

TUGAS AKHIR

ANALISIS SIFAT-SIFAT BETON NORMAL MENGGUNAKAN BAHAN TAMBAH SERAT SABUT KELAPA DAN LIMBAH KONTRUKSI BETON SEBAGAI BAHAN PENGGANTI AGREGAT KASAR SERTA SIKA

VISCROCRETE-8670 MN
(*Studi Penelitian*)

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memenuhi
Penyusunan Skripsi Jenjang S1 Program
Studi Teknik Sipil.

Disusun Oleh :

ACHMAD SYETIAWAN ARDA KOTO
1607210183



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2023**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Achmad Syetiawan Arda Koto
NPM : 1607210183
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Analisa Sifat-sifat Beton Normal Menggunakan Bahan
Tambah Serat Sabut Kelapa Dan Limbah Kontruksi Sebagai
Bahan Pengganti Agregat Kasar Serta Sika *Viscrocete-8670*
MN.
Bidang Ilmu : Struktur

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan di terima 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



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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Achmad Syetiawan Arda Koto
NPM : 1607210183
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : Analisa Sifat-sifat Beton Normal Menggunakan Bahan Tambah Serat Sabut Kelapa Dan Limbah Kontruksi Sebagai Bahan Pengganti Agregat Kasar Serta Sika *Viscocrete-8670 MN*.
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, 12 April 2023

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing



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

Dosen Pembanding I



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

Dosen Pembanding II



Dr. Ade Faisal, PhD

Ketua Prodi Teknik Sipil



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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang Bertanda Tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Achmad Syetiawan Arda Koto
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 15 Desember 1997
NPM : 1607210183
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya bahwa laporan Tugas akhir saya yang berjudul: “Analisa Sifat-sifat Beton Normal Menggunakan Bahan Tambah Serat Sabut Kelapa Dan Limbah Kontruksi Sebagai Bahan Pengganti Agregat Kasar Serta Sika *Viscocrete-8670 MN.*”

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 kesarjanaan saya.

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

Medan, 19 Januari 2023



Saya Yang Menyatakan

Achmad Syetiawan Arda Koto

selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Yang mana telah banyak memberikan saran dan masukkan kepada penulis dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.

6. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Segenap dosen program studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang tidak dapat saya sebut satu-persatu namanya terimakasih sudah memberikan ilmunya kepada penulis.
8. Keluarga besar Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), khususnya teman-teman seperjuangan program studi Teknik sipil Angkatan 2016 yang selalu memberi semangat, motivasi, Serta dukungan buat penulis.
9. Keluarga Besar Himpunan Mahasiswa Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (HMS UMSU) khususnya kawan-kawan 2016 yang selalu memberikan dukungan, motivasi, semangat.

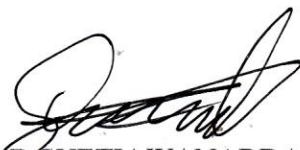
Kepada rekan-rekan kerja di Pekerjaan Umum dan Tata Ruang khususnya Bidang, Pemeliharaan Jalan dan Jembatan yang sudah kasih dukungan, motivasi, dan semangat.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak luput dari berbagai kesalahan dan kekurangan, sehingga penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan penelitian yang akan dilakukan.

Akhir kata, penulis mengharapkan semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca. Kepada Allah SWT, penulis serahkan segalanya demi tercapainya keberhasilan yang sepenuhnya.

Wasalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan Januari 2023
Penulis,



ACHMAD SYETIAWANARDA KOTO
1607210183

ABSTRAK

ANALISA SIFAT-SIFAT BETON NORMAL MENGGUNAKAN BAHAN TAMBAH SERAT SABUT KELAPA DAN LIMBAH KONTRUKSI SEBAGAI BAHAN PENGGANTI AGREGAT KASAR SERTA SIKA *VISCROCRETE-8670 MN*.

(STUDI PENELITIAN)

Achmad Syetiawan Arda Koto
1607210183

Dr. Josef Hadi Pramana, S.T, M.T

Limbah banyak didapat di Indonesia baik limbah dari industri maupun non industri. Dengan semakin menimbunnya limbah akan menimbulkan permasalahan, terutama masalah pencemaran lingkungan. Dari permasalahan ini, perlu diambil solusi bagaimana memanfaatkan limbah-limbah tersebut. Penelitian ini memanfaatkan limbah beton untuk digunakan menjadi beton daur ulang (*Recycled Concrete*). Tujuan dari penelitian ini adalah memanfaatkan limbah beton sebagai agregat kasar (*Pengganti split/kerikil*) pada campuran beton. Di samping itu, dengan menggunakan limbah beton ini akan dianalisis kuat tekan dan kuat tarik beton. Limbah beton yang digunakan dari Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen di Laboratorium Bahan Bangunan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Dalam penelitian ini sabut kelapa digunakan sebagai bahan tambahan pada campuran beton normal. Variasi penambahan sabut kelapa pada beton normal untuk mengetahui nilai kuat tekan, kuat tarik dan nilai absorpsi yang lebih baik serta diharapkan dapat meningkatkan kualitas beton berupa kuat tekan dan kuat tarik. Maka dari itu, dalam penelitian ini penggunaan bahan limbah konstruksi beton sebagai pengganti agregat kasar dan penambahan serat sabut kelapa serta sika *Viscocrete-8670 MN*. Kuat tekan beton normal berkisar antara 28-60 Mpa pada umur beton 28 hari dan kuat tarik beton relatif rendah kira-kira 10%-20% dari kekuatan tekan dan kekakuan tarik pada beton normal. Eksperimen yang di jalankan berupa membuat tiga variasi campuran yaitu 5%, 7%, 10% limbah konstruksi beton sebagai pengganti agregat kasar, dan penambahan serat sabut kelapa sebanyak 0,7% serta sika *Viscocrete-8670 MN* sebanyak 0,8% yaitu 25,1 Mpa dan kuat tarik rata-rata tertinggi terdapat pada campuran variasi beton normal dan sika *viscocrete-8670 MN* yaitu 3,82 Mpa. Dan hasil yang dihasilkan sesuai dengan rencana pada kekuatan beton pada kuat tekan sebesar 25 Mpa dan kuat tarik sebesar 2,5 Mpa.

Kata Kunci : Limbah konstruksi beton, Serat sabut kelapa, Kuat Tekan, Kuat Tarik.

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE PROPERTIES OF NORMAL CONCRETE USING ADDED MATERIALS COCONUT COIR FIBER AND CONSTRUCTION WASTE AS SUBSTITUTES FOR COARSE AGGREGATE AND SIKA *VISCROCRETE*-8670 MN.

(RESEARCH STUDY)

Achmad Sytiawan Arda Koto
160720183
Dr. Josef Hadi Pramana, ST, MT

A lot of waste is found in Indonesia, both industrial and non-industrial waste. With the accumulation of waste will cause problems, especially the problem of environmental pollution. From this problem, it is necessary to find a solution on how to utilize these wastes. This research utilizes concrete waste to be used as recycled concrete. The purpose of this research is to utilize concrete waste as coarse aggregate (replacement for split/gravel) in the concrete mixture. In addition, by using this waste concrete, the compressive strength and tensile strength of concrete will be analyzed. Waste concrete used from Muhammadiyah University of North Sumatra. The method used in this study is an experiment at the Civil Engineering Building Materials Laboratory, University of Muhammadiyah North Sumatra. In this study, coconut husk was used as an additive in normal concrete mixtures. The variation of adding coconut husk to normal concrete is to determine the value of compressive strength, tensile strength and better absorption value and is expected to improve the quality of concrete in the form of compressive strength and tensile strength. Therefore, in this study the use of concrete construction waste materials as a substitute for coarse aggregate and the addition of coconut fiber and Sika Viscrocrete-8670 MN. The compressive strength of normal concrete ranges from 28-60 MPa at the age of 28 days of concrete and the tensile strength of concrete is relatively low, approximately 10%-20% of the compressive strength and tensile strength of normal concrete. The experiment was carried out in the form of making three variations of the mixture, namely 5%, 7%, 10% concrete construction waste as a substitute for coarse aggregate, and the addition of 0, coconut coir fiber. 7% and Sika Viscrocrete-8670 MN as much as 0.8%, which is 25.1 Mpa and the highest average tensile strength is found in a mixture of normal concrete variations and Sika viscocrete-8670 MN which is 3.82 Mpa. And the results are in accordance with the plan on the strength of concrete at a compressive strength of 25 Mpa and a tensile strength of 2.5 Mpa.

Keywords: Concrete construction waste, Coconut fiber, Compressive Strength, Tensile Strength.

KATA PENGANTAR

Assalamua'laikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji syukur kita panjaitkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-NYA kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “ANALISIS SIFAT-SIFAT BETON NORMAL MENGGUNAKAN BAHAN TAMBAH SERAT SABUT KELAPA DAN LIMBAH KONTRUKSI BETON SEBAGAI BAHAN PENGGANTI AGREGAT KASAR SERTA SIKA *VISCROCRETE-8670 MN*

Dimana tugas akhir ini adalah suatu mata kuliah yang harus dilaksanakan oleh Mahasiswa/i Teknik Sipil dan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana program studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera utara.

1. Selama penulisan dan penyelesaian Tugas Akhir ini, dengan segenap hati penulisan mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada sebagai pihak yang telah banyak membantu terutama kepada:
2. Rasa syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Teristimewa untuk kedua orang tua penulis Bapak Alm. Drs. Sudarmo Giatmo, dan Ibu Ardanari Sahfitri, yang telah memberikan kasih sayang dan dukungan yang tidak ternilai kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Bapak Dr. Josef Hadipramana, selaku dosen program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera utara yang telah banyak memeberikan bimbingan dan membantu dalam menyelasaikan tugas akhir ini.
5. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain selaku dosen penguji I dan selaku ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, dan Bapak Dr. Ade Faisal, selaku dosen penguji II dan

selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Yang mana telah banyak memberikan saran dan masukan kepada penulis dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.

6. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, M.T, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Segenap dosen program studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang tidak dapat saya sebut satu-persatu namanya terimakasih sudah memberikan ilmunya kepada penulis.
8. Keluarga besar Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), khususnya teman-teman seperjuangan program studi Teknik sipil Angkatan 2016 yang selalu memberi semangat, motivasi, Serta dukungan buat penulis.
9. Keluarga Besar Himpunan Mahasiswa Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (HMS UMSU) khususnya kawan-kawan 2016 yang selalu memberikan dukungan, motivasi, semangat.

Kepada rekan-rekan kerja di Pekerjaan Umum dan Tata Ruang khususnya Bidang, Pemeliharaan Jalan dan Jembatan yang sudah kasih dukungan, motivasi, dan semangat.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak luput dari berbagai kesalahan dan kekurangan, sehingga penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan penelitian yang akan dilakukan.

Akhir kata, penulis mengharapkan semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca. Kepada Allah SWT, penulis serahkan segalanya demi tercapainya keberhasilan yang sepenuhnya.

Wasalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan Januari 2023
Penulis,

ACHMAD SYETIAWANARDA KOTO
1607210183

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	I
LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	II
HALAMAN PENGESAHAN	III
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	IV
ABSTRAK	V
<i>ABSTRAK</i>	VI
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR NOTASI	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
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. istematika Penulisan	3
BAB 2 LANDASAN TEORI	5
2.1. Umum	5
2.2. Bahan Dasar Beton Normal	5
2.2.1. Semen	6
2.2.2. Agregat Halus	6
2.2.3. Agregat Kasar	6
2.2.4. Air	6
2.2.5. Bahan Tambah	7
2.3. Beton Normal	7

2.4.	Beton Serat	8
2.5.	Limbah Kontruksi Beton	9
2.6.	Serat Sabut Kelapa	9
2.7.	<i>Sika Viscocrete-8670 MN</i>	10
2.7.1.	Karakteristik / Keunggulan	10
2.7.2.	Informasi Teknis	11
2.7.3.	Dosis Yang Direkomendasikan	11
2.7.4.	Kesesuaian	11
2.7.5.	Penggunaan	12
2.8.	Kuat Tekan Beton	12
2.9.	Kuat Tekan Tarik	13
BAB 3 METODE PENELITIAN		
3.1.	Diagram Alir	16
3.2.	Tempat Penelitian	16
3.3.	Instrumen Penelitian	16
3.3.1.	Desain dan Jumlah Benda Uji	16
3.3.2.	Bahan Pembuatan Benda Uji	17
3.3.3.	Alat Pembuatan Benda Uji dan Peralatan	20
3.3.4.	Alat pendukung	21
3.4.	Metode Penelitian	21
3.4.1.	Data Primer	21
3.4.2.	Data Skunder	22
3.5.	Langkah-langkah Pemeriksaan Bahan	22
3.5.1.	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	22
3.5.2.	Analisa Gradasi Agregat Halus	23
3.5.3.	Kadar Lumpur Agregat Halus	23
3.5.4.	Berat Isi Agregat Halus	24
3.5.5.	Kadar Air Agregat Halus	25
3.5.6.	Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar	26
3.5.7.	Analisa Gradasi Agregat Kasar (Batu Pecah)	27
3.5.8.	Berat Isi Agregat Kasar	27
3.5.9.	Kadar Air Agregat Kasar	28

3.5.10. Kadar Lumpur Agregat Kasar	29
3.6. Perencanaan Campuran Beton (Mix Design)	29
3.7. Pemeriksaan Slump Test	34
3.8. Perawatan Benda Uji	34
3.9. Pengujian Kuat Tekan Beton	35
3.10. Pengujian Kuat Tarik Beton	35
3.11. Analisa Data	36
 BAB 4 DATA DAN ANALISA	 37
4.1. Tinjauan Umum	37
4.2. Hasil Pemeriksaan Bahan Penyusun Beton	37
4.3. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus	37
4.3.1. Hasil Pengujian Analis Saringan	37
4.3.2. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air	39
4.3.3. Pengujian Kadar Air	40
4.3.4. Pengujian Berat Isi	41
4.3.5. Pengujian Kadar Lumpur	42
4.4. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar	42
4.4.1. Hasil Pengujian Analisa Saringan	42
4.4.2. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air	45
4.4.3. Pengujian Kadar Air	46
4.4.4. Pengujian Berat Isi	46
4.4.5. Pengujian Kadar Lumpur	47
4.5. Perencanaan Campuran Beton	48
4.5.1. Untuk Benda Uji	55
4.6. Slump Test	59
4.7. Kuat Tarik Beton	60
4.7.1. Kuat Tarik Beton Normal (Saat Pengujian)	61
4.7.2. Kuat Tarik Beton Sika <i>Viscocrete 8670-MN</i> 0,8% dan Limbah Kontruksi Beton 5%, Serat Sabut Kelapa 0,7%	61
4.7.3. Kuat Tarik Beton Sika <i>viscocrete 8670-MN</i> 0,8% dan Limbah Kontruksi Beton 7%, Serat Sabut Kelapa 0,7%	62

4.7.4. Kuat Tarik Beton Sika visocrete 8670-MN 0,8% dan Limbah Kontruksi Beton 10%, Serat Sabut Kelapa 0,7%	63
4.8. Kuat Tekan Beton	66
4.8.1. Kuat Tekan Beton Normal (Saat Pengujian)	67
4.8.2. Kuat Tarik Beton Sika <i>Visocrete 8670-MN</i> 0,8% dan Limbah Kontruksi Beton 5%, Serat Sabut Kelapa 0,7%	67
4.8.3. Kuat Tarik Beton <i>Sika visocrete 8670-MN</i> 0,8% dan Limbah Kontruksi Beton 7%, Serat Sabut Kelapa 0,7%	68
4.8.4. Kuat Tarik Beton Sika visocrete 8670-MN 0,8% dan Limbah Kontruksi Beton 10%, Serat Sabut Kelapa 0,7%	69
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	72
5.1. Kesimpulan	72
5.2. Saran	74
DAFTAR PUSTAKA	75
LAMPIRAN	77
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	92

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	: Penyebab utama Variasi Kekuatan (SNI 28472013,2013).	7
Tabel 3.1	: Komposisi Campuran Benda Uji Dan Kode Benda Uji Kuat Tekan Beton.	16
Tabel 3.2	: Kode Benda Uji Kuat Tarik	17
Tabel 3.3	: Alat Pembuatan Benda Uji.	20
Tabel 3.4	: Alat Pendukung Pembuatan Benda Uji.	21
Tabel 3.5	: Perkiraan kadar air bebas (kg/m ³).	31
Tabel 3.6	: Persyaratan jumlah semen minimum.	32
Tabel 4.1	: Hasil Pengujian Analisa Agregat Halus.	38
Tabel 4.2	: Daerah Gradasi Agregat Halus.	38
Tabel 4.3	: Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus.	39
Tabel 4.4	: Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus.	40
Tabel 4.5	: Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus.	41
Tabel 4.6	: Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus.	42
Tabel 4.7	: Hasil Pengujian Analisa Agregat Kasar.	43
Tabel 4.8	: Batas Gradasi Agregat Kasar.	44
Tabel 4.9	: Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar.	45
Tabel 4.10	: Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar.	46
Tabel 4.11	: Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Kasar.	47
Tabel 4.12	: Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar.	47
Tabel 4.13	: Data-data hasil Penelitian.	48
Tabel 4.14	: Propersi campuran.	52
Tabel 4.15	: Koreksi propersi campuran.	53
Tabel 4.16	: Perhitungan campuran beton (SNI 03-2834-2000).	53
Tabel 4.17	: Lanjutan.	54
Tabel 4.18	: Perbandingan campuran akhir untuk 1 benda uji (m ³).	55
Tabel 4.19	: Perbandingan untuk 1 benda uji dalam satuan kg.	56
Tabel 4.20	: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.	56

Tabel 4.21	: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.	57
Tabel 4.22	: Banyaknya Serat Sabut Kelapa Yang Dibutuhkan Untuk 3 Benda Uji Silinder.	57
Tabel 4.23	: Banyak Limbah Kontruksi Beton Yang Dibutuhkan Untuk 3 Benda Uji	57
Tabel 4.24	: Perbandingan Untuk 15 Benda Uji Dalam Satuan Kg.	59
Tabel 4.25	: Hasil Pengujian Nilai <i>Slump</i> .	59
Tabel 4.26	: Hasil pengujian kuat tarik beton normal.	60
Tabel 4.27	: Hasil pengujian kuat tarik beton dengan limbah kontruksi beton 5% dan serat sabut kelapa 0,7%, sika <i>viscocrete-8670 MN</i> 0,8%.	62
Tabel 4.28	: Hasil pengujian kuat tarik beton dengan limbah kontruksi beton 7% dan serat sabut kelapa 0,7%, sika <i>viscocrete-8670 MN</i> 0,8%.	63
Tabel 4.29	: Hasil pengujian kuat tarik beton dengan limbah kontruksi beton 10% dan serat sabut kelapa 0,7%, sika <i>viscocrete-8670 MN</i> 0,8%.	64
Tabel 4.30	: Hasil pengujian kuat tekan beton normal.	67
Tabel 4.31	: Hasil pengujian kuat tekan beton dengan limbah kontruksi beton 5% dan serat sabut kelapa 0,7%, sika <i>viscocrete-8670 MN</i> 0,8%.	68
Tabel 4.32	: Hasil pengujian kuat tekan beton dengan limbah kontruksi beton 7% dan serat sabut kelapa 0,7%, sika <i>viscocrete-8670 MN</i> 0,8%.	68
Tabel 4.33	: Hasil pengujian kuat tekan beton limbah kontruksi beton 10% dan serat sabut kelapa 0,7%, sika <i>viscocrete-8670 MN</i> 0,8%.	69
Tabel 4.34	: Tabel nilai kuat tekan beton umur 28 hari.	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	: Diagram alir penelitian.	13
Gambar 3.2	: Semen andalas.	16
Gambar 3.3	: Agregat Halus.	17
Gambar 3.4	: Agregat kasar	17
Gambar 3.5	: Air.	18
Gambar 3.6	: Serat sabut kelapa.	18
Gambar 3.7	: Sika <i>Viscocrete-8670 MN</i> .	18
Gambar 3.8	: Limbah kontruksi beton.	19
Gambar 4.1	: Grafik Analisa Agregat Halus.	36
Gambar 4.2	: Grafik Analisa Agregat Kasar.	41
Gambar 4.3	: Hubungan faktor air semen dan kuat tekan beton silinder 15 x 30 cm (Mulyono, 2003).	46
Gambar 4.4	: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm pada fas 0,38 (SNI 03-2834-2000).	48
Gambar 4.5	: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton pada fas 0,38 (SNI 03-2834-2000).	48
Gambar 4.6	: Grafik perbandingan nilai <i>slump</i> .	57
Gambar 4.7	: Beban tekan pada benda uji silinder.	57
Gambar 4.8	: Grafik kuat tarik beton rata-rata umur 28 hari.	61
Gambar 4.9	: Grafik persentase kuat tarik beton terhadap <i>slump test</i> umur 28 hari.	62
Gambar 4.10	: Beban tekan pada benda uji silinder.	63
Gambar 4.11	: Grafik kuat tekan beton rata-rata umur 28 hari.	67
Gambar 4.12	: Grafik persentase kuat tekan beton terhadap <i>slump test</i> umur 28 hari.	68

DAFTAR NOTASI

F_c'	=	kuat tekan	(MPa)
F_{cr}	=	kuat tekan yang ditargetkan	(MPa)
x_i	=	kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji	(MPa)
\bar{x}	=	kuat tekan beton rata-rata	(MPa)
M	=	nilai tambah	(MPa)
W_h	=	perkiraan jumlah air untuk agregat halus	(Kg/m ³)
W_k	=	perkiraan jumlah air untuk agregat kasar	(Kg/m ³)
B	=	jumlah air	(kg/m ³).
C	=	agregat halus	(kg/m ³).
D	=	agregat kasar	(kg/m ³).
C_a	=	Penyerapan agregat halus	(%)
D_a	=	Penyerapan agregat kasar	(%)
C_k	=	Kadar air agregat halus	(%)
D_k	=	Kadar air agregat kasar	(%)
P	=	Beban maksimum beban belah	(N)
L	=	Panjang benda uji silinder	(mm)
D	=	Diameter benda uji silinder	(mm)
s	=	deviasi standar	
n	=	jumlah nilai hasil uji	
A	=	Berat contoh kering permukaan jenuh	
B	=	Berat contoh jenuh	
C	=	Berat contoh SSD kering oven 110OC sampai konstan	
cm	=	Centimeter	
mm	=	Milimeter	
kg	=	Kilogram	
Mpa	=	Megapascal	
M ³	=	Meterkubik	
$\pi r^2 t$	=	Volume silinder	
P	=	Beban	
gr	=	Gram	

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 :	Semen andalas.	77
Lampiran 2 :	Agregat Halus.	77
Lampiran 3 :	Agregat halus.	77
Lampiran 4 :	Air.	78
Lampiran 5 :	Serat sabut kelapa.	78
Lampiran 6 :	Sika <i>Viscocrete-8670 MN</i> .	78
Lampiran 7 :	Limbah kontruksi beton.	79
Lampiran 8 :	Compressing Test Machine (CTM).	79
Lampiran 9 :	Saringan Agregat kasar.	79
Lampiran 10 :	Cetakan Silinder.	80
Lampiran 11 :	Saringan Agregat halus.	80
Lampiran 12 :	Oven.	81
Lampiran 13 :	Alat tulis.	81
Lampiran 14 :	Gelas ukur.	81
Lampiran 15 :	Kerucut abrams.	82
Lampiran 16 :	Mixer beton.	82
Lampiran 17 :	Timbangan.	82
Lampiran 18 :	Tongkat penumbuk.	83
Lampiran 19 :	Bak Perendaman.	83
Lampiran 20 :	Ember.	83
Lampiran 21 :	Plastik.	84
Lampiran 22 :	Sendok Semen.	84
Lampiran 23 :	Penggaris.	85
Lampiran 24 :	Sekop tangan.	85
Lampiran 25 :	Skrap.	86
Lampiran 26 :	Masker.	86
Lampiran 27 :	Sarung Tangan.	87
Lampiran 28 :	Proses Pembuatan Adukan Beton.	87

Lampiran 29 : Proses Pengujian <i>Slump Test</i> .	88
Lampiran 30 : Proses Perojokan Adukan Beton Di Cetakan.	88
Lampiran 31 : Perendaman Benda Uji.	89
Lampiran 32 : Beton normal.	89
Lampiran 33 : Limbah kontruksi beton 5% dan Serat Sabut Kelapa 0,7%.	89
Lampiran 34 : Limbah kontruksi Beton 7% dan Serat Sabut Kelapa 0,7%.	90
Lampiran 35 : Limbah Kontruksi Beton 10% dan Serat Sabut Kelapa 0,7%.	90
Lampiran 36 : Proses Pengujian Kuat Tekan Beton.	90
Lampiran 37 : Proses Pengujian Kuat Tarik Beton.	91

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi bangunan yang sangat penting dan paling dominan digunakan pada struktur bangunan. Tetapi beton ternyata memiliki kelemahan terhadap gaya tarik (Sahrudin, dkk, 2016). Salah satu upaya untuk meningkatkan kuat tarik beton dilakukan penambahan serat, sehingga menjadi suatu bahan komposit yaitu beton dan serat (Sahrudin, dkk, 2016). Beton serat mempunyai keunggulan meningkatkan ketahanan beton terhadap abrasi dan impact, meningkatkan kekuatan tekan, lentur, tarik pohon kelapa sudah sejak lama digunakan sebagai bahan konstruksi oleh masyarakat berbagai daerah di Indonesia (Sahrudin dkk, 2016).

Indonesia saat ini adalah salah satu negara dengan penghasil kelapa terbesar di dunia (Fauzia, dkk, 2019). Kondisi ini sangat menguntungkan bagi Indonesia karena setiap bagian dari kelapa dapat dimanfaatkan dan lebih menguntungkan lagi jika dapat memanfaatkan setiap bagian kelapa tersebut menjadi produk yang tepat guna dan memiliki nilai jual tinggi (Fauzia, dkk, 2019).

Di Indonesia bahkan dunia, upaya untuk terus menginovasikan produk yang ramah lingkungan gencar dilakukan, salah satunya dalam dunia konstruksi pada pembuatan beton (Fauzia, dkk, 2019). Untuk mewujudkan konstruksi yang ramah lingkungan, telah banyak dilakukan eksperimen pembuatan beton dengan menginovasikan material-material wajib penyusunan beton seperti semen sebagai pengikat; air sebagai pelarut semen, agregat sebagai pengisi, dan dengan/tanpa zat aditif untuk memperoleh sifat kimia beton tertentu dengan penambah atau mengganti sebagian persentase material tersebut dengan material dalam pencampuran beton seperti dalam SNI (Fauzia, dkk, 2019). 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 alami sebagai

hasil samping dari buah ataupun tanaman seperti serat sabut kelapa menjadi material tambahan atau pengganti dalam campuran beton (Fauzia, dkk, 2019).

Dalam penelitian ini juga digunakan bahan tambah *Superplasticizer* jenis Sika *Viscocrete-8670 MN*. *Superplasticizer* (Sika *Viscocrete-8670 MN*) adalah bahan campuran untuk beton yang berfungsi ganda yang apabila dicampurkan dengan dosis tertentu dapat mengurangi jumlah pemakaian air dan mempercepat waktu pengerasan, meningkatkan *workability* dan dapat mereduksi kandungan air dalam campuran beton.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana pengaruh bahan pengganti LKB (limbah konstruksi beton) dan penambahan SSK (serat sabut kelapa) sebagai substitusi parsial semen terhadap pengujian slump?
- b. Apakah dengan penambahan SSK (serat sabut kelapa) dan pengganti LKB (limbah konstruksi beton), Sika *Viscocrete 8670- MN* pada campuran beton dapat menaikkan atau menurunkan kuat tarik dan kuat tekan pada beton?

1.3 Ruang Lingkup

Ruang lingkup yang akan dibahas pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

- Agregat halus berupa pasir.
- Semen Portland yang digunakan merupakan jenis semen Portland tipe 1 (PCC). Campuran beton yang digunakan menggunakan mix design dengan $f_c' 25$ Mpa.
- Benda uji kuat tekan dan kuat tarik yang digunakan adalah beton silinder dengan diameter 10 cm dan tinggi 20 cm.
- Menggunakan LKB (limbah konstruksi beton) yang ada disekitaran laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU).
- Pengujian beton dengan menggunakan bahan silinder 28 hari.
- Campuran beton normal SSK (serat sabut kelapa).
- Beton yang di gunakan beton normal.

- LKB (limbah konstruksi beton).
- SSK (serat sabut kelapa).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Untuk mengetahui berapa penambahan campuran SSK (serat sabut kelapa) dan LKB (limbah konstruksi beton) yang menghasilkan kuat tekan dan kuat tarik beton normal.
- b. Untuk mengetahui berapa persen peningkatan kuat tekan dan kuat Tarik beton dengan campuran SSK (serat sabut kelapa) dan LKB (limbah konstruksi beton) dibandingkan dengan beton normal pada umumnya.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini diharapkan masyarakat umum dapat mengetahui fungsi lebih dari serat sabut kelapa dan mengetahui perbandingan kualitas kuat tarik dan kuat tekan beton normal dan beton yang memakai bahan pengganti LKB (limbah konstruksi beton) dan bahan tambah SSK (serat sabut kelapa), Sika *Viscocrete-8670 MN* dengan persentase yang telah ditentukan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut:

BAB 1. PENDAHULUAN

Pendahuluan berisi tentang latar belakang, Tujuan penelitian, Rumus masalah, Batasan masalah, Metode pengambilan data, dan sistematika penulisan yang digunakan.

BAB 2. LANDASAN TEORI

Landasan teori ini berisi pengenalan tentang sifat-sifat beton serta bahan-bahan pembentukannya dan beberapa pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Pada metodologi penelitian dijelaskan hal-hal apa saja yang dilakukan dalam penelitian ini serta Langkah kerjanya.

BAB 4. DATA DAN ANALISA

Dalam bab ini berisikan data desain campuran benda uji dan berisikan data-data yang diperoleh dari hasil pengujian di laboratorium serta Analisa-analisa data.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

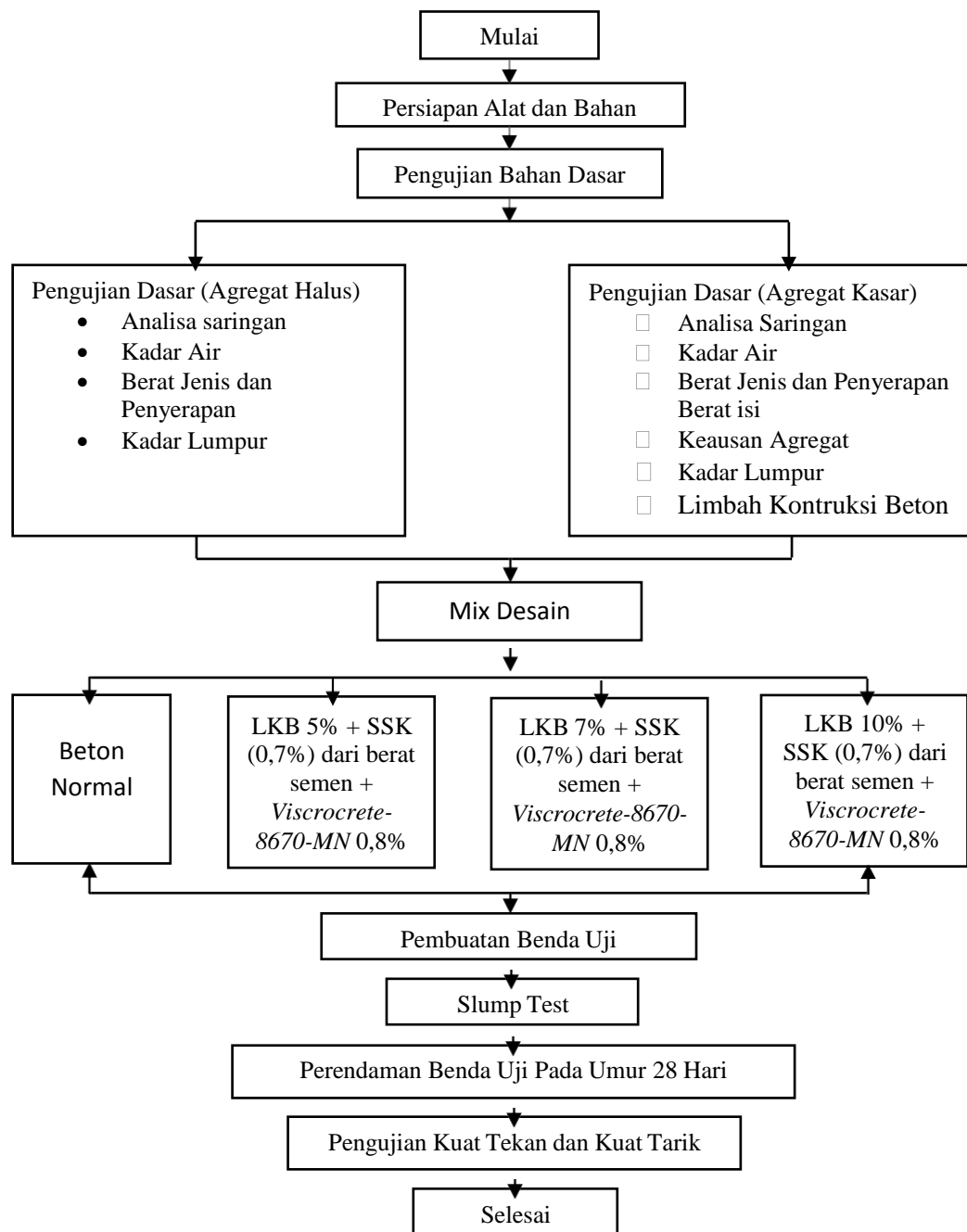
Berisikan kesimpulan dan saran berdasarkan dari hasil pengujian.

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

Langkah-langkah yang akan digunakan pada penelitian ini digambarkan pada diagram alir sebagai berikut:



Gambar 3.1: Diagram Alir Penelitian

Metode penelitian dimana pada proses awal, dilakukan:

1. Persiapan Alat dan Material

Sebelum mulai penelitian, perlu dilakukan proses persiapan alat dan material yang digunakan seperti agregat kasar, agregat halus, semen, air, limbah konstruksi beton, serat sabut kelapa, dan sika *Viscrocete-8670 MN*.

2. Pemeriksaan Alat dan Material

Pemeriksaan alat dan material ini bertujuan untuk memastikan agregat kasar dan agregat halus tidak ada yang kekurangan saat melakukan pengujian.

3. Pengujian Material

Pengujian material yang dilakukan berupa pengujian berat jenis dan penyerapan, kadar air, kadar lumpur, semen, limbah konstruksi beton, serat sabut kelapa, dan sika *Viscrocete-8670 MN* hanya dilakukan pengujian berat jenis dan penyerapan.

4. *Mix Design*

Perlunya merencanakan campuran *mix design* beton ASP dan SSK merupakan hal yang penting sebelum melakukan pelaksanaan pengerjaan beton. Dalam melakukan *mix design* harus menentukan semua proporsi yang akan digunakan.

5. Pembuatan Benda Uji

Tahapan-tahapan pembuatan benda uji sebagai berikut:

- a. Pencampuran bahan-bahan yang akan digunakan untuk pembuatan beton,
- b. melakukan adonan beton.
- c. pengujian *slump test* yang digunakan SNI 03-2834-2000.
- d. meletakkan kedalam cetakan benda uji yaitu silinder.
- e. pembukaan benda uji dari cetakan silinder.

6. Perawatan Benda Uji

Benda uji yang sudah di cetak akan melewati proses perawatan dengan melakukan perendaman beton selama 28 hari.

7. Pengujian kuat tekan

Selanjutnya pada benda uji tekan akan dilakukan pengujian kuat tekan terhadap beton yang telah melalui proses perendaman selama 28 hari.

8. Pengujian Kuat tarik

Selanjutnya pada benda uji tarik akan dilakukan pengujian kuat tekan terhadap beton yang telah melalui proses perendaman selama 28 hari.

9. Analisa Data dan pembahasan

Akan dilakukan pengelola data dari pengujian kuat tekan dan kuat tarik yang telah dilakukan dengan bantuan *Microsoft Excel*, kemudian dilakukan pembahasan terkait hasil pengujian yang diperoleh.

10. Kesimpulan

Setelah dilakukan maka dapat analisa yang sudah dikerjakan secara keseluruhan, maka dapat ditarik kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

3.2 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, jenis penelitian ini adalah penelitian dengan metode eksperimen laboratorium.

3.3 Instrumen Penelitian

3.3.1 Desain Dan Jumlah Benda Uji

- 1) Jenis benda uji silinder ukuran 15 cm x 30 cm.
- 2) Variasi persentase limbah konstruksi beton 5%, 7%, 10%.
- 3) Variasi persentase serat serabut kelapa terhadap semen: 0,7%.
- 4) Persentase bahan kimia *Sika Viscocrete-8670*: 0,8%.

Table 3.1: Komposisi campuran benda uji dan kode benda uji kuat tekan beton.

No	Kode Benda Uji	Limbah konstruksi beton	Agregat Kasar	Agregat Halus	Serat Serabut Kelapa	Sika <i>Viscocrete-8670 MN</i>	Jumlah Sampel
1	BN	0%	100%	100%	0%	0,8%	2
2	BSK	5%	95%	100%	0,7%	0,8%	2
3	BSK	7%	93%	100%	0,7%	0,8%	2
4	BSK	10%	90%	100%	0,7%	0,8%	2
JUMLAH							8

Tabel 3,2: Komposisi campuran benda uji dan kode benda uji kuat tarik beton.

No	Kode Benda Uji	Limbah kontruksi beton	Agregat Kasar	Agregat Halus	Serat Serabut Kelapa	Sika <i>Viscocrete-8670 MN</i>	Jumlah Sempel
1	BN		100%	100%	0%	0,8%	2
2	BSK	5%	95%	100%	0,7%	0,8%	2
3	BSK	7%	93%	100%	0,7%	0,8%	2
4	BSK	10%	90%	100%	0,7%	0,8%	2
JUMLAH							8

Keterangan :

BN :Beton Normal.

BSK :Limbah kontruksi beton 5% Serat Sabut Kelapa 0,7% dan Sika *Viscocrete-8670 MN* 0,8%.

BSK :Limbah kontruksi beton 7% Serat Sabut Kelapa 0,7% dan Sika *Viscocrete-8670 MN* 0,8%.

BSK :Limbah kontruksi beton 10% Serat Sabut Kelapa 0,7% dan Sika *Viscocrete-8670 MN* 0,8%.

3.3.2 Bahan Pembuatan Benda Uji

Pada penelitian ini digunakan bahan dan material untuk pembuatan benda uji sebagai berikut:

a. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen Portland komposit (PCC). Sesuai SNI 03-2834-2000. Semen Portland merupakan semen hidrrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen Portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling Bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa lain (SNI 03-2834-2000).



Gambar 3.2 : Semen andalas

b. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang diperoleh dari binjai. Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butiran sebesar 5 mm. Dalam pemilihan agregat halus benar-benar memenuhi persyaratan yang telah ditentukan. Karena sangat menentukan dalam hal kemudahan pengerjaan (*workability*), kekuatan (*strength*) dan tingkatan keawetan (*durability*) dari beton yang dihasilkan. Pasir sebagai bahan pembentukan beton Bersama semen dan air, berfungsi mengikat agregat kasar menjadi satu kesatuan yang kuat dan padan (SNI 03-2834-2000).



Gambar 3.3 : Agregat halus

c. Agregat kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah konstruksi beton yang di ambil di laboratorium Teknik sipil universitas muhammadiyah sumatera utara. Agregat kasar adalah krikil sebagai hasil disintegrasi alami dari limbah konstruksi beton yang di peroleh di laboratorium Teknik sipil dan mempunyai ukuran butir antara 5mm-40mm. sifat dari agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton kerasa dan daya tahanya terhadap disintegrasi beton, cuaca dan efek-efek perusak lainnya. Agregat kasar mineral ini harus bersih dari bahan-bahan organic dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan semen.



Gambar 3.4 : Agregat kasar

d. Air

Air yang digunakan berasal dari laboratorium beton Teknik sipil universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Air diambil pada pembuatan beton agar terjadi reaksi kimiawi dengan semen yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan, untuk membasahi agregat dan untuk melumas butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan.



Gambar 3.5 : Air

e. Serat Sabut Kelapa

Serat sabut kelapa bisa di jumpain di tengah hutan dan di penjual-penjual kelapa yang ada di pinggir jalan.



Gambar 3.6 : Serat sabut kelapa

f. Bahan Admixture

Bahan admixture yang digunakan Sika *Viscocrete-8670 MN* yang diproduksi oleh P.T sika.



Gambar 3.7 : Sika *Viscocrete-8670 MN*

g. Limbah konstruksi beton

Diperoleh dari sekitaran Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), diambil dengan cara acak.



Gambar 3.8 : Limbah konstruksi beton

3.3.3 Alat Pembuatan Benda Uji dan Peralatan

Alat-alat yang digunakan di dalam penelitian dapat dilihat pada tabel 3.3.

Tabel 3.3: Alat pembuatan benda uji.

No	Nama Alat	Kegunaan
1	Compressing Test Machine (CTM)	Menguji kuat tekan beton dan menguji kuat tarik beton
2	Saringan Agregat Kasar	Memisahkan agregat kasar sesuai ukuran
3	Saringan Agregat Halus	Memisahkan agregat halus sesuai ukuran
4	Cetakan Silinder	Mencetak benda uji
5	Oven	Mengeringkan agregat kasar dan halus
6	Gelas Ukuran	Mengukur takaran air dan superplasticizer

Tabel 3.3 : Lanjutan		
7	Kerucut Abrams	Untuk menguji slump
8	Mixer Beton	Untuk membuat campuran atau adonan beton

3.3.4 Alat Pendukung

Pada penelitian ini digunakan alat-alat pendukung untuk pengujian yang dapat dilihat pada tabel 3.4 berikut:

Tabel 3.4: Alat pendukung pembuatan benda uji.

No	Nama Alat	Kegunaan
1	Alat Tulis	Menulis atau menandai benda uji
2	Ember	Wadah agregat
3	Plastik	Wadah agregat dan serat sabut kelabayang sudah selesai uji saringan
4	Sendok Semen	Meratakan campuran beton saat dimasukkan kedalam cetakan
5	Penggaris	Mengukur slump
6	Sekop	Mengaduk dan memasukkan agregat kedalam cetakan
7	Skrap	Meratakan campuran beton
8	Masker	Melindungi pernapasan dari debu
9	Sarung Tangan	Melindungi kulit

3.4. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan adalah jenis metode eksperimen di laboratorium, dengan data-data pendukung untuk menyelesaikan tugas akhir ini diperoleh dari:

3.4.1. Data Primer

Data Primer ini adalah data yang diperoleh dari hasil pemeriksa dan pengujian yang dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, seperti:

- a. Analisa Saringan.
- b. Berat Jenis dan Penyerapan.
- c. Pemeriksaan Berat Isi Agregat.
- d. Pemeriksaan Kadar Air.

- e. Kadar Lumpur.
- f. *Mix Design*.
- g. *Slump Test*.
- h. *Curing* (Perawatan).
- i. Uji Kuat Tekan Beton.
- j. Uji Kuat Tarik Beton.

3.4.2. Data Sekunder

Data Sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku dan jurnal yang berhubungan dengan Teknik beton dan konsultasi langsung dengan dosen pembimbing di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Data teknis yang dipergunakan yaitu:

1. Peraturan SNI 03-2834-200 tentang tata cara pembuatan rencana beton normal.
2. Peraturan SNI 1974:2011 tentang metode uji kekuatan tekan beton silinder.
3. Peraturan SNI 03-2491-2002 tentang metode pengujian kuat tarik belah beton.

3.5 Langkah-langkah Pemeriksaan Bahan

3.5.1 Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus

Prosedur Pengujian:

1. Pertama-tama benda uji dicuci untuk menghilangkan lumpur atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan.
2. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu 105°C sampai berat tetap.
3. Keluarkan benda uji dari oven, lalu benda uji didinginkan pada suhu kamar selama 1-3 jam.
4. Kemudian benda uji ditimbang ketelitian 0,5 gr (BK). Selanjutnya rendam benda uji dalam air pada suhu kamar sekitar 24±4 jam.
5. Setelah direndam, benda uji dikeluarkan dari air, lalu dilap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang (jenuh permukaan kering/SSD). Untuk butir yang besar pengeringan harus satu persatu.

6. Kemudian timbangan benda uji dalam keadaan jenuh.
7. Benda uji diletakkan didalam keranjang, lalu digunakan untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya didalam air (Ba). Suhu air diukur untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar 25°C.

Perhitungan:

- a. Berat jenis (*Bulk Specific Gravity*)= $\frac{Bk}{Bssd-Ba}$
- b. Berat jenis kering permukaan jenuh (*Saturated Surface Dry*) = $\frac{Bssd}{Bssd-Ba}$
- c. Berat jenis semu (*Apparent Surface Dry*) = $\frac{Bk}{BK-Ba}$
- d. Penyerapan Air (*Absorption*) = $\frac{Bssd-bk}{Bk} \times 100\%$

Keterangan :

Bk = Berat benda uji kering oven (gr).

Bssd = Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh (gr).

Ba = Berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam air (gr).

3.5.2. Analisa Gradasi Agregat Halus

Prosedur pengujian:

1. Benda uji dikeringkan di dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$, sampai berat tetap.
2. Timbangan benda uji sesuai dengan berat yang disyaratkan. Lalu susun saringan, dengan menempatkan saringan paling besar dibagian atas. Lalu pan diletakan pada bagian bawah. Kemudian agregat dimasukkan dari bagian atas, lalu bagian atas saringan ditutup dengan penutup saringan. Pengayakan dilakukan dengan menggunakan mesin pengayak selama 15 menit agar hasil ayakan terpisah merata.
3. Kemudian berat agregat yang terdapat pada masing-masing saringan ditimbang.

Perhitungan:

Hitung persentase berat benda uji yang tertahan diatas masing-masing ayakan terhadap berat total benda uji.

$$FM = \frac{\sum \text{persen tertahan kumulatif mulai dari saringan } 150 \text{ mm (0,15 mm)}}{100}$$

3.5.3. Kadar Lumpur Agregat Halus

Prosedur pengujian:

1. Benda uji dimasukkan dengan berat 500 gram kemudian ditimbang (W1).
2. Lalu benda uji dimasukkan ke dalam wadah, dan diberi air pencuci secukupnya sehingga benda uji terendam.
3. Wadah diguncang-guncangkan hingga kotoran-kotoran pada benda uji hilang dan diulangi pekerjaan di atas sampai air cucian menjadi bersih.
4. Kemudian semua bahan dikembalikan kedalam wadah, lalu seluruh bahan tersebut dimasukkan kedalam talam yang telah diketahui beratnya (W2).
5. Lalu benda uji dikeringkan dalam oven sampai berat tetap.
6. Setelah kering ditimbang dan dicatat beratnya (W3).
7. Kemudian dihitung berat bahan kering (W4=W3-W2).

Perhitungan:

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{W3-W2}{W1} \times 100\% \quad 3,1$$

Keterangan:

W1 = Berat Agregat.

W2 = Berat Agregat di atas saringan no. 200 dan no. 16.

3.5.4. Berat Isi Agregat Halus

Prosedur pengujian:

1. Berat isi lepas:
 - a. Langkah pertama adalah silinder ditimbang kosong dan dicatat beratnya (W1).
 - b. Kemudian benda uji dimasukkan dengan hati-hati supaya tidak terjadi pemisahan butiran, dari ketinggian maksimum 5 cm diatas silinder dengan menggunakan sekop sampai penuh.
 - c. Lalu benda uji diratakan permukaannya dengan menggunakan mistar Perata.
 - d. Kemudian silinder serta isinya ditimbang kemudian di catat hasil timbangannya (W2).
 - e. Dan selanjutnya dihitung berat benda uji (W3=W2-W1).

2. Berat Isi Padat:

- a. Langkah pertama adalah silinder kosong ditimbang dan dicatat beratnya (W1).
- b. Kemudian silinder diisi dengan benda uji dalam tiga lapis yang sama tebal, masing-masing setebal 1/3 dari tinggi silinder.
- c. Setiap lapis didapatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali.
- d. Lalu permukaan benda uji diratakan dengan mistar Perata. Kemudian menimbang berat silinder serta benda uji dan dicatat (W4). Kemudian dihitung berat benda uji (W5=W4-W1).

Perhitungan:

a. Berat isi agregat lepas = $W3V$.

b. Berat isi agregat padat = $W5V$.

c.
$$\text{Voids} = \frac{[(S \times W) - M] \times 100}{(S \times W)}$$

Keterangan:

W3 = Berat benda uji dalam kondisi lepas (Kg).

W5 = Berat benda uji dalam kondisi didapatkan (Kg).

V = Volume tabung silinder.

S = Bulk specific gravity (berat jenis agregat).

M = Berat isi agregat (Kg/lt).

W = Density (Kerapatan) air = 998 Kg/lt = 0,998 gr/lt.

3.5.5 Kadar Air Agregat Halus

Prosedur pengujian:

1. Timbangan berat talam kosong dan catat (W1).
2. Kemudian benda uji dimasukkan kedalam talam lalu ditimbang dan dicatat beratnya (W2).
3. Lalu dihitung berat benda ujinya (W3=W2-W1).
4. Setelah itu benda uji dikeringkan beserta talam didalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$, sampai berat tetap.
5. Setelah kering, ditimbang dan dicatat berat benda uji dengan talam (W4).
6. Lalu dihitung berat benda uji kering (W5 = W4-W1).

Perhitungan:

$$\text{Kadar air agregat} = \frac{W3-W5}{W5} \times 100\%$$

3.5.6. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar

Prosedur pengujian:

1. Pertama-pertama benda uji dicuci untuk menghilangkan lumpur atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan.
2. Keringkan benda uji kedalam oven pada suhu 105°C sampai berat tetap.
3. Keluarkan benda uji dari oven, lalu benda uji didinginkan pada suhu kamar selama 1-3 jam.
4. Kemudian benda uji ditimbang dengan ketelitian 0,5 gr (Bk). Selanjutnya rendam benda uji dalam air pada suhu kamar selama 24±4 jam.
5. Setelah direndam, benda uji dikeluarkan dari air, lalu dilap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang (jenuh permukaan kering/SSD). Untuk butir yang besar pengeringan harus satu persatu.
6. Kemudian timbang benda uji dalam keadaan jenuh.
7. Benda uji diletakkan didalam keranjang, lalu benda uji digunakan untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya didalam air (Ba). Suhu air diukur untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar 20°C.

Perhitungan:

- a. Berat jenis (Bulk Specific Gravity) = $\frac{Bk}{Bssd-Ba}$
- b. Berat jenis kering permukaan jenuh (Saturated Surface Dry) = $\frac{Bssd}{Bssd-Ba}$
- c. Berat jenis semu (Apparent Surface Dry) = $\frac{Bk}{Bk-Ba}$
- d. Penyerapan Air (Absorption) = $\frac{Bssd-bk}{Bk} \times 100\%$

Keterangan:

Bk = Berat benda uji kering oven (gr).

Bssd = Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh (gr).

Ba = Berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam air (gr).

3.5.7. Analisa Gradasi Agregat Kasar (Batu Pecah)

Prosedur:

1. Langkah pertama benda uji dikeringkan di dalam oven dengan suhu $(110\pm 5)^{\circ}\text{C}$, sampai berat tetap.
2. Kemudian benda uji ditimbang sesuai dengan berat yang disyaratkan.
3. Lalu susun saringan, dengan menempatkan saringan paling besar dibagian atas. Lalu pan diletakan pada bagian bawah. Kemudian agregat dimasukkan dari bagian atas, lalu bagian atas saringan ditutup dengan penutup saringan.
4. Kemudian susunan saringan diletakan dalam mesin penggetar saringan (sieve shaker). Lalu mesin penggeta saringan dijalankan selama ± 15 menit.
5. Selanjutnya menimbang berat agregat yang terdapat pada masing-masing saringan.

Perhitungan:

Hitungan persentase berat benda uji yang tertahan diatas masing-masing ayakan terhadap berat total benda uji.

$$F'_n = \frac{\Sigma \text{persen tertahan komulatif mulai dari saringan } 150 \text{ mm (0,15 mm)}}{100}$$

3.5.8. Berat Isi Agregat Kasar

Prosedur pengujian:

1. Berat Isi Lepas :
 - a. Langkah pertama adalah silinder ditimbang kososng dan dicatat beratnya (W1).
 - b. Kemudian benda uji dimasukkan dengan hati-hati supaya tidak terjadi pemisahan butiran, dari ketinggian maksimum 5 cm diatas silinder dengan menggunakan sekop sampai terisi semua.
 - c. Lalu benda uji diratakan permukaannya dengan menggunakan mistar Perata. Lalu silinder serta isinya ditimbang kemudian dicatat (W2). Selanjutnya dihitung berat benda uji ($W3=W2-W1$).

2. Berat isi padat:
 - a. Langkah pertama adalah silinder kosong ditimbang dan dicatat beratnya (W1).
 - b. Lalu silinder diisi benda uji dalam tiga lapis yang sama tebal, masing-masing setebal 1/3 dari tinggi silinder.
 - c. Setiap lapis dipadatkan fengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tusukan secara merata. Pada saat dilakukan pemadatan, tongkat masuk sampai lapisan bagian bawah tiap lapisan.
 - d. Kemudian permukaan benda uji diratakan dengan mistar Perata. Kemudian menimbang berat silinder serta benda uji dan dicatat (W4). Kemudian dihitung berat benda uji (W5=W4-W1).

Keterangan:

W3 = Berat Benda Uji dalam kondisi lepas (Kg).

W5 = Berat benda uji dalam kondisi dipadatan (Kg).

V = Volume Tabungan Silinder.

S = Bulk specific gravity (Berat jenis agregat).

M = Berat isi agregat (Kg/lt).

W = Density (Kerapatan) air =998 Kg/lt =0,998 gr/lt.

3.5.9. Kadar Air Agregat Kasar

Prosedur:

1. Timbangan berat talam kososng dan catat (W1). Kemudian benda uji dimasukkan talam lalu ditimbang dan dicatat beratnya (W2).
2. Kemudian menghitung berat benda uji (W3=W2-W1). Setelah itu benda uji dikeringkan beserta talam didalam oven dengan suhu (110±5)°C, sampai berat tetap.
3. Sesudah kering, ditimbang dan dicatat berat benda uji beserta talam (W4).
4. Kemudian menghitung berat benda uji kering (W5=W4-W1).

Perhitungan:

$$\text{Kadar Air Agregat} = \frac{W3-W5}{W5} \times 100\% \quad 3,2$$

3.5.10. Kadar Lumpur Agregat Kasar

Prosedur Pengujian:

1. Benda uji dimasukkan dengan berat 2500 gram kemudian ditimbang (W1).
2. Kemudian benda uji dimasukkan ke dalam wadah, dan diberi air pencuci secukupnya sehingga benda uji terendam keseluruhan.
3. Wadah digoyang-goyang hingga kotoran yang ada pada benda uji hilang dan diulangi pekerjaan di atas sampai air cucian menjadi bersih.
4. Lalu semua bahan dikembalikan ke dalam wadah, lalu seluruh bahan tersebut dimasukkan ke dalam talem yang telah diketahui beratnya (W2).
5. Lalu benda uji dikeringkan dalam oven sampai berat tetap.
6. Sesudah kering ditimbang dan dicatat beratnya (W3).
7. Kemudian dihitung berat bahan kering ($W4=W3-W2$).

Perhitungan:

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{W1-W4}{W1} \times 100\% \quad 3,3$$

3.6. Perencanaan Campuran Beton (Mix Design)

Pada penelitian ini digunakan metode perencanaan campuran adukan beton sesuai 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.

Perencanaan campuran adukan beton menurut SNI 03-2834-2000 adalah sebagai berikut:

1. Menentukan kuat tekan beton yang di syartkan f_c' pada umur tertentu.
2. Peralatan:
 - a. Ember.
 - b. Mesin pengaduk beton (mixer).
 - c. Sendok semen dan cetok.
 - d. Bor tangan dan pengadukan.
 - e. Gelas ukur.
 - f. Timbangan digital.

3. Bahan:
 - a. Serat sabut kelapa.
 - b. Semen portland tipe 1, berupa semen merek andalas.
 - c. Pasir.
 - d. Batu pecah dan limbah konstruksi beton.
 - e. Air.
 - f. Sika *Viscocrete-8670 MN*.
4. Menghitung nilai tambah

$$M=1,64 \times Sr.$$

M adalah nilai tambahan.

1,64 adalah ketetapan statistic yang nilainya tergantung pada persentase kegagalan hasil uji sebesar maksimum 5% Sr adalah devinisi standar rencana.
5. Menetapkan jenis semen.
6. Menentukan 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 kuat tarik beton faktor air semen yang diperoleh dari penelitian lapangan sesuai dengan bahan dan kondisi pekerjaan yang diusulkan.
8. Menentukan faktor air semen maksimum atau dapat ditetapkan sebelumnya atau tidak.
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:
 - a. Seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan.
 - b. Sepertiga dari tebal plat.
 - c. Tiga perempat dari jarak bersih minimum diantara batang-batang atau berkas-berkas tulangan.

11. Menentukan kadar air bebas.

Kadar air bebas ditentukan sebagai berikut:

a. Agregat tak dipecah dan agregat dipecah digunakan nilai-nilai pada table 3.5.

b. Agregat campuran (tak dipecah dan dipecah), dihitung menurut rumus berikut:

$$\frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k$$

Dengan:

c. W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus.

W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar.

Tabel 3.5 : Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton.

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

12. Menghitung jumlah semen minimum adalah kadar air bebas dibagi faktor air semen.

13. Jumlah semen maksimum jika tidak ditetepkan, dapat diabaikan.

14. Menentukan jumlah semen semimumimum mungkin, jika tidak lihat Tabel 3.6, jumlah semen yang diperoleh dari perhitungan jika perlu disesuaikan.

Tabel 3.6 : Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus.

Lokasi ---	Jumlah Semenminimum Per m ³ beton (kg)	Nilai Faktor Air- Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan:		
a. keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif		
Beton di luar ruangan bangunan:	325	0,52
tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung		
terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
Beton masuk ke dalam tanah:	275	0,60
mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti		
mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah Beton yang kontinu	325	0,55
berhubungan:		Lihat Tabel 5
a. air tawar		
b. air laut		Lihat Tabel 6

15. Menentukan faktor air semen yang disesuaikan jika semen berubah karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan), maka faktor air semen harus diperhitungkan kembali.
16. Menentukan susunan butir agregat halus (pasir kalua agregat halus sudah dikenal dan sudah dilakukan Analisa ayak menurut standar yang berlaku, maka kurva dari pasir ini dapat dibandingkan dengan kurva.
17. Menentukan susunan agregat kasar.
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.

19. Menentukan berat jenis relative agregat.
 Berat jenis relative agregat ditentukan sebagai berikut:
- Diperoleh dari data hasil uji atau bila tidak tersedia dapat dipakai nilai dibawah ini:
 - Agregat tak diperoleh 2,5.
 - Agregat dipecah 2,6 atau 2,7.
 - 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 sesuai dengan kadar air bebas yang sudah ditemukan dan berat jenis relative dari agregat gabungan menurut butir 18.
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 21 dikurangi kadar agregat halus butir 22.
24. Proporsi campuran, kondisi agregat dalam keadaan jenuh kering permukaan.
25. Mengkoreksi peoporsi campuran menurut perhitungan
 Apabila agregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan proporsi campuran halus dikoreksi terhadap kandungan air dalam agregat.
26. 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 :

$$a. \text{ Air} = B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} - (D_k - D_a) \quad (3.36)$$

$$b. \text{ Agregat halus} = C - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} \quad (3.36)$$

$$c. \text{ Agregat kasar} = D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \quad (3.37)$$

3.7. Pemeriksaan Slump Test

Langkah-langkah pengujian slump test:

1. Basahi kerucut Abrams, seng plat, dan trolol dengan air.
2. Letakan seng plat dan kerucut pada tempat yang datar, kerucut Abrams ditahan dengan tangan agar tidak terjadi pergerseran.
3. Tuangkan campuran beton kedalam kerucut Abrams dengan membagi 3 lapisan, tiap lapisan diberi tusukan sebanyak 25 kali dengan menggunakan tongkat besi.
4. Ratakan permukaan kerucut Abrams yang sudah berisi campuran beton dengan trolol lalu bersihkan daerah sekitaran kerucut.
5. Angkat kerucut Abrams secara tegak lurus secara perlahan-lahan.
6. Kemudian tempat kerucut di samping campuran beton secara terbalik, lalu ukur tinggi penurunan dengan mistar ukur besi.
7. Tinggi penurunan menunjukkan besar kecilnya nilai slump yang terjadi pada campuran beton.

3.8. Perawatan Benda Uji

Setelah beton dikeluarkan dari cetakan, dilakukan perawatan dengan cara perendaman dalam air sampai saat uji kuat tekan dan kuat tarik dilakukan, yaitu pada umur 28 hari.

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

1. Pembongkaran bended uji dilakukan + 24 jam setelah pembuatan dilakukan.
2. Perendaman didalam bak rendaman Laboratorium Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara (UMSU) untuk pengujian kuat tekan dan kuat tarik, benda uji direndam selama 28 hari.
3. Benda uji diangkat dari bak perendaman sehari sebelum hari pengujian.
4. Kemudian benda uji di jemur sampai kering lalu timbang benda uji.

3.9. Pengujian Kuat Tekan Beton

1. Tujuan: Untuk mengetahui kekuatan tekan hancur beton terhadap pembebanan.
2. Peralatan:
 - a. Timbangan digital.
 - b. Mesin kuat tekan.
3. Bahan: Benda uji.
4. Prosedur:
 - a. Timbangn masing-masing beton.
 - b. Letakkan beton pada alat tekan. Pilih permukaan beton yang rata sebagai bidang yang akan diberi beban.
 - c. Siapkan kamera agar dapat membaca pembebanan secara akurat.
 - d. Gerakkan handle ke kanan dan tekan tombol penggerakan (selama pengetesan tombol tidak boleh dilepas).
 - e. Jika beton ringan telah terlihat retak dan grafik pembebanan telah menunjukkan nilai yang menurun, maka hentikan pengetesan.
 - f. Catat nilai pembebanan yang telah tertera pada mesin kuat tekan.
 - g. Perhitungan:

$$\text{Kuat tekan } (f_c) = \frac{P}{A} \quad 3,4$$

Dimana:

f_c = Kekuatan tekan beton (Mpa).

P = Gaya tekan maksimum (kN).

A = Luas penampang beton (m²).

3.10. Pengujian Kuat Tarik Beton

Penelitian ini dilakukan berdasarkan SNI 03-2491-2002 tentang metode pengujian kuat tarik beton. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan tegangan tarik pada beton secara tidak langsung. Benda uji yang digunakan berupa silinder yang direbahkan dan ditekan sehingga terjadi tegangan tarik pada beton. Langkah-langkah pengujian sama seperti pengujian kuat tekan, hanya saja pada pengujian ini ditambahkan suatu lempengan plat besi agar dapat membagi beban merata pada

Panjang silinder. Beban maksimum P selanjutnya digunakan untuk menentukan tegangan tarik beton (ft).

$$f'_{ct} = \frac{2P}{\pi \cdot d \cdot L} \quad 3,5$$

Dimana:

f_{ct} = kuat tarik beton (MPa).

P = Beban pada waktu belah (Kg).

3.11. Analisa Data

Adapun Analisa dari setiap penelitian diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Berat jenis dari material pasir, batu, pecah dan bahan pengganti diperoleh dari pengujian berat jenis.
2. Nilai kadar air diperoleh dari pengukuran kadar air pada pasir, batu pecah dan bahan ganti.
3. Nilai kuat tekan beton pada penelitian ini diperoleh dari setiap sampel beton ringan yang diuji pada umur rencana 28 hari.
4. Grafik kuat tekan dan kuat tarik beton dapat dianalisa pada umur 28 hari setelah semua sampel beton selesai diuji.
5. Persentase dari setiap campuran beton akan mempengaruhi kuat tekan dan kuat tarik beton. Grafik akan membentuk kurva yang menunjukkan bahwa beton akan mengalami gaya tekan dan tarik maksimum pada persentase campuran tertentu.

BAB 4

DATA DAN ANALISA

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 penelitian di laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang diawali dengan pemeriksaan bahan penyusun beton, perencaan campuran beton, pencampuran bahan penyusun beton, dan pengujian beton yang telah dibuat.

4.2. Hasil Pemeriksaan Bahan Penyusunan Beton

Pada pemeriksaan bahan penyusunan beton penelitian 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.

4.3. 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.

4.3.1. 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.

Nomor	Berat tertahan					Kumulatif
	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Total Berat (gr)	%	Tertahan	Lolos
4.75 (No.4)	65	70	135	6,77	6,77	93,23
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	0
Total	997	998	1995	100,00	282,92	

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

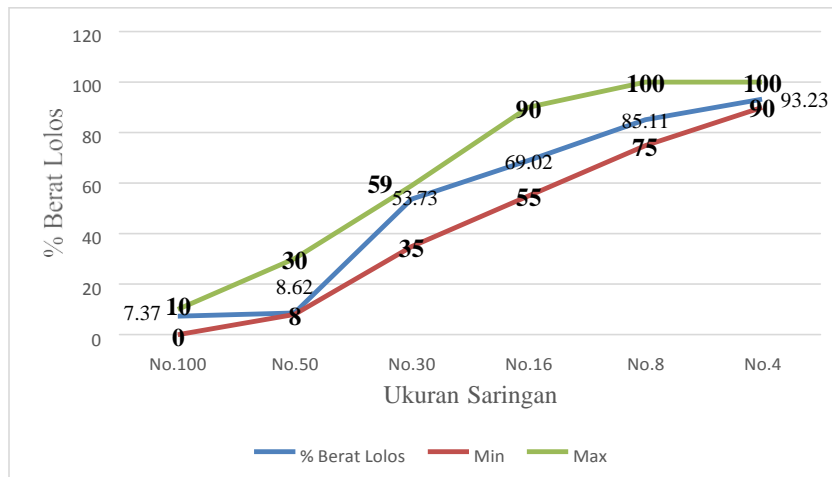
$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Halus Butir (MHB)} &= \sum \frac{\text{Berat tertahan kumulatif}}{100} \\
 &= \frac{282,92}{100} \\
 &= 2,83
 \end{aligned}$$

Menurut Tjokrodimuljo (2007) 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 4.1.

Tabel 4,2 : Daerah gradasi agregat halus

Nomor	Lubang	Persen bahan butiran yang lolos saringan			
4	4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
8	2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
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	0-15	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

4.3.2. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air

Pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan air mengacu pada SNI 19702008 serta mengikuti Buku panduan praktikum program studi Teknik Sipil UMSU tentang berat jenis dan penyerapan air agregat halus. Hasil dari pengujian yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 : Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus

FINE AGGREGATE (Agregat halus) Passing No.4 (Lolos ayakan No.4)	1	2	Rata-rata
	(gr)	(gr)	(gr)
Wt. Of SSD Sample in air (Berat contoh (SSD) kering permukaan jenuh)	500	500	500
Wt. Of oven dry sample (Berat contoh (SSD) kering oven (110° C) sampai konstan) (E)	492	491	491.5
Wt. Of flask + sample (Berat piknometer penuh air) (D)	692	681	686.5

Tabel 4.3 : Lanjutan			
<i>Wt. Of flask + waater + 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 semua) $E / (E + D - C)$	2.67	2.68	2.68
<i>Absorption</i> [(B - E) / E] x 100%	1.63	1.83	1.73

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh hasil berat jenis jenuh kering muka rata-rata sebesar 2,56 gram/cm³ dan penyerapan air rata-rata sebesar 2,68%. Sebuah berat jenis agregat normal berada diantara 2,4-2,7 (Tjokrodinuljo,2007). Hasil ini menyatakan bahwa agregat halus yang digunakan termasuk berat jenis agregat normal karena berada diantara 2,4-2,7

4.3.3. 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

Tabel 4.4 : Lanjutan		
Wt of water (berat air)	14	13
Wt of oven dry sample (berat contoh kering)	486	487
Kadar air	2.11	2.18
Rata-rata	2.145	

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh rata-rata kadar air sebesar 2,145% percobaan dilakukan sebanyak dua kali, dengan percobaan pertama didapat hasil kadar air sebesar 2,11% sedangkan percobaan kedua didapat hasil kadar air sebesar 2,18%. Hasil tersebut telah memenuhi standar yang ditentukan yaitu 2%-20%.

4.3.4. 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 gr/cm³. Berat isi yang disyaratkan pada beton normal berkisar 1,5-1,8 sehingga volume padat agregat halus yang digunakan telah memenuhi persyaratan.

4.3.5. 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 (ge)	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

Bedasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh nilai persentase kadar lumpur dari sampel 1 sebesar 6,2% dan nilai persentase kadar lumpur dari sampel adalah sebesar 5,3%.

4.4. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

Pada penelitian ini digunakan agregat kasar berupa batu pecah yang diperoleh dari Binjai. Pada agrgat 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.

4.4.1. 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.

Nomor Saringan	Berat tertahan				Komulatif	
	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Total berat (gr)	%	Tertahan	Lolos
38,1 (1.5 in)	0	0	0	0	0	100
19.0 (3/4 in)	65	57	122	2,44	32,82	67,18
9.52 (3/8 in)	1467	1498	2965	59,30	31,36	35,82
4.75 (No. 4)	968	945	1913	38,26	100	0
2.36 (No. 8)	0	0	0	0	100	0
1.18 (No. 16)	0	0	0	0	100	0
0.60 (No. 30)	0	0	0	0	100	0
0.30 (No. 50)	0	0	0	0	100	0
0.15 (No. 100)	0	0	0	0	100	0
4.2.3 Pan	0	0	0	0	100	0
Total	2500	2500	5000	100	664.18	

Berdasarkan Tabel 4.8 maka diperoleh nilai modulus halus butir (MHB) sebagai berikut :

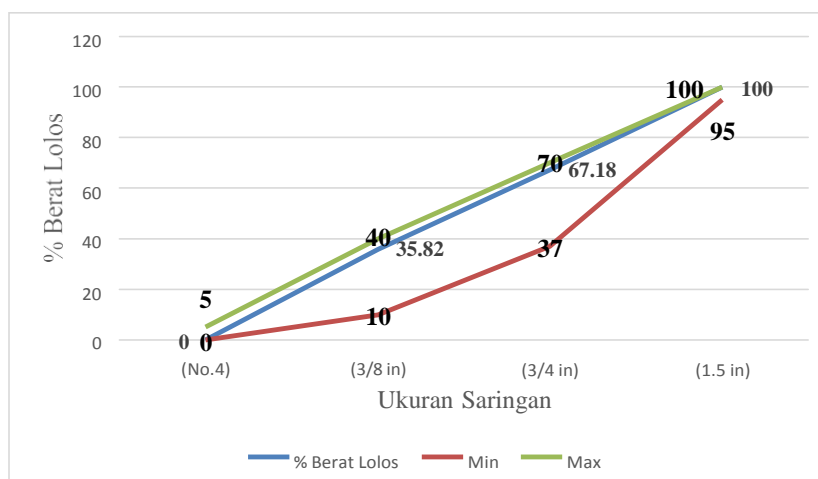
$$\begin{aligned}
 \text{Modulus halus butir (MHB)} &= \frac{\sum \text{Berat tertahan komulatif}}{100} \\
 &= \frac{664,18}{100} \\
 &= 6,64
 \end{aligned}$$

Menurut Tjokrodinuljo (2007) 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 4.9 gradasi agregat kasar menggunakan persyaratan gradasi agregat dengan ukuran butir maksimum 20 mm, tetap dalam analisa saringan agregat 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.

4.4.2. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air

Pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan air mengacu pada SNI 19692008 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 kasar

<i>COARSE AGGREGATE</i> (Agregat kasar)	1	2	Rata-rata
<i>Passing</i> No.4 (Lolos ayakan No.4)	(gr)	(gr)	(gr)
<i>Wt. Of SSD Sample in air</i> (Berat contoh (SSD) kering permukaan jenu) (A)	2800	2700	2750
<i>Wt. Of oven dry sample</i> (Berat contoh (SSD) kering oven (110°C) Sampai konstan) (C)	2776,5	2683	2741
<i>Wt. Of SSD sample in water</i> (Berat contoh (SSD) didalam air) (B)	1591	1625	1608
<i>Bulk sp. Gravity-dry</i> (Berat contoh kring) $C/(A - B)$	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 semua) $C/(C - B)$	2.32	2.53	2.43
<i>Absorption</i> (Penyerapan) $[A - C] \times 100\%$	0.85	0.64	0.75

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan pada agregat kasar diperoleh berat jenis jenuh kering muka rata-rata sebesar 2,41 gram/cm³ dan penyerapan air rata-rata sebesar 0,33%. Penyerapan agregat kasar lebih kecil dari agregat halus, hasil ini menunjukkan rongga-rongga yang diisi oleh air lebih sedikit dari pada agregat halus. Sebuah berat jenis agregat normal berada diantara 2,4-2,7 gram/cm³ (Tjokrodinuljo,2007). Hal ini menyatakan bahwa agregat kasar yang digunakan termasuk berat jenis agregat normal karena berada diantara 2,4-2,7 gram/cm³.

4.4.3. Pengujian Kadar Air

Pelaksanaan pengujian kadar air mengacu pada SNI 1971-2011 serta mengikuti Buku panduan praktikum progtam 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)	1492	1495
<i>Wt of SSD sample</i> (Berat contoh SSD)	1000	1000
<i>Wt of SSD oven dry sample & mold</i> (Berat contoh kering oven & berat wadah)	1482	1486
<i>Wt of mold</i> (berat wadah)	492	495
<i>Wt of water</i> (berat air)	10	9
<i>Wt of oven dry sample</i> (berat contoh kering)	990	991
Kadar air	0.604	0.703
Rata-rata	0.604	

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh rata-rata kadar air sebesar 0,604%. Percobaan dilakukan sebanyak dua kali, dengan percobaan pertama didapat hasil kadar sebesar 0,505%. Sedangkan percobaan kedua didapat hasil kadar air sebesar 0,703%.

4.4.4. 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 agragat 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)	Sampel 2 (gr)	Sampel 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 gr/cm³. Berat isi yang disyaratkan pada beton normal berkisar 1,5-1,8 gr/cm³ sehingga berat volume padat agregat halus yang digunakan telah memenuhi persyaratan.

4.4.5. Pengujian Kadar Lumpur

Pelaksanaan pengujian kadar lumpur mengacu pada SNI 03-4141-1996 serta mengikuti Buku panduan peraktikum 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 agragt 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	21	22
Persentase kotoran	0.9	0.8	0.9

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 0,8%. Maka rata-rata nilai kadar lumpur dari kedua sampel adalah sebesar 0,9%.

4.5. Perencanaan Campuran Beton

Dalam hal ini penuli akan menganalisis data-data yang telah diperoleh saat penelitian berlangsung sehingga didapat campuran beton yang diinginkan. Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai dari data Tabel 4.13 dibawah ini. Tersebut dapat digunakan untuk perencanaan campuran beton (*Mix Design*) dengan kuat tekan disyaratkan sebesar 25 MPa yang terlampir pada Tabel 4.14 berdasarkan SNI 03-2834-1993. Perencanaan campuran beton bertujuan untuk memperoleh proporsi campuran yang sesuai dengan kuat tekan beton rencana.

Pada perencanaan beton normal ini direncanakan memiliki nilai kuat tarik beton sebesar 25 MPa yang perhitungan sebagai berikut.

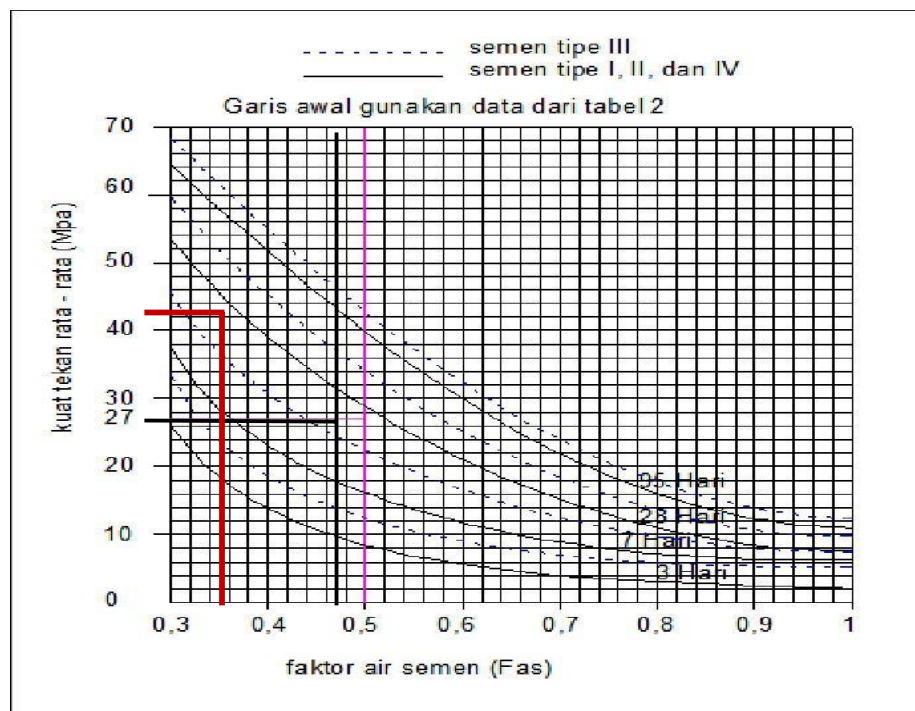
Tabel 4.13: Data-data hasil penelitian.

No.	Data tes dasar	Nilai
1	Berat jenis agregat kasar	2,716 gr/cm ³
2	Berat jenis agregat halus	2,571 gr/cm ³
3	Kadar lumpur agregat kasar	0,767%
4	Kadar lumpur agregat halus	3,3%
5	Berat isi agregat kasar	1,511 gr/cm ³
6	Berat isi agregat halus	1,165 gr/cm ³
7	FM agregat kasar	7,086
8	FM agregat halus	2,775
9	Kadar air agregat kasar	0,604%
10	Kadar air agregat halus	2,145%
11	Penyerapan agregat kasar	0,75%
12	Penyerapan agregat halus	1,73%
13	Nilai slump rencana	30-60 mm
14	Ukuran agregat maksimum	40 mm

1. Kuat tarik dan kuat tekan rencana ($f'c$)=25 MPa dan benda uji akan dilakukan pengujian pada umur rencana 28 hari.
2. Deviasi standar karena benda uji yang direncanakan 15 buah, maka nilai yang diambil sebesar 12 MPa.
3. Nilai tambah margin (M) adalah 5,7 MPa
4. Kuat tarik beton rata-rata yang ditargetkan (f_{ct}):

$$\begin{aligned}
 f_{ct} &= f_{ct} + \text{Deviasi standar} + M \\
 &= 25 + 12 + 5,7 \\
 &= 42,7 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

5. Semen yang digunakan semen Portland tipe I (ditetapkan)
6. Agregat yang digunakan berupa agregat halus pasir alami dari Binjai dan agregat kasar batu pecah dengan ukuran maksimum 40 mm dari Binjai.
7. Faktor air semen (FAS), berdasarkan perhitungan pada gambar 4.3 tentang grafik hubungan antara kuat tekan dan factor air semen dengan perkiraan kekuatan tekan beton rata-rata 42,7 MPa, semen yang digunakan semen Portland tipe I, beton dilakukan pengujian pada umur 28 hari, benda uji silinder dan agregat kasar berupa batu pecah maka digunakan nilai FAS sebesar 0,38.



(Mulyono, 2003)

Gambar 4.3: Hubungan factor air semen dan kuat tekan beton silinder 15 x 30 cm

8. Factor air semen maksimum, berdasarkan tabel 3,8 mengenai persyaratan faktor air maksimum karena beton berada dilokasi terlindung dari hujan dan terik matahari langsung, maka faktor air semen maksimum ditetapkan sebesar 0,60.
9. Nilai slump yang direncanakan pada penelitian ini menggunakan slump rencana sebesar 30-60 mm.

10. Ukuran maksimum yang digunakan sebesar 40 mm.
11. Kadar air bebas agregat campuran, ukuran agregat maksimum yang digunakan adalah 40 mm dan nilai slump yang ditentukan adalah 30-60 mm sehingga dari tabel 3,7 diperoleh nilai perkiraan jumlah air untuk agregat halus (wh) adalah 160 sedangkan untuk agregat kasar (Wk) adalah 190 sehingga nilai kadar air

$$= \frac{2}{3} Wh + \frac{1}{3} Wk$$

$$= \frac{2}{3} 160 + \frac{1}{3} 190$$

Beban yang digunakan sebagai berikut. Kadar air bebas

$$= 170 \text{ kg/m}^3$$

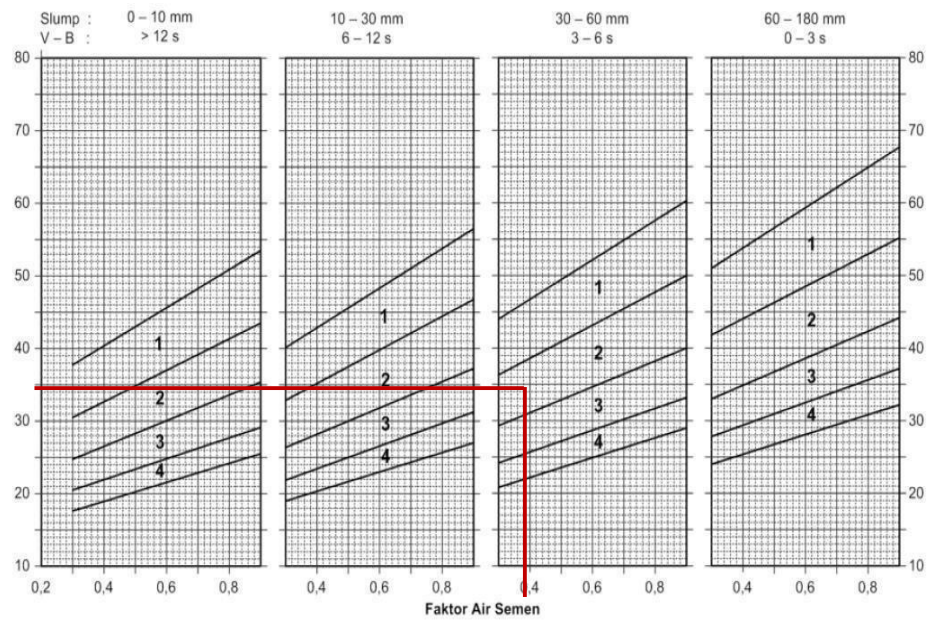
12. Kadar semen dapat dihitung dengan cara nilai kadar air bebas dibagi faktor air semen, maka jumlah semen yang digunakan sebagai berikut:

$$\text{Kadar semen} = \frac{\text{Kadar air bebas}}{\text{Faktor air semen}}$$

$$= \frac{170}{0,38}$$

$$= 447,368 \text{ kg/m}^3$$

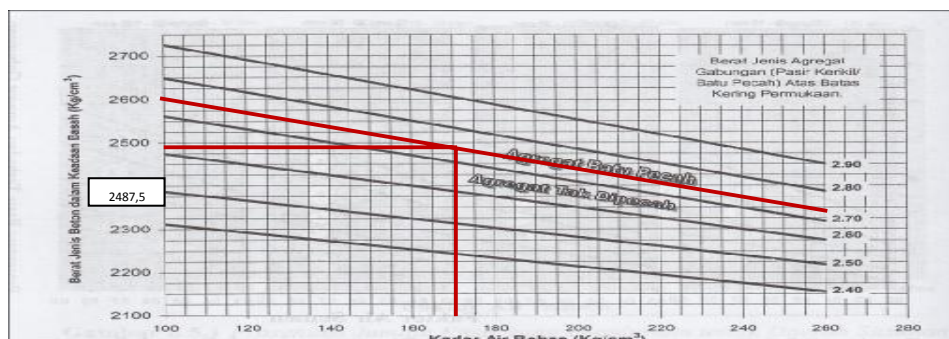
13. Kadar semen maksimum 447,368 kg/m³
14. Kadar semen minimum untuk beton yang direncanakan didalam ruangan dan terlindung dari hujan serta terik matahari langsung dari table 3.8 mempunyai kadar semen minimum per-m³ sebesar 275 kg.
15. Faktor air semen yang disesuaikan berdasarkan gambar 4.3 yaitu sebesar 0,38.
16. Susunan butir agregat halus berdasarkan gambar 4,1 yaitu batas gradasi pasir no.2.
17. Susunan butir agregat kasar berdasarkan gambar 4,2 yaitu batas gradasi krikil ukuran maksimum 40 m.
18. Presentase agregat halus, dengan mengacu pada slump 30-60 mm, faktor air semen 0,38 dan ukuran butiran maksimum 40 mm serta agregat halus berada pada gradasi 2 maka persentase agregat halus terhadap kadar agregat total sesuai pada gambar 4,4. Sehingga diperoleh persentase halus batas bawah sebesar 38% = 0,38%.



(SNI 03-2834-2000)

Gambar 4.4 : Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm pada fas 0,38.

19. Menghitung berat jenis relative agregat (kering permukaan) SSD : Berat jenis Relatif = $(AH \times BJAH) + (AK \times BIAK)$
- $$= (0,38 \times 2,57) + (0,62 \times 2,72)$$
- $$= 2,73$$
20. Berat isi beton diperoleh dari Gambar 4.5 dengan nilai kadar air bebas yang digunakan sebesar 170 dan berat jenis gabungan sebesar 2,73, maka diperoleh nilai berat isi beton sebesar $247,5 \text{ kg/m}^3$.



(SNI 03-2834-2000)

Gambar 4.5 : Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton pada fas 0,38.

21. Kadar agregat gabungan diperoleh sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Kadar agregat gabungan} &= \text{Berat isi beton} - (\text{Kadar semen} + \text{kadar air bebas}) \\ &= 2487,5 - (447,368 + 170) \\ &= 1870,132 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

22. Kadar agregat halus diperoleh sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Kadar agregat halus} &= \text{Kadar agregat gabungan} \times \% \text{AH} \\ &= 1870,132 \times 0,38\% \\ &= 710,650 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

23. Kadar agregat kasar diperoleh sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Kadar agregat kasar} &= \text{Kadar agregat gabungan} - \text{kadar agregat halus} \\ &= 1870,132 - 710,650 \\ &= 1159,482 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

24. Proporsi Campuran

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

Tabel 4.14 : Proporsi campuran.

Semen (kg)	Air (kg/liter)	Agregat kondisi jenuh kering	
		Halus (kg)	Kasar (kg)
Item no.12	Item no.11	Item no.22	Item no.23
447,368	170	710,650	1159,482

25. Koreksi Proporsi Campuran

Koreksi proporsi campuran harus dilakukan terhadap kadar air dalam agregat paling sedikit satu kali dalam sehari.

Diketahui:

-	Jumlah air (B)	= 170 kg/m ³
-	Jumlah agregat halus (C)	= 710,650 kg/m ³
-	Jumlah agregat kasar (D)	= 1159,482 kg/m ³
-	Penyerapan agregat halus (Ca)	= 1,73
-	Penyerapan agregat kasar (Da)	= 0,75
-	Kadar air agregat halus (Ck)	= 2,145
-	Kadar air agregat kasar (Dk)	= 0,604

a. Air

$$\begin{aligned} \text{Air} &= B - (Ck - Ca) \times \frac{c}{100} - (Dk - Da) \times \frac{D}{100} \\ &= 170 - (2,145 - 1,73) \times \frac{710,650}{100} - (0,604 - 0,75) \times \frac{1159,482}{100} \\ &= 165,335 \text{ kg/m}^3. \end{aligned}$$

b. Agregat halus

$$\begin{aligned} \text{Agregat halus} &= C + (Ck - Ca) \times \frac{c}{100} \\ &= 710,650 + (2,145 - 1,73) \times \frac{710,650}{100} \\ &= 713,599 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

c. Agregat kasar

$$\begin{aligned} \text{Agregat kasar} &= D + (Dk - Da) \times \frac{D}{100} \\ &= 1159,482 + (0,604 - 0,75) \times \frac{1159,482}{100} \\ &= 1157,766 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

- * Semen = 447,368 : 447,368 = 1
- * Air = 165,335 : 447,368 = 0,37
- * Agregat halus = 713,599 : 447,368 = 1,59
- * Agregat kasar = 1157,766 : 447,368 = 2,59

Tabel 4.15 : Koreksi propersi campuran

Semen	Pasir	Batu pecah	Air
447,368	713,599	1157,766	165,335
1	1,59	2,59	0,37

Tabel 4.16 : Perhitungan campuran beton (SNI 03-2834-2000).

PERENCANAAN CAMPURAN BETON SNI 03-2834-2000			
No.	Uraian	Tabel/Gambar perhitunagn	Nilai
1	Kuat rencana yang disyaratkan (benda uji balok)	Ditetapkan	25 MPa
2	Deviasi Standar	-	12MPa
3	Nilai tambah (margin)	-	5,2 MPa
4	Kekuatan rata-rata yang Ditargetkan	1+2+3	42,7 MPa
5	Jenis semen		Tipe 1

No.	Uraian	Tabel/Gambar perhitunagn		Nilai	
6	Jenis agregat: - Kasar - Halus	Ditetapkan Ditetapkan		Batu pecah Binjai Pasir alami Binjai	
7	Faktor air semen bebas	-		0,38	
8	Faktor air semen maksimum	Ditetapkan		0,60	
9	Slump	Ditetapkan		30-60 mm	
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan		40 mm	
11	Kadar air bebas	Tabel 2		170 kg/m ³	
12	Jumlah semen	11:7		447,368 kg/m ³	
13	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan		447,368 kg/m ³	
14	Jumlah semen minimum	Ditetapkan		275 kg/m ³	
15	Faktor air semen yang disesuaikan	-		0,38	
16	Susunan besar butir agregat halus	Gambar 3,2		Daerah gradasi zona 2	
17	Susunan agregat kasar atau gabungan	Gambar 3,3		Gradasi maksimum 40 mm	
18	Persen agregat halus	Gambar 4,2		38%	
19	Berat jenis relatif, agregat (kering permukaan)	-		2,73	
20	Berat isi beton	Gambar 4.3		2487,5 kg/mm ³	
21	Kadar agregat gabungan	20-(12+11)		1850,15 kg/mm ³	
22	Kadar agregat halus	18 x 21		710,650 kg/mm ³	
23	Kadar agregat kasar	21-22		1159,482 kg/m ³	
	Proporsi campuran	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
24				Halus	Kasar
	-Tiap m ³	447,368	170	710,650	1159,482
	-Tiap campuran uji m ³	1	0,38	1,59	2,59
24	-Tiap campuran uji 0,0053 m ³ (1 silinder)	2,371	0,900	3,782	6,136
25	Koreksi proporsi campuran				
	-Tiap m ³	447,368	170	710,650	1159,482
	-Tiap campuran uji m ³	1	0,38	1,59	2,59
	-Tiap campuran uji 0,0053 m ³ (1 silinder)	2,371	0,900	3,782	6,136

Maka, dari hasil perencanaan beton diatas didapat perbandingan campuran akhir untuk set iap m³ adalah:

Tabel 4.18 : Perbandingan campuran akhir untuk 1 benda uji (m³)

Semen	:	Pasir	:	Batu pecah	:	Air
447,368	:	710,650	:	1,159,482	:	170
2,371	:	3,782	:	6,136	:	0,900

4.5.1. Untuk Benda Uji

Menggunakan cetakan silinder dengan ukuran:

Tinggi silindder = 30 cm =0,30 m

Diameter silinder = 15 cm =0,15 m

Maka volume silinder yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Volume Silinder} &= \pi r^2 t \\ &= \frac{22}{7} \times \left(\frac{0,15}{2}\right)^2 \times 0,30 \\ &= 0,0053 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Atau} &= \frac{1}{4 \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t} \\ &= \frac{1}{4 \times 3,14 \times 0,15^2 \times 30} \\ &= 0,0053 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Maka:

- Semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
= Banyak semen x volume 1 benda uji
= 447,368 kg/m³ x 0,0053 m³
= 2,371 kg
- Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
= Banyak pasir x volume 1 benda uji
= 710,650 kg/m³ x 0,0053 m³
= 3,782 kg
- Batu pecah yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
= Banyak batu pecah x volume 1 benda uji
= 1159,482 kg/m³ x 0,0053 m³

$$= 6,136 \text{ kg}$$

- Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 $= \text{Banyak air} \times \text{volume 1 benda uji}$
 $= 170 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$
 $= 0,900 \text{ kg}$

Pebandingan untuk 1 benda uji dalam satuan kg adalah:

Tabel 4.19 : Perbandingan untuk 1 benda uji dalam satuan kg.

Semen	:	Pasir	:	Batu pecah	:	Air
2,371	:	3,782	:	6,136	:	0,900

- Menentukan agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Tabel 4.20: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor Saringan	% berat Tertahan	Berat tertahan (kg)
		$\frac{\text{jumlah berat tertahan}}{\text{jumlah agregat kasar}} \times 100$
1,5"	4,449	0,273
$\frac{3}{4}$ "	40,890	2,509
$\frac{3}{8}$ "	45,763	2,808
No. 4	8,898	0,546
Total		6,136

Berdasarkan Tabel 4.19 menjelaskan bahwa jumlah yang berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan 1,5" sebesar 0,273 kg, saringan $\frac{3}{4}$ " saringan $\frac{3}{8}$ " sebesar 2,808 kg dan saringan No.4 sebesar 0,546 kg. Total keseluruhan dari agregat kasar yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 6,136 kg.

Tabel 4.21 : Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor Saringan	% berat tertahan	Berat tertahan (kg)
		$\frac{\text{jumlah berat tertahan}}{\text{jumlah agregat halus}} \times 100$
No. 4	0,740	0,028
No. 8	6,610	0,250
No. 16	19,513	0,738
No. 30	24,405	0,923
No. 50	26,388	0,998
No. 100	19,804	0,749
Pan	2,538	0,096
Total		3,782

Berdasarkan Tabel 4.20 menjelaskan bahwa jumlah berat yang tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan No. 4 sebesar 0,028 kg, saringan No. 8 sebesar 0,250 kg, saringan No. 16 sebesar 0,738 kg, saringan No. 30 sebesar 0,923 kg, saringan No. 50 sebesar 0,998 kg, saringan No. 100 sebesar 0,749 kg, dan pan sebesar 0,096 kg. Total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 3,782 kg.

b. Bahan serat sabut kelapa sebagai bahan penambah

Penggunaan bahan tambah yang digunakan dalam penelitian menggunakan serat sabut kelapa sebesar 0,7% dari berat semen. Berat masing-masing variasi diuraikan sebagai berikut:

Tabel 4.22: Banyak serat sabut kelapa yang dibutuhkan untuk 3 benda uji silinder.

Persentase banyak serat (%)	Banyaknya serat dari berat semen (gr)
0,7	0,017
0,7	0,017
0,7	0,017

Tabel 4.23: Banyak limbah konstruksi beton yang di butuhkan untuk 3 benda uji

Pesentase banyak limbah (%)	Banyak limbah dari batu pecah
5	0,3808
7	0,4295
10	0,6136

Dalam penelitian ini jumlah benda uji yang akan dibuat adalah sebanyak 15 benda uji, banyak bahan yang dibutuhkan untuk 15 benda uji adalah:

- Semen yang dibutuhkan untuk 15 benda uji
= Banyak semen 1 benda uji x 15 benda uji
= 2,371 kg x 15
= 35,565 kg
- Pasir yang dibutuhkan untuk 15 benda uji
= Banyak pasir untuk 1 benda uji x 15
= 3,782 kg x 15
= 56,73
- Batu pecah yang dibutuhkan untuk 15 benda uji
= Banyak batu pecah untuk 1 benda uji x 15
= 6,136 kg x 15
= 92,04 kg
- Air yang dibutuhkan untuk 15 benda uji
= Banyak air untuk 1 benda uji x 15
= 0,900 L x 15
= 13,5 L
- *Sika Viscocrete 8670-MN* yang dibutuhkan untuk 15 benda uji
= Banyaknya *Sika Viscocrete 8670-MN* 0,8% untuk 1 benda uji x 15
= 17,67 ml x 15
= 265,05 ml
- Serat sabut kelapa bahan penambah 0,7% yang dibutuhkan 15 benda uji
= Banyak serat sabut kelapa 0,7% benda uji x 15 benda uji
= 0,017 x 15
= 0,255 kg
- Limbah kontruksi beton sebagai bahan pengganti 5%
= Banyak limbah kontruksi beton 5% x 4 benda uji
= 0,3808 x 4
= 1,523 kg
- Limbah kontruksi beton sebagai bahan pengganti 7%
= Banyak limbah kontruksi beton 7% x 4 benda uji

$$= 0,4295 \times 4$$

$$= 1,718 \text{ kg}$$

- Limbah konstruksi beton sebagai bahan pengganti 10%

$$= \text{Banyak limbah konstruksi beton } 10\% \times 4 \text{ benda uji}$$

$$= 0,6136$$

$$= 2,4544 \text{ kg}$$

$$\text{Jumlah total limbah konstruksi} = 1,523 + 1,718 + 2,4544$$

$$= 5,6954 \text{ kg}$$

Tabel 4.24: perbandingan untuk 15 benda uji dalam satuan kg.

Semen	:	Pasir	:	Batu pecah	:	Air
35,565	:	56,73	:	92,04	:	13,5

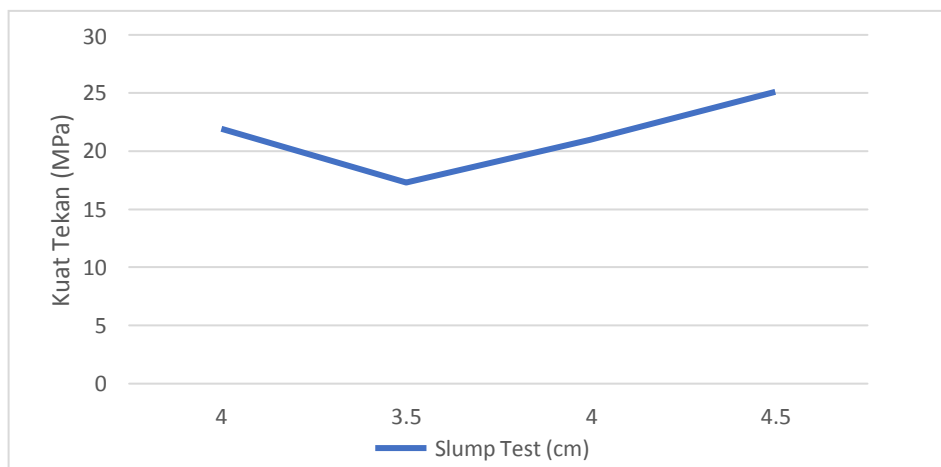
4.6. Slump Test

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 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 4.25 : Hasil pengujian nilai *slump*.

	Beton Normal	Beton dengan pengganti limbah konstruksi beton 5% & Sabut kelapa 0,7%	Beton dengan pengganti limbah konstruksi beton 7% & Sabut kelapa 0,7%	Beton dengan pengganti limbah konstruksi beton 10% & Sabut kelapa 0,7%
Hari	28	28	28	28
Slump test (cm)	4	3,5	4	4,5

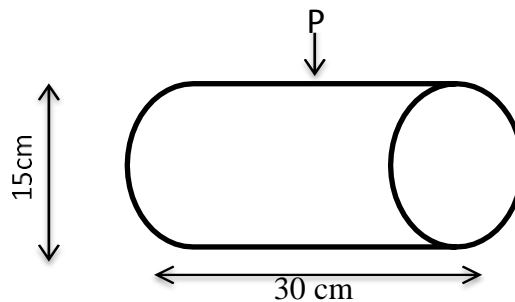
Dari tabel diatas, dapat dilihat bahwa semakin besar presentase pengganti limbah kontruksi beton dan serat sabut kelapa maka nilai *slump* menjadi semakin tinggi pula. Nilai *slump* terendah terjadi pada beton dengan pengganti limbah kontruksi beton 5% dan serat sabut kelapa 0,7% yaitu 3,5cm. sedangkan *slump* tertinggi terjadi pada beton dengan pengganti limbah kontruksi beton 10% dan serat sabut kelapa 0,7% yaitu 4,5cm. hasil *slump* ini dipengaruhi oleh dua hal, yaitu karena adanya penambahan superplasticizer dan reaksi kimia yang terjadi antara alumnium dan semen.



Gambar 4.6 : Grafik perbandingan nilai *slump*.

4.7. Kuat Tarik Beton

Pengujian kuat tarik beton dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan menggunakan mesin tekan dengan kapasitas 1500 KN, benda uji yang akan di tes adalah berupa silinder dengan Panjang 30 cm dan jumlah benda uji 7 buah, seperti pada Gambar 4.7 dengan pengelompokan benda uji sesuai dengan variasi campuran.



Gambar 4.7 : Beban tekan pada benda uji silinder

Ada beberapa macam cetakan benda uji yang dipakai, diantaranya adalah kubus dengan sisi 15 cm. Serta silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. perbedaannya terletak pada perhitungan untuk mendapatkan nilai kuat tarik beton yang didapat setelah diuji. Yakni faktor untuk kubus adalah 1, sedangkan faktor dari silinder adalah 0,83.

4.7.1. Kuat Tarik Beton Normal (Saat Pengujian).

Pengujian beton normal dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 1 buah. Hasil kuat tarik beton normal 28 hari dapat dilihat pada tabel 4.24.

Berdasarkan Tabel 4.24 menjelaskan hasil benda uji kuat tarik beton normal 28 hari. Dari 2 benda uji beton normal yang diuji kuat tariknya, maka diperoleh nilai kuat tarik beton rata-rata sebesar 3,43 MPa pada umur beton 28 hari.

Tabel 4.26 : Hasil pengujian kuat tarik beton normal.

Benda uji	Umur beton (Hari)	Beban maksimum (Ton)	Kuat tarik (MPa)	Kuat tarik rata-rata (MPa)
BN 1	28	24	3,33	3,43
BN 2	28	25,5	3,54	

Berdasarkan Tabel 4.24 menjelaskan hasil uji kuat tarik beton normal dengan perendaman 28 hari. Dari hasil yang didapatkan dari 1 benda uji beton normal yang diuji kuat tariknya, maka diperoleh nilai kuat tarik beton rata-rata sebesar 3,43 MPa pada umur beton 28 hari.

4.7.2. Kuat Tarik Beton Sika *Viscocrete 8670-MN* 0,8% dan Limbah Kontruksi Beton 5%, Serat Sabut Kelapa 0,7% (Saat Pengujian).

Pengujian beton dengan variasi *Sika Viscocrete 8670-MN* dan limbah kontruksi beton 5%, serat sabut kelapa 0,7% dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 2 buah. Hasil kuat tarik beton dengan *Sika viscocrete*

8670-MN dan limbah konstruksi beton 5%, serat sabut kelapa 0,7% 28 hari dapat dilihat pada tabel 4.25.

Berdasarkan Tabel 4.25 menjelaskan hasil kuat tarik beton yang telah didapatkan kuat tarik rata-rata pada umur beton 28 hari sebesar 2,5 MPa. Dari 2 buah sample benda uji masing-masing memiliki kuat tarik beton yang rendah namun perbandingan nilai tidak terlalu jauh. Hal ini bisa saja faktor penggunaan yang sedikit sehingga menyebabkan kuat tarik yang rendah.

Tabel 4.27 : Hasil pengujian kuat tarik beton dengan limbah konstruksi beton 5% dan serat sabut kelapa 0,7%, Sika *Viscocrete* 8670-MN 0,8%

Benda uji	Umur beton (Hari)	Beban maksimum (Ton)	Kuat tarik (MPa)	Kuat tarik rata-rata (MPa)
LKB 5	28	20	2,8	2,5
LKB 5	28	23	2,19	

Berdasarkan tabel 4.25 menjelaskan hasil kuat tarik beton dengan variasi *Sika viscocrete* 8670-MN dan limbah konstruksi beton 5%, serat sabut kelapa 0,7% didapatkan kuat tarik rata-rata pada umur 28 hari sebesar 2,5 MPa. Dari hasil yang didapat dari 2 benda uji masing-masing memiliki kuat tarik yang rendah namun perbandingan nilai tarik antara 2 benda uji tidak terlalu jauh. Hal ini bisa saja faktor penambahan limbah konstruksi beton 5% dan serat sabut kelapa 0,7% yang sedikit sehingga menyebabkan kuat tarik yang rendah.

4.7.3. Kuat Tarik Beton *Sika viscocrete* 8670-MN 0,8% dan Limbah Kontruksi Beton 7%, Serat Sabut Kelapa 0,7% (Saat Pengujian).

Pengujian beton dengan variasi *sika viscocrete* 8670-MN dan limbah konstruksi beton 7%, serat sabut kelapa 0,7% dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 2 buah.

Hasil kuat tarik beton dengan *sika viscocrete* 8670-MN dan limbah konstruksi beton 7%, serat sabut kelapa 0,7% 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.26.

Berdasarkan Tabel 4.26 menjelaskan hasil kuat tarik beton yang telah didapat kuat tarik rata-rata pada umur beton 28 hari sebesar 2,82 Mpa.

Tabel 4.28 : Hasil pengujian kuat tarik beton dengan limbah konstruksi beton 7%, serat sabut kelapa 0,7%

Benda Uji	Umur Beton (Hari)	Beban Maksimum (Ton)	Kuat Tarik (Mpa)	Kuat Tarik Rata-Rata (Mpa)
LKB 7	28	20	2,8	2,82
LKB 7	28	20,5	2,84	

Berdasarkan tabel 4.26 menjelaskan hasil kuat tarik beton dengan variasi sika *viscocrete 8670-MN* 0,8% dan limbah konstruksi beton 7%, serat sabut kelapa 0,7% didapatkan kuat tarik rata-rata pada umur beton 28 hari sebesar 2,82 MPa. Dari hasil yang didapat dari 2 benda uji masing-masing memiliki kuat tarik yang rendah namun perbandingan nilai tarik antara 2 benda uji tidak terlalu jauh. Hal ini bisa saja faktor penambahan limbah konstruksi beton dan serat sabut kelapa yang sedikit sehingga menyebabkan kuat tarik yang rendah.

4.7.4. Kuat Tarik Beton Sika *viscocrete 8670-MN* 0,8% dan Limbah Konstruksi Beton 10%, Serat Sabut Kelapa 0,7% (Saat Pengujian).

Pengujian beton dengan variasi *sika viscocrete 8670-MN* dan limbah konstruksi beton 10%, serat sabut kelapa 0,7% dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 2 buah. Hasil kuat tarik beton dengan *sika viscocrete 8670-MN* dan limbah konstruksi beton 10%, serat sabut kelapa 0,7% 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.27.

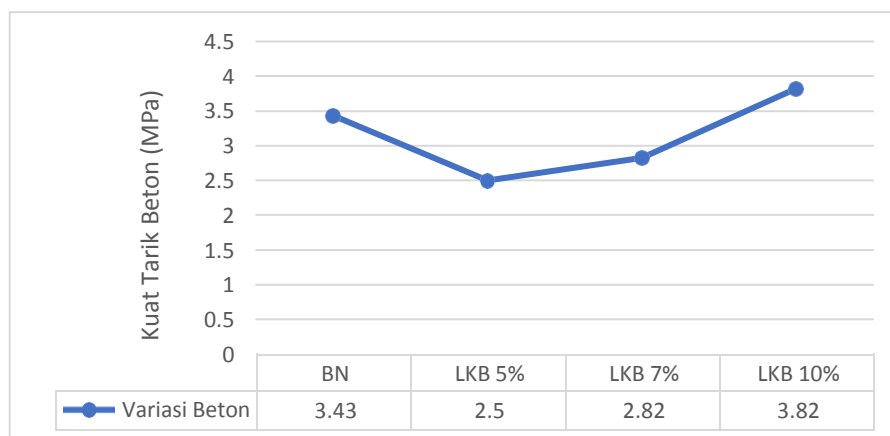
Berdasarkan Tabel 4.27 menjelaskan hasil kuat tarik beton yang telah didapat kuat tarik rata-rata pada umur beton 28 hari sebesar 3,82 MPa.

Tabel 4.29 : Hasil pengujian kuat tarik beton dengan limbah konstruksi beton 10%, serat sabut kelapa 0,7%

Benda Uji	Umur Beton (Hari)	Beban Maksimum (Ton)	Kuat Tarik (Mpa)	Kuat Tarik Rata-Rata (Mpa)
-----------	-------------------	----------------------	------------------	----------------------------

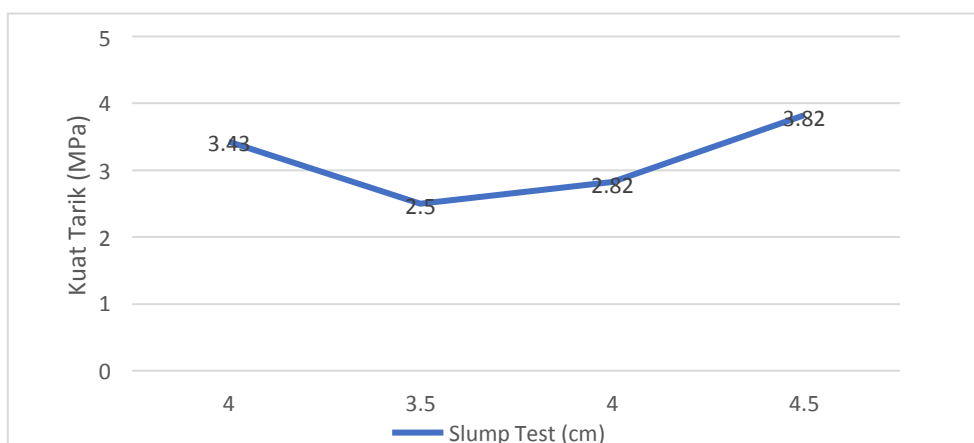
LKB 10	28	27	3,74	3,82
LKB 10	28	28	3,9	

Berdasarkan tabel 4. 25 menjelaskan hasil kuat tarik beton dengan variasi sika *viscocrete 8670-MN* 0,8% dan limbah kontruksi beton 10%, serat sabut kelapa 0,7% didapatkan kuat tarik rata-rata pada umur beton 28 hari sebesar 3,82 MPa. Dari hasil yang didapat dari 2 benda uji masing-masing memiliki kuat tarik yang rendah namun perbandingan nilai tarik antara 2 benda uji tidak terlalu jauh. Hal ini bisa saja faktor penambahan limbah kontruksi beton dan serat sabut kelapa yang sedikit sehingga menyebabkan kuat tarik yang rendah.



Gambar 4.8 :Grafik persentase kuat tarik beton limbah kontruksi beton dan serat sabut kelapa umur 28 hari.

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa presentase kenaikan kuat tarik beton terjadi karena ada penambahan *Sika Viscocrete 8670-MN* dan limbah kontruksi beton, serat sabut kelapa pada benda uji beton dengan umur 28 hari.



Gambar 4.9 : Grafik persentase kuat tarik beton terhadap slump test umur 28 hari.

Dari Gambar 4.9 disimpulkan bahwa perbandingan kuat tarik beton dengan slump test didapat hasil kuat tarik beton terbesar terjadi pada beton dengan penambahan *Viscocrete 8670-MN* 0,8% dan limbah kontruksi beton 10%, serat sabut kelapa 0,7% adalah 3,82 MPa terhadap beton rencana 25 MPa dengan slump test 4,5 cm. Dan terjadi penurunan pada penambahan *viscocrete 8670-MN* 0,8% dan limbah kontruksi beton 5%, serat sabut kelapa 0,7% adalah 2,5 MPa terhadap beton rencana 25 MPa dengan slump test 3,5 cm.

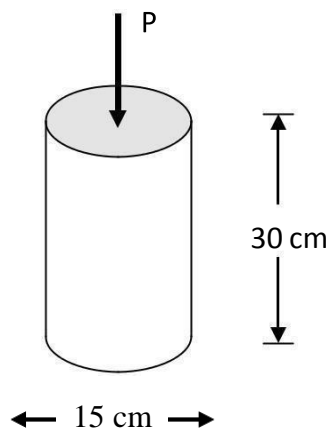
Maka, berdasarkan data yang telah dikumpulkan mengenai kenaikan kuat tarik beton. Hasil penelitian ini memiliki beberapa faktor yang dapat menaikkan kuat tarik. Adapun faktor yang dapat yang mengakibatkan hal ini terjadi adalah karena persentase *sika viscocrete 8670-MN* dan limbah kontruksi beton, serat sabut kelapa yang memang digunakan untuk menaikkan kuat tarik beton apabila yang digunakan mencukupi pada proporsi. Persentase paling tinggi berada pada beton dengan variasi sika viscocrete 8670-MN 0,8% dan limbah kontruksi beton 10%, serat sabut kelapa 0,7% yaitu 3,82 MPa untuk umur 28 hari.

Pada penelitian tersebut dapat dilihat bahwa semakin besar nilai slump test maka semakin tinggi nilai kuat tarikannya. Sebaliknya semakin kecil nilai slump test maka semakin kecil pula nilai kuat tarik yang akan didapatkan.

Pada nilai slump untuk beton normal maupun beton dengan substitusi limbah kontruksi beton dan serat sabut kelapa memenuhi syarat standar slump rencana yakni 3 - 6 cm. terlihat bahwa adukan beton memiliki workability yang baik, dengan kata lain bahwa kemudahan dalam pencampuran baik. Dari hasil pengujian slump test ini juga menunjukkan adukan campuran beton telah tercampur dengan merata dan sempurna dan terlihat tidak terjadi segregasi (pemisahan kerikil) dan bleeding (naiknya air kepermukaan) pada adukan beton segar.

4.8. Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan menggunakan mesin tekan dengan kapasitas 1500 KN, benda uji yang akan dites adalah berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm seperti pada Gambar 4.10, dengan jumlah benda uji 8 buah, pengelompokan benda uji sesuai dengan variasi campurannya pada tabel 3.1.



Gambar 4.10 : Beban tekan pada benda uji silinder.

Ada beberapa macam cetakan benda uji yang dipakai, diantaranya adalah Serta silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

$$\text{Rumus kuat tekan beton ialah } (f_c') = \frac{P}{A}$$

Dimana:

f_c' = Kuat tekan (N/mm² atau MPa)

P = Gaya tekan maksimum (N)

A = Luas penampang benda uji (mm²)

4.8.1. Kuat Tekan Beton Normal (Saat Pengujian)

Pengujian beton normal variasi sika *viscocrete-8670 MN* 0,8% dan limbah kontroksi beton 0%, serat sabut kelapa 0% dilakukan pada saat beton berumur 28

hari dengan jumlah benda uji 2 buah. Hasil kuat tekan beton normal 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.28.

Tabel 4.30 : Hasil pengujian kuat tekan beton normal.

Benda Uji	Umur Beton (hari)	Beban maksimum (TON)	Beban (P)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan rata-rata(MPa)
BN 1	28	39	39000	21,7	21,9
BN 2	28	40	40000	22,2	

Berdasarkan Tabel 4.28 menjelaskan hasil uji kuat tekan beton normal variasi sika *viscocrete-8670 MN* 0,8% dan limbah kontruksi beton 0%, serat sabut kelapa 0% dengan perendaman 28 hari. Dari 2 masing-masing benda uji beton normal yang diuji kuat tekannya, maka diperoleh nilai kuat tekan beton rata-rata sebesar 21,9 MPa pada umur beton 28 hari.

4.8.2. Kuat Tekan beton Sika *Viscocrete 8670-MN* 0,8% dan Limbah Kontruksi Beton 5%, Serat Sabut Kelapa 0,7% (Saat Pengujian)

Pengujian beton dengan variasi sika *viscocrete 8670-MN* 0,8% dan limbah kontruksi beton 5%, Serat Sabut Kelapa 0,7% dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 2 buah. Hasil kuat tekan beton dengan sika *viscocrete 8670 MN*-0,8% dan limbah kontruksi beton 5%, serat sabut kelapa 0,7% 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.29.

Tabel 4.31 : Hasil pengujian kuat tekan beton dengan limbah kontruksi beton 5% dan serat sabut kelapa 0,7%, sika *viscocrete-8670 MN* 0,8%.

Benda Uji	Umur Beton (hari)	Beban maksimum (TON)	Beban (P)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan rata-rata(MPa)
LKB 5	28	30,5	29000	16,9	17,3
LKB 5	28	32	27000	17,8	

Berdasarkan Tabel 4.29 menjelaskan hasil kuat tekan beton dengan variasi sika *viscocrete-8670 MN* 0,8% dan limbah konstruksi beton 5%, serat sabut kelapa 0,7% didapat kuat tekan rata-rata pada umur beton 28 hari sebesar 17,3 MPa. Dari 2 buah sample benda uji masing-masing memiliki kuat tekan beton yang rendah namun perbandingan nilai tidak terlalu jauh. Hal ini bisa saja faktor penggunaan limbah konstruksi dan serat sabut kelapa yang sedikit sehingga menyebabkan kuat tekan yang rendah.

4.8.3. Kuat Tekan Beton *Viscocrete 8670-MN 0,8%* Limbah Kontruksi Beton 7%, Serat Sabut Kelapa 0,7%. (Saat Pengujian)

Pengujian beton dengan variasi sika *viscocrete-8670 MN* 0,8% dan limbah konstruksi beton 7%, serat sabut kelapa 0,7% dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 2 buah. Hasil kuat tekan beton dengan plastik sika *viscocrete-8670 mn* 0,8% dan limbah konstruksi beton 7%, serat sabut kelapa 0,7% 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.30.

Tabel 4.32 : Hasil pengujian kuat tekan beton dengan limbah konstruksi beton 7% dan serat sabut kelapa 0,7%, sika *viscocrete-8670 MN* 0,8%.

Benda Uji	Umur Beton (hari)	Beban maksimum (TON)	Beban (P)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan rata-rata (MPa)
LKB 7	28	37	35000	20,5	21
LKB 7	28	39	36000	21,6	

Berdasarkan Tabel 4.30 menjelaskan hasil kuat tekan beton dengan variasi sika

viscocrete-8670 MN 0,8% dan limbah konstruksi beton 7%, serat sabut kelapa 0,7% didapat kuat tekan rata-rata pada umur beton 28 hari sebesar 21 MPa.

4.8.4. Kuat Tekan Beton Sika *Viscocrete 8670-MN 0,8%* dan Limbah Kontruksi Beton 10%, Serat Sabut Kelapa 0,7% (Saat Pengujian)

Pengujian beton dengan variasi plastik sika *viscocrete 8670-MN 0,8%* dan limbah konstruksi beton 10%, serat sabut kelapa 0,7% dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tekan beton dengan plastik sika *viscocrete-8670 MN 0,8%* dan limbah konstruksi beton 10%, serat sabut kelapa 0,7% 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.31.

Tabel 4.33 : Hasil pengujian kuat tekan beton dengan limbah konstruksi beton 10% dan serat sabut kelapa 0,7%, sika *viscocrete-8670 MN 0,8%*.

Benda Uji	Umur Beton (hari)	Beban maksimum (TON)	Beban (P)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan rata-rata (MPa)
LKB 10	28	43,5	38000	24,1	25,1
LKB 10	28	47	38000	26,1	

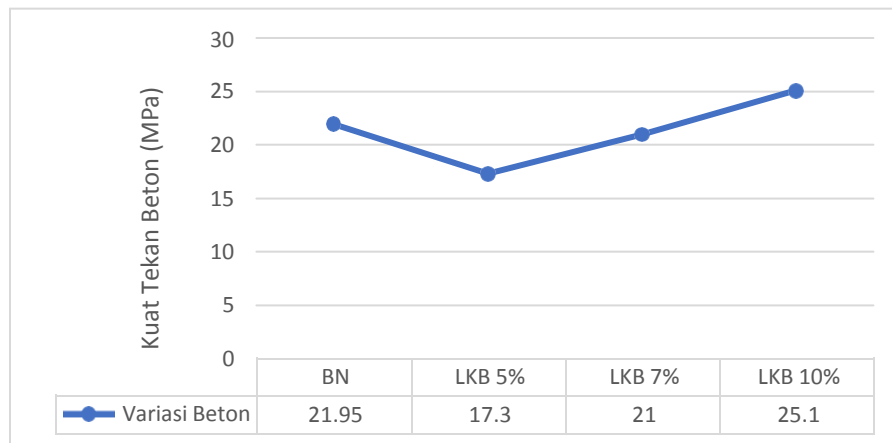
Berdasarkan Tabel 4.29 menjelaskan hasil kuat tekan beton dengan variasi sika *viscocrete-8670 MN 0,8%* dan limbah konstruksi beton 10%, serat sabut kelapa 0,7% maka didapat kuat tekan rata-rata pada umur beton 28 hari sebesar 25,1 MPa.

Tabel 4.34 : Tabel nilai kuat tekan beton umur 28 hari.

Benda uji	Umur Beton (hari)	Beban Maksimum (TON)		Kuat Tekan (Mpa)		Kuat Tekan rata-rata (Mpa)
		1	2	1	2	
BN	28	39	40	21,7	22,2	21,95
LKB 5%	28	30,5	32	16,9	17,8	17,3
LKB 7%	28	37	39	20,5	21,6	21
LKB 10%	28	43,5	47	24,1	26,1	25,1

Dari gambar 4.8 dapat diketahui bahwa pada benda uji beton dengan variasi

sika viscrocrete-8670 MN 0,8% dan limbah kontruksi beton 10%, serat sabut kelapa 0,7% memiliki nilai kuat tekan rata – rata maksimum yaitu sebesar 25,1 MPa pada umur 28 hari. Dalam sika viscrocrete-8670 MN 0,8% dan limbah kontruksi beton 5%, serat sabut kelapa 0,7% mengalami retak pada waktu kurang dari yang telah ditetapkan sehingga memiliki nilai kuat tekan rata – rata minimum yaitu sebesar 17,3 MPa pada umur 28 hari dari kuat tekan rencana 25 MPa.



Gambar 4.11 : Grafik kuat tekan beton rata-rata umur 28 hari.

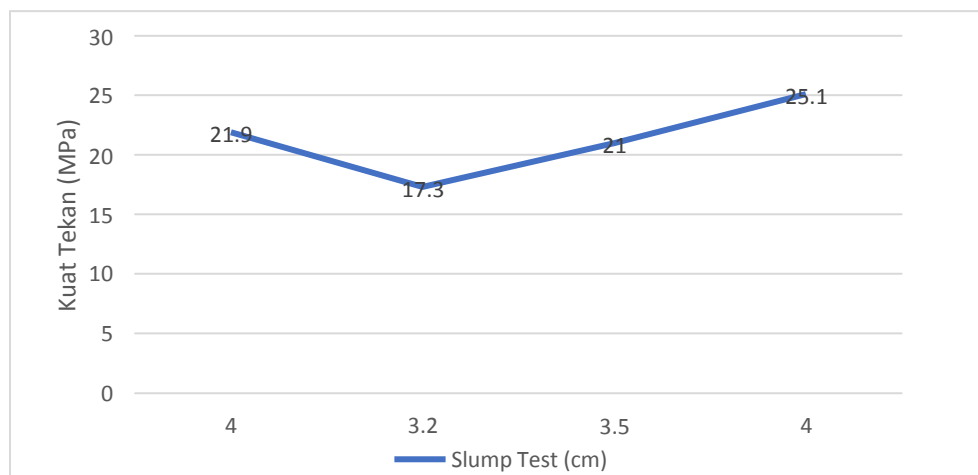
Dari gambar 4.12 disimpulkan bahwa perbandingan kuat tekan beton dengan *slump test* didapat hasil kuat tekan beton terbesar terjadi pada beton dengan substitusi sika *Viscrocrete-8670 MN* 0,8% dan limbah kontruksi beton 10%, serat sabut kelapa 0,7% yaitu 25,1 MPa terhadap beton rencana 25 Mpa dengan *slump test* 4,6 cm. Dan pada LKB 5% dan SSK 0,7% mengalami retak pada waktu kurang dari yang telah ditetapkan sehingga terjadi penurunan pada sika *Viscrocrete-8670 MN* 0,8% dan limbah kontruksi beton 5%, serat sabut kelapa 0,7% yaitu 17,3 MPa terhadap beton rencana 25 Mpa dengan *slump test* 3,2 cm.

Maka, berdasarkan data yang telah dikumpulkan mengenai kenaikan kuat tekan beton. Hasil penelitian ini memiliki beberapa faktor yang dapat menaikkan kuat tekan. Adapun faktor yang dapat yang mengakibatkan hal ini terjadi adalah karena persentase sika *Viscrocrete-8670 MN* dan limbah kontruksi beton, serat sabut kelapa yang memang digunakan untuk menaikkan kuat tekan beton apabila yang digunakan mencukupi pada proporsi. Persentase paling tinggi berada pada beton

dengan variasi sika *Viscocrete-8670 MN* 0,8% dan limbah konstruksi beton 10%, serat sabut kelapa 0,7% yaitu 25,1 MPa untuk umur 28 hari.

Pada penelitian tersebut dapat dilihat bahwa semakin besar nilai *slump test* maka semakin tinggi nilai kuat tekannya. Sebaliknya semakin kecil nilai *slump test* maka semakin kecil nilai kuat tekan.

Pada nilai slump untuk beton normal maupun beton dengan substitusi agregat limbah konstruksi beton dan serat sabut kelapa memenuhi syarat standar *slump* rencana yakni 3 - 6 cm. terlihat bahwa adukan beton memiliki workability yang baik, dengan kata lain bahwa kemudahan dalam pencampuran baik. Dari hasil pengujian *slump test* ini juga menunjukkan adukan campuran beton telah tercampur dengan merata dan sempurna dan terlihat tidak terjadi segregasi (pemisahan kerikil) dan bleeding (naiknya air kepermukaan) pada adukan beton segar.



Gambar 4.12: Grafik persentase kuat tekan beton terhadap *slump test* umur 28 hari

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain:

1. Berdasarkan dari data kuat tarik beton dan kuat tekan beton yang dihasilkan bahwa semakin besar presentase penambahan sika *ViscoCrete 8670-MN* dan limbah konstruksi beton, serat sabut kelapa sebagai bahan penambah maka semakin tinggi kuat tarik dan kuat tekan yang didapat.
2. Berdasarkan dari data kuat tarik beton dan kuat tekan beton yang dihasilkan bahwa variasi persen sika *ViscoCrete 8670-MN* dan limbah konstruksi beton, serat sabut kelapa dapat mempengaruhi mutu beton yang didapat pada umur 28 hari yaitu:
 - A. Kuat tarik beton.
 - Beton dengan *viscocrete 8670-MN* 0,8% dan limbah konstruksi beton 5%, serat sabut kelapa 0,7% didapatkan kuat tarik sebesar 2,5 MPa.
 - Beton dengan *viscocrete 8670-MN* 0,8% dan limbah konstruksi beton 7%, serat sabut kelapa 0,7% didapatkan kuat tarik sebesar 2,82 MPa.
 - Beton dengan *viscocrete 8670-MN* 0,8% dan limbah konstruksi beton 10%, serat sabut kelapa 0,7% didapatkan kuat tarik sebesar 3,82 MPa.
 - B. Kuat tekan beton
 - Beton dengan *viscocrete 8670-MN* 0,8% dan limbah konstruksi beton 0%, serat sabut kelapa 0% didapatkan kuat tarik sebesar 21,95 MPa.
 - Beton dengan *viscocrete 8670-MN* 0,8% dan limbah konstruksi beton 5%, serat sabut kelapa 0,7% didapatkan kuat tarik sebesar 17,3 MPa.
 - Beton dengan *viscocrete 8670-MN* 0,8% dan limbah konstruksi beton 7%, serat sabut kelapa 0,7% didapatkan kuat tarik sebesar 21 MPa.
 - Beton dengan *viscocrete 8670-MN* 0,8% dan limbah konstruksi beton 10%, serat sabut kelapa 0,7% didapatkan kuat tarik sebesar 25,1 MP.

3. Berdasarkan data dari kuat tarik beton dan kuat tekan beton, karakteristik yang didapat bahwa beton ditambah dengan sika *ViscoCrete 8670-MN* dan limbah konstruksi beton, serat sabut kelapa mempunyai kuat tarik yang tinggi, semakin banyak persen yang ditambah maka semakin tinggi kuat tarik beton yang didapat.
4. Dari data tersebut terlihat bahwa nilai kuat tarik dan kuat tekan dipengaruhi oleh penambahan sika *viscocrete 8670-MN* dan limbah konstruksi beton, serat sabut kelapa. Semakin besar kandungan limbah konstruksi beton, serat sabut kelapa dan sika *viscocrete 8670-MN* maka semakin besar nilai Slump test yang didapatkan kuat tarik beton dan kuat tekan beton.
5. Dari hasil penelitian ini diketahui bahwa penambahan *viscocrete 8670-MN* dan limbah konstruksi beton, serat sabut kelapa terjadi kenaikan pada presentase 10% dan 0,7%, maka dianjurkan untuk penelitian selanjutnya menggunakan presentase variasi limbah konstruksi beton dan serat sabut kelapa minimal 10% dan 0,7% dari berat semen dan penambahan agregat kasar.

5.2. Saran

1. Dari hasil penelitian yang didapat, campuran dengan menggunakan bahan tambah sika ViscoCrete 8670-MN dan limbah konstruksi beton, serat sabut kelapa dapat menaikkan kuat tarik beton. Maka semakin besar persen campuran limbah konstruksi beton dan serat sabut kelapa yang digunakan maka akan semakin tinggi nilai kuat tarik beton dan kuat tekan beton yang didapatkan.
2. Dan perlu dilakukan pengujian-pengujian lanjutan untuk uji tarik beton dan uji tekan beton akibat pengaruh ada penambahan sika viscocrete 8670-MN dan limbah konstruksi beton, serat sabut kelapa dalam campuran beton.
3. Perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut tentang pengaruh penambahan limbah konstruksi beton dan serat sabut kelapa dalam campuran beton terhadap zat additive yang lain.
4. Untuk penelitian selanjutnya harus menggunakan penambahan presentase limbah konstruksi beton dan serat sabut kelapa yang lebih besar lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- Alwi, A.H . (2021). Analisis Pengaruh Penambahan Steel Fibre Dan *Viscocrete 8670-MN* Terhadap Uji Kuat Tarik Beton (Studi Penelitian) (UMSU).
- Andhikatama, A. (2013). Pemanfaatan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran *Asphalt Concrete-Wearing Course* Gradasi Kasar (Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Arkis, z. (2020). Pengaruh Metode Perawatan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. *Jurnal Teknik Sipil*, 7(2), 78-84.
- Ishaq, M., Nasmirayanti, R., & Trinanda, A. Y. (2020). Pengaruh Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton. *Civil Engineering Collaboration*, 34-40.
- Muhammad, R. M., Bahrul, A., & Indra, K. (2020). Pengaruh Penggunaan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton Memadat.
- Pane, F. P. (2015, Mei Selasa). Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Dengan Variasi. (H. Tanudjaja, ED.) *Jurnal Sipil Statik Vol.3 No.5 Mei 2015*, 3, 313-321.
- Prasetyo, L. (2019, January). Pengaruh Variasi Gradasi Limbah Beton Sebagai Bahan Pengganti Agregat Terhadap Kuat Tekan. In *Prosiding Sentra* (Seminar Teknologi Dan Rekayasa) (No. 4, PP. 52-55).
- Prahara, E., Liong, G. T., & Rachmansyah, R. (2015). Analisa Pengaruh Penggunaan Serat Serabut Kelapa Dalam Presentase Tertentu Pada Beton Mutu Tinggi. *Comtech: Computer, Mathematics And Engineering Applications*, 6(2), 208-214.
- Sahrudin, A., & Nadia, N. (2016). Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton. *Konstruksia*, 7(2).
- Saepudin, U. (2019). Kajian Penggunaan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran *Cement Treated Base (CTB)* Untuk Lapis Pondasi Perkerasan Lentur (Flexible Pavement).
- Soelarso, S., & Baehaki, B. (2016). Pengaruh Penggunaan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Beton Normal Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas. *Fondasi: Jurnal Teknik Sipil*, 5(2).

- Suryan, V., Fepy, S., & Elhusna, E. Pengaruh Penggunaan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Beton (Fakultas Teknik).
- Turnip, . T. B. P. T. (2016). Pemanfaatan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Beton (Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya).
- Untu, G. E., Kumaat, E. J., & Windah, R. S. (2015). Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Variasi Kuat Tekan Beton. *Jurnal Sipil Statik*, 3(10).
- Umar, A., Budiman, E., & Abdi, F. N. (2021). Pengaruh Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Semen Basf Masterflow 870 Dan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar. *Teknologi Sipil*, 4(2), 1-7.
- Utomo, B., & Harnaeni, S. R. (2017). *Gnalysis Marshall Properties Asphalt Concrete Dan Hot Rolled Sheet* Menggunakan Limbah Beton Sebagai Pengganti agregat kasar (Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Zalukhu, P. S., Irwan, I., & Hutauruk, D. M. (2017). Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa (*Cocofiber*) Terhadap Campuran Beton Sebagai Peredam Suara. *Jcebt (Journal Of Civil Engineering, Building And Transportation)*, 1(1), 27-36.
- Zuraidah, S. (2012). Pengaruh Penggunaan Limbah Paving Sebagai Alternatif Agregat Kasar Untuk Beton. *Jurnal Ilmiah Kern*, 2(2), 69-72.
- (SNI 03-1968, 1990) Analisa saringan agregat.
- (SNI 1969, 2008) Berat jenis dan penyerapan agregat kasar.
- (SNI 1970, 2008) Berat jenis dan penyerapan agregat halus.
- (SNI 03-4804, 1998) Pemeriksaan berat isi agregat.
- (SNI 1971, 2011) Pemeriksaan kadar air agregat.
- (SNI 03-4141, 1996) Pemeriksaan kadar lumpur.
- (SNI 03-2834-2000, 2000) Perencanaan campuran beton (*Mix Design*).
- (SNI 1974:2011) Uji kuat tekan beton.

LAMPIRAN



Lampiran 1 : Semen andalas



Lampiran 2 : Agregat halus



Lampiran 3 : Agregat kasar



Lampiran 4 : Air



Lampiran 5 : Serat sabut kelapa



Lampiran 6 : Sika *Viscocrete-8670 MN*



Lampiran 7 : Limbah kontruksi beton



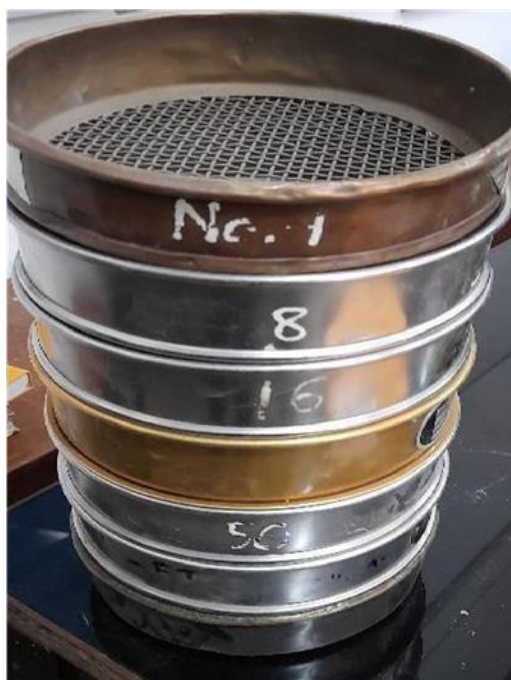
Lampiran 8 : Compressing Test Machine (CTM).



Lampiran 9 : Saringan Agregat Kasar.



Lampiran 10 : Cetakan Silinder.



Lampiran 11 : Saringan Agregat Halus.



Lampiran 12 : Oven.



Lampiran 13 : Alat Tulis.



Lampiran 14 : Gelas Ukur.



Lampiran 15 : Kerucut Abrams.



Lampiran 16 : Mixer Beton.



Lampiran 17 : Timbangan.



Lampiran 18 : Tongkat Penumbuk.



Lampiran 19 : Bak Perendaman.



Lampiran 20 : Ember.



Lampiran 21 : Plastik.



Lampiran 22 : Sendok Semen.



Lampiran 23 : Penggaris.



Lampiran 24 : Sekop Tangan.



Lampiran 25 : Skrap.



Lampiran 26 : Masker.



Lampiran 27 : Sarung Tangan.



Lampiran 28 : Proses Pembuatan Adukan Beton.



Lampiran 29 : Proses Pengujian Slump Test.



Lampiran 30 : Proses Perojokan Adukan Beton Di Cetakan.



Lampiran 31 : Perendaman Benda Uji.



Lampiran 32 : Beton Normal



Lampiran 33 : Limbah konstruksi beton 5% dan Serat Sabut Kelapa 0,7%



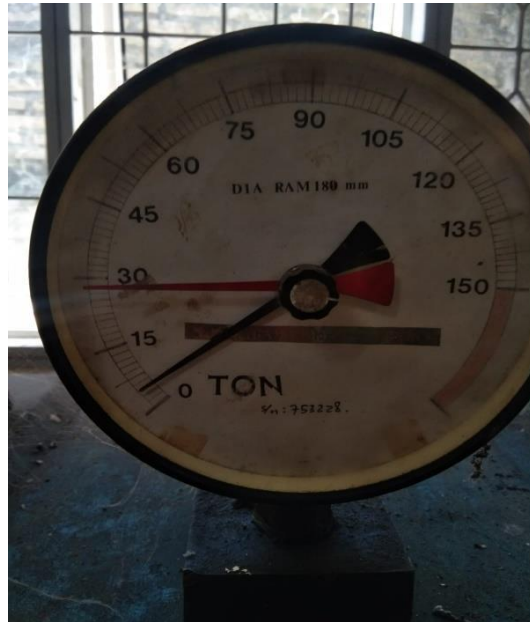
Lampiran 34 : Limbah kontruksi Beton 7% dan Serat Sabut Kelapa 0,7%



Lampiran 35 : Limbah Kontruksi Beton 10% dan Serat Sabut Kelapa 0,7%



Lampiran 36 : Proses Pengujian Kuat tekan beton.



Lampiran 37 : Proses Pengujian Kuat Tarik Beton.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama Lengkap : Achmad Syetiawan Arda Koto
Nama Panggilan : Wawan
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 15 Desember 1997
Jenis Kelamin : Laki-laki
Alamat : Jl. SM Raja G Kasih No 3
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : Alm. Drs. Sudarmo Giatmo
Ibu : Ardanari Syahfitri
No Hp : 089624531633
Email : syetiawanachmad@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1607210183
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Kelamin : Laki-laki
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jalan Kapten Muchtar Basri No.3 Medan
20238

PENDIDIKAN FORMAL

Tingkat Pendidikan Kelulusan	Nama dan Tempat	Tahun
Sekolah Dasar	SDN 061801 MEDAN	2004– 2010
Sekolah Menengah Pertama	SMP SWASTA KESATRIA MDN	2010 - 2013
Sekolah Menengah Atas	SMA SWASTA KESATRIA MDN	2013 - 2016

ORGANISASI

Informasi	Tahun
BPH-HMS-FT-UMSU	PERIODE 2017 - 2018