

TUGAS AKHIR

**ANALISA PENGARUH PENAMBAHAN *STEEL*
FIBRE DAN *VISCOCRETE 8670-MN* TERHADAP UJI
KUAT TARIK BETON
(*Studi Penelitian*)**

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

Disusun Oleh :

ALDI HADAD ALWI

1707210009



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Aldi Hadad Alwi
Npm : 1707210009
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Penambahan Steel Fibre Dan
Viscocrete 8670-MN Terhadap Uji Kuat Tarik
Beton (Studi Penelitian)
Bidang Ilmu : Struktur

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA
PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, 14 Oktober 2021

Dosen Pembimbing



Assoc Prof Dr Fahrizal Zulkarnain

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Aldi Hadad Alwi
NPM : 1707210009
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Analisa Pengaruh Penambahan Steel Fibre Dan Viscocrete 8670-MN Terhadap Uji Kuat Tarik Beton (Studi Penelitian)
Bidang Ilmu : Struktur

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

Medan, 14 Oktober 2021

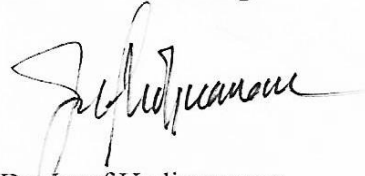
Mengetahui dan menyetujui :

Dosen Pembimbing



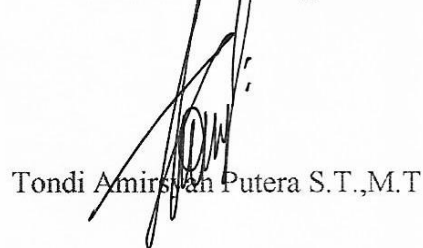
Assoc Prof Dr Fahrizal Zulkarnain

Dosen Pembanding I



Dr. Josef Hadipramana

Dosen Pembanding II



Tondi Amir Sultan Putera S.T., M.T

Ketua Prodi Teknik Sipil



Assoc Prof Dr Fahrizal Zulkarnain

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : Aldi Hadad Alwi
Tempat /Tanggal Lahir : Jl. Terusan Bandar Setia, 02 Desember 1999
NPM : 1707210000
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

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

“Analisis Pengaruh Penambahan Steel Fibre Dan Viscocrete 8670-MN Terhadap Uji Kuat Tarik Beton (Studi Penelitian)”

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

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidak sesuaian 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.

Medan, 14 Oktober 2021

Saya Yang Menyatakan



Aldi Hadad Alwi

ABSTRAK

**ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN STEEL FIBRE
DAN VISCOCRETE 8670-MN TERHADAP KUAT TARIK
BETON
(STUDI PENELITIAN)**

Aldi Hadad Alwi

1707210009

Assoc Prof Dr Fahrizal Zulkarnain

Beton merupakan bahan yang sangat penting digunakan dalam bidang konstruksi. Perkembangan untuk penelitian kuat tarik beton semakin ditingkatkan. Beton steel fibre bertujuan untuk meningkatkan kuat tarik beton agar tahan terhadap gaya tarik yang disebabkan oleh pengaruh iklim, temperatur dan perubahan cuaca yang dialami oleh permukaan yang luas. Salah satu bahan yang memiliki fungsi meningkatkan kuat tarik belah beton ialah steel fibre. Selain penggunaan steel fibre, juga menambahkan zat admixture berupa viscocrete 8679-MN. Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan kuat tarik beton dengan steel fibre dan dicampur dengan viscocrete 8670-MN. Dimana steel fibre dan viscocrete 8670-MN digunakan sebagai bahan tambah pada campuran beton. Pemeriksaan menggunakan silinder dengan ukuran 15 x 30 cm pada umur 28 hari. 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 tarik beton rencana 25 MPa. Adapun persentase dari steel fibre dalam campuran yaitu 1%, 2%, 3% dan 4% sedangkan untuk viscocrete 8670-MN digunakan 0,8 %. Dari hasil penelitian ini didapatlah kuat tarik beton dengan nilai tertinggi yaitu dengan campuran steel fibre 4% dan viscocrete 8670-MN 0,8 % yaitu 3,82 MPa untuk umur 28 hari.

Kata Kunci : Steel Fibree, *Viscocrete 8670-MN*, Kuat Tarik Beton.

ABSTRACT

ANALYSIS OF THE EFFECT OF ADDING STEEL FIBRE AND VISCOCRETE 8670-MN TO THE TENSILE STRENGTH TEST OF CONCRETE (RESEARCH STUDY)

Aldi Hadad Alwi

1707210009

Assoc Prof Dr Fahrizal Zulkarnain

Concrete is a very important material used in the construction sector. Developments for research on the tensile strength of concrete are increasingly being improved. Steel fiber concrete aims to increase the tensile strength of concrete so that it is resistant to the tensile force caused by the influence of climate, temperature, and weather changes experienced by a large surface. One of the ingredients that have a function to increase the split tensile strength of concrete is steel fiber. In addition to the use of steel fiber, also added an admixture in the form of viscocrete 8679-MN. The purpose of this research is to increase the tensile strength of concrete with steel fiber and mixed with viscocrete 8670-MN. Where steel fiber and viscocrete 8670-MN are used as an additive in concrete mixes. Check using cylinder with a size of 15 x 30 cm at the age of 28 days. This research was conducted at the Civil Engineering Laboratory, University of Muhammadiyah North Sumatra by using methods and steps based on concrete practicum and SNI 03-2834-2000. The results of the study obtained the value of the tensile strength of the concrete plan of 25 MPa. The percentage of steel fiber in the mixture is 1%, 2%, 3%, and 4% while viscocrete 8670-MN used 0.8%. From the results of this study, the tensile strength of concrete with the highest value was obtained with a mixture of steel fiber 4% and viscocrete 8670-MN 0.8%, namely 3.82 MPa for 28 days.

Keywords: Steel Fibree, Viscocrete-8670 MN, Tensile Strength Of Concrete..

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur penulis ucapkan kepada ALLAH SWT berkat dan rahmatnya penulis dapat menyelesaikan skripsi penelitian pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Judul dari skripsi ini adalah “Analisis Pengaruh Penambahan Steel Fibre Dan Viscocrete 8670-MN Terhadap Uji Kuat Tarik Beton (Studi Penelitian)”.

Didalam penulisan skripsi ini penulis telah berusaha dan berupaya dengan segala kemampuan yang ada, namun penulis menyadari masih terdapat kekurangan didalamnya, untuk itu penulis dengan rasa rendah hati bersedia menerima saran dan kritik yang sifatnya membangun dalam perbaikan skripsi penelitian ini kedepannya.

Dalam mempersiapkan skripsi ini, penulis banyak menerima bantuan berupa bimbingan dan petunjuk. Untuk itu pada kesempatan ini izinkanlah penulis untuk mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penulisan dalam penyusunan skripsi ini.

1. Bapak Assoc Prof 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. Bapak Dr. Josef Hadipramana S.T.,M.Sc Selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Tondi Amirsyah Putera S.T.,M.T, Selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar S.T., M.T, Selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T, Selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas

Muhammadiyah Sumatera Utara, yang telah banyak memberikan ilmu keteknik sipil kepada penulis.

7. Bapak/Ibu staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Mardansyah Lubis dan Ibunda tercinta Zulrubiah yang telah bersusah payah membesarkan dan memberikan kasih sayang yang tidak ternilai kepada penulis.
9. Rekan-rekan seperjuangan Teknik Sipil terutama M. Rizky Lubis, Agung Prasytia, Ilham Ramdhan Ritonga, Surya Pradana, Ardi Fatahillah Nasution, Muhammad Mulyadhi, Zefri Wiratama Pasaribu 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, 14 Oktober 2021

Penulis



Aldi Hadad Alwi
NPM.1707210009

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB 1.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Ruang Lingkup Penelitian.....	5
1.4. Tujuan Penelitian.....	5
1.5. Batasan Masalah.....	5
1.6. Sistematika Penulisan.....	6
BAB 2.....	7
TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1. Pengertian Beton.....	7
2.2. Material Pembentuk Campuran Beton.....	8
2.2.1. Semen.....	8
2.2.2. Agregat.....	11
2.2.3. Air.....	12
2.2.4. Steel Fibree.....	13
2.2.5. Viscocrete 8670-MN.....	16
2.3. Perencanaa Pembuatan Campuran Beton Standart Menurut SNI 03-2834-2000.....	18
2.4. Penyerapan Air Pada Beton.....	21
2.5. Slump.....	22
2.6. Perawatan Beton.....	22
2.7. Pengujian Kuat Tarik.....	23

BAB 3.....	25
METODOLOGI PENELITIAN.....	25
3.1. Bagan Alir Penelitian.....	25
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian	27
3.3. Bahan dan Peralatan	27
3.3.1. Bahan	27
3.3.2. Peralatan.....	27
3.4. Persiapan Penelitian.....	28
3.4.1. Persiapan	28
3.4.2. Pemeriksaan agregat	28
3.5. Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir).....	29
3.5.1. Kadar Air Agregat Halus	29
3.5.2. Kadar Lumpur Agregat Halus	29
3.5.3. Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus	29
3.5.4. Berat Isi Agregat Halus.....	30
3.5.5. Analisa Saringan Agregat Halus	30
3.6. Pemeriksaan Agregat Kasar (Batu Pecah)	30
3.6.1. Kadar Air Agregat Kasar	30
3.6.2. Kadar Lumpur Agregat Kasar	30
3.6.3. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar	31
3.6.4. Berat Isi Agregat Kasar.....	31
3.6.5. Analisa Saringan Agregat Kasar	31
3.6.6. Keausan Agregat Dengan Mesin <i>Los Angeles</i>	31
BAB 4.....	32
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1. Tinjauan Umum.....	32
4.2. Hasil Pemeriksaan Bahan Penyusun Beton	32
4.3. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus	32
4.3.1. Hasil Pengujian Analisa Saringan	32
4.3.2. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air	35
4.3.3. Pengujian Kadar Air	36
4.3.4. Pengujian Berat Isi	36
4.3.5. Pengujian Kadar Lumpur	37
4.4. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar	38
4.4.1. Hasil Pengujian Analisa Saringan	38

4.4.2.	Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air	40
4.4.3.	Pengujian Kadar Air	41
4.4.4.	Pengujian Berat Isi	42
4.4.5.	Pengujian Kadar Lumpur	43
4.5.	Perencanaan Campuran Beton	43
4.5.1.	Untuk Benda Uji.....	51
4.6.	Slump Test	56
4.7.	Kuat Tarik Beton.....	57
4.7.1.	Kuat Tarik Beton Normal (saat pengujian).....	58
4.7.2.	Kuat Tarik Beton Sika Viscocrete 8670-MN 0,8% dan Steel Fibre 1% (saat pengujian)	59
4.7.3.	Kuat Tarik Beton Sika Viscocrete 8670-MN 0,8% dan Steel Fibre 2% (saat pengujian)	59
4.7.4.	Kuat Tarik Beton Sika Viscocrete 8670-MN 0,8% dan Steel Fibre 3% (saat pengujian)	60
4.7.5.	Kuat Tarik Beton Sika Viscocrete 8670-MN 0,8% dan Steel Fibre 4% (saat pengujian)	61
BAB 5	65
KESIMPULAN DAN SARAN	65
5.1.	Kesimpulan	65
5.2.	Saran	66
DAFTAR PUSTAKA	67
LAMPIRAN	70

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 : Syarat utama semen <i>Portland</i> dalam % (SNI 15-2049-2004).....	10
Tabel 2.2 : Persyaratan kinerja beton untuk air pencampuran.....	13
Tabel 2.3 : Berat jenis berbagai macam bahan <i>fibre</i>	16
Tabel 3.1 : Komposisi campuran benda uji dan kode benda uji.	28
Tabel 4.1 : Hasil Pengujian Analisa Agregat Halus.....	33
Tabel 4.2 : Daerah Gradasi Agregat Halus.	34
Tabel 4.3 : Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus.	35
Tabel 4.4 : Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus.	36
Tabel 4.5 : Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus.....	37
Tabel 4.6 : Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus.....	37
Tabel 4.7 : Hasil Pengujian Analisa Agregat Kasar.....	38
Tabel 4.8 : Batas Gradasi Agregat Kasar.....	39
Tabel 4.9 : Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar.	40
Tabel 4.10 : Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar.	41
Tabel 4.11 : Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Kasar.....	42
Tabel 4.12 : Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar.	43
Tabel 4.13 : Data-data hasil tes dasar.	44
Tabel 4.14 : Propersi campuran.	48
Tabel 4.15 : Koreksi propersi campuran.....	49
Tabel 4.16 : Perencanaan campuran beton (SNI 03-2834-2000).....	50
Tabel 4.17 : Perbandingan campuran akhir untuk 1 benda uji (m ³).....	51
Tabel 4.18 : Perbandingan untuk 1 benda uji dalam satuan kg.....	52
Tabel 4.19: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.	53
Tabel 4.20 : Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam.....	53
Tabel 4.21 : Banyak steel fibre yang dibutuhkan untuk 4 benda uji silinder.	54
Tabel 4.22 : Perbandingan untuk 15 benda uji dalam satuan kg.....	56
Tabel 4.23 : Hasil pengujian nilai <i>slump</i>	56
Tabel 4.24 : Hasil pengujian kuat tarik beton normal.	58
Tabel 4.25 : Hasil pengujian kuat tarik beton dengan <i>steel fibre</i> 1%.....	59

Tabel 4.26 : Hasil pengujian kuat tarik beton dengan <i>steel fibre</i> 2%.....	60
Tabel 4.27 : Hasil pengujian kuat tarik beton dengan <i>steel fibre</i> 3%.....	61
Tabel 4.28 : Hasil pengujian kuat tarik beton dengan <i>steel fibre</i> 4%.....	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	: Diagram alir penelitian.....	26
Gambar 4.1	: Grafik Analisa Agregat Halus.....	34
Gambar 4.2	: Grafik Analisa Agregat Kasar.....	40
Gambar 4.3	: Hubungan faktor air semen dan kuat tekan beton silinder 15 x 30 cm (Mulyono, 2003).....	45
Gambar 4.4	: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm pada fas 0,38 (SNI 03-2834-2000).....	47
Gambar 4.5	: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton pada fas 0,38 (SNI 03-2834-2000).....	47
Gambar 4.6	: Grafik perbandingan nilai slump.....	57
Gambar 4.7	: Beban tekan pada benda uji silinder.....	57
Gambar 4.8	: Grafik persentase kuat tarik beton normal dan beton campuran steel fibree umur 28 hari.....	62
Gambar 4.9	: Grafik persentase kuat tarik beton terhadap slump test umur 28 hari.....	63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 :	Agregat Kasar.....	71
Lampiran 2 :	Agregat Halus.....	71
Lampiran 3 :	Air.....	71
Lampiran 4 :	Sika Viscocrete 8670-MN.....	72
Lampiran 5 :	Steel Fibree.....	72
Lampiran 6 :	Semen Portland.....	72
Lampiran 7 :	Compressing Test Machine (CTM).....	73
Lampiran 8 :	Saringan Agregat Kasar.....	73
Lampiran 9 :	Saringan Agregat Halus.....	73
Lampiran 10 :	Cetakan Silinder.....	74
Lampiran 11 :	Oven.....	74
Lampiran 12 :	Gelas Ukur.....	74
Lampiran 13 :	Kerucut Abrams.....	75
Lampiran 14 :	Mixer Beton.....	75
Lampiran 15 :	Timbangan.....	75
Lampiran 16 :	Tongkat Penumbuk.....	76
Lampiran 17 :	Plat Seng 2m x 1m.....	76
Lampiran 18 :	Bak Perendaman.....	76
Lampiran 19 :	Alat Tulis.....	77
Lampiran 20 :	Ember.....	77
Lampiran 21 :	Plastik.....	77
Lampiran 22 :	Sendok Semen.....	78
Lampiran 23 :	Penggaris.....	78
Lampiran 24 :	Sekop tangan.....	78
Lampiran 26 :	Masker.....	79
Lampiran 27 :	Sarung Tangan.....	79
Lampiran 28 :	Proses Pembuatan Adukan Beton.....	79
Lampiran 29 :	Proses Pengujian <i>Slump Test</i>	80
Lampiran 30 :	Proses Perojokan Adukan Beton	80
Lampiran 31 :	Perendaman Benda Uji.....	80

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Hampir semua struktur bangunan di Indonesia maupun di mancanegara menggunakan beton sebagai bahan utama konstruksi. Beton sangat diminati karena bahan ini merupakan bahan konstruksi yang mempunyai banyak kelebihan yaitu mudah dikerjakan dengan cara campuran semen, agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambahan lain apabila diperlukan dengan perbandingan tertentu (Malino, Wallah, & Handono, 2019).

Kelebihan beton yang lain adalah, ekonomis (dalam pembuatannya menggunakan bahan dasar local yang mudah diperoleh), dapat dibentuk sesuai dengan kebutuhan yang dikehendaki, mampu menerima kuat tekan yang baik, tahan arus, rapat air, awet dan mudah perawatannya, maka beton sangat populer dipakai baik untuk struktur-struktur besar maupun kecil (Malino et al., 2019).

Beton mempunyai kelemahan yaitu mempunyai kuat tarik yang rendah dan bersifat getas (*brittle*) sehingga pemakaiannya terbatas. Para peneliti dari Negara-negara maju seperti Amerika Serikat dan Inggris telah melakukan beberapa eksperimen dengan menambahkan bahan tambah yang bersifat kimiawi ataupun fisikal pada adukan beton (Malino et al., 2019).

Salah satu alternatif bahan tambah yang digunakan yang bersifat fisikal adalah serat baja (*steel fibre*). Ide dasarnya yaitu menambahkan serat baja yang disebarkan secara merata (*uniform*) kedalam adukan beton dengan orientasi random. Sehingga beton tidak mengalami retak-retakan yang terlalu dini akibat pembebanan maupun panas hidrasi (Malino et al., 2019).

Menurut komposisi kimianya baja dapat dibagi menjadi dua kelompok besar yaitu baja karbon (baja tanpa paduan), *plain carbon steel* dan baja paduan. Baja karbon bukan berarti baja yang sama sekali tidak mengandung sejumlah unsur lain, tetapi masih dalam batas-batas tertentu yang tidak banyak berpengaruh

terhadap sifatnya. Unsur-unsur ini biasanya merupakan ikatan yang berasal dari proses pembuatan besi/baja, seperti mangan dan silikon, dan beberapa unsur pengotoran seperti belerang, phosphor, oksigen, nitrogen dan lainnya yang biasanya ditekan sampai kadar sangat kecil (Suarsana, 2014).

Baja karbon merupakan salah satu jenis baja paduan yang terdiri atas unsur besi (Fe) dan karbon (C) dimana besi sebagai unsur dasar dan karbon sebagai unsur paduan utama dengan kandungan kurang dari 2%. Baja karbon dibagi menjadi 3 kategori berdasarkan presentasi kandungan karbonnya, yaitu : baja karbon rendah ($C = 0,03 - 0,35 \%$), baja karbon sedang ($C = 0,35 - 0,55 \%$), dan baja karbon tinggi ($C = 0,55 - 1,70 \%$). Baja karbon rendah kurang sensitif terhadap perlakuan panas sehingga untuk meningkatkan kekuatannya perlu dilakukan pengerjaan dingin. Berbeda dengan baja karbon rendah, kekuatan baja karbon sedang dapat ditingkatkan dengan cara memberikan perlakuan. Kategori yang terakhir yaitu baja karbon tinggi memiliki sifat yang keras tapi kurang ulet (Nofri, 2019).

Baja dengan kadar mangan kurang dari 0,8%, silikon kurang dari 0,5% dan unsur lain sangat sedikit, dapat dianggap sebagai baja karbon. Mangan dan silikon sengaja ditambahkan dalam proses pembuatan baja sebagai deoxidier, untuk mengurangi pengaruh buruk dari beberapa unsur pengotoran. Baja paduan mengandung unsur-unsur paduan yang sengaja ditambahkan untuk memperoleh sifat-sifat tertentu (Suarsana, 2014).

Beberapa contoh komposisi baja yaitu :

- *Low Carbon Steel*

Low carbon steel mempunyai kadar karbon sampai 0,2%, sangat luas penggunaannya. Baja ini biasanya digunakan sebagai baja konstruksi umum, untuk baja profit rangka bangunan, baja tulangan beton, rangka kendaraan, mur baut, pelat, dan lain-lain. Baja ini kekuatannya relatif rendah, lunak, tetapi keuletannya tinggi dan mudah dibentuk. Baja ini tidak dapat dikeraskan (Suarsana, 2014).

- *Medium Carbon Steel*
Medium carbon steel mempunyai kadar karbon 0,25 – 0,55%, lebih kuat, keras dan dapat dikeraskan. Penggunaannya hampir sama dengan *low carbon steel* digunakan untuk yang memerlukan kekuatan dan ketangguhan yang lebih tinggi. Juga banyak digunakan sebagai baja konstruksi mesin, untuk poros roda gigi dan lainnya (Suarsana, 2014).
- *High Carbon Steel*
High carbon steel mempunyai karbon lebih dari 0,55%, lebih kuat dan lebih keras lagi, tetapi keuletan dan ketangguhannya rendah. Baja ini terutama digunakan untuk perkakas, yang biasanya memerlukan ketahanan aus, misalnya untuk mata bor, palu dan perkakas lainnya (Suarsana, 2014).
- *Low Alloy Steel*
Low alloy steel merupakan baja paduan dengan kadar unsur paduan rendah (kurang dari 10%), mempunyai kekuatan dan ketangguhan lebih tinggi dari pada baja karbon dengan kekuatan yang sama. *hardenability* dan sifat tahan korosi pada umumnya lebih baik. Banyak digunakan sebagai baja konstruksi mesin (Suarsana, 2014).
- *High Alloy Steel*
High alloy steel merupakan baja paduan dengan kadar unsur paduan tinggi, mempunyai sifat khusus tertentu, baja tahan karat (*stainless steel*), baja perkakas (misalnya *tool steel*, misalnya *High Speed Steel, HSS*), baja tahan panas (*heat resisting steel*) dan lainnya (Suarsana, 2014).

Jenis serat baja lebih banyak digunakan di luar negeri karena memiliki sifat-sifat penguat beton seperti kuat tarik yang tinggi, elastis dan lekatan yang cukup. Pemakaian serat baja sebagai campuran pada adukan beton untuk struktur bangunan belum banyak dikenal dan jarang digunakan di Indonesia (Malino et al., 2019).

Penelitian Genesha dkk. (1990) yang membandingkan kekangan pada beton mutu normal tanpa serat dan beton berserat menunjukkan bahwa penambahan serat baja (*steel fibre*) dapat meningkatkan kemampuan regangan-regangan yang

dimiliki penampang beton secara signifikan ketika terjadi beban puncak (Amariansah, Antonius, & Soehartono, 2018).

Berdasarkan penelitian Bencardino dkk (2007), pengujian dilakukan terhadap benda uji silinder beton polos serta silinder beton fibre baja hasil pabrik dengan penambahan fibre 1%, 1,6% dan 3%. Hasilnya adalah beton fibre baja memiliki kapasitas tarik dan lentur yang lebih tinggi, sehingga kelemahan beton (semen) dalam menahan tarik dan lentur dapat diatasi dengan penambahan *steel fibre* (Siswanto, 2011).

Sika *Viscocrete 8670 MN* adalah superplasticizer multiguna unik yang sangat cocok untuk produksi beton yang menuntut kekuatan awal yang tinggi dengan kemampuan kerja yang diperpanjang. Selain itu, ia memberikan pengurangan air yang sangat tinggi dan karakteristik aliran yang sangat baik (Superplasticiser, 2017).

Sika *ViscoCrete 8670 MN*, produk ini termasuk superplasticizer tipe P yaitu superplasticizer polycarboxylate. Dilihat dari dosis yang dianjurkan pada brosurnya disebutkan untuk mencapai workability rendah dosis yang dibutuhkan adalah 0.3% sampai dengan 0.8% dari berat semen. Dan kebutuhan workability tinggi dengan W/c rendah maka dipakai dosis antara 0.8% sampai dengan 2.0%. Sika *ViscoCrete 8670 MN* ini sangat dianjurkan untuk proyek yang membutuhkan kuat tekan awal yang tinggi dan warna Sika *ViscoCrete 8670 MN* adalah yellowish, agak kuning atau seperti teh (Superplasticiser, 2017).

1.2. Rumusan Masalah

Untuk mendapatkan kualitas beton yang baik maka diperlukan komposisi campuran beton yang baik, demikian pula dalam melakukan pekerjaan beton diperlukan ketelitian dan keahlian, sehingga hasilnya bisa menjadi pedoman yang benar. Untuk itu ada beberapa permasalahan didalam perencanaan dan pengujian sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penambahan 0,8% *Superplastizicer* (Sika *ViscoCrete 8670 MN*) bersamaan dengan steel fibre terhadap nilai *Slump test* ?

2. Bagaimana pengaruh penambahan 0,8% *Superplastizicer* (Sika ViscoCrete 8670 MN) bersamaan dengan steel fibre terhadap kuat tarik beton ?

1.3. Ruang Lingkup Penelitian

Sehubung dengan luasan permasalahan yang ada pada penelitian ini, maka penulis membatasi masalah yang ada. Permasalahan yang akan dibahas oleh penulis pada tugas akhir ini adalah sebagai:

1. Jenis beton yang digunakan adalah beton normal dengan kuat tarik rencana 25 MPa.
2. Pengujian kuat tarik beton normal dan beton yang diberikan campuran *steel fibre* dan *ViscoCrete 8670 MN* dan membandingkan hasilnya setelah perendaman 28 hari.
3. Pengujian dilakukan pada benda uji normal dengan penambahan presentase volume *steel fibre* 1%, 2%, 3% dan 4% dari berat semen.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk menyelidiki pengaruh penambahan *steel fibre* lokal pada adukan beton.
2. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan kombinasi steel fibre dan *ViscoCrete 8670 MN* terhadap kuat tarik beton dibandingkan dengan beton normal.

1.5. Batasan Masalah

Adapun masalah dari penelitian ini diharapkan masyarakat umum dapat mengetahui fungsi lebih dari *steel fibre* dan *ViscoCrete 8679 MN* dan mengetahui perbandingan kualitas kuat tarik beton normal dengan beton yang memakai bahan tambahan *steel fibre* dan *ViscoCrete 8670 MN* dengan presentase yang telah ditentukan. Dan apabila penelitian berhasil, diharapkan limbah ini dapat menjadi bahan pertimbangan untuk tahap selanjutnya, baik itu penggunaan untuk pelaksanaan dilapangan maupun dilakukan penelitian lanjut untuk kedepannya.

- a. Mengetahui nilai slump beton dan pengaruh pada kuat tarik beton yang dihasilkan dari penambahan *steel fibre* sebagai bahan tambah campuran beton dengan kuat tarik beton normal.
- b. Presentase penambahan *steel fibre* sebesar 1%, 2%, 3% dan 4% dari berat semen, dengan umur 28 hari untuk semua variasi.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini yaitu :

BAB 1 PENDAHULUAN

Dalam bab ini diuraikan mengenai latar belakang, perumusan masalah, batasan penelitian, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, serta sistematika penelitian.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berusaha menguraikan dan membahas bahan bacaan yang relevan dengan pokok bahasa studi, sebagai dasar untuk mengkaji permasalahan yang ada dan menyiapkan landasan teori.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan tentang tahapan penelitian, pelaksanaan penelitian, teknik pengumpulan data, peralatan penelitian, jenis data yang diperlukan, pengambilan data, dan analisis data.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil penelitian, permasalahan dan pemecahan masalah selama penelitian.

BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi kesimpulan yang diperoleh dari analisa yang telah dilakukan dan juga saran-saran dari penulis.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Beton

Beton merupakan material komposit yang tersusun dari agregat dan terbungkus oleh matrik semen yang mengisi ruang di antara partikel-partikel sehingga membentuk satu kesatuan. Berdasarkan kekuatan tekannya beton dibagi menjadi tiga klasifikasi, yaitu beton normal, kinerja tinggi, dan kinerja sangat tinggi salah satu sifat penting dari beton adalah daktilitas (Fiber, Mutu, & Dalam, 2020).

Pemakaian beton sebagai bahan konstruksi telah lama dikenal dan paling umum dipakai baik untuk struktur besar maupun kecil. Kelebihan beton dibandingkan material lainnya adalah harga yang relative murah karena menggunakan bahan lokal yang mudah didapat, kekuatan tekan yang tinggi, mudah dibentuk sesuai kebutuhan, tahan terhadap api dan perubahan cuaca, serta perawatannya yang muarh. Sedangkan kelemahannya adalah kuat tarikya yang rendah dan bersifat getas (brittle) sehingga menjadikan sangat terbatas pada pemakaiannya. Kuat tarik yang rendah ini dapat diatasi dengan pemakaian baja tulangan. Beton serat merupakan beton yang terdiri dari semen hidrolis, air, agregat halus, agregat kasar dan serat (serat baja, plastik, glass maupun serat alami) yang disebar secara diskontinu (Fiber et al., 2020).

Menurut Tjokrodinuljo (2007), dalam hal ini serat dapat dianggap sebagai agregat yang bentuknya sangat tidak bulat. Adanya serat mengakibatkan berkurangnya sifat workability dan mempersulit segregasi. Serat dalam beton ini berguna untuk mencegah adanya retak-retak, sehingga menjadikan beton serat lebih daktil dari beton biasa. Beberapa hal yang perlu mendapat perhatian pada beton serat adalah masalah beton seratyang menyangkut teknik pencampuran *steel fibre* ke dalam adukan agar dapat tersebar merata dengan orientasi yang random, masalah workability (keleccakan adukan), yang menyangkut kemudahan dalam proses pengerjaan/pemadatan, termasuk indikatornya dan masalah mix design/propotion untuk memperoleh mutu tertentu dengan keleccakan yang memadai (Fiber et al., 2020).

Penambahan serat kedalam adukan beton akan menurunkan kelecakan adukan secara cepat sejalan dengan penambahan volume fraction (konsentrasi serat) dan aspek rasio serat. Penurunan workability adukan dapat dikurangi dengan penurunan diameter maksimum agregat, peninggian faktor air semen, penambahan semen atau pemakaian bahan tambah (Fiber et al., 2020).

Pemberian *steel fibre* dengan distribusi secara acak dalam adukan beton, dapat menahan perambatan dan pelebaran retak-retak pada beton. Sifat-sifat mekanik beton serat bajadipengaruhi oleh jenis *steel fibre* kekuatan beton, geometri dan pembuatan benda uji serta agregat. Adukan beton serat dapat dicampur dan dituang dengan peralatan konvensional dengan menggunakan *Steel fibre* (Fiber et al., 2020).

2.2. Material Pembentuk Campuran Beton

Material yang digunakan pada campuran beton yang dipakai sebagai bahan penyusun utama yaitu: semen, agregat kasar, agregat halus, air dan apabila diperlukan bahan tambahan. Pada campuran ini, akan digunakan *steel fibre* dan *ViscoCrete 8670 MN* sebagai bahan tambahan. Dalam pembuatan campuran beton, material yang digunakan harus mempunyai kualitas yang baik dan memenuhi syarat-syarat yang telah ditentukan sehingga dapat menghasilkan beton yang memiliki daya kuat tarik yang tinggi.

Material-material yang akan digunakan adalah:

2.2.1. Semen

Semen yang digunakan dalam bahan beton adalah semen jenis portland, karena semen jenis ini merupakan bahan pengikat yang berfungsi untuk mengikat agregat halus dan agregat kasar dengan air dalam suatu adukan. Semen Portland yang berkualitas harus memenuhi syarat berikut : Semen tidak kadaluarsa, semen pun seperti makanan instant dapat juga kadaluarsa. Semen yang kadaluarsa dapat diperiksa dengan cara dipegang oleh tangan, bila masih hangat, maka semen belum kadaluarsa, Semen belum mulai menggumpal. Semen yang sudah ditimbun terlalu lama maka akan menjadi bergumpal, semen yang baik adalah semen yang ditimbun tidak lebih dari 1 bulan dengan sistem penyimpanan menggunakan alas dan tidak boleh lebih dari 10 tumpukan semen. Semen masih

bereaksi, semen yang baik yaitu semen yang belum mulai menggumpal dan apabila digenggam dengan tangan maka akan jatuh berhamburan (Winansa & Setiawan, 2019).

Semen adalah hasil paduan bahan baku: batu kapur/gamping sebagai bahan utama dan lempung/tanah liat atau bahan pengganti lainnya dengan hasil akhir berupa padatan berbentuk bubuk/bulk, tanpa memandang proses pembuatannya, yang mengeras bila ditambah air akan terjadi reaksi hidrasi sehingga dapat mengeras dan digunakan sebagai pengikat (mineral glue).

Sifat-sifat semen terbagi menjadi dua, yaitu :

1. Semen non-hidrolik adalah semen yang tidak dapat mengikat dan mengeras di dalam air, seperti gips dan kapur keras.
2. Semen hidrolik, Semen yang mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mengeras di dalam air, seperti semen Portland (Teknik & Tridinanti, n.d.).

Semen berfungsi untuk merekatkan butiran-butiran agregat dalam adukan beton agar terjadi susut massa yang padat. Pasta semen adalah campuran antara semen dengan air, menjadi mortar apabila dicampur dengan agregat halus dan akan membentuk beton bila ditambahkan agregat kasar (Menggunakan, Kasar, & Angus, 2019).

Semen *Portland* dibuat dari serbuk halus mineral yang komposisi utamanya adalah kalsium dan aluminium silikat. Penambahan air pada mineral ini menghasilkan suatu pasta yang jika mengering akan mempunyai kekuatan seperti batu. Bahan utama pembentuk semen *Portland* adalah kapur (CaO), silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3), sedikit magnesia (MgO) dan sedikit alkali. Untuk mengontrol komposisinya, terkadang ditambah oksida besi, sedangkan gipsum ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ditambahkan untuk mengatur waktu ikat semen (Pratiwi, Prayuda, & Prayuda, 2016).

Senyawa-senyawa tersebut membentuk kristal yang saling mengunci ketika menjadi klinker. Komposisi C_3S dan C_2S merupakan bagian yang paling dominan memberikan sifat semen. Senyawa C_3S jika terkena air akan cepat bereaksi dan menghasilkan panas. Panas tersebut akan mempengaruhi kecepatan mengeras sebelum hari ke-14. Senyawa C_2S bereaksi lebih lambat dengan air dan hanya

berpengaruh dengan semen setelah umur 7 hari. C_2S memberikan ketahanan terhadap serangan kimia dan mempengaruhi susut terhadap pengaruh panas akibat lingkungan. Apabila kandungan C_3S lebih banyak maka akan terbentuk kuat tekan awal yang tinggi dan panas hidrasi yang tinggi. Senyawa C_3A bereaksi secara eksotermik dan bereaksi sangat cepat sehingga menimbulkan kekuatan awal yang sangat cepat pada 24 jam pertama. Semen yang mengandung senyawa C_3A lebih dari 10% maka semen tidak akan tahan terhadap serangan sulfat. Hal ini dikarenakan karena C_3A bereaksi dengan sulfat yang terdapat dari air atau tanah kemudian menyebabkan beton mengembang dan menimbulkan retakan. Senyawa C_4AF kurang begitu besar pengaruhnya terhadap kekerasan semen atau beton. Syarat kimia utama semen Portland berdasarkan SNI 15-2049-2004 dapat dilihat pada Tabel 2.1 (Pratiwi et al., 2016).

Tabel 2. 1 Syarat utama semen *Portland* dalam % (SNI 15-2049-2004)

No.	Uraian	Jenis Semen Portland				
		I	II	III	IV	V
1	SiO_2 , minimum	-	20.0 ^{b,c)}	-	-	-
2	Al_2O_3 , maksimum	-	6.0	-	-	-
3	Fe_2O_3 , maksimum	-	6.0 ^{b,c)}	-	6.5	-
4	MgO , maksimum	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
5	SO_3 , maksimum					
	Jika $C_3A \leq 8,0$	3.0	3.0	3.5	2.3	2.3
	Jika $C_3A > 8,0$	3.5	^{d)}	4.5	^{d)}	^{d)}
6	Hilang pijar, maksimum	5.0	3.0	3.0	2.5	3.0
7	Bagian tak larut, maksimum	3.5	1.5	1.5	1.5	1.5
8	C_3S , maksimum ^{a)}	-	-	-	35 ^{b)}	-
9	C_2S , minimum ^{a)}	-	-	-	40 ^{b)}	-
10	C_3A , maksimum ^{a)}	-	8.0	15	7 ^{b)}	5 ^{b)}
11	$C_4AF + 2C_3A$ atau ^{a)} $C_4AF + C_2F$, maksimum	-	-	-	-	25 ^{c)}

2.2.2. Agregat

Agregat adalah butiran mineral yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Agregat menempati 70% volume mortar atau beton. Dari ukuran butiran agregat dibedakan menjadi dua yaitu ukuran butir besar atau disebut agregat kasar dan ukuran butir kecil atau disebut agregat halus. Agregat kasar adalah agregat yang ukuran butiran lebih besar dari 4,80 mm. Agregat kasar disebut juga sebagai kerikil, kericak, batu pecah, atau split. Adapun syarat-syarat agregat kasar yang baik untuk bahan campuran beton, antara lain sebagai berikut:

- a. agregat kasar tidak boleh mengandung kadar lumpur yang maksimum 1%.
- b. agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang reaktif terhadap alkali.
- c. agregat kasar memiliki ukuran butir maksimum tidak boleh melebihi dari $\frac{1}{5}$ jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan, $\frac{1}{3}$ tebal pelat beton, $\frac{3}{4}$ jarak bersih antar tulangan atau berkas tulangan.
- d. agregat kasar tidak mengandung butiran yang panjang dan pipih lebih dari 20%.
- e. agregat kasar memiliki kekekalan maksimum 12% bagian yang hancur jika diuji dengan natrium sulfat dan jika diuji dengan magnesium sulfat bagian yang hancur maksimum 18% (Ilmiah & Teknik, 2016).

Agregat halus adalah agregat yang memiliki ukuran butir lebih kecil dari 4,80 mm. Agregat halus disebut juga dengan pasir, pasir bisa diperoleh dari sungai, tanah galian atau dari hasil pemecahan batu. Syarat-syarat agregat halus yang baik digunakan untuk bahan campuran beton antara lain, sebagai berikut:

- a. agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%
- b. agregat halus tidak mengandung zat organik terlalu banyak, yang dibuktikan dengan percobaan warna dengan larutan 3% NaOH, yaitu warna cairan diatas endapan tidak boleh gelap dari warna standar atau pembanding
- c. agregat halus memiliki modulus butir halus antara 1,50-3,80.
- d. agregat halus tidak boleh reaktif terhadap alkali.

- e. kekekalan jika diuji dengan natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 10% dan jika di pakai magnesium sulfat bagian yang hancur maksimum 15% (Ilmiah & Teknik, 2016).

Pada dasarnya orang akan menggunakan kerikil sebagai bahan pencampur (Agregat). Sifat yang paling penting dari suatu agregat adalah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan. Dua hal ini dapat mempengaruhi ikatan dengan pasta semen, porositas, serta keretakan beton. Agregat dapat dikelompokkan menjadi 2 tipe, yaitu agregat halus dan agregat kasar. Agregat (bahan pengisi) didalam adukan beton menempati 70% dari volume beton. Oleh karena itu, agregat akan mempengaruhi sifat sifat beton (Winansa & Setiawan, 2019).

2.2.3. Air

Pada pekerjaan beton, air mempunyai beberapa fungsi yaitu sebagai media untuk pencampuran, mengecor dan memadatkan serta memelihara beton. Disamping itu juga air berfungsi sebagai bahan baku yang mengakibatkan terjadinya proses kimia, sehingga semen dapat bereaksi dan mengeras (Menggunakan et al., 2019).

SNI 7974-2013 “Spesifikasi air pencampuran yang digunakan dalam produksi beton semen hidraulic (ASTM C1602-06, IDT)” dalam Pasal 4 ayat 1 s/d 3 mensyaratkan sebagai berikut:

- a. Air pencampur dapat meliputi:
 - 1. Air untuk pengadukan (air yang ditimbang atau diukur dibatchingplant).
 - 2. Es.
 - 3. Air yang ditambahkan oleh operator truk.
 - 4. Air bebas pada agregat-agregat.
 - 5. Air yang masuk dalam bentuk bahan-bahan tambahan, apabila air ini dapat meningkatkan rasio air semen lebih dari 0,01.
 - 6. Air yang masuk dalam bentuk bahan-bahan tambahan, apabila air ini dapat meningkatkan rasio air semen lebih dari 0,01.
- b. Air minum boleh digunakan sebagai air pencampur beton tanpadiuji.

- c. Air pencampur yang seluruh atau sebagian terdiri dari sumber-sumber air yang tidak dapat diminum atau air dari produksi beton boleh digunakan dalam setiap proporsi dengan batasan kualitas yang memenuhi persyaratan tabel 2.2 (Menggunakan et al., 2019).

Tabel 2.2 Persyaratan kinerja beton untuk air pencampuran (SNI 7974-2013)

Batasan	Metode Uji
Presentase (%) Kekuatan Tekan	9
ASTM C31/C31M	
minimum terhadap control pada umur 7 hari ^{(a)(b)}	0
ASTM C39/C39M	
Deviasi waktu terhadap control, jam : menit. ^(a)	lebih awal 1:00
	lebih awal 1:30
	ASM C403/C403M

Air yang digunakan untuk proses pembuatan beton yang paling baik adalah air bersih yang memenuhi persyaratan air minum. Pada pengerjaan beton, air merupakan salah satu bahan yang diperlukan dalam pencampuran beton, karena mampu membantu mempercepat terjadinya proses kimia antara air dengan semen. Selain itu air juga berfungsi memudahkan pekerjaan pembuatan beton agar sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Air dalam dapat diperoleh dari berbagai sumber seperti dari sungai, laut, dan sumur. Air yang dapat digunakan sebagai bahan pencampur pada pekerjaan beton adalah air yang tidak mengandung zat yang dapat menghalangi proses pengikatan antara semen dan agregat. Pada umumnya air yang tidak berbau dan dapat diminum dapat dipakai untuk campuran beton. Air yang digunakan untuk beton harus bebas dari asam, alkali, minyak atau bahan kimia lainnya (Teknik & Tridinanti, n.d.).

2.2.4. Steel Fibre

Menurut Sudarmoko (dalam Tjokrodi-muljo, 1996 : 122) jika serat yang dipakai memiliki modulus elastisitas lebih tinggi dari pada beton, misalnya kawat baja, maka beton serat akan mempunyai kuat tekan, kuat tarik, maupun elastisitas yang sedikit lebih tinggi dari beton biasa. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh suhendro (1990) membuktikan bahwa sifat-sifat kurang baik dari beton yaitu

getas, praktis tidak mampu menahan tegangan listrik dan ketahanan yang rendah terhadap beton impact dapat diperbaiki dengan menambahkan fibre lokal. Selain itu dibuktikan pula bahwa tingkat perbaikan yang diperoleh dengan fibre lokal tidak banyak berbeda dengan hasil-hasil yang dilaporkan diluar negeri dengan menggunakan *steel fibre*. (Fibre & Sipil, 2016)

Menurut Soroushian dan Bayasi (1991) ada beberapa jenis baja yang biasa digunakan sesuai dengan kegunaannya masing-masing. Jenis baja tersebut adalah sebagai berikut :

- Berdasarkan bentuk fibre baja (*steel fibre shapes*) yaitu berbentuk lurus (*straight*), berkait (*hooked*), bergelombang (*crimped*), *double duo form*, *ordinary duo form*, bundle (*paddled*), kedua ujung ditekuk (*enlarged ends*), tidak teratur (*irregular*), bergerigi (*indented*).
- Berdasarkan penampang fibre baja (*steel fibre cross section*) yaitu lingkaran (*round/ware*), persegi/lembaran (*rectangular/sheet*), tidak teratur/bentuk dilelehkan (*irregular/melt extract*)
- Berdasarkan fibre dilekatkan bersamaan dalam satu ikatan (*fibres glued together into a bundle*). (Marvin, Purwanto, & Irianti, 2016)

ACI Commite 544 mengkasifikasikan tipe serat secara umum sebagai perkuatan beton, antara lain:

- a. SFRC (Steel Fiber Reinforced Concrete).
- b. GFRC (Glass Fiber Reinforced Concrete).
- c. SFRC (Synthetic Fiber Reinforced Concrete).
- d. NFRC (Natural Fiber Reinforced Concrete) (Fiber et al., 2020).

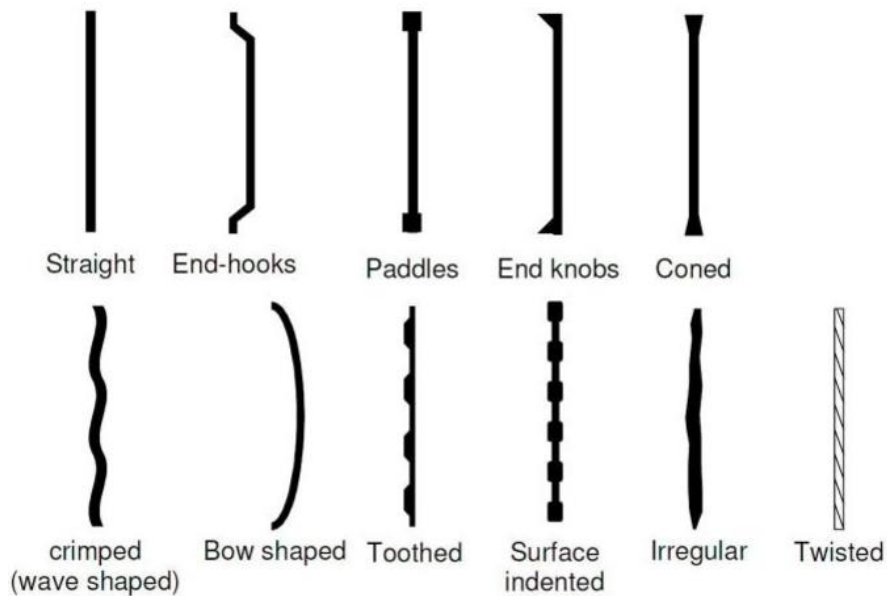
Penggunaan serat baja pada adukan beton belum banyak dikenal di Indonesia. Penyebabnya karena tidak tersedianya serat baja didalam negeri dan jika ingin mendatangkan dari luar negeri harganya akan menjadi lebih mahal, sehingga alternatifnya digunakan bahan lokal yaitu kawat yang dipotong-potong (Fiber et al., 2020).

Beberapa jenis baja yang biasa digunakan sesuai dengan kegunaannya masing-masing antara lain:

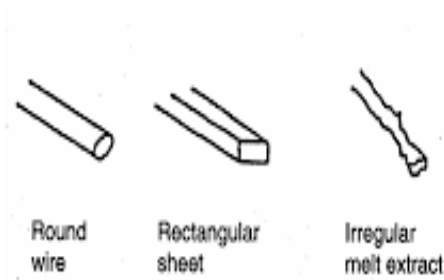
- a. Bentuk serat baja (*Steel fiber shapes*)

Bentuk-bentuk serat baja yaitu lurus (*straight*), berkait (*hooked*), bergelombang (*crimped*), double duo form, ordinary duo form, bundle (*paddled*), kedua ujung ditekuk (*enlarged ends*), tidak teratur (*irregular*), dan bergigi (*indented*).

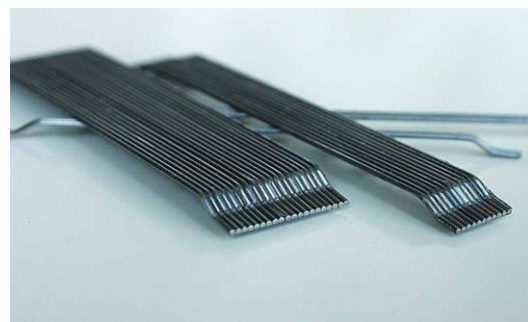
- b. Penampakan serat baja terdiri dari lingkaran (*dound/wire*), persegi/lembaran (*rectangular/melt extract*).
- c. Serat yang dilekatkan bersama dalam satu ikatan (*fiber glued together into a bundle*). Jenis-jenis serat dapat dilihat pada gambar berikut:



(a). *Steel fibre shapes*



(b). *Steel fibre cross sections*



(c). *Fibre glued together into a bundle*

Gambar 2.1 Jenis-jenis serat baja

Tabel 2. 3 Berat jenis berbagai macam bahan *fibre*

No.	Jenis Serat	Berat Jenis
1	<i>Acrylic</i>	1,1
2	Asbes (<i>Asbestos</i>)	3,2
3	Kaca (<i>Glass</i>)	2,5
4	<i>Nylon</i>	1,1
5	Baja (<i>Steel</i>)	7,8

Serat kaca memiliki kuat tarik yang relatif lebih tinggi, kepadatan rendah dan modulus elastisitas tinggi. Kelemahan serat ini yaitu mudah rusak akibat alkali yang terkandung dalam semen dan mempunyai harga beli yang lebih tinggi bila dibandingkan serat lainnya (Fiber et al., 2020).

Serat polimer telah diproduksi sebagai hasil dari penelitian dan pengembangan industri petrokimia dan tekstil. Serat polimer termasuk aramid, acrylic, nylon dan polypropylene mempunyai kekuatan tarik yang tinggi tetapi modulus elastisitas rendah, daya lekat dengan matrik semen yang rendah, mudah terbakar dan titik lelehnya rendah. Serat karbon sebenarnya sangat potensial untuk memenuhi kebutuhan tarik yang tinggi dan kuat lentur yang tinggi. Serat karbon memiliki modulus elastisitas yang sama bahkan dua hingga tiga kali lebih besar dari baja dengan berat jenis yang sangat ringan. Namun penyebarannya dalam matrik semen lebih sulit dibandingkan dengan serat lainnya dan harganya juga relatif mahal (Fiber et al., 2020).

2.2.5. Viscocrete 8670 MN

Sika *Viscocrete 8670 MN* adalah superplasticizer multiguna unik yang sangat cocok untuk produksi beton yang menuntut kekuatan awal yang tinggi dengan kemampuan kerja yang diperpanjang. Selain itu, ia memberikan pengurangan air yang sangat tinggi dan karakteristik aliran yang sangat baik (Superplasticiser, 2017).

Dengan kombinasi waktu kerja yang luar biasa dan pengembangan kekuatan awal Sika *Viscocrete 8670 MN* digunakan untuk sebagai berikut :

- a. Berbagai aplikasi dimana kemampuan kerja yang sangat baik dan diperlukan pengembangan kekuatan awal yang baik
- b. Beton dengan reduksi air yang sangat tinggi (hingga 30%)

- c. Beton berkinerja tinggi(Superplasticiser, 2017)

2.2.6. Karakteristik / keunggulan

Sika *ViscoCrete 8670 MN* adalah superplasticizer yang bertenaga berdasarkan teknologi canggih yang memberikan keuntungan sebagai berikut :

- a. Reduksi air yang sangat tinggi, kekuatan tinggi danpermeabilitas yang berkurang.
- b. Kemampuan kerja yang diperluas dengan hubungannya dengan pengembangan kekuatan cepat subsekuen.
- c. Efek plastisisasi yang sangat baik, menghasilkan karakteristik aliran, penempatan dan pemadatan yang lebih baik.
- d. Pengurangan penyusutan selama pengeringan dan pengurangan creep saat dikeraskan.
- e. Memberikan banyak peluang untuk peningkatan biaya misalnya: pengurangan semen, desain campuran yang lebih ekonomis, pengurangan biaya energi untuk pengeringan uang pracetak, pengurangan klaim potensial dan lain-lain (Superplasticiser, 2017).

Sika *ViscCrete 8670 MN* tidak mengandung klorida atau bahan lainnya yang dapat meningkatkan korosi baja. Oleh karena itu cocok untuk digunakan dalam struktur beton bertulang dan beton pratekan (Superplasticiser, 2017).

2.2.7. Informasi Teknis

Aturan standart dari praktek beton yang baik, mengenai produksi dan penempatan harus ditaati.Uji labolatorium sebelum beton dilokasi sangat disarankan ketika menggunakan desain campuran baru atau memproduksi komponen beton baru. Beton segar harus dirawat dengan benar dan sedini mungkin (Superplasticiser, 2017).

2.2.8. Dosis yang direkomendasikan :

- Untuk kemampuan kerja sedang : 0,3% sampai 0,8% dari berat semen.
- Untuk beton dengan kemampuan kerja tinggi, rasia air / semen sangat rendah : 0,8% sampai 2,0% dari berat semen (Superplasticiser, 2017).

2.2.9. Kesesuaian :

Sika *ViscoCrete 8670 MN* dapat dikombinasikan dengan produk-produk berikut :

- Plastiment P121R
- Plastiment VZ
- Sika Fume
- Sika Fibre (Superplasticiser, 2017).

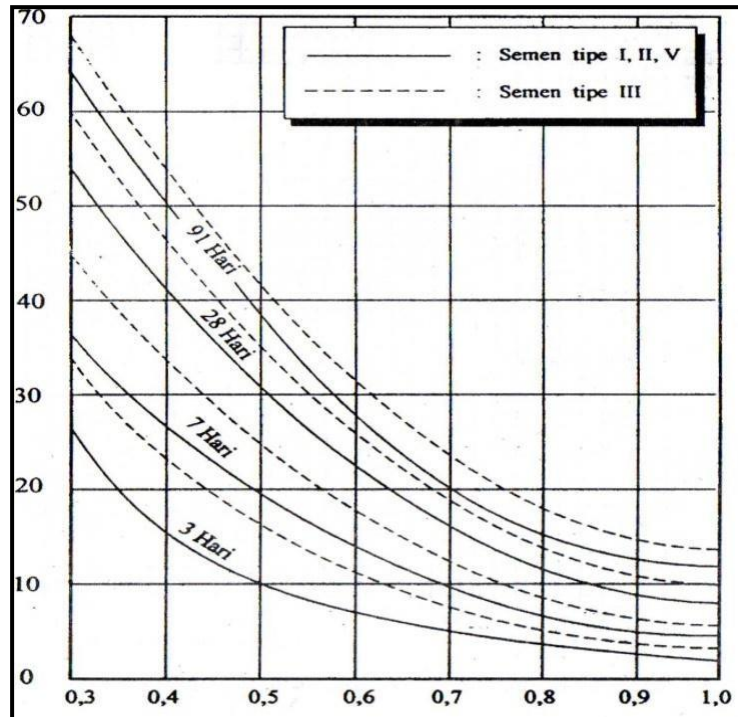
Jangan menggunakan seri viscocrete/viscoflow yang dikombinasikan dengan seri sikament. Untuk menghasilkan aliran dan / atau sendiri beton pemadatan, diperlukan desain campuran beton khusus. Uji coba sebelumnya disarankan dan wajib jika kombinasi dengan produk diatas diperlukan (Fiber et al., 2020).

2.3. Perencanaan Pembuatan Campuran Beton Standart Menurut SNI 03-2834-2000

Perencanaan komposisi campuran adukan beton normal menurut SNI 03-2834-2000 antara lain yaitu :

- a. Langkah penentuan kuat tarik beton diisyatkan
Penentuan kuat tarik beton yang diisyatkan (f_c) pada umur 28 hari, penentuan perencanaan campuran beton harus didasarkan pada data-data sifat bahan yang akan dipergunakan dan susunan campuran beton yang diperoleh dari perencanaan ini harus dibuktikan melalui campuran yang menunjukkan bahwa proporsi tersebut dapat memenuhi kekuatan yang diisyatkan.
- b. Langkah penentuan deviasi standart (sd)
Faktor pengali untuk deviasi standar bila data hasil uji yang tersedia kurang dari 30 benda uji.
- c. Langkah perhitungan margin
Margin adalah nilai tambah yang dihitung berdasar nilai standar deviasi (sd)
- d. Langkah menetapkan kuat tekan beton rerata
- e. Langkah pemilihan faktor air semen (fas)

Menetapkan nilai faktor air semen (fas) dapat dilakukan dengan menentukan kuat tekan rata-rata silinder beton yang direncanakan pada umur tertentu, berikut ini gambar hubungan fas dengan kuat tekan.



Gambar 2.2 Hubungan factor air semen dan kuat tekan silinder beton (SK SNI 03-2834-2000) Faktor air semen maksimum.

f. Langkah penetapan fas maksimum

Agar beton yang diperoleh awet maupun bertahan terhadap pengaruh kondisi lingkungan perlu ditetapkan nilai fas maksimum. Apabila nilai fas maksimum ini lebih rendah daripada nilai fas yang diperoleh dari langkah no 5, maka nilai fas maksimum ini digunakan untuk langkah selanjutnya.

g. Langkah penetapan nilai slump

Menetapkan nilai slump dengan memperhatikan jenis pekerjaan atau jenis strukturnya supaya proses pembuatan, pangangkutan, penuangan, pemadatan mudah dilaksanakan

h. Langkah penetapan besar butir agregat maksimum

Menentukan ukuran agregat maksimum berkaitan dengan jenis pekerjaan konstruksi beton, ukuran maksimum agregat kasar tidak melebihi diantara berikut:

- 1/5 jarak terkecil antara sisi cetakan.
 - 1/3 ketebalan pelat lantai.
 - 3/4 jarak bersih minimum antara tulangan-tulangan atau kawat-kawat, bundel tulangan, atau tendon-tendon pratekan atau selongsong-selongsong.
- i. Langkah penetapan kadar air bebas
- Kadar air bebas yang dibutuhkan tiap m³ adukan beton berdasarkan dari ukuran agregat maksimum, jenis agregat, dan nilai slump. Apabila digunakan jenis agregat halus dan agregat kasar yang berbeda (alami dan pecah),
- j. Langkah perhitungan perbandingan agregat
- Menentukan perbandingan antara agregat halus dengan agregat campuran berdasarkan ukuran butiran maksimum agregat kasar, nilai slump, fas dan daerah gradasi agregat halus.
- k. Langkah perhitungan berat jenis agregat gabungan. Berat jenis agregat campuran dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$B_{jc} = \frac{P}{100} \times B_{jh} + \frac{K}{100} \times B_{jk}$$

Dengan :

- B_{jc} : Berat jenis agregat campuran
- P : Presentase agregat halus terhadap agregat campuran
- B_{jh} : Berat jenis agregat halus
- K : Presentase agregat kasar terhadap agregat campuran
- B_{jk} : Berat jenis agregat kasar

- l. Langkah perhitungan berat jenis beton
- Menentukan berat jenis beton berdasarkan hasil hitungan berat jenis agregat campuran dan kebutuhan air tiap m³ beton (Rancang & Santoso, 2012).

Berdasarkan SNI 7656:2012, memerlukan data perencanaan campuran beton. Informasi mengenai data dari bahan-bahan yang akan digunakan untuk penentuan proporsi campuran adalah sebagai berikut:

- a. Analisa ayak (gradasi) agregat halus dan agregat kasar.
- b. Bobot isi padat agregat kasar.
- c. Berat jenis, penyerapan air, dan kadar air agregat.
- d. Air pencampur yang dibutuhkan beton berdasarkan pengalaman dengan menggunakan agregat yang ada.
- e. Hubungan antara kekuatan dan rasio air semen atau rasio air terhadap semen + bahan bersifat semen lainnya.
- f. Berat jenis semen atau bahan bersifat lainnya bila digunakan (Rancang & Santoso, 2012).

Prosedur pemilihan proporsi campuran yang dijelaskan dalam SNI ini mencakup untuk beton normal, beton massa dan beton berat, dengan didukung oleh data-data bahan dasar yang akan digunakan. Spesifikasi persyaratan beton yang akan diproduksi dapat didasarkan sebagian atau seluruh dari ketentuan berikut :

- a. Rasio air semen maksimum atau rasio air bahan bersifat semen.
- b. Kadar semen minimum.
- c. Kadar udara.
- d. *Slump*.
- e. Ukuran besar butir agregat maksimum
- f. Kekuatan tekan dan tarik yang ditargetkan
- g. Persyaratan lain yang berkaitan dengan kekuatan yang berlebih, bahan tambahan, semen tipe khusus, bahan bersifat semen lainnya, atau agregat (Rancang & Santoso, 2012).

2.4. Penyerapan Air Pada Beton

Penyerapan air pada beton (absorbs) adalah presentase berat air yang dapat diserap pori terhadap berat agregat kering. Berat jenis dan nilai absorbs agregat halus digunakan dalam penentuan proporsi campuran mix desain beton. Pemeriksaan dari absorbs 4,63%. Ini berguna sebagai perencanaan pencampuran beton saat pembuatan sampel benda uji (Gungto, Ningrum, Rasidi, & Barat, 2018).

Kadar air adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam agregat dalam keadaan kering lapangan. Nilai kadar air ini digunakan sebagai koreksi proporsi takaran air untuk adukan beton yang disesuaikan dengan kondisi agregat lapangan (Gungto et al., 2018).

2.5. Slump

Slump yaitu untuk menghitung nilai derajat kemudahan pengerjaan pengecoran adukan beton segar, sehingga dapat diketahui tingkat kesulitan dalam pengerjaan. Pengujian ini dilakukan terhadap beton segar yang mewakili campuran beton (Fiber et al., 2020).

Untuk mendapatkan nilai slump dilakukan pengukuran beton segar yang terjadi dengan menentukan perbedaan cetakan dengan tinggi rata-rata penurunan dari beton segar, nilai penurunan beton segar terhadap puncak kerucut terpancung (*cone*) tersebut dinamakan nilai slump (Fiber et al., 2020).

Penentuan nilai slump dilakukan berdasarkan bagian yang paling tinggi, bagian tengah, dan bagian paling rendah dari puncak cone beton segar, lalu dirata-ratakan (Fiber et al., 2020).

2.6. Perawatan Beton

Perawatan (curing) beton dapat dilakukan dengan beberapa metode sesuai dengan jenis dan kondisi elemen struktur yang akan dirawat. Elemen struktur dapat berupa kolom, balok dan plat lantai. Perawatan beton di laboratorium dilakukan dengan merendam beton di dalam air, sedangkan dilapangan ada yang melakukan dengan cara membungkus beton dengan plastic putih atau hitam, membasahi permukaan beton dengan air dan menutupi permukaan beton dengan karung goni basah. Pelaksanaan perawatan (curing) beton dilakukan setelah pembukaan cetakan / acuan / bekisting, selama durasi tertentu yang dimaksudkan untuk memastikan terjaganya kondisi yang diperlukan untuk proses reaksi senyawa kimia yang terkandung dalam campuran beton. Secara umum dilapangan perawatan beton dilakukan sekitar 7 hari berturut-turut mulai hari kedua setelah cetakan dibuka, sementara proses pengikatan dan pengerasan beton sepenuhnya terjadi pada umur beton 28 hari (Arkis, 2020).

Perawatan beton bertujuan untuk mencegah pengeringan beton yang dapat mengakibatkan kehilangan air yang dibutuhkan untuk proses pengerasan beton atau mengurangi kebutuhan air selama proses hidrasi semen (Indrayurmansyah, 2001). Penguapan air pada beton yang belum mengeras dapat dihindari dengan cara melakukan perawatan basah pada benda uji mulai dari waktu pencetakan sampai saat pengujian. Perawatan basah merupakan cara menjaga benda uji yang akan diuji supaya memiliki air bebas pada seluruh permukaan pada seluruh waktu. Perawatan basah dapat dilakukan dengan cara penyimpanan benda uji dalam ruang jenuh air dan dapat pula dengan cara merendam benda uji di dalam air jenuh. Pada perawatan basah, benda uji tidak boleh diletakkan pada air yang menetes atau pada air mengalir (SNI 2493:2011). Perawatan (curing) beton adalah cara yang digunakan untuk menjaga kestabilan temperatur dan perubahan kelembaban di dalam maupun diluar beton, dan untuk membantu mempercepat proses hidrasi beton (Arkis, 2020).

Perawatan beton yang dilaksanakan dengan cara yang baik akan didapatkan beton yang padat, tahan abrasi, dan awet dibandingkan dengan beton yang dibuat tanpa perawatan. Beton tanpa perawatan dibiarkan di udara akan terjadi perbedaan panas pada bagian luar dan bagian dalam beton, menyebabkan bagian luar beton menyusut lebih besar dari pada bagian dalam beton, akibatnya pada beton timbul retak, sehingga kualitas beton menjadi menurun (Arkis, 2020).

2.7. Pengujian Kuat Tarik

Kuat tarik beton adalah nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton yang berbentuk silinder, yang diperoleh dari pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan secara mendatar, sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji tekan. Kuat tarik belah diperoleh dengan pengujian kuat tarik belah menggunakan *universal testing machine* (UTM). Pengujian ini dilakukan dengan meletakkan benda uji pada arah memanjang diatas alat uji, kemudian benda uji pada arah memanjang diatas alat uji, kemudian benda uji diberikan beban tekan secara merata pada arah tegak dari pada seluruh panjang silinder. Pada saat kuat tarik terlampaui, maka benda uji akan terbelah menjadi dua bagian dari ujung ke ujung (Y et al., 2018).

Perhitungan kuat tarik dari benda uji ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

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

dengan :

f_{ct} : kuat tarik – belah (MPa)

P : beban maksimum (N)

L : panjang benda uji (mm)

D : diameter benda uji (mm)

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

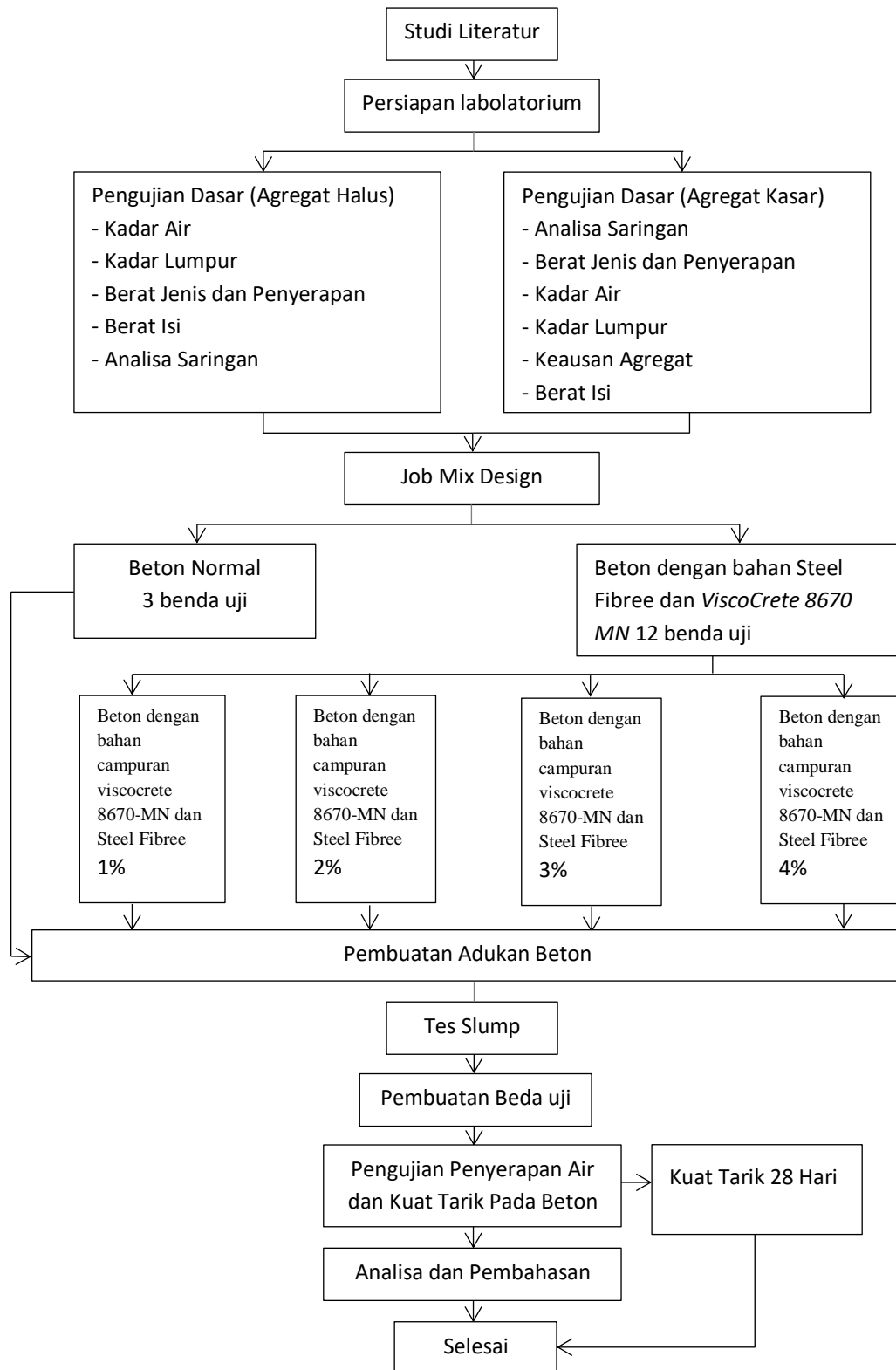
3.1. Bagan Alir Penelitian

Metodologi merupakan suatu cara atau langkah yang digunakan untuk memecahkan suatu permasalahan dengan mengumpulkan, mencatat, mempelajari dan menganalisa data yang diperoleh. Untuk penelitian suatu kasus diperlukan adanya metodologi yang berfungsi sebagai panduan kegiatan yang dilaksanakan dalam pengumpulan data-data.

Penelitian ini menggunakan beberapa metode pengumpulan data, diantaranya pengumpulan data primer dan data sekunder. Pengumpulan data primer sendiri dilakukan pada agregat yang digunakan, diantaranya adalah pemeriksaan agregat halus berupa pasir alami dan agregat kasar berupa batu pecah. Pemeriksaan dasar agregat ini meliputi:

- a. Analisa saringan pada agregat halus dan agregat kasar.
- b. Berat jenis dan penyerapan pada agregat halus dan agregat kasar.
- c. Kadar air pada agregat halus dan agregat kasar.
- d. Kadar Lumpur pada agregat halus dan agregat kasar.
- e. Berat isi pada agregat halus dan agregat kasar.
- f. Pengujian keausan agregat menggunakan mesin Los Angeles pada agregat kasar.

Setelah dilakukan pemeriksaan dasar, langkah selanjutnya adalah membuat perencanaan campuran beton normal (*Job Mix Design*). Setelah mengetahui hasil analisis campuran, ada beberapa pemeriksaan yang dilakukan pada campuran beton, yakni pengujian kekentalan beton segar (Slump Test), dan pengujian kuat tekan beton berdasarkan variasi hari yang telah direncanakan. Sedangkan data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (literatur) dan konsultasi langsung dengan Kepala Laboratorium Beton di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. data teknis mengenai aditive, SNI-03-2834 (1993), PBI (Peraturan Beton Indonesia), ASTM C33 (1985). Urutan penelitian yang akan di uraikan pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Bagan alir penelitian.

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dimulai pada tanggal .Penelitian ini dilakukan di Labolatorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jl. Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan. Alsannya adalah karena ketersediaannya alat yang memenuhi standar.

3.3. Bahan dan Peralatan

3.3.1. Bahan

Komponen bahan pembentuk beton yang digunakan yaitu:

1. Semen
Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen
2. Agregat halus
Agregat halus yang digunakan dalam peneitian ini adalah pasir yang diperoleh dari
3. Agregat kasar
Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah kerikil dengan ukuran 37,5mm yang diperoleh dari *quary* daerah Binjai.
4. Air
Air yang digunakan berasal dari PDAM Tirtanadi Medan.
5. Steel fibre
Steel fibre yang digunakan yaitu serat baja
6. Sika Viscocrete 8670 MN
Sika yang digunakan adalah jenis Sika ViscoCrete 8670MN

3.3.2. Peralatan

Alat yang digunakan didalam penelitian ini antara lain:

1. Satu set saringan untuk agregat halus dan agregat kasar.
Agregat halus : No.4, No.8, No.16, N0.30, No.50, No.100, Pan
Agregat kasar : 1.5", $\frac{3}{4}$ ", $\frac{3}{8}$ ", No.4.
2. Satu set alat untuk pemeriksaan berat jenis agregat halus dan kasar.
3. Timbangan.
4. Alat pengaduk beton (*Mixer*)
5. Cetakan benda uji berbentuk silinder ukuran 15 x 30 cm.

6. Alat kuat tarik
7. Mesin *Los Angeles*.

3.4. Persiapan Penelitian

3.4.1. Persiapan

Setelah seluruh material sampai dilokasi penelitian, maka material dipisahkan menurut jenisnya untuk mempermudah dalam tahapan-tahapan penelitian yang akan dilaksanakan nantinya dan juga agar material tidak tercampur dengan bahan-bahan yang lainnya sehingga mempengaruhi kualitas material.

3.4.2. Pemeriksaan agregat

Didalam pemeriksaan agregat baik agregat kasar maupun agregat halus dilakukan di laboratorium mengikuti panduan dari ASTM C33 (1985) tentang pemeriksaan agregat serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU.

Tabel 3.1 komposisi campuran benda uji dan kode benda uji.

No	KODE BENDA UJI	AGREGAT KASAR	AGREGAT HALUS	STEEL FIBRE	<i>SUPERPLASTICIZER VISCOCRETE - 8670 MN</i>	JUMLAH SAMPLE
1	BN	100%	100%	0%	0%	3
2	BSF 1	100%	99%	1%	0,8%	3
3	BSF 2	100%	98%	2%	0,8%	3
4	BSF 3	100%	97%	3%	0,8%	3
5	BSF 4	100%	96%	4%	0,8%	3
JUMLAH						15

Keterangan:

BN : Beton dengan campuran 0%.

BSF 1 : Beton dengan campuran 1% Steel Fibre dari berat semen dan campuran 0,8% VISCOCRETE – 8670 MN.

BSF 2 : Beton dengan campuran 2% Steel Fibre dari berat semen dan campuran 0,8% VISCOCRETE – 8670 MN.

BSF 3 : Beton dengan campuran 3% Steel Fibre dari berat semen dan campuran 0,8% VISCOCRETE – 8670 MN.

BSF 4 : Beton dengan campuran 4% Steel Fibre dari berat semen dan campuran 0,8% VISCOCRETE – 8670 MN.

3.5. Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir)

Penyelidikan ini meliputi beberapa tahapan/pemeriksaan diantaranya:

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

3.5.1. Kadar Air Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dan serta mengikuti Buku Panduan ASTM C33 (1985), Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang kadar air agregat halus.

3.5.2. Kadar Lumpur Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai ASTM C33 (1985) serta mengikuti buku panduan praktikum.

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 sampel, kemudian membuat hasilnya di dalam persentase.

3.5.3. Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C33 (1985) serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang berat jenis dan penyerapan agregat halus.

3.5.4. Berat Isi Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C33 (1985) serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang berat isi agregat halus.

3.5.5. Analisa Saringan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C33 (1985) serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang analisa saringan agregat halus.

Pemeriksaan analisa saringan agregat halus ini menggunakan nomor saringan yang telah ditentukan berdasarkan SNI 03-2834 (1993) Apakah agregat yang dipakai termasuk zona pasir kasar, sedang, agak halus, atau pasir halus.

3.6. Pemeriksaan Agregat Kasar (Batu Pecah)

Pemeriksaan dasar terhadap Agregat Kasar ini meliputi beberapa tahapan/pemeriksaan berdasarkan ASTM C33 (1985) diantaranya adalah :

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

3.6.1. Kadar Air Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C33 (1985) serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang kadar air agregat.

3.6.2. Kadar Lumpur Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C33 (1985) serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang kadar lumpur agregat kasar.

3.6.3. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C33 (1985) serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang berat jenis dan penyerapan agregat kasar.

3.6.4. Berat Isi Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C33 (1985) serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang berat isi agregat kasar.

3.6.5. Analisa Saringan Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C33 (1985) serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang analisa saringan agregat kasar.

3.6.6. 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 UMSU tentang kekerasan agregat dengan mesin *Los Angeles*.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tinjauan Umum

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

4.2 Hasil Pemeriksaan Bahan Penyusun Beton

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

4.3 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

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

4.3.1 Hasil Pengujian Analisa Saringan

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

Tabel 4.1 : Hasil Pengujian Analisa Agregat Halus.

Nomor Saringan	Berat Tertahan				Komulatif	
	<i>Sample I</i> (gr)	<i>Sample II</i> (gr)	Total Berat (gr)	%	Tertahan	Lolos
4.75 (No.4)	65	70	135	6,77	6,77	93,23
2.36 (No.8)	82	80	162	8,12	14,89	85,11
1.18 (No.16)	137	184	321	16,09	30,98	69,02
0.60 (No.30)	169	136	305	15,29	46,27	53,73
0.30 (No.50)	464	436	900	45,11	91,38	8,62
0.15 (No.100)	11	14	25	1,25	92,63	7,37
Pan	69	78	147	7,37	100	0
Total	997	998	1995	100,00	282,92	

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

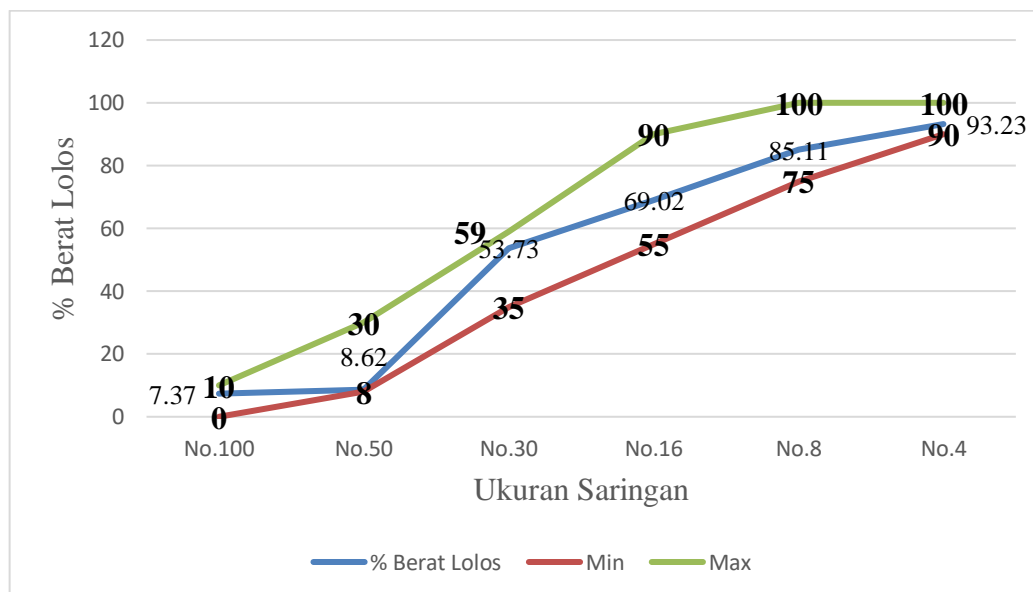
$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Halus Butir (MHB)} &= \frac{\sum \text{Berat tertahan komulatif}}{100} \\
 &= \frac{282,92}{100} \\
 &= 2,83
 \end{aligned}$$

Menurut Tjokrodimuljo (2007) pada umumnya modulus halus butir agregat halus mempunyai nilai antara 1,5 sampai 3,8. Pada pengujian ini diperoleh nilai sebesar 2,83 yang berarti memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan. Hasil pengujian analisa saringan selain menentukan nilai modulus halus butir juga digunakan untuk mengetahui gradasi agregat halus. Daerah gradasi agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.2 : Daerah Gradasi Agregat Halus.

Nomor Saringan	Lubang Saringan (mm)	Persen bahan butiran yang lolos saringan			
		Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
4	4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
8	2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
16	1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
30	0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
50	0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
100	0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

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



Gambar 4.1 : Grafik Analisa Agregat Halus.

4.3.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air

Pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan air mengacu pada SNI 19702008 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang berat jenis dan penyerapan air agregat halus. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut ini.

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

<i>FINE AGGREGATE</i> (Agregat Halus) <i>Passing No.4</i> (Lolos Ayakan N0.4)	1	2	Rata-Rata
	(gr)	(gr)	(gr)
<i>Wt. Of SSD Sample in Air</i> (Berat contoh (SSD)kering permukaan jenuh) (B)	500	500	500
<i>Wt. Of Oven Dry Sample</i> (Berat contoh (SSD)kering oven (110° C) Sampai Konstan) (E)	492	491	491,5
<i>Wt. Of Flask + Water</i> (Berat Piknometer penuh air) (D)	692	681	686.5
<i>Wt. Of Flask + Water + Sample</i> (Berat contoh SSD di dalam piknometer penuh air) (C)	994	989	991.5
<i>Bulk Sp. Gravity-Dry</i> (Berat jenis contoh kering) E / (B + D - C)	2.44	2.56	2.50
<i>Bulk Sp. Gravity-SSD</i> (Berat jenis contoh SSD) B / (B + D - C)	2.53	2.60	2.56
<i>Apparent Sp. Gravity-Dry</i> (Berat jenis contoh semu) E / (E + D - C)	2.67	2.68	2.68
<i>Absorption</i> [(B - E) / E] x 100%	1.63	1.83	1.73

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh hasil berat jenis jenuh kering muka rata-rata sebesar 2,56 gram/cm³ dan penyerapan air rata-rata sebesar 2,68%. Sebuah berat jenis agregat normal berada diantara 2,42,7 (Tjokrodimuljo,2007). Hal ini menyatakan bahwa agregat halus yang digunakan termasuk berat jenis agregat normal karena berada diantara 2,4-2,7.

4.3.3 Pengujian Kadar Air

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

Tabel 4.4 : Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus.

Agregat Halus	1 (gr)	2 (gr)
Wt of SSD Sample & Mold (Berat contoh SSD dan berat wadah)	950	951
Wt of SSD sample (berat contoh SSD)	500	500
Wt of Oven Dry Sample & Mold (Berat contoh kering oven & berat wadah)	936	938
Wt of Mold (berat wadah)	450	451
Wt of Water (berat air)	14	13
Wt of Oven Dry Sample (Berat contoh kering)	486	487
Kadar Air	2.11	2.18
Rata-Rata	2.145	

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

4.3.4 Pengujian Berat Isi

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

Tabel 4.5 : Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus.

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

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh rata-rata berat isi sebesar 1,67 gr/cm³. Berat isi yang disyaratkan pada beton normal berkisar 1,5-1,8 sehingga berat volume padat agregat halus yang digunakan telah memenuhi persyaratan.

4.3.5 Pengujian Kadar Lumpur

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

Tabel 4.6 : Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus.

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

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

4.4 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

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

4.4.1 Hasil Pengujian Analisa Saringan

Pelaksanaan pengujian analisa saringan mengacu pada SNI 03-1969-1990 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang analisa saringan agregat kasar. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.7 berikut ini.

Tabel 4.7 : Hasil Pengujian Analisa Agregat Kasar.

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

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

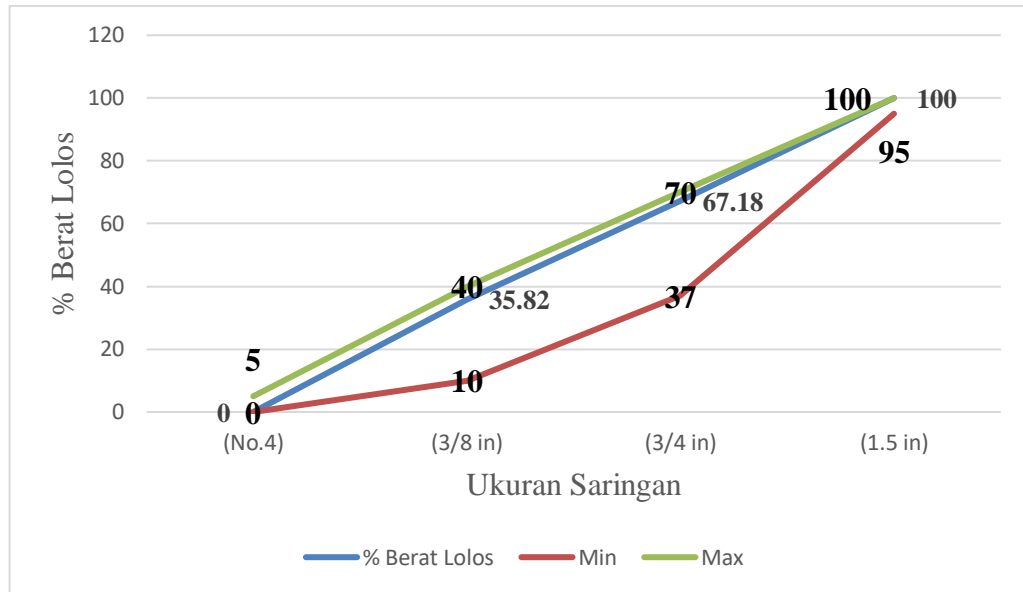
$$\begin{aligned} \text{Modulus Halus Butir (MHB)} &= \frac{\sum \text{Berat tertahan komulatif}}{100} \\ &= \frac{664,18}{100} \\ &= 6,64 \end{aligned}$$

Menurut Tjokrodinuljo (2007) pada umumnya modulus halus butir agregat kasar mempunyai nilai antara 6,0 sampai 7,0. Pada pengujian ini diperoleh nilai sebesar 6,64 yang berarti memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan. Hasil pengujian analisa saringan selain menentukan nilai modulus halus butir juga digunakan untuk mengetahui gradasi agregat kasar. Daerah gradasi agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 : Batas Gradasi Agregat Kasar.

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

Berdasarkan Tabel 4.9 gradasi agregat kasar menggunakan persyaratan gradasi agregat dengan ukuran butir maksimum 20 mm, tetapi dalam analisa saringan agrgeat kasar ini diperoleh gradasi sela karena terdapat fraksi ukuran 20 mm dan 10 mm yang tidak terpenuhi. Apabila salah satu fraksi ukuran yang tidak terpenuhi maka akan mengakibatkan volume pori (ruang kosong) pada beton menjadi lebih banyak. Variasi ukuran agregat kasar akan mengakibatkan volume pori menjadi lebih kecil dan beton yang dihasilkan akan menjadi lebih padat. Grafik hubungan antara persentase lolos kumulatif dengan persen bahan butiran yang lewat saringan dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 : Grafik Analisa Agregat Kasar.

4.4.2 Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air

Pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan air mengacu pada SNI 19692008 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang berat jenis dan penyerapan air agregat kasar. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.9 berikut ini.

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

<i>COARSE AGGREGATE</i> (Agregat Kasar)	1 (gr)	2 (gr)	Rata- Rata (gr)
<i>Passing No.4</i> (Lolos Ayakan N0.4)			
<i>Wt. Of SSD Sample in Air</i> (Berat contoh (SSD) kering permukaan jenuh) (A)	2800	2700	2750
<i>Wt. Of Oven Dry Sample</i> (Berat contoh (SSD) keringoven (110° C) Sampai Konstan) (C)	2776,5	2683	2741
<i>Wt. Of SSD Sample in Water</i> (Berat contoh (SSD) didalam air) (B)	1591	1625	1608
<i>Bulk Sp. Gravity-Dry</i> (Berat jenis contoh kering) C / (A - B)	2.31	2.50	2.41

<i>COARSE AGGREGATE</i> (Agregat Kasar)	1 (gr)	2 (gr)	Rata-rata
			(gr)
<i>Bulk Sp. Gravity-SSD</i> (Berat jenis contoh SSD) A / (A-B)	2.32	2.51	2.41
<i>Apparent Sp. Gravity-Dry</i> (Berat jenis contoh semu) C / (C-B)	2.32	2.53	2.43
<i>Absorption</i> (Penyerapan) [A - C) / C] x 100%	0.85	0.64	0.75

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

4.4.3 Pengujian Kadar Air

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

Tabel 4.10 : Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar.

Agregat Kasar	1 (gr)	2 (gr)
<i>Wt of SSD Sample & Mold</i> (Berat contoh SSD dan berat wadah) gr	1492	1495
<i>Wt of SSD sample</i> (berat contoh SSD) gr	1000	1000
<i>Wt of Oven Dry Sample & Mold</i> (Berat contoh kering oven & berat wadah) gr	1482	1486
<i>Wt of Mold</i> (berat wadah) gr	492	495

Agregat Kasar	1 (gr)	2 (gr)
<i>Wt of Water</i> (berat air) gr	10	9
<i>Wt of Oven Dry Sample</i> (Berat contoh kering) gr	990	991
<i>Kadar Air</i>	0.505	0.703
Rata-rata	0.604	

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

4.4.4 Pengujian Berat Isi

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

Tabel 4.11 : Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Kasar.

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

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh rata-rata berat isi sebesar 1,77 gr/cm³. Berat isi yang disyaratkan pada beton normal berkisar 1,5-1,8 gr/cm³ sehingga berat volume padat agregat halus yang digunakan telah memenuhi persyaratan.

4.4.5 Pengujian Kadar Lumpur

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

Tabel 4.12 : Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar.

Agregat Kasar Lolos Saringan No. 50,8 mm	Sampe 1 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Rata – rata (gr)
Berat Contoh Kering	2500	2500	2500
Berat Contoh Kering Setelah Di Cuci	2477	2489	2483
Berat Kotoran	23	21	22
Persentase Kotoran	0.9	0.8	0.9

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh nilai persentase kadar lumpur dari sampel 1 sebesar 0,9% dan nilai persentase kadar lumpur dari sampel 2 sebesar 0,8%. Maka rata-rata nilai kadar lumpur dari kedua sampel adalah sebesar 0,9%.

4.5 Perencanaan Campuran Beton

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

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

Tabel 4.13 : Data-data hasil tes dasar.

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

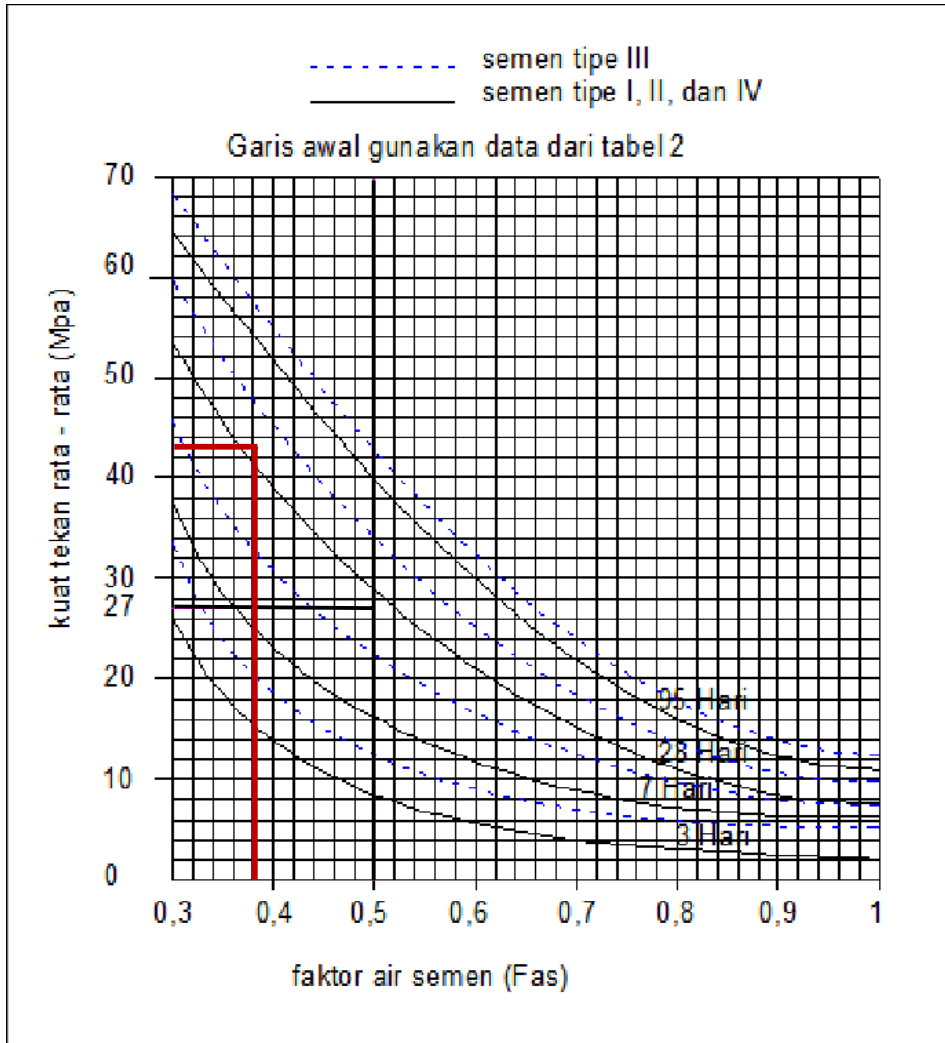
1. Kuat tarik rencana ($f'c$) = 25 MPa dan benda uji akan dilakukan pengujian pada umur rencana 28 hari.
2. Deviasi standar deviasi karena benda uji yang direncanakan kurang dari 15 buah, maka nilai yang diambil sebesar 12 MPa.
3. Nilai tambah margin (M) adalah 5,7 MPa.
4. Kuat tarik beton rata-rata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

$$f_{ct} = f_{ct} + \text{Deviasi standar} + M$$

$$= 25 + 12 + 5,7$$

$$= 42,7 \text{ MPa}$$
5. Semen yang digunakan seharusnya semen Portland tipe I (ditetapkan)
6. Agregat yang digunakan berupa agregat halus pasir alami dari Binjai dan agregat kasar batu pecah dengan ukuran maksimum 40 mm dari Binjai.
7. Faktor air semen (FAS), berdasarkan perhitungan pada Gambar 4.3 tentang grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen dengan perkiraan

kekuatan tekan beton rata-rata 42,7 MPa, semen yang digunakan semen Portland tipe I, beton dilakukan pengujian pada umur rencana 28 hari, benda uji silinder dan agregat kasar berupa batu pecah maka digunakan nilai FAS sebesar 0,38.



Gambar 4.3 : Hubungan faktor air semen dan kuat tekan beton silinder 15 x 30 cm (Mulyono, 2003).

8. Faktor air semen maksimum, berdasarkan tabel 3.8 mengenai persyaratan faktor air maksimum karena beton berada dilokasi terlindung dari hujan dan terik matahari langsung, maka faktor air semen maksimum ditetapkan sebesar 0,60.
9. Nilai slump yang direncanakan pada penelitian ini menggunakan slump rencana sebesar 30-60 mm.

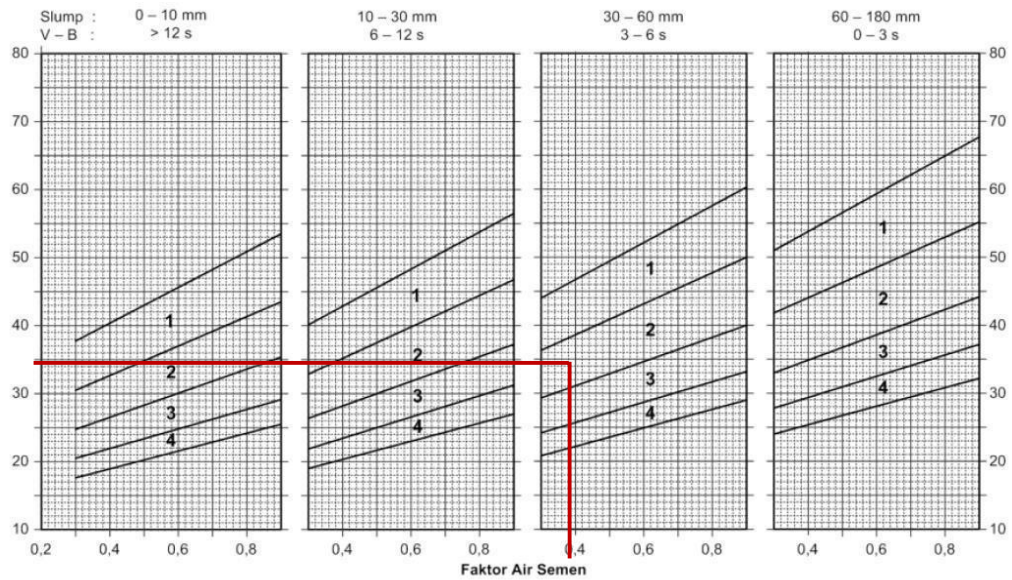
10. Ukuran maksimum yang digunakan sebesar 40 mm.
11. Kadar air bebas agregat campuran, ukuran agregat maksimum yang digunakan adalah 40 mm dan nilai slump yang ditentukan adalah 30-60 mm sehingga dari Tabel 3.7 diperoleh nilai perkiraan jumlah air untuk agregat halus (W_h) adalah 160 sedangkan untuk agregat kasar (W_k) adalah 190 sehingga nilai kadar air bebas yang digunakan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar Air Bebas} &= \frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k \\
 &= \frac{2}{3} 160 + \frac{1}{3} 190 \\
 &= 170 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar semen} &= \frac{\text{Kadar Air Bebas}}{\text{Faktor Air Semen}} \\
 &= \frac{170}{0,38} \\
 &= 447,368 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

13. Kadar semen maksimum sebesar 447,368 kg/m³.
14. Kadar semen minimum untuk beton yang direncanakan didalam ruangan dan terlindung dari hujan serta terik matahari langsung dari Tabel 3.8 mempunyai kadar semen minimum per-m³ sebesar 275 kg.
15. Faktor air semen yang disesuaikan berdasarkan Gambar 4.3 yaitu sebesar 0,38.
16. Susunan butir agregat halus berdasarkan Gambar 4.1 yaitu batas gradasi pasir no.2.
17. Susunan butir agregat kasar berdasarkan Gambar 4.2 yaitu batas gradasi kerikil ukuran maksimum 40 mm.
18. Persentase agregat halus, dengan mengacu pada slump 30-60 mm, faktor air semen 0,38 dan ukuran butir maksimum 40 mm serta agregat halus berada pada gradasi 2 maka persentase agregat halus terhadap kadar agregat total sesuai pada Gambar 4.4. Sehingga diperoleh persentase halus batas bawah sebesar 38% = 0,38%.

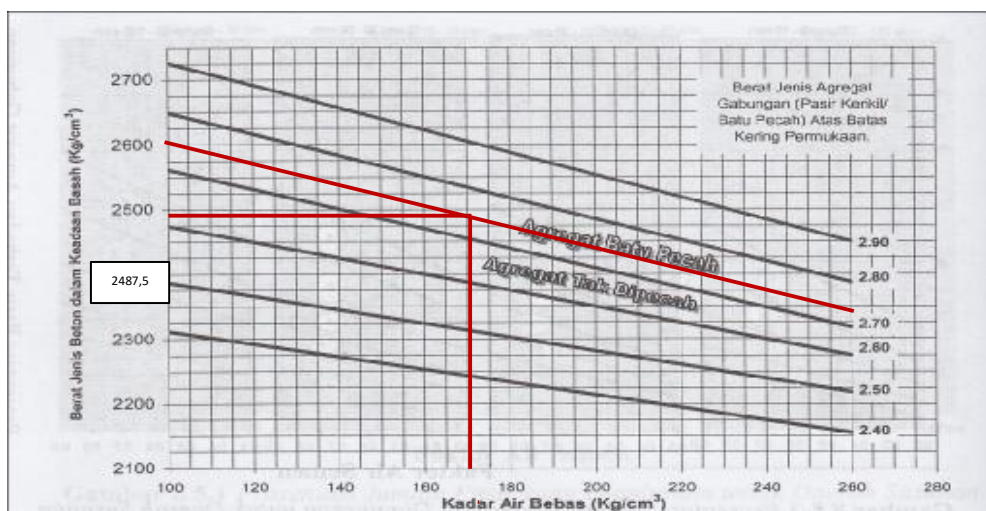


Gambar 4.4 : Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm pada fas 0,38 (SNI 03-2834-2000).

19. Menghitung berat jenis relatif agregat (kering permukaan) SSD :

$$\begin{aligned} \text{Berat Jenis Relatif} &= (AH \times BJAH) + (AK \times BIAK) \\ &= (0,38 \times 2,57) + (0,62 \times 2,72) \\ &= 2,73 \end{aligned}$$

20. Berat isi beton diperoleh dari Gambar 4.5 dengan nilai kadar air bebas yang digunakan sebesar 170 dan berat jenis gabungan sebesar 2,73, maka diperoleh nilai berat isi beton sebesar 2487,5 Kg/m³



Gambar 4.5 : Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton pada fas 0,38 (SNI 03-2834-2000).

21. Kadar agregat gabungan diperoleh sebagai berikut.

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

22. Kadar agregat halus diperoleh sebagai berikut.

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

23. Kadar agregat kasar diperoleh sebagai berikut.

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

24. Proporsi Campuran

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

Tabel 4.14 : Propersi campuran.

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

25. Koreksi Proporsi Campuran

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

Diketahui :

-	Jumlah air (B)	= 170 kg/m ³
-	Jumlah agregat halus (C)	= 710,650 kg/m ³
-	Jumlah agregat kasar (D)	= 1159,482 kg/m ³
-	Penyerapan agregat halus (C _a)	= 1,73

-	Penyerapan agregat kasar (Da)	= 0,75
-	Kadar air agregat halus (Ck)	= 2,145
-	Kadar air agregat kasar (Dk)	= 0,604

a. Air

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

b. Agregat halus

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

c. Agregat kasar

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

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

Tabel 4.15 : Koreksi propersi campuran.

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

Tabel 4.16 : 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		25 Mpa	
2	Deviasi Standar	-		12 Mpa	
3	Nilai tambah (margin)	-		5,2 Mpa	
4	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	1+2+3		42,7 Mpa	
5	Jenis semen			Tipe I	
6	Jenis agregat:	Ditetapkan		Batu pecah Binjai	
	- kasar - halus	Ditetapkan		Pasir alami Binjai	
7	Faktor air-semen bebas	-		0,38	
8	Faktor air-semen maksimum	Ditetapkan		0,60	
9	Slump	Ditetapkan		30-60 mm	
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan		40 mm	
11	Kadar air bebas	Tabel 4.7		170 kg/m ³	
12	Jumlah semen	11:7		447,368 kg/m ³	
13	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan		447,368 kg/m ³	
14	Jumlah semen minimum	Ditetapkan		275 kg/m ³	
15	Faktor air-semen yang disesuaikan	-		0,38	
16	Susunan besar butir agregat halus	Gambar 3.2		Daerah gradasi zona 2	
17	Susunan agregat kasar atau gabungan	Gambar 3.3		Gradasi maksimum 40 mm	
18	Persen agregat halus	Gambar 4.2		38 %	
19	Berat jenis relatif, agregat (kering permukaan)	-		2,73	
20	Berat isi beton	Gambar 4.3		2487,5 kg/m ³	
21	Kadar agregat gabungan	20-(12+11)		1870,132 kg/m ³	
22	Kadar agregat halus	18 x 21		710,650 kg/m ³	
23	Kadar agregat kasar	21-22		1159,482 kg/m ³	
24	Proporsi campuran	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
	- Tiap m ³	447,368	170	710,650	1159,482
- Tiap campuran uji m ³	1	0,38	1,59	2,59	

No.	Uraian	Tabel/Gambar		Nilai	
		Perhitungan			
24	- Tiap campuran uji 0,0053 m ³ (1 silinder)	2,371	0,900	3,782	6,136
25	Koreksi proporsi campuran				
	- Tiap m ³	447,368	170	710,650	1159,482
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,38	1,59	2,59
	- Tiap campuran uji 0,0053 m ³ (1 silinder)	2,371	0,900	3,782	6,136

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

Tabel 4.17 : Perbandingan campuran akhir untuk 1 benda uji (m³)

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

4.5.1 Untuk benda uji

Menggunakan cetakan silinder dengan ukuran:

Tinggi Silinder = 30 cm = 0,30 m

Diameter Silinder = 15 cm = 0,15 m

Maka, Volume Silinder yaitu :

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

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

Maka:

- Semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
= Banyak semen x Volume 1 benda uji
= $447,368 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$
= 2,371 kg
- Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
= Banyak pasir x Volume 1 benda uji
= $710,650 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$
= 3,782 kg
- Batu pecah yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
= Banyak batu pecah x Volume 1 benda uji
= $1159,482 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$
= 6,136 kg
- Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
= Banyak air x Volume 1 benda uji
= $170 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$
= 0,900 kg

Perbandingan untuk 1 benda uji dalam satuan kg adalah:

Tabel 4.18 : Perbandingan untuk 1 benda uji dalam satuan kg.

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

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

Tabel 4.19 : Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

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

Berdasarkan Tabel 4.19 menjelaskan bahwa jumlah yang berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan 1,5" sebesar 0,273 kg, saringan 3/4" sebesar 2,509 kg, saringan 3/8" sebesar 2,808 kg dan saringan No.4 sebesar 0,546 kg. Total keseluruhan dari agregat kasar yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 6,136 kg.

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

Nomor saringan	% berat tertahan	Berat tertahan (kg)
		$\frac{\text{jumlah berat tertahan}}{\text{jumlah agregat halus}} \times 100$
No.4	0,740	0,028
No.8	6,610	0,250
No.16	19,513	0,738
No.30	24,405	0,923
No.50	26,388	0,998

Nomor Saringan	% berat tertahan	Berat tertahan (kg)
		$\frac{\text{jumlah berat tertahan}}{\text{jumlah agregat halus}} \times 100\%$
No.100	19,804	0,749
Pan	2,538	0,096
Total		3,782

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

b. Bahan Steel fibre sebagai bahan penambah

Penggunaan bahan tambah yang digunakan dalam penelitian menggunakan steel fibre sebesar 1%, 2%, 3% dan 4% dari berat semen. Berat masing-masing variasi diuraikan sebagai berikut :

Tabel 4.21 : Banyak steel fibre yang dibutuhkan untuk 4 benda uji silinder.

Persentase banyaknya serat (%)	Banyaknya serat dari berat semen (gr)
1	0,024
2	0,047
3	0,071
4	0,095

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

- Semen yang dibutuhkan untuk 15 benda uji
 - = Banyak semen 1 benda uji x 15 benda uji
 - = 2,371 kg x 15
 - = 35,565 kg

- Pasir yang dibutuhkan untuk 15 benda uji
 - = Banyak pasir untuk 1 benda uji x 15
 - = 2,782 kg x 15
 - = 56,73 kg
- Batu Pecah yang dibutuhkan untuk 15 benda uji
 - = Banyak pasir untuk 1 benda uji x 15
 - = 6,136 kg x 15
 - = 92,04 kg
- Air yang dibutuhkan untuk 15 benda uji
 - = Banyak pasir untuk 1 benda uji x 15
 - = 0,900 L x 15
 - = 13,5 L
- Sika viscocrete 8670-MN yg dibutuhkan untuk 15 benda uji
 - = 17,67 ml x 15
 - = 265,05 ml
- Steel fibre sebagai bahan penambah 1%
 - = Banyak steel fibre 1% benda uji x 3 benda uji
 - = 0,024 x 3
 - = 0,072 kg
- Steel fibre sebagai bahan penambah 2%
 - = Banyak steel fibre 2% benda uji x 3 benda uji
 - = 0,047 x 3
 - = 0,141 kg
- Steel fibre sebagai bahan penambah 3%
 - = Banyak steel fibre 3% benda uji x 3 benda uji
 - = 0,071 x 3
 - = 0,213 kg
- Steel fibre sebagai bahan penambah 4%
 - = Banyak steel fibre 4% benda uji x 3 benda uji
 - = 0,095 x 3
 - = 0,285 kg

$$\begin{aligned} \text{Jumlah total steel fibre} &= 0,072+0,141+0,213+0,285 \\ &= 0,711 \text{ kg} \end{aligned}$$

Tabel 4.22 : Perbandingan untuk 15 benda uji dalam satuan kg.

Semen	:	Pasir	:	Batu Pecah	:	Air
35,565 kg	:	56,73 kg	:	92,04 kg	:	265,05 ml

4.6 Slump Test

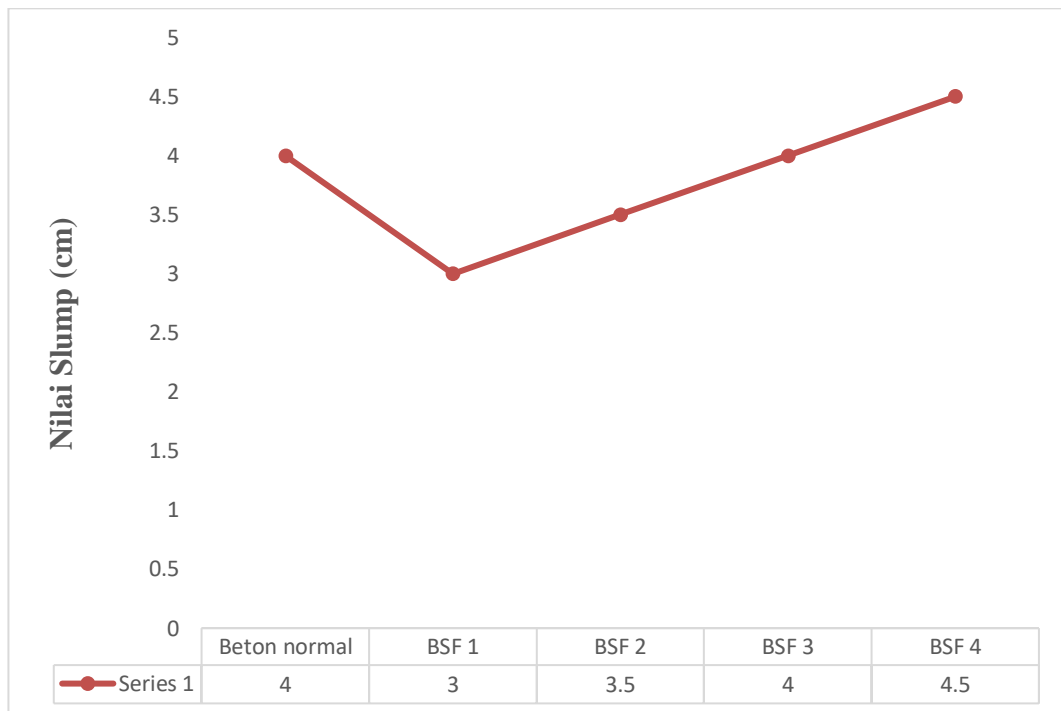
Pengujian *slump* dilakukan dengan kerucut *abrams* dengan cara mengisi kerucut *abrams* dengan beton segar sebanyak 3 lapis, tiap lapis kira-kira 1/3 dari isi kerucut pada tiap lapisan dilakukan penusukan sebanyak 25 kali, tongkat penusuk harus masuk sampai bagian bawah tiap-tiap lapisan setelah pengisian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

Tabel 4.23 : Hasil pengujian nilai *slump*.

	Beton Normal	Beton dengan penambahan steel fibre 1%	Beton dengan penambahan steel fibre 2%	Beton dengan penambahan steel fibre 3%	Beton dengan penambahan steel fibre 4%
Hari	28	28	28	28	28
Slump Test (cm)	4	3	3.5	4	4.5

Dari tabel diatas, dapat dilihat bahwa semakin besar presentase penambahan *steel fibre* maka nilai *slump* menjadi semakin tinggi pula. Nilai *slump* terendah terjadi pada beton dengan penambahan *steel fibre* 1% yaitu 3cm. sedangkan *slump* tertinggi terjadi pada beton dengan penambahan *steel fibre* 4% yaitu 4,5 cm. hasil *slump* ini dipengaruhi oleh dua hal, yaitu karena adanya

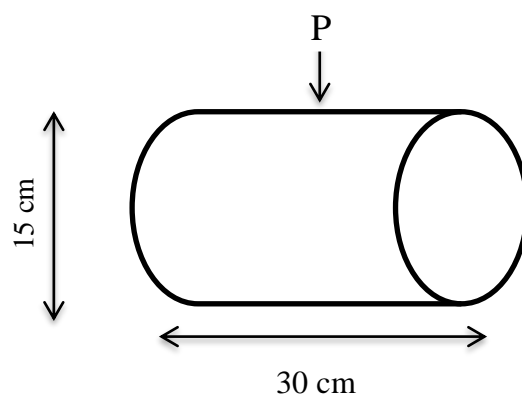
penambahan superplasticizer dan reaksi kimia yang terjadi antara aluminium dan semen.



Gambar 4.6 : Grafik perbandingan nilai *slump*.

4.7 Kuat Tarik Beton

Pengujian kuat tarik beton dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan menggunakan mesin tekan dengan kapasitas 1500 KN, benda uji yang akan dites adalah berupa silinder dengan panjang 30 cm dan jumlah benda uji 15 buah, seperti pada Gambar 4.7 dengan pengelompokan benda uji sesuai dengan variasi campurannya.



Gambar 4.7 : Beban tekan pada benda uji silinder.

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

4.7.1 Kuat Tarik Beton Normal (saat pengujian).

Pengujian beton normal dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tarik beton normal 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Berdasarkan Tabel 4.8 menjelaskan hasil uji kuat tarik beton normal 28 hari. Dari 3 masing-masing benda uji beton normal yang diuji kuat tariknya, maka diperoleh nilai kuat tarik beton rata-rata sebesar 3,61 MPa pada umur beton 28 hari.

Tabel 4. 24 : Hasil pengujian kuat tarik beton normal.

Benda Uji	Umur Beton (Hari)	Beban Maksimum (Ton)	Kuat Tarik (Mpa)	Kuat Tarik Rata-Rata (Mpa)
BN 1	28	24	3,33	3,61
BN 2	28	28,5	3,96	
BN 3	28	25,5	3,54	

Berdasarkan Tabel 4. 24 menjelaskan hasil uji kuat tarik beton normal variasi *Steel fibre* 0% dan sika *viscocrete 8670-MN* 0,8% dengan perendaman 28 hari. Dari hasil yang didapatkan dari 3 benda uji beton normal yang diuji kuat tariknya, maka diperoleh nilai kuat tarik beton rata-rata sebesar 3,61 MPa pada umur beton 28 hari.

4.7.2 Kuat Tarik Beton Sika viscocrete 8670-MN 0,8% dan Steel Fibre 1% (saat pengujian).

Pengujian beton dengan variasi *sika viscocrete 8670-MN* dan *steel fibre 1%* dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tarik beton dengan *sika viscocrete 8670-MN* dan *steel fibre 1%* 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.25..

Berdasarkan Tabel 4.25 menjelaskan hasil kuat tarik beton yang telah didapat kuat tarik rata-rata pada umur beton 28 hari sebesar 2,84 Mpa. Dari 3 buah sample benda uji masing-masing memiliki kuat tarik beton yang rendah namun perbandingan nilai tidak terlalu jauh. Hal ini bisa saja faktor penggunaan asp yang sedikit sehingga menyebabkan kuat tarik yang rendah.

Tabel 4. 25 : Hasil pengujian kuat tarik beton dengan *steel fibre 1%*

Benda Uji	Umur Beton (Hari)	Beban Maksimum (Ton)	Kuat Tarik (Mpa)	Kuat Tarik Rata-Rata (Mpa)
BSF 1	28	24	3,33	2,91
BSF 1	28	15	2,08	
BSF 1	28	24	3,33	

Berdasarkan tabel 4. 25 menjelaskan hasil kuat tarik beton dengan variasi *steel fibre 1%* dan *sika viscocrete 8670-MN 0,8%* didapatkan kuat tarik rata-rata pada umur beton 28 hari sebesar 2,91 MPa. Dari hasil yang didapat dari 3 benda uji masing-masing memiliki kuat tarik yang rendah namun perbandingan nilai tarik antara 3 benda uji tidak terlalu jauh. Hal ini bisa saja faktor penambahan *steel fibre* yang sedikit sehingga menyebabkan kuat tarik yang rendah.

4.7.3 Kuat Tarik Beton Sika viscocrete 8670-MN 0,8% dan Steel Fibre 2% (saat pengujian).

Pengujian beton dengan variasi *sika viscocrete 8670-MN* dan *steel fibre 2%* dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah.

Hasil kuat tarik beton dengan *sika viscocrete 8670-MN* dan *steel fibre 2%* 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.26.

Berdasarkan Tabel 4.26 menjelaskan hasil kuat tarik beton yang telah didapat kuat tarik rata-rata pada umur beton 28 hari sebesar 2,84 Mpa.

Tabel 4.26 : Hasil pengujian kuat tarik beton dengan *steel fibre 2%*

Benda Uji	Umur Beton (Hari)	Beban Maksimum (Ton)	Kuat Tarik (Mpa)	Kuat Tarik Rata-Rata (Mpa)
BSF 2	28	24	3,33	3,19
BSF 2	28	22,5	3,12	
BSF 2	28	22,5	3,12	

Berdasarkan tabel 4. 26 menjelaskan hasil kuat tarik beton dengan variasi *steel fibre 1%* dan *sika viscocrete 8670-MN 0,8%* didapatkan kuat tarik rata-rata pada umur beton 28 hari sebesar 3,19 MPa. Dari hasil yang didapat dari 3 benda uji masing-masing memiliki kuat tarik yang rendah namun perbandingan nilai tarik antara 3 benda uji tidak terlalu jauh. Hal ini bisa saja faktor penambahan *steel fibre* yang sedikit sehingga menyebabkan kuat tarik yang rendah.

4.7.4 Kuat Tarik Beton Sika viscocrete 8670-MN 0,8% dan Steel Fibre 3% (saat pengujian).

Pengujian beton dengan variasi *sika viscocrete 8670-MN* dan *steel fibre 3%* dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tarik beton dengan *sika viscocrete 8670-MN* dan *steel fibre 3%* 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.27.

Berdasarkan Tabel 4.27 menjelaskan hasil kuat tarik beton yang telah didapat kuat tarik rata-rata pada umur beton 28 hari sebesar 3,26 Mpa.

Tabel 4.27 : Hasil pengujian kuat tarik beton dengan *steel fibre* 3%

Benda Uji	Umur Beton (Hari)	Beban Maksimum (Ton)	Kuat Tarik (Mpa)	Kuat Tarik Rata-Rata (Mpa)
BSF 3	28	21	2,91	3,26
BSF 3	28	15	2,08	
BSF 3	28	27	4,79	

Berdasarkan tabel 4. 25 menjelaskan hasil kuat tarik beton dengan variasi *steel fibre* 1% dan sika *viscocrete 8670-MN* 0,8% didapatkan kuat tarik rata-rata pada umur beton 28 hari sebesar 3,26 MPa. Dari hasil yang didapat dari 3 benda uji masing-masing memiliki kuat tarik yang rendah namun perbandingan nilai tarik antara 3 benda uji tidak terlalu jauh. Hal ini bisa saja faktor penambahan *steel fibre* yang sedikit sehingga menyebabkan kuat tarik yang rendah.

4.7.5 Kuat Tarik Beton Sika *viscocrete 8670-MN* 0,8% dan Steel Fibre 4% (saat pengujian).

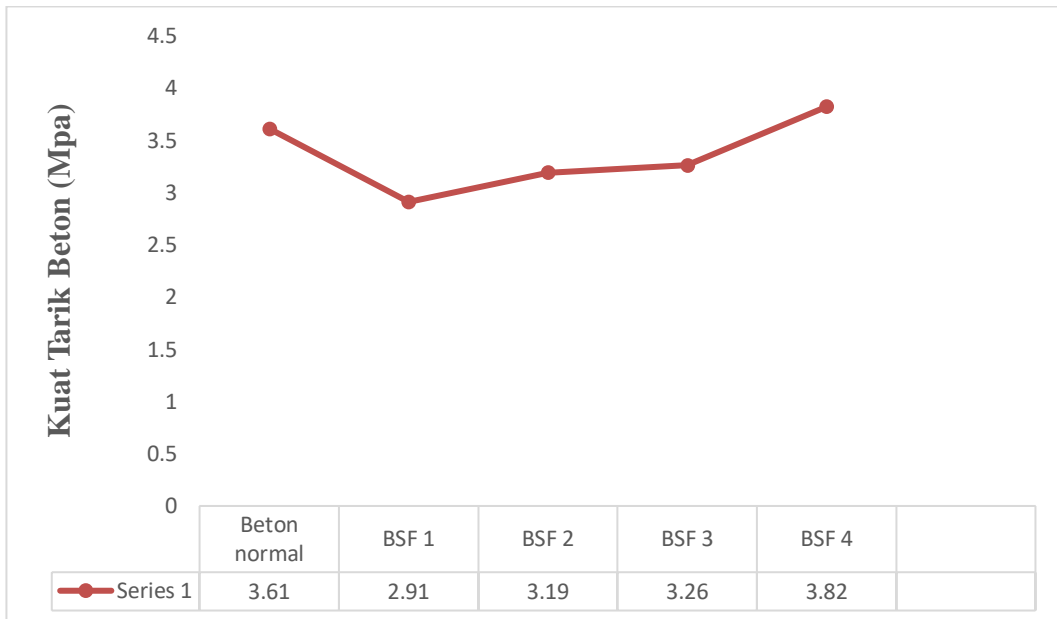
Pengujian beton dengan variasi sika *viscocrete 8670-MN* dan *steel fibre* 4% dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tarik beton dengan sika *viscocrete 8670-MN* dan *steel fibre* 4% 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.28.

Berdasarkan Tabel 4.28 menjelaskan hasil kuat tarik beton yang telah didapat kuat tarik rata-rata pada umur beton 28 hari sebesar 3,82 Mpa.

Tabel 4.28 : Hasil pengujian kuat tarik beton dengan *steel fibre* 4%

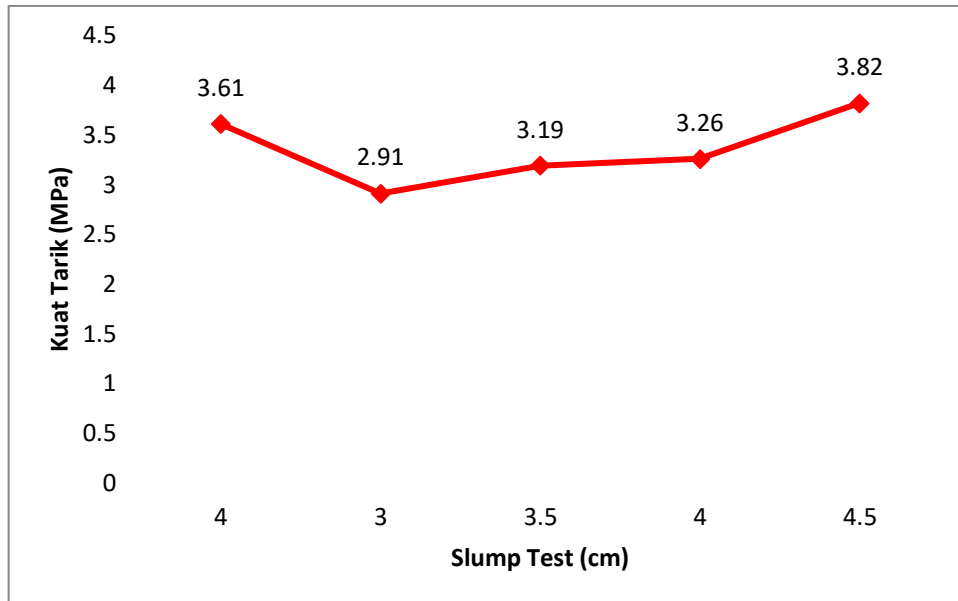
Benda Uji	Umur Beton (Hari)	Beban Maksimum (Ton)	Kuat Tarik (Mpa)	Kuat Tarik Rata-Rata (Mpa)
BSF 4	28	30	4,16	3,82
BSF 4	28	28,5	3,96	
BSF 4	28	24	3,33	

Berdasarkan tabel 4. 25 menjelaskan hasil kuat tarik beton dengan variasi *steel fibre* 1% dan sika *viscocrete 8670-MN* 0,8% didapatkan kuat tarik rata-rata pada umur beton 28 hari sebesar 3,82 MPa. Dari hasil yang didapat dari 3 benda uji masing-masing memiliki kuat tarik yang rendah namun perbandingan nilai tarik antara 3 benda uji tidak terlalu jauh. Hal ini bisa saja faktor penambahan *steel fibre* yang sedikit sehingga menyebabkan kuat tarik yang rendah.



Gambar 4.8 : Grafik persentase kuat tarik beton steel fibre umur 28 hari.

Dari gambar diatas dapat diketahui bahwa presentase kenaikan kuat tarik beton terjadi karena ada penambahan *steel fibre* dan *viscocrete 8670-MN* pada benda uji beton dengan umur 28 hari.



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

Dari Gambar 4.9 disimpulkan bahwa perbandingan kuat tarik beton dengan slump test didapat hasil kuat tarik beton terbesar terjadi pada beton dengan penambahan steel fibre 4% dan *viscocrete 8670-MN* 0,8% adalah 3,82 Mpa terhadap beton rencana 25 Mpa dengan slump test 4 cm. Dan terjadi penurunan pada penambahan *steel fibre* 1% dan *viscocrete 8670-MN* 0,8% adalah 2,91 Mpa terhadap beton rencana 25 Mpa dengan slump test 3 cm.

Maka, berdasarkan data yang telah dikumpulkan mengenai kenaikan kuat tarik beton. Hasil penelitian ini memiliki beberapa faktor yang dapat menaikkan kuat tarik. Adapun faktor yang dapat yang mengakibatkan hal ini terjadi adalah karena persentase *steel fibre* dan *sika viscocrete 8670-MN* yang memang digunakan untuk menaikkan kuat tarik beton apabila yang digunakan mencukupi pada proporsi. Persentase paling tinggi berada pada beton dengan variasi steel fibre 4% dan sika *viscocrete 8670-MN* 0,8% yaitu 3,82 MPa untuk umur 28 hari.

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

Pada nilai slump untuk beton normal maupun beton dengan substitusi *steel fibre* memenuhi syarat standar slump rencana yakni 3 - 6 cm. terlihat bahwa adukan beton memiliki workability yang baik, dengan kata lain bahwa kemudahan

dalam pencampuran baik. Dari hasil pengujian slump test ini juga menunjukkan adukan campuran beton telah tercampur dengan merata dan sempurna dan terlihat tidak terjadi segregasi (pemisahan kerikil) dan bleeding (naiknya air kepermukaan) pada adukan beton segar.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

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

1. Berdasarkan dari data kuat tarik beton yang dihasilkan bahwa semakin besar presentase penambahan sika ViscoCrete 8670-MN dan Steel Fibre sebagai bahan penambah maka semakin tinggi kuat tarik yang didapat.
2. Berdasarkan dari data kuat tarik beton yang dihasilkan bahwa variasi persen sika *ViscoCrete 8670-MN* dan *steel fibre* dapat mempengaruhi mutu beton yang didapat pada umur 28 hari yaitu:
 - Beton dengan *steel fibre* dan *viscocrete 8670-MN* 1% didapatkan kuat tarik sebesar 2,91 MPa
 - Beton dengan *steel fibre* dan *viscocrete 8670-MN* 2% didapatkan kuat tarik sebesar 3,91 MPa
 - Beton dengan *steel fibre* dan *viscocrete 8670-MN* 3% didapatkan kuat tarik sebesar 3,26 MPa
 - Beton dengan *steel fibre* dan *viscocrete 8670-MN* 4% didapatkan kuat tarik sebesar 3,82 MPa
3. Berdasarkan data dari kuat tarik beton, karakteristik yang didapat bahwa beton ditambah dengan sika ViscoCrete 8670-MN dan Steel fibre mempunyai kuat tarik yang tinggi, semakin banyak persen yang ditambah maka semakin tinggi kuat tarik beton yang didapat.
4. Dari data tersebut terlihat bahwa nilai kuat tarik dipengaruhi oleh penambahan *steel fibre* dan sika *viscocrete 8670-MN*. Semakin besar kandungan *steel fibre* dan sika *viscocrete 8670-MN* maka semakin besar nilai Slump test yang didapatkan. kuat tarik beton.
5. Dari hasil penelitian ini diketahui bahwa penambahan *steel fibre* dan *viscocrete 8670-MN* terjadi kenaikan pada presentase 4%, maka dianjurkan untuk penelitian selanjutnya menggunakan presentase variasi *steel fibre* minimal 4% dari berat semen.

5.2. Saran

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

DAFTAR PUSTAKA

- Amariansah, W., Antonius, A., & Soehartono, S. (2018). Aditif Serat Kawat Baja Untuk Meningkatkan Kekangan Kolom Beton Persegi. *Neo Teknika*, 4(2), 25–29. <https://doi.org/10.37760/neoteknika.v4i2.1227>
- Arkis, Z. (2020). Pengaruh Metode Perawatan Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Normal, 7(2), 78–84. <https://doi.org/10.21063/JTS.2020.V702.05>
- Fiber, S., Mutu, T., & Dalam, B. K. (2020). TEKNIKA : Jurnal Teknik ANALISA PENAMBAHAN ZAT ADIKTIF SUPERPLACITIZER DAN SERAT TEKNIKA : Jurnal Teknik, 7(2), 142–154.
- Fibre, G., & Sipil, T. (2016). PENAMBAHAN FIBRE STEEL PADA CAMPURAN BETON (Tinjauan Terhadap Kuat Tekan Pada Umur Beton 3 Hari), 01(02), 209–216.
- Gungto, B., Ningrum, D., Rasidi, N., & Barat, K. M. (2018). Studi Kelayakan Pasir Handel dan Krikil dari Kali Wae Longge di Kabupaten Manggarai Barat Sebagai Salah Satu Material Beton Mutu Fc ', 2(2), 288–294.
- Ilmiah, J., & Teknika, S. (2016). Pengaruh Penambahan Pecahan Kaca Sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus dan Penambahan Fiber Optik Terhadap Kuat Tekan Beton Serat (The Effect of Substitution of Crushed Glass for Fine Aggregate and Addition of Optic Fibre on the Compressive Strength of Fi, 19(2), 148–156.
- Malino, L., Wallah, S. E., & Handono, B. D. (2019). Pemeriksaan Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Lentur Beton Serat Kawat Bendrat Yang Ditekuk Dengan Variasi Sudut Berbeda. *Jurnal Sipil Statik*, 7 (6)(ISSN 2337-6732), 711–722.
- Marvin, T., Purwanto, E., & Irianti, L. (2016). Pengaruh Penambahan Fiber Baja Seling dengan Volume Fraction 0,4%, 0,6% dan 0,8% terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Lentur pada Beton Mutu Normal. *Jrsdd*, 4 (3)(ISSN:2303-0011), 357–370.

- Menggunakan, R.-R., Kasar, A., & Angus, B. (2019). Sary Shandy, Joni Hermanto., *12*, 72–83.
- Nofri, M. (2019). Analisis Ketangguhan antara Baja st 37 dan st42 dengan Ketebalan dan Variasi Lapisan Karbon Fiber untuk Kerangka Mobil Listrik. *Presisi*, 56–65.
- Pratiwi, S., Prayuda, H., & Prayuda, F. (2016). Kuat Tekan Beton Serat Menggunakan Variasi Fibre Optic dan Pecahan Kaca (Compressive Strength of Fibre Concrete Using Fibre Optic Variation and Glass Fracture). *Semesta Teknika*, *19*(1), 55–67.
- Rancang, S. P., & Santoso, A. (2012). STUDI PERBANDINGAN RANCANG CAMPUR BETON NORMAL MENURUT SNI 03-2834-2000 DAN SNI 7656 : 2012, *XIII*(2).
- Siswanto, A. (2011). Pengaruh Fiber Baja pada Kapasitas Tarik dan Lentur Beton. *Industrial Research Workshop and National Seminar*, 193–199.
- Suarsana. (2014). Pengetahuan Material Teknik, 1–71.
- Superplasticiser, H. P. (2017). Sika ® ViscoCrete ® -8670 MN, (October), 3–5.
- Teknik, F., & Tridinanti, U. (n.d.). No Title.
- Y, M. R., S, A. A., Studi, P., Sipil, T., Jaya, U. P., Studi, P., ... Jaya, U. P. (2018). Pengaruh Penambahan Serpihan Aluminium Sebagai Bahan Parsial Semen Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton, *5*(1).

Syarat utama semen Portland SNI 15-2049-2004

Spesifikasi air SNI 7974 : 2013

Perencanaan pembuatan campuran beton SNI 03-2834-2000

Data perencanaan campuran beton SNI 7656:2012

PBI (Peraturan Beton Indonesia),SNI-03-2834 (1993)

LAMPIRAN



Lampiran 1 : Agregat Kasar.



Lampiran 2 : Agregat Halus.



Lampiran 3 : Air.



Lampiran 4 : Sika Viscocrete-8670MN.



Lampiran 5 : Steel Fibre.



Lampiran 6 : Semen Portland.



Lampiran 7 : Compressing Test Machine (CTM).



Lampiran 8 : Saringan Agregat Kasar.



Lampiran 9 : Saringan Agregat Halus.



Lampiran 10 : Cetakan Silinder.



Lampiran 11 : Oven.



Lampiran 12 : Gelas / Tabung ukur.



Lampiran 13 : Kerucut Abrams.



Lampiran 14 : Mixer Beton.



Lampiran 15 : Timbangan Digital.



Lampiran 16 : Tongkat Perojok.



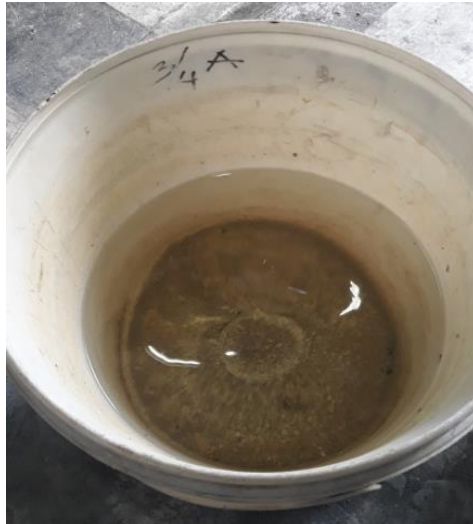
Lampiran 17 : Plat Seng 2m x 1m.



Lampiran 18 : Bak Perendaman.



Lampiran 19 : Alat Tulis.



Lampiran 20 : Ember.



Lampiran 21 : Plastik.



Lampiran 22 : Sendok Semen.



Lampiran 23 : Penggaris.



Lampiran 24 : Sekop Tangan.



Lampiran 25 : Masker.



Lampiran 26 : Sarung Tangan.



Lampiran 27. Proses Pembuatan Adukan Beton.



Lampiran 28. Proses Pengujian Slump Test.



Lampiran 30. Proses Perojokan Adukan Beton



Lampiran 31. Perendaman Benda Uji.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama Lengkap : Aldi Hadad Alwi
Nama Panggilan : Alwi
Tempat, Tanggal Lahir : Bandar Setia, 02 Desember 1999
Jenis Kelamin : Laki-laki
Alamat : Jl. Terusan Dusun II Bandar Setia
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : Herianto
Ibu : Ruslina
No Hp : 085767494288
Email : aldialwi99@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk
Mahasiswa : 1707210009
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Kelamin : Laki-laki
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jalan Kapten Muchtar Basri No.3
medan 20238

PENDIDIKAN FORMAL

Tingkat Pendidikan	Nama dan Alamat	Tahun Kelulusan
Sekolah Dasar	SDN 101766 Bandar Setia	2005 - 2011
Sekolah Menengah Pertama	SMP Prayatna Medan	2011 - 2014
Sekolah Menengah Atas	SMK N.1 Percut Sei Tuan	2014 - 2017