

TUGAS AKHIR

**PENGARUH ABU SERBUK KAYU SEBAGAI PENGGANTI
AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TARIK BELAH
BETON YANG MENGGUNAKAN BAHAN KIMIA
(Studi Penelitian)**

*Diajukan Untuk Memenuhi Tugas-Tugas Dan Syarat-Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Pada Fakultas Teknik Program Studi
Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

DISUSUN OLEH:

ARIF AGUSTIONO

1607210166



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

2020



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 – EXT. 12
Website : <http://fatek.umsu.ac.id> Email : fatek@umsu.ac.id

menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Arif Agustiono
Npm : 1607210166
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Pengaruh Abu Serbuk Kayu Sebagai Pengganti Agregat Halus Terhadap Kuat Tarik Belah Beton Yang Menggunakan Bahan Kimia (Studi Penelitian).
Bidang Ilmu : Struktur

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA
PANITIA UJIAN SKRIPSI

UMSU
Medan, 2020

Unggul | Cerdas | Terpercaya
Dosen Pembimbing

Dr. Fahrizal Zulkarnain

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Arif Agustiono
NPM : 1607210166
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Pengaruh Abu Serbuk Kayu Sebagai Pengganti Agregat Halus Terhadap Kuat Tarik Beton Yang Menggunakan Bahan Kimia (Studi Penelitian).
Bidang Ilmu : Struktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, November 2020

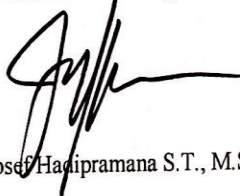
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing



Dr. Fahrizal Zulkarnain.

Dosen Pembanding I



Dr. Josef Hadipramana S.T., M.Sc.

Dosen Pembanding II



Ade Faisal S.T., M.Sc., Ph.D.

Ketua Prodi Teknik Sipil



Dr. Fahrizal Zulkarnain.

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Arif Agustiono
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 13 Agustus 1999
NPM : 1607210166
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa Laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Pengaruh Abu Serbuk Kayu Sebagai Pengganti Agregat Halus Terhadap Kuat Tarik Beton Yang Menggunakan Bahan Kimia (Studi Penelitian).”

Bukan merupakan *plagiarism*, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena/hubungan material dan non-material serta segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan atau kesarjana saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan keadaan sadar dan tidak dalam tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun, demi menegakkan integritas Akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, November 2020
Saya yang menyatakan,

 Arif Agustiono

ABSTRAK

PENGARUH ABU SERBUK KAYU SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TARIK BELAH BETON YANG MENGGUNAKAN BAHAN KIMIA (STUDI PENELITIAN).

Arif Agustiono
1607210166
Dr. Fahrizal Zulkarnain

Pada penelitian ini abu serbuk kayu digunakan sebagai pengganti agregat halus, abu serbuk kayu mengandung silika yang tinggi. Silika (SiO_2) merupakan bahan kimia yang dapat meningkatkan mutu beton, akibat reaksi yang terjadi antara Silika dan Kapur bebas yang ada didalam campuran beton. Umumnya Silika (SiO_2) yang dicampurkan pada beton merupakan bahan *additive* buatan pabrik seperti *Silica fume* atau hasil pembakaran batu bara seperti *Fly ash*. Pada penelitian ini digunakan abu serbuk kayu dengan persentase 10%, 20% dan 30% dari berat agregat halus dengan tambahan bahan kimia sebesar 0,8% dari berat semen. Sampel yang digunakan adalah sampel berbentuk silinder dengan ukuran 15cm x 30cm. pengujian yang dilakukan adalah uji kuat tarik belah. Berdasarkan perencanaan beton abu serbuk kayu dengan bahan tambah *Sika Viscocrete 3115 N* pada kuat tarik belah beton maka didapat nilai rata-rata pada setiap variasi. BNO dengan kuat tarik belah sebesar 4,60 MPa, BA10 sebesar 3,04 MPa, BA20 sebesar 1,98 MPa, dan BA30 sebesar 1,41 MPa.

Kata Kunci: Beton Abu Serbuk Kayu, Substitusi Agregat Halus, Kuat Tarik Belah

ABSTRACT

THE EFFECT OF SAWDUST ASH AS A SUBSTITUTE FOR FINE AGGREGATE ON THE TENSILE STRENGTH OF CONCRETE USING CHEMICALS (RESEARCH STUDY).

Arif Agustiono
1607210166
Dr. Fahrizal Zulkarnain

In this study sawdust ash was used as a substitute for fine aggregate, sawdust ash contained high silica. Silica (SiO_2) is a chemical that can improve the quality of the concrete, due to the reaction that occurs between free silica and lime in the concrete mixture. Generally, Silica (SiO_2) mixed in concrete is a factory-made additive such as Silica fume or coal combustion products such as fly ash. In this study, sawdust ash was used with a percentage of 10%, 20% and 30% by weight of fine aggregate with chemical additives of 0.8% of the weight of cement. The sample used was a cylindrical sample with a size of 15cm x 30cm. The test is split tensile strength test. Based on the design of sawdust concrete with adding material sika viscocrete 3115 N on the tensile strength of the concrete, the average value is obtained for each variation. BNO with a split tensile strength of 4.60 MPa, BA10 of 3.04 MPa, BA20 of 1.98 MPa, and BA30 of 1.41 MPa.

Keyword: sawdust ash concrete, fine aggregate substitute, tensile strength.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul **“Pengaruh Abu Serbuk Kayu Sebagai Pengganti Agregat Halus Terhadap Kuat Tarik Beton Yang Menggunakan Bahan Kimia (*Studi Penelitian*)”**. Sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

Banyak pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terima kasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain. Selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Dr. Josef Hadipramana S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ade Faisal ST., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.Sc, Selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipil kepada penulis.
6. Bapak/Ibu staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Wanto dan Ibunda tercinta Jamilah yang telah bersusah payah membesarkan dan memberikan kasih sayangnya yang tidak ternilai kepada penulis.
8. Rekan-rekan seperjuangan penelitian terutama Muhammad Fakhri, Muhammad Azizi Surbakti, Handrian Wijaya, Wahyu Fajar Handoko, Fajar Riski, Rizky Arami dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Medan, 22 Januari 2020.

Penulis

Arif Agustiono

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	Er
ror! Bookmark not defined.	
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	i
ABSTRAK	ii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup	2
1.4. Tujuan	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Beton	5
2.2. Bahan Tambah	7
2.2.1. Serbuk Kayu	7
2.2.2. Sika	9
BAB 3 METODE PENELITIAN	11
3.1. Metode Penelitian	11
3.1.1. Data Primer	13
3.1.2. Data Sekunder	13
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian	13
3.3. Bahan dan Peralatan	13
3.3.1. Bahan	13
3.3.2. Peralatan	14

3.4.	Persiapan dan Pengujian Bahan Campuran Beton	14
3.5.	Rencana Campuran (Mix Design)	16
3.6.	Metode Pengecoran	26
3.7.	Pemeriksaan <i>Slump Flow</i>	27
3.8.	Metode Perawatan Benda Uji	28
3.9.	Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	28
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		30
4.1	Tinjauan Umum	30
4.2	Hasil Pemeriksaan Bahan Penyusun Beton	30
4.2.1	Hasil Pemeriksaan Agregat Halus	30
4.2.2	Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar	35
4.3	Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Abu Serbuk Kayu	41
4.4	Perencanaan Campuran Beton	41
4.6	Pengujian Slump	47
4.7	Berat Isi Beton	48
4.8	Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	49
4.9	Pembahasan	51
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		53
5.1.	Kesimpulan	53
5.2.	Saran	54
DAFTAR PUSATAKA		
LAMPIRAN		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Persentase Volume Komposisi Beton	6
Tabel 2.2.	Kandungan Yang Terdapat Pada Abu Serbuk Kayu	8
Tabel 2.3.	Penelitian Serbuk Kayu Yang Pernah Dilakukan Sebelumnya.	8
Tabel 2.4.	Penelitian Menggunakan Bahan Kimia Yang Pernah Dilakukan Sebelumnya.	10
Tabel 3.1.	Variasi Bahan Tambah Dan Jumlah Benda Uji.	16
Tabel 3.2.	Faktor Pengali Untuk Standar Deviasi Berdasarkan Jumlah Benda Uji Yang Tersedia.	18
Tabel 3.3.	Perkiraan kekuatan tekan (MPa) beton dengan faktor air semen dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia.	19
Tabel 3.4.	Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton.	21
Tabel 3.5.	Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus.	22
Tabel 4.1.	Hasil Pengujian Analisa Agregat Halus	31
Tabel 4.2.	Daerah Gradasi Agregat Halus	31
Tabel 4.3.	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	33
Tabel 4.4.	Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus	34
Tabel 4.5.	Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus	34
Tabel 4.6.	Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	35
Tabel 4.7.	Hasil Pengujian Analisa Agregat Kasar	36
Tabel 4.8.	Batas Gradasi Agregat Kasar	37
Tabel 4.9.	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar	38
Tabel 4.10.	Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar	39
Tabel 4.11.	Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Kasar	40
Tabel 4.12.	Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar	40
Tabel 4.13.	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Abu Serbuk Kayu	41
Tabel 4.14.	Rekapitulasi Perencanaan Campuran Beton (Mix Design)	45
Tabel 4.15.	Kebutuhan Bahan Berbagai Variasi Campuran	47
Tabel 4.16.	Hasil Pengujian Slump	47
Tabel 4.17.	Hasil Pengujian Berat Isi Beton	48

Tabel 4.18. Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	49
Tabel 4.19. Perbandingan Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton dengan Hasil Penelitian Sebelumnya.	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1.	Bagan alir penelitian yang dilaksanakan.	12
Gambar 3.2.	Grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm, tinggi 300 mm)	20
Gambar 3.3.	Batas gradasi pasir (Sedang) No. 2	23
Gambar 3.4.	Batas gradasi kerikil atau koral ukuran maksimum 20 mm	23
Gambar 3.5.	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm.	24
Gambar 3.6.	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton.	25
Gambar 4.1.	Grafik Analisa Agregat Halus	32
Gambar 4.2.	Grafik Analisa Agregat Kasar	37
Gambar 4.3.	Grafik Slump Rata – Rata	48
Gambar 4.5.	Grafik Nilai Kuat Tarik Belah Semua Variasi	50
Gambar 4.6.	Grafik Nilai Kuat Tarik Belah Rata – Rata	51

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Beton terdiri dari campuran antara agregat halus, agregat kasar, semen, dan air. Penggunaan beton pada pekerjaan konstruksi sangat dibutuhkan pada saat ini, beton mudah untuk bentuk sesuai keinginan, tahan terhadap temperatur tinggi, mampu memikul beban tekan, dan pemeliharaan yang kecil. Kualitas beton itu sendiri ditentukan oleh proporsi campuran ataupun spesifikasi material yang digunakan.

Pada beberapa negara maju seperti Amerika dan Inggris, telah dikembangkan penambahkan serat (*fiber*) pada adukan beton. Konsep dasarnya adalah untuk menulangi beton secara alami dengan serat yang disebarkan acak ke dalam adukan beton, sehingga dapat mencegah terjadinya retakan yang terlalu dini baik akibat beban maupun akibat panas hidrasi. (Amna dkk., 2014)

Pada penelitian kali ini digunakan serat alam, yaitu serbuk kayu yang merupakan limbah pemotongan kayu. Limbah serbuk gergaji sangat mudah di dapatkan di karenakan perkembangan usaha mebel membuat ketersedianya semakin melimpah. Selain ini masyarakat hanya memamfaatkannya sebagai bahan bakar di rumah tangga penggunaan limbah serbuk gergaji dapat meningkatkan nilai ekonomis dan nilai gunanya (Haris dkk., 2018). Serbuk kayu pengergajian merupakan salah satu jenis kayu partikel yang berukuran 0,25 mm – 2,00 mm, bobotnya ringan dalam keadaan kering dan mudah diterbangkan oleh angin. Kandungan kimia kayu adalah selulosa, lignin dan zat lain (termasuk zat gula). Dinding sel tersusun sebagian besar oleh selulosa ($C_6H_{10}O_5$) (Purba dkk., 2017). Penambahan selulosa pada campuran semen dan pasir pembentuk beton akan memberikan tambahan kekuatan ikat antar partikel akibat sifat adhesi (Suprayogi dkk., 2018).

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka penulis merumuskan permasalahan dalam penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

1. Berapakah kebutuhan bahan untuk beton dengan substitusi abu serbuk kayu 10%, 20%, 30% dan Sika Viscocrete 0,8% dari berat semen terhadap kuat tarik?
2. Bagaimana pemanfaatan limbah abu serbuk kayu terhadap kuat tarik pada beton?
3. Bagaimana pengaruh persentase campuran serbuk kayu terhadap kuat tarik beton?

1.3. Ruang Lingkup

Untuk memperjelas masalah yang akan dibahas dan agar tidak terjadi pembahasan yang meluas atau menyimpang, maka perlu kiranya dibuat suatu batasan masalah. Adapun ruang lingkup permasalahan yang akan dibahas dalam penulisan skripsi ini, yaitu:

1. Penelitian dilakukan di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Metode perencanaan menggunakan SNI (Standar Nasional Indonesia).
3. Penelitian ini meninjau kuat tarik.
4. Ketentuan bahan penelitian antara lain:
 - a. Semen yang digunakan adalah *Portland Pozzollan Cement type 1*.
 - b. Batu pecah berasal dari Binjai.
 - c. Pasir berasal dari Binjai.
 - d. Limbah serbuk kayu berasal dari tempat pemotongan kayu.
 - e. Variasi penggunaan serbuk kayu 0%, 10%, 20%, dan 30% dari berat agregat halus.
5. Benda uji berupa silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
6. Umur pengujian adalah 28 hari.
7. Pada tiap variasi campuran terdapat 3 benda uji.

1.4. Tujuan

Adapun tujuan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui rancangan campuran beton dengan substitusi abu serbuk kayu dan Sika Viscocrete
2. Untuk mengetahui nilai kuat tarik terhadap variasi campuran dan pengaruhnya pada beton.
3. Untuk mengetahui manfaat abu serbuk kayu pada beton terhadap kuat tarik.

1.5. Manfaat Penelitian

1. Secara akademis sebagai ilmu pengetahuan dan proses belajar untuk bahan masukan serta pertimbangan dalam melakukan kajian ilmiah tentang pengaruh penambahan limbah serbuk kayu terhadap beton kuat tarik beton.
2. Secara teoritis meningkatkan pemahaman dalam menganalisa data untuk mengetahui kuat tarik beton dari hasil yang dikaji secara umum.
3. Secara praktis dapat mengetahui seberapa kuat pengaruh penambahan limbah serbuk kayu untuk beton.

1.6. Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menyajikan pendahuluan yang meliputi latar belakang masalah, permasalahan, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang landasan teori.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai penentuan obyek penelitian, metode pengumpulan data, dan analisis data.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan tentang laporan hasil penelitian dan pembahasan dari penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menyajikan kesimpulan hasil penelitian yang ditarik dari analisa data dan pembahasan serta saran yang memuat masukan-masukan dari penulis yang terkait dengan penelitian.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beton

Menurut SNI 03-2834-2000, beton adalah campuran antara semen *Portland* atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat. Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (*Portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*additivie*). Kekuatan konstruksi beton sangat berpengaruh terhadap jenis material yang digunakan. Beton memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing, yaitu:

- a. Kelebihan
 - Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan keperluan konstruksi.
 - Mampu memikul beban yang berat.
 - Tahan terhadap temperatur yang tinggi dan biaya pemeliharaan yang kecil.
- b. Kekurangan
 - Bentuk yang sudah dibentuk sulit diubah.
 - Pelaksanaan pekerjaannya membutuhkan ketelitian yang tinggi dan berat.
 - Daya pantul surve yang besar (Amna dkk., 2014).

Menurut (Pane dkk., 2015) berdasarkan sifatnya, jenis-jenis pengujian beton yang dibutuhkan adalah:

- a. Beton segar: slump, temperatur/suhu, faktor pemadatan, kadar udara.
- b. Beton keras: kuat tekan, kuat tarik belah, kuat lentur, modulus elastisitas, permeabilitas, porositas, poison ratio, susut, rangkai.

Karakteristik beton yang baik dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Kuantitas beton
 - Kepadatan yaitu ruang yang ada pada beton sedapat mungkin terisi oleh agregat dan pasta semen.
 - Kekuatan yaitu beton harus mempunyai kekuatan daya tahan internal terhadap berbagai jenis kegagalan.

- Faktor air semen harus terkontrol sehingga memenuhi persyaratan kekuatan beton.
- Tekstur permukaan beton harus mempunyai kerapatan dan kekerasan tekstur yang tahan segala cuaca.

b. Kualitas beton

- Kualitas semen.
- Proporsi semen terhadap air dalam campurannya.
- Kekuatan dan kebersihan agregat.
- Adhesi atau interaksi antara pasta semen dan agregat.
- Pencampuran yang cukup dari bahan pembentuk beton.
- Perawatan pada temperatur yang tidak lebih rendah dari 50°F.
- Kandungan chlorida tidak melebihi 0,15% dalam beton ekspos dan 1% dalam beton terlindung.

Beton dibentuk dari pencampuran bahan batuan yang diikat dengan bahan perekat semen. Bahan batuan yang digunakan untuk menyusun beton umumnya dibedakan menjadi agregat kasar atau kerikil dan agregat halus atau pasir. Agregat halus dan agregat kasar disebut sebagai bahan susun kasar campuran dan merupakan komponen utama beton. Karakteristik dan kekuatan beton dapat diperkirakan dan ditentukan dari desain atau perencanaan campuran, material penyusun, serta kontrol kualitasnya secara umum, komposisi bahan pembentuk beton berdasarkan jumlah persentase yang biasanya terdapat pada suatu campuran beton. Menurut Paul Nugraha dan Antoni dalam buku Teknologi Beton, Persentase volume komposisi beton pada umumnya dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Persentase volume komposisi beton (Nugraha & Antoni, 2007).

Material	Persentase
Semen	10%
Air	15%
Udara	5%
Agregat Halus	30%
Agregat kasar	40%

2.2. Bahan Tambah

Menurut SNI 03-2847-2002, bahan tambah adalah suatu bahan berupa bubuk atau cairan, yang ditambahkan ke dalam campuran beton selama pengadukan dalam jumlah tertentu untuk merubah beberapa sifatnya. Bahan tambah (*Admixture*) didefinisikan sebagai material selain air, agregat, semen dan fiber yang digunakan dalam campuran beton atau mortar, yang ditambahkan dalam adukan segera sebelum atau selama pengadukan dilakukan (Manuahe dkk., 2014)

Secara umum bahan tambah yang digunakan dalam beton dapat dibedakan menjadi dua, yaitu bahan tambah yang bersifat mineral (*additive*) dan bahan tambah yang bersifat kimiawi (*chemical admixture*). Bahan tambah *admixture* ditambahkan saat pengadukan atau saat pelaksanaan pengecoran (*placing*) sedangkan bahan tambah *additive* yang bersifat mineral ditambahkan saat pengadukan dilaksanakan. (Purnawiraty dkk., 2016).

2.2.1. Serbuk Kayu

Serbuk gergajian kayu adalah salah satu jenis bahan limbah yang bersifat organik yang merupakan limbah yang terdapat pada lingkungan industri penggergajian kayu atau pengrajin *furniture* yang saat ini belum optimal pemanfaatannya (Boni dkk., 2019). Kandungan kimia kayu adalah selulosa, lignin dan zat lain (termasuk zat gula). Dinding sel tersusun sebagian besar oleh selulosa ($C_6H_{10}O_5$). Selulosa adalah suatu bahan yang tidak begitu asing lagi bagi manusia meskipun merupakan karbohidrat selulosa bukanlah sumber makanan bagi manusia. Lignin adalah suatu campuran zat – zat organik yang terdiri dari zat karbon, zat air atau hidrogen dan oksigen. Serbuk gergaji kayu mengandung komponen utama yaitu selulosa, hemiselulosa, lignin dan zat ekstraktif kayu (Purba dkk., 2017). Silika (SiO_2) merupakan bahan kimia yang dapat meningkatkan Mutu Beton, akibat reaksi yang terjadi antara Silika dan Kapur bebas yang ada didalam campuran beton. Umumnya Silika (SiO_2) yang dicampurkan pada beton merupakan bahan additive buatan pabrik seperti Silica fume atau hasil pembakaran Batubara seperti Fly ash (Nadia, 2011).

Tabel 2.2. Kandungan yang terdapat pada abu serbuk kayu (Rasoni dkk., 2014).

Abu Serbuk Kayu dengan pembakaran alami	
Kandungan Kimia	Abu Serbuk Kayu (%)
Silikat (SiO ₂) tidak larut	67,964
Silikat (SiO ₂) larut	2,982
Total SiO ₂	70,946
Alumina (Fe ₂ O)	0,004
Besi Oksida (Al ₂ O ₃)	0,054

Tabel 2.3. Penelitian serbuk kayu yang pernah dilakukan sebelumnya.

No	Nama, Tahun	Bahan	Persentase	Kuat Tekan	Kuat Tarik	Umur
1	(YH, 2010)	Abu Serbuk Kayu	0%	28.890	-	28
			5%	25.970	-	28
			10%	24.770	-	28
			15%	23.200	-	28
			20%	22.750	-	28
2	(Siswadi dkk., 2007)	Serbuk Kayu	0 kg/m ³	17.106	-	7
				22.217	-	14
				26.293	-	28
			0.5 kg/m ³	19.633	-	7
				23.205	-	14
				26.240	-	28
			1 kg/m ³	21.244	-	7
				23.894	-	14
				27.100	-	28
3	(Mulyati dkk., 2012)	Abu Ampas Tebu	0%	24.000	1.036	28
			5%	26.000	1.044	28
			10%	28.000	1.108	28
			15%	32.000	1.276	28
			20%	22.000	0.810	28
			25%	16.000	0.788	28
		Abu Serbuk Kayu	0%	24.000	1.040	28
			5%	28.000	1.084	28
			10%	32.000	1.192	28
			15%	20.000	1.036	28
			20%	18.000	0.800	28
			25%	16.000	0.752	28

2.2.2. Sika

Dalam jurnal (Sitorus, 2018) Sika *Viscocrete-3115 N* adalah generasi terbaru dari superplasticizer untuk beton dan mortar. Secara khusus dikembangkan untuk produksi beton dengan kemampuan mengalir yang tinggi dengan sifat daya alir yang tahan lama. Sika *Viscocrete-3115 N* memberikan pengurangan air dalam jumlah besar, kemudahan mengalir yang sangat baik dalam waktu bersamaan dengan kohesi yang optimal dan sifat beton yang memadat dengan sendirinya. Sika *Viscocrete-3115 N* digunakan untuk tipe-tipe beton sebagai berikut:

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

Kombinasi pengurangan air dalam jumlah besar, kemampuan mengalir yang tinggi dan kuat awal yang tinggi menghasilkan keuntungankeuntungan yang jelas seperti tersebut dalam aplikasi diatas.

Keuntungan Sika *Viscocrete-3115 N* bekerja melalui penyerapan permukaan partikel-partikel semen yang menghasilkan suatu efek-efek separasi sterikal. Sika *Viscocrete-3115 N* tidak mengandung klorin atau bahan-bahan lain yang dapat menyebabkan karat atau bersifat korosif pada tulangan baja. Sehingga cocok digunakan untuk beton dengan tulangan atau pratekan.

Sika *Viscocrete-3115 N* memberikan beton dengan kelecekan yang panjang dan tergantung pada desain pencampuran dan kualitas material yang digunakan, partikel-partikel *self-compacting* dapat dipertahankan lebih dari 1 jam pada suhu 30° C. Pencampuran Sika *Viscocrete-3115 N* ditambahkan ke air yang sudah ditakar atau ditambahkan ke dalam *mixer* (pengaduk). Untuk memperoleh manfaat optimal dari pengurangan air dalam jumlah besar, disarankan pengadukan dalam kondisi basah minimal 60 detik. Penambahan air takaran yang tersisa (untuk memperoleh konsistensi beton yang baik) hanya dapat dimulai setelah 2/3 waktu

pengadukan dalam kondisi basah, untuk menghindari jumlah air yang berlebihan dalam beton.

Tabel 2.4. Penelitian Menggunakan bahan kimia yang pernah dilakukan sebelumnya.

No	Nama, Tahun	Bahan/Cara	Persentase	Kuat Tekan	Umur
1	(Heldita, 2019)	Viscocrete 3115 N	0%	19.5	28
			0.4% dari berat air	13.79	28
2	(Zardi dkk., 2016)	Viscocrete 10	0%	295.43 kg/cm ³	14
			0.5% dari berat Semen	376.50 kg/cm ³	14
			1% dari berat Semen	452.93 kg/cm ³	14
			1.5% dari berat Semen	501.63 kg/cm ³	14
			1.8% dari berat Semen	515.78 kg/cm ³	14
3	(Rasoni dkk., 2014)	Sikafume dan Viscocrete 10	Sikafume 15% dan Viscocrete 0.2%	76	28

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

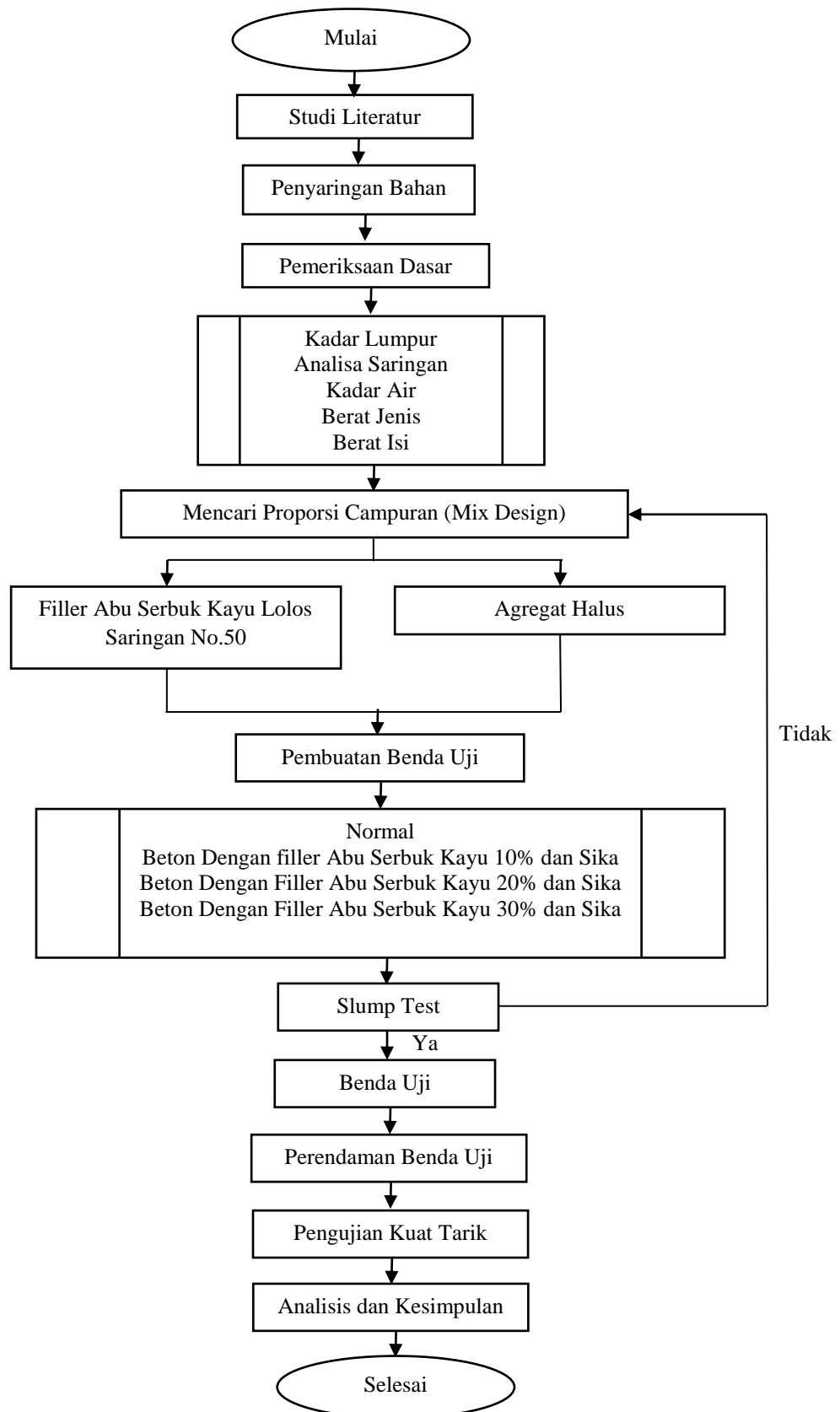
Penelitian dimulai setelah mendapatkan izin dari Ketua Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan kemudian melakukan studi literatur, seperti mencari jurnal referensi, kandungan dalam bahan tambah yang digunakan, dan metode yang digunakan dalam melakukan penelitian.

Setelah mencari informasi tentang penelitian yang akan dilakukan, selanjutnya dilakukan pemeriksaan dasar seperti kadar lumpur, analisa saringan, kadar air, berat jenis dan berat isi yang bertujuan untuk mendapatkan data-data pendukung yang diperoleh di laboratorium.

Selanjutnya mencari *mix design* untuk mengetahui proporsi campuran untuk setiap benda uji yang akan dibuat. Setelah memperoleh proporsi campuran beton, kemudian dilakukan penyaringan bahan tambah (*filler*) yang telah dikeringkan. Setelah bahan-bahan yang dibutuhkan telah siap digunakan, tahap selanjutnya adalah pembuatan benda uji. Pembuatan benda uji dilakukan sesuai kebutuhan masing-masing variasi campuran bahan tambah yaitu beton normal, beton dengan *filler* abu serbuk kayu 10%, beton dengan *filler* abu serbuk kayu 20%, dan beton dengan *filler* abu serbuk kayu 30%.

Langkah selanjutnya yaitu membuat adonan beton dan mengecek nilai slump beton, setelah melakukan pengujian slump, kemudian memasukkan adonan beton kedalam cetakan silinder yang telah diberi vaselin. Kemudian benda uji didiamkan dan dilepaskan dari cetakan setelah ± 24 jam. Selanjutnya dilakukan perendaman benda uji selama 28 hari.

Setelah mencapai umur 28 hari, benda uji diangkat dari tempat perendaman kemudian dilakukan tes kuat tarik beton. Dari pengujian kuat tarik yang dilakukan, kita dapat memperoleh data-data yang dibutuhkan sesuai dengan tujuan penelitian.



Gambar 3.1. Bagan alir penelitian yang dilaksanakan.

3.1.1. Data Primer

Data yang diperoleh dari hasil penelitian di Laboratorium, yaitu:

- a. Analisa saringan agregat.
- b. Berat jenis dan penyerapan.
- c. Pemeriksaan berat isi agregat.
- d. Pemeriksaan kadar air agregat.
- e. Perbandingan dalam campuran beton (*Mix design*).
- f. Kekentalan adukan beton segar (*Slump test*).
- g. Uji kuat tarik beton.

3.1.2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (literatur) dan konsultasi langsung dengan dosen pembimbing di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Data teknis mengenai Standar Nasional Indonesia serta buku-buku atau literatur sebagai penunjang guna memperkuat suatu penelitian yang dilakukan.

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan waktu yang direncanakan kurang lebih selama 3 bulan.

3.3. Bahan dan Peralatan

3.3.1. Bahan

Bahan-bahan pembentuk beton yaitu:

- a. Semen.

Semen yang digunakan adalah semen *Portland* tipe I dengan merek semen Andalas.

- b. Agregat halus.

Agregat halus adalah agregat yang lolos saringan no.4. Agregat halus yang digunakan berasal dari binjai.

- c. Agregat kasar.
Agregat kasar yang digunakan berupa batu pecah dengan ukuran maksimal 20mm. Agregat halus yang digunakan berasal dari binjai.
- d. Air.
Air yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- e. Abu Serbuk kayu.
Abu serbuk kayu berasal dari limbah furniture yang dikumpulkan kemudian dikeringkan dan dibakar. Abu yang digunakan pada penelitian ini adalah yang lolos saringan no.50.
- f. *Superplasticizer Sika Viscocrete 3115 N*
Bahan tambah kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Superplasticizer* jenis *Sika Viscocrete 3115 N* yang diperoleh langsung dari PT. Sika Indonesia di Medan, Sumatera Utara.

3.3.2. Peralatan

Peralatan yang digunakan untuk membuat beton yaitu:

- a. Satu set saringan agregat halus
- b. Saru set saringan agregat kasar
- c. Oven
- d. Timbangan digital
- e. Timbangan dunagan
- f. Alat pengaduk beton (*Mixer*).
- g. Gelas Ukur
- h. Cetakan (*Mold*)
- i. Kerucut abrams
- j. Mesin penguji kuat tekan

3.4. Persiapan dan Pengujian Bahan Campuran Beton

Secara umum pelaksanaan penelitian ini terdapat beberapa langkah pekerjaan. Diawali dengan menetapkan komposisi campuran, penyiapan material, pemeriksaan material, pembuatan benda uji, perawatan, dan pengujian benda uji.

Tahapan-tahapan penelitian tersebut di atas, dilaksanakan dengan berdasarkan standar peraturan pengerjaan beton yang disesuaikan dengan kondisi laboratorium. Sebagian langkah pemeriksaan material hanya dibatasi pada pemeriksaan karakteristik, karena dianggap penting dalam perhitungan komposisi campuran. Namun tidak semua material dapat diperiksa karakteristiknya. Tidak dilakukan pemeriksaan terhadap air dan material aditif.

3.4.1. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Andalas PPC (Portland Pozzolan Cement) sesuai dengan SNI 15-0302-2004. Semen Portland Pozolan adalah campuran semen Portland dengan pozolan antara 15%-40% berat total campuran dan kandungan $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ dalam pozolan minimum 70%.

3.4.2. Agregat Halus

Agregat Halus diambil dari Binjai. adalah pasir alam sebagai hasil desintegrasi secara alami dari batu atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5 mm.

Pengujian agregat halus yang dilakukan sesuai dengan:

1. Berat jenis dan penyerapan: SNI 1970:2008
2. Analisa saringan: SNI 03-1968-1990
3. Kadar air: SNI 03-1971-1990

3.4.3. Agregat Kasar

Agregat kasar diambil dari Binjai. adalah kerikil sebagai desintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari indsutri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm - 40 mm.

Pengujian agregat halus yang dilakukan sesuai dengan:

1. Berat jenis dan penyerapan: SNI 1969:2008
2. Analisa saringan: SNI 03-1968-1990
3. Kadar air: SNI 03-1971-1990
4. Keausan agregat: SNI 2417:2008

3.4.4. Air

Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Air dalam adukan di perlukan untuk bereaksi dengan semen dan melumasi butiran agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Pada dasarnya jumlah air yang diperlukan untuk proses hidrasi hanya kira-kira 25% dari berat semennya. Penambahan jumlah air akan mengurangi kekuatan setelah mengeras (Winarto, 2017).

3.4.5. Abu Serbuk Kayu

Serbuk kayu yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari tempat pembuatan *furniture* Jl. Karya. Serbuk kayu yang digunakan dikeringkan terlebih dahulu, kemudian didibakar dan uji analisa saringan yang lolos saringan No. 50.

Tabel 3.1. Variasi bahan tambah dan jumlah benda uji.

Kode Benda Uji	Variasi	Abu Serbuk Kayu	Bahan Kimia	Jumah Benda Uji 28 Hari
BN0	0%	0%	0.80%	3
BA10	10%	10%	0.80%	3
BA20	20%	20%	0.80%	3
BA30	30%	30%	0.80%	3

3.4.6. Additive

Additive yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Sika Viscocrete 3115 N* sebesar 0,8% dari berat semen.

3.5. Rencana Campuran (Mix Design)

Pada penelitian ini digunakan metode perencanaan campuran adukan betonsesuai dengan standar SNI-03-2834-2000. Salah satu tujuan penelitian digunakan perencanaan campuran beton dengan standar SNI-03-2834-2000 adalah untuk menghasilkan beton yang mudah dikerjakan dan sesuai dengan standar

pengerjaan yang ada di Indonesia. Tingkat derajat kekentalan dan kemudahan pengerjaan dapat dilihat saat pengujian *slump*. Perencanaan campuran adukan beton menurut SNI 03-2834-2000 adalah sebagai berikut.

1. Menentukan kuat tekan beton yang disyaratkan f_c' pada umur tertentu.
2. Menghitung deviasi standar.

$$s = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}}{n-1} \quad (3.1)$$

Dengan :

s adalah deviasi standar

x_i adalah kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji

\bar{x} adalah kuat tekan beton rata-rata menurut rumus :

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (3.2)$$

Dengan:

n adalah jumlah nilai hasil uji, yang harus diambil minimum 30 buah (satu hasil uji adalah nilai uji rata-rata dari 2 buah benda uji) dua hasil uji yang akan digunakan untuk menghitung standar deviasi harus sebagai berikut:

- 1) Mewakili bahan-bahan prosedur pengawasan mutu, dan kondisi produksi yang serupa dengan pekerjaan yang diusulkan.
- 2) Mewakili kuat tekan beton yang disyaratkan f_c' yang nilainya dalam batas 7 MPa dari nilai f_{cr} yang ditentukan.
- 3) Paling sedikit terdiri dari 30 hasil uji yang berurutan atau dua kelompok hasil uji diambil dalam produksi selama jangka waktu tidak kurang dari 45 hari.
- 4) Bila suatu produksi beton tidak mempunyai dua hasil uji yang memenuhi deviasi standar, tetapi hanya ada sebanyak 15 sampai 29 hasil uji yang berurutan, maka nilai deviasi standar adalah perkalian deviasi standar yang dihitung dari data hasil uji tersebut dengan faktor pengali dari Tabel 3.2.

Tabel 3.2. Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia.

Jumlah Pengujian	Faktor Pengali Deviasi Standar
Kurang dari 15	$f'c + 12 \text{ MPa}$
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30 atau lebih	1,00

3. Menghitung nilai tambah.

$$M = 1,64 \times Sr \quad (3.3)$$

Dengan

M adalah nilai tambah

1,64 adalah ketetapan statistic yang nilainya tergantung pada persentase kegagalan hasil uji sebesar maksimum 5%

Sr adalah deviasi standar rencana

4. Menghitung kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan (f_{cr}).

$$f_{cr} = f'c + M$$

$$f_{cr} = f'c + 1,64 Sr \quad (3.4)$$

5. Menetapkan jenis semen.

6. Menentukan jenis agregat kasar dan agregat halus, agregat ini dapat dalam bentuk tak dipecahkan (pasir atau koral) atau dipecahkan.

7. Menentukan faktor air semen

Menghubungkan kuat tekan dan factor air semen yang diperoleh dari penelitian lapangan sesuai dengan bahan dan kondisi pekerjaan yang diusulkan. Bila tidak tersedia data hasil penelitian sebagai pedoman dapat dipergunakan Tabel

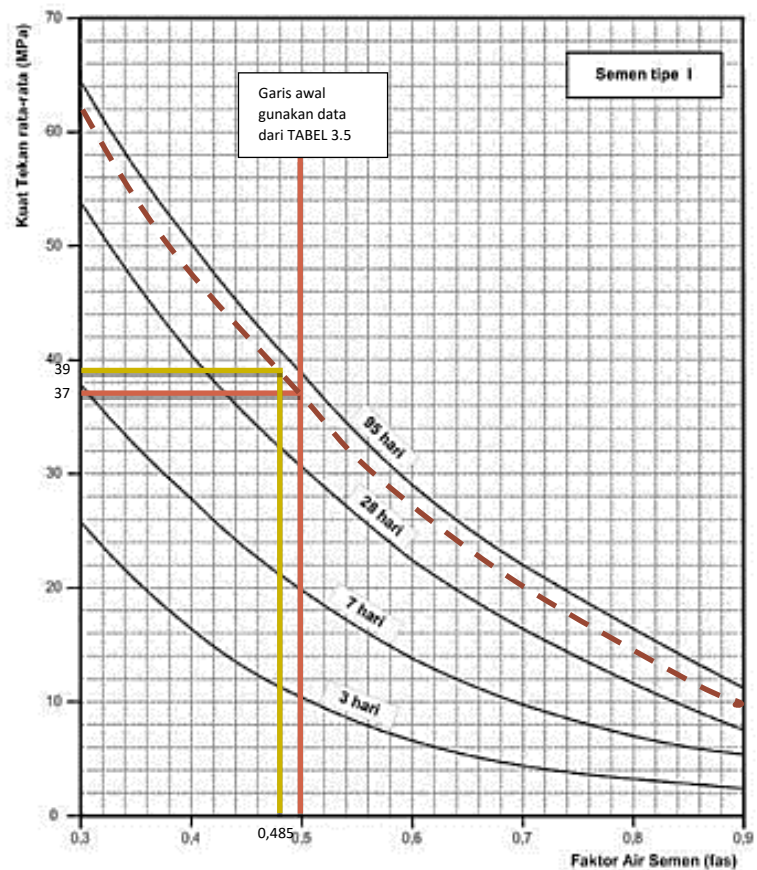
3.4. Bila dipergunakan gambar 3.2 ikuti langkah-langkah berikut :

- 1) Mentukan nilai kuat tekan pada umur 28 hari dengan menggunakan Tabel 3.5, sesuai dengan semen dan agregat yang akan dipakai;
- 2) Melihat gambar 3.2 untuk benda uji berbentuk silinder;
- 3) Menarik garis tegak lurus ke atas melalui faktor air semen 0,5 sampai memotong kurva kuat tekan yang ditentukan pada sub butir 1 di atas;

- 4) Menarik garis lengkung melalui titik pada sub butir 3 secara proporsional;
- 5) Menarik garis mendatar melalui nilai kuat tekan yang ditargetkan sampai memotong kurva baru yang ditentukan pada sub butir 4 di atas;
- 6) Menarik garis tegak lurus kebawah melalui titik potong tersebut untuk mendapatkan factor air semen yang diperlukan;

Tabel 3.3. Perkiraan kekuatan tekan (MPa) beton dengan faktor air semen dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia.

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kekuatan tekan (MPa)				Bentuk benda uji
		Pada Umur (hari)				
		3	7	28	29	
Semen <i>portland</i> Tipe 1	Batu tak dipecah	17	23	33	40	silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen tahan sulfat Tipe I, II, V	Batu tak dipecah	20	28	40	48	kubus
	Batu pecah	25	32	45	54	
Semen <i>Portland</i> Tipe III	Batu tak dipecah	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecah	25	31	46	53	kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	



Gambar 3.2: Grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm, tinggi 300 mm).

8. Menentukan faktor air semen maksimum atau dapat ditetapkan sebelumnya atau tidak.
Jika nilai faktor air semen yang diperoleh dari butir 7 di atas lebih kecil dari yang dikehendaki, maka yang dipakai yang terendah.
9. Menentukan slump.
Slump ditetapkan sesuai dengan kondisi pelaksanaan pekerjaan agar diperoleh beton yang mudah dituangkan, didapatkan dan diratakan.
10. Menentukan ukuran agregat maksimum jika tidak ditetapkan.
Besar butir agregat maksimum tidak boleh melebihi:
 - 1) Seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan.
 - 2) Sepertiga dari tebal pelat.

- 3) Tiga perempat dari jarak bersih minimum di antara batang-batang atau berkas-berkas tulangan.

11. Menentukan nilai kadar air bebas.

Kadar air bebas ditentukan sebagai berikut:

- 1) Agregat tak dipecah dan agregat dipecah digunakan nilai-nilai pada tabel 3.4.
- 2) Agregat campuran (tak dipecah dan dipecah), dihitung menurut rumus berikut:

$$\frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k \quad (3.5)$$

Dengan:

W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar pada Tabel 3.6.

Tabel 3.4. Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton.

Ukuran Besar Butir Agregat Maksimum (mm)	Jenis Agregat	Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Batu tak di pecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak di pecah	137	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak di pecah	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

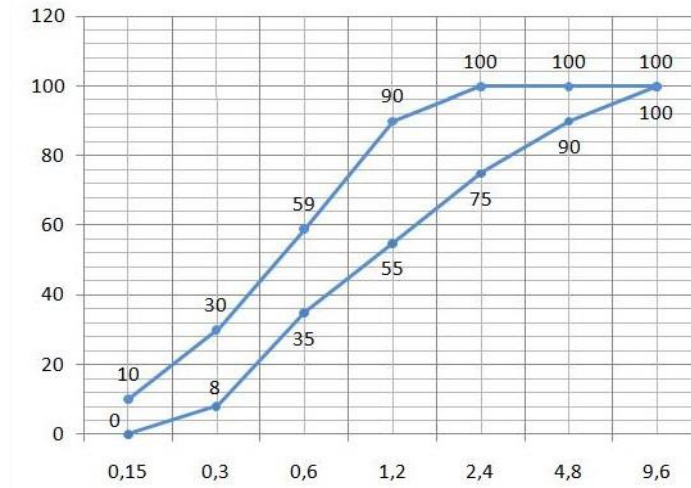
Catatan : Koreksi suhu udara untuk suhu di atas 25°C , setiap kenaikan 5°C harus ditambah air 5 liter per m^2 adukan beton.

12. Menghitung jumlah semen minimum adalah kadar air bebas dibagi faktor air semen.
13. Jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan, dapat diabaikan.
14. Menentukan jumlah semen semimum mungkin, Jika tidak lihat Tabel 3.7, jumlah semen yang diperoleh dari perhitungan jika perlu disesuaikan.

Tabel 3.5. Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembeconan dalam lingkungan khusus.

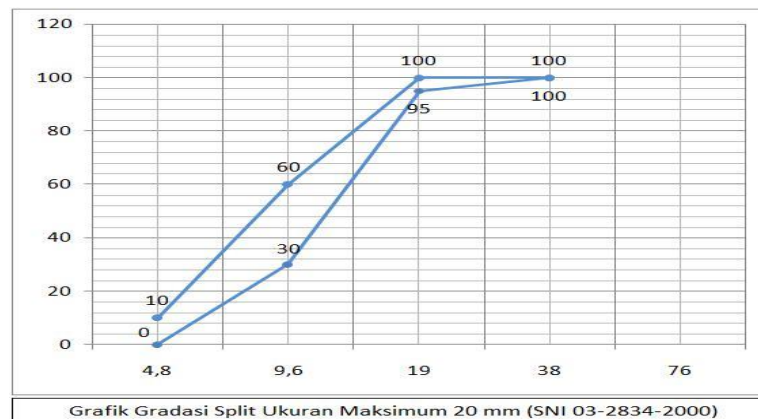
Lokasi	Jumlah Semen minimum per m ³ beton (kg)	Nilai faktor Air-Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan: a. Keadaan keliling non-korosif b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	275 325	0,60 0,52
Beton di luar ruangan bangunan; a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung. b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325 275	0,60 0,60
Beton masuk ke dalam tanah: a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	325	0,55 Lihat Tabel
Beton yang kontinyu berhubungan: a. Air tawar b. Air laut		Lihat Tabel

15. Menentukan faktor air semen yang disesuaikan jika jumlah semen berubah karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan), maka factor air semen harus diperhitungkan kembali.
16. Menentukan susunan butir agregat halus (pasir kalau agregat halus sudah dikenal dan sudah dilakukan analisa ayak menurut standar yang berlaku, maka kurva dari pasir ini dapat dibandingkan dengan kurva-kurva yang tertera dalam gambar 3.27. (ukuran mata ayakan (mm))



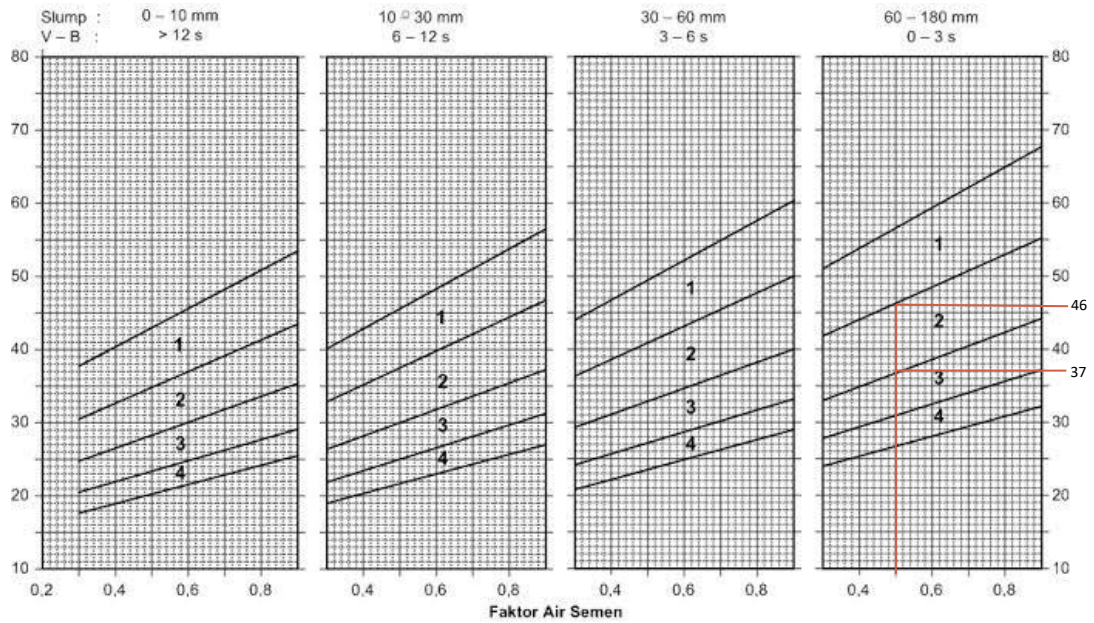
Gambar 3.3: Batas gradasi pasir (Sedang) No. 2

17. Menentukan susunan agregat kasar menurut gambar 3.9.



Gambar 3.4: Batas gradasi kerikil atau koral ukuran maksimum 20 mm

18. Menentukan persentase pasir dengan perhitungan ukuran butir agregat maksimum menurut butir 10, slump menurut butir 9, faktor air semen menurut butir 15 dan daerah susunan butir 16, maka jumlah persentase pasir yang diperlukan dapat dibaca pada grafik.



Gambar 3.5: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm.

19. Menghitung berat jenis relative agregat.

Berat jenis relative agregat ditentukan sebagai berikut:

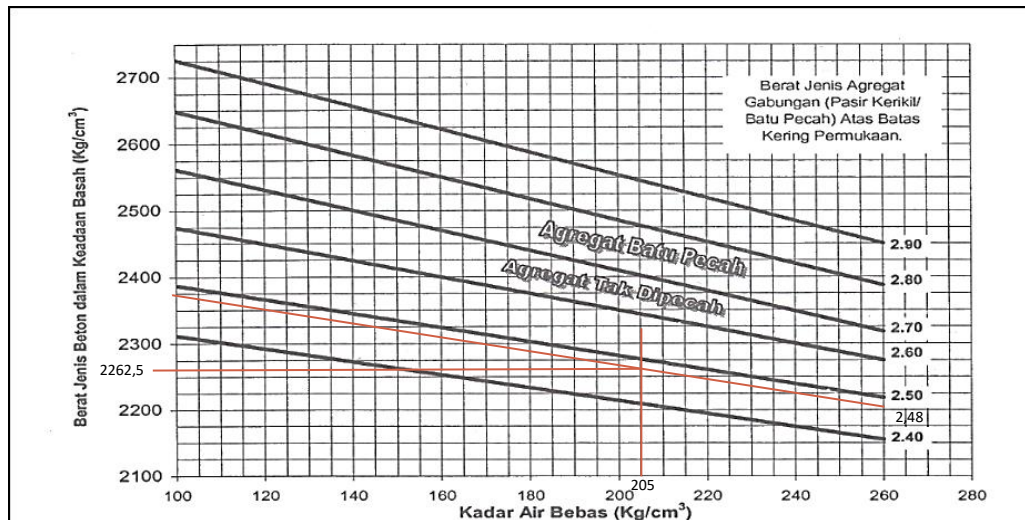
1) Diperoleh dari data hasil uji atau bila tidak tersedia dapat dipakai nilai dibawah ini:

- agregat tak dipecah : 2,5
- agregat dipecah : 2,6 atau 2,7

2) Berat jenis agregat gabungan dihitung sebagai berikut:

berat jenis agregat gabungan = persentase agregat halus x berat jenis agregat halus + persentase agregat kasar x berat jenis agregat kasar

20. Menentukan berat isi beton menurut Gambar 3.30 sesuai dengan kadar air bebas yang sudah ditemukan dari Tabel 3.6 dan berat jenis relative dari agregat gabungan menurut butir 18.



Gambar 3.6: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton.

21. Menghitung kadar agregat gabungan yang besarnya adalah berat jenis beton dikurangi jumlah kadar semen dan kadar air bebas;
22. Menghitung kadar agregat halus yang besarnya adalah hasil kali persen pasir butir 18 dengan agregat gabungan butir 21;
23. Menghitung kadar agregat kasar yang besarnya adalah kadar agregat gabungan butir 21 dikurangi kadar agregat halus butir 22; dari langkah-langkah tersebut di atas butir 1 sampai dengan 23 sudah dapat diketahui susunan campuran bahan-bahan untuk 1m³ beton;
24. Proporsi campuran, kondisi agregat dalam keadaan jenuh kering permukaan.
25. Mengkoreksi proporsi campuran menurut perhitungan.

Apabila agregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan proporsi campuran halus dikoreksi terhadap kandungan air dalam agregat. Koreksi proporsi campuran harus dilakukan terhadap kadar air dalam agregat paling sedikit satu kali dalam sehari dan dihitung menurut rumus sebagai berikut:

$$a. \text{ Air} = B - (C_k - C_a)x \frac{C}{100} - (D_k - D_a)x \frac{D}{100} \quad (3.6)$$

$$b. \text{ Agregat halus} = C - (C_k - C_a)x \frac{C}{100} \quad (3.7)$$

$$c. \text{ Agregat kasar} = D + (D_k - D_a)x \frac{D}{100} \quad (3.8)$$

Dengan:

B = jumlah air (kg/m^3).

C = agregat halus (kg/m^3).

D = agregat kasar (kg/m^3).

Ca = absorpsi air pada agregat halus (%).

Da = absorpsi agregat kasar (%).

Ck = kandungan air dalam agregat halus (%).

Dk = kandungan air dalam agregat kasar (%).

3.6. Metode Pengecoran

Langkah-langkah pembuatan benda uji beton normal dan beton abu serbuk kayu dengan bahan kimia Sika Viscocrete 3115 N adalah sebagai berikut:

3.6.1. Beton Normal

Langkah-langkah pembuatan benda uji beton normal adalah sebagai berikut:

1. Alat-alat yang akan digunakan dibersihkan terlebih dahulu, kemudian menimbang bahan-bahan yang akan digunakan sesuai dengan komposisi hasil *mix design*.
2. Menyiapkan molen yang bagian dalamnya sudah dilembabkan.
3. Kemudian pertama-tama tuangkan agregat kasar, agregat halus, dan semen. Aduk hingga ketiga bahan tersebut tercampur merata.
4. Setelah ketiga bahan tersebut tercampur rata, masukkan air sedikit demi sedikit kemudian mencampur Sika *Viscocrete 3115 N*.
5. Setelah tercampur rata, dilakukan uji *slump flow* untuk mengukur tingkat *workability* adukan.
6. Apabila nilai *slump* telah memenuhi spesifikasi, selanjutnya adukan beton dituangkan ke dalam cetakan silinder, dan dirojok agar campuran beton menjadi padat.
7. Diamkan selama 24 jam.
8. Setelah 24 jam, cetakan dibuka kemudian dilakukan perawatan beton.

3.6.2. Beton Abu Serbuk Kayu Pengganti Agregat Halus dan Bahan Kimia *Sika Viscocrete*.

Langkah-langkah pembuatan benda uji beton Abu Serbuk Kayu pengganti semen dan *Sika Viscocrete* adalah sebagai berikut:

1. Alat-alat yang akan digunakan dibersihkan terlebih dahulu, kemudian menimbang bahan-bahan yang akan digunakan sesuai dengan komposisi hasil *mix design*.
2. Menyiapkan molen yang bagian dalamnya sudah dilembabkan.
3. Kemudian pertama-tama tuangkan agregat halus, agregat kasar, dan semen.
4. Kemudian masukan abu serbuk kayu lolos saringan no.50 dengan variasi yang telah ditentukan. Aduk hingga keempat bahan tersebut tercampur merata.
5. Setelah keempat bahan tersebut tercampur rata, masukkan air sedikit demi sedikit.
6. Kemudian masukkan *Sika Viscocrete* sedikit demi sedikit dengan takaran yang telah ditentukan.
7. Setelah tercampur rata, dilakukan uji *slump* untuk mengukur tingkat *workability* adukan.
8. Apabila nilai *slump* telah memenuhi spesifikasi, selanjutnya adukan beton dituangkan ke dalam cetakan silinder, dan dirojok agar campuran beton menjadi padat.
9. Diamkan selama 24 jam.
10. Setelah 24 jam, cetakan dibuka kemudian dilakukan perawatan beton.

3.7. Pemeriksaan *Slump Flow*

Langkah-langkah pengujian *Slump Flow*:

1. Basahi kerucut Abrams dan plat sebesar 1m x 1m.
2. Letakan plat pada bidang yang datar dan letakkan kerucut Abrams secara terbalik tepat di tengah plat.
3. Tuangkan campuran beton kedalam kerucut Abrams hingga penuh lalu ratakan menggunakan skrap dan diamkan selama 1 menit.

4. Angkat kerucut Abrams secara tegak lurus secara perlahan-lahan sambil menghitung waktu persebaran adukan menggunakan stopwatch.
5. Mencatat waktu saat sebaran adukan mencapai ukuran diameter 500mm dan hentikan stopwatch saat sebaran adukan berhenti serta mencatat waktunya.
6. Kemudian ukur lebar sebaran adukan beton menggunakan penggaris secara vertikal dan horizontal.
7. Besar diameter sebaran adukan menunjukkan tingkat kekentalan adukan tersebut, semakin besar diameter yang didapat maka semakin encer pula adukan tersebut.

3.8. Metode Perawatan Benda Uji

Perawatan benda uji dilakukan dengan cara direndam dalam bak perendaman. Benda uji diangkat dari bak 1 hari sebelum sampel di uji. Hal ini dimaksudkan agar pada waktu di uji, sampel dalam keadaan tidak basah. Pengujian dilakukan pada saat sampel berumur 28 hari. Hal ini berarti benda uji diangkat dari bak pada saat berumur 27 hari.

Adapun kondisi perendaman harus seluruh bagian dari benda uji terendam dengan baik. Pada penelitian ini langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pembongkaran benda uji dilakukan + 24 jam setelah pembuatan.
2. Perendaman didalam bak rendaman Laboratorium Teknik Sipil UMSU. Untuk pengujian kuat tarik belah, benda uji direndam selama 28 hari.
3. Benda uji diangkat dari bak perendaman sehari sebelum hari pengujian.

3.9. Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Langkah-langkah pegujian kuat Tarik belah beton adalah sebagai berikut:

1. Sebelum dilakukan pengujian dibuat catatan benda uji, baik nomor benda uji, nilai slump, tanggal pembuatan benda uji dan tanggal pengujian.
2. Pengujian kuat tarik belah dilakukan dengan meletakkan benda uji pada bagian sisinya di atas mesin dan beban tekan P dikerjakan secara merata dalam arah diameter di sepanjang benda uji.

3. Melapisi permukaan benda uji dengan pelat baja agar permukaan yang ditekan rata, dan usahakan benda uji berada dalam keadaan sentris.
4. Jalankan mesin desak dengan kecepatan penambahan beban yang konstan, kemudian catat besarnya beban maksimum yang dapat diterima pada masing-masing benda uji.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tinjauan Umum

Sebuah data dari penelitian perlu dilakukan sebuah analisis dan pembahasan untuk memperoleh tujuan yang direncanakan. Pada bab ini akan dijabarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan peneliti di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang diawali dengan pemeriksaan bahan penyusun beton, perencanaan campuran beton, pencampuran bahan penyusun beton, dan pengujian beton yang telah dibuat.

4.2 Hasil Pemeriksaan Bahan Penyusun Beton

Pada pemeriksaan bahan penyusun beton peneliti memperoleh data material meliputi berat jenis, kadar air, kadar lumpur, berat isi, penyerapan serta analisa saringan. Bahan-bahan yang akan digunakan pada pencampuran beton memiliki beberapa persyaratan yang harus dipenuhi sehingga perlu dilakukan pemeriksaan bahan penyusun beton.

4.2.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

Pada penelitian ini digunakan agregat halus berupa pasir alam yang diperoleh dari Binjai. Pada agregat halus dilakukan pemeriksaan bahan yang meliputi pengujian analisa saringan, pengujian berat jenis dan penyerapan air, pengujian kadar air, pengujian berat isi, dan pengujian kadar lumpur.

1. Hasil Pengujian Analisa Saringan

Pelaksanaan pengujian analisa saringan mengacu pada SNI 03-1968-1990 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang analisa saringan agregat halus. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1: Hasil Pengujian Analisa Agregat Halus.

Sieve Size	Retained Fraction				Cumulative	
	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Total Weight (gr)	%	Retained	Passing
	4.75 (No. 4)	65	70	135		
2.36 (No. 8)	82	80	162	8.12	14.89	85.11
1.18 (No.16)	137	184	321	16.09	30.98	69.02
0.60 (No. 30)	169	136	305	15.29	46.27	53.73
0.30 (No. 50)	464	436	900	45.11	91.38	8.62
0.15 (No. 100)	11	14	25	1.25	92.63	7.37
Pan	69	78	147	7.37	100.00	0
Total	997	998	1995	100.00	282,91	

Berdasarkan Tabel 4.1 maka diperoleh nilai modulus halus butir (MHB) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Halus Butir (MHB)} &= \frac{\sum \text{Berat tertinggal kumulatif}}{100} \\
 &= \frac{282,91}{100} \\
 &= 2,83
 \end{aligned}$$

Pada umumnya modulus halus butir agregat halus mempunyai nilai antara 1,5 sampai 3,8. Pada pengujian ini diperoleh nilai sebesar 2,83 yang berarti memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan. Hasil pengujian analisa saringan selain menentukan nilai modulus halus butir juga digunakan untuk mengetahui gradasi agregat halus. Daerah gradasi agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.2.

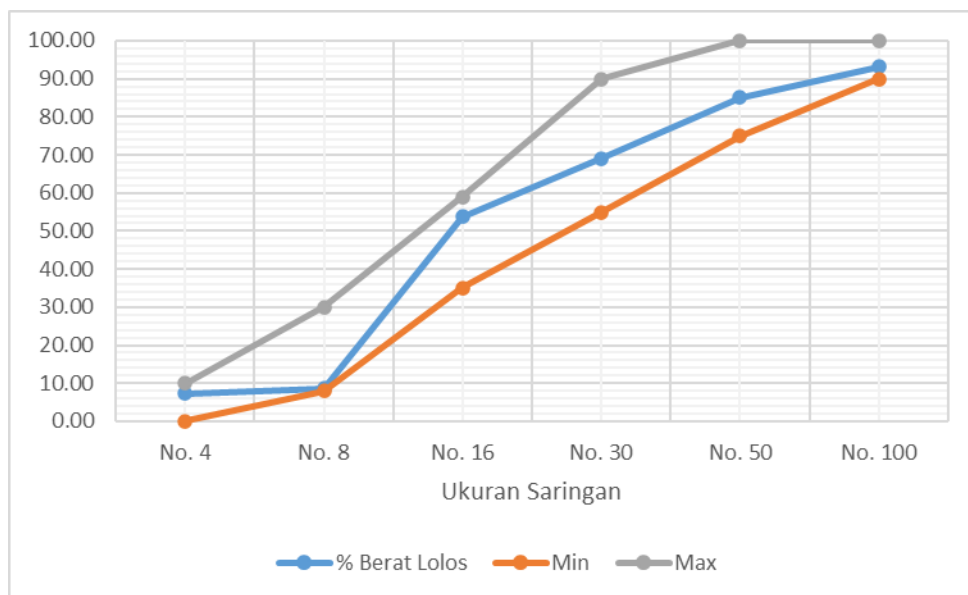
Tabel 4.2: Daerah Gradasi Agregat Halus.

Nomor Saringan	Lubang Saringan (mm)	Persen bahan butiran yang lolos saringan			
		Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
4	4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
8	2,4	60-95	75-100	85-100	95-100

Tabel 4.2: Lanjutan Daerah Gradasi Agregat Halus.

16	1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
30	0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
50	0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
100	0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Berdasarkan Tabel 4.2 agregat halus yang digunakan memenuhi persyaratan gradasi daerah II dengan jenis pasir agak kasar. Grafik hubungan antara persentase lolos kumulatif dengan persen bahan butiran yang lewat saringan gradasi daerah II dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1: Grafik Analisa Agregat Halus

2. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air

Pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan air mengacu pada SNI 1970-2008 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang berat jenis dan penyerapan air agregat halus. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3: Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus.

<i>FINE AGGREGATE</i> (Agregat Halus) <i>Passing No.4</i> (Lolos Ayakan N0.4)	1 (gr)	2 (gr)	Rata- Rata (gr)
<i>Wt. Of SSD Sample in Air</i> (Berat contoh (SSD) kering permukaan jenuh) (B)	500	500	500
<i>Wt. Of Oven Dry Sample</i> (Berat contoh (SSD) kering oven (110° C) Sampai Konstan) (E)	483	491	487
<i>Wt. Of Flask + Water</i> (Berat Piknometer penuh air) (D)	692	681	686.5
<i>Wt. Of Flask + Water + Sample</i> (Berat contoh SSD di dalam piknometer penuh air) (C)	994	989	991.5
<i>Bulk Sp. Gravity-Dry</i> (Berat jenis contoh kering) $E / (B + D - C)$	2.44	2.56	2.50
<i>Bulk Sp. Gravity-SSD</i> (Berat jenis contoh SSD) $B / (B + D - C)$	2.53	2.60	2.56
<i>Apparent Sp. Gravity-Dry</i> (Berat jenis contoh semu) $E / (E + D - C)$	2.67	2.68	2.68
<i>Absorption</i> $[(B - E) / E] \times 100\%$	3.52	1.83	2.68

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh hasil berat jenis jenuh kering muka rata-rata sebesar 2,56 gr/cm³ dan penyerapan air rata-rata sebesar 2,68%. Sebuah berat jenis agregat normal berada diantara 2,4-2,7 gr/cm³. Hal ini menyatakan bahwa agregat halus yang digunakan termasuk berat jenis agregat normal karena berada diantara 2,4-2,7 gr/cm³.

3. Pengujian Kadar Air

Pelaksanaan pengujian kadar air mengacu pada SNI 1971-2011 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang kadar air agregat halus. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4: Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus.

Agregat Halus	1 (gr)	2 (gr)
Wt of SSD Sample & Mold (Berat contoh SSD dan berat wadah)	950	951
Wt of SSD sample (berat contoh SSD)	500	500
Wt of Oven Dry Sample & Mold (Berat contoh kering oven & berat wadah)	936	938
Wt of Mold (berat wadah)	450	451
Wt of Water (berat air)	14	13
Wt of Oven Dry Sample (Berat contoh kering)	486	487
Kadar Air	2.88	2.67
Rata-Rata	2.78	

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh rata-rata kadar air sebesar 2,78%. Percobaan dilakukan sebanyak dua kali, dengan percobaan pertama didapat hasil kadar air sebesar 2,88%. Sedangkan percobaan kedua didapat hasil kadar air sebesar 2,67%. Hasil tersebut telah memenuhi standar yang ditentukan yaitu 2%-20%.

4. Pengujian Berat Isi

Pelaksanaan pengujian berat isi mengacu pada SNI 03-4804-1998 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang berat isi agregat halus. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5: Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus.

Pengujian	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Sampel 3 (gr)	Rata – Rata (gr)
Berat Contoh & Wadah	16840	18900	18965	18235
Berat Wadah	5327	5327	5327	5327
Berat Contoh & Wadah	22167	24227	24292	23562
Volume Wadah	10948	10948	10948	10948
Berat Isi	1.54	1.73	1.73	1.67

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh rata-rata berat isi sebesar $1,67 \text{ gr/cm}^3$. Berat isi yang disyaratkan pada beton normal berkisar $1,5-1,8 \text{ gr/cm}^3$ sehingga berat volume padat agregat halus yang digunakan telah memenuhi persyaratan.

5. Pengujian Kadar Lumpur

Pelaksanaan pengujian kadar lumpur mengacu pada SNI 03-4141-1996 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang kadar lumpur agregat halus. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6: Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus.

Agregat Halus Lolos Saringan No.9,5 mm	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Rata – rata (gr)
Berat contoh kering	500	500	500
Berat contoh kering setelah di cuci	471	479	475
Berat kotoran	29	21	25
Persentase kotoran	6.2	4.4	5.3

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh nilai persentase kadar lumpur dari sampel 1 sebesar 6,2% dan nilai persentase kadar lumpur dari sampel 2 sebesar 4,4%. Maka rata-rata nilai kadar lumpur dari kedua sampel adalah sebesar 5,3%.

4.2.2 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

Pada penelitian ini digunakan agregat kasar berupa batu pecah yang diperoleh dari Binjai. Pada agregat kasar dilakukan pemeriksaan bahan yang meliputi pengujian analisa saringan, pengujian berat jenis dan penyerapan air, pengujian kadar air, pengujian berat isi, dan pengujian kadar lumpur.

1. Hasil Pengujian Analisa Saringan

Pelaksanaan pengujian analisa saringan mengacu pada SNI 03-1969-1990 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil

UMSU tentang analisa saringan agregat kasar. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7: Hasil Pengujian Analisa Agregat Kasar.

Sieve Size	Retained Fraction				Cumulative	
	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Total Weight (gr)	%		
38,1 (1.5 in)	0	0	0	0.00	0.00	100.00
19.0 (3/4 in)	65	57	122	2.44	2.44	97.56
9.52 (3/8 in)	1467	1498	2965	59.30	61.74	38.26
4.75 (No. 4)	968	945	1913	38.26	100.00	0.00
2.36 (No. 8)	0	0	0	0.00	100.00	0.00
1.18 (No.16)	0	0	0	0.00	100.00	0.00
0.60 (No. 30)	0	0	0	0.00	100.00	0.00
0.30 (No. 50)	0	0	0	0.00	100.00	0.00
0.15 (No. 100)	0	0	0	0.00	100.00	0.00
Pan	0	0	0	0.00	100	0
Total	2500	2500	5000	100.00	664.18	

Berdasarkan Tabel 4.7 maka diperoleh nilai modulus halus butir (MHB) sebagai berikut:

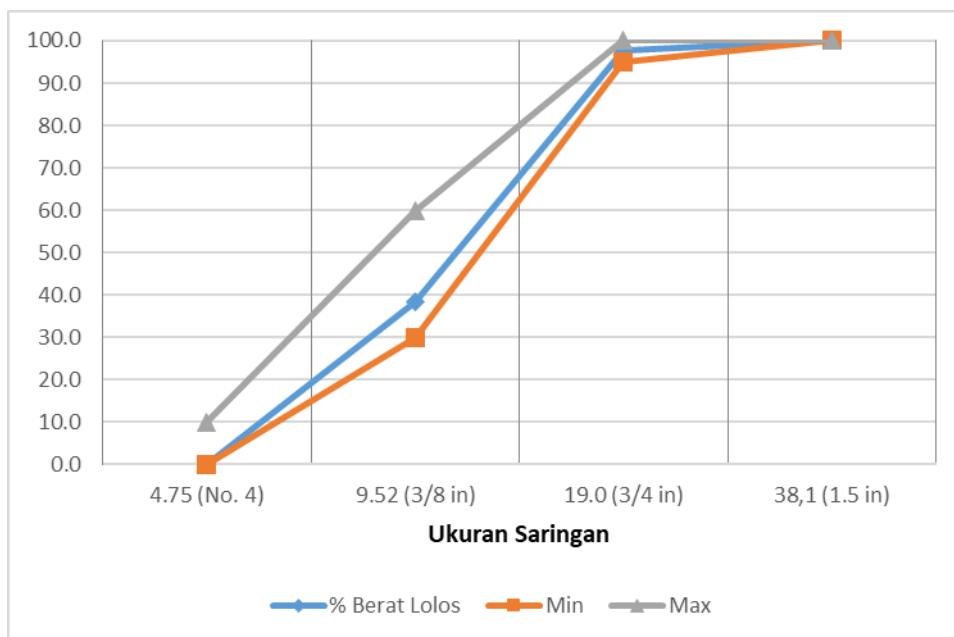
$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Halus Butir (MHB)} &= \frac{\sum \text{Berat tertinggal kumulatif}}{100} \\
 &= \frac{664,18}{100} \\
 &= 6,64
 \end{aligned}$$

Pada umumnya modulus halus butir agregat kasar mempunyai nilai antara 6,0 sampai 7,0. Pada pengujian ini diperoleh nilai sebesar 6,64 yang berarti memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan. Hasil pengujian analisa saringan selain menentukan nilai modulus halus butir juga digunakan untuk mengetahui gradasi agregat kasar. Daerah gradasi agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8: Batas Gradasi Agregat Kasar.

Ukuran Saringan (mm)	Persentase Lolos (%)		
	Gradasi Agregat		
	40 mm	20 mm	10 mm
76	100	-	-
38	95-100	100	-
19	37-70	95-100	100
9,6	10-40	30-60	50-85
4,8	0-5	0-10	0-10

Berdasarkan Tabel 5.9 gradasi agregat kasar menggunakan persyaratan gradasi agregat dengan ukuran butir maksimum 20 mm, tetapi dalam analisa saringan agrgeat kasar ini diperoleh gradasi sela karena terdapat fraksi ukuran 20 mm dan 10 mm yang tidak terpenuhi. Apabila salah satu fraksi ukuran yang tidak terpenuhi maka akan mengakibatkan volume pori (ruang kosong) pada beton menjadi lebih banyak. Variasi ukuran agregat kasar akan mengakibatkan volume pori menjadi lebih kecil dan beton yang dihasilkan akan menjadi lebih padat. Grafik hubungan antara persentase lolos kumulatif dengan persen bahan butiran yang lewat saringan dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2: Grafik Analisa Agregat Kasar

2. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air

Pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan air mengacu pada SNI 1969-2008 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang berat jenis dan penyerapan air agregat kasar. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9: Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar.

<i>COARSE AGGREGATE</i> (Agregat Kasar)	1	2	Rata-Rata
<i>Passing No.4</i> (Lolos Ayakan N0.4)	(gr)	(gr)	(gr)
<i>Wt. Of SSD Sample in Air</i> (Berat contoh (SSD) kering permukaan jenuh) (A)	2800	2700	2750
<i>Wt. Of Oven Dry Sample</i> (Berat contoh (SSD) kering oven (110° C) Sampai Konstan) (C)	2795	2687	2741
<i>Wt. Of SSD Sample in Water</i> (Berat contoh (SSD) di dalam air) (B)	1591	1625	1608
<i>Bulk Sp. Gravity-Dry</i> (Berat jenis contoh kering) $C / (A - B)$	2.31	2.50	2.41
<i>Bulk Sp. Gravity-SSD</i> (Berat jenis contoh SSD) $A / (A - B)$	2.32	2.51	2.41
<i>Apparent Sp. Gravity-Dry</i> (Berat jenis contoh semu) $C / (C - B)$	2.32	2.53	2.43
<i>Absorption</i> (Penyerapan) $[(A - C) / C] \times 100\%$	0.18	0.48	0.33

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan pada agregat kasar diperoleh berat jenis jenuh kering muka rata-rata sebesar 2,41 gr/cm³ dan penyerapan air rata-rata sebesar 0,33%. Penyerapan agregat kasar lebih kecil dari agregat halus, hal ini menunjukkan rongga-rongga yang diisi air oleh air lebih sedikit dari pada agregat halus. Sebuah berat jenis agregat normal berada diantara 2,4-2,7 gr/cm³. Hal ini menyatakan bahwa agregat kasar yang digunakan termasuk berat jenis agregat normal karena berada diantara 2,4-2,7 gr/cm³.

3. Pengujian Kadar Air

Pelaksanaan pengujian kadar air mengacu pada SNI 1971-2011 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang kadar air agregat kasar. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10: Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar.

Agregat Kasar	1 (gr)	2 (gr)
<i>Wt of SSD Sample & Mold</i> (Berat contoh SSD dan berat wadah) gr	1492	1495
<i>Wt of SSD sample</i> (berat contoh SSD) gr	1000	1000
<i>Wt of Oven Dry Sample & Mold</i> (Berat contoh kering oven & berat wadah) gr	1482	1486
<i>Wt of Mold</i> (berat wadah) gr	492	495
<i>Wt of Water</i> (berat air) gr	10	9
<i>Wt of Oven Dry Sample</i> (Berat contoh kering) gr	990	991
Kadar Air	1.01	0.91
Rata-Rata	0.96	

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh rata-rata kadar air sebesar 0,96%. Percobaan dilakukan sebanyak dua kali, dengan percobaan pertama didapat hasil kadar air sebesar 1,01%. Sedangkan percobaan kedua didapat hasil kadar air sebesar 0,91%.

4. Pengujian Berat Isi

Pelaksanaan pengujian berat isi mengacu pada SNI 03-4804-1998 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang berat isi agregat kasar. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11: Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Kasar.

Pengujian	Sampel 1 (gr)	Sample 2 (gr)	Sample 3 (gr)	Rata-Rata (gr)
Berat Contoh & Wadah	18530	19825	19680	19345
Verat Wadah	5327	5327	5327	5327
Berat Contoh & Wadah	23857	25152	25007	24672
Volume Wadah	10948	10948	10948	10948
Berat Isi	1.69	1.81	1.80	1.77

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh rata-rata berat isi sebesar $1,77 \text{ gr/cm}^3$. Berat isi yang disyaratkan pada beton normal berkisar $1,5-1,8 \text{ gr/cm}^3$ sehingga berat volume padat agregat halus yang digunakan telah memenuhi persyaratan.

5. Pengujian Kadar Lumpur

Pelaksanaan pengujian kadar lumpur mengacu pada SNI 03-4141-1996 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang kadar lumpur agregat kasar. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.12 berikut ini.

Tabel 4.12: Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar.

Agregat Kasar Lolos Saringan No. 50,8 mm	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Rata – rata (gr)
Berat Contoh Kering	2500	2500	2500
Berat Contoh Kering Setelah Di Cuci	2477	2489	2483
Berat Kotoran	23	11	17
Persentase Kotoran	0.9	0.4	0.7

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh nilai persentase kadar lumpur dari sampel 1 sebesar 0,9% dan nilai persentase kadar lumpur dari sampel 2 sebesar 0,4%. Maka rata-rata nilai kadar lumpur dari kedua sampel adalah sebesar 0,7%.

4.3 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Abu Serbuk Kayu

Tabel 4.13: Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Abu Serbuk Kayu.

Abu Serbuk Kayu	Satuan	Sample 1	Sample 2	AVE
Berat SSD (B)	gr	50	50	50
Berat SSD kering oven (E)	gr	47	46	46.50
Berat Pic + air (D)	gr	697	691	694
Berat SSD + berat pic + air (C)	gr	699	682	690.50
BJ Bulk = $(E / (B + D - C))$		0,98	0,78	0,88
BJ SSD = $(B / (B + D - C))$		1,04	0,85	0,94
BJ Semu = $(E / (E + D - C))$		1,04	0,84	0,94
Absorption = $([(B - E) / E] \times 100\%)$	%	6,38	8,70	7,54

Dari hasil pengujian didapatkan data seperti dicantumkan diatas. Analisa yang bisa didapatkan, pada pengujian berat jenis SSD sebesar 0,94. Suatu agregat bisa dikatakan agregat normal, mempunyai berat jenis antara 1,20-2,80. Dalam pengujian abu serbuk kayu ini, diketahui agregatnya dikategorikan sebagai agregat ringan. Sedangkan penyerapan air didapatkan 7,54%, batas maksimal persentase penyerapan air sebesar 3%.

4.4 Perencanaan Campuran Beton

Pada penelitian ini perencanaan campuran beton (*mix design*) menggunakan metode SNI 03-2834-2000. Perencanaan campuran beton bertujuan untuk memperoleh proposi campuran yang sesuai dengan kuat tekan beton rencana. Pada perencanaan beton normal ini direncanakan memiliki nilai kuat tekan 27 MPa yang perhitungannya sebagai berikut.

1. Kuat tekan rencana ($f'c$) = 27 MPa dan benda uji akan dilakukan pengujian pada umur rencana 28 hari.
2. Standar deviasi ditiadakan.
3. Nilai tambah margin (M) karena benda uji yang direncanakan kurang dari 15 buah, maka nilai yang diambil sebesar 12 MPa.

4. Kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan (f'_{cr}) berdasarkan Persamaan 3.4 diperoleh sebagai berikut.

$$\begin{aligned}f'_{cr} &= f'_c + M \\ &= 27 + 12 \\ &= 39 \text{ MPa}\end{aligned}$$

5. Semen yang digunakan seharusnya semen Portland tipe I tetapi karena keterbatasan untuk memperoleh diganti semen tipe PCC merek Andalas yang memiliki kekuatan setara dengan semen Portland tipe I.
6. Agregat yang digunakan berupa agregat halus pasir alami dari Binjai dan agregat kasar batu pecah dengan ukuran maksimum 20 mm dari Binjai.
7. Faktor air semen (FAS), berdasarkan perhitungan pada Gambar 3.2 tentang grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen dengan perkiraan kekuatan tekan beton rata-rata 39 MPa, semen yang digunakan semen Portland tipe I, beton dilakukan pengujian pada umur rencana 28 hari, benda uji silinder dan agregat kasar berupa batu pecah maka digunakan nilai FAS sebesar 0,48.
8. Faktor air semen maksimum, berdasarkan tabel 3.7 mengenai persyaratan faktor air maksimum karena beton berada dilokasi yang non-korosif maka faktor air maksimum ditetapkan sebesar 0,60.
9. Nilai slump yang direncanakan pada penelitian ini menggunakan slump rencana sebesar 60-180 mm.
10. Ukuran maksimum yang digunakan sebesar 20 mm.
11. Kadar air bebas agregat campuran, ukuran agregat maksimum yang digunakan adalah 20 mm dan nilai slump yang ditentukan adalah 60-180 mm sehingga dari Tabel 3.6 diperoleh nilai perkiraan jumlah air untuk agregat halus (W_h) adalah 195 sedangkan untuk agregat kasar (W_k) adalah 225 sehingga nilai kadar air bebas yang digunakan berdasarkan Persamaan 3.5 diperoleh sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Kadar Air Bebas} &= \frac{2}{3}W_h + \frac{1}{3}W_k \\ &= \frac{2}{3}195 + \frac{1}{3}225 \\ &= 205 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

12. Kadar semen dapat dihitung dengan cara nilai kadar air bebas dibagi faktor air semen, maka jumlah semen yang digunakan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Kadar semen} &= \frac{\text{Kadar Air Bebas}}{\text{Faktor Air Semen}} \\ &= \frac{205}{0,48} \\ &= 427,083 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

13. Kadar semen maksimum sebesar 427,083 kg/m³
14. Kadar semen minimum untuk beton yang direncanakan didalam ruangan dan terlindung dari hujan serta terik matahari langsung dari Tabel 3.7 mempunyai kadar semen minimum per-m³ sebesar 275 kg.
15. Faktor air semen yang disesuaikan berdasarkan Gambar 3.2 yaitu sebesar 0,45.
16. Susunan butir agregat halus berdasarkan Gambar 3.3 yaitu batas gradasi pasir no.2.
17. Susunan butir agregat kasar berdasarkan Gambar 3.4 yaitu batar gradasi kerikil ukuran maksimum 20mm.
18. Persentase agregat halus, dengan mengacu pada slump 60-180 mm, faktor air semen 0,48 dan ukuran butir maksimum 20 mm serta agregat halus berada pada gradasi 2 maka persentase agregat halus terhadap kadar agregat total sesuai pada Gambar 3.5. Sehingga diperoleh persentase halus batas bawah sebesar 37% dan batas atas sebesar 46%. Nilai yang digunakan adalah nilai rata-rata sehingga digunakan sebesar 42%
19. Menghitung berat jenis relatif dengan nilai yang diperoleh dari pemeriksaan bahan susun beton nilai berat jenis agregat halus (BJAH) sebesar 2,56 dan berat jenis agregat kasar (BJAK) sebesar 2,41. Maka diperoleh perhitungan berat jenis gabungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Berat Jenis Relatif} &= (\%AH \cdot \text{BJAH}) + ((100\% - \%AH) \cdot \text{BJAK}) \\ &= (42\% \cdot 2,56) + ((100\% - 42\%) \cdot 2,41) \\ &= 2,47\end{aligned}$$

20. Berat isi beton diperoleh dari Gambar 3.9 dengan nilai kadar air bebas yang digunakan sebesar 205 dan berat jenis gabungan sebesar 2,47, maka diperoleh nilai berat isi beton sebesar 2250 Kg/m³

21. Kadar agregat gabungan diperoleh sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Kadar agregat gabungan} &= \text{Berat isi beton} - \text{kadar semen} - \text{kadar air bebas} \\ &= 2250 - 427,08 - 205 \\ &= 1617,92 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

22. Kadar agregat halus diperoleh sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Kadar agregat halus} &= \text{Kadar agregat gabungan} \cdot \% \text{AH} \\ &= 1617,92 \cdot 40,5\% \\ &= 671,44 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

23. Kadar agregat kasar diperoleh sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Kadar agregat kasar} &= \text{Kadar agregat gabungan} - \text{kadar agregat halus} \\ &= 1617,92 - 671,44 \\ &= 946,48 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

24. Proporsi Campuran

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, maka didapatkan susunan campuran proporsi teoritis untuk setiap 1 m³ beton adalah sebagai berikut.

$$\text{Semen} = 427,08 \text{ kg}$$

$$\text{Air} = 205 \text{ kg}$$

$$\text{Agregat Halus} = 671,44 \text{ kg}$$

$$\text{Agregat Kasar} = 946,48 \text{ kg}$$

25. Koreksi Proporsi Campuran

Koreksi proporsi campuran untuk mendapatkan susunan campuran yang sebenarnya, yaitu yang akan dipakai sebagai campuran uji. Angka-angka teoritis tersebut perlu dibetulkan dengan memperhitungkan jumlah air bebas yang terdapat dalam masing-masing agregat yang akan dipakai, perhitungan dengan menggunakan persamaan 3.6 s/d 3.8 sebagai berikut :

Diketahui:

- Jumlah air (B) = 205 kg/m³
- Jumlah agregat halus (C) = 671,44 kg/m³
- Jumlah agregat kasar (D) = 946,48 kg/m³
- Penyerapan agregat halus (Ca) = 2,68%
- Penyerapan agregat kasar (Da) = 0,33%
- Kadar air agregat halus (C_k) = 2,78%

- Kadar air agregat kasar (D_k) = 0,96%

a. Air

$$\begin{aligned} \text{Air} &= B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\ &= 205 - (2,78 - 2,68) \times \frac{671,44}{100} - (0,96 - 0,33) \times \frac{946,48}{100} \\ &= 198,37 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

b. Agregat halus

$$\begin{aligned} \text{Agregat Halus} &= C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} \\ &= 671,44 + (2,78 - 2,68) \times \frac{671,44}{100} \\ &= 672,11 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

c. Agregat kasar

$$\begin{aligned} \text{Agregat Kasar} &= D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\ &= 946,48 (0,96 - 0,33) \times \frac{946,48}{100} \\ &= 952,44 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Tabel 4.14: Rekapitulasi Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*).

No	Uraian	Tabel/Gambar /Perhitungan	Nilai
1	Kuat tekan yang disyaratkan (silinder)	Ditetapkan	27 MPa
2	Deviasi standar	-	-
3	Nilai tambah (margin)	Tabel 3.4	12 MPa
4	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	1+3	39 MPa
5	Jenis semen	Ditetapkan	Semen Portland I
6	Jenis agregat: -kasar -halus	Ditetapkan Ditetapkan	Batu Pecah Pasir Alami
7	FAS	Tabel 3.5 dan Gambar 3.2	0,48
8	FAS maksimum	Tabel 3.7	0,6
9	Slump	Ditetapkan	60-180 mm
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	20 mm
11	Kadar air bebas	Tabel 3.6	205 Kg/m ³
12	Kadar semen	11:8	427,08 Kg/m ³

Tabel 4.14: *Lanjutan* Rekapitulasi Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*).

13	Kadar semen maksimum	Ditetapkan	427,08 Kg/m ³		
14	Kadar semen minimum	Tabel 3.7	275 Kg/m ³		
15	FAS yang disesuaikan	-	0,48		
16	Susunan butir agregat halus	Gambar 3.3	no.2		
17	Susunan butir agregat kasar	Gambar 3.4	no.20 mm		
18	Persen agregat halus	Gambar 3.5	46%		
19	Berat jenis relatif	Dihitung	2,47		
20	Berat isi	Gambar 3.6	2250 kg/m ³		
21	Kadar agregat gabungan	20-12-11	1617,92 kg/m ³		
22	Kadar agregat halus	21x18	671,44 kg/m ³		
23	Kadar agregat kasar	21-22	946,48 kg/m ³		
24	Proporsi campuran	Semen (kg/m ³)	Air (kg/m ³)	Agregat (kg/m ³)	
				Halus	Kasar
		427,08	205	671,44	946,48
		1,00	0,48	1,57	2,22
25	Koreksi proporsi campuran	427,08	198,37	672,11	952,44
		1,00	0,46	1,57	2,23

Kebutuhan Bahan

Berdasarkan hasil mix design beton normal mutu sedang maka kebutuhan bahan untuk 1 m³ sebagai berikut :

- PC = 427,08 kg/m³
- Agregat halus = 672,11 kg/m³
- Agregat kasar = 952,44 kg/m³
- Air = 198,37 kg/m³

Kebutuhan volume satu benda uji dengan cetakan silinder sebagai berikut :

- Tinggi = 30 cm
- Diameter = 15 cm

$$\begin{aligned} \text{Volume silinder} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot T \\ &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,152 \cdot 0,30 \\ &= 0,0053 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Sedangkan kebutuhan volume setiap variasi atau satu kali adukan, ialah= $3 \times 0,0053 \text{ m}^3 = 0,01590 \text{ m}^3$ dan sebagai toleransi kehilangan saat pembuatan, Maka kebutuhan bahan untuk jumlah setiap total variasi ditambah 10% dari total

variasi , yaitu = $0,01590 \text{ m}^3 + (0,01590 \text{ m}^3 \times 10\%) = 0,0175 \text{ m}^3$. Sehingga didapat seluruh kebutuhan bahan pada setiap variasi atau 1 kali adukan sebagai berikut :

Tabel 4.15: Kebutuhan Bahan Berbagai Variasi Campuran.

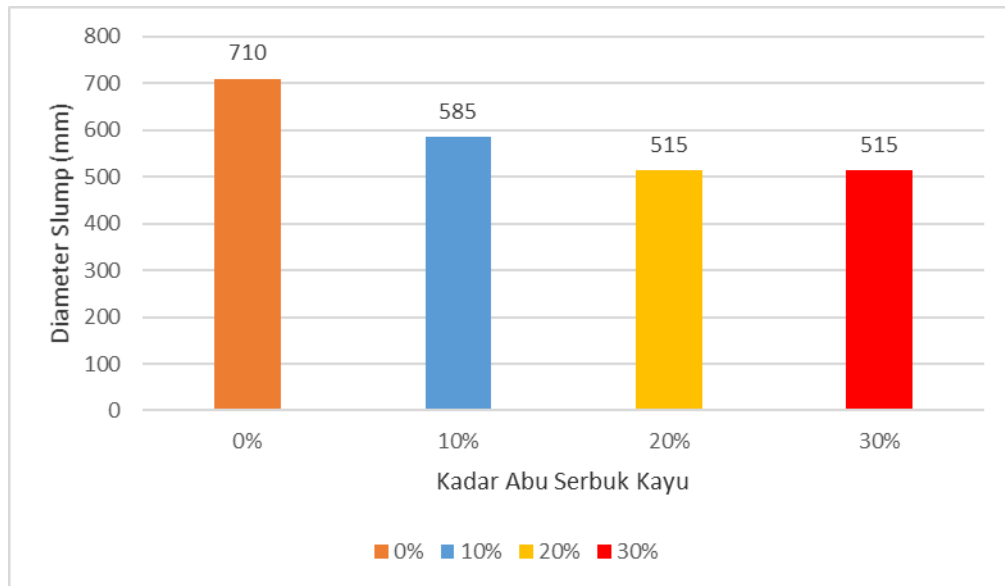
No	Kode Benda Uji	Volume 1x Adukan Per (m ³)	Komposisi Bahan					Agregat Kasar (kg)	Air (kg)	Total (kg)
			PCC + Viscocrete 3115 N		Agregat Halus					
			PCC (kg)	Viscocrete 3115 N (kg)	Pasir (kg)	Abu Serbuk Kayu (kg)				
1	BN0	0,0175	100% 10,862	0,8% 0,068	100% 9,676	-	18,066	3,680	42,371	
2	BA10	0,0175	100% 10,862	0,8% 0,068	90% 8,709	10% 0,968	18,066	3,680	42,371	
3	BA20	0,0175	100% 10,862	0,8% 0,068	80% 7,741	20% 1,935	18,066	3,680	42,371	
4	BA30	0,0175	100% 10,862	0,8% 0,068	70% 6,774	30% 2,903	18,066	3,680	42,371	
Total		0,070	43,450	0,348	32,900	5,806	72,262	14,718	169,484	

4.6 Pengujian Slump

Pengujian slump dilakukan menggunakan metode ASTM C 1611, sehingga didapat hasil pengujian slump sebagai berikut.

Tabel 4.16: Hasil Pengujian Slump.

Kadar Abu Serbuk Kayu	Diameter Maksimal			Syarat D Min (mm)	Waktu		Syarat t 500 (det)	Kec (mm/det)	Ket	Air 1x Adukan (Liter)
	d1	d2	d Rerata		t 500	t Max				
	(mm)	(mm)	(mm)		(det)	(det)				
0%	720	700	710	500	2.5	7,6	5	93,42	Memenuhi	3,68
10%	600	570	585	500	3.3	9,8	5	59,69	Memenuhi	5,63
20%	510	520	515	500	4.1	11,2	5	45,98	Memenuhi	7,38
30%	520	510	515	500	4.7	14,1	5	36,52	Memenuhi	9,28



Gambar 4.3: Grafik Slump Rata – Rata

Berdasarkan Gambar 4.3 hasil pengujian yang diperoleh tentang nilai slump rata-rata menunjukkan penurunan seiring penambahan abu serbuk kayu. Penurunan *workability* dari adukan beton diakibatkan karena abu serbuk kayu cukup banyak menyerap air untuk melakukan reaksi kimia dengan kalsium hidroksida.

4.7 Berat Isi Beton

$$\text{Berat isi rencana} = 2250 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Volume pekerjaan} = 0,070 \text{ m}^3$$

Tabel 4.17: Hasil Pengujian Berat Isi Beton.

No	Variasi Campuran	Berat Air Pada Volume Silinder (kg)	Berat Beton (kg)	Berat Isi Beton (kg/m ³)	Berat Isi Beton Rata-Rata (kg/m ³)	Berat Isi Beton Rencana (kg/m ³)	Yield	Berat Isi Lebih (%)
1	BN0	5.299	12.621	2382	2399	2250	1.07	0.07
			12.741	2405				
			12.772	2410				

Tabel 4.17: *Lanjutan* Hasil Pengujian Berat Isi Beton.

2	BA10	5.299	11,782	2223	2210	2250	0,98	-0,02
			11,892	2244				
			11,457	2162				
3	BA20	5.299	10,732	2025	1999	2250	0,89	-0,11
			10,628	2006				
			10,411	1965				
4	BA30	5.299	9,752	1840	1838	2250	0,83	-0,18
			9,654	1822				
			9,815	1852				

Berdasarkan data pengujian, berat isi beton untuk berbagai variasi campuran masing – masing sebesar 2399 kg/m³ (BN0), 2210 kg/m³ (BA10), 1999 kg/m³ (BA20), dan 1838 kg/m³ (BA30). Berat isi BA10 kurang dari berat isi beton rencana akibat banyaknya volume rongga udara pada beton. Tetapi berat isi beton rata-rata diatas masih sesuai dengan berat satuan beton normal yaitu antara 2200 – 2500 kg/m³ (SNI 03 – 2847 – 2002) kecuali variasi BA20 dan BA30. Berat isi variasi BA30 termasuk kategori beton ringan dengan berat satuan <1900 kg/m³.

4.8 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kuat tarik belah beton dilaksanakan setelah benda uji berumur 28 hari. Pengujian ini dengan memberikan beban yang mampu diterima oleh benda uji pada sisi beton yang diletakkan mendatar pada mesin uji. Pengujian ini menggunakan metode SNI 03-2491-2012 tentang pengujian kuat tarik belah beton. Beban yang mampu diterima oleh benda uji diperoleh hasil pengujian kuat tarik belah beton yang dapat dilihat pada Tabel 4.18.

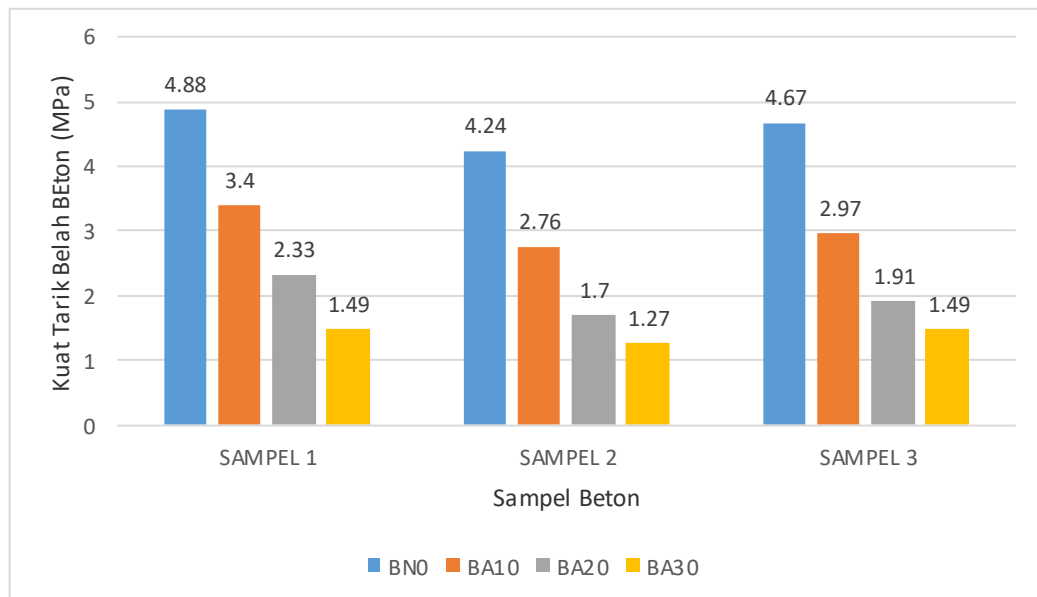
Tabel 4.18: Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.

Variasi Beton	Luas (πLD) (mm ²)	Beban (T)			Kuat Tarik Belah (MPa)			Tarik Belah Rata-Rata
		1	2	3	1	2	3	

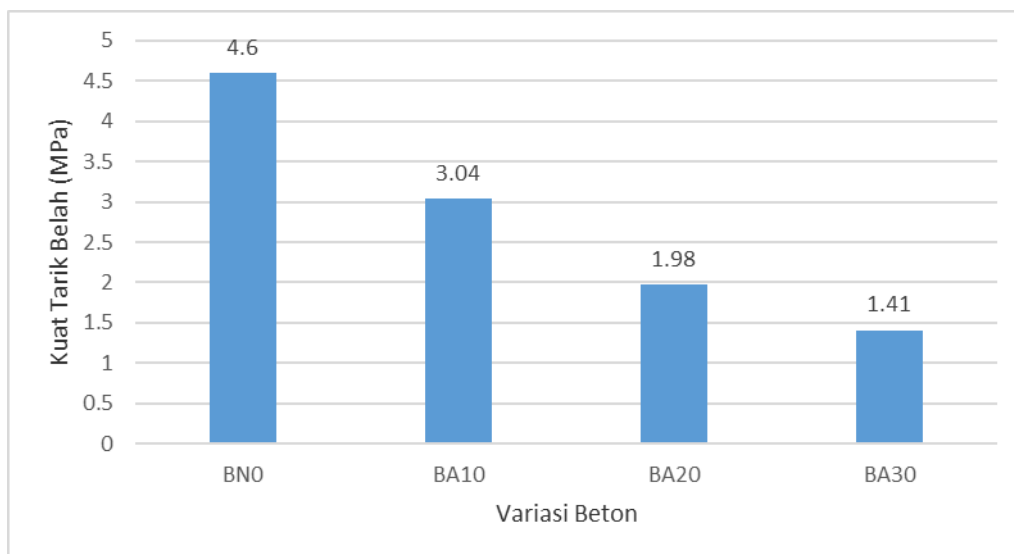
Tabel 4.18: *Lanjutan* Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.

BN0	141371.669	34,5	30	33	4,88	4,24	4,67	4,60
BA10	141371.669	24	19,5	21	3,40	2,76	2,97	3,04
BA20	141371.669	16	12	13,5	2,33	1,70	1,91	1,98
BA30	141371.669	10,5	9	10,5	1,49	1,27	1,49	1,41

Berdasarkan Tabel 4.18 diperoleh grafik hasil pengujian kuat tarik belah beton yang dapat dilihat pada Gambar 4.4 dan Gambar 4.5.



Gambar 4.5: Grafik Nilai Kuat Tarik Belah Semua Variasi



Gambar 4.6: Grafik Nilai Kuat Tarik Belah Rata-Rata

Berdasarkan data hasil pengujian kuat tarik belah beton yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa sampel beton dengan variasi beton normal (BN0) memiliki kuat tarik belah rata-rata paling tinggi yaitu sebesar 4,60 MPa. Sedangkan sampel beton dengan penambahan abu serbuk kayu mengalami penurunan, sampel BA10 dengan nilai 3,04 MPa dengan penurunan sebesar 33,91% dari beton normal. Sampel BA20 dengan nilai 1,98 MPa dengan penurunan sebesar 56,96% dari beton normal. Dan sampel BA30 dengan nilai 1,41 MPa dengan penurunan sebesar 69,35% dari beton normal. Dalam SNI 2491 2014 dikatakan bahwa kuat tarik beton normal rata-rata adalah 2,8 MPa, jadi dapat dikatakan sampel BA10 memenuhi syarat kuat tarik beton.

4.9 Pembahasan

Apabila hasil pengujian dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya dalam jurnal (Mulyati dkk., 2012) dapat dilihat dalam tabel 4.19.

Tabel 4.19: Perbandingan Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton dengan Hasil Penelitian Sebelumnya.

Sumber	Bahan	Persentase	Kuat Tarik (MPa)	Umur (Hari)
(Mulyati dkk., 2012)	Abu Serbuk Kayu	0%	1.040	28
		5%	1.084	28

Tabel 4.19: *Lanjutan* Perbandingan Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton dengan Hasil Penelitian Sebelumnya.

(Mulyati dkk., 2012)	Abu Serbuk Kayu	10%	1.192	28
		15%	1.036	28
		20%	0.800	28
		25%	0.752	28
Hasil Penelitian	Abu Serbuk Kayu dan Sika Viscocrete	0%	4.60	28
		10%	3,04	28
		20%	1,98	28
		30%	1,41	28

Dari hasil yang didapat, maka hasil penelitian yg dilakukan dapat diketahui semakin banyak abu serbuk kayu yang ditambah maka kuat tarik beton semakin menurun. Hal ini dikarenakan hasil pembakaran serbuk kayu mengandung banyak karbon dimana karbon merupakan grafit maka ikatan antar karbon cukup lemah, bahkan lebih lemah dari ikatan antar karbon dan mortar. Dengan demikian kehadiran ikatan antara karbon-karbon akan memperlemah kekuatan mortar. (Mulyati dkk., 2012)

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan pembahasan serta diskusi, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai hasil dari penelitian ini. Saran dikemukakan dengan tujuan agar penelitian ini dapat dikembangkan dan dilanjutkan oleh peneliti lainnya.

5.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan:

1. Berdasarkan perencanaan campuran beton yang telah dilakukan, maka didapatkan kebutuhan bahan untuk campuran beton per variasi sebagai berikut:
 - a) Normal (0% + Sika 0,8%), Semen = 10,862 kg, Agregat kasar = 17,066 kg, Air = 3,680 kg, Sika Viscocrete = 0,068 kg, Agregat halus = 9,676 kg, dan Abu Serbuk Kayu = 0.
 - b) BA10 (10% + Sika 0,8%), Semen = 10,862 kg, Agregat kasar = 17,066 kg, Air = 3,680 kg, Sika Viscocrete = 0,068 kg, Agregat halus = 8,709 kg, dan Abu Serbuk Kayu = 0,968 kg.
 - c) BA20 (20% + Sika 0,8%), Semen = 10,862 kg, Agregat kasar = 17,066 kg, Air = 3,680 kg, Sika Viscocrete = 0,068 kg, Agregat halus = 7,741 kg, dan Abu Serbuk Kayu = 1,935 kg.
 - d) BA30 (30% + Sika 0,8%), Semen = 10,862 kg, Agregat kasar = 17,066 kg, Air = 3,680 kg, Sika Viscocrete = 0,068 kg, Agregat halus = 6,774 kg, dan Abu Serbuk Kayu = 2,903 kg.
2. Berdasarkan perencanaan beton abu serbuk kayu dengan bahan tambah sika viscocrete 3115 N pada kuat tarik belah beton maka didapat nilai rata-rata pada setiap variasi. BN0 dengan kuat tarik belah sebesar 4,60 Mpa, BA10 sebesar 3,04 Mpa, BA20 sebesar 1,98 Mpa, dan BA30 sebesar 1,41 Mpa.
3. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan pemanfaatan abu serbuk kayu tidak berhasil dilakukan.

5.2. Saran

Hasil penelitian ini diharapkan dapat berguna baik dalam pengembangan keilmuan tentang bahan bangunan khususnya teknologi beton maupun dalam penerapan secara praktis di lapangan. Diharapkan penelitian lanjutan dapat dilakukan oleh para peneliti lainnya, terutama terhadap beberapa permasalahan berikut :

1. Diperlukan adanya penelitian beton dengan substitusi abu serbuk kayu lebih lanjut seperti substitusi terhadap agregat halus pada beton.
2. Selama proses pencampuran beton, sebaiknya jangan terlalu cepat untuk mendapatkan campuran yang benar-benar menyatu/homogen.
3. Dusahakan proses pemadatan setiap sampel dilakukan secara konsisten agar didapatkan pemadatan yang sama di setiap benda uji sehingga didapatkan hasil yang optimal.

DAFTAR PUSATAKA

- Amna, K., Wesli, & Hamzani. (2014). Pengaruh Penambahan Serat Tandan Sawit Terhadap Kuat Tekan. *Teras Jurnal*, 4(2), 11–20.
- Boni, L. O. M. I., Nasrul, & Talanipa, R. (2019). Pemanfaatan limbah gergaji sebagai bahan substitusi pasir sabulakoa terhadap campuran mortar. *STABILITA*, 7(1), 31–38.
- Haris, M. J., Salimin, & Imran, A. I. (2018). Analisa Mampu Redam Suara Komposit Polyester Berpenguat Serbuk Gergaji dan Fly Ash. 3(4), 1–11.
- Heldita, D. (2019). Pengaruh Bahan Tambah Viscocrete (3115n) Terhadap Kuat Tekan Beton F ' c 20 MPa. 5662(November), 23–30.
- Manuahe, R., Sumajouw, M. D. J., & Windah, R. S. (2014). Kuat Tekan Beton Geopolymer Berbahan Dasar Abu Terbang. *Jurnal Sipil Statik*, 2(6), 277–282.
- Mulyati, S., Dahlan, D., & Adril, E. (2012). Pengaruh Persen Massa Hasil Pembakaran Serbuk Kayu Dan Ampas Tebu Pada Mortar Terhadap Sifat Mekanik Dan Sifat Fisisnya. *Jurnal Ilmu Fisika (JIF)*, 4(1), 31–39.
- Nadia. (2011). Pengaruh Kadar Silika Pada Agregat Halus Campuran Beton Terhadap Peningkatan Kuat Tekan. *Kontruksia*, 3(1), 35–43.
- Pane, F. P., Tanudjaja, H., & Windah, R. S. (2015). Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Dengan Variasi Kuat Tekan Beton. *Jurnal Sipil Statik*, 3(5), 313–321.
- Purba, R. E. S., Irwan, & Nurmaidah. (2017). Pemanfaatan Limbah Serbuk Gergaji Kayu Sebagai Substitusi Campuran Bata Ringan Kedap Suara. *Journal of Civil Engineering, Building and Transportation*, 1(2), 87–95.
- Purnawiraty, G. A. N., K. Salain, M. A., & Putra, D. (2016). Properti Mekanik Beton Ringan Dengan Menggunakan Agregat Batu Apung Serta Abu Terbang Sebagai Pengganti Sebagian Semen Portland Dan Superplasticizer. 4(2), 27–35.
- Rasoni, Y., Yurisman, & Utama, L. (2014). Penelitian Pembuatan Beton Mutu Tinggi Dengan Semen Pcc Menggunakan Sikafume Dan Viscocrete-10 Sebagai Bahan Tambah. *Abstract of Undergraduate Research, Faculty of Civil and Planning Engineering, Bung Hatta University*, 1(2).
- Siswadi, Rapa, A., & Puspitasari, D. (2007). Pengaruh penambahan serbuk kayu sisa penggergajian terhadap kuat desak beton. *Teknik Sipil*, 7(2), 144–151.

- Sitorus, L. R. (2018). Analisis Kuat Tekan Terhadap Umur Beton dengan Menggunakan Admixture Superplasticizer Viscocrete-3115 N. Teknik Sipil USU, 8(1).
- Suprayogi, M. R., Mufida, A., & Azwar, E. (2018). Analysis of Sound Reduction and Strong Drag Composite Concrete Fibers Gedebok Banana Results Delignification with Sodium Hydroxide Solvent (Naoh). Inovasi Pembangunan : Jurnal Kelitbangan, 6(02), 105–120. <https://doi.org/10.35450/jip.v6i02.90>
- Winarto, S. (2017). Pemanfaatan Serat Ijuk Sebagai Material Kemampuan Beton Menahan Beban Tekan Studi Kasus : Pembangunan Homestay Singonegaran Kediri. UKaRsT, 1(1), 1–38.
- YH, S. (2010). Pengaruh Penggunaan Abu Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan Beton. 2(2), 101–106.
- Zardi, M., Rahmawati, C., & Azman, T. K. (2016). Pengaruh Persentase Penambahan Sika Viscocrete-10 Terhadap Kuat Tekan Beton. Jurnal Teknik Sipil Unaya, 2(1), 13–24. <http://www.jurnaltekniksipilunaya.com/index.php/tekniksipil/article/view/18>

LAMPIRAN



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Untuk menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 - EXT. 12
Website : <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail : fatek@umsu.ac.id

PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING

Nomor/1836/II.3AU/UMSU-07/F/2019

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Sipil Pada Tanggal 11 November 2019 dengan ini Menetapkan :

Nama : ARIF AGUSTIONO
NPM : 1607210166
Program Studi : TEKNIK Sipil
Semester : VII (TUJUH)
Judul Tugas Akhir : PENGARUH SUBSTITUSI SERBUK KAYU DENGAN AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TARIK BETON DENGAN MENGGUNAKAN SIKA

Pembimbing -I : Dr. FAHRIZAL ZULKARNAIN
Pembimbing II :

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Sipil
2. Menulis Tugas Akhir dinyatakan batal setelah 1 (satu) Tahun dan tanggal yang telah ditetapkan.

Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.
Medan, 15 Rabiul Awal 1441 H
12 Nopember 2019 M



Dekan

Munawar Alfansury Siregar ST.MT
NIDN : 0101017202

Cc. File



FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : ARIF AGUSTIONO
NPM : 1607210166
JUDUL : PENGARUH ABU SERBUK KAYU SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TARIK BELAH BETON MENGGUNAKAN BAHAN KIMIA

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	2/10/2020	<ul style="list-style-type: none">- Sesuaikan Versi word 2016.- Kirim semas gambar, hasil gambar, dan excel.- Periksa penulisan- Tambah kesimpulan.	
2.	15/10/2020	<ul style="list-style-type: none">- Rapikan grafik.- Periksa penulisan.	
3.	2/11/2020	<p>Arif Agustiono</p> 2/11/2020	

Mengetahui,

Pembimbing Tugas Akhir

(Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST., M.Eng)

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Arif Agustiono
NPM : 1607210166
Judul T.Akhir : Pengaruh Abu Serbuk Kayu Sebagai Pengganti Agregat Halus Terhadap Kuat Tarik belah Beton Menggunakan Bahan Kimia.

Dosen Pembimbing - I : DR.Fahrizal Z.S.T.M.Sc
Dosen Pembanding - I : DR.Ade Faisal S.T.M.Sc
Dosen Pembanding - II : DR.Josef Hadiparamana

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
 1. Perbaiki Perunt Skripsi
 2. Tujuan dan latar belakang
 3. tambahkan referensi sbg pembatas awal.
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....
.....

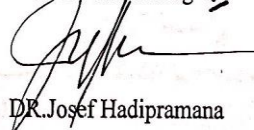
Medan 20 Rab.Awal 1442H
09 Nopember 2020M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Sipil



DR.Fahrizal Z.S.T.M.Sc

Dosen Pembanding- I



DR. Josef Hadiparamana

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Arif Agustiono
NPM : 1607210166
Judul T.Akhir : Pengaruh Abu Serbuk Kayu Sebagai Pengganti Agregat Halus Terhadap Kuat Tarik belah Beton Menggunakan Bahan Kimia.

Dosen Pembimbing - I : DR. Fahrizal Z.S.T.M.Sc
Dosen Pembimbing - I : DR. Ade Faisal S.T.M.Sc
Dosen Pembimbing - II : DR. Josef Hadiparamana
*Josef Hadiparamana
Ade Faisal S.T.M.Sc.*

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

perbaikan... perulangan... mengenai tes penduan
- Cek Skripsi... ulah perbaikan

3. Harus mengikuti seminar kembali

Perbaikan :

.....
.....
.....

Medan 20 Rab. Awal 1442H
09 Nopember 2020M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Sipil



DR. Fahrizal Z.S.T.M.Sc

Dosen Pembimbing- II



DR. Ade Faisal S.T.M.Sc

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama : Arif Agustiono
Panggilan : Arif
Tempat, Tanggal Lahir : Medan 13 Agustus 1999
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Alamat Sekarang : Jl. Setia Jadi, Gg. Setia Jadi V
HP/Tlpn Seluler : 081375544373

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1607210166
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Kelamin : Laki-laki
Peguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Peguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri, No. 3 Medan 20238

PENDIDIKAN FORMAL

Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
Sekolah Dasar	SDN 016532	2004 - 2010
Sekolah Menengah Pertama	SMPN 11 Medan	2010 - 2013
Sekolah Menengah Kejuruan	SMKN 1 Percut Sei Tuan	2013 – 2016

ORGANISASI