

TUGAS AKHIR

**PEMANFAATAN SERAT IJUK PADA CAMPURAN
BETON DENGAN BAHAN TAMBAH *VISCOCRETE 3115N*
DITINJAU DARI KEKUATAN TARIK BELAH
(*Studi Penelitian*)**

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

Disusun Oleh:

TOGU RAHMAN HASYIM LUBIS
1607210176



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2020**



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Kapten Muehtar Basri No.3 Medan 20238 (061) 6622400

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Togu Rahman Hasyim Lubis
NPM : 1607210176
Program Studi : Teknik Sipil
Judul skripsi : Pemanfaatan Serat Ijuk Pada Campuran Beton Dengan Bahan
Tambah *Viscocrete 3115N* Ditinjau Dari Kekuatan Tarik
Belah
Bidang ilmu : Struktur

Disetujui Untuk Disampaikan Kepada
Panitia Ujian

Dosen Pembimbing

Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, M.Sc

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Togu Rahman Hasyim Lubis

NPM : 1607210176

Program Studi : Teknik Sipil

Judul skripsi : Pemanfaatan Serat Ijuk Pada Campuran Beton Dengan Bahan Tambah *Viscocrete 3115N* Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Belah

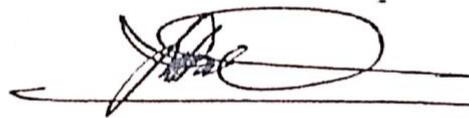
Bidang Ilmu : Struktur

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

Medan, September 2020

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing



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

Dosen Pembanding I / Penguji



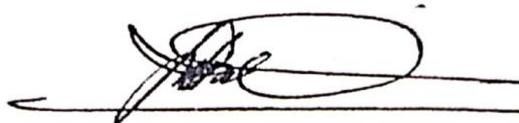
Sri Prafanti, S.T, M.T

Dosen Pembanding II / Penguji



Dr. Fetra Vanny Riza

Program Studi Teknik Sipil
Ketua,



Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, M.Sc

LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Togu Rahman Hasyim Lubis

Tempat/Tanggal Lahir : Medan, 11 September 1997

NPM : 1607210176

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

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

“Pemanfaatan Serat Ijuk Pada Campuran Beton Dengan Bahan Tambah *Viscocrete 3115N* Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Belah”,

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

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

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, Oktober 2020
Saya yang menyatakan,

Materai
Rp.6.000,
-

Togu Rahman Hasyim Lubis

ABSTRAK

PEMANFAATAN SERAT IJUK PADA CAMPURAN BETON DENGAN BAHAN TAMBAH *VISCOCRETE 3115N* DITINJAU DARI KEKUATAN TARIK BELAH BETON

Togu Rahman Hasyim Lubis

1607210176

Sri Prafanti S.T, M.T

Dr. Fetra Venny Riza

Beton merupakan bahan yang sangat penting digunakan dalam bidang konstruksi. Pengembangan untuk penelitian akan kuat tarik belah beton semakin ditingkatkan. Beton serat bertujuan untuk meningkatkan kuat tarik beton agar tahan terhadap gaya tarik yang diakibatkan pengaruh iklim, temperatur dan perubahan cuaca yang dialami oleh permukaan yang luas. Salah satu bahan yang memiliki fungsi meningkatkan kuat tarik belah beton ialah serat ijuk. Selain penggunaan serat ijuk, juga menambahkan zat *admixture* berupa *viscocrete 3115N*. Tujuan penelitian ini adalah menaikkan kuat tarik belah dari beton dengan serat ijuk dan dicampur dengan *viscocrete 3115N*. Dimana serat ijuk dan *viscocrete 3115N* digunakan sebagai *bahan tambah pada campuran beton*. Pemeriksaan menggunakan silinder dengan ukuran 30 x 15 cm pada umur 28 hari, dengan nilai *slump* 60 - 180 mm. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan menggunakan metode dan langkah-langkah berdasarkan praktikum beton dan SNI 03-2834-2000. Dari hasil penelitian diperoleh nilai kuat tekan beton rencana 26 MPa. Adapun persentase dari serat ijuk dalam campuran yaitu 7 %, 8 % dan 9 %, sedangkan untuk *viscocrete 3115N* digunakan 0,8 %. Dari hasil penelitian ini didapatkan kuat tarik belah beton dengan nilai tertinggi berada pada komposisi serat ijuk 9 % dan *viscocrete 3115N* 0,8 % yaitu 5,16 MPa untuk umur 28 hari

Kata kunci: Beton, kuat tarik belah beton, serat ijuk, *viscocrete 3115N*.

ABSTRAK

UTILIZATION OF PALM FIBER IN CONCRETE MIXTURES WITH THE ADDITIONAL VISCOCRETE 3115N IN TERMS OF SPLIT TENSILE STRENGTH

Togu Rahman Hasyim Lubis
1607210176
Sri Prafanti S.T, M.T
Dr. Fetra Venny Riza

Concrete is a very important material used in the construction sector. The development for research on the tensile strength of concrete is increasingly being improved. Fiber concrete aims to increase the tensile strength of concrete so that it is resistant to tensile forces caused by the influence of climate, temperature and weather changes experienced by a large surface. One of the materials which has the function of increasing the tensile strength of concrete is palm fiber. In addition to the use of fibers, the admixture substance is also added in the form of viscocrete 3115N. The purpose of this study was to increase the split tensile strength of concrete with palm fiber mixed with 3115N viscocrete. Where palm fibers and viscocrete 3115N are used as additives to the concrete mixture. Examination using a cylinder with a size of 30 x 15 cm at the age of 28 days, with a slump value of 60 - 180 mm. This research was conducted at the Civil Engineering Laboratory of Muhammadiyah University of North Sumatra using methods and steps based on concrete practicum and SNI 03-2834-2000. From the research results, the compressive strength of the concrete plan was 26 MPa. The percentage of palm fiber in the mixture is 7%, 8% and 9%, while for viscocrete 3115N is used 0.8%. From the results of this study, it was found that the tensile strength of the concrete with the highest value was in the composition of 9% palm fiber and 0.8% viscocrete 3115N, namely 5.16 MPa for 28 days of age.

Keywords: Concrete, split tensile strength, fibers, viscocrete 3115N.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pemanfaatan Serat Ijuk Pada Campuran Beton Dengan Bahan Tambah *Viscocrete 3115N* Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Belah (Studi Penelitian)” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, Selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Ibu Sri Prafanti, ST, MT, Selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Dr. Fetra Venny Riza, Selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansuri Siregar, S.T., M.Sc, Selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.
6. Bapak/Ibu staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Ridwan Lubis dan Ibunda tercinta Wiwin Ikha Wati yang telah bersusah payah membesarkan dan memberikan kasih sayangnya yang tidak ternilai kepada penulis.
8. Teristimewa sekali kepada Imada Rahmadia Lubis, Thaha Mulia Lubis, yang telah memberikan dukungan serta doa kepada penulis.
9. Rekan-rekan seperjuangan Teknik Sipil terutama Delva Enzelya Adila Lubis, Bobby Nazar, Irfan Syukuri, Wisnu Derlangga Sinambela, Hasanul Arifin, M. Yusril Chair, dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.

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

Medan, 10 November 2020

Togu Rahman Hasyim Lubis

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRAK</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR NOTASI	xv
DAFTAR SINGKATAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Pembahasan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Penelitian Terdahulu	6
2.2. Beton Serat	9
2.3. Kelebihan dan Kekurangn Beton Serat	12
2.4. Material Penyusun Campuran Beton	13
2.4.1. Semen	13
2.4.2. Agregat	15
2.4.2.1. Agregat Halus	16
2.4.2.2. Agregat Kasar	17
2.4.3. Air	18
2.4.4. Bahan Tambah	18
2.4.4.1. Serat Ijuk	18

2.4.4.2. <i>Viscocrete 3115 N</i>	19
2.5. Perawatan Beton	20
2.6. Pengujian Kuat Tarik Belah	21
BAB 3 METODE PENELITIAN	
3.1. Metode Penelitian	23
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian	25
3.3. Metode Penelitian	25
3.4. Teknik Pengumpulan Data	25
3.5. Bahan dan Peralatan	25
3.5.1. Bahan	25
3.5.2. Peralatan	26
3.6. Proses Pengerjaan Serat Ijuk Dalam Campuran Beton	27
3.7. Persiapan Penelitian	27
3.8. Pemeriksaan Agregat	28
3.9. Pemeriksaan Agregat Halus	28
3.9.1. Kadar Air Agregat Halus	28
3.9.2. Kadar Lumpur Agregat Halus	29
3.9.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	29
3.9.4. Berat Isi Agregat Halus	30
3.9.5. Analisa Saringan Agregat Halus	31
3.10. Pemeriksaan Agregat Kasar	33
3.10.1. Kadar Air Agregat Kasar	34
3.10.2. Kadar Lumpur Agregat Kasar	34
3.10.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	35
3.10.4. Berat Isi Agregat Kasar	36
3.10.5. Analisa Saringan Agregat Kasar	37
3.10.6. Keausan Agregat Dengan Mesin <i>Los Angeles</i>	39
3.11. Perencanaan Campuran Beton	40
3.12. Pelaksanaan Penelitian	40
3.12.1. <i>Trial Mix</i>	40
3.12.2. Pembuatan Benda Uji	41
3.12.3. Pengujian <i>Slump</i>	41

3.12.4. Perawatan Beton	41
3.12.5. Pengujian Kuat Tarik Belah	41
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Perencanaan Campuran Beton	43
4.1.1. Metode Pengerjaan <i>Mix Design</i>	50
4.2. Pembuatan Benda Uji	55
4.3. <i>Slump Test</i>	56
4.4. Kuat Tarik Belah Beton	58
4.4.1. Kuat Tarik Belah Beton Normal	59
4.4.2. Kuat Tarik Belah Beton Serat Ijuk 7% Dan <i>Viscocrete-3115N</i> 0,8%	59
4.4.3. Kuat Tarik Belah Beton Serat Ijuk 8% Dan <i>Viscocrete-3115N</i> 0,8%	60
4.4.4. Kuat Tarik Belah Beton Serat Ijuk 9% Dan <i>Viscocrete-3115N</i> 0,8%	61
4.5. Pembahasan	62
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	64
5.2. Saran	65
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi semen <i>Portland</i>	10
Tabel 2.2	Komposisi susunan unsur kimia pada serat ijuk	15
Tabel 3.1	Data-data hasil penelitian kadar air agregat halus	27
Tabel 3.2	Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat halus	28
Tabel 3.3	Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat halus	29
Tabel 3.4	Data-data hasil penelitian berat isi agregat halus	29
Tabel 3.5	Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat halus	30
Tabel 3.6	Data-data hasil penelitian kadar air agregat kasar	33
Tabel 3.7	Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat kasar	34
Tabel 3.8	Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat kasar	34
Tabel 3.9	Data-data hasil penelitian berat isi agregat kasar	35
Tabel 3.10	Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat kasar	36
Tabel 3.11	Hasil pengujian keausan agregat	38
Tabel 3.12	Jumlah variasi sampel pengujian beton	41
Tabel 4.1	Data-data analisa yang diperoleh saat penelitian	42
Tabel 4.2	Perencanaan campuran beton (SNI-03-2834-2000)	43
Tabel 4.3	Hasil perbandingan campuran bahan beton tiap 1 benda uji	44
Tabel 4.4	Perbandingan bahan beton untuk 1 benda uji (kg)	45
Tabel 4.5	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	45
Tabel 4.6	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	46
Tabel 4.7	Jumlah serat ijuk terhadap berat semen	47
Tabel 4.8	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 12 benda uji	48
Tabel 4.9	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 12 benda uji	49
Tabel 4.10	Hasil pengujian nilai <i>slump</i>	55

Tabel 4.11	Hasil pengujian kuat tarik belah beton normal	58
Tabel 4.12	Hasil pengujian kuat tarik belah beton serat ijuk 7% dan <i>viscocrete 3115N</i> 0,8%	59
Tabel 4.13	Hasil pengujian kuat tarik belah beton serat ijuk 8% dan <i>viscocrete 3115N</i> 0,8%	59
Tabel 4.14	Hasil pengujian kuat tarik belah beton serat ijuk 9% dan <i>viscocrete 3115N</i> 0,8%	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Tahapan singkat penelitian yang dilaksanakan	23
Gambar 3.2	Grafik gradasi agregat halus (zona 2 pasir sedang)	32
Gambar 3.3	Grafik gradasi agregat kasar diameter maksimum 40 mm	38
Gambar 4.1	Hubungan factor air semen dan kuat tekan beton silinder 15 x 30 cm	50
Gambar 4.2	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm pada fas 0,44 (SNI 03- 2834-2000)	51
Gambar 4.3	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton pada fas 0,44 (SNI 03-2834-2000)	52
Gambar 4.4	Perbandingan nilai <i>slump</i>	56
Gambar 4.5	Kuat tarik belah pada benda uji silinder	57
Gambar 4.6	Grafik persentase nilai kuat tarik belah beton umur 28 hari	61
Gambar 4.7	Grafik persentase kenaikan kuat tarik belah beton umur 28 hari	62

DAFTAR NOTASI

gr = Gram

FM = Modulus kehalusan

A = Berat contoh kering permukaan jenuh

C = Berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan

B = Berat contoh jenuh

$C/(A-B)$ = Berat jenis contoh kering

$A/(A-B)$ = Berat jenis contoh SSD

$C/(C-B)$ = Berat jenis contoh semu

$((A-C)/C)$ = Penyerapan

cm = Centimeter

mm = Milimeter

kg = Kilogram

Mpa = Megapascal

M^3 = Meter kubik

$\pi r^2 t$ = Volume silinder

P = Beban

DAFTAR SINGKATAN

CSF = *Condensed silica fume*

SF = *Silica fume*

SNI = Standart nasional indonesia

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Beton merupakan bahan yang paling banyak dipakai pada pembangunan dalam bidang konstruksi sekarang ini. Pada konstruksi gedung, pembuatan pondasi, kolom, balok, dan pelat menggunakan struktur beton. Struktur beton juga banyak digunakan pada bangunan air seperti bendung, bendungan, pemecah gelombang, dan pada sistem drainase. Selain itu konstruksi beton juga sering digunakan pada struktur jalan seperti jembatan, *rigid pavement* dan bangunan lainnya. Dari berbagai pengembangan baik metode pelaksanaan maupun bahan pembuatnya, terciptalah berbagai jenis beton dan metode pelaksanaannya (Ahlina, 2016).

Periode waktu selama beton pertama kali ditemukan, tergantung pada bagaimana orang menafsirkan istilah "beton." Bahan Kuno beton adalah semen mentah dibuat dengan menghancurkan dan membakar gipsum atau kapur. Kapur yang dihancurkan atau batu kapur dibakar. Ketika pasir dan air ditambahkan ke semen tersebut akan menjadi mortar, yang merupakan bahan plester-seperti digunakan untuk membentuk batu satu sama lain. Selama ribuan tahun, bahan tersebut diperbaiki, dikombinasikan dengan bahan lain dan, pada akhirnya, berubah menjadi beton modern. Beton saat ini dibuat dengan menggunakan semen Portland, agregat kasar dan halus dari batu dan pasir, dan air. Pencampuran bahan kimia yang ditambahkan ke campuran beton untuk mengontrol pengaturan sifat karakteristik beton dan digunakan terutama ketika menempatkan beton dengan lingkungan ekstrim, seperti suhu tinggi atau rendah, kondisi berangin, dan lain lain (Mulyono, 2019).

Seiring dengan perkembangan teknologi terutama dibidang pendidikan dan penelitian maka sudah ditemukan bahan penambah campuran beton untuk mengatasinya. Salah satunya adalah penambahan serat. Serat yang digunakan dalam penambahan beton merupakan serat alami.

Beton serat adalah beton yang dalam pembuatannya ditambahkan serat

kedalamnya, yang bertujuan untuk meningkatkan kuat tarik beton agar tahan terhadap gaya tarik yang diakibatkan pengaruh iklim, temperatur dan perubahan cuaca yang dialami oleh permukaan yang luas. Penambahan serat itu sendiri dapat mereduksi retak- retak yang mungkin timbul akibat perubahan cuaca tersebut. Penambahan serat (*fiber*) juga dapat meningkatkan ketahanan beton, sehingga struktur akan terhindar dari keruntuhan yang tiba-tiba akibat pembebanan yang berlebihan (Chennady & Nursyamsi, 2011.).

Serat ijuk merupakan hasil dari pelepah enau (*arenga pinnata*) yang banyak dijumpai di seluruh wilayah Indonesia. Bentuk fisik serat ijuk berupa helaian benang yang berwarna hitam pekat serta ujung-ujungnya berwarna kemerah-merahan, bersifat kaku dan ulet serta mempunyai kemampuan tarik yang cukup sehingga serat ijuk dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam campuran beton.

Beton berserat dapat meningkatkan beberapa sifat beton seperti kuat tarik, keuletan, ketahanan kejut, kuat lentur dan kuat lelah. Campuran beton dengan bahan tambahan serat, dapat juga memperbaiki kinerja komposit beton berserat dengan kualitas yang lebih bagus (Rochmah, 2017).

Serat ijuk mempunyai kemampuan tarik yang cukup sehingga diharapkan dapat mengurangi retak dini maupun akibat beban. Dengan penambahan serat ijuk ke dalam adukan beton diharapkan dapat menambah kuat tarik belah beton yang optimum, serta beton yang dihasilkan lebih ringan. Penggunaan serat ijuk pada pembuatan genteng beton telah terbukti mampu memperbaiki sifat fisis mekanis yang dimiliki, seperti meningkatkan kekuatan lentur dan mengurangi sifat regasnya. Hasil penelitian Yuwono, S. (1994) juga membuktikan bahwa penambahan ijuk menyebabkan benda uji (genteng dan panel dinding) tidak mengalami patah kejut saat dibebani. Pemilihan ijuk sebagai serat dikarenakan bahan ini mudah didapat, awet, tidak mudah busuk serta mempunyai nilai ekonomis. Selain itu, penelitian ini akan menggunakan bahan tambah kimia *viscocrete 3115N*.

Sika *Viscocrete 3115N* adalah generasi terbaru dari *superplastisizer* untuk beton dan mortar. Secara khusus dikembangkan untuk produksi beton dengan kemudahan mengalir dan sifat mengalir yang tahan lama.

Kegunaan Sika *Viscocrete 3115N* memberikan pengurangan air dalam jumlah besar, kemudahan mengalir yang sangat baik dalam waktu bersamaan dengan kohesi yang optimal dan sifat beton yang memadat dengan sendirinya (Sheet, 2018).

1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah berdasarkan pada latar belakang yang telah dipaparkan tersebut adalah :

1. Apakah metode yang digunakan pada perencanaan campuran beton?
2. Berapa persen serat ijuk yang dipakai dalam campuran beton?
3. Berapa persen *viscocrete 3115N* yang dipakai sebagai bahan tambah kimia pada beton?
4. Apakah dengan penambahan serat ijuk dan *viscocrete 3115N* pada campuran beton dapat menaikkan atau menurunkan kuat tarik belah pada beton?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Mengingat luasnya ruang lingkup permasalahan yang ada pada penelitian ini, maka penulis membatasi permasalahan antara lain sebagai berikut:

1. Metode untuk perencanaan campuran menggunakan metode Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2834-2000).
2. Persentase serat ijuk yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebesar 7%, 8% dan 9% terhadap berat semen yang digunakan pada umur 28 hari.
3. Persentase *viscocrete 3115N* yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebesar 0,8% sebagai bahan tambah kimia pada campuran beton.
4. Melakukan uji kuat tarik belah dari beton normal dan beton dengan *filler* serat ijuk dan *viscocrete 3115N* lalu membandingkan hasilnya.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk memeriksa hasil pengujian kuat tarik belah beton normal dan beton menggunakan bahan tambah serat ijuk dengan persentase 7%, 8% dan 9%

dari berat semen dan bahan tambah *viscocrete 3115N* dengan persentase 0,8%.

2. Untuk mengetahui pengaruh dari pemakaian serat ijuk dan bahan tambah *viscocrete 3115N* terhadap campuran beton yang akan dibuat pada umur 28 hari, apakah terjadi perbaikan kualitas beton atau sebaliknya.
3. Untuk Mengetahui pengaruh kesesuaian dari serat ijuk dan *viscocrete 3115N* yang digunakan secara bersamaan pada campuran beton.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan kualitas kuat tarik belah beton normal dengan beton yang memakai serat ijuk dan *viscocrete 3115N* dengan persentase yang telah ditentukan dan apabila penelitian ini berhasil, diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan untuk tahap selanjutnya, baik itu penggunaan pada tahap pelaksanaan di lapangan dan dapat dikembangkan pada penelitian yang lebih lanjut.

1.6 Sistematika Pembahasan

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis membagi materi yang akan disampaikan dalam beberapa bab yaitu:

BAB 1 Pendahuluan

Membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika pembahasan.

BAB 2 Tinjauan Pustaka

Membahas hal-hal berupa teori yang berhubungan dengan judul tugas akhir dan metode-metode perhitungan yang digunakan.

BAB 3 Metodologi Penelitian

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

BAB 4 Hasil dan Pembahasan

Merupakan hasil penelitian dan pembahasan singkat mengenai hasil penelitian yang digunakan untuk memecahkan masalah dan menarik kesimpulan.

BAB 5 Kesimpulan dan Saran

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

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Judul, Penelitian, Tahun Terbit	Metode Penelitian	Hasil
Pengaruh penambahan serat ijuk pada kuat tarik campuran semen-pasir dan kemungkinan aplikasinya, (WIRYAWAN Sarjono P, Agt. 2008),	Eksperimental	dengan menambahkan serat ijuk dengan panjang 2,5 cm sejumlah 1 - 5 % (dari berat semen) ke dalam campuran dengan perbandingan (volume) bahan susunnya adalah 1 : 11 dan nilai faktor air semen 0,64
Kekuatan tarik serat ijuk (<i>arenga pinnata merr</i>), (Imam Munandar dkk, 2013)	Eksperimental	Kekuatan tarik terbesar pada kelompok serat ijuk berdiameter kecil (0.25-0.35 mm) adalah sebesar 208.22 MPa, regangan 0.192%, modulus elastisitas 5.37GPa dibandingkan kelompok serat ijuk dengan diameter besar (0.46-0.55 mm) sebesar 198.15 MPa, regangan 0.37%, modulus elastisitas 2.84 GPa. Hal ini dikarenakan rongga pada serat berdiameter 0.46-0.55 mm lebih besar dibandingkan serat berdiameter 0.25-0.35 mm.
Pengaruh serat ijuk sebagai bahan tambah terhadap kuat tarik belah beton, (Rochmah, 2017)	Eksperimental	Pada kondisi tertentu terjadi kenaikan dan penurunan yang dihasilkan pada kuat tarik belah beton. Pada umur 7 hari beton dengan campuran panjang serat 3 cm menghasilkan kuat tarik belah maksimum 71,85 kg/m ² . Pada umur 14 hari beton dengan campuran panjang serat 3 cm menghasilkan kuat tarik belah maksimum 79,26. Pada umur 28 hari beton dengan campuran serat 3 cm

		menghasilkan kuat tarik belah maksimum 112,59 kg/m^2 .
Pengaruh penambahan ijuk dan serat kawat terhadap sifat mekanik beton, (Chennady & Nursyamsi, 2011)	Eksperimental	variasi serat ijuk 1% dan serat kawat 0.5% lebih rendah dibandingkan beton normal, disebabkan serat ijuk yang bersifat menyerap air maka beton menjadi lebih kental dan nilai slump kembali meningkat seiring dengan penambahan variasi serat kawat. Uji kuat tekan beton pada umur 28 hari yang dilakukan di Laboratorium Rekayasa Konstruksi menggunakan benda uji silinder menghasilkan kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan benda uji normal. Semakin bertambahnya serat ijuk dan serat kawat, kuat tekan beton juga semakin meningkat. Kuat tekan beton variasi yang paling optimum adalah pada beton variasi serat ijuk 1% dan serat kawat 1.5%. Seiring dengan bertambahnya serat ijuk dan serat kawat, absorpsi beton juga semakin meningkat.
Penggunaan ijuk dan sabut kelapa terhadap kuat tekan pada beton K-100, (Prahara et al., 2017)	Eksperimental	Kuat tekan beton yang menggunakan campuran ijuk dan sabut kelapa mengalami peningkatan dari 0%,0,25%,0,5%,0,75%,1% sedangkan setelah melebihi 1% nilai kuat tekan mengalami penurunan. Pembebanan tertinggi terjadi pada komposisi ijuk dan sabut kelapa 1% yaitu 17 ton atau dengan kuat tekan beton $75,56 \text{ kg/cm}^2$ pada umur 7 hari.
Pengaruh penambahan serat	Eksperimental	penambahan serat ijuk 0,25

<p>ijuk pada campuran beton terhadap kuat tekan, (Yahya & Fujiati, 1992)</p>		<p>% pada umur 28 hari kuat tekannya sebesar 238,22 kg/cm^2 atau 24,30 MPa (lebih besar 4,9 % dari beton normal). Dengan tambahan serat ijuk 0,50 % pada 28 hari kuat tekannya sebesar 243,31 kg/cm^2 atau 24,82 MPa (lebih besar 7,2 % dari beton normal). Dengan tambahan serat ijuk 1 % pada umur 28 hari kuat tekannya sebesar 241,61 kg/cm^2 atau 24,65 MPa (lebih besar 6,4 % dari beton normal). Penambahan 0,50 % serat ijuk menghasilkan nilai kuat tekan yang maksimal sebesar 243,31 kg/cm^2 atau 24,82 MPa, lebih tinggi dari beton normal yang hanya mencapai 227,17 kg/cm^2 atau 23,18 Mpa pada umur beton 28 hari</p>
<p>Pengaruh penambahan serat ijuk dapat meningkatkan kuat tarik pada beton mutu normal, (Wora & Ndale, 2019)</p>	<p>Eksperimental</p>	<p>Hasil penelitian dari 4 perilaku sebagai berikut: Beton tanpa serat ijuk memperoleh kuat tekan 24,11 MPa dan kuat tarik 2,04 MPa. Beton berserat ijuk 1%; terjadi penurunan kuat tekan dari 23,31 MPa ke 22,40 MPa, kuat tarik terjadi peningkatan dari 2,52 MPa - 2,87 MPa. Beton berserat ijuk 2%; terjadi penurunan kuat tekan dari 22,53 MPa - 21,92 MPa, sedangkan kuat tarik terjadi peningkatan dari 2,75 MPa - 3,10 MPa. Beton berserat ijuk 3%; terjadi penurunan kuat tekan dari 22,32 MPa - 19,81 MPa, kuat tarik terjadi peningkatan dari 2,92 MPa - 3,35 MPa. Kata</p>
<p>Analisa lentur dan eksperimental penambahan serat ijuk aren pada daerah</p>	<p>Eksperimental</p>	<p>Dari data yang diperoleh diperlihatkan bahwa dengan menggunakan Viscocrete</p>

tarik nelah beton bertulang, (Kotabaru, 2019)		(3115N) kuat tekan beton mengalami penurunan. Untuk penelitian selanjutnya bisa dilakukan penelitian lanjutan terhadap persentase penggunaan Viscocrete (3115N). Kata
Pengaruh <i>fly ash</i> dengan penambahan cacahan karet, <i>silica fume</i> dan <i>superplasticizer</i> terhadap beton, (Tri Yuhana dkk, 2018)	Eksperimental	Pengujian sampel pada umur 7, 14, 28 hari, untuk mengetahui kekuatan tekan, slump maupun setting time beton.
Pengaruh variasi kadar <i>superplasticizer</i> terhadap nilai <i>slump</i> beton <i>geopolymer</i> , (Anggie Adityo Aer, 2014)	Eksperimental	Pengaruh penambahan <i>superplasticizer</i> membuat nilai kuat tekan beton <i>geopolymer</i> menjadi tidak teratur. Penambahan <i>superplasticizer</i> 0,2%, 0,5% dan 1,5% mengalami kenaikan kuat tekan, akan tetapi penambahan <i>superplasticizer</i> 1% dan 2% justru menyebabkan penurunan kuat tekan.

2.2. Beton Serat

Pada penelitian beton dengan menggunakan campuran serat ijuk yang dilaksanakan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Dinas Bina Marga dan Pengairan, Trenggalek. Hasil penelitian ini menghasilkan beton serat ijuk yang terdiri dari bahan yang memenuhi kriteria untuk membuat beton serat ijuk, yaitu: Pasir yang mempunyai berat jenis = 2.524; berat satuan = 2.586 gram/cm³; kadar air = 4.317% dan gradasi pasir yang termasuk yaitu pasir halus jenis sedang. Proporsi ijuk yang optimum untuk menghasilkan kuat tekan adalah pada penggunaan serat ijuk 2,5% dengan berat volume ijuk 125 gr, dimensi serat ijuk 0,5 mm dengan panjang 15 cm. Perubahan berat beton yang terjadi pada beton berserat ijuk menjadi lebih ringan, yaitu 2.243 gr/cm. Kekuatan beton yang dihasilkan setelah di uji tekan melalui konversi 28 hari menjadi 21 hari yaitu 226 Kg/cm². Dari hasil penelitian tersebut, maka dapat disimpulkan untuk penelitian selanjutnya sebaiknya dicoba menggunakan persentase serat ijuk yang lebih tinggi

atau bervariasi tetapi campurannya tetap supaya diketahui peningkatan beban tekan yang maksimal akibat penambahan ijuk (Winarto, 2017).

Periode waktu selama beton pertama kali ditemukan, tergantung pada bagaimana orang menafsirkan istilah "beton." Bahan Kuno beton adalah semen mentah dibuat dengan menghancurkan dan membakar gipsum atau kapur. Kapur yang dihancurkan atau batu kapur dibakar. Ketika pasir dan air ditambahkan ke semen tersebut akan menjadi mortar, yang merupakan bahan plester-seperti digunakan untuk membentuk batu satu sama lain. Selama ribuan tahun, bahan tersebut diperbaiki, dikombinasikan dengan bahan lain dan, pada akhirnya, berubah menjadi beton modern. Beton saat ini dibuat dengan menggunakan semen *Portland*, agregat kasar dan halus dari batu dan pasir, dan air. Pencampuran bahan kimia yang ditambahkan ke campuran beton untuk mengontrol pengaturan sifat karakteristik beton dan digunakan terutama ketika menempatkan beton dengan lingkungan ekstrim, seperti suhu tinggi atau rendah, kondisi berangin, dan lain lain (Mulyono, 2019).

Beton yang diberi bahan tambah serat disebut beton serat (*fibre reinforced concrete*). Karena ditambah serat, maka menjadi suatu bahan komposit yaitu beton dan serat. Serat dapat berupa *asbestos*, gelas / kaca, plastik, baja atau serat tumbuh-tumbuhan seperti rami dan ijuk. Menurut Tjokrodimulyo maksud utama penambahan serat kedalam beton adalah untuk menambah kuat tarik beton, mengingat kuat tarik beton sangat rendah. Kuat tarik yang sangat rendah berakibat beton mudah retak, yang pada akhirnya mengurangi keawetan beton. Dengan adanya serat, ternyata beton menjadi lebih tahan retak. Perlu diperhatikan bahwa pemberian serat tidak banyak menambah kuat tekan beton, namun hanya menambah daktilitas.

Dalam pemakaiannya, hal yang menjadi pembatas adalah masalah harga, karena sampai saat ini harga serat masih mahal. Namun demikian karena kebutuhan, maka beton serat sudah sering dipakai pada:

- a. lapisan perkerasan jalan dan lapangan udara, untuk mengurangi retak dan mengurangi ketebalannya
 - b. *spillway* pada dam untuk mengurangi kerusakan akibat adanya kavitas
- Penggunaan serat pada adukan beton pada intinya memberikan pengaruh yang

baik yaitu dapat memperbaiki sifat beton antara lain dapat meningkatkan daktilitas dan kuat lentur beton. Retak-retak yang membawa keruntuhan pada struktur beton biasanya dimulai dari retak rambut (*micro crack*).

Beton serat didefinisikan sebagai beton yang terbuat dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar dan sejumlah kecil serat/ *fibre* (ACI Cocommitte 544, 1982). Bahan- bahan serat yang dapat digunakan untuk perbaikan sifat beton pada beton serat antara lain baja, plastik, kaca, karbon serta serat dari bahan alami seperti ijuk, rami maupun serat dari tumbuhan lain (Suhardiman, 2011.). Pendekatan teori untuk menjelaskan mekanisme kerja serat beton sehingga dapat memperbaiki sifat beton adalah sebagai berikut :

- a. *Spacing concept*, teori tersebut menyatakan bahwa dengan mendekatkan jarak antar serat dalam campuran beton, akan membuat beton lebih mampu membatasi ukuran retak dan mencegah berkembangnya retak menjadi lebih besar. Kerja serat akan lebih efektif jika diletakkan berjajar dan seragam tidak tumpang tindih (*overlapping*). Pada kondisi sebenarnya, penyebaran serat di dalam adukan beton sulit untuk dibuat beraturan dan saling menindih, sehingga volume efektif potongan serat hanya dapat dianggap 41% dari volume sebenarnya.
- b. *Composit material concept*, Merupakan satu konsep pendekatan untuk memperkirakan kuat tarik dan lentur beton, dengan asumsi bahan penyusun beton saling melekat sempurna, dengan memperkirakan kekuatan material komposit saat timbul retak pertama (*first crack strength*).

Pada beton serat, hal-hal yang perlu mendapatkan perhatian adalah:

- a. Kelecekan adukan beton, kelecekan adukan yang sering diukur dengan nilai *slump*, berpengaruh besar terhadap sifat dapat dikerjakan (*workability*) campuran beton segar. Penambahan serat ke campuran beton akan menurunkan kelecekan campuran, yang dipengaruhi oleh:
 1. Aspek rasio serat (*fiber aspect ratio*), yaitu nilai banding antara panjang dengan diameter serat. Batas maksimal aspek rasio serat yang masih memungkinkan pengadukan dapat secara mudah dilakukan adalah $l_f/d_f < 100$ dengan l_f dan d_f adalah panjang dan diameter serat. Aspek rasio yang tinggi menyebabkan kecenderungan serat menggumpal (*balling effect*) dan

sulit menyebar merata (Sudarmoko, 1991). Dari hasil penelitiannya Firman (1998) menyimpulkan bahwa penambahan serat bambu ke dalam campuran beton segar menurunkan kelecakan beton, bervariasi tergantung dari konsentrasi serat. Semakin tinggi konsentrasi serat, nilai kelecakan dan sifat dapat dikerjakan beton segarnya berkurang.

2. Persen jumlah serat yang ditambahkan pada adukan beton segarnya (*fiber volume fraction*). Dari hasil penelitiannya Firman (1998) membuktikan bahwa penambahan jumlah serat bambu ke dalam campuran beton segar menurunkan kelecakan beton, bervariasi tergantung dari prosentase jumlah serat yang ditambahkan. Semakin tinggi prosentase jumlah serat, semakin berkurang nilai kelecakan dan sifat dapat dikerjakan beton segarnya.
- b. Teknik pencampuran serat (*fiber-dispersion*) Teknik pencampuran serat merupakan teknik dan upaya pencampuran agar serat yang ditambahkan ke dalam adukan beton segar dapat tersebar merata. Salah satu cara pengatasan agar serat lebih tersebar merata adalah dengan memperkecil ukuran maksimum agregat. *ACI Committee* (1982) mengisyaratkan ukuran maksimum agregat sebesar 19 mm, untuk memudahkan pengadukan dan tersedianya ruang untuk serat. Teknik pencampurannya dilakukan dengan menaburkan serat sedikit demi sedikit, ke dalam adukan yang sudah tercampur saat proses pengadukan masih berlangsung.

2.3. Kelebihan dan Kekurangan Beton Serat

Ide dasar penambahan serat adalah memberikan tulangan serat pada beton yang disebar merata secara acak (*random*) untuk mencegah retak-retak yang terjadi akibat pembebanan (Amna, Wesli, & Hamzani, 2014)

Adapun kelebihan dan kekurangan penggunaan beton serat adalah sebagai berikut:

Kelebihan Penggunaan Serat

- a. Dapat meningkatkan kuat lentur beton.
- b. Kemungkinan terjadi segregasi kecil.
- c. Daktilitas (kemampuan menyerap energi) juga meningkat.
- d. Tahan benturan.

- e. Retak-retak yang terjadi dapat direduksi.
- f. Beton menjadi lebih kaku.
- g. Meningkatkan kuat tarik, kuat tekan dan kuat desak beton.

Kekurangan Penggunaan Serat

- a. Biaya menjadi lebih mahal karena adanya penambahan material yang berupa serat.
- b. Proses pengerjaan lebih sulit dari beton biasa.

2.4. Material Penyusun Campuran Beton

2.4.1. Semen

Semen adalah bahan-bahan yang memperlihatkan sifat-sifat karakteristik mengenai pengikatan serta pengerasannya jika dicampur dengan air, sehingga terbentuk pasta semen. Menurut ASTM C-150, 1985, semen *Portland* didefinisikan sebagai semen hidrolik yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari *kalsium silikat* hidrolik, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk *kalsium sulfat* sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya (Krisman Aprieli Zai, 2015).

Semen terbagi dalam beberapa jenis yaitu:

1. Semen Abu atau semen *Portland* adalah bubuk (*bulk*) berwarna abu kebiru-biruan, dibentuk dari bahan utama batu kapur/gamping dengan kadar Kalsium tinggi yang diolah dalam tanur dengan suhu 1400°C dan dengan tekanan yang tinggi. Semen ini biasa digunakan sebagai perekat untuk memplester. Semen ini berdasarkan persentase kandungan penyusunannya terdiri dari 5 tipe, yaitu tipe I sampai tipe V.
2. Semen Putih (*gray cement*) adalah semen yang lebih murni dari semen abu dan digunakan untuk pekerjaan penyelesaian (*finishing*), sebagai *filler* atau pengisi. Semen jenis ini dibuat dari bahan utama kalsit (*calcite*) murni.
3. *Oil Well Cement* atau semen sumur minyak adalah semen khusus yang digunakan dalam proses pengeboran minyak bumi atau gas alam, baik di darat maupun di lepas pantai.
4. *Mixed* dan *Fly Ash Cement* adalah campuran semen abu dengan *Pozzolan* buatan (*fly ash*). *Pozzolan* buatan (*fly ash*) merupakan hasil sampingan dari

pembakaran batu bara yang mengandung *Amorphous Silica*, *Aluminium*, dan *Oksida* lainnya dalam variasi jumlah. Semen ini digunakan sebagai campuran untuk membuat beton, sehingga menjadi lebih keras.

Pada umumnya beton lebih sering menggunakan semen jenis *Portland* yaitu semen dengan bahan penyusun terdiri dari *silica*, kapur, dan *alumina*. Semen *Portland* berfungsi sebagai bahan ikat pada beton. Semen apabila diaduk dengan air akan menjadi pasta, dan apabila diaduk dengan air dan pasir akan menjadi mortar semen, kemudian apabila ditambah dengan kerikil atau batu pecah akan menjadi beton. Fungsi semen adalah untuk merekatkan butir-butir agregat pada beton agar menjadi suatu massa padat. Semen juga berfungsi untuk mengisi rongga-rongga antar butiran agregat. Semen biasanya hanya mengisi 10% dari keseluruhan volume beton (Tjokrodinuljo, 1996).

Komposisi semen *Portland* dan senyawa yang terkandung didalamnya terdapat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1: Komposisi semen *Portland* (Budiman, 2012).

Oksida	Kandungan (%)
CaO	60 – 67
SiO ₂	17 – 25
AL ₂ O ₃	3 – 8
Fe ₂ O ₃	0,5 – 0,6
MgO	0,1 – 4
Alkalis	0,2 – 1,3
SO ₃	1 – 3

Berdasarkan persentase kandungan penyusun, semen *Portland* terdiri dari 5 tipe yaitu:

1. Semen *Portland* Tipe I adalah semen *Portland* umum (*normal portland cement*) yang digunakan dalam konstruksi beton secara umum dan tidak memerlukan sifat-sifat khusus.
2. Semen *Portland* Tipe II adalah semen *Portland* yang mempunyai panas hidrasi lebih rendah dan keluarnya panas lebih lambat dari pada semen jenis I. Semen ini digunakan pada bangunan drainase dengan sulfat agak tinggi,

dinding penahan tanah tebal yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan kalor hidrasi sedang.

3. Semen *Portland* Tipe III adalah semen *Portland* dengan kekuatan awal yang tinggi (*high early strength portland cement*). Jenis ini memperoleh kekuatan besar dalam waktu singkat, sehingga dapat digunakan untuk perbaikan bangunan beton yang perlu segera digunakan serta dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Semen *Portland* Tipe IV adalah semen *Portland* dengan panas hidrasi yang rendah (*low heat Portland cement*). Jenis ini merupakan jenis khusus untuk penggunaan yang memerlukan panas hidrasi serendah-rendahnya. Pertumbuhan kekuatannya lambat. Jenis ini digunakan untuk bangunan beton massa seperti bendungan-bendungan gravitasi tinggi.
5. Semen *Portland* Tipe V adalah semen *Portland* yang tahan Sulfat (*sulfat resisting Portland cement*). Jenis ini merupakan jenis khusus yang digunakan hanya untuk bangunan yang terkena Sulfat, seperti di tanah/air yang kadar Alkalinya tinggi.

2.4.2. Agregat

Dalam perencanaan beton, agregat mendapat perhatian yang utama karena bahan tersebut menempati volume yang paling besar dalam campuran beton dan sangat mempengaruhi kekuatan dan sifat-sifat beton lainnya. Biasanya, beton mutu tinggi diproduksi dengan menggunakan agregat ringan untuk struktur beton dan agregat berat untuk beton *density* tinggi. (Utara, 2007)

Beton umumnya mengandung lebih kurang 60-70% agregat (halus dan kasar) dari keseluruhan komposisi beton, oleh karena itu agregat memegang peranan penting dalam suatu campuran beton. Agregat tidak hanya membantu kekuatan dari beton tetapi juga berpengaruh besar terhadap ketahanan dan kekompakan struktural beton yang dihasilkan. Untuk mendapatkan beton yang baik, pembagian ukuran butiran yang baik pula, sehingga dapat memberikan stabilitas dan keawetan yang lebih tinggi sebagai beton berkekuatan tinggi.

Agregat dibedakan dalam dua jenis, yaitu agregat kasar (batu pecah) yang mempunyai ukuran lebih besar dari 4,75 mm dan agregat halus (pasir) dengan ukuran maksimum 4,75 mm.

2.4.2.1. Agregat Halus

Agregat halus (pasir) berasal dari hasil disintegrasi alami dari batuan alam atau pasir buatan yang dihasilkan dari alat pemecah batu (*stone crusher*) dan mempunyai ukuran butir 5 mm.

Agregat alami yang digunakan untuk agregat campuran beton dapat digolongkan menjadi 3 macam, yaitu:

a. Pasir galian

Pasir golongan ini diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali terlebih dahulu. Pasir ini biasanya tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam, tetapi biasanya harus dibersihkan dari kotoran tanah dengan cara mencucinya.

b. Pasir sungai

Pasir ini diperoleh langsung dari dasar sungai, umumnya berbutir halus, bulat-bulat akibat proses gesekan. Daya lekat antar butir-butir agak kurang karena butir yang bulat. Karena besar butir-butirnya kecil, maka baik dipakai untuk memplaster tembok, juga dapat dipakai untuk keperluan yang lain.

c. Pasir laut

Pasir laut ini adalah pasir yang diambil dari pantai. Butir-butirnya halus dan bulat karena gesekan. Pasir ini merupakan pasir yang paling jelek karena banyak mengandung garam-garaman. Garam-garaman ini menyerap kandungan air dari udara dan ini mengakibatkan pasir selalu agak basah dan juga menyebabkan pengembangan bila sudah menjadi bangunan.

Menurut ASTM C33 (1982) agregat halus merupakan agregat yang semua butirannya menembus ayakan berlubang 4,75 mm yang biasanya disebut pasir. Jenis agregat ini dapat dibedakan lagi menjadi:

- i. Pasir halus: \emptyset 0 - 1 mm
- ii. Pasir kasar: \emptyset 1 - 5 mm

Agregat halus dan pasir mempengaruhi proses reaksi pada hidrasi semen dalam beton. Fungsi agregat dalam *design* campuran beton adalah sebagai pengisi. Ditinjau dari berat jenis agregat halus yang digunakan maka beton yang dihasilkan dapat berbobot ringan, normal atau berat.

2.4.2.2. Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan agregat yang semua butirannya tertinggal di atas ayakan 4,75 mm (ASTM C33, 1982), yang biasanya disebut kerikil. Material ini merupakan hasil disintegrasi alami batuan atau hasil dari industri pemecah batu. Butir-butir agregat harus bersifat kekal, artinya tidak pecah ataupun hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari atau hujan.

Menurut ASTM C33 (1986), agregat kasar untuk beton harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% terhadap berat kering. Apabila kadar lumpur melampaui 1% maka agregat kasar harus dicuci.
- b. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat *reaktif* alkali.
- c. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan ayakan harus memenuhi syarat-syarat:
 - a. Sisa diatas ayakan 31,5 mm lebih kurang 0% berat total
 - b. Sisa diatas ayakan 4 mm lebih kurang 90% - 98% berat total
 - c. Selisih antara sisa-sisa komulatif diatas dua ayakan yang berurutan adalah maksimum 60% berat total, minimum 10% berat total.
 - d. Berat butir agregat maksimum tidak boleh lebih dari 1/5 jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan, 1/3 dari tebal plat atau 3/4 dari jarak besi minimum antara tulang-tulangan.

Pemeriksaan material agregat kasar ini sesuai dengan standar ASTM C33 (1986), agregat kasar diteliti terhadap:

- 1) Modulus kehalusan.
- 2) Berat jenis.
- 3) Penyerapan (*Absorpsi*).
- 4) Kadar air.
- 5) Kadar lumpur.
- 6) Berat isi.
- 7) Keausan agregat.

2.4.3. Air

Air yang digunakan dalam campuran beton harus bersih, tidak boleh mengandung minyak, asam alkali zat organik atau bahan lainnya yang dapat merusak beton atau tulangan. Air yang dipakai dalam pembuatan beton pra-tekan dan beton yang akan ditanami logam aluminium (termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat) tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan (ACI 318-89: 2-2). Untuk perlindungan terhadap korosi, konsentrasi ion klorida maksimum yang terdapat dalam beton yang telah mengeras pada umur 28 hari yang dihasilkan dari bahan campuran termasuk air, agregat, bahan bersemen dan bahan campuran tambahan tidak boleh melampaui nilai batas yang telah ditentukan.

2.4.4. Bahan Tambah (Serat Ijuk dan Viscocrete 3115N)

Bahan tambah (*admixture*) adalah bahan-bahan yang ditambahkan ke dalam campuran beton pada saat atau selama pencampuran berlangsung. *Admixture* atau bahan tambah didefinisikan dalam *Standard Definition of Terminology Relating to Concrete and Concrete Aggregates* ASTM C. 125-1995:61 sebagai material selain air, agregat dan semen hidrolis yang dicampurkan dalam beton atau mortar yang ditambahkan sebelum atau selama pengadukan berlangsung. Tujuannya dari penggunaan bahan tambah adalah untuk mengubah atau memodifikasi satu atau lebih sifat-sifat dan karakteristik beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras.

2.4.4.1. Serat Ijuk

Ijuk yang dihasilkan pohon aren mempunyai sifat fisik diantaranya berupa helaian benang (serat) berwarna hitam, berdiameter kurang lebih 1 mm, bersifat kaku dan ulet (tidak mudah putus). Selama ini pemanfaatan ijuk belum terlalu banyak yaitu diantaranya sebagai bahan pembuat sapu dan tali tambang. Masih banyak serat ijuk yang belum dimanfaatkan sehingga terbuang percuma. Perkembangan teknologi memungkinkan perluasan pemanfaatan serat ijuk, diantaranya sebagai pengisi bahan bangunan. Ijuk bersifat lentur dan tidak mudah rapuh, sangat tahan terhadap genangan asam termasuk genangan air laut yang mengandung garam. Dengan karakteristik ijuk seperti ini maka diharapkan dapat memperbaiki sifat kurang baik beton (Pustaka, n.d.2019).

Serat ijuk digunakan untuk keperluan rumah tangga seperti sapu, tali, kedapan air, atap dan lainnya. Indonesia merupakan salah satu negara penghasil serat ijuk di dunia dengan kapasitas 164.389 ton/tahunnya dan provinsi Lampung menghasilkan serat ijuk sebesar 2004 ton/tahun (Munandar & Savetlana, 2013).

Serat ijuk adalah serat alam yang mungkin hanya sebagian orang mengetahui kalau serat ini sangatlah istimewa di banding dengan serat lainnya, serat berwarna hitam yang dihasilkan dari pohon aren memiliki banyak keistimewaan, keistimewaan tersebut antara lain:

- a. Tahan lama hingga ratusan bahkan ribuan tahun lebih
- b. Tahan terhadap asam dan garam air laut.

Tabel 2.4 Komposisi Susunan Unsur Kimia pada Serat Ijuk

Kandungan unsur kimiawi	Komposisi (%)
Selulosa	51,54
Hemiselulosa	15,88
Lignin	43,09
Air	8,9
Abu	2,54

2.4.4.2. *Viscocrete 3115N*

Sika *Viscocrete 3115N* adalah generasi terbaru dari *superplastisizer* untuk beton dan mortar. Secara khusus dikembangkan untuk produksi beton dengan kemudahan mengalir dan sifat mengalir yang tahan lama serta mengurangi *segregasi* dan *bleeding* secara signifikan.

Kegunaan Sika *Viscocrete 3115N* memberikan pengurangan air dalam jumlah besar, kemudahan mengalir yang sangat baik dalam waktu bersamaan dengan sangat baik dalam waktu bersamaan dengan kohesi yang optimal dan sifat beton yang memadat dengan sendirinya.

Viscocrete 3115N digunakan untuk tipe-tipe beton sebagai berikut:

- Beton dengan kemampuan mengalir yang tinggi
- Beton yang memadat dengan sendirinya (*Self-compacting concrete/S.C.C*)
- Beton dengan kebutuhan pengurangan air yang sangat tinggi (hingga 30%)
- Beton berkekuatan tinggi

- Beton kedap air (*Watertight Concrete*)
- Beton pracetak (*Precast Concrete*)
- Kombinasi pengurangan air dalam jumlah besar, kemampuan mengalir yang tinggi dan kuat awal yang tinggi menghasilkan keuntungan-keuntungan yang jelas seperti tersebut dalam aplikasi di atas.

Viscocrete 3115N bekerja melalui penyerapan permukaan partikel-partikel semen yang menghasilkan suatu efek-efek separasi sterikal. Beton yang dihasilkan dengan *Viscocrete 3115N* memperlihatkan sifat-sifat sebagai berikut:

- Kemampuan mengalir yang sangat baik (dihasilkan pada tingginya pengurangan penempatan dan usaha-usaha pemadatan)
- Kemampuan *Self compact* nya kuat
- Pengurangan air yang sangat ekstrim (ditunjukkan pada tingginya berat jenis dan kuat beton)
- Mengurangi penyusutan dan keretakan
- Meningkatkan ketahanan terhadap karbonasi pada beton
- Meningkatkan hasil akhir

Viscocrete 3115N tidak mengandung klorin atau bahan-bahan lain yang dapat menyebabkan karat/bersifat korosif pada tulangan baja. Sehingga cocok digunakan untuk beton dengan tulangan atau pra-tekan.

Viscocrete 3115N memberikan beton dengan kelecekan yang panjang dan tergantung pada desain pencampuran dan kualitas material yang digunakan, partikel-partikel *self compacting* dapat dipertahankan lebih dari 1 jam pada suhu 30°C. (*Sheet*, 2018).

2.5. Perawatan Beton

Hidrasi pada semen terjadi karena adanya air yang dicampurkan ke dalam adukan beton. Kondisi ini harus dipertahankan agar reaksi hidrasi kimiawi terjadi dengan sempurna. Jika beton terlalu cepat mengering, maka akan terjadi retak pada permukaannya.

Kekuatan beton akan berkurang sebagai akibat retak ini, juga akibat kegagalan mencapai reaksi kimiawi penuh. Kondisi perawatan beton yang baik dapat dicapai dengan melakukan beberapa langkah, yaitu:

1. *Water (Standar Curing)*

Perawatan ini dilakukan dengan menggunakan media air. Beton direndam didalam air selama waktu yang diperlukan untuk menggunakan beton tersebut.

2. *Exposed Atmosfer*

Disini beton dibiarkan setelah dibuka dari cetakan didalam ruangan menurut temperatur ruangan tersebut.

3. *Sealed* atau *wrapping*

Perawatan beton dengan cara ini membalut dan menutupi semua permukaan beton. Beton dilindungi dengan karung basah, *film plastic* atau kertas perawatan tanah air, agar uap air yang terdapat dalam beton tidak hilang.

4. *Steam Curing* (perawatan uap)

Perawatan dengan uap seringkali digunakan untuk beton yang dihasilkan dari pabrik. Temperatur perawatan uap ini 80-150°C dengan tekanan udara 76 mmHg dan biasanya lama perawatan satu hari.

5. *Autoclave*

Perawatan beton dengan cara memberikan tekanan yang tinggi pada beton dalam ruangan tertutup, untuk mendapatkan beton mutu tinggi.

2.6. Pengujian Kuat Tarik Belah

Beton merupakan material yang lemah terhadap tegangan tarik. Faktor pembentuk kekuatan tarik sama dengan kuat tekan hanya besarnya kuat tarik untuk beton normal pada umumnya adalah antara 9%-15% dari kuat tekannya. Kekuatan tarik dalam penelitian ini ditentukan dengan menggunakan percobaan belah silinder (*the split cylinder*) dimana silinder ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm diberikan beban tegak lurus terhadap sumbu longitudinalnya dengan silinder ditempatkan secara horisontal diatas pelat mesin percobaan.

Benda uji terbelah dua pada saat dicapainya kekuatan tarik. Kuat tarik beton

dihitung dengan persamaan:

$$F_{ct} = \frac{2P}{\pi LD}$$

Dengan :

F_{ct} : Kuat tarik belah (MPa)

P: Beban maksimum beban belah (N)

L: Panjang benda uji silinder (mm)

D: Diameter benda uji silinder (mm)

Π : Phi

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

Metodologi merupakan suatu cara atau langkah yang digunakan untuk memecahkan suatu permasalahan dengan mengumpulkan, mencatat, mempelajari dan menganalisa data yang diperoleh. Sebagai acuan dalam penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari data-data pendukung. Data pendukung diperoleh dari:

1. Data primer

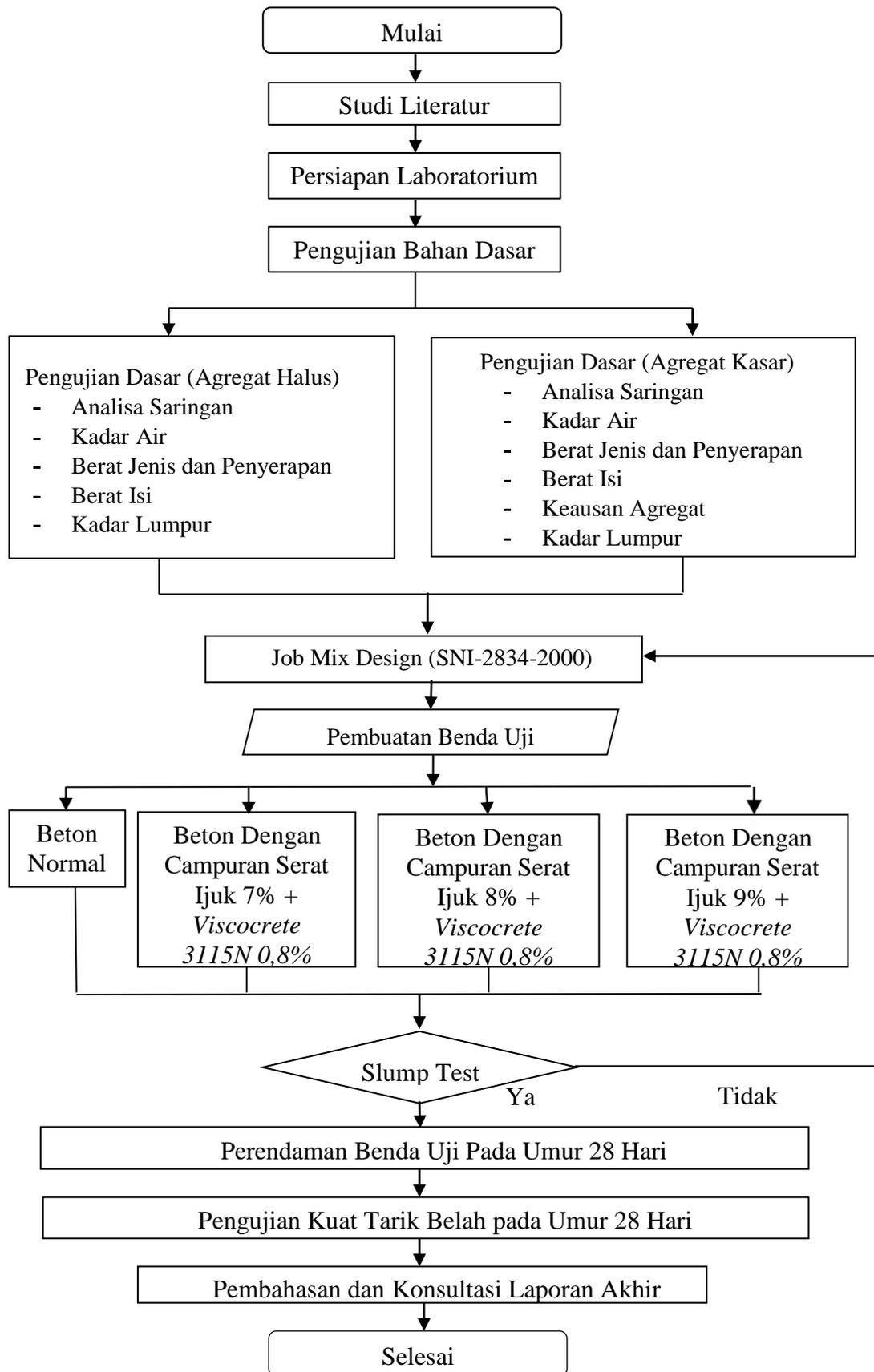
Data primer adalah data yang diperoleh dari hasil yang dilaksanakan di laboratorium. Data yang diperoleh dari hasil perhitungan di laboratorium seperti:

- Analisa saringan agregat.
- Berat jenis dan penyerapan.
- Pemeriksaan berat isi agregat.
- Pemeriksaan kadar air agregat.
- Pemeriksaan kadar lumpur agregat
- Perbandingan dalam campuran beton (*Mix design*).
- Kekentalan adukan beton segar (*slump*).
- Uji kuat tarik belah beton

2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (literatur) dan konsultasi langsung dengan Dosen Pembimbing. Data teknis mengenai SNI-03-2834-2000, PBI (Peraturan Beton Indonesia), serta jurnal-jurnal penelitian sebagai penunjang guna untuk memperkuat suatu penelitian yang dilakukan.

Langkah-langkah penelitian yang dilaksanakan dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1: Tahapan singkat penelitian yang dilaksanakan

3.2.Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat dan waktu penelitian adalah sebagai berikut:

1. Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jl. Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan. Dengan kelengkapan peralatan laboratorium yang berstandar.

2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2020 hingga Agustus 2020.

3.3.Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu metode yang dilakukan dengan mengadakan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data. Tahapan awal penelitian yang dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara adalah pengambilan data sekunder pengujian bahan dasar agregat dan melakukan pengujian bahan dasar agregat yang akan digunakan pada percobaan campuran beton.

3.4. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilaksanakan dengan metode eksperimen terhadap beberapa benda uji dari berbagai kondisi yang diuji di laboratorium. Untuk beberapa hal pada pengumpulan data, digunakan data sekunder. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (literatur), konsultasi langsung dengan Dosen Pembimbing dan Asisten Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.5. Bahan dan Peralatan

3.5.1. Bahan

Komponen bahan pembentuk beton yang digunakan yaitu:

a. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Padang tipe 1 PPC (*Portland Pozolan Cement*).

b. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang diperoleh dari daerah Binjai.

c. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu pecah yang diperoleh dari daerah Binjai.

d. Air

Air yang digunakan berasal dari PDAM Tirtanadi Medan.

e. Serat Ijuk

Serat ijuk yang digunakan dalam penelitian ini didapat dari kedai yang menjual serat ijuk di sekitar rumah penulis. Serat ijuk yang dipakai dalam penelitian ini berdiameter ± 1 mm dalam kondisi jenuh kering muka atau SSD (*Saturated Surface Dry*) dan dipotong-potong dengan panjang $\pm 3-6$ cm dengan persentase 7%, 8%, dan 9% terhadap berat semen yang digunakan

f. Bahan *Admixture*

Bahan *admixture* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *viscocrete 3115N* sebanyak 0,8% dari berat semen, bahan tersebut didapat dari toko bangunan yang ada di Kota Medan.

3.5.2. Peralatan

Alat-alat yang digunakan di dalam penelitian ini antara lain:

Peralatan material :

- a. Saringan agregat kasar : Saringan 1,5", 1/2", 3/4", 3/8", dan no.4
- b. Saringan agregat halus : Saringan no.4, no.8, no.16, no.30, no.50, dan no.100
- c. Timbangan digital
- d. Plastik ukuran 10 kg

Peralatan pembuatan beton :

- a. Pan
- b. Ember
- c. Satu set alat *slump test*: kerucut *abrams*, tongkat pemadat, mistar, dan plat

- baja.
- d. Skop tangan
- e. Skrap
- f. Tabung ukur
- g. Sarung tangan
- h. Cetakan silinder ukuran 15 x 30 cm
- i. Vaseline
- j. Kuas
- k. Mesin pengaduk beton (*mixer*)
- l. Bak perendam

Alat pengujian kuat tarik belah beton :

- a. Mesin kuat tekan (*compression test*)
- b. Pelat atau batang penekan tambahan
- c. Bantalan bantu pembebanan

3.6. Proses pengerjaan serat ijuk dalam campuran beton

Serat ijuk yang telah terkumpul terlebih dahulu dicuci dengan sabun deterjen, gunanya untuk menghilangkan kadar lumpur maupun kotoran yang menempel pada ijuk. Setelah itu ijuk dijemur dibawah sinar terik matahari dan dibiarkan selama 48 jam. Ijuk yang sudah dijemur atau dikeringkan dipotong sepanjang $\pm 3-6$ cm.

Untuk pencampuran serat ijuk pada saat pengecoran, dilakukan setelah seluruh material pencampur beton dimasukkan ke mesin, hal ini bertujuan agar serat ijuk tersebar merata dan tidak terjadi penggumpalan.

3.7. Persiapan Penelitian

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

3.8. Pemeriksaan Agregat

Di dalam pemeriksaan agregat baik agregat kasar maupun agregat halus dilakukan di Laboratorium mengikuti panduan dari ASTM tentang pemeriksaan agregat.

3.9. Pemeriksaan Agregat Halus

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan/pemeriksaan diantaranya:

- Pemeriksaan kadar air.
- Pemeriksaan kadar lumpur.
- Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan.
- Pemeriksaan berat isi.
- Pemeriksaan analisa saringan.

3.9.1. Kadar Air Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 566. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.1 sehingga diketahui kadar air agregat halus yang diperiksa. Dari 2 data yang dilakukan pengujian dengan berat masing-masing 1000 gr. Maka didapatkanlah persentase kadar air 0,9 %.

Tabel 3.1: Data-data hasil penelitian kadar air halus.

Pengujian	Contoh I (gr)	Contoh II (gr)	Rata-rata
Berat contoh SSD dan wadah	1188	1175	1181,5
Berat contoh SSD	1000	1000	1000
Berat contoh kering oven & wadah	1177	1168	1172,5
Berat wadah	188	175	181,5
Berat air	11	7	9
Berat contoh kering	989	993	991
Kadar air	1,1%	0,7%	0,9%

3.9.2. Kadar Lumpur Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 566. Hasil dari kadar lumpur dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2: Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat halus.

Pengujian	Contoh I (gr)	Contoh II (gr)	Rata-rata
Berat contoh kering : A (gr)	500	500	500
Berat contoh setelah dicuci : B (gr)	487	483	485
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci C (gr)	13	17	15
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (%)	2,6	3,4	3

Berdasarkan Tabel 3.2 pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dilakukan dengan mencuci sampel dengan menggunakan air, kemudian disaring dengan menggunakan saringan No. 200, persentase yang didapat dihitung dari pembagian berat kotoran agregat yang lolos saringan dibagi dengan berat contoh awal contoh, kemudian membuat hasilnya di dalam persentase. Dari percobaan ini didapat persentase kadar lumpur untuk sampel yang pertama sebesar 2,6%, dan sampel kedua sebesar 3,4%. Maka, untuk mengambil nilai kadar lumpur diambil dari rata-rata pengujian yakni sebesar 3%. Jumlah persentase tersebut telah memenuhi persyaratan berdasarkan PBI 1971 yaitu $< 5\%$.

3.9.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI ASTM C 128. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.3. Pada tabel terlampir 3 macam berat jenis, yakni berat jenis contoh semu, berat jenis SSD, dan berat jenis contoh semu. Berat jenis agregat terpenuhi apabila nilai Berat Jenis Contoh Kering $<$ Berat Jenis SSD $<$ Berat Jenis Contoh Semu dengan nilai rata-rata $2,475 \text{ gr/cm}^3 < 2,505 \text{ gr/cm}^3 < 2,56 \text{ gr/cm}^3$ dan nilai penyerapan rata-rata sebesar 1,32%. Berdasarkan

standar ASTM C 128 tentang absorpsi yang baik adalah dibawah 2% dan nilai absorpsi agregat halus yang diperoleh telah memenuhi syarat.

Tabel 3.3: Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat halus.

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh SSD kering permukaan jenuh	500	500	500
Berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan	494	493	493,5
Berat piknometer penuh air	674	674	674
Berat contoh SSD dalam piknometer penuh air	974	975	974,5
Berat jenis contoh kering (E/(B+D-C))	2,47	2,48	2,475
Berat jenis contoh SSD (B/(B+D-C))	2,50	2,51	2,505
Berat jenis contoh semu (E/(E+D-C))	2,55	2,57	2,56
Penyerapan ((B-E)/E)x100%	1,21	1,42	1,32

3.9.4. Berat Isi Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 29. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.4 sehingga diketahui berat isi agregat halus yang diperiksa.

Tabel 3.4: Data-data hasil penelitian berat isi agregat halus.

NO	Pengujian	Contoh I	Contoh II	Contoh III	Rata-rata
1	Berat contoh & wadah (gr)	18873	20523	20603	19999,7
2	Berat wadah (gr)	5400	5400	5400	5400
3	Berat contoh (gr)	13473	15123	15203	14599,7
4	Volume wadah (cm ³)	10861,71	10861,71	10861,71	10861,1
5	Berat Isi (gr/cm ³)	1,24	1,39	1,40	1,34

Berdasarkan Tabel 3.4 menjelaskan hasil pemeriksaan yang dilakukan didapat hasil berat isi agregat halus dengan rata-rata sebesar 1,34 gr/cm³. Hasil ini didapat dari rata-rata ketiga contoh, yang berdasarkan perbandingan nilai berat contoh

yang didapat dengan volume wadah yang dipakai dalam percobaan. Hasil dari percobaan tersebut telah memenuhi standar yang ditetapkan yaitu $>1,125 \text{ gr/cm}^3$.

3.9.5. Analisa Saringan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 33. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.5 dan batas gradasi agregat halus pada Gambar 3.2, sehingga diketahui modulus kehalusan agregat halus yang diperiksa.

Berdasarkan Tabel 3.5 menjelaskan pemeriksaan analisa saringan agregat halus ini menggunakan nomor saringan yang telah ditentukan berdasarkan SNI 03-2834-2000, yang nantinya akan dibuat grafik zona gradasi agregat yang didapat dari nilai kumulatif agregat.

Tabel 3.5: Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat halus.

Sieve Size	Retained Fraction				Cumulative	
	Sample 1	Sample 2	Total Weight (gr)	%	Retained	Passing
9.52 (3/8 in)	0	0	0	0,00	0,00	100,00
4.75 (No. 4)	17	26	43	1,95	1,95	98,05
2.36 (No. 8)	67	104	171	7,77	9,72	90,28
1.18 (No.16)	181	219	400	18,18	27,9	72,1
0.60 (No. 30)	287	322	609	27,68	55,58	44,42
0.30 (No. 50)	290	331	621	28,23	83,81	16,19
0.15(No.100)	135	163	298	13,54	97,35	2,65
Pan	23	35	58	2,64	100	0
Total	1000	1200	2200	100		

Apakah agregat yang dipakai termasuk zona pasir kasar, sedang, agak halus, atau pasir halus. Penjelasan nilai kumulatif agregat didapat dari penjelasan berikut ini:

Total berat pasir = 2200 gram

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$\text{No.4} = \frac{43}{2200} \times 100\% = 1,95 \%$$

$$\text{No.8} = \frac{171}{2200} \times 100\% = 7,77 \%$$

$$\begin{aligned}
 \text{No.16} &= \frac{400}{2200} \times 100\% = 18,18 \% \\
 \text{No.30} &= \frac{609}{2200} \times 100\% = 27,68 \% \\
 \text{No.50} &= \frac{621}{2200} \times 100\% = 28,28 \% \\
 \text{No.100} &= \frac{298}{2200} \times 100\% = 13,54 \% \\
 \text{Pan} &= \frac{58}{2200} \times 100\% = 2,64 \%
 \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

$$\begin{aligned}
 \text{No.4} &= 0 + 1,95 = 1,95 \% \\
 \text{No.8} &= 1,95 + 7,77 = 9,72 \% \\
 \text{No.16} &= 9,72 + 18,18 = 27,90 \% \\
 \text{No.30} &= 27,90 + 27,68 = 55,58 \% \\
 \text{No.50} &= 55,58 + 28,28 = 83,86 \% \\
 \text{No.100} &= 83,86 + 13,54 = 97,40 \% \\
 \text{Pan} &= 97,40 + 2,64 = 100,00 \%
 \end{aligned}$$

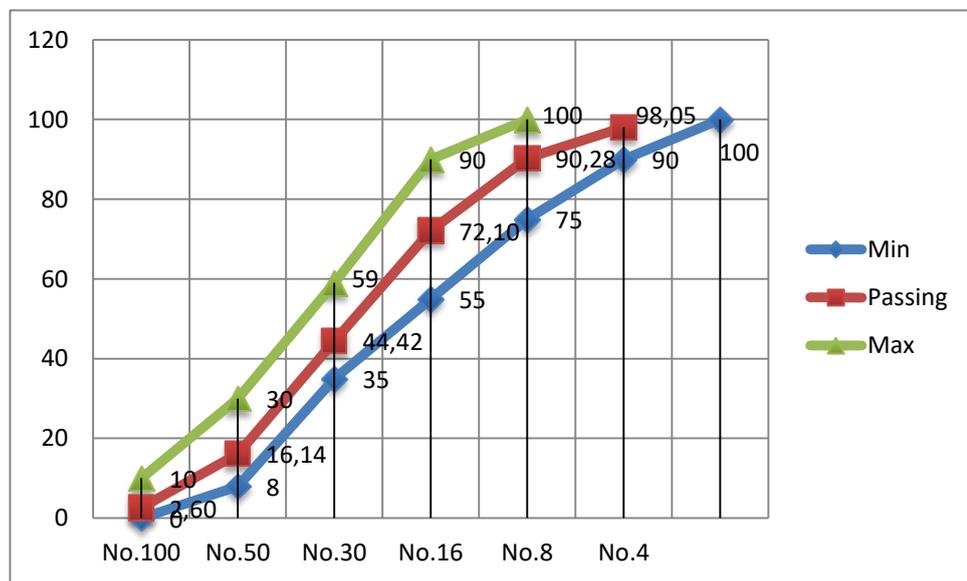
Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 276,41 %

$$\begin{aligned}
 \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \\
 &= \frac{276,41}{100} \\
 \text{FM} &= 2,76
 \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

$$\begin{aligned}
 \text{No.4} &= 100 - 1,95 = 98,05 \% \\
 \text{No.8} &= 100 - 9,72 = 90,28 \%
 \end{aligned}$$

No.16	=	100	-	27,90	=	72,10	%
No.30	=	100	-	55,58	=	44,42	%
No.50	=	100	-	83,86	=	16,14	%
No.100	=	100	-	97,40	=	2,60	%
Pan	=	100	-	100,00	=	0,00	%



Gambar 3.2: Grafik gradasi agregat halus (zona 2 pasir sedang).

Berdasarkan Gambar 3.2 menjelaskan hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus pada Tabel 3.5 diperoleh nilai modulus kehalusan sebesar 2,76 dan dari grafik hasil pengujian diketahui bahwa agregat halus yang diuji termasuk di zona 2 (pasir sedang) seperti Gambar 3.2.

3.10. Pemeriksaan Agregat Kasar

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan/pemeriksaan diantaranya:

- Pemeriksaan kadar air.
- Pemeriksaan kadar lumpur.

- Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan.
- Pemeriksaan berat isi.
- Pemeriksaan analisa saringan.
- Keausan agregat dengan mesin *Los Angeles*.

3.10.1 Kadar Air Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 566.

Tabel 3.6: Data-data hasil penelitian kadar air agregat kasar.

Pengujian	Contoh I (gr)	Contoh II (gr)	Rata-rata
Berat contoh SSD & berat wadah	1528	1570	1549
Berat contoh SSD	1000	1000	1000,0
Contoh kering oven & wadah	1523	1565	1544
Berat wadah	528	570	549
Berat air	5	5	5
Berat contoh kering	995	995	995
Kadar air	0,5%	0,5%	0,5%

Berdasarkan Tabel 3.6 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar air pada agregat kasar didapat rata-rata kadar air sebesar 0,5%. Percobaan ini dilakukan sebanyak dua kali pengujian, pada contoh pertama, kadar air yang didapat sebesar 0,5%, dan contoh kedua didapat kadar air sebesar 0,5%. Hasil diatas tersebut telah memenuhi standar yang ditentukan yaitu yaitu 0,5% - 1,5%.

3.10.2. Kadar Lumpur Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 117. Berdasarkan Tabel 3.7 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar dilakukan dengan mencuci sampel yang menggunakan air, kemudian disaring dengan menggunakan saringan No. 200, persentase yang didapat dihitung dari pembagian berat kotoran

agregat yang lolos saringan dibagi dengan berat contoh awal, kemudian membuat hasilnya di dalam persentase. Dari percobaan ini didapat persentase kadar lumpur untuk sampel yang pertama sebesar 0,8%, dan sampel kedua sebesar 0,6%. Maka, untuk mengambil nilai kadar lumpur diambil dari rata-rata pengujian yakni sebesar 0,7%.

Tabel 3.7: Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat kasar.

Pengujian	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Rata-rata
Berat contoh kering : A (gr)	1000	1000	1000
Berat contoh setelah dicuci : B (gr)	992	994	993
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci C (gr)	8	6	7
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (%)	0,8	0,6	0,7

3.10.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 127.

Tabel 3.8: Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat kasar.

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh SSD kering permukaan jenuh (A)	2500	2500	2500
Berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan (C)	2482	2481	2481,5
Berat contoh jenuh (B)	1580	1565	1597,5
Berat jenis contoh kering $C/(A-B)$	2,698	2,653	2,676
Berat jenis contoh SSD $A/(A-B)$	2,717	2,674	2,696
Berat jenis contoh semu $C/(C-B)$	2,752	2,708	2,730

Penyerapan $((A-C)/C) \times 100\%$	0,725	0,766	0,746
--	-------	-------	-------

Berdasarkan hasil pemeriksaan di dapat data-data pada Tabel 3.8 sehingga dapat diketahui nilai berat jenis maupun penyerapan (*absorbtion*) pada agregat halus yang diteliti. Pada Tabel 3.8 terlampir 3 macam berat jenis, yakni berat jenis contoh semu, berat jenis SSD, dan berat jenis contoh semu. Berat jenis agregat terpenuhi apabila nilai Berat Jenis Contoh Kering < Berat Jenis SSD < Berat Jenis Contoh Semu. Dari percobaan didapat rata-rata nilai berat jenis contoh kering sebesar 2,676 gr/cm³, nilai rata-rata berat jenis SSD sebesar 2,696 gr/cm³, dan nilai rata-rata berat jenis contoh semu sebesar 2,730 gr/cm³. Selain berat jenis, pada pemeriksaan ini juga didapat nilai penyerapan pada agregat kasar yang didapat nilai rata-ratanya sebesar 0,746% dan berdasarkan ASTM C 127 nilai ini berada di bawah nilai absorpsi agregat kasar maksimum yaitu sebesar 4%.

3.10.4. Berat Isi Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 29. Berdasarkan Tabel 3.9 menjelaskan tentang nilai berat isi agregat kasar yang rata-ratanya didapat sebesar 1,62 gr/cm³. Nilai berat isi agregat didapatkan dari perbandingan nilai antara berat contoh yang didapat dengan volume wadah yang dipakai dalam penelitian ini. Pada sampel pertama didapat nilai berat isi agregat sebesar 1,59 gr/cm³. Percobaan kedua menghasilkan nilai berat isi agregat sebesar 1,65 gr/cm³. Sedangkan percobaan ke tiga menghasilkan nilai berat isi agregat sebesar 1,56 gr/cm³ dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yang yaitu > 1,125 gr/cm³.

Tabel 3.9: Data-data hasil penelitian berat isi agregat kasar.

No	Pengujian	Contoh I	Contoh II	Contoh III	Rata-rata
1	Berat contoh & wadah (gr)	31050	31989	30630	31485
2	Berat wadah (gr)	6500	6500	6500	6500
3	Berat contoh (gr)	24550	25489	24130	24985

4	Volume wadah (cm ³)	15465,21	15465,21	15465,21	15465,21
5	Berat Isi (gr/cm ³)	1,59	1,65	1,56	1,62

3.10.5. Analisa Saringan Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 33. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.10 sehingga diketahui modulus kehalusan agregat kasar yang diperiksa.

Tabel 3.10: Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat kasar.

Ukuran ayakan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Contoh I (gr)	Contoh II (gr)	Total berat (gr)	%	Tertahan	Lolos
38,1 (1.5 in)	137	130	267	4,77	4,77	95,23
19.0 (3/4 in)	1015	910	1925	34,38	39,15	60,85
9.52 (3/8 in)	1130	1451	2581	46,10	85,25	14,75
4.75 (No. 4)	518	309	827	14,77	100,00	0,00
2.36 (No. 8)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
1.18 (No.16)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0.60 (No. 30)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0.30 (No. 50)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0.15 (No. 100)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
Pan	0	0	0	0,00	0	100
<i>Total</i>	2800	2800	5600	100		

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$1,5 = \frac{267}{5600} \times 100\% = 4,77 \%$$

$$3/4 = \frac{1925}{5600} \times 100\% = 34,37 \%$$

$$3/8 = \frac{2581}{5600} \times 100\% = 46,09 \%$$

$$\text{No. 4} = \frac{827}{5600} \times 100\% = 14,77 \%$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

$$\begin{aligned}
 1,5 &= 0 + 4,77 = 4,77 \% \\
 \frac{3}{4} &= 4,77 + 34,37 = 39,14 \% \\
 \frac{3}{8} &= 39,14 + 46,09 = 85,23 \% \\
 \text{No.4} &= 85,23 + 14,77 = 100,00 \%
 \end{aligned}$$

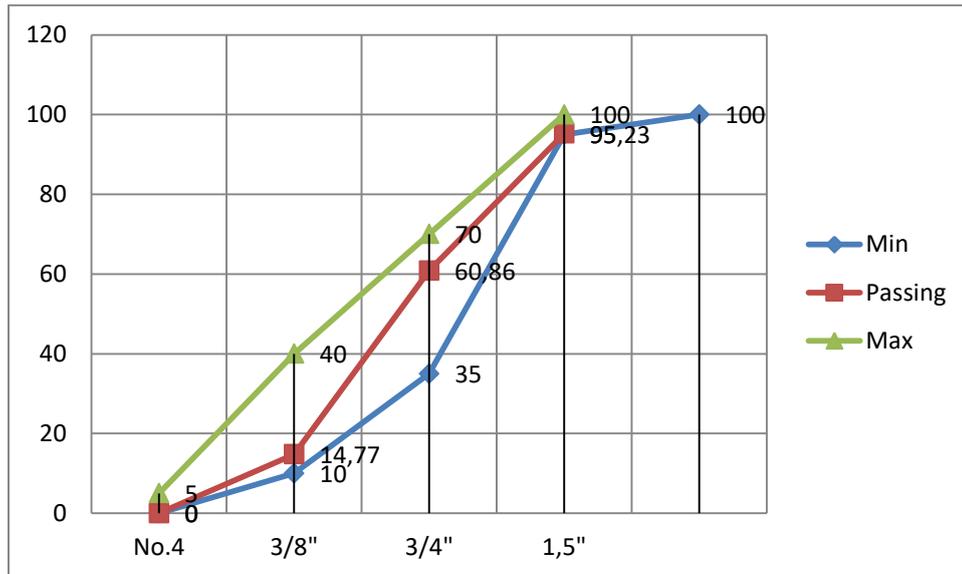
Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 729,14

$$\begin{aligned}
 \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \\
 &= \frac{729,14}{100} \\
 \text{FM} &= 7,29
 \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

$$\begin{aligned}
 1,5 &= 100 - 4,77 = 95,23 \% \\
 \frac{3}{4} &= 100 - 39,14 = 60,86 \% \\
 \frac{3}{8} &= 100 - 85,23 = 14,77 \% \\
 \text{No. 4} &= 100 - 100 = 0 \%
 \end{aligned}$$

Batas gradasi maksimum 40 mm dapat dilihat pada Gambar 3.3. batu pecah sebagai agregat kasar dengan kriteria berdiameter maksimum 40 mm.



Gambar 3.3: Grafik gradasi agregat kasar diameter maksimum 40 mm.

Pemeriksaan analisa saringan agregat kasar ini menggunakan nomor saringan yang telah ditentukan berdasarkan SNI 03-2834-2000, dari hasil persentase berat kumulatif yang lolos saringan maka pasir tersebut masih dalam *range* kerikil maksimum 40 mm.

3.10.6. Keausan Agregat Dengan Mesin *Los Angeles*

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C33-1985 serta mengikuti buku panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil UMSU tentang keausan agregat dengan mesin los angeles.

Dari hasil penelitian didapat data-data sebagai berikut:

- Berat sample sebelum pengujian = 5000 gr
- Berat sample setelah pengujian = 4254 gr

Berat tiap-tiap ayakan tercantum dalam Tabel 3.11 berikut:

Tabel 3.11: Hasil pengujian keausan agregat.

Ukuran ayakan	Berat Awal (gr)	Berat Akhir (gr)
37,5 (1.5 in)	-	-
25 (1 in)	-	-
19.1 (3/4 in)	-	-

12.5 (1/2 in)	2500	1191
9.50 (No. 3/8 in)	2500	770
4.75 (No.4)	-	1393
2.36 (No. 8)	-	651
0.30 (No. 50)	-	-
0.15 (No. 100)	-	-
Pan	-	249
Total	5000	4254
Berat Lolos Saringan No. 12		746
<i>Abrasion (keausan) %</i>		14,92 %

$$\begin{aligned}
 \text{Abrasion} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \% \\
 &= \frac{5000 - 4254}{5000} \times 100 \% = 14,92 \%
 \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin *Los Angeles* diperoleh nilai Abrasi sebesar 14,92 % yang selanjutnya tersebut digunakan untuk pertimbangan proporsi campuran beton.

3.11. Perencanaan Campuran Beton

Tahap awal sebelum melakukan perencanaan campuran beton, dilakukan pengujian terhadap komponen-komponen dasar pembentuk beton sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia), yaitu pengujian terhadap agregat halus dan agregat kasar serta air. Selanjutnya dilakukan perencanaan campuran beton berdasarkan SNI (Standar Nasional Indonesia). Hal ini menentukan persentase atau komposisi masing-masing komponen material pembentuk beton untuk memperoleh suatu campuran beton yang memenuhi kekuatan dan keawetan yang direncanakan serta memiliki kelecakan yang sesuai dengan mempermudah proses pengerjaan.

3.12. Pelaksanaan Penelitian

3.12.1. Trial Mix

Menentukan persentase atau komposisi masing-masing komponen material pembentuk beton untuk memperoleh suatu campuran beton yang ekonomis, memenuhi kekuatan dan keawetan yang direncanakan, serta memiliki kelecakan yang sesuai sehingga mempermudah proses pengerjaan.

3.12.2. Pembuatan Benda Uji

Benda uji dibuat menggunakan cetakan berbentuk silinder dengan sisi berukuran 15 cm x 30 cm yang berjumlah 12 buah. Proses pembuatan benda uji ditunjukkan dengan gambar pada lampiran.

3.12.3. Pengujian *Slump*

Pengukuran tinggi slump dilakukan untuk menentukan kekakuan (dapat dikerjakan atau tidak) dari campuran beton segar (*fresh concrete*) untuk menentukan tingkat *workability* nya. Kekakuan dalam suatu campuran beton menunjukkan berapa banyak air yang digunakan. Target *slump* rencana sesuai mix design adalah 60-180 mm. Pengujian *slump* dilakukan berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh SNI 03-2834-2000.

3.12.4. Perawatan Beton

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

3.12.5. Pengujian Kuat Tarik Belah

Pengujian kuat Tarik belah dilakukan berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh SNI 03-2491-2002. Pengujian dilakukan menggunakan mesin uji tekan dengan kapasitas 1500 KN. Benda uji diletakkan pada arah memanjang di atas alat penguji kemudian beban tekan diberikan merata arah tegak dari atas pada seluruh panjang silinder. Sebelum ditekan benda uji ditimbang terlebih dahulu untuk dapat mengetahui berat jenis beton. Jumlah sampel pengujian direncanakan sebanyak 12 buah dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut:

Tabel. 3.12: Jumlah variasi sampel pengujian beton.

NO	Variasi Campuran Beton	Jumlah Sampel Pengujian
		28 hari
1	Beton normal	3 buah
2	Beton dengan campuran serat ijuk 7% + <i>viscocrete 3115N 0,8%</i>	3 buah
3	Beton dengan campuran serat ijuk 8% + <i>viscocrete 3115N 0,8%</i>	3 buah
4	Beton dengan campuran serat ijuk 9% + <i>viscocrete 3115N 0,8%</i>	3 buah
	Total	12 buah

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perencanaan Campuran Beton

Dalam hal ini penulis akan menganalisis data-data yang telah diperoleh saat penelitian berlangsung sehingga didapat campuran beton yang diinginkan. Data tersebut dapat dilihat dari tabel berikut ini:

Tabel 4.1 : Data-data analisis yang diperoleh saat penelitian

Nama percobaan	Satuan	Hasil percobaan
Berat jenis agregat kasar	Gr/cm ³	2,696
Berat jenis agregat halus	Gr/cm ³	2,505
Kadar lumpur agregat kasar	%	0,7
Kadar lumpur agregat halus	%	3
Berat isi agregat kasar	Gr/cm ³	1,62
Berat isi agregat halus	Gr/cm ³	1,34
Kadar air agregat kasar	%	0,5
Kadar air agregat halus	%	0,9
FM agregat kasar		7,29
FM agregat halus		2,76
Penyerapan agregat halus	%	1,32
Penyerapan agregat kasar	%	0,746
Nilai slump rencana	mm	30-60
Ukuran agregat maksimum	mm	40

Sumber : Hasil penelitian

Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai diatas tersebut dapat digunakan untuk perencanaan campuran beton (*Mix Design*) dengan kuat tekan disyaratkan sebesar 26 MPa yang terlampir pada tabel 4.1 berdasarkan SNI 03-2834-2000.

Tabel 4.2: Perencanaan campuran beton (SNI 03-2834-2000).

PERENCANAAN CAMPURAN BETON SNI 03-2834-2000					
No.	Uraian	Tabel/Gambar Perhitungan		Nilai	
1	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji silinder)	Ditetapkan		26 Mpa	
2	Deviasi Standar	-		12 Mpa	
3	Nilai tambah (margin)	-		5,7 Mpa	
4	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	1+2+3		43,7 Mpa	
5	Jenis semen			Tipe I	
6	Jenis agregat: - kasar - halus	Ditetapkan		Batu pecah Binjai	
		Ditetapkan		Pasir alami Binjai	
7	Faktor air-semen bebas	-		0,44	
8	Faktor air-semen maksimum	Ditetapkan		0,60	
9	Slump	Ditetapkan		60-180 mm	
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan		40 mm	
11	Kadar air bebas	Tabel 4.7		185 kg/m ³	
12	Jumlah semen	11:7		420,45 kg/m ³	
13	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan		420,45 kg/m ³	
14	Jumlah semen minimum	Ditetapkan		275 kg/m ³	
15	Faktor air-semen yang disesuaikan	-		0,44	
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)	-		2,624	
20	Berat isi beton	Gambar 4.3		2375 kg/m ³	
21	Kadar agregat gabungan	20-(12+11)		1769,55 kg/m ³	
22	Kadar agregat halus	18 x 21		672,43 kg/m ³	
23	Kadar agregat kasar	21-22		1097,12 kg/m ³	
24	Proporsi campuran	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
		- Tiap m ³	420,45	185	672,43
- Tiap campuran uji m ³	1	0,44	1,60	3,61	

Tabel 4.2: Lanjutan.

No.	Uraian	Tabel/Gambar		Nilai	
		Perhitungan			
24	- Tiap campuran uji 0,0053 m ³ (1 silinder)	2,23	0,98	3,56	5,81
25	Koreksi proporsi campuran				
	- Tiap m ³	420,45	190,52	669,60	1094,42
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,45	1,59	2,60
	Tiap campuran uji 0,0053 m ³ (1 silinder)	2,23	1	3,55	5,8

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

Tabel 4.3 Hasil perbandingan campuran bahan beton tiap 1 benda uji dalam 1 m³

Material	Semen	Pasir	Batu pecah	Air
Berat (kg)	420,45	669,60	1094,42	190,52
Perbandingan	1	1,59	2,60	0,45

a. Untuk benda uji

Menggunakan cetakan silinder dengan ukuran :

$$\begin{aligned}
 \text{Volume silinder} &= \pi r^2 t \\
 &= (22/7) \times 7,5^2 \times 30 \\
 &= 5303,57 \text{ cm}^3 \\
 &= 0,005304 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Maka:

1) Semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$\begin{aligned}
 &= \text{Banyak semen} \times \text{Volume 1 benda uji} \\
 &= 420,45 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3 \\
 &= 2,23 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

2) Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$\begin{aligned}
 &= \text{Banyak pasir} \times \text{Volume 1 benda uji} \\
 &= 669,60 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3 \\
 &= 3,55 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

3) Kerikil yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$= \text{Banyak kerikil} \times \text{Volume 1 benda uji}$$

$$= 1094,42 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3$$

$$= 5,8 \text{ kg}$$

4) Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$= \text{Banyak air} \times \text{Volume 1 benda uji}$$

$$= 190,52 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3$$

$$= 1 \text{ kg}$$

Perbandingan untuk 1 benda uji dalam satuan kg adalah:

Tabel 4.4 perbandingan bahan beton untuk 1 benda uji (kg)

Material	Semen	Pasir	Batu pecah	Air
Berat (kg)	2,23	3,55	5,8	1

Tabel 4.5: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat kerikil	
1,5	4,77	$\frac{4,77}{100}$	x 5,8	0,28
3/4	34,38	$\frac{34,38}{100}$	x 5,8	1,99
3/8	46,10	$\frac{46,10}{100}$	x 5,8	2,67
No. 4	14,77	$\frac{14,77}{100}$	x 5,8	0,86
Total				5,8

Berdasarkan Tabel 4.5 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 0,28 kg, saringan 3/4 sebesar 1,99 kg, saringan 3/8 sebesar 2,67 kg dan saringan no 4 sebesar 0,86 kg. Total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 5,8 kg.

Tabel 4.6: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat pasir	
No.4	1,95	$\frac{1,95}{100}$	x 3,55	0,07
No.8	7,77	$\frac{7,77}{100}$	x 3,55	0,27
No.16	18,18	$\frac{18,18}{100}$	x 3,55	0,64
No.30	27,68	$\frac{27,68}{100}$	x 3,55	0,98
No.50	28,23	$\frac{28,23}{100}$	x 3,55	1,00
No.100	13,54	$\frac{13,54}{100}$	x 3,55	0,48
Pan	2,64	$\frac{2,64}{100}$	x 3,55	0,09
Total				3,55

Berdasarkan Tabel 4.6 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan no 4 sebesar 0,07 kg, saringan no 8 sebesar 0,27 kg, saringan no 16 sebesar 0,64 kg, saringan no 30 sebesar 0,98 kg, saringan no 50 sebesar 1,00 kg, saringan no 100 sebesar 0,48 kg, dan pan sebesar 0,09 kg. Total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 3,55 kg.

b. Bahan tambah serat ijuk

Untuk penggunaan bahan tambah menggunakan serat ijuk 7%, 8% dan 9% dari berat semen.

- Serat ijuk yang dibutuhkan sebanyak 7% untuk 1 benda uji.

$$\begin{aligned}
 &= \frac{7}{100} \times \text{Berat semen} \\
 &= \frac{7}{100} \times 2,23 \text{ kg} \\
 &= 0,1561 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- Serat ijuk yang dibutuhkan sebanyak 8% untuk 1 benda uji.

$$\begin{aligned}
&= \frac{8}{100} \times \text{Berat semen} \\
&= \frac{8}{100} \times 2,23 \text{ kg} \\
&= 0,1784 \text{ kg}
\end{aligned}$$

- Serat ijuk yang dibutuhkan sebanyak 9% untuk 1 benda uji.

$$\begin{aligned}
&= \frac{9}{100} \times \text{Berat semen} \\
&= \frac{9}{100} \times 2,23 \text{ kg} \\
&= 0,2007 \text{ kg}
\end{aligned}$$

Tabel 4.7: Jumlah serat ijuk terhadap berat semen.

No	Serat Ijuk (%)	Jumlah (kg)
1.	7	0,1561
2.	8	0,1784
3.	9	0,2007

c. Bahan *admixture Viscocrete 3115N*

Untuk penggunaan bahan *admixture Viscocrete 3115N* sebanyak 0,8% akan didapatkan dari jumlah semen yang akan digunakan.

Viscocrete 3115N yang dibutuhkan sebanyak 0,8 % untuk 1 benda uji.

$$\begin{aligned}
&= \frac{0,8}{100} \times \text{Berat semen} \\
&= \frac{0,8}{100} \times 2,23 \text{ kg} \\
&= 0,01784 \text{ kg}
\end{aligned}$$

Dalam penelitian ini jumlah benda uji yang akan dibuat adalah sebanyak 12 benda uji, banyak bahan yang dibutuhkan untuk 12 benda uji adalah:

- Semen yang dibutuhkan untuk 12 benda uji
 - = Banyak semen 1 benda uji x 12 benda uji
 - = 2,23 x 12
 - = 26,76 kg
- Pasir yang dibutuhkan untuk 12 benda uji
 - = Banyak pasir untuk 1 benda uji x 12

$$= 3,55 \times 12$$

$$= 42,6 \text{ kg}$$

- Batu pecah yang dibutuhkan untuk 12 benda uji

$$= \text{Banyak batu pecah untuk 1 benda uji} \times 12$$

$$= 5,8 \times 12$$

$$= 69,6 \text{ kg}$$

- Air yang dibutuhkan untuk 12 benda uji

$$= \text{Banyak air untuk 1 benda uji} \times 12$$

$$= 1 \times 12$$

$$= 12 \text{ kg}$$

Perbandingan untuk 12 benda uji dalam satuan kg adalah:

Semen	:	Pasir	:	Batu pecah	:	Air
26,76	:	42,6	:	69,6	:	12

Berdasarkan analisa saringan untuk 12 benda uji, maka didapat berat untuk masing-masing saringan pada Tabel 4.8 dan Tabel 4.9.

Tabel 4.8: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 12 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times \text{jumlah agregat kasar}$
1,5"	4,77	3,32
3/4"	34,38	23,93
3/8"	46,10	32,09
No. 4	14,77	10,28
Total		69,62

Berdasarkan Tabel 4.8 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 12 benda uji ialah saringan 1,5" sebesar 3,32 kg, saringan 3/4" sebesar 23,93 kg, saringan 3/8" sebesar 32,09 kg

dan saringan No.4 sebesar 10,28 kg dan total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 12 benda uji sebesar 69,62 kg.

Sedangkan untuk berat tertahan setiap saringan untuk agregat halus dilihat berdasarkan Tabel 4.9 dalam 12 benda uji ialah saringan No.4 sebesar 0,83 kg, saringan No.8 sebesar 3,31 kg, saringan No.16 sebesar 7,74 kg, saringan No.30 sebesar 11,79 kg, saringan No.50 sebesar 12,03 kg, saringan No.100 sebesar 25,77 kg, dan Pan sebesar 1,12 kg dan total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 12 benda uji sebesar 42,6 kg.

Tabel 4.9: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 12 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times \text{jumlah agregat kasar}$
No. 4	1,95	0,83
No. 8	7,77	3,31
No. 16	18,18	7,74
No. 30	27,68	11,79
No. 50	28,23	12,03
No. 100	13,54	5,77
Pan	2,64	1,12
Total		42,6

4.1.1. Metode Pengerjaan Mix Design

Pelaksanaan Mix Design dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Kuat tekan beton yang disyaratkan sudah ditetapkan yaitu 26 MPa untuk umur 28 hari.
- Menentukan nilai standar deviasi = 12 Mpa.
- Nilai tambah (margin) = 5,7 Mpa
- Kuat tekan rata-rata perlu f'_{cr}

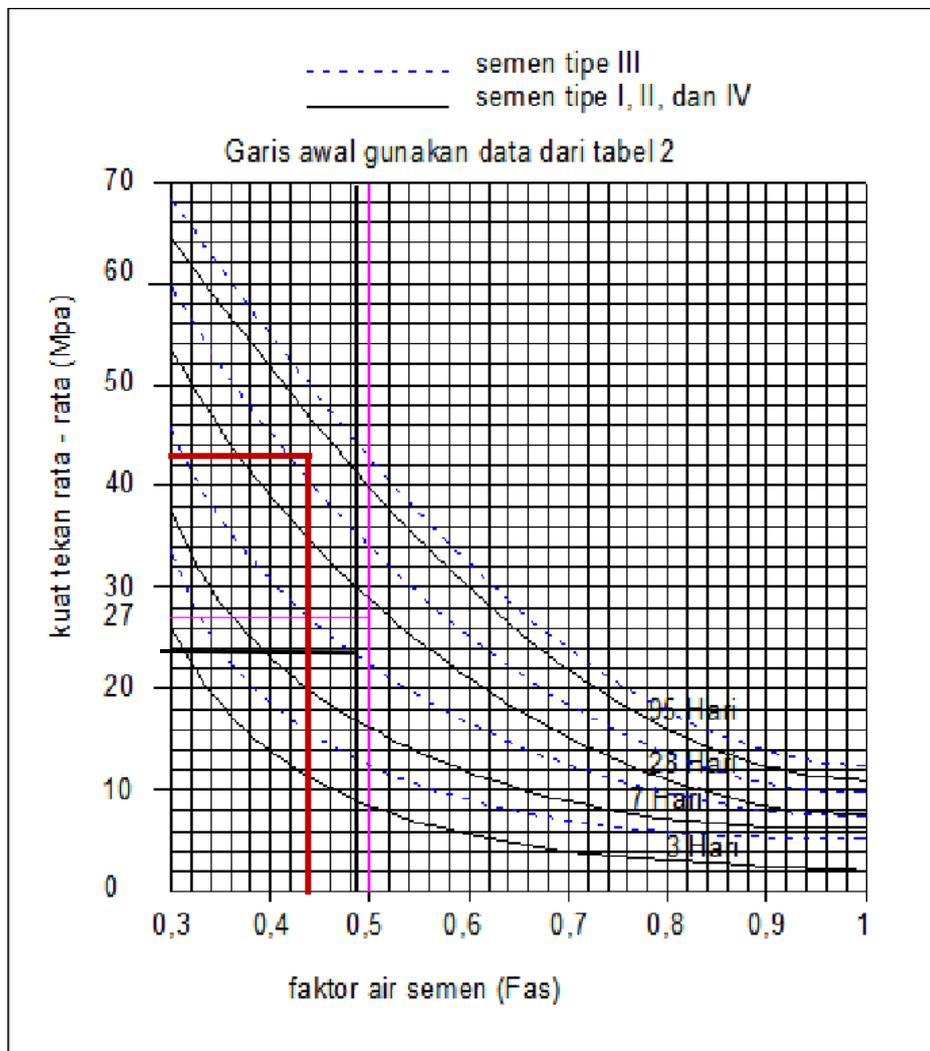
Kuat tekan rata-rata perlu diperoleh dengan :

$$f'_{cr} = f'_c + \text{standar deviasi} + \text{nilai tambah}$$

$$f_{cr} = 26 + 12 + 5,7$$

$$= 43,7 \text{ MPa}$$

- e. Jenis semen yang digunakan adalah tipe I.
- f. Jenis agregat diketahui :
 - Agregat halus : Pasir alami
 - Agregat kasar : Batu pecah
- g. Nilai faktor air semen bebas diambil dari titik kekuatan tekan 43,7 MPa tarik garis datar menuju zona 28 hari, lalu tarik garis kebawah yang menunjukkan faktor air semen, seperti pada gambar 4.1.



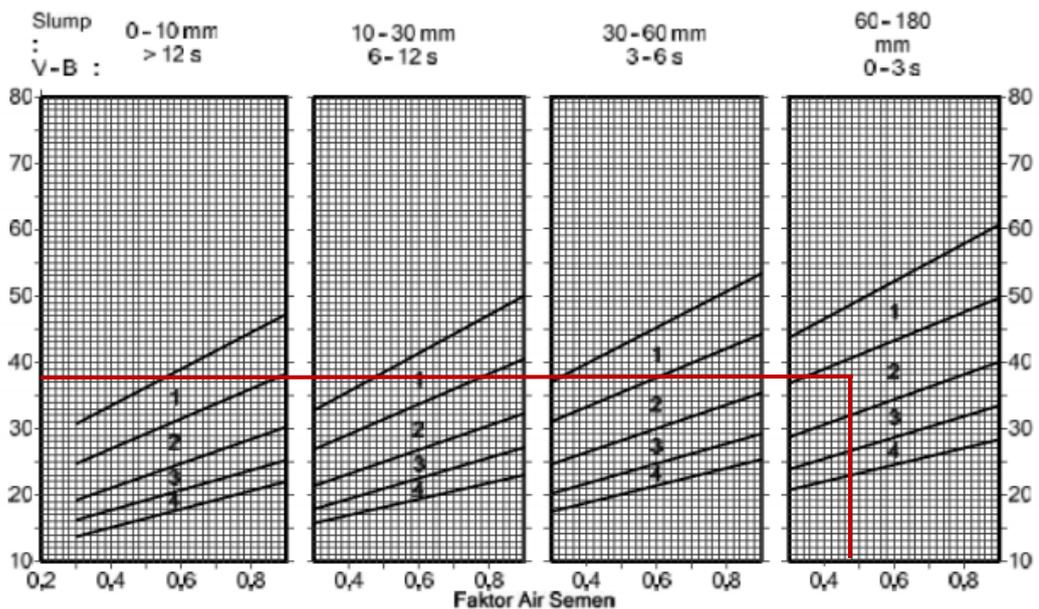
Gambar 4.1: Hubungan faktor air semen dan kuat tekan beton silinder 15 x 30 cm (Mulyono, 2003).

- h. Faktor air semen maksimum dalam hal ini ditetapkan 0.60. Dalam faktor air semen yang diperoleh dari Gambar 4.1 tidak sama dengan yang ditetapkan, untuk perhitungan selanjutnya pakailah nilai faktor air semen yang lebih kecil.
- i. Nilai slump ditetapkan setinggi 60-180 mm.
- j. Ukuran agregat maksimum ditetapkan yaitu 40 mm.
- k. Jumlah kadar air bebas.

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

$$\begin{aligned}
 &= 2/3 W_h + 1/3 W_k \\
 &= (2/3 \times 175) + (1/3 \times 205) \\
 &= 185 \text{ kg/ m}^3
 \end{aligned}$$

- l. Jumlah semen, yaitu : $185/0.44 = 420,45 \text{ kg/m}^3$
- m. Jumlah semen maksimum diambil sama dengan poin l.
- n. Susunan besar butir agregat halus ditetapkan pada daerah gradasi pasir zona 2.
- o. Proporsi berat agregat halus terhadap agregat campuran ini dicari dengan cara melihat gambar 4.2 memilih kelompok ukuran butiran agregat maksimum 40 mm pada nilai slump 60-180 mm dari nilai faktor air semen 0,44. Persentase agregat halus diperoleh nilai 38% pada daerah susunan butir nomor 2 pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 : Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm pada fas 0,44 (SNI 03-2834-2000).

p. Berat jenis agregat campuran.

Berat jenis agregat campuran dihitung dengan rumus:

$$B_j \text{ camp} = K_h/100 \times B_{jh} + K_k/100 \times B_{jk}$$

Dimana:

$B_j \text{ camp}$ = berat jenis agregat campuran.

B_{jh} = berat jenis agregat halus.

B_{jk} = berat jenis agregat kasar.

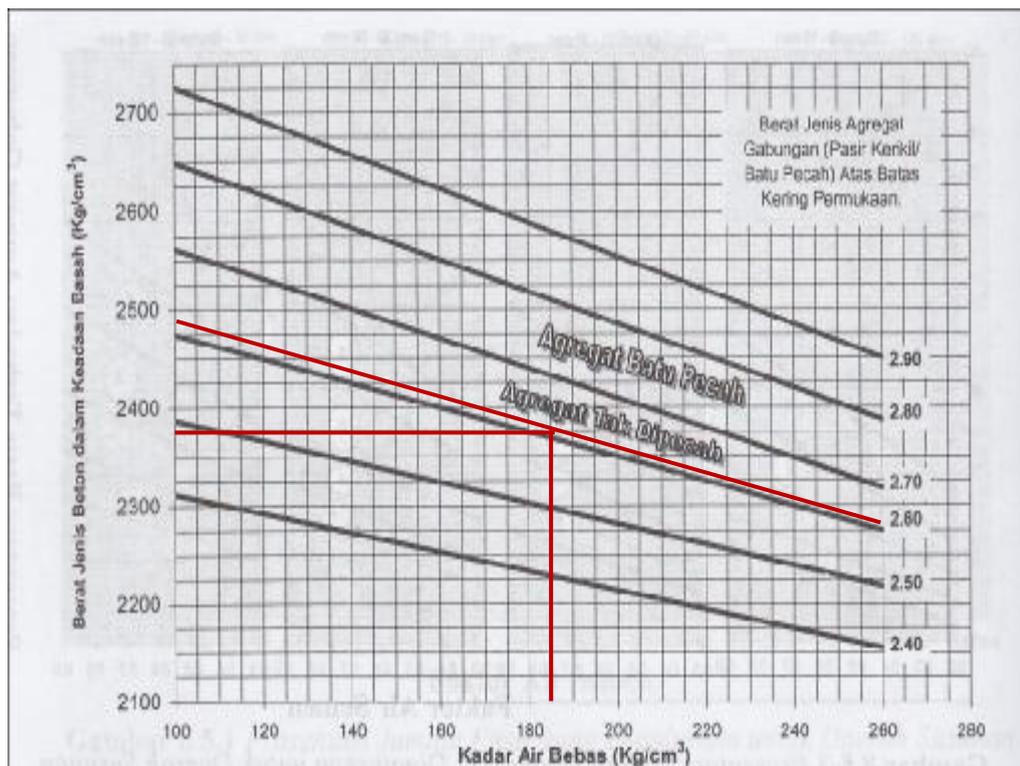
K_h = persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran.

K_k = persentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran.

$$\begin{aligned} B_j \text{ camp} &= (38/100 \times 2,5) + (62/100 \times 2,7) \\ &= 2,624 \end{aligned}$$

q. Perkiraan berat isi beton

Perkiraan berat isi beton diperoleh dari Gambar 4.3.



Gambar 4.3 : Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton pada fas 0,44 (SNI 03-2834-2000).

r. Menghitung kebutuhan berat agregat campuran.

Kebutuhan berat agregat campuran dihitung dengan rumus:

$$W_{\text{agr camp}} = W_{\text{btn}} - W_{\text{air}} - W_{\text{smn}}$$

Dengan:

$W_{\text{agr camp}}$ = Kebutuhan berat agregat campuran per meter kubik beton (kg/m^3).

W_{btn} = Berat beton per meter kubik beton (kg/m^3).

W_{air} = Berat air per meter kubik beton (kg/m^3).

W_{smn} = Berat semen per meter kubik beton (kg/m^3).

$$\begin{aligned} W_{\text{agr camp}} &= 2375 - (185 + 420,45) \\ &= 1769,55 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

- s. Hitung berat agregat halus yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (o) dan (r). Kebutuhan agregat halus dihitung dengan rumus:

$$W_{\text{agr h}} = K_h \times W_{\text{agr camp}}$$

Dengan:

K_h = persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran (%).

$W_{\text{agr camp}}$ = kebutuhan agregat campuran per meter kubik beton (kg/m^3).

$$\begin{aligned} W_{\text{agr h}} &= 0,38 \times 1769,55 \\ &= 672,43 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

- t. Hitung berat agregat kasar yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (o) dan (r). Kebutuhan agregat kasar dihitung dengan rumus:

$$W_{\text{agr k}} = W_{\text{agr camp}} - W_{\text{agr h}}$$

Dengan :

K_k = persentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran (%).

$W_{\text{agr camp}}$ = kebutuhan agregat campuran per meter kubik beton (kg/m^3).

$$\begin{aligned} W_{\text{agr k}} &= 1769,55 - 672,43 \\ &= 1097,12 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

- u. Proporsi campuran menurut, kondisi agregat dalam kejadian jenuh kering permukaan semen, air, agregat halus dan agregat kasar harus dihitung dalam per m^3 adukan.
- v. Koreksi proporsi campuran menurut perhitungan

Apabila agregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan proporsi campuran harus dikoreksi terhadap kandungan air dalam agregat. Koreksi proporsi campuran harus dilakukan terhadap kadar air dalam agregat paling

sedikit satu kali dalam sehari dan harus dihitung menurut rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Air} &= B - (C_k - C_a) \times C/100 - (D_k - D_a) \times D/100 \\ &= 185 - (0,9 - 1,32) \times 672,43/100 - (0,5 - 0,746) \times 1097,12/100 \\ &= 190,52 \text{ kg/m}^3.\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Agregat halus} &= C + (C_k - C_a) \times C/100 \\ &= 672,43 + (0,9 - 1,32) \times 672,43/100 \\ &= 669,60 \text{ kg/m}^3.\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Agregat kasar} &= D + (D_k - D_a) \times D/100 \\ &= 1097,12 + (0,5 - 0,746) \times 1097,12/100 \\ &= 1094,42 \text{ kg/m}^3.\end{aligned}$$

Jadi, koreksi proporsi campuran per benda uji adalah :

$$\begin{aligned}\text{Air} &= 190,52 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Agregat halus} &= 669,60 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Agregat kasar} &= 1094,42 \text{ kg/m}^3 \\ \text{Semen} &= 420,454 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

4.2. Pembuatan Benda Uji

Dalam penelitian ini menggunakan silinder sebagai benda uji dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, jumlah benda uji yang dibuat adalah sebanyak 12 benda uji.

Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam pembuatan benda uji:

a. Pengadukan beton.

Beton diaduk menggunakan mesin pengaduk (*mixer*). Untuk penggunaan air, air dibagi menjadi 3 bagian. Pertama tuang air ke dalam mixer 1/3 bagian, kemudian agregat kasar, lalu agregat halus, masukkan 1/3 air lagi, setelah itu masukkan semen, terakhir masukkan 1/3 air terakhir ke dalamnya. Mixer dikondisikan agar campuran teraduk dengan tampak rata dan homogen. Setelah beton tercampur merata kemudian adukan beton tersebut dituang ke dalam pan.

b. Pencetakan.

Sebelum beton dimasukkan kedalam cetakan terlebih dahulu dilakukan pengukuran kelecakan (*slump test*). Setelah itu kemudian adukan beton dimasukkan kedalam cetakan yang telah disediakan, masukkan adukan beton kedalam cetakan dengan menggunakan sekop. Setiap pengambilan dari pan harus dapat mewakili dari adukan tersebut, isi 1/3 cetakan dengan adukan lalu dilakukan pemadatan dengan cara dirojok/tusuk menggunakan batang besi yang berdiameter 16 mm, dengan jumlah tusukan 25 kali, hal ini terus dilakukan untuk 2/3 dan 3/3 atau sampai cetakan penuh kemudian pukul-pukul bagian luar cetakan dengan menggunakan palu karet agar udara yang terperangkap didalam adukan dapat keluar, setelah itu ratakan permukaan cetakan dan di tutup dengan kaca untuk menjaga penguapan air dari beton segar. Lepaskan cetakan setelah 20 jam dan jangan lebih dari 48 jam setelah pencetakan.

c. Pemeliharaan beton.

Setelah cetakan dibuka kemudian beton tersebut ditimbang lalu direndam di dalam air (terendam keseluruhan) hingga umur yang telah ditentukan. Ruang penyimpanan harus bebas getaran selama 48 jam pertama setelah perendaman.

4.3. *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 ± 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*.

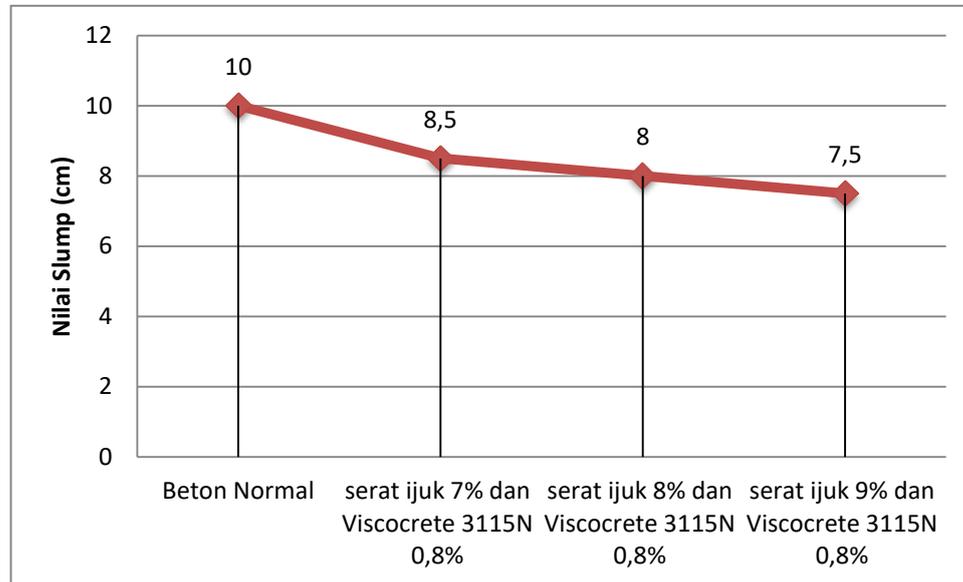
Tabel 4.10: Hasil pengujian nilai *slump*.

No	Variasi	Tinggi Slump
1	Beton Normal	10 cm

Tabel 4.10 : Lanjutan.

No	Variasi	Tinggi Slump
2	Serat ijuk 7% + <i>Viscocrete 3115N 0,8%</i>	8,5 cm
3	Serat ijuk 8% + <i>Viscocrete 3115N 0,8%</i>	8 cm
4	Serat ijuk 9% + <i>Viscocrete 3115N 0,8%</i>	7,5 cm

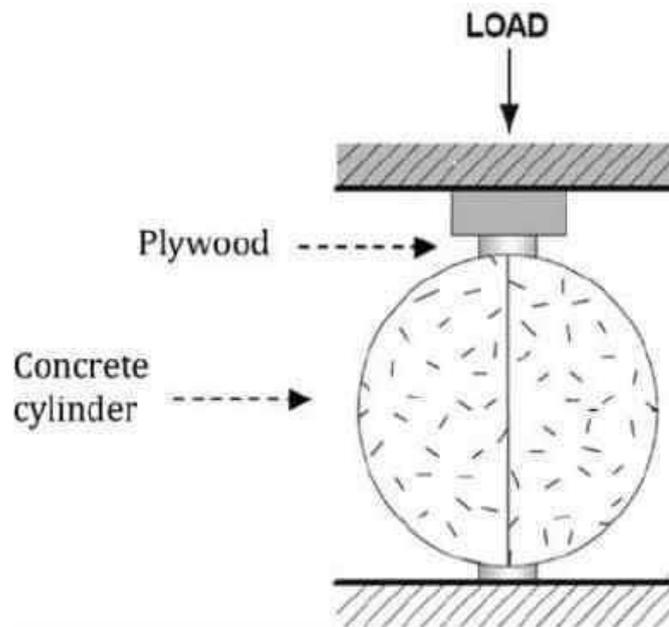
Berdasarkan Tabel 4.10 menjelaskan perbandingan nilai slump antara beton normal, beton dengan serat ijuk 7% dan *Viscocrete 3115N 0,8%*, beton dengan serat ijuk 8% dan *Viscocrete 3115N 0,8%*, beton dengan serat ijuk 9% dan *Viscocrete 3115N 0,8%*, dimana pada beton normal didapatkan nilai *slump* tertinggi yaitu 10 cm, sedangkan beton dengan campuran serat ijuk dan *Viscocrete 3115N* mengalami penurunan pada nilai slump. Berikut pada Gambar 4.4 dapat dilihat grafik naik dan turunnya nilai *slump*.



Gambar 4.4: Grafik perbandingan nilai *slump*.

4.4. Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan menggunakan mesin tekan dengan kapasitas 1500 KN dan batang penekan tambahan. Benda uji diletakkan pada arah memanjang di atas alat penguji kemudian beban tekan diberikan merata arah tegak dari atas pada seluruh panjang silinder. Benda uji yang akan dites adalah berupa silinder dengan diameter 15 cm dan panjang 30 cm sebanyak 12 buah, seperti pada Gambar 4.5, dengan pengelompokan benda uji sesuai dengan variasi campurannya.



Gambar 4.5: Kuat tarik belah 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 belah beton yang didapat setelah diuji. Yakni faktor untuk kubus adalah 1, sedangkan faktor dari silinder adalah 0,83.

4.4.1. Kuat Tarik Belah Beton Normal

Pengujian beton normal dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tarik belah beton normal 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Berdasarkan Tabel 4.11 menjelaskan hasil uji kuat tarik belah beton normal 28 hari. Dari 3 masing-masing benda uji beton normal yang diuji kuat tarik belahnya, maka diperoleh nilai kuat tarik belah beton rata-rata sebesar 3,52 MPa pada umur beton 28 hari.

Tabel 4.11: Hasil pengujian kuat tarik belah beton normal.

Benda Uji	Beban (P) (kg)	$\pi LD = 1413$ cm^2 $F_{ct} = \frac{2P}{\pi LD}$ (MPa)	Faktor Silinder $F_{ct} / 0,83$ (MPa)	f_c rata-rata (MPa)
Umur 28 hari				
1	20000	2,83	3,41	3,52
2	21000	2,97	3,58	
3	21000	2,97	3,58	

4.4.2. Kuat Tarik Belah Beton Serat Ijuk 7% Dan Viscocrete 3115N 0,8%

Pengujian beton serat ijuk 7% dan *Viscocrete 3115N* 0,8% dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tarik belah beton serat ijuk 7% dan *Viscocrete 3115N* 0,8% 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Berdasarkan Tabel 4.12 menjelaskan hasil uji kuat tarik belah beton serat ijuk 7% dan *Viscocrete 3115N* 0,8% 28 hari. Dari 3 masing-masing benda uji beton serat ijuk 7% dan *Viscocrete 3115N* 0,8% yang diuji kuat tarik belahnya, maka diperoleh nilai kuat tarik belah beton rata-rata sebesar 3,71 MPa pada umur beton 28 hari.

Tabel 4.12: Hasil pengujian kuat tarik belah beton serat ijuk 7% dan *Viscocrete 3115N 0,8%*.

Benda Uji	Beban (P) (kg)	$\pi LD = 1413$ cm^2 $F_{ct} = \frac{2P}{\pi LD}$ (MPa)	Faktor Silinder $F_{ct} / 0,83$ (MPa)	f_c rata-rata (MPa)
Umur 28 hari				
1	21500	3,04	3,66	3,71
2	21500	3,04	3,66	
3	22500	3,18	3,83	

4.4.3. Kuat Tarik Belah Beton Serat Ijuk 8% Dan *Viscocrete 3115N 0,8%*

Pengujian beton serat ijuk 8% dan *Viscocrete 3115N 0,8%* dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tarik belah beton serat ijuk 8% dan *Viscocrete 3115N 0,8%* 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Berdasarkan Tabel 4.13 menjelaskan hasil uji kuat tarik belah beton serat ijuk 8% dan *Viscocrete 3115N 0,8%* 28 hari. Dari 3 masing-masing benda uji beton serat ijuk 8% dan *Viscocrete 3115N 0,8%* yang diuji kuat tarik belahnya, maka diperoleh nilai kuat tarik belah beton rata-rata sebesar 4,29 MPa pada umur beton 28 hari.

Tabel 4.13: Hasil pengujian kuat tarik belah beton serat ijuk 8% dan *Viscocrete 3115N 0,8%*.

Benda Uji	Beban (P) (kg)	$\pi LD = 1413$ cm^2 $F_{ct} = \frac{2P}{\pi LD}$ (MPa)	Faktor Silinder $F_{ct} / 0,83$ (MPa)	f_c rata-rata (MPa)
Umur 28 hari				
1	24500	3,46	4,18	4,29
2	25000	3,53	4,26	

Tabel 4.13: *Lanjutan.*

Benda Uji	Beban (P) (kg)	$\pi LD = 1413$ cm^2 $F_{ct} = \frac{2P}{\pi LD}$ (MPa)	Faktor Silinder $F_{ct} / 0,83$ (MPa)	f_c rata-rata (MPa)
Umur 28 hari				
3	26000	3,68	4,43	

4.4.4. Kuat Tarik Belah Beton Serat Ijuk 9% Dan *Viscocrete 3115N 0,8%*

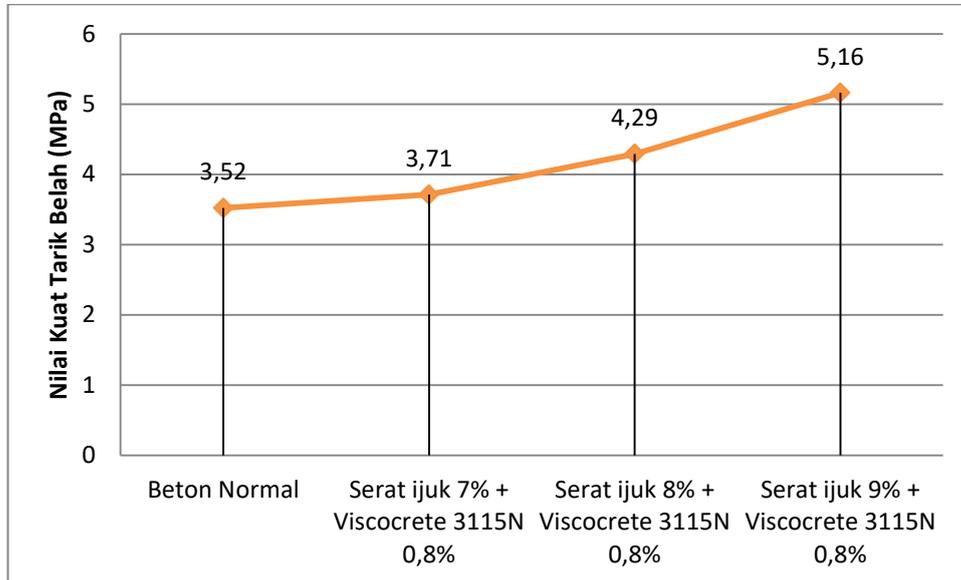
Pengujian beton serat ijuk 9% dan *Viscocrete 3115N 0,8%* dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tarik belah beton serat ijuk 9% dan *Viscocrete 3115N 0,8%* 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14: Hasil pengujian kuat tarik belah beton serat ijuk 9% dan *Viscocrete 3115N 0,8%*.

Benda Uji	Beban (P) (kg)	$\pi LD = 1413$ cm^2 $F_{ct} = \frac{2P}{\pi LD}$ (MPa)	Faktor Silinder $F_{ct} / 0,83$ (MPa)	f_c rata-rata (MPa)
Umur 28 hari				
1	30000	4,24	5,11	5,16
2	30000	4,24	5,11	
3	31000	4,38	5,28	

Berdasarkan Tabel 4.14 menjelaskan hasil uji kuat tarik belah beton serat ijuk 9% dan *viscocrete 3115N 0,8%* 28 hari. Dari 3 masing-masing benda uji beton serat ijuk 9% dan *viscocrete 3115N 0,8%* yang diuji kuat tarik belahnya, maka

diperoleh nilai kuat tarik belah beton rata-rata sebesar 5,16 MPa pada umur beton 28 hari.



Gambar 4.6: Grafik persentase nilai kuat tarik belah beton umur 28 hari.

Dari hasil Gambar 4.6, dapat dilihat bahwa persentase kenaikan kuat tekan beton terjadi karena penambahan serat ijuk dan *viscocrete 3115N* pada beton 28 hari.

4.5. Pembahasan

Bila dibandingkan kuat tarik belah beton normal dengan beton yang menggunakan serat ijuk 7% dan *viscocrete 3115N* 0,8%, serat ijuk 8% dan *viscocrete 3115N* 0,8%, serat ijuk 9% dan *viscocrete 3115N* 0,8% mengalami kenaikan. Persentase kenaikan kuat tarik belah dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini:

- Pengisian serat ijuk 7% dan *viscocrete 3115N* 0,8%

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai kenaikan (umur 28 hari)} &= \frac{3,71-3,52}{3,52} \times 100\% \\ &= 5,3\% \end{aligned}$$

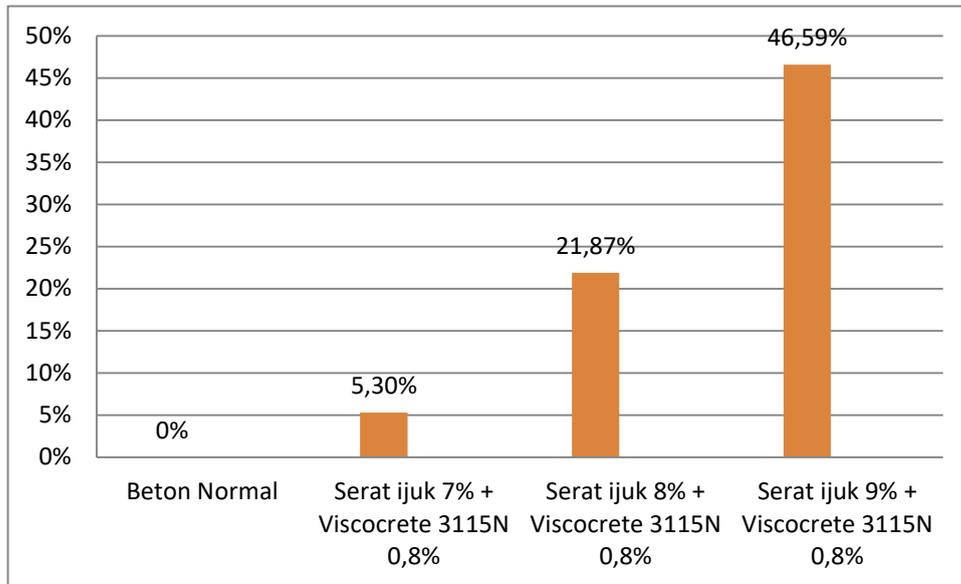
- Pengisian serat ijuk 8% dan *viscocrete 3115N* 0,8%

$$\text{Besar nilai kenaikan (umur 28 hari)} = \frac{4,29-3,52}{3,52} \times 100\%$$

$$= 21,87\%$$

- Pengisian serat ijuk 9% dan *viscocrete 3115N* 0,8%

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai kenaikan (umur 28 hari)} &= \frac{5,16-3,52}{3,52} \times 100\% \\ &= 46,59\% \end{aligned}$$



Gambar 4.7: Grafik persentase kenaikan kuat tarik belah beton serat ijuk + *viscocrete 3115N* terhadap beton normal umur 28 hari.

Kenaikan kuat tarik belah beton dengan menggunakan serat ijuk 7% dan *viscocrete 3115N* 0,8% adalah 5,30%, serat ijuk 8% dan *viscocrete 3115N* 0,8% adalah 21,87% dan serat ijuk 9% dan *viscocrete 3115N* 0,8% adalah 46,59%, persentasenya mengalami kenaikan terhadap beton normal

Maka, berdasarkan data yang telah dikumpulkan mengenai kenaikan kuat tarik belah beton. Hasil penelitian ini memiliki beberapa faktor yang dapat menaikkan kuat tarik belah. Adapun faktor yang dapat yang mengakibatkan hal ini terjadi adalah karena persentase serat ijuk yang memang digunakan untuk menaikkan kuat tarik belah beton, dan keserasian serat ijuk dengan zat di dalam *viscocrete 3115N* semakin membuat kuat tarik belah beton semakin tinggi. Persentase paling tinggi berada pada beton dengan variasi serat ijuk 9% dan *viscocrete 3115N* 0,8% sebesar 46,59 % untuk umur 28 hari.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian beton dengan menggunakan serat ijuk dan *viscocrete 3115N*, maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan data nilai kuat tarik belah pada pembahasan, jika dibandingkan dengan variasi beton yang lain. Maka diperoleh beton dengan kuat tarik belah maksimum pada campuran beton dengan menggunakan serat ijuk sebanyak 9% dan *viscocrete 3115 0,8%* dengan kuat tarik belah rata-rata 5,16 MPa. Sedangkan kuat tarik belah minimum yang dihasilkan sebesar 3,52 MPa pada beton tanpa penggunaan serat ijuk dan *viscocrete 3115N*.
2. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, beton dengan tambahan serat ijuk dan *viscocrete 3115N* lebih baik dari beton normal. Untuk nilai kuat tarik belah rata-rata beton adalah sebagai berikut :
 - beton normal : 3,52 MPa
 - beton serat ijuk 7% dan *Viscocrete 3115N 0,8%* : 3,71 MPa
 - beton serat ijuk 8% dan *Viscocrete 3115N 0,8%* : 4,29 MPa
 - beton serat ijuk 9% dan *Viscocrete 3115N 0,8%* : 5,16 MPa

Dari data tersebut terlihat bahwa nilai kuat tarik belah dipengaruhi oleh penggunaan serat ijuk dan *viscocrete 3115N*. Semakin besar kandungan serat ijuk maka semakin besar nilai kuat tarik belahnya.

3. Dengan penambahan serat ijuk yang digunakan secara bersamaan dengan *viscocrete 3115N* memiliki kesesuaian yang menyebabkan kenaikan kuat tarik belah beton.
4. Dengan nilai kuat tarik belah beton yang dihasilkan lebih tinggi, maka beton campuran serat ijuk dan *viscocrete 3115N* ini dapat diaplikasikan untuk bangunan struktur seperti lantai pabrik, perkerasan jalan, dinding pagar dan lain sebagainya.

5.2. Saran

1. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut mengenai pemakaian serat ijuk dan *viscocrete 3115N* dengan variasi yang lebih banyak lagi, agar mengetahui sampai batas persentase dimana yang mampu membuat kuat tarik belah naik dan tidak turun lagi.
2. Pencampuran serat sebaiknya lebih diperhatikan untuk menghindari gumpalan yang lebih besar.
3. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan alat-alat yang memadai agar hasil yang didapat lebih akurat lagi.
4. Perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan menggunakan bahan kimia yang berbeda.
5. Perlu adanya penelitian lebih lanjut untuk meninjau kuat tekan dan kuat lentur pada beton campuran serat ijuk dan *viscocrete 3115N*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahlina, D. (2016). *BAB II Tinjauan Pustaka Pestisida*. (1), 7–29. Retrieved from [http://eprints.perbanas.ac.id/553/4/BAB II.pdf](http://eprints.perbanas.ac.id/553/4/BAB%20II.pdf)
- Amna, K., Wesli, & Hamzani. (2014). Pengaruh Penambahan Serat Tandan Sawit Terhadap Kuat Tekan. *Teras Jurnal*, 4(2), 11–20.
- Aplikasinya, D. A. N. K., & P, W. S. (2008). Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Pada Kuat Tarik Campuran Semen-Pasir Dan Kemungkinan Aplikasinya. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta*, 8(2), 159–169.
- Chennady, W., & Nursyamsi,). (2012). *Pengaruh Penambahan Ijuk Dan Serat Kawat Terhadap Sifat Mekanik Beton*. (1), 1–8.
- Fema, J. (2013). *KEKUATAN TARIK SERAT IJUK (ARENGA PINNATA MERR)*. 1, 52–58.
- Ii, B. A. B., & Pustaka, T. (2011). *portland cement*),.
- Jurnal, R. T. (2018). Pengaruh Fly Ash Dengan Penambahan Cacahan Karet, Silica Fume Dan Superplasticizer Terhadap Beton. *Forum Mekanika*, 7(1), 1–12. <https://doi.org/10.33322/forummekanika.v7i1.89>
- Kotabaru, C. K. (2019). *PENGARUH BAHAN TAMBAH VISCOCRETE (3115N) TERHADAP KUAT TEKAN BETON F ' c 20 MPa*. 5662(November), 23–30.
- Krisman Aprieli Zai, S. dan R. K. (2015). Pengaruh Penambahan Silica Fume Dan Superplasticizer Terhadap Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Dengan Metode Aci (American Concrete Institute). *Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara*, (1).
- Mulyono, T. (2019). *TEKNOLOGI BETON: Dari Teori Ke Praktek*. (October 2018).
- Munandar, I., & Savetlana, S. (2013). Kekuatan Tarik Serat Ijuk (Arenga Pinnata Merr). *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin FEMA*, 1(3), 52–58.
- Pandaleke, R. et al. (2014). Pengaruh Variasi Kadar Superplasticizer Terhadap Nilai Slump Beton Geopolymer. *Jurnal Sipil Statik*, 2(6), 283–291.
- Prahara, E., Liong, G. T., Rachmansyah, R., Utara, U. S. U. S., Utara, U. S. U. S., Wahyudi, T., ... Rico Ronald Marpaung, R. K. (2017). Penggunaan Ijuk Dan Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Pada Beton K-100. *ComTech:*

- Computer, Mathematics and Engineering Applications*, 6(1), 1–10.
- Rochmah, N. (2017). *Pengaruh Serat Ijuk Sebagai Bahan Tambah Terhadap Kuat Tarik Belah Beton*. 02(01), 52–56.
- Sheet, P. D. (2018). *Sika® ViscoCrete® -1003*. 1–3.
- Suhardiman, M. (2011). *KAJIAN PENGARUH PENAMBAHAN SERAT BAMBURI*.
- Utara, U. S. (2007). *Bab 2 tinjauan pustaka 2.1*.
- Winarto, S. (2017). Pemanfaatan Serat Ijuk Sebagai Material Kemampuan Beton Menahan Beban Tekan Studi Kasus : Pembangunan Homestay Singonegaran Kediri. *UKaRsT*, 1(1), 1–38.
- Wora, M., & Ndale, F. X. (2019). Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Dapat Meningkatkan Kuat Tarik pada Beton Mutu Normal. *Jurnal IPTEK*, 22(2), 51–58. <https://doi.org/10.31284/j.ipitek.2018.v22i2.435>
- Yahya, R. G., & Fujiati, F. (1992). *Pengaruh Penambahan Serat Ijuk pada Campuran Beton terhadap Kuat Tekan*. 1–6.

LAMPIRAN



Gambar L1: Dokumentasi persiapan material



Gambar L2: Dokumentasi pemeriksaan bahan agregat penelitian



Gambar L3: Dokumentasi persiapan pembuatan benda uji penelitian



Gambar L4: Dokumentasi proses pengecoran pembuatan benda uji penelitian



Gambar L5: Dokumentasi tes nilai *slump*



Gambar L6: Dokumentasi proses pencetakan benda uji penelitian



Gambar L7: Dokumentasi proses pencampuran serat ijuk



Gambar L8: Dokumentasi proses perawatan beton



Gambar L9: Dokumentasi pengujian kuat tarik belah beton



Gambar L10: Dokumentasi bahan tambah *addictive viscocrete 3115N*

Gambar L11: Dokumentasi bahan tambah serat ijuk

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DAFTAR DIRI PESERTA

Nana Lengkap : TOGU RAHMAN HASYIM LUBIS
Panggilan : TOGU
Tempat/Tanggal Lahir : Medan, 11 September 1997
Jenis Kelamin : Laki-laki
Alamat : Jln. Suluh no 119
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : RIDWAN LUBIS
Ibu : WIWIN IKHA WATI
No. HP : 082279302326
E-mail : togurahlub@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1607210176
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jln.Kapten Muchtar Basri BA. No. 3 Medan 20238

No.	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat
1.	Sekolah Dasar	SD PAHLAWAN NASIONAL
2.	SMP	SMP N 37 MEDAN
3.	SMA	SMA N 11 MEDAN
4.	Melanjutkan Kuliah di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2016	