

TUGAS AKHIR

PENGUJIAN SERBUK KAYU JATI SEBAGAI CAMPURAN AGREGAT HALUS DAN *VISCOCRETE* 8670 MN SEBAGAI BAHAN TAMBAH TERHADAP KUAT TEKAN BETON (STUDI PENELITIAN)

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

Disusun Oleh:

FIRMAN NUGRAHA
1907210096



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2024**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Firman Nugraha
NPM : 1907210096
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Pengujian Serbuk Kayu Jati Sebagai Campuran Agregat Halus Dan *Viscocrete* 8670 *MN* Sebagai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tekan Beton (Studi Penelitian)
Bidang Ilmu : Struktur

Telah berhasil dipertahankan dihadapan 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.

Disetujui Untuk Disampaikan

Kepada Panitia Ujian:

Dosen Pembimbing



Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Firman Nugraha
NPM : 1907210096
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Pengujian Serbuk Kayu Jati Sebagai Campuran Agregat Halus Dan *Viscocrete* 8670 MN Sebagai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tekan Beton (Studi Penelitian)

Telah berhasil dipertahankan dihadapan 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,

Mengetahui dan Menyetujui:

Dosen Pembimbing



Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc

Dosen Pembanding I



Tondi Amirsyah Putera, S.T., M.T

Dosen Pembanding II



Rizki Efrida, S.T., M.T

Ketua Prodi Teknik Sipil



Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Firman Nugraha
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 22 Desember 2001
NPM : 1907210096
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa Laporan Tugas Akhir saya yang berjudul: “Pengujian Serbuk Kayu Jati Sebagai Campuran Agregat Halus Dan *Viscocrete* 8670 MN Sebagai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tekan Beton (Studi Penelitian)” bukan merupakan plagiarisme, 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 orisinil 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 keserjanaan 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,

Saya yang menyatakan:



Firman Nugraha

ABSTRAK

PENGUJIAN SERBUK KAYU JATI SEBAGAI CAMPURAN AGREGAT HALUS DAN *VISCOCRETE* 8670 MN SEBAGAI BAHAN TAMBAH TERHADAP KUAT TEKAN BETON (STUDI PENELITIAN)

Firman Nugraha

1907210096

Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc

Serbuk kayu merupakan sisa-sisa dari pengolahan kayu yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan penambah kuat tekan beton. Pada serbuk kayu terdapat kadar selulosa dan hemiselulosa yang apabila ditambah dengan campuran semen dan campuran pasir berbentuk beton, senyawa ini akan terserap pada permukaan mineral/partikel dan memberikan kerapatan ikat antar partikel akibat sifat adhesi dan dispersinya, serta menghambat difusi air dalam material. Dengan demikian dapat dihasilkan beton yang lebih kuat dan relatif tidak tembus air, yang dapat dipakai sebagai bahan konstruksi. Selain itu karena banyaknya jumlah limbah serbuk kayu yang tersedia namun pemanfaatannya yang belum optimal maka diadakanlah penelitian ini. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah yang tersedia yaitu serbuk kayu sebagai agregat halus dengan penambahan *Viscocrete* 8670 MN pada campuran beton. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh serbuk kayu sebagai agregat halus dan *Viscocrete* 8670 MN sebagai bahan tambah terhadap nilai kuat tekan beton. Variasi yang ada pada penelitian ini BTN, BSKV (10%, 20%, 30%) dan BSK 10%. *Viscocrete* 8670 MN yang digunakan sebesar 0,8% dari berat semen. Benda uji yang dipakai berupa silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm sebanyak 15 benda uji. Pengujian dilakukan setelah beton berumur 28 hari. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pengaruh serbuk kayu jati terhadap kuat tekan beton pada benda uji silinder memiliki nilai yang rendah. Namun pada BSKV 10% ada peningkatan nilai kuat tekan beton karena adanya penambahan bahan kimia *Viscocrete* 8670 MN. Hal ini dikarenakan *Viscocrete* 8670 MN dapat menaikkan kualitas beton dan persentase serbuk kayu yang ada pada BSKV 10% hanya sebesar 10%.

Kata Kunci: Serbuk Kayu, *Viscocrete* 8670 MN, Kuat Tekan Beton

ABSTRACT

TESTING OF TEAK WOOD POWDER AS A MIXTURE OF FINE AGGREGATE AND VISCOCRETE 8670 MN AS ADDITIVE MATERIAL TO THE COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE (RESEARCH STUDY)

Firman Nugraha

1907210096

Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc

Sawdust is a waste product from wood processing that can be used to increase the compressive strength of concrete. Sawdust contains cellulose and hemicellulose, which, when added to a mixture of cement and sand to form concrete, will be absorbed on the surface of the mineral/particles and provide a bonding density between particles due to its adhesion and dispersion properties, as well as inhibiting water diffusion in the material. Thus, a stronger and relatively impermeable concrete can be produced, which can be used as a construction material. In addition, due to the large amount of sawdust waste available but its utilization is not optimal, this study was conducted. This study aims to utilize the available waste, namely sawdust, as a fine aggregate by adding Viscocrete 8670 MN to the concrete mixture. This study also aims to determine the effect of sawdust as a fine aggregate and Viscocrete 8670 MN as an additive on the compressive strength of concrete. Variations in this study is BTN, BSKV (10%, 20%, 30%) dan BSK 10%. Viscocrete 8670 MN used is 0,8% by weight of cement. Samples used in the form of cylinders with a size of 15 cm x 30 cm as many as 15 test objects. Tests were conducted after the concrete was 28 days old. Based on research, the effect of teak wood dust on the compressive strength of concrete in cylindrical test specimens was low. However at BSKV 10%, there was an increase in concrete compressive strength due to the addition of the chemical Viscocrete 8670 MN. This is because Viscocrete 8670 MN can improve concrete quality, while the percentage of wood dust in BSKV 10% is only 10%.

Keywords: Sawdust, Viscocrete 8670 MN, Compressive Strength of Concrete

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT. yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul “Pengujian Serbuk Kayu Jati Sebagai Campuran Agregat Halus Dan *Viscocrete* 8670 MN Sebagai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tekan Beton” 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 tugas akhir ini, untuk itu pada kesempatan ini izinkanlah penulis untuk mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Bapak Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc., selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini dan juga selaku Ketua Prodi Teknik Sipil.
2. Bapak Tondi Amirsyah Putera, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini sekaligus Sekretaris Prodi Teknik Sipil.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Dr. Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu Teknik Sipil kepada penulis.

7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Djumaidi dan Ibunda tercinta Linda Kasturi yang telah bersusah payah membesarkan dan memberikan kasih sayangnya yang tidak ternilai kepada penulis.
9. Rekan-rekan seperjuangan dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.

Tugas akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang membangun untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi Dunia Konstruksi Teknik Sipil.

Medan,
Saya yang menyatakan

Firman Nugraha

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Beton	5
2.2 Sifat-Sifat Beton	5
2.3 Penelitian Terdahulu	6
2.4 Bahan Penyusun Campuran Beton	7
2.4.1 Agregat Kasar	8
2.4.2 Agregat Halus	8
2.4.3 Semen <i>Portland</i>	8
2.4.4 Air	9
2.5 Serbuk Kayu	10
2.6 Faktor Air Semen	10
2.7 <i>Viscocrete 8670 MN</i>	10
2.8 <i>Slump Test</i>	11

2.9	Pengujian Kuat Tekan Beton	12
BAB 3 METODE PENELITIAN		13
3.1	Metode Penelitian Umum	13
3.2	Sumber Data dan Teknik Pengambilan Data	13
3.2.1	Data Primer	13
3.2.2	Data Sekunder	13
3.2.3	Teknik Pengumpulan Data	16
3.3	Pelaksanaan Penelitian	16
3.3.1	Tempat dan Waktu Penelitian	16
3.3.2	Rancangan Penelitian	16
3.4	Bahan dan Peralatan	17
3.4.1	Bahan	17
3.4.2	Peralatan	17
3.5	Persiapan Penelitian	19
3.6	Pemeriksaan Agregat	19
3.6.1	Analisa Saringan	19
3.6.2	Kadar Air	20
3.6.3	Berat Jenis Agregat Halus dan Penyerapannya	20
3.6.4	Berat Jenis Agregat Kasar dan Penyerapannya	22
3.6.5	Berat Isi Agregat	24
3.6.6	Kadar Lumpur Agregat	25
3.7	Serbuk Kayu	26
3.8	<i>Mix Design</i>	26
3.9	Pembuatan Benda Uji	26
3.10	<i>Slump Test</i>	27
3.11	Perendaman Benda Uji	29
3.12	Pengujian Kuat Tekan Beton	29
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		30
4.1	Tinjauan Umum	30
4.2	Hasil Pemeriksaan Agregat	30
4.3	Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar	30
4.3.1	Analisa Saringan Agregat Kasar	30

4.3.2 Kadar Air Agregat Kasar	32
4.3.3 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	32
4.3.4 Berat Isi Agregat Kasar	33
4.3.5 Kadar Lumpur Agregat Kasar	34
4.4 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus	34
4.4.1 Analisa Saringan Agregat Halus	35
4.4.2 Kadar Air Agregat Halus	36
4.4.3 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	36
4.4.4 Berat Isi Agregat Halus	37
4.4.5 Kadar Lumpur Agregat Halus	38
4.5 Perencanaan Campuran Beton	38
4.6 Kebutuhan Beton	44
4.7 <i>Slump Test</i>	45
4.8 Kuat Tekan Beton	47
4.9 Perbandingan Kuat Tekan Beton Campuran Terhadap Beton Normal	49
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	50
5.1 Kesimpulan	50
5.2 Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	54
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	60

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Variasi campuran beton	16
Tabel 3.2	Rumus menghitung berat jenis agregat halus	21
Tabel 3.3	Rumus menghitung berat isi agregat kasar	23
Tabel 4.1	Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar	31
Tabel 4.2	Hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar	32
Tabel 4.3	Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar	32
Tabel 4.4	Hasil pemeriksaan berat isi agregat kasar	33
Tabel 4.5	Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar	34
Tabel 4.6	Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus	35
Tabel 4.7	Hasil pemeriksaan kadar air agregat halus	36
Tabel 4.8	Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus	36
Tabel 4.9	Hasil pemeriksaan berat isi agregat halus	37
Tabel 4.10	Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat halus	38
Tabel 4.11	Data-data yang akan digunakan	39
Tabel 4.12	Perkiraan kebutuhan air pencampuran dan kadar udara untuk berbagai <i>slump</i> dan ukuran nominal agregat maksimum batu pecah	39
Tabel 4.13	Hubungan antara rasio air semen (w/c) atau rasio air bahan bersifat semen ($w/(c+p)$) dan kekuatan beton	40
Tabel 4.14	Volume agregat kasar per satuan volume beton	41
Tabel 4.15	Perkiraan awal berat beton segar	41
Tabel 4.16	Perbandingan campuran beton dengan dua cara	43
Tabel 4.17	Hasil perbandingan bahan campuran beton	44
Tabel 4.18	Kebutuhan bahan berbagai variasi campuran	44
Tabel 4.19	<i>Slump test</i>	45
Tabel 4.20	Hasil pengujian kuat tekan beton	47
Tabel 4.21	Hasil perbandingan kuat tekan beton campuran terhadap beton normal	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Kuat tekan beton	12
Gambar 3.1	Tahapan singkat penelitian yang dilaksanakan	15
Gambar 3.2	Benda uji silinder	27
Gambar 4.1	Diagram batang nilai <i>slump</i>	46
Gambar 4.2	Diagram batang kuat tekan	48
Gambar 4.3	Diagram batang kuat tekan rata-rata	49
Gambar 4.4	Grafik lingkaran hasil perbandingan kuat tekan beton campuran terhadap beton normal	50
Gambar L.1	Agregat kasar	55
Gambar L.2	Agregat halus	55
Gambar L.3	Serbuk kayu jati	56
Gambar L.4	Semen	56
Gambar L.5	Proses pembuatan beton	57
Gambar L.6	Pengujian <i>slump</i>	57
Gambar L.7	Beton segar dimasukkan ke dalam bekisting	58
Gambar L.8	Benda uji silinder saat perendaman	58
Gambar L.9	Benda uji silinder akan ditimbang sebelum diuji	59
Gambar L.10	Pengujian kuat tekan beton	59

DAFTAR NOTASI

f_c'	= Kuat tekan beton	(MPa)
P	= Beban	(N)
A	= Luas penampang	(mm ²)
P	= Kadar air benda uji	(%)
w_1	= Massa benda uji	(gr)
w_2	= Massa benda uji kering oven	(gr)
A	= Berat benda uji kering oven	(gr)
B	= Berat piknometer berisi garam	(gr)
C	= Berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas pembacaan	(gr)
S	= Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan	(gr)
w_3	= Berat contoh	(gr)
w_2	= Berat wadah	(gr)
w_1	= Berat contoh dan wadah	(gr)
V	= Volume wadah	(cm ³)
FM	= Modulus kehalusan	(%)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

SNI-2847-2019, beton atau concrete adalah campuran semen portland atau semen hidrolik lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa campuran atau bahan tambahan. Seiring bertambahnya usia beton akan semakin mengeras setelah itu mencapai kekuatan rencana pada usia 28 hari.

Pada setiap pabrik pengolahan kayu sering kita jumpai Serbuk sisa penggergajian yang merupakan limbah dari hasil pemotongan. Sampai saat ini pengolahan sisa serbuk penggergajian masih belum dapat dimaksimalkan secara optimal. Limbah penggergajian yang belum dimanfaatkan biasanya dibuang ataupun dibakar. Ada juga sebagian kecil orang yang mau menggunakan sisa serbuk penggergajian ini sebagai pupuk kompos. Produk ramah lingkungan yang dimaksudkan adalah penggunaan bahan atau material dalam bentuk limbah ataupun memanfaatkan hasil samping sumber daya alam sehingga menghasilkan produk tepat guna seperti penggunaan kembali limbah beton sebagai agregat dalam pencampuran beton, penggunaan serat-serat alam sebagai hasil samping dari buah atau tanaman seperti serbuk rami, ijuk, dan serbuk kayu menjadi tambahan atau pengganti dalam campuran beton (Bangun, 2022).

Sika Viscocrete 8670 – MN, produk ini termasuk *superplasticizer* tipe P yaitu *superplasticizer polycarboxylate*. Dilihat dari dosis yang dianjurkan pada brosurnya disebut untuk mencapai *workability* rendah dosis yang dibutuhkan adalah 0.3% sampai dengan 0.8% dari berat semen. Dan kebutuhan *workability* tinggi dengan W/c rendah maka dipakai dosis antara 0.8% sampai dengan 2.0% *SIKA Viscocrete 8670 MN* ini sangat dianjurkan untuk proyek yang membutuhkan kuat tekan awal yang tinggi dan warna *Sika Viscocrete 8670 MN* adalah *yellowish*, agak kuning atau seperti teh (Juwanda, 2021).

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka perlu dilakukan penelitian bagaimana pemanfaatan limbah serbuk kayu jika digunakan sebagai campuran agregat halus dan penambahan bahan kimia *Viscocrete 8670-MN* terhadap campuran beton.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka didapat beberapa permasalahan sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh dan persentase serbuk kayu sebagai campuran agregat halus dan *Viscocrete 8670 MN* sebagai bahan tambah kimia dalam campuran beton terhadap kuat tekan pada benda uji silinder ?
2. Bagaimana hasil perbandingan antara beton normal dan beton yang menggunakan campuran serbuk kayu dan *Viscocrete 8670 MN* ?

1.3 Ruang Lingkup

Mengingat luasnya ruang lingkup permasalahan yang ada pada penelitian ini, maka penulis membatasi permasalahan diantaranya :

1. Penelitian dilakukan di Laboratorium Beton Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Metode perencanaan campuran beton menggunakan SNI 7656:2012.
3. Penelitian ini berfokus pada uji kuat tekan.
4. Semen yang digunakan adalah semen *portland* tipe I dengan merek Padang.
5. Agregat kasar dan air yang digunakan berasal dari Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Sedangkan agregat halus yang dipakai adalah pasir sungai di Binjai dan serbuk kayu jati.
6. Persentase serbuk kayu yang digunakan pada penelitian ini adalah 0%, 10%, 20%, 30% dari agregat halus yang digunakan dan benda uji masing-masing variasi sebanyak 3 (tiga) buah.
7. Persentase *Viscocrete 8670 MN* yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,8% dari berat semen sebagai bahan tambah kimia pada campuran beton.
8. Kuat tekan rencana (f_c') yang digunakan adalah 20 MPa.
9. Jumlah seluruh benda uji adalah 15 buah.

10. Benda uji berupa cetakan silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm.
11. Umur beton yang diuji adalah 28 hari.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini diantaranya sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui bagaimana pengaruh serbuk kayu sebagai campuran agregat halus dan *Viscocrete 8670 MN* sebagai bahan tambah kimia dalam campuran beton terhadap kuat tekan beton pada benda uji silinder.
2. Untuk mengetahui hasil perbandingan antara beton normal dengan beton yang menggunakan campuran serbuk kayu dan *Viscocrete 8670 MN*.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi bahwa limbah serbuk kayu dengan bahan tambah *Viscocrete 8670 MN* terhadap campuran beton dapat memberikan peningkatan mutu beton. Hal ini dikarenakan banyaknya limbah serbuk kayu yang pemanfaatannya belum optimal.

1.6 Sistematika Penulisan

BAB 1 Pendahuluan

Pada bab ini membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika pembahasan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini membahas tentang hal-hal berupa teori yang berhubungan dengan judul tugas akhir dan metode-metode perhitungan yang digunakan.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Pada bab ini menerangkan tentang tempat dan waktu penelitian, sumber data, teknik pengumpulan data, dan metode analisis data.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menjelaskan hasil penelitian dan pembahasan singkat mengenai hasil penelitian yang digunakan untuk memecahkan masalah dan menarik kesimpulan.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan dari pembahasan dan analisa data yang telah didapat, penulis dapat memberikan kesimpulan dan saran yang berkaitan dengan judul tugas akhir ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Beton

SNI 2847:2019, beton (*concrete*) adalah campuran semen *Portland* atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (*admixture*). Beton akan mencapai kuat tekan maksimum setelah berumur 28 hari. Beton mampu menahan kuat tekan yang baik sehingga banyak digunakan untuk struktur bangunan, jembatan, dan jalan.

Beton sebagai material konstruksi sudah dikenal dan digunakan sejak ribuan tahun lalu. Beton sangat diminati untuk struktur-struktur besar maupun yang kecil karena bahan dari beton merupakan bahan konstruksi yang mempunyai banyak kelebihan antara lain yaitu mampu menerima kuat tekan dengan baik, ekonomis (dalam pembuatannya menggunakan bahan dasar 5u ac yang mudah diperoleh), dapat dibentuk sesuai dengan kebutuhan yang dikehendaki, mudah dalam pengerjaan dan perawatannya (Rantung Dewi et al., 2020)

Beton memiliki kelebihan yaitu memiliki kekuatan tekan yang baik, tahan terhadap karat, tahan terhadap api, mudah dibentuk, tidak memerlukan perawatan khusus, bahan yang digunakan mudah didapat dari alam sekitar, 5u acara murah dan lebih awet dibandingkan jenis bahan lainnya. Kekuatan dan ketahanan beton sangat penting dalam memastikan struktur bangunan dapat bertahan dalam jangka waktu yang lama. Salah satu parameter penting dalam memahami kekuatan beton adalah 5u aca fraktur, yang menggambarkan kapasitas beton untuk menyerap 5u aca sebelum terjadi kegagalan 5u acara5e. Dalam konteks beton, 5u aca fraktur menggambarkan kemampuan beton untuk menahan beban yang diterapkan dan menahan retakan atau kerusakan yang berpotensi terjadi (Septianto et al., 2023).

2.2 Sifat – Sifat Beton

Sifat-sifat beton perlu diketahui untuk mendapatkan mutu beton yang diharapkan sesuai tuntutan konstruksi dan umur bangunan yang bersangkutan. Pada saat segar atau sesaat setelah dicetak, beton bersifat plastis dan mudah

dibentuk. Sedang pada saat keras beton memiliki kekuatan yang cukup untuk menerima beban sifat-sifat beton segar hanya penting sejauh mana mempengaruhi pemilihan peralatan yang dibutuhkan dalam pengerjaan dan pemadatan serta kemungkinan mempengaruhi sifat-sifat beton pada saat mengeras. Ada dua hal yang harus dipenuhi dalam pembuatan beton yaitu sebagai berikut.

1. Sifat-sifat yang harus dipenuhi dalam jangka waktu lama oleh beton yang mengeras seperti kekuatan, keawetan dan kestabilan volume.
2. Sifat yang harus dipenuhi dalam jangka waktu pendek ketika beton dalam kondisi plastis (*workability*) atau kemudahan pengerjaan tanpa adanya *bleeding* dan *segregation*.

Akan tetapi sifat ini tidak dapat dirumuskan dengan pasti dan berlaku untuk semua jenis bahan baku, kondisi lingkungan dan cuaca disekitar lokasi pekerjaan. Contohnya campuran yang mudah dikerjakan untuk pekerjaan lantai belum tentu akan mudah dikerjakan pada cetakan balok dengan penampang sempit serta mempunyai penulangan yang rapat (Elisabeth et al., 2020).

2.3 Penelitian Terdahulu

Berdasarkan hasil penelitian Masril dan Hanif Putra (2021), menyatakan bahwa hasil penelitian kuat tekan beton dengan f_c' 14,5 Mpa dengan variasi substitusi serbuk kayu surian 0%, 2%, 3% dan 5% terhadap volume agregat halus. Dari hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari pada variasi substitusi serbuk kayu surian sebesar 2% didapat kuat tekan beton sebesar 14,14 Mpa, variasi substitusi serbuk kayu surian sebesar 3% didapat kuat tekan beton sebesar 12,88 Mpa, substitusi serbuk kayu surian sebesar 5% didapat kuat tekan beton sebesar 12,03 Mpa. Dari penelitian tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa dari masing-masing persentase yang dibuat mengalami penurunan kuat tekan seiring dengan besarnya persentase campuran serbuk kayu yang digunakan.

Berdasarkan hasil penelitian Boby Marthin Sukmawan Gulo dan Nopesman Halawa (2024), menyatakan bahwa hasil penelitian kuat tekan beton dengan f_c' 25 Mpa dengan variasi serbuk kayu sebagai campuran agregat halus sebesar 0,25%, 0,5%, 1%, 2% dan 3%. Dari hasil pengujian yang didapat variasi 0,25%

menghasilkan kuat tekan sebesar 21,75 Mpa. Variasi 0,5% menghasilkan kuat tekan sebesar 17,8 Mpa. Variasi 1% menghasilkan kuat tekan sebesar 13,8 Mpa. Variasi 2% menghasilkan kuat tekan sebesar 13,9 Mpa. Variasi 3% menghasilkan kuat tekan sebesar 14,3 Mpa. Maka dari penelitian tersebut dapat disimpulkan bahwa pemakaian serbuk kayu dapat menurunkan nilai kuat tekan beton.

Berdasarkan hasil penelitian Riska Ayu Melyanti Sabang dan Fadli Kurnia (2022), menyatakan bahwa hasil pengujian kuat tekan beton dengan variasi serbuk kayu sebesar 7,5% tanpa memakai bahan tambah *Water Reducing Admixture (Tricosal BV)* menghasilkan kuat tekan sebesar 6,7 Mpa. Pada variasi serbuk kayu sebesar 7% + *Tricosal BV* 0,8% menghasilkan kuat tekan sebesar 8,4 Mpa. Pada variasi serbuk kayu 7,5% + *Tricosal BV* 0,8% menghasilkan kuat tekan sebesar 9,4 Mpa. Pada variasi serbuk kayu 8% + *Tricosal BV* 0,8% menghasilkan kuat tekan sebesar 12,8 Mpa. Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa jika hanya menggunakan serbuk kayu sebagai campuran beton tidak dapat meningkatkan kuat tekan beton. Namun dengan digunakannya bahan tambah *Water Reducing Admixture (Tricosal BV)* dapat meningkatkan kuat tekan beton karena bersifat mengurangi jumlah air (fas rendah) sehingga dapat meningkatkan kuat tekan beton.

Berdasarkan hasil penelitian Muhammad Risal, Jasman, dan Hamka (2022), menyatakan bahwa hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan serbuk kayu terhadap kuat tekan beton mengakibatkan penurunan dari beton normal. Kuat tekan beton pada umur 28 hari dengan variasi 0% (beton normal), 2%, 3%, dan 4% masing-masing sebesar 27,176 MPa, 25,572 MPa, 25,100 MPa, dan 24,817 MPa.

2.4 Bahan Penyusun Campuran Beton

Kualitas beton dapat ditentukan dengan cara pemilihan bahan-bahan pembentuk beton yang baik, perhitungan proporsi yang tepat, cara pengerjaan dan perawatan beton dengan baik, serta pemilihan bahan tambah yang tepat dengan jumlah optimum yang diperlukan (Elisabeth et al., 2020).

2.4.1 Agregat Kasar

Coarse aggregate atau agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil desintegrasi dari bebatuan alami atau berupa batu pecah yang dihasilkan dari industri pemecah batu. Agregat kasar memiliki ukuran antara 4,76 mm – 150 mm. Agregat kasar ini dipakai secara bersama-sama dengan media pengikat untuk membentuk suatu beton semen hidraulik atau adukan (Dewi et al., 2022).

2.4.2 Agregat Halus

Fine aggregate atau agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil desintegrasi secara alami dari batuan besar menjadi butiran batuan yang berukuran kecil. Agregat halus harus terdiri dari berbagai partikel dan susunannya pada saat pengayakan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut.

1. Lebih dari 2% dari berat tetap pada saringan 4 mm.
2. Berat sisa saringan 1 mm setidaknya 10%.
3. Massa residu pada saringan 0,025 adalah 80% hingga 95% (Dewi et al., 2022).

2.4.3 Semen *Portland*

Semen *Portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghasilkan klinker terutama dari silikat kalsium yang bersifat hidrolisis (dapat mengeras jika bereaksi dengan air) dengan gips sebagai bahan tambahan. Fungsi semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat (Oktaviana et al., 2021).

Semen *Portland* terbagi menjadi lima tipe yaitu sebagai berikut.

1. Tipe I

Semen *Portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti pada tipe yang lain. Semen tipe 1 ini merupakan semen yang paling banyak digunakan yaitu 80% - 90% dari produksi semen *Portland*.

2. Tipe II

Semen tipe ini biasanya digunakan pada bangunan-bangunan seperti di bawah ini.

- Pelabuhan
- Pondasi atau *basement* dimana tanah atau air tanah terkontaminasi oleh sulfat
- Bangunan-bangunan yang berhubungan dengan rawa
- Saluran air bangunan atau limbah

3. Tipe III

Semen dengan tipe ini biasanya digunakan pada bangunan-bangunan seperti di bawah ini.

- Beton pracetak
- Bangunan yang membutuhkan pembongkaran *bekisting* yang cepat
- Perbaikan beton
- Pembetonan di daerah dingin

4. Tipe IV

Semen dengan tipe ini memiliki kuat tekan yang lebih rendah pada bangunan-bangunan sebagai berikut.

- Konstruksi
- *Basement*
- Bangunan pada daerah panas

5. Tipe V

Semen tipe ini sama dengan semen tipe 2 dengan kontaminasi sulfat yang lebih pekat (Passa & Safitri, 2021).

2.4.4 Air

Air adalah bahan dasar pembuatan beton. Fungsi air dalam pembuatan beton untuk membuat semen bereaksi dengan agregat kasar dan agregat halus untuk membentuk satu kesatuan (Siswanto, 2019).

Air yang digunakan harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam, alkali, garam, dan bahan-bahan yang dapat merusak bahan lainnya. Air yang digunakan harus air tawar dan dapat diminum, tujuannya agar terjadi hidrasi, yaitu reaksi kimia antara semen dan air yang menyebabkan campuran beton menjadi

keras setelah melewati waktu tertentu. Air yang digunakan dalam campuran beton tidak terlalu banyak, sehingga kekuatan beton yang dihasilkan tinggi (Esa et al., 2021).

2.5 Serbuk Kayu

Serbuk kayu yaitu sisa-sisa dari pengolahan kayu yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan penambah kuat tekan beton. Serbuk kayu merupakan serat alami (*cellulose fibers*) yang dapat digunakan sebagai zat penambah campuran pada beton. Serbuk kayu juga memiliki sifat elastis yang juga berpengaruh pada pembenan tekan (Muhammad & Dewi, 2021).

Pada serbuk kayu terdapat kadar selulosa dan hemiselulosa yang apabila ditambahkan dengan campuran semen dan campuran pasir berbentuk beton, senyawa ini akan terserap pada permukaan mineral/ partikel dan memberikan kerapatan ikat antar partikel akibat sifat adhesi dan dispersinya, serta menghambat difusi air dalam material. Dengan demikian dapat dihasilkan beton yang lebih kuat dan relatif tidak tembus air, yang dapat dipakai sebagai bahan konstruksi untuk tujuan khusus (Masril & Putra, 2021).

2.6 Faktor Air Semen

Faktor air semen adalah rasio berat air terhadap berat semen. Semakin besar nilai faktor air semen maka kekuatan beton akan menurun. Akan tetapi jika semakin kecil nilai faktor air semen maka kekuatan beton juga tidak selalu meningkat. Oleh karena itu rasio antara berat jumlah air dan jumlah berat semen harus ideal agar bisa mendapatkan nilai faktor air semen yang optimal dan beton yang dihasilkan juga akan memiliki kekuatan sesuai dengan standar (Amelia et al., 2021).

2.7 Viscocrete 8670 MN

Sika Viscocrete 8670 MN, produk ini termasuk superplasticizer tipe P yaitu *superplasticizer polycarboxylate*. Dilihat dari dosis yang dianjurkan pada brosurnya disebut untuk mencapai *workability* rendah dosis yang dibutuhkan

adalah 0,3% sampai dengan 0,8% dari berat semen dan untuk kebutuhan *workability* tinggi dengan W/c rendah maka dipakai dosis antara 0,8% sampai dengan 2,0%. *Sika Viscocrete 8670 MN* ini sangat dianjurkan untuk proyek yang membutuhkan kuat tekan awal yang tinggi dan warna *Sika Viscocrete 8670 MN* adalah *yellowish*, agak kuning atau seperti teh (Juwanda, 2021).

Superplasticizer atau *SP*, mereduksi air dalam campuran beton untuk memperoleh faktor w/c yang kecil tetapi kemampuan kerja normal. *Sika Viscocrete – 8670 MN* merupakan *Superplasticizer* generasi ketiga untuk beton dan mortar. Untuk *Superplasticizer* pengurang air dengan kisaran tinggi. *Sika Viscocrete – 8670 MN* adalah *Superplasticizer* serbaguna unik yang sangat cocok untuk produksi beton, yang memerlukan kekuatan awal tinggi dengan kemampuan kerja yang lebih lama (Zulkarnain, 2023).

Superplasticizers merupakan bahan tambah pencampur beton (*admixture*) yang ditambahkan saat pengadukan berlangsung dan atau saat pelaksanaan pengecoran (*placing*) untuk memperbaiki kinerja kekuatannya. *Superplasticizers* termasuk jenis campuran yang meningkatkan mutu beton. *Superplasticizers* juga mempunyai pengaruh yang besar dalam meningkatkan *workability*. Cara kerja *superplasticizers* secara umum adalah partikel semen dalam air cenderung untuk berkoheisi satu sama lainnya dan partikel semen akan mengumpal (flokulasi). Penambahan bahan tambah *superplasticizers* mengakibatkan partikel semen ini akan saling melepaskan diri dan terdispersi (menolak) (Elsa et al., 2019).

2.8 Slump Test

Slump test adalah tinggi dari adukan dalam kerucut terpancung terhadap tinggi adukan setelah cetakan diambil. Slump test menjadi acuan kekuatan adukan beton. *Slump test* berfungsi menentukan kekuatan atau konsistensi beton segar sehingga dapat ditentukan tingkat mudah dikerjakannya (Permatasari, 2019).

Faktor yang mempengaruhi nilai *slump* adalah jumlah air, ukuran butir agregat dan tidak dipengaruhi oleh faktor air-semen. Semakin tinggi nilai *slump* maka semakin tinggi pula jumlah air yang diperlukan. Apabila jumlah air yang digunakan semakin tinggi maka diduga akan membuat rongga udara pada beton

keras semakin besar, dan hal ini diduga akan menyebabkan nilai koefisien permeabilitas semakin besar (Budhi Rizky & Saelan, 2019).

2.9 Pengujian Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besar beban per satuan luas. Benda uji beton dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan hingga hancur. Pengujian kuat tekan beton pada benda uji dilaksanakan pada beton umur 28 hari (Setiawan et al., 2021).

Berdasarkan SNI 1974:2011, persamaan untuk menghitung nilai kuat tekan beton adalah sebagai berikut.

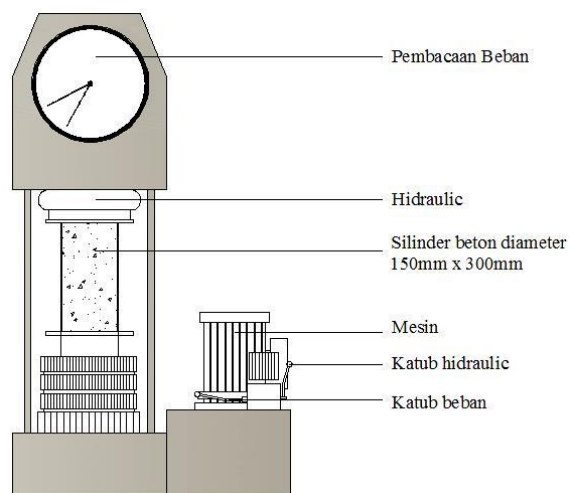
$$F_c' = \frac{P}{A} \quad (2.1)$$

Dimana:

f_c' = Kuat tekan beton (Mpa)

P = Beban (N)

A = Luas penampang (mm^2)



Gambar 2.1: Kuat Tekan Beton

(Sumber: researchget.net)

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian Umum

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu metode yang melakukan suatu proses atau percobaan untuk mendapatkan data dan menganalisa data yang diperoleh. Dalam penelitian ini metodologi berfungsi sebagai panduan kegiatan dalam pengumpulan data.

3.2 Sumber Data dan Teknik Pengambilan Data

3.2.1 Data Primer

Data primer adalah data yang diperoleh dari hasil yang dilaksanakan di laboratorium. Data yang diperoleh dari hasil perhitungan di laboratorium seperti :

- a. Analisa saringan agregat (SNI ASTM C136:2012)
- b. Berat jenis dan penyerapan agregat kasar (SNI 1969:2016)
- c. Berat jenis dan penyerapan agregat halus (SNI 1970:2016)
- d. Pemeriksaan kadar air agregat (SNI 1971:2011)
- e. Pemeriksaan kadar lumpur agregat (SNI 03-4141, 1996)
- f. Pemeriksaan berat isi agregat (SNI 1973:2008)
- g. Perencanaan campuran beton (*mix design*) (SNI 7656:2012)
- h. Kekentalan adukan beton segar (*slump*) (SNI 1972:2008)
- i. Pembuatan dan perawatan benda uji beton (SNI 2493:2011)
- j. Spesifikasi bahan tambah untuk beton (SNI 03-2495, 1991)
- k. Uji kuat tekan beton (SNI 1974:2011)

3.2.2 Data Sekunder

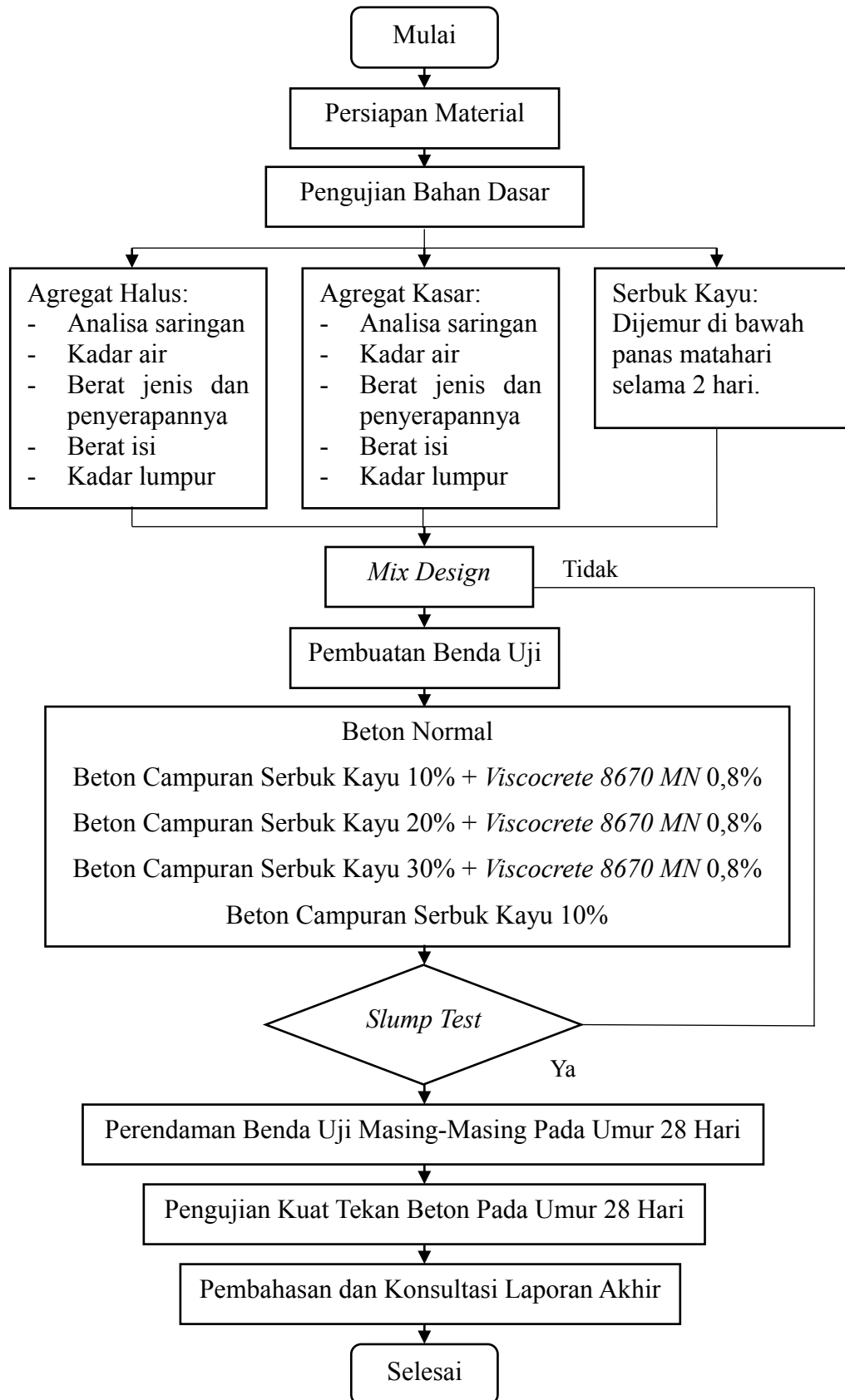
Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (literatur), konsultasi langsung dengan Dosen Pembimbing, dan data-data teknis SNI 7656:2012 serta buku-buku SNI lainnya yang berhubungan dengan beton, konsultasi dengan dosen pembimbing secara

langsung serta tim pengawas Laboratorium Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara sebagai penunjang guna untuk memperkuat suatu penelitian yang dilakukan. Metode penelitian dilakukan dengan cara membuat benda uji terlebih dahulu di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Benda uji dalam penelitian ini adalah beton normal yang menggunakan serbuk kayu sebagai bahan campuran agregat halus dengan variasi 10%, 20%, dan 30% dari agregat halus yang digunakan dan penambahan *Viscocrete 8670 MN* sebagai bahan tambah kimia pada campuran beton dengan persentasi 0,8% dari berat semen. Sedangkan waktu pengujian yang dilakukan adalah setelah beton berumur 28 hari.

Persiapan material merupakan langkah awal dalam melaksanakan penelitian ini, setelah semua persiapan dilakukan maka dapat dilakukan pengujian material, pengujian material mencakup seluruh bahan dalam pembuatan beton yaitu pengujian agregat halus, pengujian agregat kasar, pengujian semen, pengujian air dan serbuk kayu sebagai bahan pengganti agregat halus dalam penelitian pembuatan campuran untuk memperkuat nilai kuat tekan dalam beton.

Jika semua tahap di atas telah dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah melakukan *mix design*. Pada tahap ini semua bahan yang sudah diuji akan dicampur menjadi satu berdasarkan data yang telah didapat sebelumnya. Pada penelitian ini, *mix design* dibuat dalam dua variasi yaitu beton normal dan beton campuran serbuk kayu. Benda uji akan dibuat pada cetakan berbentuk silinder sebanyak 15 buah yang akan diuji pada umur beton 28 hari.

Selanjutnya pengujian benda uji yaitu kuat tekan beton, data-data yang diperoleh dari hasil pengujian dilampirkan di dalam pembahasan yang akan dihitung analisa datanya. Analisa data tersebut akan menjadi kesimpulan pada penelitian yang dilakukan. Tahap-tahap penelitian ini dapat dilihat secara skematis dalam bentuk bagan alir pada Gambar 3.1 sebagai berikut.



Gambar 3.1: Tahapan singkat penelitian yang dilaksanakan

3.2.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilaksanakan dengan metode eksperimen. Untuk beberapa hal pada pengumpulan data, digunakan data sekunder. Data sekunder merupakan data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton atau literatur dan konsultasi langsung dengan Dosen Pembimbing.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.3.2 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah dengan metode eksperimen. Rancangan penelitian ini menggunakan campuran serbuk kayu dengan persentase 10%, 20%, dan 30% dan bahan tambah kimia *Viscocrete 8670 MN* dengan persentase 0,8%. Benda uji yang akan dibuat adalah berbentuk silinder untuk menguji kuat tekan beton. Jumlah sampel penelitian sebanyak 15 buah dengan umur 28 hari. Untuk lebih jelasnya persentase serbuk kayu dan *Viscocrete 8670 MN* pada pembuatan benda uji kuat tekan beton akan disajikan ke dalam bentuk tabel seperti di bawah ini.

Tabel 3.1: Variasi campuran beton

No.	Kode Benda Uji	Agregat Kasar	Agregat Halus	Serbuk Kayu	<i>Viscocrete 8670 MN</i>	Jumlah Sampel
1	BTN	100%	100%	0%	0%	3
2	BSKV 10%	100%	90%	10%	0,8%	3
3	BSKV 20%	100%	80%	20%	0,8%	3
4	BSKV 30%	100%	70%	30%	0,8%	3
5	BSK 10%	100%	90%	10%	-	3
Jumlah						15

Keterangan:

BTN = Beton normal

BSKV = Beton serbuk kayu *Viscocrete 8670 MN*

BSK = Beton serbuk kayu

3.4 Bahan dan Peralatan

3.4.1 Bahan

Material pembentuk beton yang digunakan, yaitu :

1. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Padang PC (*Portland Cement*) tipe I.

2. Agregat halus

Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini adalah agregat yang berasal dari pasir sungai Binjai, Sumatera Utara.

3. Agregat kasar

Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini adalah batu kerikil yang berasal dari Binjai, Sumatera Utara.

4. Air

Air yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari PDAM Tirtanadi Medan.

5. Serbuk Kayu

Serbuk kayu yang digunakan pada penelitian ini adalah serbuk kayu jati.

6. Bahan Tambah

Bahan tambah yang digunakan adalah *Viscocrete 8670 MN* yang diperoleh langsung dari PT. Sika Indonesia di Medan, Sumatera Utara.

3.4.2 Peralatan

Alat yang digunakan pada penelitian ini telah tersedia di Laboratorium Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Alat-alat yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Satu set saringan agregat halus, yaitu : No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No. 100, Pan. Saringan ini digunakan untuk memeriksa gradasi pasir yang digunakan. Sedangkan untuk agregat kasar yang digunakan antara lain saringan 1 ½", ¾", 3/8", dan No.4.
2. Timbangan digital
Berfungsi sebagai alat untuk menimbang berat bahan yang digunakan secara akurat.
3. Gelas ukur
Digunakan sebagai takaran air dan *Viscocrete 8670 MN*.
4. Oven
Berfungsi sebagai alat untuk mengeringkan sampel bahan.
5. Wadah atau ember
Berfungsi sebagai tempat air perendaman sampel.
6. Mesin aduk beton (molen)
Berfungsi untuk membuat campuran adonan beton.
7. Kerucut Abrams
Berfungsi untuk menguji *slump*.
8. Tongkat penumbuk
Berfungsi untuk memadatkan benda uji.
9. Penggaris
Berfungsi untuk mengukur tinggi *slump*.
10. Cetakan silinder
Berfungsi untuk mencetak benda uji.
11. Plastik
Sebagai wadah agregat.
12. Sekop tangan
Berfungsi untuk mengaduk dan memasukkan agregat ke dalam cetakan.
13. Sendok semen
Berfungsi untuk meratakan adonan beton.
14. Pan
Berfungsi untuk wadah campuran beton.

15. *Compression Testing Machine*

Merupakan alat untuk menguji kuat tekan beton.

3.5 Persiapan Penelitian

Setelah seluruh material yang diperoleh telah sampai di lokasi, maka material dipisahkan menurut jenisnya untuk mempermudah tahapan-tahapan penelitian dan juga agar material tidak tercampur dengan bahan-bahan yang lain sehingga mempengaruhi kualitas material. Material dibersihkan dari lumpur dan melakukan penjemuran pada material yang basah.

3.6 Pemeriksaan Agregat

Pemeriksaan agregat kasar dan agregat halus bertujuan untuk mengetahui kelayakan agregat untuk bahan percampuran dan pembentukan beton. Pemeriksaan agregat kasar dan agregat halus dilakukan di Laboratorium beton mengikuti panduan SNI tentang pemeriksaan agregat.

3.6.1 Analisa Saringan

Analisa saringan adalah penentuan persentase berat butiran agregat yang lolos dari satu set saringan kemudian angka persentase digambarkan pada grafik pembagian butir. Analisa saringan bertujuan untuk menentukan persentase ukuran butir agregat dan untuk menentukan pembagian gradasi agregat halus dan agregat kasar.

Gradasi agregat adalah distribusi butiran-butiran dari agregat. Gradasi baik adalah campuran agregat dengan ukuran butiran yang terdistribusikan dengan merata. Ukuran butiran agregat bergradasi baik disebut juga dengan agregat bergradasi rapat.

Alat, bahan, dan cara kerja mengikuti SNI ASTM C136:2012 serta mengikuti panduan praktikum beton program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang uji analisa saringan.

Prosedur percobaan analisa saringan adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan alat dan bahan.

2. Bersihkan agregat yang akan diuji kemudian keringkan dengan oven.
3. Bersihkan masing-masing saringan yang akan digunakan lalu timbang berat berat dari masing-masing saringan (W_1).
4. Susunlah saringan mulai dari ukuran saringan yang paling besar lalu tuangkan benda uji pada saringan tersebut dan mulai mengayak.
5. Setelah diayak, masing-masing saringan ditimbang kembali (W_2) dan diperoleh berat benda uji yang tertahan di setiap saringan.

3.6.2 Kadar Air

Kadar air adalah persentase kandungan air suatu bahan yang dapat dinyatakan berdasarkan berat basah ataupun berat kering. Jumlah air yang terkandung dalam agregat perlu diketahui karena akan mempengaruhi jumlah air yang diperlukan dalam campuran beton. Perhitungan kadar air dapat dihitung dengan rumus:

$$P = \frac{w_1 - w_2}{w_2} \times 100\% \quad (3.1)$$

Dimana:

P = Kadar air benda uji (%)

W_1 = Massa benda uji (gr)

W_2 = Massa benda uji kering oven (gr)

Alat, bahan, dan cara kerja mengikuti SNI 1971:2011 serta mengikuti buku panduan praktikum beton program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang kadar air.

Prosedur percobaan kadar air adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan alat dan bahan.
2. Mengambil contoh bahan untuk mewakili sejumlah besar bahan (agregat) yang akan digunakan.
3. Masukkan contoh bahan ke dalam wadah dan ditimbang.
4. Keringkan contoh bahan sampai berat konstan ke dalam oven selama ± 24 jam dengan suhu $\pm 105^\circ\text{C}$.
5. Keluarkan contoh bahan dari oven dan dinginkan dalam suhu ruangan kemudian ditimbang.

3.6.3 Berat Jenis Agregat Halus dan Penyerapannya

Berat jenis suatu agregat merupakan perbandingan antara nilai massa dan volume dari bahan yang diuji. Sedangkan penyerapan merupakan tingkat atau kemampuan suatu bahan untuk menyerap air. Pengujian ini dilakukan untuk menentukan berat jenis jenuh kering permukaan (*Saturated Surface Dry*), berat jenis semu (*Apparent*), berat jenis kering oven (*Bulk*), persentase penyerapan air dari bahan pasir dan abu batu yang akan digunakan sebagai bahan campuran pada beton.

Untuk menghitung berat jenis agregat halus dapat digunakan rumus sebagai berikut.

Tabel 3.2: Rumus menghitung berat jenis agregat halus

Perhitungan	Notasi
Berat jenis curah (S_d)	$\frac{A}{(B + S - C)}$
Berat jenis jenuh kering permukaan (S_s)	$\frac{S}{(B + S - C)}$
Berat jenis semu (S_a)	$\frac{A}{(B + A - C)}$
Penyerapan air (S_w)	$\left[\frac{S - A}{A} \right] \times 100\%$

Keterangan:

A = Berat benda uji kering oven (gr)

B = Berat piknometer berisi garam (gr)

C = Berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas pembacaan (gr)

S = Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan (gr)

Alat, bahan, dan cara kerja pengujian mengikuti SNI 1970:2016 dan mengikuti buku panduan praktikum beton program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang berat jenis dan penyerapan agregat halus.

Prosedur percobaan berat jenis agregat halus dan penyerapannya adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan alat dan bahan.
2. Keringkan agregat halus yang jenuh air sampai kondisi kering dengan kondisi contoh tercurah dengan baik (SSD).
3. Masukkan agregat halus ke dalam cetakan kerucut pasir lalu padatkan dengan tongkat pemadat dengan cara memukul sisi dari cetakan sebanyak 25 kali.
4. Masukkan air ke dalam piknometer sampai penuh lalu timbang dan catat hasilnya.
5. Buanglah air dari piknometer.
6. Masukkan contoh agregat ke dalam piknometer lalu isilah piknometer dengan air sampai penuh.
7. Goyangkan piknometer sampai gelembung udara keluar.
8. Tambahkan air sampai setengah lalu panaskan piknometer dengan spiritus ± 15 menit dan 5 menit dipanaskan setelah itu diguncang selama 1 menit. Lakukan sampai 3 kali.
9. Rendamlah piknometer ke dalam ember berisi air selama ± 24 jam.
10. Setelah direndam maka angkat piknometer dan timbang beratnya.

3.6.4 Berat Jenis Agregat Kasar dan Penyerapannya

Berat jenis suatu agregat merupakan perbandingan antara nilai massa dan volume dari bahan yang diuji. Sedangkan penyerapan merupakan tingkat atau kemampuan suatu bahan untuk menyerap air. Pengujian ini dilakukan untuk menentukan berat jenis jenuh kering permukaan (*Saturated Surface Dry*), berat jenis semu (*Apparent*), berat jenis kering oven (*Bulk*), persentase penyerapan air dari bahan pasir dan abu batu yang akan digunakan sebagai bahan campuran beton.

Untuk menghitung berat jenis agregat halus dapat digunakan rumus sebagai berikut.

Tabel 3.3: Rumus menghitung berat jenis agregat kasar

Perhitungan	Notasi
Berat jenis curah (S_d)	$\frac{A}{(B - C)}$
Berat jenis jenuh kering permukaan (S_s)	$\frac{B}{(B - C)}$
Berat jenis semu (S_a)	$\frac{A}{(A - C)}$
Penyerapan air (S_w)	$\left[\frac{B}{B - A} \right] \times 100\%$

Keterangan:

A = Berat benda uji kering oven (gr)

B = Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan di udara (gr)

C = Berat benda uji dalam air (gr)

Alat, bahan, dan cara kerja pengujian mengikuti SNI 1969:2016 dan mengikuti buku panduan praktikum beton program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang berat jenis dan penyerapan agregat kasar.

Prosedur percobaan berat jenis agregat kasar dan penyerapannya adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan alat dan bahan.
2. Keringkan agregat halus yang jenuh air sampai kondisi kering dengan kondisi contoh tercurah dengan baik (SSD).
3. Masukkan agregat halus ke dalam cetakan kerucut pasir lalu padatkan dengan tongkat pemadat dengan cara memukul sisi dari cetakan sebanyak 25 kali.
4. Masukkan air ke dalam piknometer sampai penuh lalu timbang dan catat hasilnya.
5. Buanglah air dari piknometer.
6. Masukkan contoh agregat ke dalam piknometer lalu isilah piknometer dengan air sampai penuh.
7. Goyangkan piknometer sampai gelembung udara keluar.

8. Tambahkan air sampai setengah lalu panaskan piknometer dengan spiritus ± 15 menit dan 5 menit dipanaskan setelah itu diguncang selama 1 menit. Lakukan sampai 3 kali.
9. Rendamlah piknometer ke dalam ember berisi air selama ± 24 jam.
10. Setelah direndam maka angkat piknometer dan timbang beratnya

3.6.5 Berat Isi Agregat

Berat isi disebut juga dengan berat satuan agregat adalah rasio antara berat agregat dan volume. Berat isi agregat diperlukan dalam perhitungan campuran beton, apabila jumlah bahan ditakan dengan ukuran volume. Besar kecilnya berat agregat tergantung pada berat butiran agregat maka semakin besar pula berat isi agregat dan sebaliknya. Karena berat isi agregat berbanding lurus dengan berat butir agregat sedangkan semakin besar volume agregat maka semakin kecil berat isi agregat karena berat isi agregat berbanding terbalik dengan besarnya volume agregat.

Berat volume agregat ditinjau dalam dua keadaan yaitu berat volume gembur dan berat volume padat. Berat volume gembur merupakan perbandingan berat agregat dengan volume sedangkan berat volume padat adalah perbandingan berat agregat dalam keadaan padat dengan volume. Perhitungan berat isi agregat dapat dihitung dengan rumus di bawah ini.

$$\text{Berat isi} = \frac{W_3}{V} \quad (3.2)$$

Dimana :

W_3 = Berat contoh ($W_3 = W_1 - W_2$) (gr)

W_2 = Berat wadah (gr)

W_1 = Berat contoh dan wadah (gr)

V = Volume wadah (cm^3)

Alat, bahan, dan cara kerja pengujian mengikuti SNI 1973:2008 dan mengikuti buku panduan praktikum beton program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang berat jenis dan penyerapan agregat kasar.

Prosedur percobaan berat isi agregat adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan alat dan bahan.
2. Menimbang dan mencatat berat wadah.
3. Mengukur tinggi dan berat wadah.
4. Mencari volume wadah.
5. Mengisi wadah dengan agregat setinggi 1/3 dari wadah kemudian merojoknya 25 kali lalu isi 1/3 lagi dan merojoknya 25 kali kemudian isi penuh wadah.
6. Meratakan permukaan benda uji dengan mistar perata.
7. Menimbang dan mencatat berat wadah beserta isi.
8. Menghitung berat isi.

3.6.6 Kadar Lumpur Agregat

Pemeriksaan kadar lumpur agregat dilakukan dengan tujuan untuk menentukan persentase kadar lumpur yang terkandung dalam agregat. Kandungan lumpur yang berlebihan akan mengakibatkan ikatan agregat dengan semen akan rapuh sehingga kuat tekan beton tidak akan diperoleh.

Alat, bahan, dan cara kerja pengujian mengikuti SNI 03-4141, 1996 dan mengikuti buku panduan praktikum beton program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang kadar lumpur agregat.

Prosedur percobaan kadar lumpur agregat adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan alat dan bahan.
2. Mengambil contoh bahan sampel agregat kasar dan agregat halus.
3. Menyaring benda uji dengan saringan.
4. Menimbang benda uji.
5. Mencuci contoh bahan dengan air bersih lalu jemur hingga berat konstan. Kemudian menimbang kembali.
6. Mengayak agregat halus dan agregat kasar.
7. Menyiapkan bahan.
8. Memindahkan contoh bahan ke dalam wadah kemudian memasukkannya ke dalam oven dengan suhu $100 \pm 5^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam.
9. Menimbang berat contoh sesudah di oven.

10. Mencatat berat.

3.7 Serbuk Kayu

Berikut prosedur untuk menggunakan serbuk kayu jati sebagai campuran beton:

1. Keringkan serbuk kayu di bawah sinar matahari selama 2 hari.
2. Campurkan serbuk kayu dengan pasir hingga merata.
3. Tambahkan semen ke dalam campuran serbuk kayu dan pasir.
4. Tambahkan air ke dalam campuran semen, pasir, dan serbuk kayu hingga merata.
5. Lakukan pengujian *slump* untuk mengetahui tingkat *workability* adukan beton.
6. Buat benda uji.

3.8 Mix Design

Mix design dapat didefinisikan sebagai proses merancang dan memilih bahan yang cocok dan menentukan proporsi 26u acara dengan tujuan memproduksi beton dengan kekuatan tertentu, daya tahan dan seekonomis mungkin.

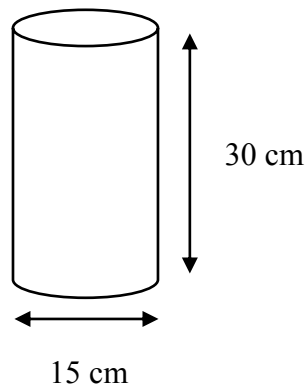
Alat, bahan, dan cara kerja pengujian mengikuti SNI 7656:2012 dan mengikuti buku panduan praktikum beton program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang *mix design*.

3.9 Pembuatan Benda Uji

Benda uji yang dipakai berupa silinder dengan ukuran 15 x 30 cm sebanyak 15 buah sebagai berikut.

- a. Beton normal, dengan umur beton 28 hari. Terdapat 3 buah benda uji untuk diambil nilai rata-ratanya.
- b. Beton dengan campuran serbuk kayu sebesar 10% dan *Viscocrete 8670 MN* sebesar 0,8%, dengan umur beton 28 hari. Terdapat 3 buah benda uji untuk diambil nilai rata-ratanya.

- c. Beton dengan campuran serbuk kayu sebesar 20% dan *Viscocrete 8670 MN* sebesar 0,8%, dengan umur beton 28 hari. Terdapat 3 buah benda uji untuk diambil nilai rata-ratanya.
- d. Beton dengan campuran serbuk kayu sebesar 30% dan *Viscocrete 8670 MN* sebesar 0,8%, dengan umur beton 28 hari. Terdapat 3 buah benda uji untuk diambil nilai rata-ratanya.
- e. Beton dengan campuran serbuk kau sebesar 10% dengan umur beton 28 hari. Terdapat 3 buah benda uji untuk diambil nilai rata-ratanya.



Gambar 3.2: Benda Uji Silinder

3.10 *Slump Test*

Slump test merupakan uji yang digunakan untuk menentukan konsistensi dari campuran beton untuk menentukan konsistensi atau tingkat *workability*. Kekuatan dalam campuran beton menunjukkan berapa banyak air yang digunakan. Maka dari itu *slump test* ini akan menunjukkan apakah campuran beton tersebut kekurangan, kelebihan ataupun kecukupan air.

Dalam suatu adukan atau campuran beton, kadar air sangat diperhatikan karena akan menentukan tingkat *workability*. Campuran beton yang terlalu cair akan menyebabkan mutu beton yang rendah dan akan lama mengeringnya.

Bentuk *slump* akan berbeda sesuai kadar airnya yaitu sebagai berikut.

1. *Collapse* atau runtuh

Keadaan ini disebabkan karena kandungan airnya terlalu banyak sehingga campuran beton dalam cetakan mengalami *collapse*.

2. *True* atau benar

Pada keadaan ini, bagian atas sebagian tertahan, sebagian runtuh sehingga berbentuk miring.

Alat uji *slump* beton harus berupa cetakan yang terbuat dari bahan logam yang tidak lengket dan tidak bereaksi dengan pasta beton. Ketebalan logam tidak boleh lebih kecil dari 1,5 mm. Cetakan uji *slump* harus berbentuk kerucut terpancang dengan diameter dasar 203 mm, diameter atas 107 mm, tinggi 305 mm.

Penetapan nilai *slump* dilakukan dengan mempertimbangkan faktor-faktor berikut ini.

1. Cara pengangkatan adukan beton
2. Cara penuangan adukan beton
3. Cara pengadukan beton segar
4. Jenis struktur yang dibuat

Alat, bahan, dan cara kerja pengujian mengikuti SNI 1972:2008 dan mengikuti buku panduan praktikum beton program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang *slump test*.

Prosedur percobaan *slump test* adalah sebagai berikut.

1. Menyiapkan alat dan bahan.
2. Letakkan kerucut abrams di atas papan.
3. Menekan pegangan dasar kerucut dengan kaki dan posisi yang membungkuk.
4. Mengisi kerucut dengan adukan beton sebanyak 1/3 tinggi kerucut, lalu merojoknya dengan batang baja 25 kali di tempat yang berlainan.
5. Mengisi lagi 2/3 tinggi kerucut dan merojoknya 25 kali.
6. Mengisi kerucut dengan adukan beton sampai penuh.
7. Merojoknya 25 kali lalu ratakan permukaannya.
8. Tunggu selama 30 detik kemudian angkat kerucut secara vertical dengan hati-hati sampai adukan beton terlepas.
9. Mengukur tinggi adukan beton dengan penggaris.
10. Selisih tinggi antara adukan beton dengan tinggi kerucut merupakan nilai *slump*.

11. Jika nilai *slump* yang didapat <3-6 cm maka belum memenuhi syarat yang ditetapkan.
12. Ulangi lagi langkah 4-10 jika belum memenuhi syarat.

3.11 Perendaman Benda Uji

Setelah beton dikeluarkan dari cetakan maka dilakukan perawatan benda uji dengan perendaman dalam air sampai uji kuat tekan dilakukan, yaitu pada umur 28 hari.

3.12 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton setelah 28 hari. Pengujian ini menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan ukuran 15 x 30 cm. Jumlah benda uji yang digunakan untuk pengujian kuat tekan ini adalah 12 buah. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Sebelum dilakukan pengujian dibuat catatan benda uji, baik nomor benda uji, tanggal pembuatan benda uji, dan tanggal pengujian.
2. Melapisi permukaan benda uji dengan pelat baja agar permukaan yang ditekan rata dan usahakan benda uji berada dalam keadaan sentris.
3. Jalankan compression testing machine 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

Dalam pengujian agregat ini baik agregat kasar maupun agregat halus, peneliti memperoleh data material diantaranya analisa saringan, berat jenis dan penyerapan, berat isi, kadar air, dan kadar lumpur. Pemeriksaan bahan ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

4.2 Hasil Pemeriksaan Agregat

Pada pemeriksaan agregat baik itu agregat kasar maupun agregat halus dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan mengikuti panduan dari SNI tentang pemeriksaan agregat.

4.3 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

Pada penelitian ini agregat kasar yang digunakan berupa batu pecah yang berasal dari Binjai, Sumatera Utara. Secara umum batu pecah yang berasal dari Binjai ini sudah sesuai kualitasnya untuk digunakan menjadi bahan bangunan. Adapun pemeriksaan yang dilakukan diantaranya analisa saringan, kadar air, berat jenis dan penyerapan, berat isi, dan kadar lumpur.

4.3.1 Analisa Saringan Agregat Kasar

Pelaksanaan pengujian analisa saringan agregat kasar berdasarkan pada (SNI ASTM C 136 2012) tentang analisa saringan agregat kasar. Dari hasil penelitian ini didapat nilai analisa saringan agregat kasar yang ada pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.1: Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar

Saringan mm (inci)	Massa Tertahan (Gram) (a)	Jumlah Tertahan (Gram) (b)	Persentase Kumulatif (%)		Spesifikasi
			Tertahan (c)	Lolos (d)	
76,2 mm (3 inci)					
63,5 mm (2 ½ inci)					
50,8 mm (2 inci)					
36,1 mm (1 ½ inci)					
25,4 mm (1 inci)			0,00	1,00	
19,1 mm (¾ inci)	3848	3848	76,96	23,04	
12,7 mm (½ inci)	1144	4992	76,96	0,16	
9,52 mm (⅜ inci)	6	4998	99,96	0,04	
4,75 mm (No. 4)	-	-	100,00	0,00	
2,36 mm (No. 8)	-	-	100,00	0,00	
1,18 mm (No. 16)	-	-	100,00	0,00	
0,6 mm (No. 30)	-	-	100,00	0,00	
0,3 mm (No. 50)	-	-	100,00	0,00	
0,15 mm (No. 100)	-	-	100,00	0,00	
0,075 mm (No.200)	-	-	100,00	0,00	
Pan	2	5000	100,00	0,00	
Total	5000	-	877	8,77	

Berdasarkan Tabel 4.1 maka diperoleh nilai modulus kehalusan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{FM (Modulus Kehalusan)} &= \frac{\Sigma \text{ Berat tertahan kumulatif}}{100} \\
 &= \frac{877}{100} \\
 &= 8,77
 \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian didapat hasil FM (Modulus Kehalusan) sebesar 8,77%. Nilai ini melebihi batas yang diizinkan pada ASTM C33-97, yaitu 6-7% sehingga gradasi agregat tersebut cenderung kasar.

4.3.2 Kadar Air Agregat Kasar

Pelaksanaan pengujian kadar air berpedoman pada (SNI 1971:2011). Dari hasil penelitian ini didapat nilai kadar air agregat kasar yang ada pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.2: Hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar

	Benda Uji ke 1	Benda Uji ke 2
Massa wadah + benda uji	3495	3795
Massa wadah	495	483
Massa benda uji (W_1)	3000	3312
Massa wadah + benda uji	3488	3782
Massa wadah	495	483
Massa benda uji Kering Oven (W_2)	2993	3299
Kadar air total (P) $\frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\%$	0,2	0,4
Kadar air total (P) rata-rata	0,31	

Pengujian ini dilakukan sebanyak dua kali dengan pengujian pertama didapatkan hasil sebesar 0,2% sedangkan pengujian kedua didapatkan hasil sebesar 0,4%. Maka hasil kadar air rata-rata yang didapat adalah sebesar 0,31%.

4.3.3 Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar

Pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar berpedoman pada (SNI 1969:2016). Dari hasil penelitian ini didapat nilai berat jenis dan penyerapan agregat kasar yang ada pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.3: Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar

Pengujian	Notasi	I	II	Satuan
Berat benda uji kering oven	A	3877	3967	Gram
Berat benda uji Kering permukaan di udara	B	3888	3976	Gram
Berat benda uji di dalam air	C	2140	2210	Gram

Perhitungan	Persamaan	I	II	Rata-rata
Berat jenis curah (S_d)	$\frac{A}{B-C}$	2,22	2,25	2,23
Berat jenis jenuh kering permukaan (S_s)	$\frac{B}{B-C}$	2,22	2,25	2,24
Berat jenis semu (S_a)	$\frac{A}{A-C}$	2,23	2,26	2,24
Penyerapan air (S_w)	$\frac{B-A}{A} \times 100\%$	0,28	0,23	0,26

Pengujian ini dilakukan sebanyak dua kali dengan pengujian pertama didapatkan sebesar 2,22 gr/cm³ sedangkan pengujian kedua didapatkan sebesar 2,25 gr/cm³, maka rata-rata berat jenis jenuh kering permukaan (S_s) sebesar 2,24 gr/cm³. Penyerapan air untuk pengujian pertama didapatkan sebesar 0,28% sedangkan pengujian kedua sebesar 0,23%, sehingga didapat penyerapan air (S_w) rata-rata adalah 0,26%.

4.3.4 Berat Isi Agregat Kasar

Pelaksanaan pengujian berat isi agregat kasar berpedoman pada (SNI 03-4804 1998). Cara pengujian berat isi agregat kasar terbagi menjadi 3 yaitu dengan cara lepas, cara tusuk, dan cara penggoyangan. Dari hasil penelitian ini didapat nilai berat isi agregat kasar yang ada pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.4: Hasil pemeriksaan berat isi agregat kasar

Agregat Kasar	Notasi	Lepas	Rojok	Goyang	Satuan
Berat wadah + isi	1	5963	6567	6373	Gram
Berat wadah	2	1764	1764	1764	Gram
Volume wadah	3	3315,84	3315,84	3315,84	Cm ³

Perhitungan	Persamaan	Lepas	Rojok	Goyang	Satuan
Berat contoh (4)	1-2	4199	4803	4609	Gram
Berat isi	4/3	1,27	1,45	1,39	Gram/cm ³
Rata-rata berat isi		1,37			Gram/cm ³
		1368,28			Kg/m ³

Pengujian dilakukan dengan tiga cara yaitu cara lepas didapat berat isi sebesar $1,27 \text{ gr/cm}^3$, cara rojok sebesar $1,45 \text{ gr/cm}^3$, dan cara goyang sebesar $1,39 \text{ gr/cm}^3$. Maka rata-rata berat isi agregat kasar sebesar $1,37 \text{ gr/cm}^3$.

4.3.5 Kadar Lumpur Agregat Kasar

Pelaksanaan pengujian kadar lumpur agregat kasar berpedoman pada (SNI 03-4141-1996). Dari hasil penelitian ini didapat nilai kadar lumpur agregat kasar yang ada pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.5: Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar

Agregat kasar lolos saringan $\frac{3}{4}$ inci	Notasi	I	II	Satuan
Berat wadah + isi	W_1	2994	2997	Gram
Berat wadah	W_2	494	494	Gram
Berat contoh kering + wadah	W_4	2977	2982	Gram

Perhitungan	Persamaan	I	II	Rata-rata
Berat kering contoh awal (W_4)	$W_1 - W_2$	2500	2503	2501,50
Berat kering contoh setelah di cuci (W_5)	$W_4 - W_2$	2483	2488	2485,50
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 (W_6)	$W_3 - W_5$	17	15	16
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200	$\frac{W_6 - W_3}{A} \times 100$	0,68	0,60	0,64

Pengujian dilakukan sebanyak dua kali dengan pengujian pertama hasilnya sebesar 0,68% sedangkan pengujian kedua hasilnya sebesar 0,60%. Maka hasil kadar lumpur rata-rata yang didapatkan adalah sebesar 0,64%.

4.4 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

Pada penelitian ini digunakan agregat halus berupa pasir alam yang berasal dari Binjai, Sumatera Utara. Secara umum kualitas pasir Binjai sudah memenuhi kualitasnya untuk digunakan sebagai bahan bangunan. Adapun pemeriksaan yang dilakukan diantaranya analisa saringan, kadar air, berat jenis dan penyerapan, berat isi, dan kadar lumpur.

4.4.1 Analisa Saringan Agregat Halus

Pelaksanaan pengujian analisa saringan agregat halus ini mengikuti panduan dari (SNI ASTM C 136 2012). Dari hasil penelitian ini didapat nilai analisa saringan agregat halus yang ada pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.6: Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus

Saringan mm (inci)	Massa Tertahan (Gram) (a)	Jumlah Tertahan (Gram) (b)	Persentase Kumulatif (%)		Spesifikasi
			Tertahan (c)	Lolos (d)	
76,2 mm (3 inci)					
63,5 mm (2 ½ inci)					
50,8 mm (2 inci)					
36,1 mm (1 ½ inci)					
25,4 mm (1 inci)					
19,1 mm (¾ inci)					
12,7 mm (½ inci)					
9,52 mm (3/8 inci)			0	100	
4,75 mm (No. 4)	9	9	1,8	98,2	
2,36 mm (No. 8)	20	29	5,8	94,2	
1,18 mm (No. 16)	34	63	12,6	87,4	
0,6 mm (No. 30)	40	103	20,6	79,4	
0,3 mm (No. 50)	385	488	97,6	2,4	
0,15 mm (No. 100)	6	494	98,8	1,2	
0,075 mm (No.200)	4	498	99,6	0,4	
Pan	2	500	100	0	
Total	500	-	237	-	

Berdasarkan Tabel 4.6 maka diperoleh nilai modulus kehalusan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{FM (Modulus Kehalusan)} &= \frac{\Sigma \text{ Berat tertahan kumulatif}}{100} \\
 &= \frac{237}{100} \\
 &= 2,37
 \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian didapat hasil FM (Modulus Kehalusan) sebesar 2,37%. Nilai ini sudah memenuhi persyaratan sesuai dengan ASTM C33-97 yang diizinkan yaitu 2,3% sampai 3,1%.

4.4.2 Kadar Air Agregat Halus

Pelaksanaan pengujian kadar air agregat halus ini mengikuti panduan dari (SNI 1971:2011). Dari hasil penelitian ini didapat nilai kadar air agregat halus yang ada pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.7: Hasil pemeriksaan kadar air agregat halus

	Benda Uji ke 1	Benda Uji ke 2
Massa wadah + benda uji	1876	1978
Massa wadah	495	483
Massa benda uji (W_1)	1381	3312
Massa wadah + benda uji	1801	1894
Massa wadah	495	483
Massa benda uji Kering Oven (W_2)	1306	1411
Kadar air total (P) $\frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\%$	5,74	5,95
Kadar air total (P) rata-rata	5,85	

Pengujian dilakukan sebanyak dua kali dengan pengujian pertama hasilnya sebesar 5,74% sedangkan pengujian kedua hasilnya sebesar 5,95%. Maka hasil kadar air rata-rata yang didapat adalah sebesar 5,85%.

4.4.3 Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus

Pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus berpedoman pada (SNI 1970:2008). Dari hasil penelitian ini didapat nilai berat jenis dan penyerapan agregat halus yang ada pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.8: Hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus

Pengujian	Notasi	I	II	Satuan
Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan	S	500	500	Gram
Berat benda uji kering oven	A	488	491	Gram
Berat piknometer yang berisi air	B	672	672	Gram
Berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas bacaan	C	1003	1011	Gram

Perhitungan	Persamaan	I	II	Rata-rata
Berat jenis curah (S_d)	$\frac{A}{B+S-C}$	2,89	3,05	2,97
Berat jenis jenuh kering permukaan (S_s)	$\frac{S}{B+S-C}$	2,96	3,11	3,03
Berat jenis semu (S_a)	$\frac{A}{B+A-C}$	3,11	3,23	3,17
Penyerapan air (A_w)	$\frac{S-A}{A} \times 100\%$	2,46	1,83	2,15

Pengujian dilakukan sebanyak dua kali dengan pengujian pertama didapatkan sebesar 2,96 gr/cm³ sedangkan pengujian kedua didapatkan sebesar 3,11 gr/cm³, maka rata-rata berat jenis jenuh kering permukaan (S_s) sebesar 3,03 gr/cm³. Penyerapan air untuk pengujian pertama hasilnya adalah 2,46% sedangkan pengujian kedua adalah 1,83%, sehingga didapatkan rata-rata penyerapan air (S_w) adalah 2,15%.

4.4.4 Berat Isi Agregat Halus

Pelaksanaan pengujian berat isi agregat halus ini mengacu pada (SNI 1973:2008). Dari hasil penelitian ini maka didapat nilai berat isi agregat halus seperti yang ada pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.9: Hasil pemeriksaan berat isi agregat halus

Agregat Kasar	Notasi	Lepas	Rojok	Goyang	Satuan
Berat wadah + isi	1	5050	5301	6187	Gram
Berat wadah	2	1764	1764	1764	Gram
Volume wadah	3	3315,84	3315,84	3315,84	Cm ³

Perhitungan	Persamaan	Lepas	Rojok	Goyang	Satuan
Berat contoh (4)	1-2	3286	3537	4423	Gram
Berat isi	3/4	0,99	1,07	1,33	Gram/cm ³
Rata-rata berat isi	1,13				Gram/cm ³
	1130,53				Kg/m ³

Pengujian dilakukan dengan tiga cara yaitu cara lepas didapat berat isi sebesar $0,99 \text{ gr/cm}^3$, cara rojok sebesar $1,07 \text{ gr/cm}^3$, dan cara goyang sebesar $1,33 \text{ gr/cm}^3$. Maka rata-rata berat isi agregat halus sebesar $1,13 \text{ gr/cm}^3$.

4.4.5 Kadar Lumpur Agregat Halus

Pelaksanaan pengujian kadar lumpur agregat halus berpedoman pada (SNI 03-4141-1996). Dari hasil penelitian ini didapat nilai kadar lumpur agregat halus yang ada pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.10: Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat halus

Agregat kasar lolos saringan $\frac{3}{4}$ inci	Notasi	I	II	Satuan
Berat wadah + isi	W_1	1980	2468	Gram
Berat wadah	W_2	434	434	Gram
Berat contoh kering + wadah	W_4	1943	2421	Gram

Perhitungan	Persamaan	I	II	Rata-rata
Berat kering contoh awal (W_4)	$W_1 - W_2$	1546	2034	1790
Berat kering contoh setelah di cuci (W_5)	$W_4 - W_2$	1509	1987	1748
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 (W_6)	$W_3 - W_5$	37	47	42
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200	$\frac{W_6 - W_3}{A} \times 100\%$	2,39	2,31	2,35

Pengujian dilakukan sebanyak dua kali dengan pengujian pertama hasilnya sebesar 2,39% sedangkan pengujian kedua hasilnya sebesar 2,31%. Maka hasil kadar lumpur rata-rata yang didapatkan adalah sebesar 2,35%.

4.5 Perencanaan Campuran Beton

Setelah pengujian agregat kasar dan agregat halus sudah selesai dilakukan, maka langkah selanjutnya adalah gunakan data-data yang telah didapat untuk perencanaan campuran beton. Adapun data-data yang akan digunakan dapat dilihat pada tabel 4.11 di bawah ini.

Tabel 4.11: Data-data yang akan digunakan

Data Pengujian	Nilai
Mutu beton rencana	20 Mpa
Berat kering oven agregat kasar	1232 kg/cm ³
Berat jenis semen tanpa tambahan udara	3,15
Modulus kehalusan agregat halus	2,37
Berat jenis (ssd) agregat halus	3,03 gr/cm ³
Berat jenis (ssd) agregat kasar	2,24 gr/cm ³
Penyerapan air agregat halus	2,15%
Penyerapan air agregat kasar	0,26%

Banyaknya masing-masing bahan per m³ beton dihitung sebagai berikut:

1. *Slump* yang disyaratkan adalah 75 mm – 100 mm.
2. Agregat yang digunakan memiliki ukuran nominal maksimum 19 mm.
3. Beton yang dibuat adalah beton tanpa tambahan udara, karena beton tidak akan terkena pemaparan tingkat berat.

Dari tabel 4.12, banyaknya air pencampuran yang digunakan untuk beton tanpa tambahan udara dengan *slump* 75 mm – 100 mm dan besar butir agregat maksimum yang dipakai 19 mm adalah 205 kg/m³.

Tabel 4.12: Perkiraan kebutuhan air pencampuran dan kadar udara untuk berbagai *slump* dan ukuran nominal agregat maksimum batu pecah.

Air (kg/m ³) untuk ukuran nominal agregat maksimum batu pecah								
<i>Slump</i> (mm)	9,5 (mm)	12,7 (mm)	19 (mm)	25 (mm)	37,5 (mm)	50 (mm)	75 (mm)	150 (mm)
Beton tanpa tambahan udara								
25 – 50	207	199	190	179	166	154	130	113
75 – 100	228	216	205	193	181	169	145	124
150 – 175	243	228	216	202	190	178	160	-
>175*	-	-	-	-	-	-	-	-
Banyak udara dalam beton (%)	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2

Tabel 4.12: *Lanjutan*

Beton dengan tambahan udara								
25 – 50	181	175	168	160	150	142	122	107
75 – 100	202	193	184	175	165	157	133	119
150 – 175	216	205	197	184	174	166	154	-
<u>>175*</u>	-	-	-	-	-	-	-	-
Kadar udara yang disarankan untuk tingkat paparan (%)	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1
Sedang (%)	6	5,5	5	4,5	4,5	4	3,5	3
Berat (%)	7,5	7	6	6	5,5	5	4,5	4

4. Rasio air semen untuk beton dengan kekuatan 20 MPa adalah 0,69 berdasarkan tabel 4.13.

Tabel 4.13: Hubungan antara rasio air semen (w/c) atau rasio air bahan bersifat semen {w/(c+p)} dan kekuatan beton

Kekuatan beton umur 28 hari (Mpa)	Rasio air semen (berat)	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
40	0,42	-
35	0,47	0,39
30	0,54	0,45
25	0,61	0,52
20	0,69	0,60
15	0,79	0,70

5. Dari data yang diperoleh di langkah nomor 3 dan 4, jumlah kadar semen adalah $205 / 0,69 = 297,10$ kg.
6. Jumlah agregat kasar yang diperkirakan menurut tabel 4.14. Untuk agregat halus dengan modulus kehalusannya adalah 2,40 dan agregat kasar dengan

ukuran nominal maksimum 19 mm, memberikan angka sebesar 0,66 m³ untuk setiap m³ beton.

Tabel 4.14: Volume agregat kasar per satuan volume beton

Ukuran nominal agregat maksimum (mm)	Volume agregat kasar kering oven* per satuan volume beton untuk berbagai modulus kehalusan dari agregat halus			
	2,40	2,60	2,80	3
9,5	0,50	0,48	0,46	0,44
12,5	0,59	0,57	0,55	0,53
19	0,66	0,64	0,62	0,60
25	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5	0,75	0,73	0,71	0,69
50	0,78	0,76	0,74	0,72
75	0,82	0,80	0,78	0,76
150	0,87	0,85	0,83	0,81

Dengan demikian berat kering adalah $0,66 \times 1232 = 813,33$ kg.

- Setelah diketahui jumlah air, semen, dan agregat kasar maka bahan lain yang akan digunakan untuk membuat 1 m³ beton adalah agregat halus dan udara yang akan terperangkap. Banyaknya agregat halus dapat ditentukan berdasarkan berat atau volume absolute adalah sebagai berikut.

7.1 Atas dasar massa (berat)

Tabel 4.15: Perkiraan awal berat beton segar

Ukuran nominal maksimum agregat (mm)	Perkiraan awal berat beton (kg/m ³)	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
9,5	2280	2200
12,5	2310	2230
19	2345	2275

Tabel 4.15: *Lanjutan*

Ukuran nominal maksimum agregat (mm)	Perkiraan awal berat beton (kg/m ³)	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
25	2380	2290
37,5	2410	2350
50	2445	2345
75	2490	2405
150	2530	2435

Berdasarkan tabel 4.15, massa 1 m³ beton tanpa tambahan udara yang dibuat dengan agregat berukuran nominal maksimum 19 mm, diperkirakan sebesar 2345 kg. untuk campuran percobaan pertama, pengaturan pasti nilai akibat adanya perbedaan *slump*, faktor semen, dan berat jenis agregat tidaklah begitu penting. Berat (massa) yang sudah diketahui adalah sebagai berikut:

Air (berat bersih)	= 205 kg
Semen	= 297,10 kg
Agregat kasar	= 813,33 kg
Jumlah	= 1315,43 kg
Maka berat (massa) agregat halus	= 2345 – 1315,43 = 1029,57 kg

7.2 Atas dasar volume absolute

Berdasarkan jumlah air, semen, agregat kasar yang ada, dan perkiraan adanya udara terperangkap sebesar 1% diberikan dalam tabel 4.12 (berlawanan dengan udara yang ditambahkan), maka agregat halus dapat dihitung sebagai berikut:

Volume air	= 205 / 1000	= 0,205 m ³
Volume padat semen	= 297,10 / (3,15 x 1000)	= 0,094 m ³
Volume absolute agregat kasar	= 813,33 / (2,24 x 1000)	= 0,363 m ³
Volume udara terperangkap	= 1% x 1	= 0,010 m ³
Jumlah volume padat bahan selain agregat halus	= 0,673 m ³	
Volume agregat halus dibutuhkan	= 1 – 0,673	= 0,327 m ³

Berat agregat halus kering yang

dibutuhkan

$$= 0,327 \times 3,03 \times 1000$$

$$= 992,21 \text{ kg}$$

7.3 Perbandingan berat campuran 1 m³ beton yang dihitung dengan 43u acara perhitungan di atas dapat dilihat pada tabel 4.16.

Tabel 4.16: Perbandingan campuran beton dengan 43u acara

	Berdasarkan perkiraan massa beton (kg)	Berdasarkan volume absolute (kg)
Air (berat bersih)	205	205
Semen	297,10	297,10
Agregat kasar (kering)	813,33	813,33
Agregat halus (kering)	1029,57	992,21

8. Koreksi terhadap kandungan air

Pengujian menunjukkan kadar air sebesar 0,35% pada agregat kasar dan 5,85% pada agregat halus. Jika proporsi campuran percobaan dengan anggapan berat (massa) yang digunakan, maka berat (massa) penyesuaian dari agregat menjadi seperti di bawah ini:

$$\text{Agregat kasar (basah)} = 813,33 \times (1 + 0,0035) = 816,18 \text{ kg}$$

$$\text{Agregat halus (basah)} = 1029,57 \times (1 + 0,0585) = 1089,77 \text{ kg}$$

Air yang diserap tidak menjadi bagian dari air pencampur dan harus dikeluarkan dari penyesuaian dalam air yang ditambahkan. Maka dengan begitu air pada permukaan diberikan dari agregat kasar $(0,35 - 0,26) = 0,09 \%$; dari agregat halus $(5,85 - 2,15) = 3,70 \%$. Maka, kebutuhan perkiraan air yang ditambahkan adalah:

$$205 - (813,33 \times 0,09 \%) - (1029,57 \times 3,70 \%) = 166,12 \text{ kg}$$

Perkiraan berat campuran untuk 1 m³ beton dapat dilihat pada tabel 4.17 di bawah ini.

Tabel 4.17: Hasil perbandingan bahan campuran beton

Semen	Pasir	Batu pecah	Air
297,10	1089,77	816,18	166,12
1	3,67	2,75	0,56

Maka, jumlah yang dibutuhkan adalah $W_c = 2369,17 \text{ kg}$.

4.6 Kebutuhan Beton

Berdasarkan hasil perencanaan campuran beton, maka kebutuhan bahan untuk benda uji silinder sebagai berikut:

Tinggi silinder = 30 cm = 0,3 m

Diameter silinder = 15 cm = 0,15 m

Volume silinder = $\pi r^2 \times t$
 $= 3,14 \times \left(\frac{0,15}{2}\right)^2 \times 0,3$
 $= 0,0053 \text{ m}^3$

Kebutuhan bahan pada setiap variasi untuk 3 benda uji dapat dilihat pada tabel 4.18 di bawah ini.

Tabel 4.18: Kebutuhan bahan berbagai variasi campuran

No.	Kode Benda Uji	Semen + Viscocrete 8670 MN		Agregat Halus		Agregat Kasar (kg)	Air (kg)
		Semen (kg)	Viscocrete 8670 MN	Pasir Sungai (kg)	Serbuk Kayu (kg)		
1	BTN	100%	-	100%	-	100%	100%
		4,7228		17,3233		12,9742	
2	BSKV 10%	100%	0,8%	90%	10%	100%	100%
		4,7228	0,0378	15,5910	1,7323	12,9742	2,6406
3	BSKV 20%	100%	0,8%	80%	20%	100%	100%
		4,7228	0,0378	13,8587	3,4647	12,9742	2,6406
4	BSKV 30%	100%	0,8	70%	30%	100%	100%
		4,7228	0,0378	12,9742	5,1970	12,9742	2,6406

Tabel 4.18: *Lanjutan*

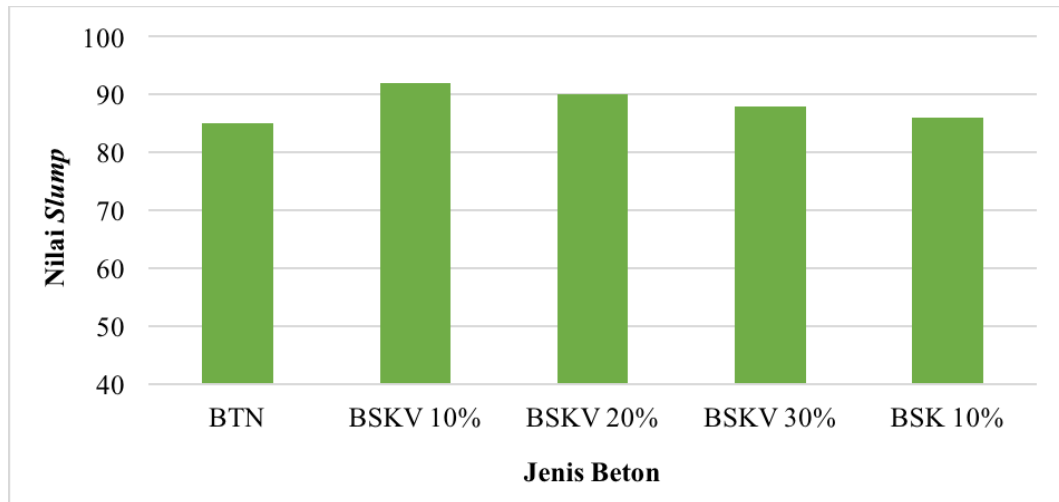
No.	Kode Benda Uji	Semen + Viscocrete 8670 MN		Agregat Halus		Agregat Kasar (kg)	Air (kg)
		Semen (kg)	Viscocrete 8670 MN	Pasir Sungai (kg)	Serbuk Kayu (kg)		
5	BSK	100%	-	90%	10%	100%	100%
	10%	4,7228		15,5910	1,7323	12,9742	2,6406
Total		23,61	0,11	74,49	12,13	64,87	13,20

4.7 Slump Test

Pengujian *slump* dilakukan dengan kerucut *abrams* dengan cara mengisi kerucut *abrams* dengan beton segar sebanyak 3 lapis, tiap lapis kira-kira 1/3 dari isi kerucut pada tiap lapisan dilakukan penusukan/rojokan sebanyak 25 kali, tongkat penusuk harus masuk sampai bagian bawah tiap-tiap lapisan setelah pengisian selesai ratakan permukaan kerucut lalu angkat cetakan dengan jarak 300 mm dalam waktu 5 ± 2 detik tanpa gerakan lateral atau torsional. Selesaikan seluruh pekerjaan pengujian dari awal pengisian hingga pelepasan cetakan tanpa gangguan dalam waktu tidak lebih 2,5 menit, ukur tinggi adukan selisih tinggi kerucut dengan adukan adalah nilai dari *slump*.

Tabel 4.19: *Slump test*

Jenis Beton	Nilai <i>Slump</i> (mm)
BTN	85
BSKV 10%	92
BSKV 20%	90
BSKV 30%	88
BSK 10%	86



Gambar 4.1: Diagram batang nilai *slump*

4.8 Kuat Tekan Beton

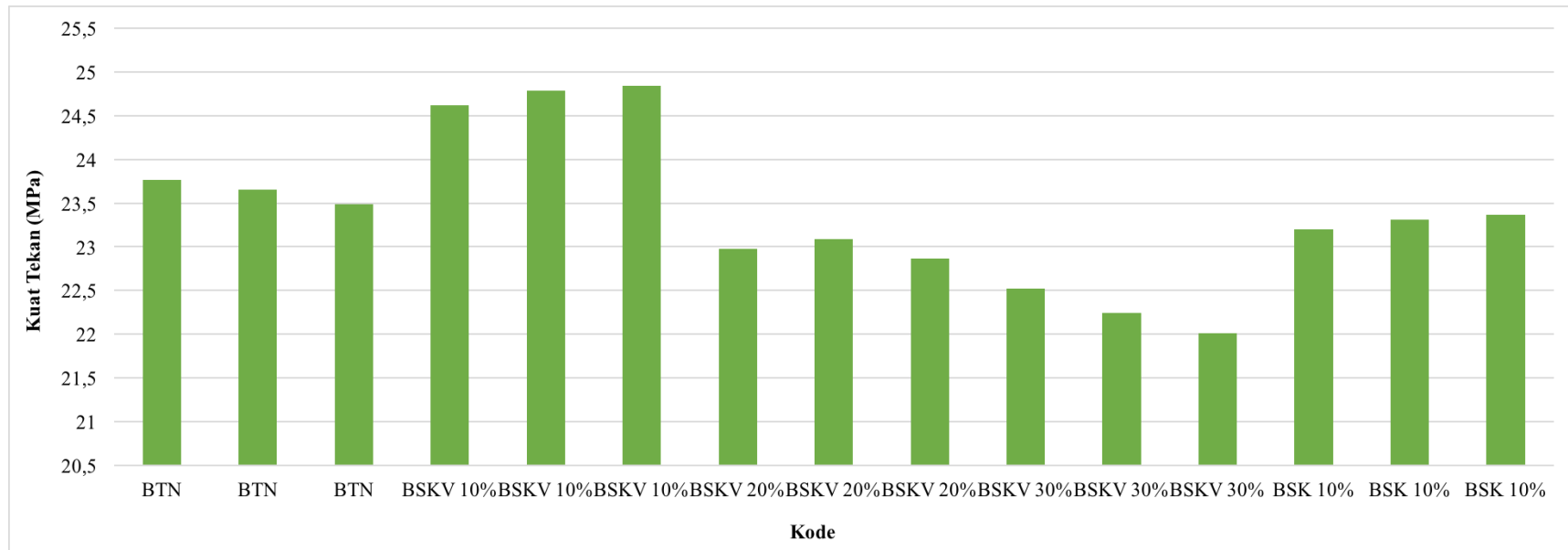
Berikut ini merupakan hasil pengujian kuat tekan beton.

Tabel 4.20: Hasil pengujian kuat tekan beton

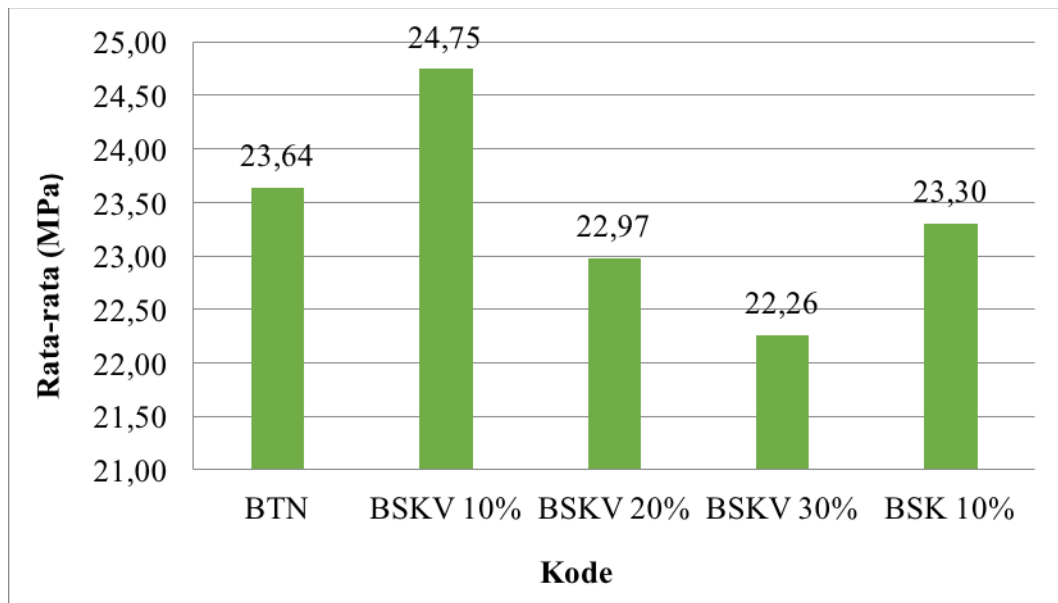
No.	Kode	Umur	Ukuran Benda Uji (mm)		Luas Penampang (A) (mm ²)	Beban (N)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)
			Diameter	Tinggi				
1	BTN 1	28	150	300	17671,46	420000	23,77	23,64
2	BTN 2	28	150	300	17671,46	418000	23,65	
3	BTN 3	28	150	300	17671,46	415000	23,48	
4	BSKV 10%	28	150	300	17671,46	435000	24,62	24,75
5	BSKV 10%	28	150	300	17671,46	438000	24,79	
6	BSKV 10%	28	150	300	17671,46	439000	24,84	
7	BSKV 20%	28	150	300	17671,46	406000	22,97	22,97
8	BSKV 20%	28	150	300	17671,46	408000	23,09	
9	BSKV 20%	28	150	300	17671,46	404000	22,86	
10	BSKV 30%	28	150	300	17671,46	398000	22,52	22,26
11	BSKV 30%	28	150	300	17671,46	393000	22,24	
12	BSKV 30%	28	150	300	17671,46	389000	22,01	

Tabel 4.20: *Lanjutan*

No.	Kode	Umur	Ukuran Benda Uji (mm)		Luas Penampang (A) (mm ²)	Beban (N)	Kuat Tekan (Mpa)	Kuat Tekan Rata-Rata (Mpa)
			Diameter	Tinggi				
13	BSK 10%	28	150	300	17671,46	410000	23,20	
14	BSK 10%	28	150	300	17671,46	412000	23,31	
15	BSK 10%	28	150	300	17671,46	413000	23,37	



Gambar 4.2: Diagram batang kuat tekan



Gambar 4.3: Diagram batang kuat tekan rata-rata

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan rata-rata tertinggi adalah beton variasi BSKV 10% yang mengalami kenaikan sebesar 5% dari beton variasi BTN. Hal ini dikarenakan persentase serbuk kayu yang digunakan hanya 10% dan juga adanya penambahan *Viscocrete* 8670 MN yang dapat meningkatkan kualitas beton. Sedangkan kuat tekan rata-rata terendah dimiliki oleh beton variasi BSKV 30% yang mengalami penurunan sebesar 6% dari beton variasi BTN. Walaupun pada variasi BSKV 30% ini juga ada penambahan *Viscocrete* 8670 MN, akan tetapi persentase serbuk kayu yang digunakan jumlahnya juga bertambah sehingga daya serap air pada beton juga semakin tinggi.

4.9 Perbandingan Kuat Tekan Beton Campuran Terhadap Beton Normal

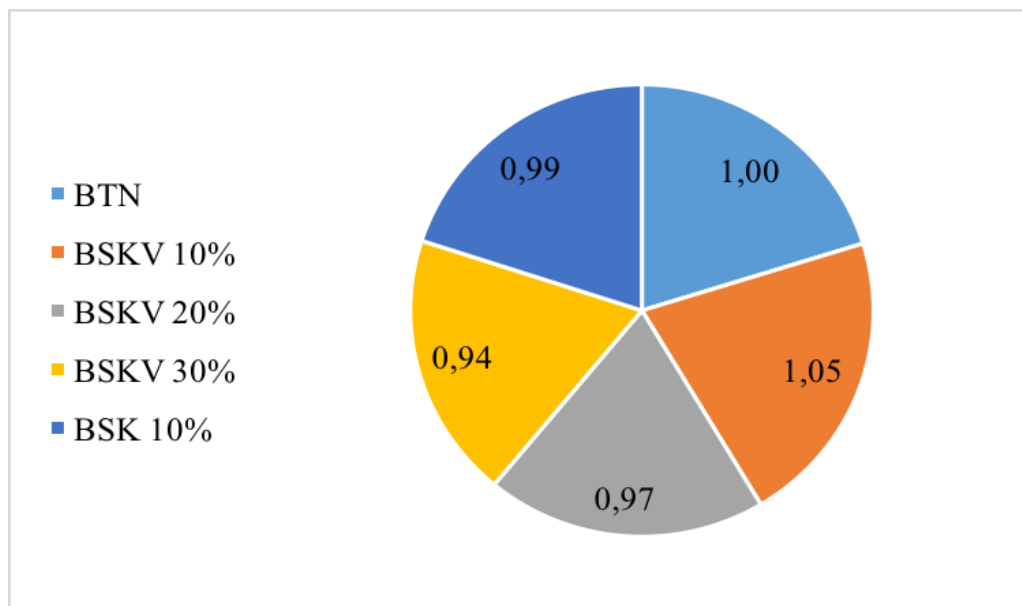
Berikut ini merupakan hasil perbandingan antara kuat tekan beton campuran terhadap beton normal.

Tabel 4.21: Hasil perbandingan kuat tekan beton campuran terhadap beton normal

No.	Kode	Rata-Rata (MPa)	Hasil Perbandingan
1	BTN	23,64	1,00

Tabel 4.21: *Lanjutan*

No.	Kode	Rata-Rata (MPa)	Hasil Perbandingan
2	BSKV 10%	24,75	1,05
3	BSKV 20%	22,97	0,97
4	BSKV 30%	22,26	0,94
5	BSK 10%	23,30	0,99



Gambar 4.4: Grafik lingkaran hasil perbandingan kuat tekan beton campuran terhadap beton normal

Berdasarkan grafik lingkaran di atas maka dapat dilihat hasil perbandingan antara BTN dengan variasi beton serbuk kayu + *Viscocrete* 8670 MN pada variasi BSKV 10% adalah 1:1,05, BSKV 20% adalah 1:0,97, dan BSKV 30% adalah 1:0,94. Sedangkan perbandingan antara BTN dengan variasi beton serbuk kayu tanpa bahan tambah kimia pada variasi BSK 10% adalah 1:0,99.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka didapat kesimpulan sebagai berikut.

1. Pengaruh serbuk kayu jati terhadap kuat tekan beton pada benda uji silinder memiliki nilai yang termasuk rendah. Hal ini disebabkan oleh serbuk kayu jati memiliki sifat daya serap air yang cukup tinggi. Namun jika digunakan penambahan bahan kimia *Viscocrete 8670 MN* bisa menaikkan nilai kuat tekannya seperti yang terlihat pada variasi BSKV 10%. Hal ini dikarenakan *Viscocrete 8670 MN* dapat menaikkan kualitas beton. Akan tetapi seiring dengan ditambahkan persentase serbuk kayu yang digunakan itu dapat menurunkan nilai kuat tekan beton seperti yang terlihat pada variasi BSKV 20% dan BSKV 30%. Hal ini dikarenakan serbuk kayu memiliki daya serap air yang tinggi sehingga jika persentase serbuk kayu yang digunakan semakin banyak maka daya serap air juga semakin tinggi.
2. Hasil perbandingan antara BTN dengan variasi beton serbuk kayu + *Viscocrete 8670 MN* pada variasi BSKV 10% adalah 1:1,05, BSKV 20% adalah 1:0,97, dan BSKV 30% adalah 1:0,94. Sedangkan perbandingan antara BTN dengan variasi beton serbuk kayu tanpa bahan tambah kimia pada variasi BSK 10% adalah 1:0,99.

5.2 Saran

1. Perlu diadakannya penelitian lebih lanjut lagi tentang penggunaan serbuk kayu jati dan *Viscocrete 8670 MN* dengan variasi yang lebih byk lagi agar dapat diketahui sampai dimana batas persentase yang mampu membuat kuat tekan beton mengalami kenaikan dan tidak turun lagi.
2. Perlu diadakannya penelitian lebih lanjut lagi terhadap kuat tekan beton dengan menggunakan bahan kimia yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Amelia, R., Suhendra, S., & Amalia, K. R. (2021). Hubungan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kuat Tekan Beton. *Jurnal Talenta Sipil*, 4(2), 225. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v4i2.79>
- Badan Standarisasi Nasional. 1991. SNI 03-2495-1991. Spesifikasi Bahan Tambah Untuk Beton. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 1996. SNI 03-4141-1996. Kadar Lumpur Agregat. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 1972:2008. Cara Uji *Slump* Beton. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI 1973:2008. Berat Isi Agregat. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. SNI 1971:2011. Cara Uji Kadar Air Total Agregat Dengan Pengeringan. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. SNI 2493:2011. Tata Cara Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji Di Laboratorium. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. SNI ASTM C136:2012. Metode Uji Untuk Analisis Saringan Agregat Halus Dan Agregat Kasar. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. SNI 7656:2012. Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat, dan Beton Massa. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2016. SNI 1969:2016. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2016. SNI 1970:2016. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. SNI-2847-2019. Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Bangun, S. (2022). *Pengaruh Karakteristik Kuat Tekan Beton Menggunakan Serbuk Kayu Pada Campuran Beton*. 11(02), 1–18.

- Budhi Rizky, C., & Saelan, P. (2019). Studi Mengenai Pengaruh Faktor Air-Semen dan Nilai Slump Beton Segar terhadap Permeabilitas Beton. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional Desember*, 5(4), 33–40.
- Dewi, S. U., Jaya, F. H., & Hermala, D. A. (2022). Analisis Pemanfaatan Bahan Limbah Rumah Tangga Sebagai Campuran Beton Mutu Rendah. *Analisi Pemanfaatan Bahan Limbah Rumah Tangga Sebagai Campuran Beton Mutu Rendah*, 12(1), 71–78.
- Diky Juwanda, -Mn. (2021). ASP 15% (1,70 MPa). *Kata Kunci: Serat Bambu*, 1, 1–9.
- Elisabeth, S., Lukar, C., Pandaleke, R., & Wallah, S. (2020). Pengujian Modulus Elastisitas Pada Beton Dengan Menggunakan Tras Sebagai Substitusi Parsial Agregat Halus. *Jurnal Sipil Statik*, 8(1), 33–38. <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jss/article/view/27691/27208>
- Elsa, D. A., Setiawan, A. A., & Subagyo, G. W. (2019). Cangkang Kerang Darah (Anadara granosa) sebagai Subsitusi Agregat Kasar pada Campuran Beton. *Jurnal Rancang Bangun*, 07(02), 55–61.
- Esa, D. A., Setiawan, A. A., & Subagyo, G. W. (2021). *SUBSITUSI AGREGAT KASAR PADA CAMPURAN BETON*. 07.
- Juwanda, D. (2021). *Pengaruh Daya Tarik Beton Akibat Penambahan Superplasticizer Viscocrete 8670-Mn Dan Bahan Tambah Abu Sekam Padi (Studi Penelitian)*. 1, 1–9.
- MASRIL, & PUTRA, H. (2021). Analisa Pengaruh Substitusi Serbuk Kayu Surian Dengan Agregat Halus Terhadap Rencana Kuat Tekan Beton. *Ensiklopedia of Journal*, 3(2), 69–80. <http://jurnal.ensiklopediaku.org>
- Muhammad, & Dewi, P. (2021). Dari Kuat Tekan. *Teknik Sipil*, 1–6.
- Oktaviana, S., Sarie, F., & Hendri, O. (2021). *Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Campuran Abu Ampas Tebu, Semen Portland, dan Abu Terbang Terhadap Kuat Geser dan Daya Dukung Tanah*. 4(8), 67–77.
- Passa, R. M. J., & Safitri, D. (2021). *Waktu Pengikat Semen Portland (Konsistensi Normal) dengan Alat Vicat*. 1(3), 1–13.
- Permatasari, S. (2019). Pengaruh Bahan Tambah Batu Bata Merah Terhadap Kuat Tekan Beton Fc ' 21 Menggunakan Agregat Kasar Pt . Amr Dan Agregat Halus Desa Sunggup Kota Baru. *Jurnal Tapak*, 8(2), 155–161.
- Rantung Dewi, D., Manalip, H., & Sumajouw D. J., M. (2020). *Kuat tekan beton dan tarik belah beton dengan variasi persentase batu apung dan abu sekam padi*. 8(5), 789–794.

- Septianto, F., Anisah, & Dayanti. (2023). *Kajian Literatur Karakteristik Beton Dalam Hal Energi Fraktur. 1*.
- Setiawan, P., Adhy, D. S., & Ahyar, M. R. (2021). Karakteristik Kuat Tekan Campuran Beton dengan tambahan Serat Tembaga dan Serbuk Besi. *Pondasi*, 26(2), 72. <https://doi.org/10.30659/pondasi.v26i2.18638>
- Siswanto, E. (2019). Penambahan Fly Ash Dan Serat Serabut Kelapa Sebagai Bahan Pembuatan Beton. *UKaRsT*, 3(1), 48. <https://doi.org/10.30737/ukarst.v3i1.352>
- Zulkarnain, F. (2021). *Teknologi Beton*, 1-119.
- Zulkarnain, F. (2023). Analysis of The Addition Polypropylene Fibre and 8670 Mn Viscocrete added Material on The Split Tensile Strength and Modulus of Elasticity of Concrete. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(10), 8798–8806. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i10.4808>

LAMPIRAN

LAMPIRAN

Foto Dokumentasi Pada Saat Penelitian



Gambar L.1: Agregat kasar



Gambar L.2: Agregat halus



Gambar L.3: Serbuk kayu jati



Gambar L.4: Semen



Gambar L.5: Proses pembuatan beton



Gambar L.6: Pengujian *slump*



Gambar L.7: Beton segar dimasukkan ke dalam bekisting



Gambar L.8: Benda uji silinder saat perendaman



Gambar L.9: Benda uji silinder akan ditimbang sebelum diuji



Gambar L.10: Pengujian kuat tekan beton

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama Lengkap	: Firman Nugraha
Tempat, Tanggal Lahir	: Banda Aceh, 22 Desember 2001
Jenis Kelamin	: Laki-laki
Agama	: Islam
Alamat	: Jalan Pattimura No.74
Nama Ayah	: Djumaidi
Nama Ibu	: Linda Kasturi
HP	: 081260244874
E-mail	: smandubs12@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa	: 1907210096
Fakultas	: Teknik
Program Studi	: Teknik Sipil
Perguruan Tinggi	: Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi	: Jl. Kapten Muchtar Basri No. 3, Medan, 20238

PENDIDIKAN FORMAL

Tingkat Pendidikan Kelulusan	Nama dan Tempat	Tahun
Sekolah Dasar	SD 29 Banda Aceh	2007-2013
Sekolah Menengah Pertama	Pesantren Tgk. Chiek Oemar Diyan	2013-2016
Sekolah Menengah Atas	SMA Negeri 2 Banda Aceh	2016-2019