa disebut sebagai Faktor Air Semen (FAS). Air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya, sehingga akan mempengaruhi kekuatan beton. Air yang digunakan dapat berupa air tawar (dari sungai,

danau, telaga, kolam, situ, dan lainnya), air laut maupun air limbah, asalkan memenuhi syarat mutu yang telah ditetapkan.

Syarat mutu air menurut British Standar (BS.3148-80), berikut ini adalah kriteria yang harus dipenuhi oleh air yang akan digunakan sebagai campuran beton. Jika ketentuan – ketentuan dibawah tidak terpenuhi, sebaiknya air tidak digunakan untuk membuat campuran beton. Syarat – syarat tersebut antara lain :

a. Garam – garam anorganik

Ion – ion utama yang biasa terdapat dalam air adalah kalsium, magnesium, natrium, kalium, bikarbonat, sulfat, klorida, nitrat, dan kadang – kadang karbonat. Gabungan ion – ion tersebut tidak boleh lebih besar dari 2000 mg per liter. Garam – garam anorganik ini akan memperlambat waktu pengikatan beton dan menyebabkan menurunnya kekuatan beton. Konsentrasi garam – garam tersebut hingga 500 ppm dalam campuran beton masih diijinkan.

b. NaCL dan Sulfat

Konstentrasi NaCL atau garam dapur sebesar 20.000 ppm pada umumnya masih diijinkan. Air campuran beton yang mengandung 1250 ppm natrium sulfat, $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$, dapat digunakan dengan hasil yang memuaskan.

c. Air Asam

Air campuran asam dapat digunakan atau tidak berdasarkan konsentrasi asamnya yang dinyatakan dalam ppm (*parts per million*). Bisa atau

tidaknya air ini digunakan ditentukan berdasarkan nilai pH, yaitu suatu ukuran untuk konsentrasi ion hydrogen. Air netral biasanya mempunyai pH sekitar 7.00. Nilai pH diatas 7.00 menyatakan keadaan kebasaan dan nilai pH 7.00 menyatakan nilai keasaman. Semakin tinggi nilai asam (pH lebih dari 3.00), semakin sulit kita mengelola pekerjaan beton. Karena itu penggunaan air dengan pH diatas 3.00 harus dihindarkan.

d. Air Basa

Air dengan kandungan natrium hidroksida sekitar 0,5% dari berat semen, tidak banyak berpengaruh pada kekuatan beton, asalkan waktu pengikatan tidak berlangsung dengan cepat. Konsentrasi basa lebih tinggi dari 0,5% berat semen akan mempengaruhi kekuatan beton.

e. Air Gula

Apabila kadar gula dalam campuran dinaikkan hingga mencapai 0,2% dari berat semen, maka waktu pengikatan biasanya akan semakin cepat. Gula sebanyak 0,25% berat semen atau lebih akan mengakibatkan bertambah cepatnya waktu pengikatan secara signifikan dan berkurangnya kekuatan beton pada umur 28 hari.

f. Minyak

Minyak mineral atau minyak tanah dengan konsentrasi lebih dari 2% berat semen dapat mengurangi kekuatan beton hingga 20%. Karena itu pengaruh air yang tercemar minyak sebaiknya dihindari.

g. Rumpaut laut

Rumpaut laut yang tercampur dalam air campuran beton dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan beton secara signifikan. Bercampurnya rumpaut laut dengan semen akan mengakibatkan berkurangnya daya lekat dan menimbulkan terjadinya sangat banyak gelembung – gelembung udara dalam beton. Beton menjadi keropos dan pada akhirnya kekuatan akan berkurang. Rumpaut laut juga dapat dijumpai dalam agregat terutama jika agregat yang digunakan adalah agregat halus dari pasir pantai. Hal ini membuat hubungan antara agregat dan pasta semen terganggu, bahkan menjadi buruk.

2.5. Material Pengganti

2.5.1. Ampas Kopi

Penggunaan material posolan dalam adukan beton mulai banyak ditemukan sekitar tahun 1970an di Utara Amerika (Kosmatka, *et al.*, dalam Alkhaly, YR., dan Ferdiansyah, Y., 2018). Material berupa *Fly Ash*, *Silica Fume* adalah sebagian dari jenis posolan yang berasal dari bahan mineral. Material posolan tersebut dapat disubsitusikan 10% - 40% dari berat semen (Khan & Iqbal, dalam Alkhaly, YR., dan Ferdiansyah, Y., 2018).

Sebagai alternatif, telah berkembang penggunaan posolan alami (organik) yang berasal dari sisa hasil produk pertanian/perkebunan. Sisa produk pertanian ini banyak ditemukan di negara berkembang dan belum

optimal dimanfaatkan sehingga menjadi limbah padat yang mencemari lingkungan. Penggunaan sisa produk pertanian dalam beton yang diolah menjadi posolan mampu menggantikan sebagian berat semen antara 5% - 40% sebagaimana dilaporkan oleh (Joel,dan Moreno, *et al.*, dalam Alkhaly, YR., dan Ferdiansyah, Y., 2018). Produk sisa pertanian lain yang mungkin dimanfaatkan sebagai material posolan adalah ampas kopi.

Ampas kopi merupakan bahan alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti semen dalam campuran beton dengan biaya yang lebih murah dan dengan mutu yang lebih baik. Ampas kopi merupakan bahan buangan dari hasil olahan kopi yang mempunyai sifat khusus yaitu mengandung senyawa kimia yang bersifat posolan (*pozzolanic material*), yaitu mengandung silica (SiO_2), suatu senyawa yang bila dicampur dengan semen dan air dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kuat tekan beton.



Gambar 2.1. Ampas Kopi

Berdasarkan hasil penelitian Alkhaly & Syahfitri, (2016), pengaruh substitusi 5% abu ampas kopi terhadap berat semen meningkatkan kuat tekan beton sebesar 2,67% dari nilai kuat tekan 25,406 MPa menjadi 26,085 MPa. Kemudian, pada substitusi 10% dan 15% hanya mampu mempertahankan kuat tekan beton struktural.

2.5.2. Serat Sabut Kelapa

Beton serat (*fiber concrete*) merupakan campuran beton ditambah serat, umumnya berupa batang – batang ukuran 5 - 500 μ m, dengan panjang sekitar 25 mm. Bahan serat dapat berupa serat asbestos, serat plastik (poly-propylene), atau potongan kawat baja. Kelemahannya sulit dikerjakan, namun lebih banyak kelebihanannya antara lain kemungkinan terjadi segeresi kecil, daktail dan tahan benturan (Mulyono,T , 2004).

Menurut (Mulyono,T dalam Gusneli Yanti dkk., 2019) dalam pembagian beton serat, jenis beton serat dapat kita bedakan menjadi 2 jenis, yaitu :

a. Beton serat alami

Serat alam umumnya terbuat dari bermacam - macam tumbuhan. Karena sifat umumnya mudah menyerap dan melepaskan air, serat alam mudah lapuk sehingga tidak dianjurkan digunakan pada beton bermutu tinggi atau untuk penggunaan khusus. Yang termasuk serat alam antara lain rami, ijuk, sabut kelapa dan lain - lain.

b. Beton serat buatan

Serat buatan umumnya dibuat dari senyawa - senyawa polimer. Mempunyai ketahanan tinggi terhadap perubahan cuaca. Mempunyai titik leleh, kuat tarik, dan kuat lentur tinggi.



Gambar 2.2. Serat sabut kelapa

Menurut (Sofyan, Asnawi., 1977) sabut kelapa adalah bahan beserat dengan ketebalan sekitar 5 cm. Sabut kelapa merupakan bagian terluar dari buah kelapa. Buah kelapa itu sendiri atas sabut 35%, tempurung 12%, daging 28%, dan air buah 25%. Adapun sabut kelapa terdiri atas 78% dinding sel dan 22,2% rongga. Cara mendapatkan serat dari sabut kelapa (Suhardiyono, L. 1989), digunakan cara ekstraksi menggunakan mesin. Serat yang dapat diekstraksi diperoleh 40% serat berbulu dan 60% serat matras. Dari 100 gr serabut yang diabtrasikan diperoleh sekam 70 bagian, serat matras 18 bagian, dan serat berbulu 12

bagian. Dari segi teknis (Rembey, 1993) sabut kelapa memiliki sifat – sifat yang menguntungkan antara lain mempunyai panjang 15 - 30 cm, tahan terhadap serangan mikroorganisme, pelapukan, dan pekerjaan mekanis (gosokan atau pukulan). Sabut kelapa lebih ringan dibandingkan dengan serat alam lainnya.

Menurut (Marpaung dalam Gusneli Yanti dkk., 2019) menyatakan bahwa penambahan serat serabut kelapa pada campuran beton dapat meningkatkan kuat tekan beton. Dari persentase penambahan yang diteliti yakni 1%, 3%, 5%, 10% dan 15% beton dengan kandungan serat serabut kelapa sebanyak 5% menghasilkan nilai kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan beton tanpa penambahan serat serabut kelapa maupun beton dengan persentase campuran lainnya.

2.6. Zat Adiktif (Zat Tambah)

Bahan tambah (*admixture*) adalah bahan – bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran berlangsung. Fungsi dari bahan ini adalah untuk mengubah sifat – sifat dari beton agar menjadi cocok untuk pekerjaan tertentu, atau untuk menghemat biaya. Bahan tambah digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton misalnya untuk dapat dengan mudah dikerjakan, penghematan, atau untuk tujuan lain seperti penghematan energi.

Penggunaan bahan tambah dalam sebuah campuran beton harus memperhatikan standar yang berlaku seperti SNI (Standar Nasional Indonesia), ASTM (*American Society for Testing and Materials*) atau ACI (*American Concrete Institute*) dan yang paling utama memperhatikan petunjuk dalam manual produk dagang.

Menurut standar ASTM. C.494 (1995: .254) dan Pedoman Beton 1989 SKBI.1.4.53.1989 (Ulasan Pedoman Beton 1989: 29), jenis bahan tambah kimia dibedakan menjadi tujuh tipe bahan tambah. Jenis dan definisi bahan tambah kimia ini sebagai berikut :

1. Type A "*Water – Reducing – Admixtures*"

Water – Reducing – Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi mengurangi air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu.

2. Type B "*Retarding Admixtures*"

Retarding Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi untuk menghambat waktu pengikatan beton.

3. Type C "*Accelerating Admixtures*"

Accelerating Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton .

4. Type D "*Water Reducing and Retarding Admixtures*"

Water Reducing and Retarding Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan

untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu dan penghambat pengikatan awal.

5. Type E “*Water Reducing and Accelerating Admixtures*”

Water Reducing and Accelerating Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensinya tertentu dan mempercepat pengikatan awal.

6. Type F “*Water Reducing, High Range Admixtures*”

Water Reducing, High Range Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih.

7. Type G “*Water Reducing, High Range Retarding Admixtures*”

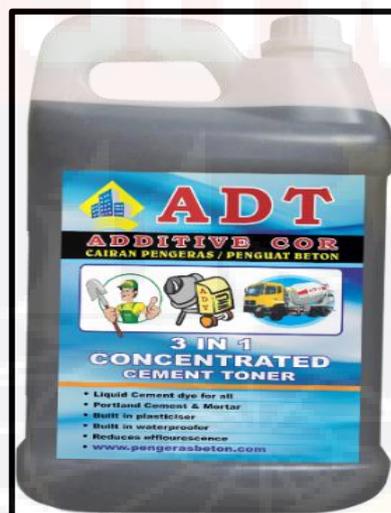
Water Reducing, High Range Retarding Admixtures adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dengan konsistensi tertentu, sebanyak 12% atau lebih dan juga untuk menghambat pengikatan beton.

Pada penelitian ini, zat adiktif (zat tambah) yang digunakan yaitu sebagai berikut :

1. ADT

ADT *Additive Cor* adalah jenis bahan tambah tipe C “*Accelerating Admixtures*”, adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton. ADT *Additive Cor*

sebagai bahan campuran untuk semua jenis semen dan mortar, produk ini juga mengandung *waterproofing* dan *plasticizer* sebagai ketahanan terhadap air serta menambah kekuatan pada beton. Kebutuhan untuk penggunaan lainnya seperti jembatan, *precast*, tiang listrik, dinding terowongan dan lain - lain. Penggunaan *ADT Additive Cor* juga mengurangi efek pengkristalan, mempercepat proses pengeringan dan pengerasan secara sempurna dan beton akan terlihat lebih putih. Cara penggunaan : Siapkan *ADT Additive Cor* sebanyak 1 - 2% dari berat semen. Kocok dahulu sebelum dipakai. Setelah campuran beton diaduk merata, tuangkan *ADT Additive Cor* ke dalam campuran beton dan aduk kembali hingga merata.



Gambar 2.3. *ADT Additive Cor*

2. Bestmittel

Bestmittel adalah jenis bahan tambah tipe E “*Water Reducing and Accelerating Admixtures*” adalah bahan tambah yang berfungsi ganda yaitu mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk

menghasilkan beton dengan konsistensinya tertentu dan mempercepat pengikatan awal. Bestmittel merupakan formula khusus yang sangat ekonomis dalam proses pengecoran sehingga menjadikan beton lebih cepat keras dalam usia muda serta mengurangi pemakaian air pada saat pengecoran sehingga meningkatkan mutu/kekuatan beton. Keunggulannya mempersingkat proses pembetonan, cetakan beton dapat dilepas lebih cepat, mengurangi pemakaian air 5% - 10% sehingga menjadikan beton lebih solid dan lebih plastis. Cara penggunaan : Tuangkan bestmittel sebanyak 0,2 - 0,6% dari berat semen ke dalam air yang disediakan untuk campuran beton dan aduk kembali hingga merata.



Gambar 2.4. Bestmittel

3. CBM

CBM adalah jenis bahan tambah tipe C "*Accelerating Admixtures*", adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton. Campuran semen terkonsentrasi premium yang dirancang khusus untuk meningkatkan mutu dan kekuatan suatu bangunan. Kegunaannya sama halnya dengan ADT *Additive Cor.* Cara penggunaan : Siapkan CBM sebanyak 0,5% - 2% dari berat semen.

Aduk campuran beton terlebih dahulu sampai merata, baru tuangkan CBM ke dalam campuran beton. Lalu aduk kembali sampai merata.



Gambar 2.5. CBM

4. Damdex

Damdex adalah jenis bahan tambah tipe C “*Accelerating Admixtures*”, adalah bahan tambah yang berfungsi untuk mempercepat pengikatan dan pengembangan kekuatan awal beton. Damdex yang dicampur dengan mortar/semen akan meningkatkan kecepatan beku campuran semen, meningkatkan kualitas dan kuat tekan beton, meningkatkan kuat lekat campuran mortar/semen dan sekaligus menjadikan campuran mortar/semen bersifat kedap air yang tahan sinar ultra violet. Dengan campuran air yang encer maka campuran akan mudah masuk ke dalam rongga – rongga retakan bangunan. Cara penggunaan : Siapkan *Damdex* sebanyak 2% dari berat semen. Aduk campuran beton terlebih dahulu sampai merata, baru tuangkan *Damdex* ke dalam campuran beton. Lalu aduk kembali sampai merata.



Gambar 2.6. Damdex

2.7. Pengujian Karakteristik Agregat

Pengujian karakteristik agregat meliputi :

1. Analisa Saringan

Analisa saringan agregat adalah salah satu analisa untuk mengetahui distribusi ukuran agregat dengan menggunakan ukuran saringan standar tertentu yang ditunjukkan dengan lubang saringan (mm) dan untuk menilai apakah agregat yang akan digunakan cocok untuk produksi beton. Selain itu juga mendapatkan presentase agregat dalam campuran. Adapun rumus modulus kehalusan ditunjukkan pada persamaan.

$$F_{\text{agregat}} = \frac{\sum \% \text{Kom. tertahan saringan no.100 s/d sar maks}}{100} \dots\dots (1)$$

2. Berat Jenis dan Penyerapan

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 berikut :

$$\text{Berat jenis kering} = \frac{B_k}{B_j - B_a} \dots\dots\dots (2)$$

Dengan :

B_j = Berat benda uji kondisi SSD

B_a = Berat benda uji kondisi SSD di air

B_k = Berat benda uji kering oven

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 sebagai berikut :

$$\text{Berat jenis permukaan} = \frac{B_j}{B_j - B_a} \dots\dots\dots (3)$$

Dengan :

B_j = Berat benda uji kondisi SSD

B_a = Berat benda uji kondisi SSD di air

Berat jenis semu adalah perbandingan antara berat 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 berikut :

$$\text{Berat jenis semu} = \frac{B_k}{B_k - B_a} \dots\dots\dots (4)$$

Dengan :

Ba = Berat benda uji kondisi SSD di air

Bk = Berat benda uji kering oven

Penyerapan adalah presentase yang menyatakan kebutuhan air yang akan diserap oleh agregat sehingga Jenuh Permukaan Kering (JPK).

Adapun rumus penyerapan semu ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$\text{Penyerapan} = \frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100 \% \dots\dots\dots (5)$$

Dengan :

Bj = Berat benda uji kondisi SSD

Bk = Berat benda uji kering oven

3. Berat Isi

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

$$\text{Berat volume agregat} = \frac{W}{V} \dots\dots\dots (6)$$

Dengan :

W = Berat benda uji (kg)

V = Volume wadah (liter, cm³)

4. Kadar Air

Kadar air merupakan perbandingan antara berat air yang terkandung dalam agregat dengan berat agregat dalam keadaan kering yang dinyatakan dengan persen (%). Kadar air dibutuhkan untuk melakukan koreksi kadar air dalam campuran beton. Adapun rumus kadar air ditunjukkan pada persamaan berikut :

$$W = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \cdot 100\% \dots\dots\dots (7)$$

Dengan :

W = Kadar air (%)

W1 = Berat agregat sebelum di oven (gr)

W2 = Berat agregat sesudah di oven (gr)

5. Kadar Lumpur

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

$$W = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \cdot 100\% \dots\dots\dots (8)$$

Dengan :

W = Kadar lumpur (%)

W1 = Berat agregat sebelum di oven (gr)

W2 = Berat agregat sesudah di oven (gr)

2.8. Kuat Tekan

Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Mulyono., 2004). Nilai kuat tekan beton didapat dari pengujian standar dengan benda uji yang lazim digunakan berbentuk silinder. Dimensi benda uji standar adalah 300 mm dan diameter 150 mm. Tata cara pengujian yang umumnya dipakai adalah standar ASTM C39-86. Kuat tekan masing – masing benda uji ditentukan oleh tegangan tekan tertinggi ($f'c$) yang dicapai benda uji umur 28 hari akibat beban tekan selama percobaan (Dipohusodo, 1956). Untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton berdasarkan percobaan di laboratorium adalah sebagai berikut :

$$f'c = \frac{P}{A} \dots\dots\dots (9)$$

Dengan :

$f'c$ = Kuat tekan (Mpa)

P = Beban tekan (N)

A = Luas penampang benda uji (mm^2)

Kekuatan tekan beton rata – rata dihitung berdasarkan rumus berikut :

$$f' cr = \frac{\sum f'c}{N} \text{ (kg / cm}^2\text{)} \dots\dots\dots (10)$$

Sedangkan kekuatan tekan rata – rata perlu bila data tersedia untuk menetapkan deviasi standar benda uji dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$f'_{cr} = f'_c + 1,34 \times S_{dev} \dots\dots\dots (11)$$

$$f'_{cr} = f'_c + 2,33 \times S_{dev} - 3,5 \dots\dots\dots (12)$$

Selanjutnya untuk standar deviasi dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$S_{dev} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (f_{ci} - f_{cr})^2}{n - 1}} \dots\dots\dots (13)$$

Dengan :

f'_{ci} = Kuat tekan masing – masing benda uji (Kg/cm²)

f'_{cr} = Kuat tekan rata – rata beton (Kg/cm²)

f'_{ck} = Kuat tekan karakteristik (Kg/cm²)

n = Jumlah benda uji

P = Beban yang bekerja (kg)

A = Luas penampang benda uji (cm²)

S_{dev} = Nilai standar deviasi (Kg/cm²)

Beton akan mempunyai kuat tekan 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 (Dipohusodo, 1996). Oleh karena kekuatan agregat sangat berpengaruh terhadap kekuatan beton, maka hal – hal yang perlu diperhatikan pada agregat adalah permukaan dan bentuk agregat, gradasi agregat, ukuran maksimum agregat.

2.9. Peneliti Terdahulu

Beberapa penelitian sebelumnya yang membahas tentang pengujian serat *cocofiber* dan abu ampas kopi dan berbagai zat tambah sebagai berikut :

1. Gusneli Yanti, Zainuri, Shanti Wahyuni Megasari (2019)

Judul : Analisis penambahan *cocofiber* pada campuran beton.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan pada umur 28 hari. Dengan penambahan variasi *cocofiber* 0%, 1%, 3%, 5%, 7%, 9% dengan kuat tekan beton rencana f_c 25 MPa. Hasil uji kuat tekan beton dengan variasi penambahan *cocofiber* yaitu 0% sebesar 30,018 MPa, 1% sebesar 27,038 MPa, 3% sebesar 29,942 MPa, 5% sebesar 31,413 MPa, 7% sebesar 32,261 MPa, 9% sebesar 32,337 MPa. Terjadi peningkatan kuat tekan beton pada penambahan variasi 5% sampai 9%, namun ada penurunan kuat tekan beton dengan penambahan serat 1% dan 3%. Nilai kuat tekan tertinggi pada variasi campuran *cocofiber* 9% sebesar 32,337 MPa.

2. Yulius Rief Alkhaly, Meutia Syahfitri (2016)

Judul : Studi eksperimen penggunaan abu ampas kopi sebagai material pengganti parsial semen pada pembuatan beton.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan pada umur 56 hari. Hasil pengujian kuat tekan beton normal yaitu 25,406 MPa. Kemudian pada penggantian parsial semen sebesar 5% dengan ampas kopi kuat tekan meningkat 2,67% dari beton normal menjadi 26,085 MPa,

sedangkan pada penggantian parsial semen sebesar 10% kuat tekan menurun 20,64% dari beton normal menjadi 20,162 MPa, begitu juga pada penggantian parsial semen sebesar 15% kuat tekan menurun 20,96% dari beton normal menjadi 20,080 MPa. Terakhir pada penggantian parsial semen sebesar 25% kuat tekan mengalami penurunan drastis sebesar 39,55% dari beton normal menjadi 15,358 MPa. Dari hasil tersebut, terlihat bahwa abu ampas kopi dapat menjadi material pengganti parsial semen sebesar 5% dan mampu meningkatkan kuat tekan beton.

3. Yulius Rief Alkhaly, Ya'qub Ferdiansyah (2018)

Judul : Kuat tekan beton yang mengandung abu ampas kopi dengan bahan tambah *superplasticizer*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari yang mengandung abu ampas kopi sebesar 5% dengan bahan tambah *superplasticizer* pada variasi 0,5%, 1% dan 2% dari berat semen. Mutu beton yang direncanakan adalah 35 MPa. Pada pengurangan air adukan 10% dan penambahan *superplasticizer* 0,5%, 1% dan 2% didapat nilai kuat tekan sebesar 42,32 MPa, 43,33 MPa, dan 47,83 MPa, meningkat sebesar 17% sampai 33% dari kuat tekan beton normal, yang dimana kuat tekan beton normal sebesar 35,98 MPa. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa substitusi abu ampas kopi 5% terhadap berat semen tanpa *superplasticizer* memberi peningkatan kuat tekan sebesar 3,78% dari beton normal. Pada substitusi abu

ampas kopi sebesar 5% dan dengan tambahan *superplasticizer* sebesar 0,5%, 1% dan 2%, dihasilkan kuat tekan masing - masing sebesar 44,71 MPa, 45,90 MPa dan 49,74 MPa. Ketiga mutu beton ini dapat di kategorikan dalam beton mutu tinggi.

4. Farhan Shabiru (2019)

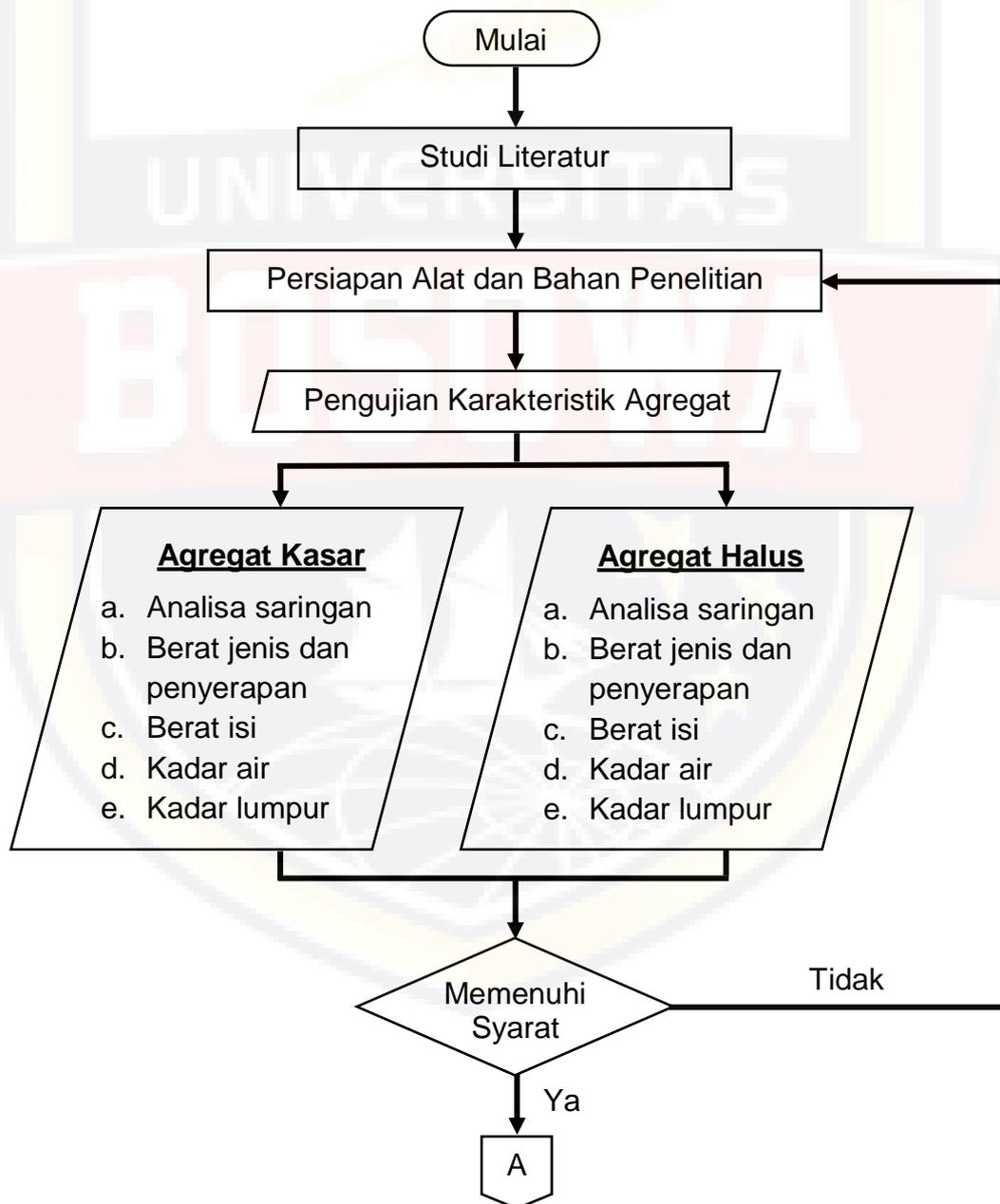
Judul : Penggunaan abu ampas kopi robusta sidikalang sebagai substitusi parsial semen terhadap kuat tekan beton.

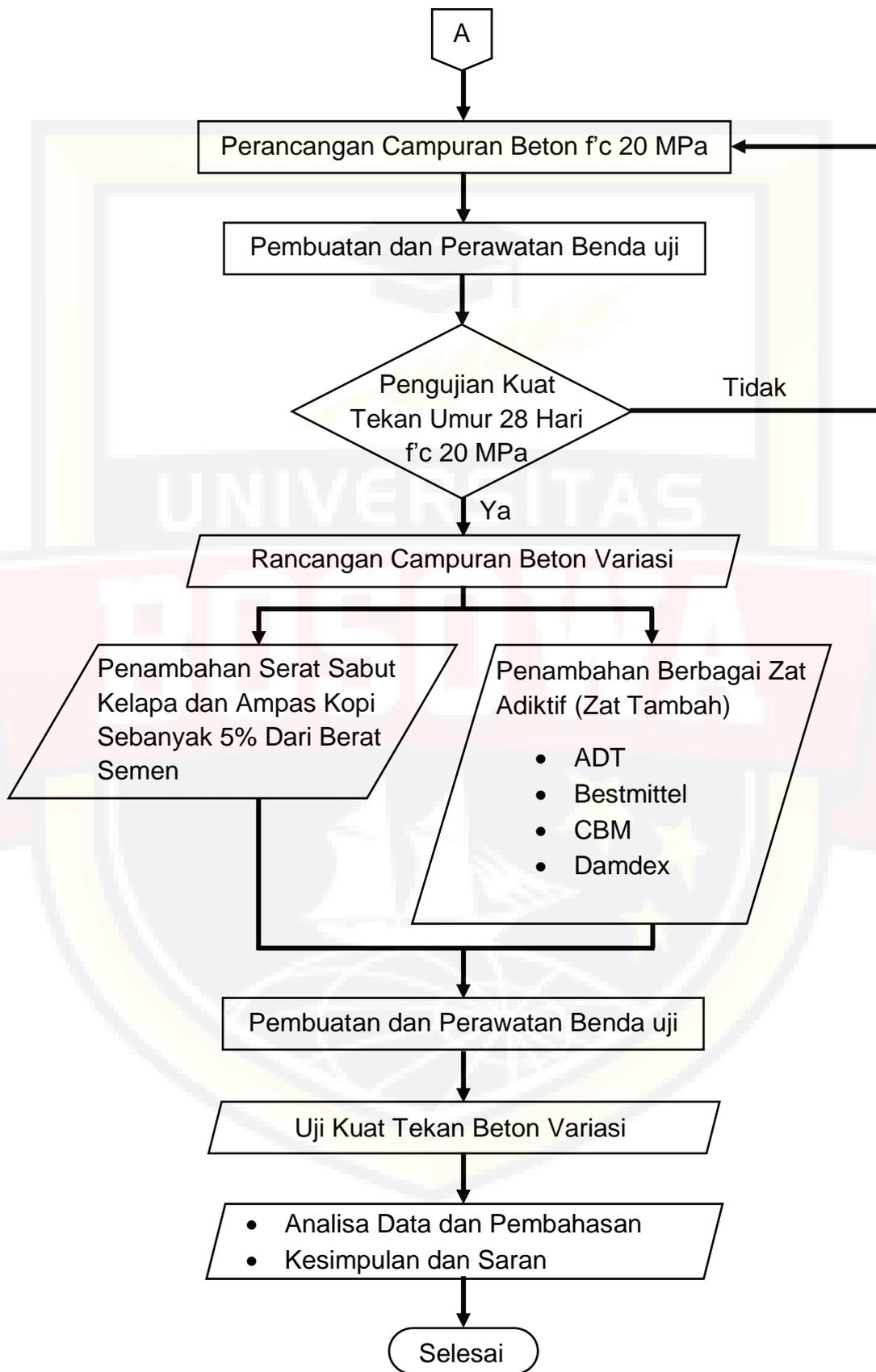
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan pada umur 28 hari. Penggunaan penambahan abu ampas kopi pada campuran beton dengan variasi komposisi 0%, 3%, 5%, dan 7% mengalami kenaikan kuat tekan dari beton normal. Kuat tekan beton rata - rata pada beton normal dari 3 benda uji pada faktor air semen 0,5 adalah 27,21 MPa. Kuat tekan beton dengan penambahan 3% abu ampas kopi sebesar 27,12 MPa, 5% abu ampas kopi sebesar 28,63 MPa, 7% abu ampas kopi sebesar 22,33 MPa. Berdasarkan data tersebut, dapat disimpulkan bahwa beton dengan penambahan abu ampas kopi terhadap nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari meningkat, namun dengan komposisi penambahan abu ampas kopi sebesar 5% dari berat semen yang direncanakan.

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1. Bagan Alir Penelitian

Adapun Bagan Alir Penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi :





Gambar 3.1. Bagan alir penelitian

3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar. Penelitian ini dilakukan selama dua bulan.

3.3. Bahan dan Alat Penelitian

3.3.1. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan :

- a. Semen PC (*Portland Cement*)
- b. Agregat kasar (batu pecah)
- c. Agregat halus (pasir)
- d. Air bersih (PDAM)

Bahan substitusi :

- Ampas kopi
- Serat sabut kelapa

Bahan tambah :

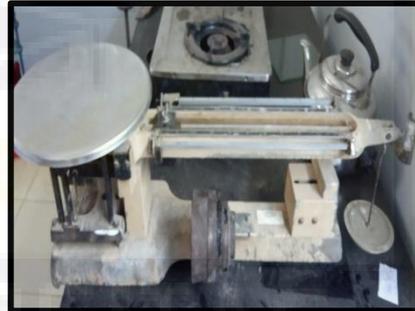
- ADT
- Besmittel
- CBM
- Damdex

3.3.2. Alat Penelitian

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai

berikut :

a. Timbangan



Timbangan yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari dua, yakni timbangan dengan ketelitian 0,01 gram dan neraca torsi.

b. Oven



Oven digunakan untuk mengeringkan agregat dimana biasanya oven digunakan hampir disetiap pengujian karakteristik agregat, dengan standar suhu $\pm 110^{\circ}$ C.

c. Saringan agregat



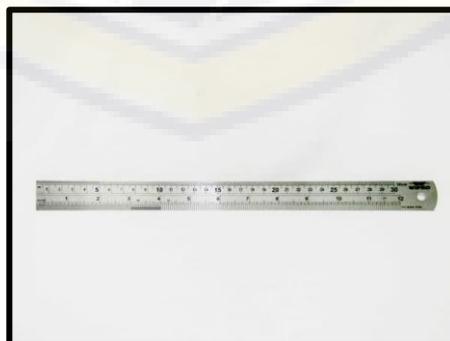
Saringan agregat digunakan untuk pengujian analisa saringan baik itu untuk agregat kasar maupun agregat halus.

d. Bejana silinder (*mold*)



Alat ini digunakan untuk menguji berat isi dari material, baik itu untuk agregat kasar maupun agregat halus.

e. Mistar baja



Mistar digunakan untuk mengukur agar tingkat ketelitian dari pengujian lebih baik.

f. Corong *slump*



Corong *slump* digunakan untuk menentukan konsistensi/kekakuan dari campuran beton.

g. Sendok cetok dan sekop



Sendok cetok dan sekop digunakan untuk memindahkan agregat yang akan digunakan dari satu tempat ketempat yang lain.

h. Wadah dan penampung material



Wadah dan penampung material yang digunakan adalah ember, talam, dimana wadah ini digunakan dalam pengujian material.

i. *Concrete mixer* / Mesin pencampur



Concrete mixer / Mesin pencampur digunakan untuk mencampur seluruh bahan material sesuai dengan rancangan campuran beton.

j. Cetakan benda uji



Adapun cetakan benda uji yang digunakan yaitu silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

k. Bak perendam



Bak perendam yang digunakan bentuk dan ukurannya relatif, yakni disesuaikan dengan ukuran dan jumlah dari beton yang akan direndam dalam air.

l. Alat penguji kuat tekan



Alat penguji kuat tekan digunakan untuk menguji kekuatan suatu material pada saat mengalami tekanan kuat.

3.4. Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian pada tugas akhir ini, yaitu sebagai berikut :

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, penentuan *mix design* dan teknis pelaksanaan.

2. Tahap pengujian karakteristik agregat

Pengujian karakteristik agregat dimaksudkan untuk memastikan apakah bahan yang akan digunakan sesuai standar yang ada atau tidak.

Pengujian ini meliputi :

- a. Analisa saringan, untuk mengidentifikasi agregat dengan gradasi ukuran butirnya.
- b. Berat jenis, untuk menentukan berat jenis dari agregat yang digunakan.
- c. Berat isi, untuk mengetahui cara mencari berat satuan agregat.
- d. Kadar air, untuk mengetahui kadar air yang terkandung dalam agregat.
- e. Kadar lumpur, untuk mengetahui kadar lumpur yang terkandung dalam agregat.

3. Tahap perancangan campuran beton normal

Perancangan campuran beton normal dilakukan setelah data – data material dari pengujian karakteristik telah ditetapkan. Hal ini dimaksudkan untuk mendesain bagaimana komposisi agregat, semen, air yang diperlukan.

4. Tahap pembuatan benda uji

Benda uji dalam penelitian ini adalah silinder \varnothing 15 cm dan tinggi 30 cm dengan kuat tekan rencana $f'c$ 20 MPa. Sebelum benda uji di masukkan ke dalam cetakan terlebih dahulu dilakukan pengujian *slump test*. *Slump test* dimaksudkan untuk mengetahui kekentalan dan kelecakan adukan beton segar. Tahapan berikutnya masukkan adukan beton segar ke dalam cetakan silinder.

5. Tahap perawatan benda uji

Perawatan untuk semua benda uji dilakukan selama 28 hari dengan cara merendam benda uji di dalam bak perendaman dengan air tawar.

6. Tahap uji kuat tekan beton

Pengujian kuat tekan dilakukan dengan cara memasukkan benda uji ke dalam alat uji kuat tekan kemudian beri beban maksimal sampai benda uji tidak bisa lagi menahan beban dan benda uji terlihat retak maupun hancur. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 28 hari.

7. Tahap perancangan campuran beton material pengganti dan zat tambah

Perancangan campuran beton material pengganti dan zat tambah dilakukan setelah pengujian beton normal selesai dan memenuhi syarat.

Material pengganti meliputi :

a. Penyiapan ampas kopi

Penelitian ini dilakukan dengan menambahkan ampas kopi pada campuran beton sebanyak 5% terhadap berat semen. Ampas kopi sebagai sisa pengolahan minuman kopi dipisahkan dari material lain, kemudian dicuci sampai bersih lalu dikeringkan dengan cara dijemur. Setelah kering, ampas kopi dipanaskan dengan cara disangrai hingga suhu $\pm 150^{\circ}$, kemudian diayak dengan saringan No. 200.

b. Penyiapan serat sabut kelapa

Penelitian ini dilakukan dengan menambahkan serat sabut kelapa pada campuran beton sebanyak 5% terhadap berat semen. Pengolahan serat sabut kelapa dengan cara mengambil serat kelapa dari bagian kulit dalam buah kelapa, kemudian di potong – potong menjadi untaian serat sesuai dengan ukuran yang dibutuhkan yakni 3 cm.

8. Tahap pembuatan benda uji dengan material pengganti dan zat tambah

Benda uji dalam penelitian ini adalah silinder \varnothing 15 cm dan tinggi 30 cm dengan kuat tekan rencana $f'c$ 20 MPa. Ada 5 variasi pembuatan benda uji dengan material pengganti dan zat tambah, diantaranya :

a. Variasi 1 (serat sabut kelapa dan ampas kopi)

Proses pencampuran : Menakar/menimbang bahan campuran beton sesuai dengan hasil perhitungan yang direncanakan, mencampur bahan penyusun berupa batu pecah (agregat kasar), pasir (agregat halus), semen dan kedua bahan tambah (serat sabut kelapa dan ampas kopi) hingga homogen dan tambahkan air. Setelah itu campuran beton diaduk merata.

b. Variasi 2 (serat sabut kelapa, ampas kopi dan zat adiktif ADT)

Proses pencampuran : Menakar/menimbang bahan campuran beton sesuai dengan hasil perhitungan yang direncanakan, mencampur bahan penyusun berupa batu pecah (agregat kasar), pasir (agregat halus), semen dan kedua bahan tambah (serat sabut kelapa dan ampas kopi) hingga homogen dan tambahkan air. Setelah campuran beton diaduk merata, tuangkan ADT *Additive Cor* sebanyak 2% dari berat semen ke dalam campuran beton dan aduk kembali hingga merata.

c. Variasi 3 (serat sabut kelapa, ampas kopi dan zat adiktif Bestmittel)

Proses pencampuran : Menakar/menimbang bahan campuran beton sesuai dengan hasil perhitungan yang direncanakan, mencampur bahan penyusun berupa batu pecah (agregat kasar), pasir (agregat halus), semen dan kedua bahan tambah (serat sabut kelapa dan ampas kopi) hingga homogen, dan tambahkan air yang dicampur Bestmittel sebanyak 0,6% dari berat semen lalu diaduk hingga merata.

d. Variasi 4 (serat sabut kelapa, ampas kopi dan zat adiktif CBM)

Proses pencampuran : Menakar/menimbang bahan campuran beton sesuai dengan hasil perhitungan yang direncanakan, mencampur bahan penyusun berupa batu pecah (agregat kasar), pasir (agregat halus), semen dan kedua bahan tambah (serat sabut kelapa dan ampas kopi) hingga homogen dan tambahkan air. Setelah campuran beton diaduk merata, tuangkan CBM sebanyak 2% dari berat semen ke dalam campuran beton dan aduk kembali hingga merata.

e. Variasi 5 (serat sabut kelapa, ampas kopi dan zat adiktif Damdex)

Proses pencampuran : Menakar/menimbang bahan campuran beton sesuai dengan hasil perhitungan yang direncanakan, mencampur bahan penyusun berupa batu pecah (agregat kasar), pasir (agregat halus), semen dan kedua bahan tambah (serat sabut kelapa dan abu ampas kopi) hingga homogen dan tambahkan air. Setelah campuran beton diaduk merata, tuangkan Damdex sebanyak 2% dari berat semen ke dalam campuran beton dan aduk kembali hingga merata.

Sebelum benda uji di masukkan ke dalam cetakan terlebih dahulu dilakukan pengujian *slump test*. *Slump test* dimaksudkan untuk mengetahui kekentalan dan kelecakan adukan beton segar. Tahapan berikutnya masukkan adukan beton segar ke dalam cetakan silinder.

9. Tahap perawatan dan uji kuat tekan beton material pengganti dan zat tambah

Perawatan dan uji kuat tekan beton material pengganti dan zat tambah dalam penelitian ini sama halnya dengan prosedur beton normal.

10. Menganalisa hasil pengujian kuat tekan dan kesimpulan

3.5. Variabel Penelitian

3.5.1. Variabel Terikat

Variabel terikat merupakan variabel yang sifatnya mutlak atau tetap. Pada penelitian ini variabel terikat meliputi :

- Komposisi batu pecah (agregat kasar)
- Komposisi pasir (agregat halus)
- Komposisi air

3.5.2. Variabel Bebas

Variabel bebas merupakan variabel yang tidak terikat atau dapat diubah sesuai perencanaan. Pada penelitian ini variabel bebas meliputi :

- Komposisi semen
- Persentase serat sabut kelapa dan ampas kopi sebagai bahan pengganti semen yakni 5%
- Berbagai zat tambah (zat adiktif).

3.6. Notasi dan Jumlah Sampel

Notasi dan jumlah sampel yang direncanakan harus diketahui dan dipahami agar tidak terjadi kekeliruan dalam pengujian kuat tekan beton.

Tabel 3.1. Jumlah benda uji penelitian

No	Benda Uji	Notasi Sampel	Material Penyusun Beton				Material Pengganti Semen		Zat Tambah	Jumlah Benda Uji
			Semen	Batu Pecah	Pasir	Air	Serat Sabut Kelapa	Ampas Kopi		
1	Beton Normal	BN	a%	b%	c%	d%	-	-	-	20
2	Beton Normal + Serat Sabut Kelapa + Ampas Kopi	BSA	90%	b%	c%	d%	5% a	5% a	-	3
3	Beton Normal + Serat Sabut Kelapa + Ampas Kopi + Zat Adiktif ADT	BSA A	90%	b%	c%	d%	5% a	5% a	2% a	3
4	Beton Normal + Serat Sabut Kelapa Ampas Kopi + Zat Adiktif Bestmittel	BSA B	90%	b%	c%	d%	5% a	5% a	0,6% a	3
5	Beton Normal + Serat Sabut Kelapa + Ampas Kopi + Zat Adiktif CBM	BSA C	90%	b%	c%	d%	5% a	5% a	2% a	3
6	Beton Normal + Serat Sabut Kelapa + Ampas Kopi + Zat Adiktif Damdex	BSA D	90%	b%	c%	d%	5% a	5% a	2% a	3
Total Benda Uji										35

3.7. Metode Analisis

Metode analisis pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Analisis pengaruh penambahan serat sabut kelapa dan ampas kopi sebagai pengganti semen terhadap kuat tekan beton.

Nilai kuat tekan dari hasil pengujian bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan serat sabut kelapa dan ampas kopi sebagai pengganti semen terhadap kekuatan beton. Apabila nilai kuat tekan beton tersebut lebih tinggi daripada beton normal maka dapat dikatakan pengaruhnya bagus.

Dari hasil penelitian sebelumnya, pengaruh substitusi 5% abu ampas kopi terhadap berat semen meningkatkan kuat tekan beton sebesar

2,67%. Kemudian, pada substitusi 10% dan 15% hanya mampu mempertahankan kuat tekan beton struktural. Lalu, serat serabut kelapa dengan persentase penambahan yang diteliti yakni 1%, 3%, 5%, 10% dan 15%, beton dengan kandungan serat serabut kelapa sebanyak 5% menghasilkan nilai kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan beton tanpa penambahan serat serabut kelapa maupun beton dengan persentase campuran lainnya.

2. Analisis pengaruh penambahan berbagai zat tambah terhadap kuat tekan beton.

Nilai kuat tekan dari hasil pengujian bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan berbagai zat tambah terhadap kekuatan beton. Apabila nilai kuat tekan beton tersebut lebih tinggi daripada beton normal maka dapat dikatakan pengaruhnya bagus.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian

4.1.1. Hasil Pengujian Karakteristik Agregat

Penelitian ini merupakan studi eksperimen yang dilaksanakan di Laboratorium Universitas Bosowa Makassar Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil, dalam pelaksanaan eksperimen ini peneliti menggunakan Laboratorium struktur dan bahan Universitas Bosowa Makassar.

Seluruh tahap pekerjaan yang direncanakan pada penelitian ini telah selesai dilaksanakan. Dimulai dari tahap pengumpulan bahan – bahan yang akan digunakan saat penelitian, analisis uji agregat (gradasi ukuran agregat, berat jenis dan penyerapan, berat isi, kadar air, kadar lumpur) perhitungan campuran beton, pembuatan benda uji, sampai dengan pengujian kuat tekan beton dapat dilaksanakan tanpa menemui kesulitan yang berarti. Hasil penelitian yang merupakan data – data kasar, selanjutnya dianalisis untuk mengetahui pengaruh serat sabut kelapa dan ampas kopi sebagai bahan pengganti semen dengan berbagai zat tambah terhadap kuat tekan beton.

Material yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari agregat kasar (batu pecah) dan agregat halus (pasir) yang berasal dari bili – bili kabupaten gowa. Pemeriksaan karakteristik agregat di Laboratorium struktur dan bahan Universitas Bosowa Makassar diperoleh hasil yang ditunjukkan pada tabel berikut ini :

Tabel 4.1. Hasil Pengujian Analisa Saringan

No. Saringan	Rata - Rata Persen Lolos (%)	
	Batu Pecah 1-2	Pasir
3/4"	100.00	100.00
1/2"	31.84	100.00
3/8"	9.16	100.00
No. 4	1.50	100.00
No. 8	0.77	99.26
No. 16	0.62	93.06
No. 30	0.59	74.16
No. 50	0.56	25.72
No. 100	0.55	10.97
No. 200	0.35	0.78
Pan	0.18	0.53

Sumber : Hasil pengujian

Tabel 4.2. Hasil Pengujian Agregat Kasar (Batu Pecah 1-2)

NO	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	HASIL PENGAMATAN	KETERANGAN
1	Kadar Lumpur	Maks 1%	0.53%	Memenuhi
2	Kadar Air	0.5% - 2%	1.04%	Memenuhi
3	Berat isi			
	- Lepas	1,6 - 1,9 gr/cm ³	1.60 gr/cm ³	Memenuhi
	- Padat	1,6 - 1,9 gr/cm ³	1.65 gr/cm ³	Memenuhi
4	Absorpsi	Maks 4%	2.17%	Memenuhi
5	Berat Jenis Spesifik			
	- Bj. Curah	1.6 - 3.3	2.53	Memenuhi
	- Bj. SSD	1.6 - 3.3	2.59	Memenuhi
	- Bj. Semu	1.6 - 3.3	2.68	Memenuhi

Sumber : Hasil pengujian

Tabel 4.3. Hasil Pengujian Agregat Halus (Pasir)

NO	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	HASIL PENGAMATAN	KETERANGAN
1	Kadar Lumpur	Maks 5%	2.37%	Memenuhi
2	Kadar Air	3% - 5%	4.57%	Memenuhi
3	Berat Isi			
	- Lepas	1.6 - 1.9 gr/cm ³	1.62 gr/cm ³	Memenuhi
	- Padat	1.6 - 1.9 gr/cm ³	1.63 gr/cm ³	Memenuhi
4	Absorpsi	Maks 2%	1.96%	Memenuhi
5	Berat Jenis Spesifik			
	- Bj. Curah	1.6 - 3.3	2.22	Memenuhi
	- Bj. SSD	1.6 - 3.3	2.26	Memenuhi
	- Bj. Semu	1.6 - 3.3	2.32	Memenuhi

Sumber : Hasil pengujian

Dari tabel diatas, dapat disimpulkan bahwa pemeriksaan karakteristik agregat kasar dan agregat halus memenuhi syarat dan ketentuan berdasarkan standar yang telah ditetapkan, untuk selanjutnya digunakan sebagai campuran beton.

4.1.2. Perencanaan Campuran Beton Normal

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

Tabel 4.4. Data Hasil Perhitungan *Mix Design*

Data	Nilai	Satuan
Slump	8+2	cm
Kuat tekan yang disyaratkan	20	MPa
Nilai Tambah margin	7	MPa
Kekuatan rata - rata yang ditargetkan	27	MPa
Faktor air semen (Fas)	0.54	Grafik (Lamp. 2-2)
Faktor air semen maksimum	0.60	Tabel (Lamp. 2-4)
Kadar air bebas	205	Kg/m ³
Kadar semen maksimum	379.63	Kg/m ³
Kadar semen minimum	325	Tabel (Lamp. 2-4)
Berat isi beton	2280	Grafik (Lamp. 2-3)
Kadar agregat gabungan	1695.37	Kg/m ³
Kadar agregat halus	593.38	Kg/m ³
Kadar agregat kasar	1101.99	Kg/m ³
Berat jenis gabungan	2.47	%

Sumber : Hasil pengujian

- o Perhitungan volume benda uji (silinder 15 x 30 cm)

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

$$V = \frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,15)^2 \times 0,30 \text{ m}$$

$$V = 0,00530 \text{ m}^3$$

Tabel 4.5. Komposisi Campuran Untuk Beton Normal

Material	Berat / m ³ Beton (kg)	Volume Benda Uji	Berat Untuk 1 Sampel (kg)	Berat Untuk 5 Sampel (kg)
Air	201.90	0.0053	1.28	6.42
Semen	379.63	0.0053	2.41	12.07
Pasir	608.87	0.0053	3.87	19.36
Batu pecah	1089.60	0.0053	6.93	34.64

Sumber : Hasil pengujian

4.1.3. Pengujian *Slump Test*

Pengukuran *slump test* dilakukan untuk mengetahui kelecakan (*workability*) adukan beton. Kelecakan adukan beton merupakan ukuran dari tingkat kemudahan campuran untuk diaduk, diangkut, dituang, dan dipadatkan tanpa menimbulkan pemisahan bahan penyusun beton. Nilai slump pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 4.6. berikut ini.

Tabel 4.6. Nilai *Slump*

No. Benda Uji	<i>Slump</i> (cm)
BN - 01	8
BN - 02	8
BN - 03	8
BN - 04	8
BN - 05	8
BN - 06	7
BN - 07	7
BN - 08	7
BN - 09	7
BN - 10	7
BN - 11	9
BN - 12	9
BN - 13	9
BN - 14	9
BN - 15	9
BN - 16	9
BN - 17	9
BN - 18	9
BN - 19	9
BN - 20	9

Sumber : Hasil pengujian

4.1.4. Hasil Pengujian Beton Normal

Hasil pengujian kuat tekan beton normal pada umur 28 hari dapat dilihat pada tabel 4.7. berikut ini.

Tabel 4.7. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal

No. Sampel	Slump (cm)	Berat Kering (Kg)	Kekuatan Tekan (MPa)
BN - 01	8	12,37	24,35
BN - 02		12,40	27,18
BN - 03		12,59	24,06
BN - 04		12,49	23,78
BN - 05		12,29	26,61
BN - 06	7	12,48	20,95
BN - 07		12,66	22,65
BN - 08		12,58	25,48
BN - 09		12,57	23,67
BN - 10		12,62	22,36
BN - 11	9	12,35	21,51
BN - 12		12,46	23,21
BN - 13		12,48	24,91
BN - 14		12,48	21,80
BN - 15		12,21	22,65
BN - 16	9	12,36	22,36
BN - 17		12,24	25,48
BN - 18		12,31	24,06
BN - 19		12,21	21,23
BN - 20		12,26	20,38
Slump Rata - rata	8,25		
Kuat Tekan Rata - rata		(f'cr)	23,43
Standar Deviasi		(Sdev)	1,87
Kuat Tekan Rata - rata Perlu		(f'ck)	22,57

Sumber : Hasil pengujian

Rumus kuat tekan rata – rata berdasarkan hasil uji kuat tekan beton dengan beberapa benda uji :

$$\begin{aligned}f_{cr} &= \frac{\sum f_c}{N} \\&= \frac{468,68}{20} \\&= 23,43 \text{ MPa}\end{aligned}$$

Sesuai dengan tabel 5.3.1.2 SNI 2847-2013, Sdev ditetapkan dengan :
Sdev hasil perhitungan = 1,87

Faktor modifikasi Sdev (20 sampel) = 1,08

Sesuai dengan tabel 5.3.2.1 SNI 2847-2013, untuk $f_{cm} \leq 35$, maka f_{cr} :

$$f_{cr} \text{ pers (11)} = f_c + 1,34 \times \text{Sdev}$$

$$\begin{aligned}f_c &= f_{cr} - 1,34 \times \text{Sdev} \\&= 23,43 - 1,34 \times 1,87 \\&= 20,92 \text{ MPa}\end{aligned}$$

$$f_{cr} \text{ pers (12)} = f_c + 2,33 \times \text{Sdev} + 3,5$$

$$\begin{aligned}f_c &= f_{cr} - 2,33 \times \text{Sdev} + 3,5 \\&= 23,43 - 2,33 \times 1,87 + 3,5 \\&= \mathbf{22,57 \text{ MPa}}\end{aligned}$$

Keterangan : Digunakan nilai tertinggi

$$\begin{aligned}f_{ck} &= \frac{f_{cr}}{1,08} = \frac{22,57}{1,08} \\&= 20,90 \text{ MPa}\end{aligned}$$

Setelah perhitungan menggunakan SNI 2847-2013 didapatkan nilai f_c tertinggi dari dua perhitungan diatas yaitu 22,57 MPa. Nilai kuat tekan karakteristik (f_{ck}) 20,90 MPa memenuhi standar dimana nilai kuat tekan karakteristik yang ingin dicapai yaitu sebesar 20 MPa, sehingga agregat yang digunakan pada beton normal dapat pula digunakan untuk campuran beton variasi.

4.1.5. Perencanaan Campuran Beton Variasi

Dalam pengujian beton variasi, setelah di dapatkan hasil pengujian kuat tekan dari beton normal dimana agregat yang digunakan memenuhi syarat dari kuat tekan beton yang direncanakan, sehingga material dan *mix design* yang sama masih tetap digunakan pada perencanaan campuran beton variasi, dengan substitusi material lain diantaranya Serat Sabut Kelapa (SSK) dan Ampas Kopi (AK) sebagai pengganti semen dengan berbagai zat tambah. Adapun komposisi campuran beton variasi dapat dilihat pada tabel 4.8. berikut ini.

Tabel 4.8. Komposisi Campuran Untuk 3 (Tiga) Sampel Beton Variasi

Notasi Sampel	Material Penyusun Beton				Pengganti Semen		Zat Tambah			
	Semen	Batu Pecah	Pasir	Air	SSK	AK	ADT	Bestmittel	CBM	Damdex
	Kg	Kg	Kg	Ltr	Kg	Kg	Ltr	Ltr	Ltr	Ltr
BN	7.24	20.78	11.61	3.85	0	0	0	0	0	0
BSA	6.52	20.78	11.61	3.85	0.36	0.36	0	0	0	0
BSA A	6.52	20.78	11.61	3.85	0.36	0.36	0.14	0	0	0
BSA B	6.52	20.78	11.61	3.85	0.36	0.36	0	0.04	0	0
BSA C	6.52	20.78	11.61	3.85	0.36	0.36	0	0	0.14	0
BSA D	6.52	20.78	11.61	3.85	0.36	0.36	0	0	0	0.14

Sumber : Hasil pengujian

4.1.6. Hasil Pengujian Beton Variasi

Hasil pengujian kuat tekan beton variasi pada umur 28 hari dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.9. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Variasi

Nomor Sampel	Notasi Sampel	Slump (cm)	Berat Kering (Kg)	Kuat Tekan (f'c) (MPa)	Kuat Tekan Rata - rata (f'cr) (MPa)
1	BSA	7	11.42	14.72	13.78
2			11.04	12.46	
3			11.50	14.15	
4	BSA A	8.5	11.49	16.99	15.85
5			11.52	14.72	
6			11.78	15.85	
7	BSA B	8	11.04	13.02	12.83
8			11.25	13.59	
9			11.17	11.89	
10	BSA C	7.5	11.22	15.85	16.04
11			11.70	17.55	
12			11.64	14.72	
13	BSA D	8	11.68	16.99	15.48
14			11.62	15.29	
15			11.68	14.15	

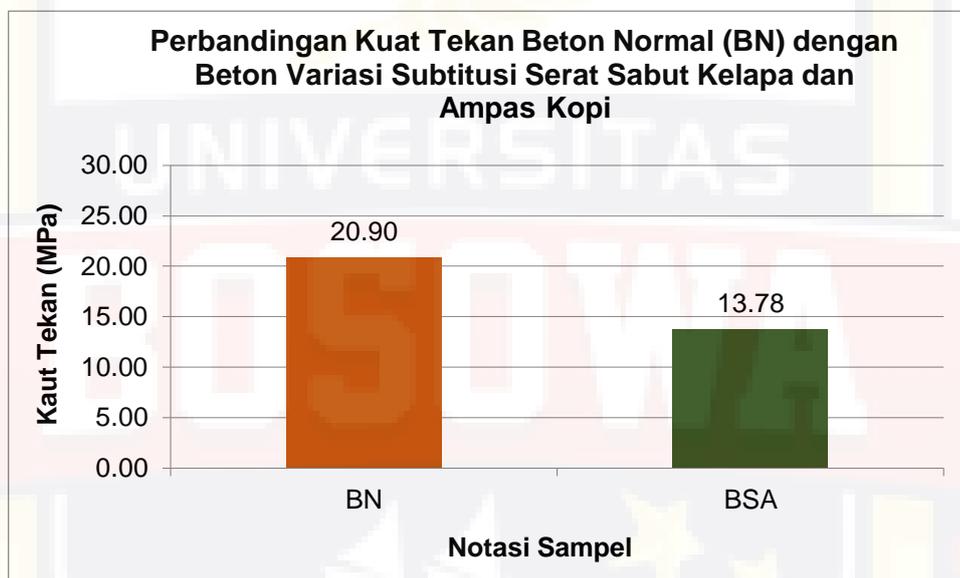
Sumber : Hasil pengujian

Dari tabel diatas, dapat dijelaskan bahwa target slump yang direncanakan yakni 8 ± 2 cm atau antara 6 – 10 cm memenuhi dari setiap pengadukan beton segar yang dilakukan disetiap variasi.

4.2. Pembahasan

4.2.1. Pengaruh Substitusi Serat Sabut Kelapa Dan Ampas Kopi

Pada penelitian ini, serat sabut kelapa dan ampas kopi menjadi material substitusi semen dengan persentase masing - masing 5% dari berat semen. Berdasarkan Tabel 4.9 diatas, dapat digambarkan grafik pengaruh substitusi serat sabut kelapa dan ampas kopi sebagai berikut.



Gambar 4.1. Grafik Perbandingan Kuat Tekan Beton Normal (BN) Dengan Beton Variasi Substitusi Serat Sabut Kelapa Dan Ampas Kopi

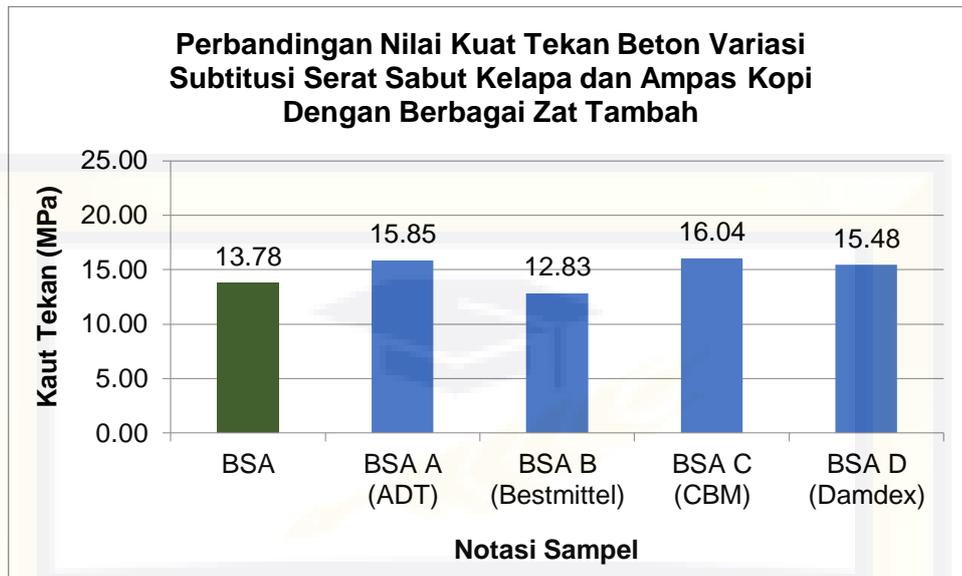
Dari hasil diatas, dapat dijelaskan bahwa substitusi serat sabut kelapa dan ampas kopi (BSA) dengan persentase masing - masing 5% dari berat semen mengalami penurunan nilai kuat tekan sebesar 65,93% terhadap beton normal (BN).

Penurunan kuat tekan disebabkan oleh beberapa hal sebagai berikut :

- a. Masalah yang mungkin terjadi karena pencampuran antara ampas kopi dan serat sabut kelapa tidak memberi pengaruh baik pada beton yang dihasilkan. Dapat dilihat pada variasi penelitian Annisaa Idrus (2020), 5% penambahan serat sabut kelapa dan 0% ampas kopi menghasilkan nilai kuat tekan sebesar 21,89 MPa, dan Nur Hikmah (2020), 5% penambahan ampas kopi dan 0% serat sabut kelapa menghasilkan nilai kuat tekan sebesar 23,02 MPa.
- b. Material substitusi semen, dalam hal ini ampas kopi belum menghasilkan senyawa kimia (*silica*) karena prosesnya tidak sampai pada pembakaran hingga menghasilkan abu ampas kopi.
- c. Serat sabut kelapa sebagai substitusi semen diperkirakan dapat menjadi penyebab turunnya kuat tekan beton.
- d. Proses pencampuran adukan beton yang tidak sempurna karena serat sabut kelapa sulit dikerjakan, dikarenakan sifat material serat sabut kelapa yang kering dan cenderung menyerap air.

4.2.2. Pengaruh Substitusi Serat Sabut Kelapa Dan Ampas Kopi Dengan Berbagai Zat Tambah

Selain pengaruh serat sabut kelapa dan ampas kopi, pada penelitian ini penting pula mengetahui pengaruh penambahan berbagai zat tambah. Berdasarkan Tabel 4.9 diatas, dapat digambarkan grafik pengaruh berbagai zat tambah sebagai berikut.



Gambar 4.2. Grafik Perbandingan Kuat Tekan Beton Variasi Subtitusi Serat Sabut Kelapa Dan Ampas Kopi Dengan Berbagai Zat tambah.

Dari hasil diatas, dapat dijelaskan bahwa pada subtitusi serat sabut kelapa dan ampas kopi + zat tambah ADT (BSA A), zat tambah CBM (BSA C), dan zat tambah Damdex (BSA D) menyebabkan peningkatan kuat tekan berturut – turut sebesar 15,07%, 16,44% dan 12,33% terhadap kuat tekan beton tanpa penambahan zat tambah (BSA). Hal ini dikarenakan zat tambah tersebut berfungsi mempercepat proses ikatan dan pengerasan beton. Selain itu, meningkatkan kualitas serta dirancang khusus untuk meningkatkan mutu dan kekuatan beton.

Kemudian, pada subtitusi serat sabut kelapa dan ampas kopi + zat tambah Bestmittel (BSA B) mengalami penurunan kuat tekan sebesar 6,85% terhadap kuat tekan beton tanpa penambahan zat tambah (BSA). Bisa jadi, hal ini disebabkan proses pencampuran beton yang tidak sesuai petunjuk penggunaan yaitu tidak disertai pengurangan pemakaian air.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat diberi kesimpulan sebagai berikut :

1. Kuat tekan beton normal yang diperoleh dalam penelitian ini $f'_{ck} = 20,90 \text{ MPa} > f'_c = 20 \text{ MPa}$. Dengan persentase campuran per m^3 beton, yaitu :

Semen = $379,63 \text{ kg/m}^3$

Batu pecah 1-2 = $1089,60 \text{ kg/m}^3$

Pasir = $608,87 \text{ kg/m}^3$

Air = $201,90 \text{ ltr/m}^3$

2. Dengan substitusi serat sabut kelapa dan ampas kopi sebagai pengganti semen, kuat tekan beton menurun menjadi BSA $13,78 \text{ MPa}$ ($65,93\%$) terhadap beton normal.
3. Dengan penambahan berbagai zat tambah, menyebabkan peningkatan kuat tekan beton antara lain BSA A $15,85 \text{ MPa}$ ($15,07\%$), BSA C $16,04 \text{ MPa}$ ($16,44\%$) dan BSA D $15,48 \text{ MPa}$ ($12,33\%$) terhadap kuat tekan beton tanpa penambahan zat tambah (BSA). Kemudian, kuat tekan pada variasi BSA B $12,83 \text{ MPa}$, mengalami penurunan kuat tekan sebesar $6,85\%$ terhadap kuat tekan beton tanpa penambahan zat tambah (BSA).

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat diberi saran sebagai berikut :

1. Penelitian ini perlu dilakukan substitusi agregat lain yang mampu menyatu dengan serat sabut kelapa agar bisa mencapai kuat tekan yang optimum.
2. Perlunya penelitian lebih lanjut bagaimana memanfaatkan limbah ampas kopi dan serat sabut kelapa sebagai bahan tambah terhadap beton.
3. Untuk penggunaan bahan tambah bestmittel harus diperhatikan petunjuk penggunaan, khususnya penggunaan air untuk campuran beton.
4. Pada penggunaan ampas kopi, sebaiknya sampai pada pembakaran hingga menghasilkan abu ampas kopi.

DAFTAR PUSTAKA

Alkhaly, YR., Syahfitri, M. 2016. **Studi eksperimen penggunaan abu ampas kopi sebagai material pengganti parsial semen pada pembuatan beton**. Jurnal Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh.

Alkhaly, YR., Ferdiansyah, Y. 2018. **Kuat tekan beton yang mengandung abu ampas kopi dengan bahan tambah superplasticizer**. Jurnal Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh.

Basuki, Achmad. 2017. **Bahan tambah pada campuran beton**. (Online). <https://sipil.ft.uns.ac.id/web/?p=853>
(di akses 24 November 2017)

BSN. 2004. SNI 15-7064-2004. **Semen Portland komposit**. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.

CV.Citra Additive Mandiri. 2020. **Cairan Pengeras Beton ADT additive cor**. (Online). <https://www.pengerasbeton.com/cairan-kimia/cairan-pengeras-dan-penguat-beton>
(di akses 10 April 2020)

Mulyono.,T. 2004. **Teknologi Beton**. Yogyakarta: Andi.

Prahara, P., Liong, GT., Rachmansyah 2015. **Analisa pengaruh penggunaan serat sabut kelapa dalam presentase tertentu pada beton mutu tinggi**. Jurnal Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Binus.

Rahmat., Irna, H., Moh, SA. 2016. ***Analisis kuat tekan beton dengan bahan tambah reduced water and accelerated admixture.*** Jurnal Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Balikpapan.

Risdianto, Y., Tobing, GVL. 2019. ***Pengaruh penambahan serat sabut kelapa (coconut fiber) terhadap kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur pada beton.*** Jurnal Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.

Shabiru, Farhan. 2020. ***Penggunaan abu ampas kopi robusta sidikalang sebagai substitusi parsial semen terhadap kuat tekan beton.*** Jurnal Jurusan Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik Universitas Negeri Medan.

Yanti, G., Zainuri., Megasari, SW. 2019. ***Analisis penambahan cocofiber pada campuran beton,*** Jurnal Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lancang Kuning.



LAMPIRAN



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Nama : Erna Irawati
Nim : 45 16 041 123

REKAPITULASI HASIL PEMERIKSAAN
AGREGAT KASAR (BATU PECAH 1-2)

NO	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	HASIL PENGAMATAN	KETERANGAN
1	Kadar Lumpur	Maks 1%	0.53%	Memenuhi
2	Kadar Air	0.5% - 2%	1.04%	Memenuhi
3	Berat isi			
	- Lepas	1,6 - 1,9 gr/cm ³	1.60 gr/cm ³	Memenuhi
	- Padat	1,6 - 1,9 gr/cm ³	1.65 gr/cm ³	Memenuhi
4	Absorpsi	Maks 4%	2.17%	Memenuhi
5	Berat Jenis Spesifik			
	- Bj. Curah	1.6 - 3.3	2.53	Memenuhi
	- Bj. SSD	1.6 - 3.3	2.59	Memenuhi
	- Bj. Semu	1.6 - 3.3	2.68	Memenuhi

Mengetahui

Kepala Laboratorium
Struktur dan Bahan

Ir. Eka Yuniarto, ST., MT
NIDN. 09 080668 03



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Nama : Erna Irawati
Nim : 45 16 041 123

REKAPITULASI HASIL PEMERIKSAAN
AGREGAT HALUS (PASIR)

NO	KARAKTERISTIK AGREGAT	INTERVAL	HASIL PENGAMATAN	KETERANGAN
1	Kadar Lumpur	Maks 5%	2.37%	Memenuhi
2	Kadar Air	3% - 5%	4.57%	Memenuhi
3	Berat Isi			
	- Lepas	1.6 - 1.9 gr/cm ³	1.62 gr/cm ³	Memenuhi
	- Padat	1.6 - 1.9 gr/cm ³	1.63 gr/cm ³	Memenuhi
4	Absorpsi	Maks 2%	1.96%	Memenuhi
5	Berat Jenis Spesifik			
	- Bj. Curah	1.6 - 3.3	2.22	Memenuhi
	- Bj. SSD	1.6 - 3.3	2.26	Memenuhi
	- Bj. Semu	1.6 - 3.3	2.32	Memenuhi

Mengetahui

Kepala Laboratorium
Struktur dan Bahan


Ir. Eka Yuniarto, ST., MT
NIDN. 09 080668 03

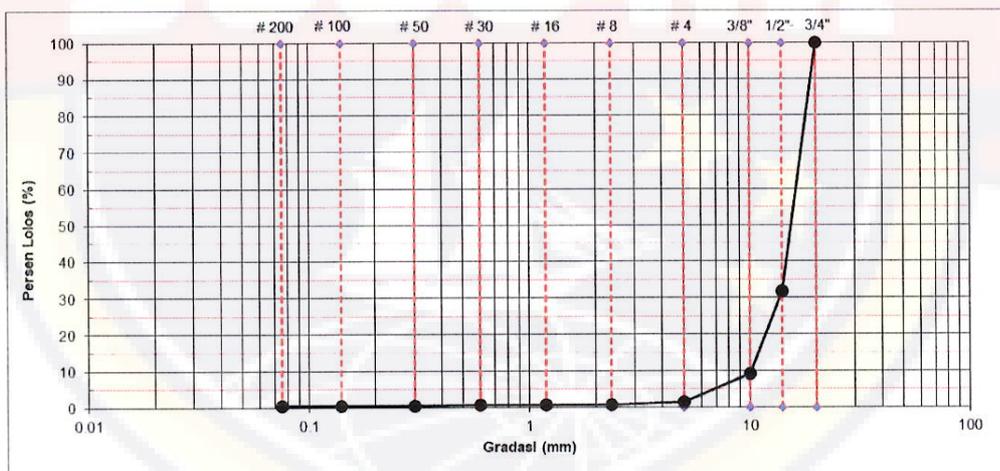


LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR

Material : Batu Pecah 1-2 cm Nama : Erna Irawati
Tanggal : 5 September 2020 Pembimbing :
1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Ir. Eka Yuniarto, ST., MT

Saringan No	Total : 2500			Total : 2500			Rata-rata
	Sampel	1		Sampel	2		%
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Lolos
3/4"	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00
1/2"	1532.40	61.30	38.70	1875.60	75.02	24.98	31.84
3/8"	2243.80	89.75	10.25	2298.30	91.93	8.07	9.16
No. 4	2457.40	98.30	1.70	2467.40	98.70	1.30	1.50
No. 8	2475.40	99.02	0.98	2485.90	99.44	0.56	0.77
No. 16	2476.90	99.08	0.92	2491.90	99.68	0.32	0.62
No. 30	2478.30	99.13	0.87	2492.10	99.68	0.32	0.59
No. 50	2479.30	99.17	0.83	2492.60	99.70	0.30	0.56
No. 100	2479.90	99.20	0.80	2492.80	99.71	0.29	0.55
No. 200	2488.80	99.55	0.45	2493.50	99.74	0.26	0.35
Pan	2496.50	99.86	0.14	2494.70	99.79	0.21	0.18



Diperiksa
Koordinator Asisten

(**Marlina Alwi, ST**)

Mahasiswa

(**Erna Irawati**)



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS

Material : Pasir

Nama : Erna Irawati

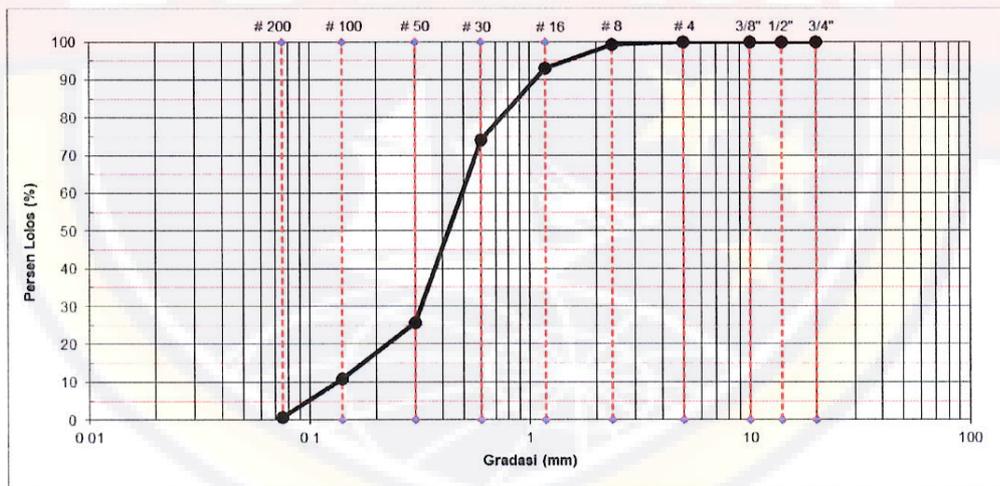
Tanggal : 5 September 2020

Pembimbing :

1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT

2. Ir. Eka Yuniarto, ST., MT

Saringan No	Total : 1500			Total : 1500			Rata-rata
	Sampel	1		Sampel	2		%
	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Kumulatif Tertahan	% Tertahan	% Lolos	Lolos
3/4"	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00
1/2"	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00
3/8"	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00
No. 4	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00	100.00
No. 8	10.50	0.70	99.30	11.60	0.77	99.23	99.26
No. 16'	103.40	6.89	93.11	104.90	6.99	93.01	93.06
No. 30	382.50	25.50	74.50	392.70	26.18	73.82	74.16
No. 50	1118.60	74.57	25.43	1109.70	73.98	26.02	25.72
No. 100	1328.30	88.55	11.45	1342.50	89.50	10.50	10.97
no.200	1487.50	99.17	0.83	1489.20	99.28	0.72	0.78
Pan	1491.50	99.43	0.57	1492.70	99.51	0.49	0.53



Diperiksa
Koordinator Asisten

Marlina

(Marlina Alwi, ST)

Mahasiswa

Erna Irawati

(Erna Irawati)



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

BERAT JENIS & PENYERAPAN AGREGAT KASAR

Material : Batu Pecah 1-2 cm Nama : Erna Irawati
Tanggal : 5-6 September 2020 Pembimbing :
1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Ir. Eka Yuniarto, ST., MT

		A	B	Rata-Rata
Berat Benda Uji Kering Oven	B_k	2454.50	2459.20	2456.85
Berat Benda Uji Kering - Permukaan Jenuh	B_j	2508.30	2511.80	2510.05
Berat Benda Uji dalam Air	B_a	1539.30	1539.30	1539.30

		A	B	Rata-Rata
Berat Jenis (Bulk)	$\frac{B_k}{B_j - B_a}$	2.53	2.53	2.53
Berat Jenis Kering - Permukaan Jenuh	$\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2.59	2.58	2.59
Berat Jenis Semu (Apparent)	$\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2.68	2.67	2.68
Penyerapan (Absorption)	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	2.19	2.14	2.17

Diperiksa
Koordinator Asisten

(Marlina Alwi, ST)

Mahasiswa

(Erna Irawati)



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

BERAT JENIS & PENYERAPAN AGREGAT HALUS

Material : Pasir Nama : Erna Irawati
Tanggal : 5-6 September 2020 Pembimbing :
1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Ir. Eka Yuniarto, ST., MT

	A	B	Rata - rata
Berat benda uji kering - permukaan jenuh	500.00	500.00	500.00
Berat benda uji kering oven B_k	489.00	491.80	490.40
Berat Piknometer diisi air (25°C) B	685.50	698.60	692.05
Berat piknometer + benda uji (SSD) B_t	974.70	966.30	970.50

	A	B	Rata - rata
Berat jenis (Bulk) $\frac{B_k}{(B + 500 - B_t)}$	2.32	2.12	2.22
Berat jenis kering - permukaan jenuh $\frac{500}{(B + 500 - B_t)}$	2.37	2.15	2.26
Berat jenis semu (Apparent) $\frac{B_k}{(B + B_k - B_t)}$	2.45	2.19	2.32
Penyerapan (Absorption) $\frac{(500 - B_k)}{B_k} \times 100\%$	2.25	1.67	1.96

Diperiksa
Koordinator Asisten

(Marlina Alwi, ST)

Mahasiswa

(Erna Irawati)



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

BERAT ISI AGREGAT KASAR

Material : Batu Pecah 1-2 cm Nama : Erna Irawati
Tanggal : 4 September 2020 Pembimbing :
1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Ir. Eka Yuniarto, ST., MT

Lepas

Nomor Benda Uji	I	II
Berat Container (A) (gr)	8272.00	6958.00
Berat Container + Agregat (B) (gr)	12994.00	11858.00
Berat Agregat (C) = (B) - (A) (gr)	4722.00	4900.00
Volume Container (D) (cm ₃)	3028.82	2976.92
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$ (gr/cm ³)	1.56	1.65
Berat Isi Rata-rata Agregat	1.60	

Padat

Nomor Benda Uji	I	II
Berat Container (A) (gr)	8272.00	6958.00
Berat Container + Agregat (B) (gr)	13218.00	11948.00
Berat Agregat (C) = (B) - (A) (gr)	4946.00	4990.00
Volume Container (D) (cm ₃)	3028.82	2976.92
Berat Isi Agregat = $\frac{(C)}{(D)}$ (gr/cm ³)	1.63	1.68
Berat Isi Rata-rata Agregat	1.65	

Diperiksa
Koordinator Asisten


(Marlina Alwi, ST)

Mahasiswa


(Erna Irawati)



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

KADAR AIR AGREGAT KASAR

Material : Batu Pecah 1-2 cm Nama : Erna Irawati
Tanggal : 5 September 2020 Pembimbing :
1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Ir. Eka Yuniarto, ST., MT

			I	II
Berat benda uji	gram	A	500.00	500.00
Berat benda uji kering oven	gram	B	494.80	494.90
Berat Air	gram	$C (A - B)$	5.20	5.10
Kadar Air	%	$(C/B)*100$	1.05	1.03
Kadar Air Rata- rata		%	1.04	

Diperiksa
Koordinator Asisten

(**Marlina Alwi, ST**)

Mahasiswa

(**Erna Irawati**)



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

KADAR AIR AGREGAT HALUS

Material : Pasir Nama : Erna Irawati
Tanggal : 5 September 2020 Pembimbing :
1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Ir. Eka Yuniarto, ST., MT

			I	II
Berat benda uji	gram	A	500	500
Berat benda uji kering oven	gram	B	478.2	478.1
Berat Air	gram	$C (A - B)$	21.8	21.9
Kadar Air	%	$(C/B)*100$	4.56	4.58
Kadar Air Rata- rata		%	4.57	

Diperiksa
Koordinator Asisten

(Marlina Alwi, ST)

Mahasiswa

(Erna Irawati)



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

KADAR LUMPUR AGREGAT KASAR

Material : Batu Pecah 1-2 cm Nama : Erna Irawati
Tanggal : 5 September 2020 Pembimbing :
1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, MT
2. Ir. Eka Yuniarto, ST., MT

			I	II
Berat benda uji sebelum dicuci	gram	A	1000.00	1000.00
Berat benda uji setelah dicuci	gram	B	996.20	993.10
Berat Lumpur	gram	C (A - B)	3.80	6.90
Kadar Lumpur	%	$(C/A)*100$	0.38	0.69
Kadar Lumpur Rata- rata	%		0.53	

Diperiksa
Koordinator Asisten

(Marlina Alwi, ST)

Mahasiswa

(Erna Irawati)



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS

Material : Batu Pecah 1-2 cm Nama : Erna Irawati
Tanggal : 5 September 2020 Pembimbing :
1. Dr. Ir. H. Syahrul Sariman, 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	977.2	975.4
Berat Lumpur	gram	C (A - B)	22.8	24.6
Kadar Lumpur	%	(C/A)*100	2.28	2.46
Kadar Lumpur Rata- rata	%		2.37	

Diperiksa
Koordinator Asisten

(Marlina Alwi, ST)

Mahasiswa

(Erna Irawati)



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN

JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BOSOWA

MIX DESIGN

Analisa Data

Data :

Slump	=	8+2	cm
Kuat tekan yang disyaratkan (Silinder)	=	20	Mpa
Deviasi Standar (Sr)	=	-	kg/m ²
Nilai Tambah (Margin)	=	7	Mpa (Tabel 5.3.2.2 SNI 2847-2013)
Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	=	27	kg/m ²
Faktor Air Semen Bebas (Fas)	=	0,54	(Grafik Lamp. 2-2)
Faktor Air Semen Maksimum	=	0,60	(Tabel Lamp. 2-4)
Kadar Air Bebas	=	205	kg/m ³
Kadar Semen Maksimum	=	379,63	kg/m ³
Kadar Semen Minimum	=	325	(Tabel Lamp. 2-4)
Berat Isi Beton	=	2280	(Grafik Lamp. 2-3)
Kadar Agregat Gabungan	=	1695,37	kg/m ³
Kadar Agregat Halus	=	593,38	kg/m ³
Kadar Agregat Kasar	=	1101,99	kg/m ³
Berat Jenis Gabungan	=	2,47	% ≈ 2,50

a. Menghitung kuat tekan rata-rata

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

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

b. Penetapan Faktor Air Semen

Besar faktor air semen (fas) diambil dari grafik

- berdasarkan kuat tekan rata-rata (f_{c_r}) = 0,54 (berdasarkan grafik korelasi fas dan f_{c_r})

c. Penetapan kadar air bebas

Berdasarkan nilai slump 60-100 mm dan f maksimum agregat 20 mm, maka diperoleh :

$$\text{Kadar air bebas alami (Wf)} = 195 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Kadar air bebas bt. pecah (Wc)} = 225 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Kadar air bebas} = (2/3 \times Wf) + (1/3 \times Wc)$$

$$= (2/3 \times 195) + (1/3 \times 225)$$

$$= 205 \text{ kg/m}^3$$

d. Penetapan kadar semen

$$\text{Kadar semen Maks} = \frac{\text{Kadar air bebas (Wf)}}{\text{Faktor air semen (fas)}} = \frac{205}{0,54} = 379,63 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Kadar semen minimum} = 325 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Faktor air semen Maksimum} = 0,60 \quad (\text{diperoleh dari tabel})$$

Diambil yang terbesar dari kedua kadar semen tersebut, sehingga :

$$\text{fas} = \frac{205,00}{325} = 0,63 < \text{dari fas maksimum} = 0,6$$

e. Berat jenis gabungan agregat

$$\text{Bj. Gabungan} = a \cdot \text{Bj. Spesifik SSD pasir} + b \cdot \text{Bj. Spesifik SSD kerikil}$$

$$\text{Bj. Gabungan} = 0,35 \times 2,26 + 0,65 \times 2,59 = 2,47 \approx 2,50$$

f. Berat volume beton segar

Berdasarkan nilai bj. Gabungan 2,50 dan kadar air bebas 205 kg/m³ (grafik), maka diperoleh :

$$\text{Berat volume beton segar} = 2280 \text{ kg/m}^3$$

g. Berat total agregat (pasir+kerikil)

$$\text{Berat total agregat} = \text{Berat Volume Beton Segar} - \text{Kadar Air Bebas} - \text{Kadar Semen Maksimum}$$

$$\text{Berat total agregat} = 2280 - 205,00 - 379,63 = 1695,37 \text{ kg/m}^3$$



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

h. Berat masing-masing agregat

Berat pasir	=	35%	X	1695,37	=	593,38 kg/m ³
Berat kerikil	=	65%	X	1695,37	=	1101,99 kg/m ³
Jumlah	=				=	1695,37 kg/m ³

i. Hasil mix design SSD karakteristik agregat

Sebelum Koreksi				Sesudah Koreksi			
Air (Wa)	=	205,00 kg/m ³		Air (Wa)	=	201,90 kg/m ³	
Semen (Ws)	=	379,63 kg/m ³		Semen (Ws)	=	379,63 kg/m ³	
Pasir (B _{SSDp})	=	593,38 kg/m ³		Pasir (B _{SSDp})	=	608,87 kg/m ³	
Kerikil (B _{SSDK})	=	1101,99 kg/m ³		Kerikil (B _{SSDK})	=	1089,60 kg/m ³	
Jumlah	=	2280,00 kg/m ³		Jumlah	=	2280,00 kg/m ³	

j. Koreksi campuran beton untuk pelaksanaan

$$\begin{aligned}
 \text{Koreksi Air} &= \text{Jumlah Air} - (\text{Kadar Air Pasir} - \text{Absorpsi Pasir}) \times (\text{Jumlah Pasir} / 100) \\
 &\quad - (\text{Kadar Air Kerikil} - \text{Absorpsi Kerikil}) \times (\text{Jumlah Kerikil} / 100) \\
 &= 205 - (4,57 - 1,96) \times (593,38 / 100) \\
 &\quad - (1,04 - 2,17) \times (1101,99 / 100) \\
 &= 205 - 15,49 - 12,39 \\
 &= 201,90 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Koreksi Pasir} &= \text{Jumlah Pasir} + (\text{Kadar Air Pasir} - \text{Absorpsi Pasir}) \times (\text{Jumlah Pasir} / 100) \\
 &= 593,38 + (4,57 - 1,96) \times (593,38 / 100) \\
 &= 608,87
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Koreksi Kerikil} &= \text{Jumlah Kerikil} + (\text{Kadar Air Kerikil} - \text{Absorpsi Kerikil}) \times (\text{Jumlah Kerikil} / 100) \\
 &= 1101,99 + (1,04 - 2,17) \times (1101,99 / 100) \\
 &= 1089,60 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

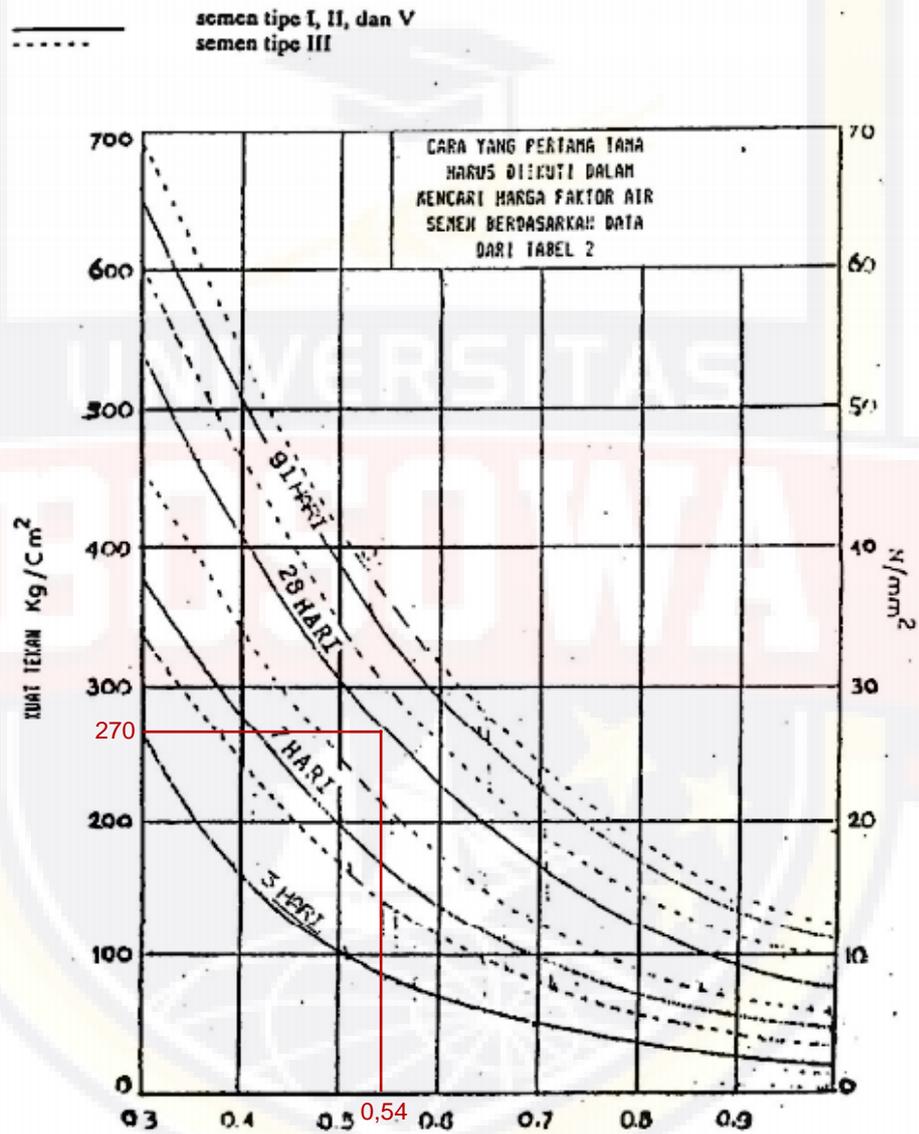
Perencanaan mix design adalah sebagai berikut :

BAHAN BETON	BERAT/M ³ BETON (kg)	VOLUME BENDA UJI	BERAT UTK 5 SAMPEL (kg)
Air	201,90	0,0053	6,42
Semen	379,63	0,0053	12,07
Pasir	608,87	0,0053	19,36
Kerikil	1089,60	0,0053	34,64

Perhitungan Volume Benda Uji

Silinder 15 cm x 30 cm
 $V = 1/4 \times \pi \times D^2 \times t$
 $V = 1/4 \times 3,14 \times (0,15)^2 \times 0,3$
 $V = 0,00530$ (Untuk 1 Benda Uji)
 Dimana 1,2 adalah faktor korelasi
 $V = \text{Volume benda uji}$

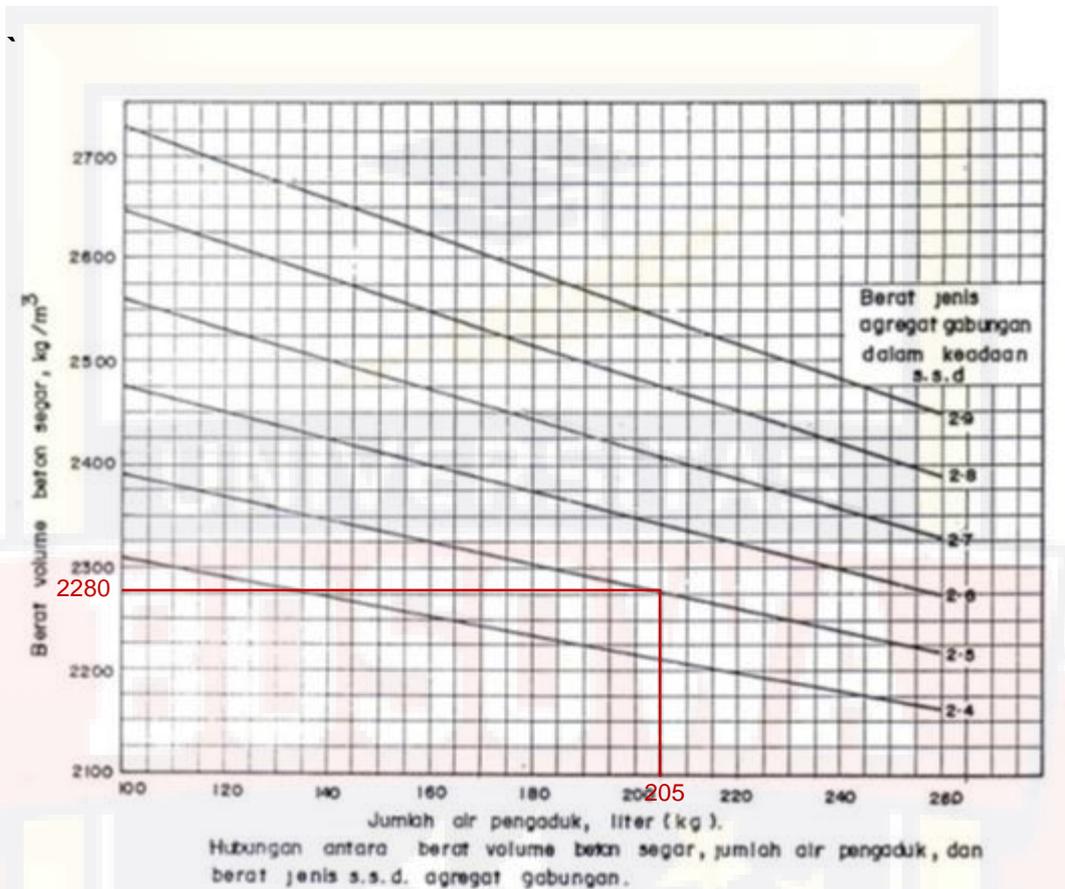
Lamp 2.2. Grafik Hubungan FAS Dengan Kuat Tekan Tekan Rata -
Rata





LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Lamp 2.3. Grafik Hubungan Antara Kadar Air Dengan Berat Jenis Agregat Campuran





LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Lamp 2.4. Tabel Persyaratan Jumlah Semen Minimum dan Faktor Air Semen Maksimum Untuk Berbagai Macam Pembetonan Dalam Lingkungan Khusus

Lokasi	Jumlah Semen Minimum Per m ³ Beton (Kg)	Nilai Faktor Air Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan :		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruang bangunan :		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk kedalam tanah :		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti - ganti	325	0,55
b. Mendapatkan pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		
Beton yang kontinu berhubungan :		
a. Air tawar		
b. Air laut		



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

Lamp 2.5. Tabel Perkiraan Kadar Air Bebas (Kg/m³) Yang Dibutuhkan Untuk Beberapa Tingkat Kemudahan Pengerjaan Adukan Beton

Ukuran Besar Butir Agregat Maksimum	Jenis Agregat	Slump (mm)			
		0 - 10	10 - 30	30 - 60	60 - 100
10	Batu tidak dipecahkan	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tidak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
30	Batu tidak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

KEKUATAN TEKAN BETON NORMAL (SILINDER)
(f'c 20 MPa)

Tanggal Perendaman		Tanggal Pengujian Kuat Tekan										Target Benda Uji Silinder		Lokasi
: 07. 08. 09 September 2020		: 05. 06. 07 Oktober 2020												
Nomor Benda Uji	Tanggal Pembuatan	Slump (cm)	Berat Kering (Kg)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas Penampang (cm ²)	Berat Isi (Kg/cm ³)	Umur (Hari)	Beban Maksimum (KN)	Kekuatan Tekan (MPa)				
1	06 Sept 2020	8	12,37	15	30	176,625	2280	28	430	24,35			Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Sipil Fakultas Teknik Univ. Bosowa Makassar	
2	06 Sept 2020	8	12,40	15	30	176,625	2280	28	480	27,18				
3	06 Sept 2020	8	12,58	15	30	176,625	2280	28	425	24,06				
4	06 Sept 2020	8	12,49	15	30	176,625	2280	28	420	23,78				
5	06 Sept 2020	8	12,29	15	30	176,625	2280	28	470	26,61				
6	07 Sept 2020	7	12,48	15	30	176,625	2280	28	370	20,95				
7	07 Sept 2020	7	12,66	15	30	176,625	2280	28	400	22,65				
8	07 Sept 2020	7	12,58	15	30	176,625	2280	28	450	25,48				
9	07 Sept 2020	7	12,57	15	30	176,625	2280	28	418	23,67				
10	07 Sept 2020	7	12,62	15	30	176,625	2280	28	395	22,36				
11	07 Sept 2020	9	12,35	15	30	176,625	2280	28	380	21,51				
12	07 Sept 2020	9	12,46	15	30	176,625	2280	28	410	23,21				
13	07 Sept 2020	9	12,48	15	30	176,625	2280	28	440	24,91				
14	07 Sept 2020	9	12,48	15	30	176,625	2280	28	385	21,80				
15	07 Sept 2020	9	12,21	15	30	176,625	2280	28	400	22,65				
16	08 Sept 2020	9	12,36	15	30	176,625	2280	28	395	22,36				
17	08 Sept 2020	9	12,24	15	30	176,625	2280	28	450	25,48				
18	08 Sept 2020	9	12,31	15	30	176,625	2280	28	425	24,06				
19	08 Sept 2020	9	12,21	15	30	176,625	2280	28	375	21,23				
20	08 Sept 2020	9	12,26	15	30	176,625	2280	28	360	20,38				
F_{cp}bers (11)										Rata - rata (F_{cr})		23,43		
F_{cp}bers (12)										Sdev		1,87		

$F_{cp}bers (11) = 23,43 - (1,34 \times 1,87) = 20,92 \text{ MPa}$

$F_{cp}bers (12) = 23,43 - (2,33 \times 1,87) + 3,5 = 22,57 \text{ Mpa}$

Ket : Digunakan nilai tertinggi

Faktor Modifikasi 20 sampel : 1,08

$F_{cm} = F_{cr} / 1,08 = 22,57 / 1,08 = 20,90 \text{ Mpa} > 20 \text{ Mpa}$

Diseetujui Oleh,

Kepala Lab. Struktur dan Bahan

(Signature)

Ir. Eka Yudianto, ST., MT

NIDN: 09 080668 03

Diperiksa Oleh,

Koord. Asisten Laboratorium

(Signature)

Marlina Alwi, ST

Dibuat Oleh,

1. Nur Hikmah 45 16 041 122
2. Erna Irawati 45 16 041 123
3. Annisa Idrus 45 16 041 124



LABORATORIUM STRUKTUR DAN BAHAN
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA

KEKUATAN TEKAN BETON VARIASI (SILINDER)

Nomor Sampel	Notasi Sampel	Tanggal Pembuatan	Slump (cm)	Berat Kering (Kg)	Diameter (cm)	Tinggi (cm)	Luas Penampang (cm ²)	Berat Isi (kg/cm ³)	Umur (Hari)	Beban Maks. (KN)	Kekuatan Tekan (MPa)	Kuat tekan rata - rata (MPa)	Target (MPa)	Keterangan
1	BSA	27 Okt 2020	7	11,42	15	30	176.625	2280	28	260	14,72	13,78	20	Tidak memenuhi
2				11,04	15	30	176.625	2280	28	220	12,46			
3				11,50	15	30	176.625	2280	28	250	14,15			
4	BSA A	31 Okt 2020	8,5	11,49	15	30	176.625	2280	28	300	16,99	15,85	20	Tidak memenuhi
5				11,52	15	30	176.625	2280	28	260	14,72			
6				11,78	15	30	176.625	2280	28	280	15,85			
7	BSA B	27 Okt 2020	8	11,04	15	30	176.625	2280	28	230	13,02	12,83	20	Tidak memenuhi
8				11,25	15	30	176.625	2280	28	240	13,59			
9				11,17	15	30	176.625	2280	28	210	11,89			
10	BSA C	31 Okt 2020	7,5	11,22	15	30	176.625	2280	28	280	15,85	16,04	20	Tidak memenuhi
11				11,70	15	30	176.625	2280	28	310	17,55			
12				11,64	15	30	176.625	2280	28	260	14,72			
13	BSA D	27 Okt 2020	8	11,68	15	30	176.625	2280	28	300	16,99	15,48	20	Tidak memenuhi
14				11,62	15	30	176.625	2280	28	270	15,29			
15				11,68	15	30	176.625	2280	28	250	14,15			

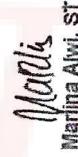
Tanggal Perendaman : 28 Oktober 2020 (9 Sampel)
: 01 November 2020 (6 Sampel)

Tanggal Pengujian Kuat Tekan : 25 November 2020
: 29 November 2020


 Disetujui Oleh,
 Kepala Lab. Struktur dan Bahan
 Ir. Eka Yudharto, ST., MT
 NDN. 09 080668 03

Diperiksa Oleh,

Koord. Asisten Laboratorium


 Marina Alwi, ST

Dijisi Oleh,

Mahasiswa Penelitian Tugas Akhir


 NIM. 4516041123

DOKUMENTASI PENELITIAN

4.1. Pengujian Karakteristik Agregat

- Analisa Saringan Agregat Kasar dan Halus



Gambar 4.1. Menyiapkan benda uji



Gambar 4.2. Menimbang benda uji



Gambar 4.3. Pengujian analisa saringan



Gambar 4.4. Menimbang benda uji yang lolos saringan

- Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar dan Halus



Gambar 4.5. Mencuci benda uji



Gambar 4.6. Menimbang benda uji dalam air



Gambar 4.7. SSD agregat kasar



Gambar 4.8. Masukkan benda uji ke dalam oven



Gambar 4.9. Keringkan benda uji hingga tercapai SSD



Gambar 4.10. Menimbang picnometer dalam keadaan kosong



Gambar 4.11. Masukkan benda uji dan air suling kedalam picnometer



Gambar 4.12. Menimbang picnometer yang berisi benda uji dan air suling

- Berat Isi



Gambar 4.13. Mengisi mould dengan benda uji



Gambar 4.14. Pengujian berat isi



Gambar 4.15. Menimbang benda uji (agregat halus)



Gambar 4.16. Menimbang benda uji (agregat kasar)

- Kadar Air



Gambar 4.17. Menimbang benda uji



Gambar 4.18. Pengujian kadar air

- Kadar Lumpur



Gambar 4.19. Mencuci benda uji



Gambar 4.20. Pengujian kadar lumpur

4.2. Pengujian Beton Normal



Gambar 4.21. Menimbang benda uji



Gambar 4.22. Proses campuran beton



Gambar 4.23. Pengujian slump



Gambar 4.24. Memasukkan adukan beton kedalam silinder



Gambar 4.25. Perendaman beton normal



Gambar 4.26. Pengujian kuat tekan beton normal



Gambar 4.27. Proses pengujian kuat tekan beton normal



Gambar 4.28. Hasil kuat tekan beton normal

4.3. Pengujian Beton Variasi

- Persiapan Serat Sabut Kelapa



Gambar 4.29. Proses memotong serat sabut kelapa



Gambar 4.30. Potongan serat sabut kelapa ukuran 3 cm



Gambar 4.31. Menimbang serat sabut kelapa

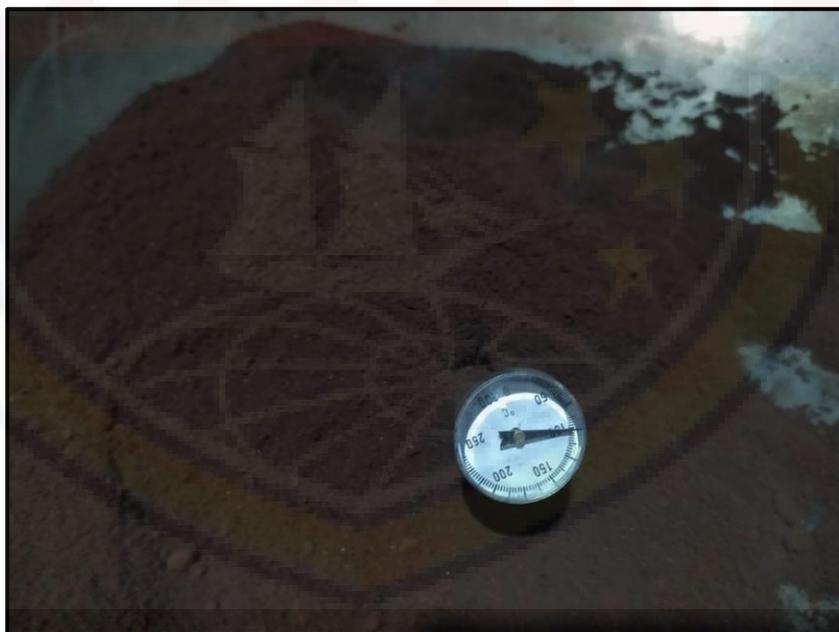
- Persiapan Ampas Kopi



Gambar 4.32. Mencuci ampas kopi



Gambar 4.33. Ampas kopi dikeringkan dengan cara dijemur



Gambar 4.34. Proses sangrai ampas kopi



Gambar 4.35. Ampas kopi diayak dengan saringan no. 200



Gambar 4.36. Menimbang ampas kopi

- Pengujian Beton Variasi



Gambar 4.37. Menimbang benda uji



Gambar 4.38. memasukkan serat sabut kelapa ke dalam campuran beton



Gambar 4.39. memasukkan ampas kopi ke dalam campuran beton



Gambar 4.40. menambahkan zat tambah ke dalam campuran beton



Gambar 4.41. Pengujian slump



Gambar 4.42. Meratakan campuran beton



Gambar 4.43. Perendaman beton variasi



Gambar 4.44. Menimbang benda uji



Gambar 4.45. Pengujian kuat tekan beton variasi



Gambar 4.46. Proses pengujian kuat tekan beton variasi



Gambar 4.47. Benda uji beton variasi



Gambar 4.48. Hasil kuat tekan beton variasi