

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK *STYROFOAM* DAN
SUPERPLASTICIZER TERHADAP KUAT TARIK BETON**

(Studi Penelitian)

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

Disusun Oleh:

RIZKI ARAMI

1607210204



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



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

FAKULTAS TEKNIK

Jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 – EXT. 12

Website : <http://fatek.umsu.ac.id> Email : fatek@umsu.ac.id

Ja menjawab surat ini agar disebutkan
mor dan tanggalnya



LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Rizki Arami

NPM : 1607210204

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Serbuk Styrofoam Dan
Superplasticizer Terhadap Kuat Tarik Beton

Bidang Ilmu : Struktur

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA
PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, 16 November 2020

Dosen Pembimbing

Dr. Fahrizal Zulkarnain

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Rizki Arami

NPM : 1607210204

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : "Pengaruh Penambahan Serbuk *Styrofoam* Dan *Superplasticizer* Terhadap Kuat Tarik Beton"

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, 16 November 2020

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing



Dr. Fahrizal Zulkarnain

Dosen Pembimbing I



Dr. Ade Faisal

Dosen Pembimbing II



Rizki Efrida, S.T,M.T

Ketua Prodi Teknik Sipil



Dr. Fahrizal Zulkarnain

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Rizki Arami
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 21 Maret 1997
NPM : 1607210204
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

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

“Pengaruh Penambahan Serbuk Styrofoam Dan *Superplasticizer* Terhadap Kuat Tarik Beton”

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

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

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

Medan, 16 November 2020

Saya yang menyatakan,



Rizki Arami

ABSTRAK

Pengaruh Penambahan Serbuk *Styrofoam* Dan *Superplasticizer* Terhadap Kuat Tarik Beton

Rizki Arami
1607210204

Dr, Fahrizal Zulkarnain

Beton merupakan salah satu bahan bangunan yang umum digunakan dan mengalami banyak perkembangan hingga saat ini. Beton sudah sangat umum digunakan untuk pembangunan struktur karena selain harganya yang relatif murah, beton memiliki ketahanan yang tinggi dan juga usia layan yang panjang. Sifat-sifat beton sangat bervariasi karena bervariasinya proporsi campuran dan pengadukannya. Dalam pembuatan beton salah satu bahan alternatif tambahan yang digunakan adalah *Styrofoam*. Beton yang dibuat dengan penambahan *Styrofoam* dapat disebut beton *Styrofoam* (*Styrofoam concrete*) yang disingkat *Styrocon*. Dengan digunakannya *Styrofoam* diharapkan dapat mengurangi berat beton. Pada penelitian ini menggunakan butir *Styrofoam* yang memiliki ukuran butiran sebesar 3mm-5mm, dan penggunaan *sika viscocrete 3115N* 0.8% dari volume semen pada campuran beton butir *Styrofoam*. Persentase penggunaan butir *Styrofoam* pada campuran beton bervariasi yaitu sebesar 5%, 6%, dan 7% dari volume agregat kasar. Penetapan persentase butir *Styrofoam* yang bervariasi dimaksudkan untuk mengetahui perilaku mekanik beton (kuat tarik) terbaik dalam campuran beton. Sampel pengujian berupa silinder 15cm x 30cm sebanyak 12 benda uji. Untuk mengetahui nilai kuat tarik beton dilakukan perendaman selama 28 hari. Nilai kuat tarik berdasarkan variasi adalah sebesar Normal (0%) = 4,60 Mpa; Variasi I (5%) = 3,54 Mpa; Variasi II (6%) = 3,04 Mpa; Variasi III (7%) = 3,11 Mpa.

Kata Kunci: *Styrofoam*, Kuat Tarik, *Sika Viscocrete 3115N*

ABSTRACT

The Effect of Addition of Styrofoam Powder and Superplasticizer on the Tensile Strength of Concrete

Rizki Arami
1607210204
Dr, Fahrizal Zulkarnain

Concrete is one of the most commonly used building materials and has undergone many developments today. Concrete is very commonly used for structural construction because in addition to its relatively cheap price, concrete has high resistance and also a long service life. The properties of concrete vary widely due to varying proportions of the mixture and its stirring. In making concrete, one of the additional alternative materials used is Styrofoam. Concrete made with the addition of Styrofoam can be called Styrofoam concrete (Styrofoam concrete) which is abbreviated as Styrocon. By using Styrofoam, it is hoped that it can reduce the weight of concrete. In this study, using Styrofoam grains which have a grain size of 3mm-5mm, and the use of sika viscocrete 3115N 0.8% of the volume of cement in the Styrofoam grain concrete mixture. The percentage of using Styrofoam grains in the concrete mixture varies, namely 5%, 6%, and 7% of the volume of coarse aggregate. The determination of the various Styrofoam grain percentages is intended to determine the best concrete mechanical behavior (tensile strength) in the concrete mixture. The test sample in the form of a cylinder 15cm x 30cm as many as 12 specimens. To determine the tensile strength value of concrete, immersion was carried out for 28 days. The value of tensile strength based on variation is Normal (0%) = 4.60 Mpa; Variation I (5%) = 3.54 Mpa; Variation II (6%) = 3.04 Mpa; Variation III (7%) = 3.11 Mpa.

Keywords: Styrofoam, Tensile Strength, Sika viscocrete 3115

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan Rahmat dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat merampungkan skripsi dengan judul: "*Pengaruh Penambahan Serbuk Styrofoam dan Superplasticizer Terhadap Kuat Tarik Beton*". Ini untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan studi serta dalam rangka memperoleh gelar Sarjana Teknik Strata Satu pada program studi teknik sipil di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Penghargaan dan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada kedua orang tua yang telah mencurahkan segenap cinta dan kasih sayang serta perhatian moril maupun materil. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan Rahmat, Kesehatan, Karunia dan keberkahan di dunia dan di akhirat atas budi baik yang telah diberikan kepada penulis.

Dalam kesempatan yang berbahagia ini, dengan segenap hati saya mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah banyak memberikan pengetahuan dan bimbingan serta saran kepada saya untuk penyusunan laporan ini, terutama kepada :

1. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain. Selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Dr. Ade Faisal, S.T, MSc, PhD , Selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini sekaligus Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan masukan.
3. Ibu Rizki Efrida, 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. Ibu Irma Dewi, S.T, M.T, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansuri Siregar, S.T., M.Sc, Selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.
7. Bapak/Ibu staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Ir. Taslim dan Ibunda tercinta Kasmawati S.Pd yang telah bersusah payah membesarkan dan memberikan kasih sayangnya yang tidak ternilai kepada penulis.
9. Terimakasih kepada rekan-rekan seperjuangan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Stambuk 2016.

Terima Kasih kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Akhirnya saya mengharapkan semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kami dan para pembaca. Dan akhirnya kepada Allah SWT. saya serahkan segalanya demi tercapainya keberhasilan yang sepenuhnya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Medan, 16 November 2020



RIZKI_ARAMI

NPM.1607210204

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Pembahasan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Beton	5
2.2 Semen	5
2.3 Agregat	7
2.3.1 Agregat Kasar	8
2.3.2 Agregat Halus	10
2.4 Air	13
2.5 Bahan Tambah	15

2.5.1	Superplastisizer	15
2.5.2	Styrofoam	15
2.6	Perencanaan Pembuatan Campuran (Mix Design)	16
2.7	Kuat Tarik	27
BAB 3	METODE PENELITIAN	29
3.1	Metode Penelitian	29
3.1.1	Data Primer	31
3.1.2	Data Sekunder	31
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	31
3.3	Intrumen Penelitian	31
3.3.1	Bahan	31
3.3.2	Peralatan	32
3.3.3	Desain Benda Uji	33
3.4	Persiapan Material	34
3.5	Pemeriksaan Agregat	34
3.6	Pencampuran Beton (<i>Mixing</i>)	34
3.7	Pembuatan Benda Uji	44
3.8	Pemeriksaan Slump Flow	45
3.9	Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	46
3.10	Jadwal Pengujian	47
BAB 4	ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	49
4.1	Hasil dan analisa pemeriksaan agregat	49
4.1.1	Hasil dan analisa agregat halus	49
4.1.2	Berat jenis dan penyerapan agregat halus	49
4.1.3	Analisa gradasi agregat halus	50
4.1.4	Kadar lumpur agregat halus	51
4.1.5	Berat isi agregat halus	51
4.1.6	Kadar air agregat halus	52
4.2	Pemeriksaan agregat kasar	52

4.2.1 Berat jenis dan penyerapan agregat kasar	52
4.2.2 Analisa gradasi agregat kasar	53
4.2.3 Kadar lumpur agregat kasar	54
4.2.4 Berat isi agregat kasar	54
4.2.5 Kadar air agregat kasar	55
4.3 Rancang campur dan kebutuhan bahan	55
4.3.1 Mix design beton normal mutu sedang	55
4.3.2 Kebutuhan bahan	57
4.4 Hasil dan analisa pengujian beton segar	58
4.4.1 Pengujian slump (slump rencana 60 – 180 mm)	58
4.4.2 Berat isi beton	59
4.5 Hasil dan analisa pengujian beton keras	60
4.5.1 Kuat tarik belah beton	60
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	62
5.1 Kesimpulan	62
5.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN	64
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	79

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 persyaratan batas-batas susunan besar butir agregat kasar	9
Tabel 2.2 Batas gradasi agregat halus (SNI 03-2834-2000).	11
Tabel 2.3 Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji	16
Tabel 2.4 Tingkat mutu pekerjaan pembetonan (Mulyono, 2004).	16
Tabel 2.5 Perkiraan kekuatan tekan (MPa) beton dengan faktor air semen	17
Tabel 2.6 Perkiraan kadar air bebas (Kg/m ³) yang dibutuhkan untuk beberapa	19
Tabel 2.7 Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maks	20
Tabel 2.8 Ketentuan untuk beton yang berhubungan dengan air tanah	21
Tabel 2.9 <i>Lanjutan.</i>	22
Tabel 2.10 Ketentuan minimum untuk beton bertulang kedap air	23
Tabel 3.1 Peralatan pembuatan benda uji.	32
Tabel 3.2 Komposisi campuran benda uji dan kode benda uji.	33
Tabel 3.3 Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji	36
Tabel 3.4 Perkiraan kekuatan tekan (MPa) beton dengan faktor air semen	37
Tabel 3.5 Perkiraan kadar air bebas (Kg/m ³) yang dibutuhkan untuk	39
Tabel 3.6 Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maks	40
Tabel 4.1 Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus.	49
Tabel 4.2 Hasil pengujian analisa gradasi agregat halus dengan spesifikasi	50
Tabel 4.3 Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus.	51
Tabel 4.4 Hasil pengujian berat isi dengan cara lepas, cara tusuk	51
Tabel 4.5 Hasil pengujian kadar air agregat halus	52
Tabel 4.6 Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar.	52
Tabel 4.7 Hasil pengujian analisa gradasi agregat kasar dengan ukuran 40 mm	53
Tabel 4.8 Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar.	54
Tabel 4.9 Hasil pengujian berat isi dengan cara lepas, cara tusuk	54
Tabel 4.10 Hasil pengujian kadar air agregat halus.	55
Tabel 4.11 Perencanaan campuran beton normal mutu sedang.	55
Tabel 4.12 Kebutuhan bahan berbagai variasi campuran.	58
Tabel 4.13 Hasil pengujian slump	58

Tabel 4.14 hasil pengujian berat isi beton	59
Tabel 4.15 Hasil pengujian kuat tarik belah beton.	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Batas gradasi kerikil atau koral maksimum 10 mm.	9
Gambar 2.2 Batas gradasi kerikil atau koral maksimum 20 mm.	10
Gambar 2.3 Batas gradasi kerikil atau koral maksimum 40 mm.	10
Gambar 2.4 Daerah gradasi pasir kasar.	11
Gambar 2.5 Daerah gradasi pasir sedang.	12
Gambar 2.6 Daerah gradasi pasir agak halus.	12
Gambar 2.7 Daerah gradasi pasir halus.	13
Gambar 2.8 Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton	18
Gambar 2.9 Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan	24
Gambar 2.10 Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan	24
Gambar 2.11 Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan	25
Gambar 2.12 Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran	26
Gambar 3.1 Bagan alir penelitian yang dilaksanakan.	30
Gambar 3.2 Grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen .	38
Gambar 3.3 Batas gradasi pasir (Sedang) No. 2.	41
Gambar 3.4 Batas gradasi kerikil atau koral ukuran maksimum 20 mm.	41
Gambar 3.5 Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan	42
Gambar 3.6 Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran	43
Gambar 4.1 Grafik gradasi agregat halus.	50
Gambar 4.2 Grafik gradasi agregat kasar.	53
Gambar 4.3 Grafik slump rata-rata.	59
Gambar 4.4 Grafik nilai kuat tarik semua variasi.	61
Gambar 4.5 Grafik nilai kuat tarik belah rata-rata.	61

DAFTAR NOTASI

F_{ct} = kuat tarik belah	(MPa)
P = Beban maksimum beban belah	(N)
L = Panjang benda uji silinder	(mm)
D = Diameter benda uji silinder	(mm)
B = Berat SSD agregat halus	(Gr)
E = Berat SSD kering oven agregat halus	(Gr)
D = Berat Pic + air	(Gr)
C = Berat SSD + berat pic + air	(Gr)
A = Berat SSD agregat kasar	(Gr)
B = Berat SSD di dalam air	(Gr)
C = Berat SSD kering oven agregat kasar	(Gr)
Ca = Penyerapan agregat halus	(%)
Da = Penyerapan agregat kasar	(%)
Ck = Kadar air agregat halus	(%)
Dk = Kadar air agregat kasar	(%)

DAFTAR LAMPIRAN

Gambar L.1 <i>Compressing Test Machine</i> .	64
Gambar L.2 Saringan Agregat Kasar.	64
Gambar L.3 Saringan Agregat Halus.	65
Gambar L.4 Cetakan Silinder.	65
Gambar L.5 Oven.	66
Gambar L.6 Gelas Ukur.	66
Gambar L.7 Kerucut Abrams.	67
Gambar L.8 <i>Mixer</i> Beton.	67
Gambar L.9 Timbangan.	68
Gambar L.10 Tongkat Penumbuk.	68
Gambar L.11 Triplek 1m x 1m.	69
Gambar L.12 Bak Perendaman.	69
Gambar L.13 Ember.	70
Gambar L.14 Sendok semen dan sekop tangan.	70
Gambar L.15 Penggaris.	71
Gambar L.16 Skrap.	71
Gambar L.17 Butiran <i>Styrofoam</i> .	72
Gambar L.18 Perojokan Adukan Beton di Cetakan.	72
Gambar L.19 Proses Pengujian <i>Slump Flow</i> .	73
Gambar L.20 Pengukuran Diameter <i>Slump Flow</i> .	73
Gambar L.21 Perendaman Benda Uji.	74
Gambar L.22 Sika <i>Viscocrete-3115 N</i> .	74
Gambar L.23 Beton Normal.	75
Gambar L.24 Pengujian Kuat Tarik Belah BN.	75
Gambar L.25 Beton Styrofoam 5%.	76
Gambar L.26 Pengujian Kuat Tarik Belah BS 5%.	76
Gambar L.27 Beton Styrofoam 6%.	77
Gambar L.28 Pengujian Kuat Tarik Belah BS 6%.	77
Gambar L.29 Beton Styrofoam 7%.	78

BAB 1

PENDAHALUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan salah satu bahan bangunan yang umum digunakan dan mengalami banyak perkembangan hingga saat ini. Beton sudah sangat umum digunakan untuk pembangunan struktur karena selain harganya yang relatif murah, beton memiliki ketahanan yang tinggi dan juga usia layan yang panjang. Sifat-sifat beton sangat bervariasi karena bervariasinya proporsi campuran dan pengadukannya.

Dalam pembuatan beton salah satu bahan alternatif tambahan yang digunakan adalah *Styrofoam*. Beton yang dibuat dengan penambahan *Styrofoam* dapat disebut beton *Styrofoam* (*Styrofoam concrete*) yang disingkat *Styrocon*. Dengan digunakannya *Styrofoam* diharapkan dapat mengurangi berat beton.

Styrofoam atau *expanded polystyrene* dikenal sebagai gabus putih biasa yang digunakan sebagai pembungkus barang-barang elektronik. *Polystyrene* ini dihasilkan dari styrene yang mempunyai gugus phenyl (enam cincin karbon) yang tersusun secara tidak teratur sepanjang garis karbon dari molekul. Penggabungan acak *benzene* mencegah molekul membentuk garis yang sangat lurus sebagai hasilnya polyester yang mempunyai bentuk tidak tetap, transparan dan dalam berbagai bentuk plastik. *Polystyrene* merupakan bahan yang baik ditinjau dari segi mekanis maupun suhu namun bersifat agak rapuh dan lunak pada suhu di bawah 100°C. *Polystyrene* ini memiliki berat jenis sampai 1050 kg/m³, kuat Tarik sampai 40 MN/m², modulus lentur sampai 3 GN/m², modulus geser sampai 0,99 GN/m², angka poisson 0,33 (Dharma Giri, Sudarsana, & Agustiningsih, 2008).

Secara umum kandungan udara mempengaruhi kekuatan beton. Kekuatan beton berkurang 5,5% dari kuat desak setiap pemasukan udara 1% dari volume campuran. Beton dengan pengisi udara mempunyai kekuatan 10% lebih kecil dari pada beton tanpa pemasukan udara pada kadar semen dan workabilitas yang sama. Pada beton dengan kekuatan menengah dan tinggi, tiap 1% peningkatan kandungan udara akan mengurangi kekuatan tekan beton sekitar 5% tanpa perubahan air semen

(“Pengaruh Penambahan Superplastisizer Terhadap Campuran Beton Ringan Yang Menggunakan Styrofoam,” 2011)

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka penulis dapat merumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Sejauh mana pengaruh styrofoam sebagai pengganti agregat kasar dalam beton?
2. Apakah beton dengan penambahan Styrofoam dapat mengurangi berat beton secara signifikan?
3. Apakah ada pengaruh penambahan *superplasticizer* pada nilai kuat tarik beton dengan campuran butir *Styrofoam*?

1.3 Ruang Lingkup

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

1. Karakter yang di teliti adalah kuat tarik beton.
2. Penelitian ini membandingkan kuat tarik beton normal dengan kuat tarik beton yang menggunakan bahan tambah *Superplasticizer* dan Styrofoam sebagai pengganti sebagian agregat kasar.
3. Styrofoam sebagai bahan tambah berasal dari hasil dari limbah rumah tangga seperti sisa – sisa pembungkus elektronik dan persentase variasi sebesar 5%, 6%, dan 7% dengan penambahan *Superplasticizer* .
4. Melakukan Pengujian kuat tarik dari beton normal dan beton dengan penambahan agregat Styrofoam dan *Superplasticizer*, kemudian membandingkan hasilnya.
5. Metode perencanaan menggunakan SNI (Standar Nasional Indonesia).
6. Benda uji berupa silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
7. Umur pengujian adalah 28 hari.
8. Pada tiap variasi campuran terdapat 3 benda uji.
9. Penelitian dilakukan di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini untuk:

1. Untuk mengetahui pengaruh styrofoam sebagai pengganti agregat kasar dalam beton.
2. Untuk mengetahui apakah beton dengan penambahan Styrofoam dapat mengurangi berat beton secara signifikan?
3. Untuk mengetahui apakah penambahan *Superplasticizer* pada campuran beton dapat menaikkan atau menurunkan kuat tarik pada beton?

1.5 Manfaat Penelitian

1. Secara akademis sebagai ilmu pengetahuan dan proses belajar untuk bahan masukan serta pertimbangan dalam melakukan kajian ilmiah tentang pengaruh penambahan styrofoam terhadap kuat tarik beton.
2. Secara teoritis meningkatkan pemahaman dalam menganalisa data untuk mengetahui kuat tarik beton dari hasil yang dikaji secara umum.
3. Secara praktis dapat mengetahui seberapa kuat pengaruh penambahan styrofoam untuk beton.
4. Dan apabila penelitian berhasil, diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan untuk tahap selanjutnya, baik itu penggunaan pelaksanaan di lapangan maupun dilakukan penelitian lebih lanjut kedepannya.

1.6 Sistematika Pembahasan

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

BAB 1 Pendahuluan

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

BAB 2 Tinjauan Pustaka

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

BAB 3 Metode Penelitian

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

BAB 4 Hasil dan Pembahasan

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

BAB 5 Kesimpulan dan Saran

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

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Beton

Berdasarkan SNI-03-2847-2002, beton adalah campuran antara semen portland atau semen hidraulik lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat. Menurut (Asih, 2018) beton merupakan material yang menyerupai batu diperoleh dengan membuat suatu campuran. Campuran dengan proporsi tertentu dari semen, pasir dan agregat lainnya dan air untuk membuat campuran tersebut menjadi keras dalam cetakan sesuai dengan bentuk yang diinginkan.

Tingkat mutu beton atau sifat-sifat lain yang hendak dicapai, dapat dihasilkan dengan perencanaan yang baik dalam pemilihan bahan-bahan pembentuk serta komposisinya. Beton yang dihasilkan diharapkan memenuhi ketentuan-ketentuan seperti kelecakan dan konsistensi yang memungkinkan pengerjaan beton dengan mudah tanpa menimbulkan segregasi atau pemisahan agregat dan bleeding, ketahanan terhadap kondisi khusus yang diinginkan, memenuhi kekuatan yang hendak dicapai, serta ekonomis dari segi biayanya (Karwur, R. Tenda, Wallah, & Windah, 2013).

2.2 Semen

Semen merupakan serbuk yang halus yang digunakan sebagai perekat antara agregat kasar dengan agregat halus. Apabila bubuk halus ini dicampur dengan air selang beberapa waktu akan menjadi keras dan dapat digunakan sebagai pengikat hidrolis. Semen jika dicampur dengan air akan membentuk adukan yang disebut pasta semen, jika dicampur dengan agregat halus (pasir) dan air, maka akan terbentuk adukan yang disebut mortar, jika ditambah lagi dengan agregat kasar (kerikil) maka akan terbentuk adukan yang biasa disebut beton. (Saifuddin, Edison, & Fahmi, 2013)

Menurut SNI 02-2834-2000, semen Portland-Pozolan adalah campuran semen Portland dengan pozolan antara 15%-40% berat total campuran dan kandungan

$\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ dalam pozolan minimum 70%. Pozolan dapat ditambahkan pada campuran adukan beton dan mortar untuk memperbaiki kelecakan (keenceran) dan membuat beton menjadi lebih kedap air (mengurangi permeabilitas). (Mulyati, Dahlan, & Adril, 2012)

Menurut SNI 15-2049-2004, jenis - jenis semen dapat dibagi sebagai berikut:

- a. Jenis I yaitu semen portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
- b. Jenis II yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang.
- c. Jenis III semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
- d. Jenis IV yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi rendah.
- e. Jenis V yaitu semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

Keterangan lebih lanjut tentang prosentase kandungan penyusunnya, semen Portland terdiri dari 5 tipe yaitu:

- a. Semen Portland tipe I

Adalah perekat hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling klinker yang kandungan utamanya kalsium silikat dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk negatif senyawa kalsium sulfat. Komposisi senyawa yang terdapat pada tipe ini adalah: 55% (C_3S); 19% (C_2S); 10% (C_3A); 7% (C_4AF); 2,8% MgO ; 2,9% (SO_3); 1,0% hilang dalam pembakaran, dan 1,0% bebas CaO .

- b. Semen Portland tipe II

Dipakai untuk keperluan konstruksi umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus terhadap panas hidrasi dan kekuatan tekan awal, dan dapat digunakan untuk bangunan rumah pemukiman, gedung-gedung bertingkat dan lain-lain. Komposisi senyawa yang terdapat pada tipe ini adalah: 51% (C_3S); 24% (C_2S); 6% (C_3A); 11% (C_4AF); 2,9% MgO ; 2,5% (SO_3); 0,8% hilang dalam pembakaran, dan 1,0% bebas CaO .

- c. Semen Portland tipe III

Dipakai untuk konstruksi bangunan dari beton massa (tebal) yang memerlukan ketahanan sulfat dan panas hidrasi sedang, bangunan dipinggir laut, bangunan bekas tanah rawa, saluran irigasi, dam-dam. Komposisi senyawa yang terdapat pada tipe ini adalah: 57% (C_3S); 19% (C_2S); 10% (C_3A); 7% (C_4AF); 3,0% MgO; 3,1% (SO_3); 0,9% hilang dalam pembakaran, dan 1,3% bebas CaO.

d. Semen Portland tipe IV

Dipakai untuk konstruksi bangunan yang memerlukan kekuatan tekan tinggi pada fase permulaan setelah pengikatan terjadi, untuk pembuatan jalan beton, bangunan-bangunan bertingkat, bangunan-bangunan dalam air. Komposisi senyawa yang terdapat pada tipe ini adalah: 28% (C_3S); 49% (C_2S); 4% (C_3A); 12% (C_4AF); 1,8% MgO; 1,9% (SO_3); 0,9% hilang dalam pembakaran, dan 0,8% bebas CaO.

e. Semen Portland tipe V

Dipakai untuk instalasi pengolahan limbah pabrik, konstruksi dalam air, jembatan, terowongan, pelabuhan dan pembangkit tenaga nuklir. Komposisi senyawa yang terdapat pada tipe ini adalah: 38% (C_3S); 43% (C_2S); 4% (C_3A); 9% (C_4AF); 1,9% MgO; 1,8% (SO_3); 0,9% hilang dalam pembakaran, dan 0,8% bebas CaO. (Nurzal & Mahmud, 2013)

2.3 Agregat

Menurut SNI 03-2847-2002, agregat adalah material granular, misalnya pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak tungku pijar, yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk suatu beton atau adukan semen hidraulik. Berdasarkan ukuran besar butirnya, agregat yang dipakai dalam adukan beton dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu agregat halus dan agregat kasar.

Kandungan agregat dalam beton Kira-kira mencapai 70% - 75% dari volume beton. Agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian yang penting dalam pembuatan beton. Agregat dibedakan menjadi 2 macam, yaitu agregat halus dan agregat kasar yang didapat secara alami atau buatan. Untuk menghasilkan dengan kepadatan yang baik, diperlukan gradasi agregat yang baik pula. Gradasi agregat adalah distribusi ukuran

kekasaran butiran agregat. Gradasi diambil dari hasil pengayakan dengan lubang ayakan 10 mm, 20 mm, 30 mm dan 40 mm untuk kerikil. Untuk pasir lubang ayakan 4,8 mm, 2,4 mm, 1,2 mm, 0,6 mm, 0,3 mm dan 0,15 mm. (Saifuddin et al., 2013)

Agregat harus mempunyai gradasi yang baik dan memenuhi syarat agar seluruh massa beton dapat berfungsi secara utuh, homogen dan padat, dimana agregat yang berukuran kecil dapat mengisi rongga-rongga yang ada diantara agregat yang berukuran besar.

2.3.1 Agregat Kasar

Agregat kasar menurut SNI 03-2834-2000 adalah kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm sampai 40 mm. Jenis agregat kasar yang umum adalah:

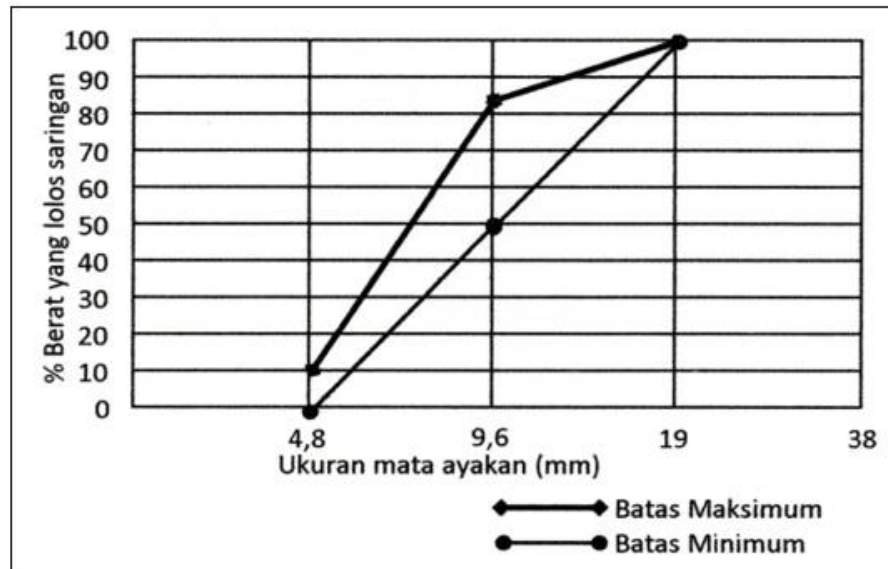
- a. Batu pecah alami: Bahan ini didapat dari cadas atau batu pecah alami yang digali. Batu ini dapat berasal dari gunung api, jenis sedimen, atau jenis metamorf. Meskipun dapat menghasilkan kekuatan yang tinggi terhadap beton, batu pecah kurang memberikan kemudahan pengerjaan dan pengecoran dibandingkan dengan jenis agregat kasar lainnya.
- b. Kerikil alami: Kerikil didapat dari proses alami, yaitu dari pengikisan tepi maupun dasar sungai oleh air sungai yang mengalir. Kerikil memberikan kekuatan yang lebih rendah daripada batu pecah, tetapi memberikan kemudahan pengerjaan yang lebih tinggi.
- c. Agregat kasar buatan: Terutama berupa slag atau shale yang bisa digunakan untuk beton berbobot ringan. Biasanya merupakan hasil dari proses lain seperti dari blast-furnace dan lain-lain.
- d. Agregat untuk pelindung nuklir dan berbobot berat: Dengan adanya tuntutan yang spesifik pada zaman atom sekarang ini, juga untuk perlindungan dari radiasi nuklir sebagai akibat dari semakin banyaknya pembangkit atom dan stasiun tenaga nuklir, maka perlu ada beton yang dapat melindungi dari sinar x, sinar gamma, dan neutron. Pada beton demikian syarat ekonomis maupun syarat kemudahan pengerjaan tidak begitu menentukan. Agregat kasar yang diklasifikasi disini misalkan baja pecah, barit, magnetit, dan limonit.

(Pane, Tanudjaja, & Windah, 2015)

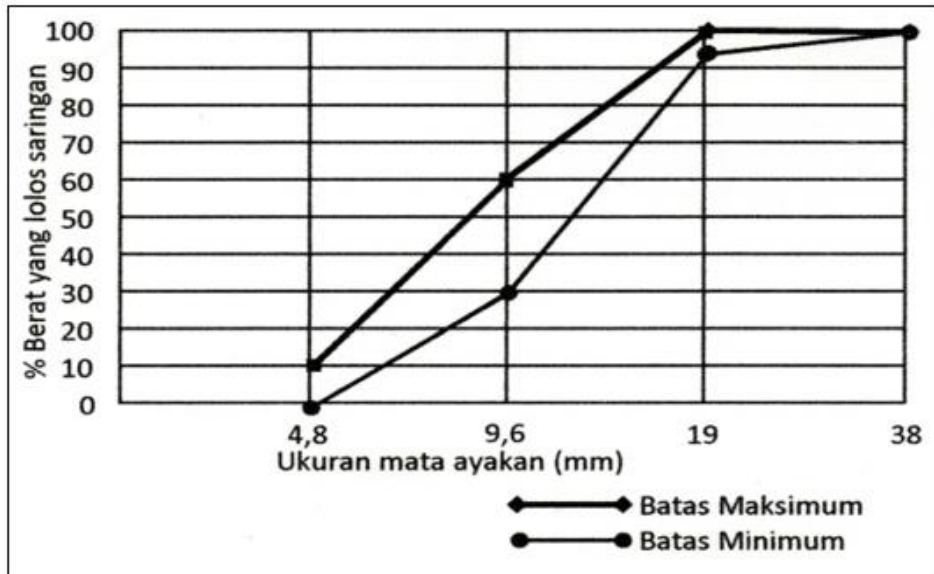
Agregat kasar yang digunakan pada campuran harus memenuhi persyaratan-persyaratan pada Tabel 2.2. Tabel tersebut dijelaskan dalam Gambar 2.1 sampai dengan Gambar 2.3 untuk mempermudah pemahaman.

Tabel 2.1: persyaratan batas-batas susunan besar butir agregat kasar (SNI 03-2834-2000).

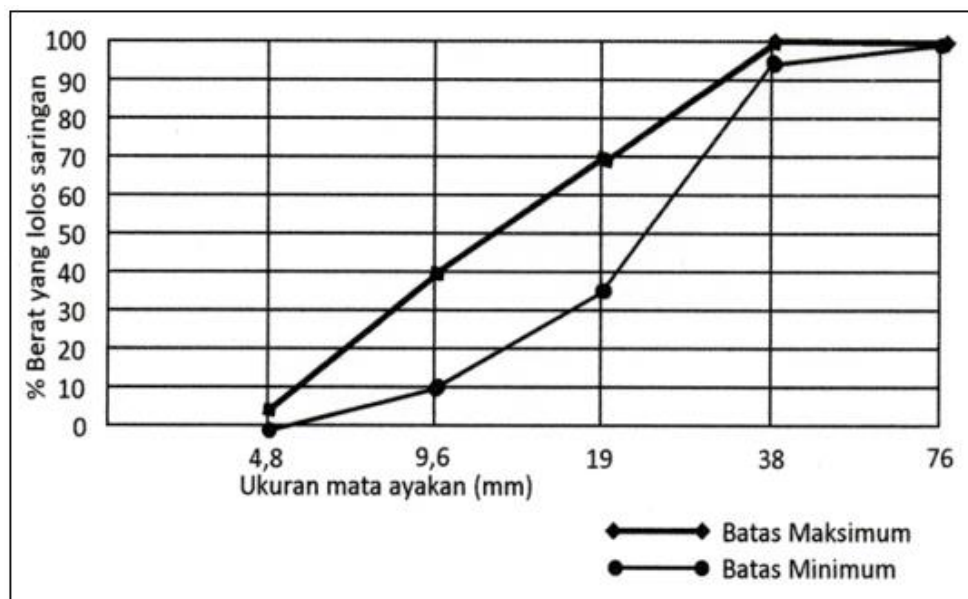
Ukuran mata ayakan (mm)	Persentase berat bagian yang lewat ayakan		
	Ukuran nominal agregat (mm)		
	38 - 4.76	19.0 - 4.76	9.6 - 4.76
38.1	95 - 100	100	
19.0	37 - 70	95 - 100	100
9.52	10 - 40	30 - 60	50 - 85
4.76	0 - 5	0 - 10	0 - 10



Gambar 2.1: Batas gradasi kerikil atau koral maksimum 10 mm.



Gambar 2.2: Batas gradasi kerikil atau koral maksimum 20 mm.



Gambar 2.3: Batas gradasi kerikil atau koral maksimum 40 mm.

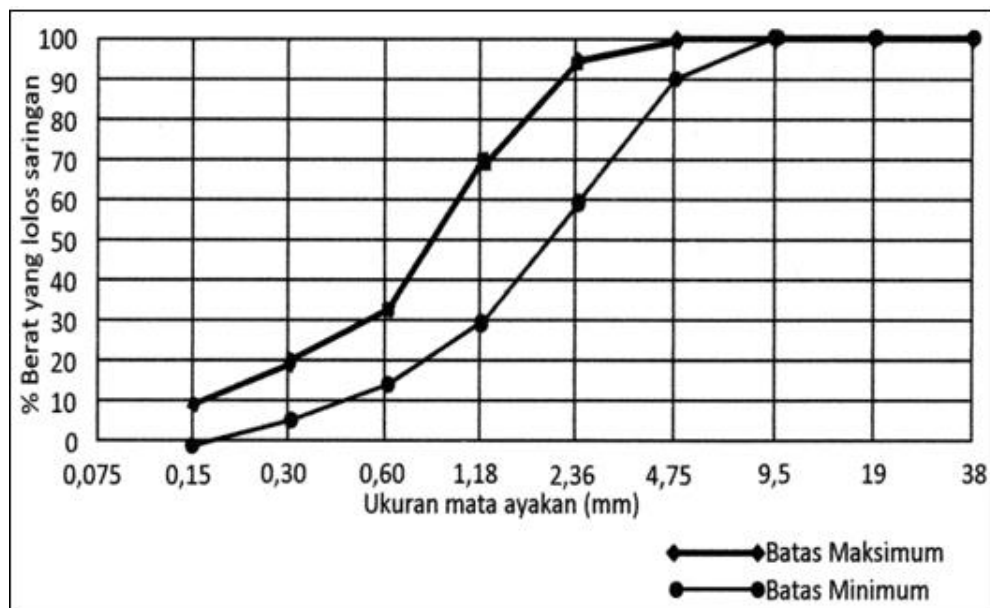
2.3.2 Agregat Halus

Agregat halus menurut SNI 03-2834-2000 adalah pasir alam sebagai hasil desintegrasi secara alami dari batu atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm. Agregat halus dikelompokkan dalam empat zona (daerah) seperti dalam Tabel 2.2. Tabel tersebut dijelaskan dalam Gambar 2.4 sampai dengan Gambar 2.7 untuk mempermudah pemahaman

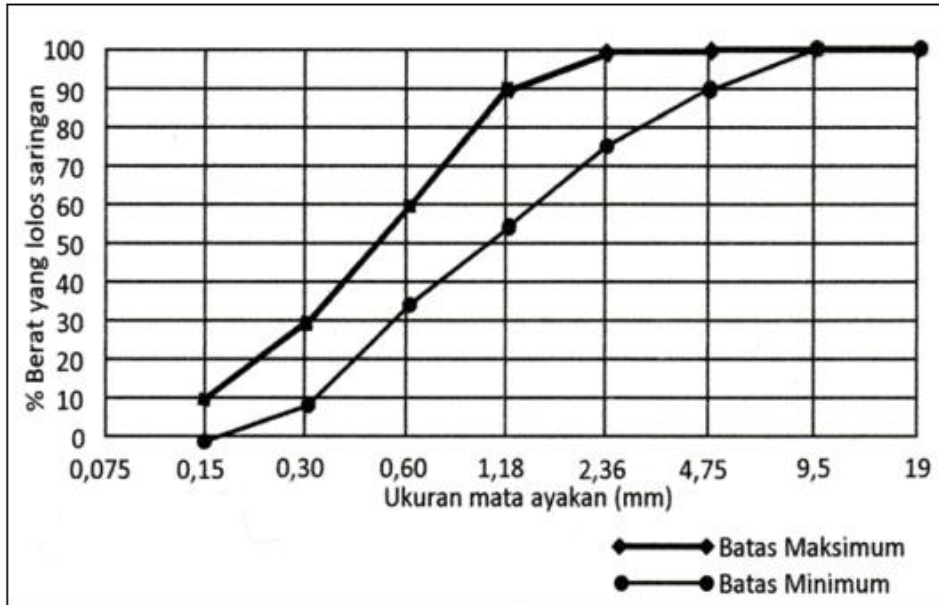
Tabel 2.2: Batas gradasi agregat halus (SNI 03-2834-2000).

Ukuran mata ayakan (mm)	No	Persen berat butir yang lewat ayakan			
		I	II	III	IV
10	3/8 in	100	100	100	100
4,8	No.4	90 - 100	90 - 100	90 - 100	95 - 100
2,4	No.8	60 - 95	75 - 100	85 - 100	95 - 100
1,2	No.16	30 - 70	55 - 90	75 - 100	90 - 100
0,6	No.30	15 - 34	35 - 59	60 - 79	80 - 100
0,3	No.50	5 - 20	8 - 30	12 - 40	15 - 50
0,25	No.100	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15

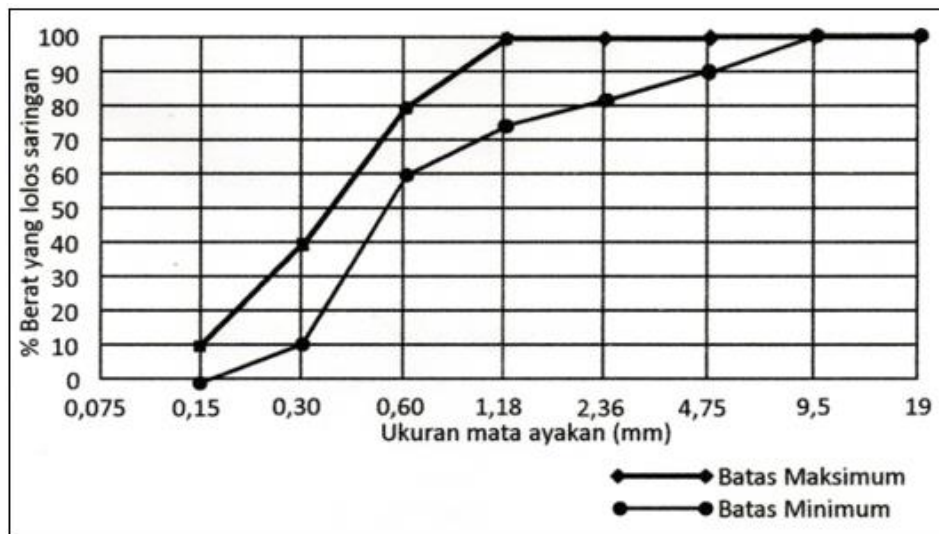
Keterangan: - Daerah gradasi I = Pasir kasar
 - Daerah gradasi II = Pasir sedang
 - Daerah gradasi III = Pasir agak halus
 - Daerah gradasi IV = Pasir halus



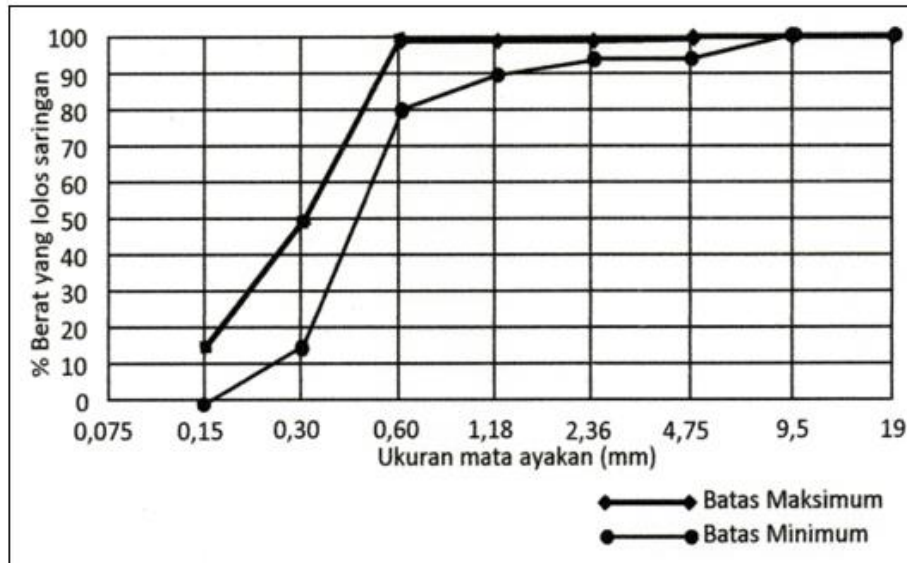
Gambar 2.4: Daerah gradasi pasir kasar.



Gambar 2.5: Daerah gradasi pasir sedang.



Gambar 2.6: Daerah gradasi pasir agak halus.



Gambar 2.7: Daerah gradasi pasir halus.

2.4 Air

Faktor air sangat mempengaruhi dalam pembuatan beton, karena air dapat bereaksi dengan semen yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Air juga berpengaruh terhadap kuat desak beton, karena kelebihan air akan menyebabkan penurunan kekuatan beton itu sendiri. Selain itu, kelebihan air akan mengakibatkan beton menjadi *blending*, yaitu air bersama-sama semen akan bergerak keatas permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang. Hal ini akan menyebabkan kurangnya lekatan antara lapis-lapis beton dan mengakibatkan beton menjadi lemah. Air pada campuran beton akan berpengaruh pada:

- Sifat *workability* adukan beton.
- Besar kecilnya nilai susut beton.
- Kelangsungan reaksi dengan semen Portland, sehingga dihasilkan kekuatan dalam selang beberapa waktu.
- Perawatan keras adukan beton guna menjamin pengerasan yang baik; (Saifuddin et al., 2013)

Proporsi air yang sedikit akan memberikan kekuatan yang tinggi pada beton, tetapi daya kerjanya menjadi berkurang. Sedangkan proporsi air yang agak besar dapat memberikan kemudahan pada waktu pelaksanaannya, tetapi kekuatan hancur beton akan menjadi rendah. Proporsi air ini dinyatakan dalam Faktor Air Semen (*water cement ratio*) atau yang sering kita singkat dengan FAS, yaitu angka yang

menyatakan perbandingan antara berat air dibagi dengan berat semen dalam adukan beton tersebut.

Beton untuk konstruksi gedung biasanya memiliki nilai rasio semen sebesar 0,45 hingga 0,65. Dengan rasio tersebut dapat dihasilkan beton yang kedap air, namun mutu beton tetap dipengaruhi cara pemadatan dan daya kerjanya. Bilamana daya kerja beton rendah, maka diperlukan zat *additive*, sehingga daya kerja beton menjadi lebih baik, tanpa mempengaruhi kekuatan atau faktor air-semen.

Kebutuhan kualitas air untuk beton mutu tinggi tidak jauh berbeda dengan air untuk beton normal. Pengerasan beton dipengaruhi reaksi semen dan air, maka air yang digunakan harus memenuhi syarat-syarat tertentu. Air yang digunakan harus memenuhi persyaratan air minum yang memenuhi syarat untuk bahan campuran beton, tetapi air untuk campuran beton adalah air yang bila dipakai akan menghasilkan beton dengan kekuatan lebih dari 90% dari kekuatan beton yang menggunakan air suling. Persyaratan air yang digunakan dalam campuran beton adalah sebagai berikut:

- a. Air tidak boleh mengandung lumpur (benda-benda melayang lain) lebih dari 2 gram/liter.
- b. Air tidak boleh mengandung garam-garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gram/liter.
- c. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.
- d. Air harus bebas terbebas dari zat-zat yang membahayakan beton, dimana pengaruh zat tersebut antara lain:
 - Mortar atau beton dapat mengalami kerusakan oleh pengaruh asam dalam air. Serangan asam pada beton atau mortar akan mempengaruhi ketahanan pasta mortar dan beton.
 - Air yang mengandung lumpur atau bahan padat apabila dipakai untuk mencampur semen dan agregat maka proses pencampurann atau pembentukan pasir kurang sempurna, karena permukaan agregat akan terlapisi lumpur sehingga ikatan agregat kurang sempurna antar satu dengan yang lain. Akibatnya agregat akan lepas dan mortar atau beton akan tidak kuat; (Nurzal & Mahmud, 2013)

2.5 Bahan Tambah

Menurut SNI 03-2847-2002, bahan tambah adalah suatu bahan berupa bubukan atau cairan, yang ditambahkan ke dalam campuran beton selama pengadukan dalam jumlah tertentu untuk merubah beberapa sifatnya. Secara umum bahan tambah yang digunakan dalam beton dapat dibedakan menjadi dua, yaitu bahan tambah yang bersifat mineral (*additive*) dan bahan tambah yang bersifat kimiawi (*chemical admixture*). Bahan tambah *admixture* ditambahkan saat pengadukan atau saat pelaksanaan pengecoran (*placing*) sedangkan bahan tambah *additive* yang bersifat mineral ditambahkan saat pengadukan dilaksanakan. (Purnawiraty, K. Salain, & Putra, 2016).

2.5.1 Superplastisizer

Penggunaan *superplasticizer* untuk menaikkan *workability* campuran beton dan mempengaruhi *slump*, *air content* dan kekuatan beton. Jenis *superplasticizer* berdasarkan bahan dasarnya antara lain : *Nephtaline*, *melamine*, *polycarboxlate*.

Secara umum penggunaan superplasticizer dari jenis *neptaline* akan menghasilkan penurunan kandungan udara dan menaikkan *bleeding* dan kekuatan, hal tersebut dapat tercapai jika air dalam campuran beton dikurangi. Sedangkan jenis *melamine* sangat sedikit pengaruhnya terhadap kandungan udara, kekuatan beton, dan menghasilkan pengurangan *bleeding* (“PENGARUH PENAMBAHAN SUPERPLASTISIZER TERHADAP CAMPURAN BETON RINGAN YANG MENGGUNAKAN STYROFOAM,” 2011)

2.5.2 Styrofoam

Styrofoam atau *foam polysterene* adalah bahan yang dibentuk dari *polysterene* dengan cara menghembuskan udara pada polysterene dalam kondisi panas sehingga menghasilkan *foam* dengan kandungan udara mencapai 95% sehingga berat satuan Styrofoam cukup rendah bekisar antara 15 – 22 kg/m³. Beton Styrofoam merupakan salah satu beton ringan yang dibentuk dengan menggunakan material ringan berupa butiran Styrofoam, beton Styrofoam dapat dibentuk dari campuran semen, agregat halus dan butiran Styrofoam atau semen, dan agregat kasar. Styrofoam yang ditambahkan campuran beton dapat dianggap sebagai rongga udara (“Pengaruh

Penambahan Superplastisizer Terhadap Campuran Beton Ringan Yang Menggunakan Styrofoam,” 2011)

2.6 Perencanaan Pembuatan Campuran (Mix Design) Menurut SNI 03-2834-2000

Langkah-langkah pokok cara perancangan menurut standar ini ialah:

1. Menentukan kuat tekan beton yang disyaratkan (f_c') pada umur tertentu.
2. Penghitungan nilai deviasi standar (S)

Faktor pengali untuk standar deviasi dengan hasil uji < 30 dapat dilihat pada Tabel 2.3. Pada tabel ini kita dapat langsung mengambil nilai standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang akan dicetak.

Tabel 2.3: Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia (SNI 03-2834-2000).

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

3. Penghitungan nilai tambah/margin (m) ditentukan menggunakan tingkat mutu pekerjaan pembetonan yang dijelaskan pada Tabel 2.4 di bawah ini.

Tabel 2.4: Tingkat mutu pekerjaan pembetonan (Mulyono, 2004).

Tingkat mutu pekerjaan	S (Mpa)
Memuaskan	2,8
Sangat Baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa Kendali	8,4

4. Kuat tekan rata-rata perlu f'_{cr}

Kuat tekan rata-rata perlu diperoleh dengan menggunakan Pers. 2.1 di bawah ini:

$$f'_{cr} = f'_c + S + m \quad (2.1)$$

dengan:

f'_{cr} = Kuat tekan rata-rata perlu (MPa).

f'_c = Kuat tekan yang disyaratkan (MPa).

S = Standar deviasi (MPa).

m = Nilai tambah (MPa).

5. Penetapan jenis semen portland

Pada cara ini dipilih semen tipe I.

6. Penetapan jenis agregat

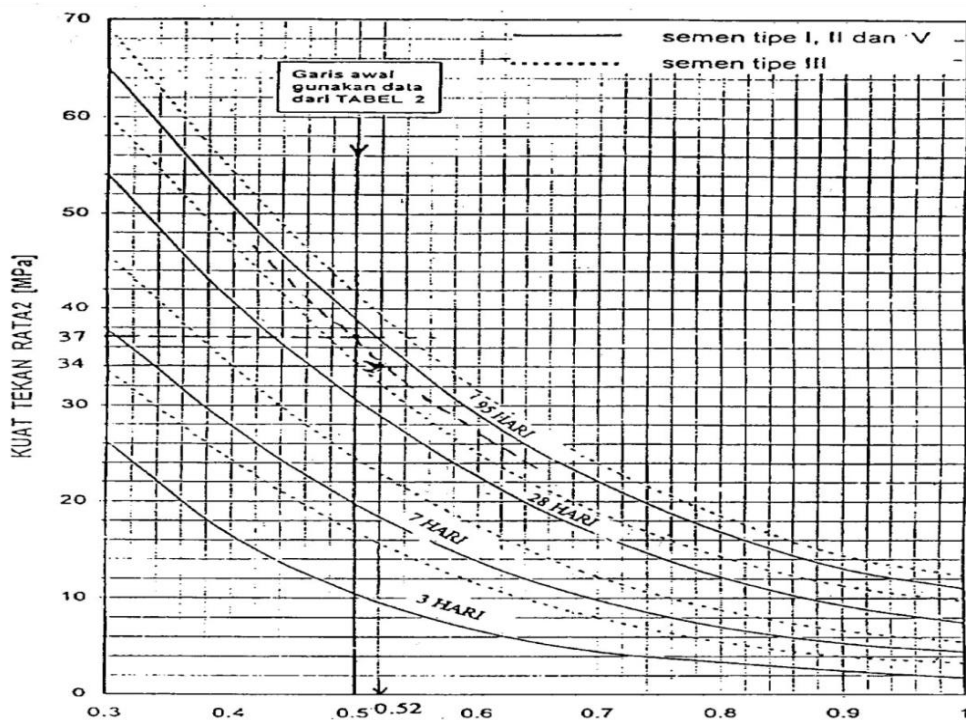
Jenis agregat kasar dan agregat halus ditetapkan, berupa agregat alami (batu pecah atau pasir buatan).

7. Penetapan nilai faktor air semen bebas:

Tabel 2.5: Perkiraan kekuatan tekan (MPa) beton dengan faktor air semen dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia.

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

Dari tabel 2.5 diketahui untuk jenis agregat kasar, maupun tipe semen untuk kekuatan tekan umur 28 hari yang diharapkan sesuai dengan bentuk benda uji. Harga ini dipakai untuk membuat kurva yang harus diikuti menurut Gambar 2.8 dalam usaha mencari faktor air semen untuk beton yang direncanakan dengan cara berikut ini: Dari titik kekuatan tekan pada umur 28 hari sesuai dengan jenis agregat kasar, jenis semen, dan bentuk benda uji yang digunakan, tarik garis datar hingga memotong garis tengah yang menunjukkan faktor air semen 0,50. Melalui titik potong ini lalu gambarkan kurva yang berbentuk kira-kira sama dengan kurva disebelah atas dan di sebelah bawahnya (garis putus-putus). Kemudian dari titik kekuatan tekan beton yang dirancang tarik garis datar hingga memotong kurva garis putus-putus tadi. Dari titik potong ini ditarik garis tegak lurus ke bawah hingga memotong sumbu x (absiska) dan baca faktor air semen yang diperoleh.



Gambar 2.8: Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton

8. Faktor air semen maksimum dalam hal ini ditetapkan

Dalam hal faktor air semen yang diperoleh dari Gambar 2.8 tidak sama dengan yang ditetapkan. Untuk perhitungan selanjutnya dipakai nilai faktor air semen yang lebih kecil.

9. Penetapan nilai slump.

Penetapan nilai slump ditentukan, berupa 0-10mm, 10-30mm, 30-60mm atau 60-180 mm.

10. Penetapan besar butir agregat maksimum.

Penetapan besar butir maksimum agregat pada beton standar ada 3, yaitu 10mm, 20mm atau 40mm.

11. Jumlah kadar air bebas

Kadar air bebas ditentukan pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6: Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton (SNI 03-2834-2000).

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

Agregat campuran (tak pecah dan dipecah), dihitung dengan menggunakan Pers. 2.2 berikut:

$$\frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k \quad (2.2)$$

W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

12. Berat semen yang diperlukan per meter kubik beton dihitung dengan menggunakan Pers. 2.3 di bawah ini:

$$W_{S_{mn}} = 1/F_{as} * W_{air} \quad (2.3)$$

F_{as} = Faktor air per meter kubik beton

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

14. Menentukan jumlah semen semimumum mungkin. Dapat dilihat pada Tabel 2.8, 2.9, dan 2.10. Dari ketiga tabel tersebut kita dapat mengambil jumlah semen minimum maupun nilai faktor air semen maksimum menurut kondisi beton yang akan dicetak nantinya.

Tabel 2.7: Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus (SNI 03-2834-2000).

Lokasi	Jumlah Semen minimum per m ³ beton (kg)	Nilai faktor Air-Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan:		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan;		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung.	325	0,60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk ke dalam tanah:		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti		
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	325	0,55
Beton yang kontinyu berhubungan:		
a. Air tawar		Lihat Tabel 2.8
b. Air laut		Lihat Tabel 2.9

Tabel 2.8: Ketentuan untuk beton yang berhubungan dengan air tanah mengandung sulfat (SNI 03-2834- 2000).

Kadar sulfat	Konsentrasi Sulfat sebagai SO ₂			Tipe Semen	Kandungan semen minimum ukuran nominal agregat maksimum (kg/m ³)			F.a.s
	Dalam Tanah		SO ₃ dalam air tanah g/l		40 mm	20 mm	10 mm	
1.	Kurang dari 0,2	Kurang dari 1,0	Kurang dari 0,3	Tipe I dengan atau tanpa Pozolan (15-40%)	80	300	350	0,5
2.	0,2-0,5	1,0-0,9	0,3-1,2	Tipe I dengan atau tanpa Pozolan (15-40%)	290	330	350	0,50
				Tipe I Pozolan (15-40%) atau Semen Portland Pozolan	270	310	360	0,55
				Tipe II atau Tipe V	250	290	340	0,55

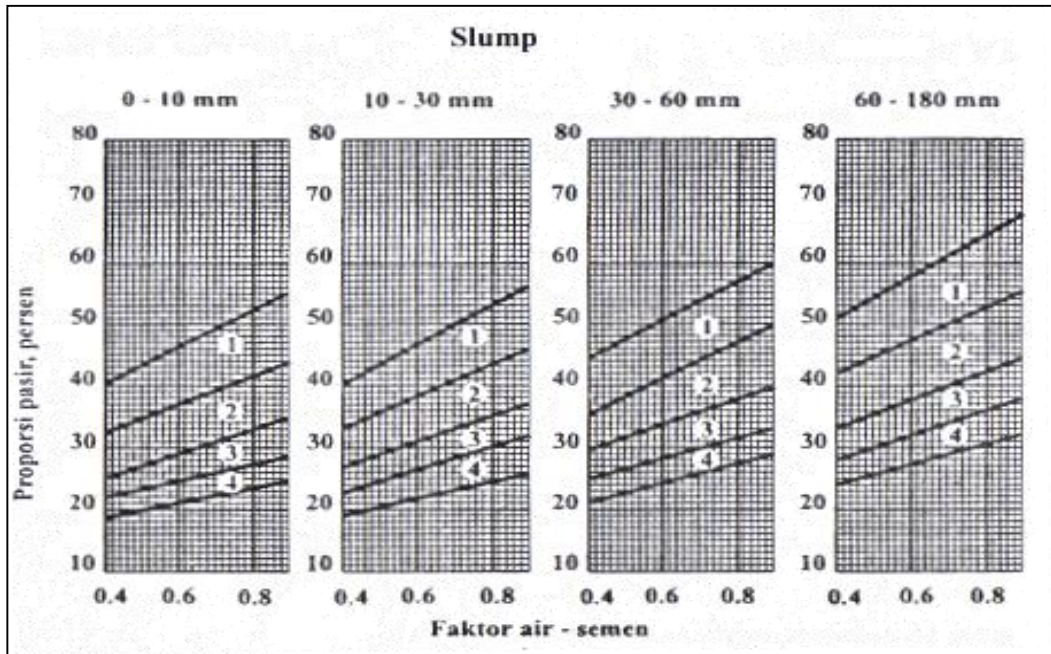
Tabel 2.9: *Lanjutan.*

Kadar sulfat	Konsentrasi Sulfat sebagai SO ₂			Tipe Semen	Kandungan semen minimum ukuran nominal agregat maksimum (kg/m ³)			F.a.s
	Dalam Tanah	SO ₃ dalam air tanah g/l			40 mm	20 mm	10 mm	
3.	0,5-1	1,9-3,1	1,2-2,5	Tipe I Pozolan (15-40%) atau Semen Portland Pozolan	340	380	430	0,45
				Tipe II atau Tipe V	290	330	380	0,50
4.	1,0-2,0	3,1-5,6	2,5-5,0	Tipe II atau Tipe V	330	370	420	0,45
5.	Lebih dari 2,0	Lebih dari 5,6	Lebih dari 5,0	Tipe II atau Tipe V Lapisan Pelindung	330	370	420	0,45

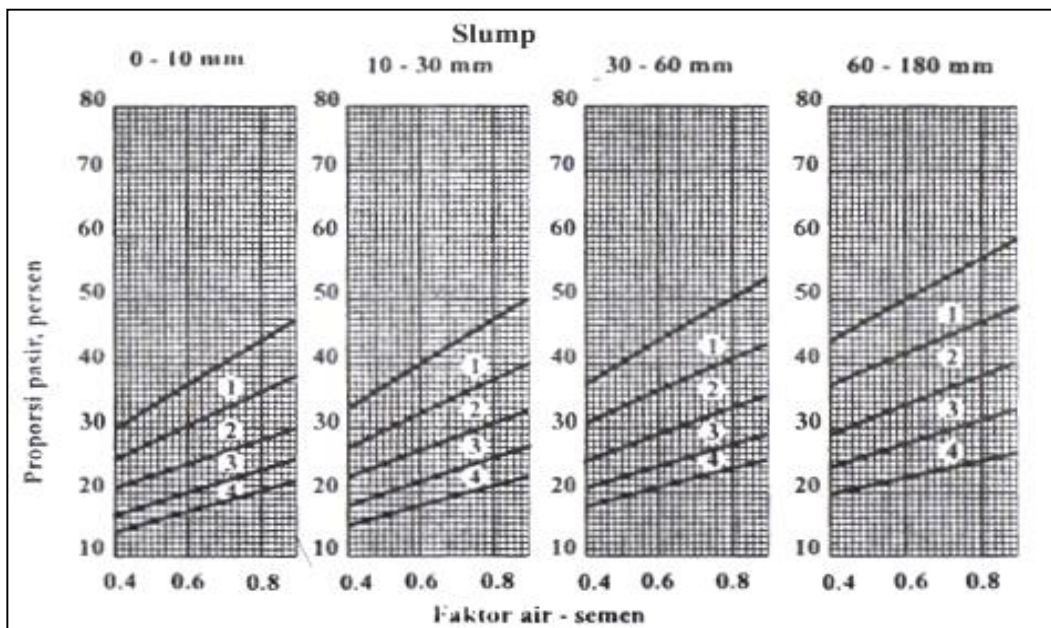
Tabel 2.10: Ketentuan minimum untuk beton bertulang kedap air (SNI 03-2834-2000).

Jenis beton	Kondisi lingkungan yang berhubungan dengan	Faktor air maks.	Tipe semen	Kandungan semen minimum (kg/m ³)	
				Ukuran nominal Maksimum agregat	
				40 mm	20 mm
Bertulang atau Pra tegang	Air tawar	0,50	Tipe-V	280	300
	Air payau	0,45	Tipe I + Pozolan (15-40%) atau Semen Portland Pozolan	340	380
	Air laut	0,50	Tipe II atau Tipe V		

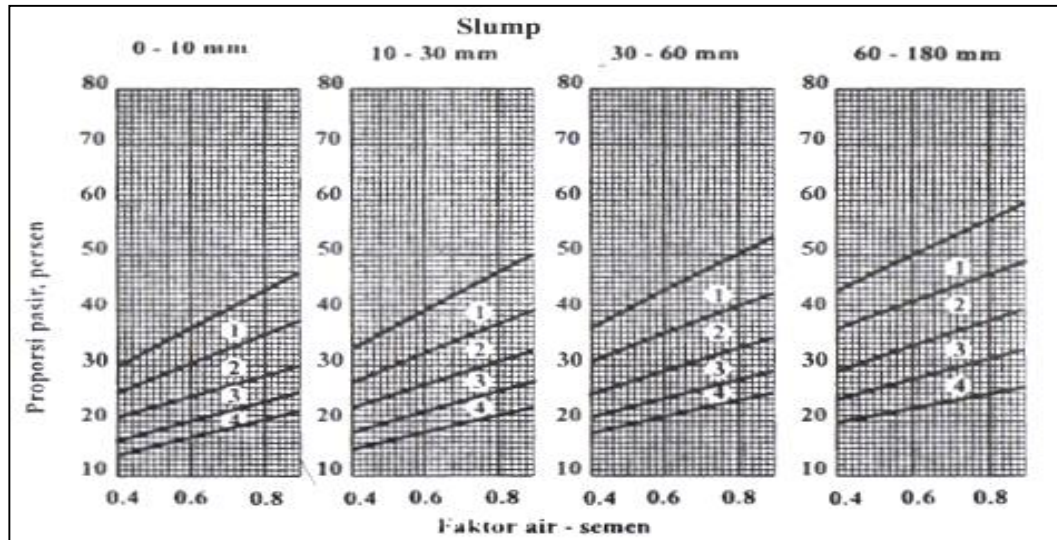
15. Menentukan faktor air semen yang disesuaikan jika jumlah semen berubah karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan), maka faktor air semen harus diperhitungkan kembali.
16. Penetapan jenis agregat halus:
Agregat halus diklasifikasikan menjadi 4 jenis, yaitu pasir kasar (Gambar 2.1), agak kasar (Gambar 2.2), agak halus (Gambar 2.3) dan pasir halus (Gambar 2.4).
17. Penetapan jenis agregat kasar menurut Gambar 2.2.
18. Proporsi berat agregat halus terhadap agregat campuran.
Proporsi berat agregat halus ditetapkan dengan cara menghubungkan kuat tekan rencana dengan faktor air semen menurut slump yang digunakan secara tegak lurus berpotongan yang dapat dilihat pada Gambar 2.9, Gambar 2.10, dan Gambar 2.11.



Gambar 2.9: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm (SNI 03-2834-2000).



Gambar 2.10: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm (SNI 03-2834-2000).



Gambar 2.11: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm (SNI 03-2834-2000).

19. Berat jenis agregat campuran.

Berat jenis agregat campuran dihitung dengan rumus:

$$B_{j \text{ camp}} = K_h/100 \times B_{jh} + K_k/100 \times B_{jk} \quad (2.4)$$

Dimana:

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

B_{jh} = berat jenis agregat halus.

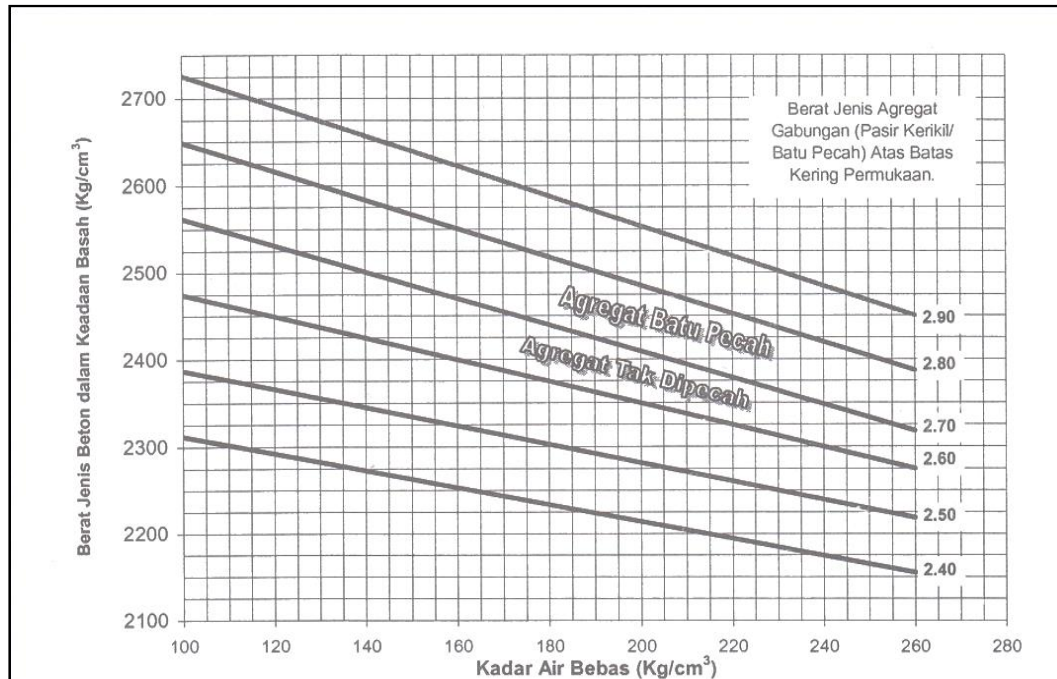
B_{jk} = berat jenis agregat kasar.

K_h = persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran.

K_k = persentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran.

20. Perkiraan berat isi beton

Perkiraan berat isi beton diperoleh dari Gambar 2.12.



Gambar 2.12: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton (SNI 03-2834-2000).

21. Menghitung kebutuhan berat agregat campuran.

Kebutuhan berat agregat campuran dihitung dengan rumus:

$$W_{agr,camp} = W_{btn} - W_{air} - W_{smn} \quad (2.5)$$

Dengan:

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

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

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

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

22. Hitung berat agregat halus yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (18) dan (21).

Kebutuhan agregat halus dihitung dengan rumus:

$$W_{agr,h} = K_h \times W_{agr,camp} \quad (2.6)$$

Dengan:

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

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

23. Hitung berat agregat kasar yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (21) dan (22). Kebutuhan agregat kasar dihitung dengan rumus:

$$W_{agr,k} = K_k \times W_{agr,camp} \quad (2.7)$$

Dengan :

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

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

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

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

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

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

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

Dengan:

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

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

D adalah jumlah agregat kasar (kg/m^3).

C_a adalah absorpsi air pada agregat halus (%).

D_a adalah absorpsi agregat kasar (%).

C_k adalah kandungan air dalam agregat halus (%).

D_k adalah kandungan air dalam agregat kasar (%).

2.7 Kuat Tarik

Kuat tarik belah adalah kuat tarik beton yang ditentukan berdasarkan kuat tekan belah dari silinder beton yang ditekan pada sisi panjangnya Suatu perkiraan kasar nilai kuat tarik beton normal hanya berkisar antara 9%-15% dari kuat tekannya. Kuat tarik beton yang tepat sulit diukur. Pengujian menggunakan uji silinder berdiameter 7,5 cm dan tinggi 15 cm, diletakkan pada arah memanjang di atas alat penguji kemudian beban tekan diberikan merata arah tegak dari atas pada seluruh

panjang silinder. Apabila kuat tarik terlampaui, benda uji terbelah menjadi dua bagian dari ujung ke ujung. (Gunawan et al., 2013).

Kuat Tarik beton dihitung dengan rumus:

$$f'_{sp} = \frac{2P}{\pi LD}$$

Dimana:

f'_{sp} = Kuat tarik belah beton [MPa]

P = Beban maksimum pada saat benda uji terbelah [N]

L = Panjang benda uji [mm]

D = Diameter benda uji [mm]

π = Phi (22/7). (Pangloly et al., 2018).

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

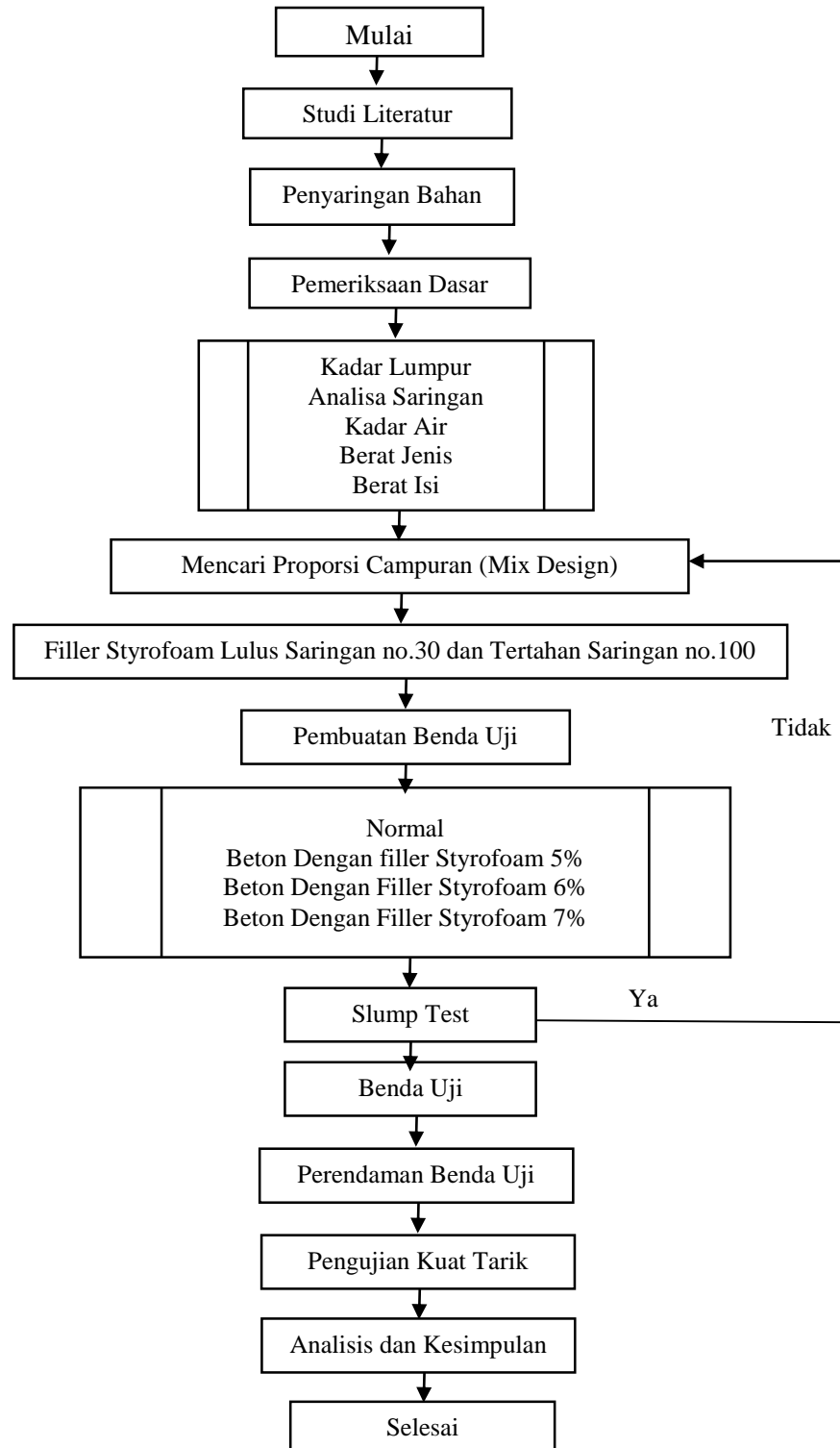
Penelitian dimulai setelah mendapatkan izin dari Ketua Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan kemudian melakukan studi literatur, seperti mencari jurnal referensi, kandungan dalam bahan tambah yang digunakan, dan metode yang digunakan dalam melakukan penelitian.

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

Selanjutnya mencari *mix design* untuk mengetahui proporsi campuran untuk setiap benda uji yang akan dibuat. Setelah memperoleh proporsi campuran beton, kemudian dilakukan penyaringan bahan tambah (*filler*) yang telah dikeringkan. Setelah bahan-bahan yang dibutuhkan telah siap digunakan, tahap selanjutnya adalah pembuatan benda uji. Pembuatan benda uji dilakukan sesuai kebutuhan masing-masing variasi campuran bahan tambah yaitu beton normal, beton dengan *filler styrofoam* 5%, beton dengan *filler styrofoam* 6%, dan beton dengan *filler styrofoam* 7%.

Langkah selanjutnya yaitu membuat adonan beton dan mengecek nilai slump beton, setelah melakukan pengujian slump, kemudian memasukkan adonan beton kedalam cetakan silinder yang telah diberi vaselin. Kemudian benda uji didiamkan dan dilepaskan dari cetakan setelah ± 24 jam. Selanjutnya dilakukan perendaman benda uji selama 7 hari, 14 hari dan 28 hari.

Setelah mencapai umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari, benda uji diangkat dari tempat perendaman kemudian dilakukan tes kuat tarik beton. Dari pengujian kuat tarik yang dilakukan, kita dapat memperoleh data-data yang dibutuhkan sesuai dengan tujuan penelitian.



Gambar 3.1: Bagan alir penelitian yang dilaksanakan.

3.1.1 Data Primer

Data yang diperoleh dari hasil penelitian di Laboratorium, yaitu:

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

3.1.2 Data Sekunder

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

1. Peraturan SNI 03-2834-2000 tentang tata cara pembuatan rencana beton normal.
2. Peraturan SNI 2491:2014 tentang metode uji kekuatan tarik belah spesimen beton silinder

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dimulai pada bulan November 2019. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.3 Instrumen Penelitian

3.3.1 Bahan

1. Agregat

Agregat pada penelitian ini terdapat agregat halus dan agregat kasar. Agregat halus yang digunakan lolos saringan no. 4 dan agregat kasar berupa batu pecah dengan ukuran maksimum 20 mm. Agregat yang digunakan berasal dari Binjai baik itu agregat halus maupun agregat kasar.

2. Semen *Portland*

Semen *Portland* yang digunakan pada penelitian ini merupakan semen *Portland* tipe I. Pengamatan yang dilakukan terhadap semen berupa kondisi fisik keutuhan kemasan semen dan kehalusan butiran semen atau butiran berwarna abu-abu, halus, dan tidak terdapat yang menggumpal.

3. Air

Pada pembuatan benda uji digunakan air yang berasal dari Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Air yang digunakan pada penelitian ini untuk membantu reaksi semen menjadi pasta semen sehingga dapat mengikat agregat dan perawatan pada beton setelah di cor.

4. Styrofoam

Styrofoam yang digunakan merupakan hasil limbah elektronik yang sudah tidak digunakan .

5. *Superplasticizer* Sika *Viscocrete 3115 N*

Bahan tambah kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Superplasticizer* jenis Sika *Viscocrete 3115 N* yang diperoleh langsung dari PT. Sika Indonesia di Medan, Sumatera Utara.

3.3.2 Peralatan

Alat yang digunakan dalam pembuatan benda uji dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut:

Tabel 3.1: Peralatan pembuatan benda uji.

No	Nama Alat	Kegunaan
1	<i>Compressing Test Machine (CTM)</i>	Menguji kuat tarik belah beton
2	Saringan Agregat Kasar	Memisahkan agregat kasar sesuai ukuran
3	Saringan Agregat Halus	Memisahkan agregat halus sesuai ukuran
4	Cetakan Silinder	Mencetak benda uji
5	Oven	Mengeringkan agregat kasar dan halus

6	Gelas Ukur	Mengukur takaran air dan <i>superplasticizer</i>
7	Kerucut Abrams	Untuk menguji slump
8	<i>Mixer</i> Beton	Untuk membuat campuran atau adonan beton
9	Timbangan	Menimbang benda uji
10	Tongkat Penumbuk	Memadatkan benda uji

3.3.3 Desain Benda Uji

Penelitian menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, dengan sampel 12 buah beton dengan 4 (empat) variasi yang masing-masing variasi berjumlah 3 sampel. Pengujian akan dilaksanakan pada umur 28 hari setelah perendaman beton. Komposisi campuran benda uji dan kode benda uji dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.2: Komposisi campuran benda uji dan kode benda uji.

NO	KODE BENDA UJI	AGREGAT KASAR	STYROFOAM	<i>SUPERPLASTICIZER</i> <i>VISCOCRETE - 3115N</i>	JUMLAH SAMPEL
1	BN	100%	0%	0%	3
2	BS-5	95%	5%	0,8%	3
3	BS-6	94%	6%	0,8%	3
4	BS-7	93%	7%	0,8%	3
Jumlah					12

Keterangan:

BN = Beton dengan campuran 0% styrofoam dari berat agregat kasar dan campuran 0% *superplasticizer* dari berat semen.

BS-5 = Beton dengan campuran 5% styrofoam dari berat agregat kasar dan campuran 0,8% *superplasticizer* dari berat semen.

BS-6 = Beton dengan campuran 6% Styrofoam dari berat agregat kasar dan campuran 0,8% *superplasticizer* dari berat semen.

BS-7 = Beton dengan campuran 7% Styrofoam dari berat agregat kasar dan campuran 0,8% *superplasticizer* dari berat semen.

3.4 Persiapan Material

Secara umum pelaksanaan penelitian ini terdapat beberapa langkah pekerjaan. Diawali dengan menetapkan komposisi campuran, penyiapan material, pemeriksaan material, pembuatan benda uji, perawatan, dan pengujian benda uji. Tahapan-tahapan penelitian tersebut di atas, dilaksanakan dengan berdasarkan standar peraturan pengerjaan beton yang disesuaikan dengan kondisi laboratorium. Sebagian langkah pemeriksaan material hanya dibatasi pada pemeriksaan karakteristik, karena dianggap penting dalam perhitungan komposisi campuran. Namun tidak semua material dapat diperiksa karakteristiknya. Tidak dilakukan pemeriksaan terhadap air dan material aditif.

Semua material (semen, agregat) berasal dari tempat yang berbeda, diteliti untuk ditetapkan sebagai bahan pembentuk beton. Semua bahan ditempatkan pada tempat yang aman dan tidak mengalami perubahan fisik dan kimia serta bebas dari benda asing. Untuk menjaga kelembaban supaya tetap, material dimasukkan ke dalam kantong plastik. Semen yang digunakan adalah semen portland pozzolan tipe-1. Air yang digunakan dalam proses mencampur beton adalah air PDAM dari Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Agregat kasar adalah batu pecah yang berasal dari Binjai. Agregat halus adalah pasir yang berasal dari Binjai. Bahan tambah serbuk kayu berasal dari tempat pembuatan *furniture*.

3.5 Pemeriksaan Agregat

Agregat halus pasir berasal dari Binjai, agregat kasar batu pecah berasal dari Binjai. Agregat kemudian dilakukan Pengujian Gradasi, Kadar Lumpur, Berat Jenis dan Absorpsi Agregat Halus, Keausan dan Berat Volume untuk perhitungan proporsi campuran beton. Pemeriksaan bahan tambah Styrofoam hanya berupa analisa saringan, lolos di saringan no. 4 dan tertahan di saringan no.8

3.6 Pencampuran Beton (*Mixing*)

Susunan beton itu harus dibuat sedemikian rupa agar kekuatan yang akan dicapai sebesar-besarnya, oleh karena itu perlu direncanakan komposisi campuran.

Terutama dalam pengambilan bahan penyusun beton yang memiliki ukuran butiran yang berbeda, sehingga terdapat suatu pori-pori yang minimum. Butiran halus harus mengisi pori diantara bagian agregat yang lebih kasar. Campuran semen dengan air harus dapat mengisi lubang-lubang antara bagian dari agregat halus. Pengerjaan beton yang dibuat secara manual dan pabrikasi mutunya harus dapat dipertahankan terhadap kekuatan, keawetan, bentuk awal, dan kedap air.

Selanjutnya adukan beton tidak hanya harus mengeras bagian-bagian pada kerikil atau batu pecah dengan sempurna tapi harus juga mengisi pori-pori antara bagian-bagian yang kasar seluruhnya. Untuk ini diperlukan suatu perbandingan yang tepat antara semen, air, agregat kasar, agregat halus, dan styrofoam beserta bahan tambahan lainnya. Setelah penetapan komposisi campuran, hal yang perlu diperhatikan menyangkut cara pelaksanaan campuran, efisiensi, *bleeding*, dan segregasi yang akan terjadi bila pencampuran telah dilakukan. Perencanaan campuran adukan beton menurut SNI 03-2834-2000 adalah sebagai berikut.

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

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

Dengan :

s adalah deviasi standar

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

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

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

Dengan:

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

- 1) Mewakili bahan-bahan prosedur pengawasan mutu, dan kondisi produksi yang serupa dengan pekerjaan yang diusulkan.
- 2) Mewakili kuat tekan beton yang disyaratkan f_c' yang nilainya dalam batas 7 MPa dari nilai f_{cr} yang ditentukan.

- 3) Paling sedikit terdiri dari 30 hasil uji yang berurutan atau dua kelompok hasil uji diambil dalam produksi selama jangka waktu tidak kurang dari 45 hari.
- 4) Bila suatu produksi beton tidak mempunyai dua hasil uji yang memenuhi deviasi standar, tetapi hanya ada sebanyak 15 sampai 29 hasil uji yang berurutan, maka nilai deviasi standar adalah perkalian deviasi standar yang dihitung dari data hasil uji tersebut dengan faktor pengali dari Tabel 3.3.

Tabel 3.3: Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia.

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

3. Menghitung nilai tambah.

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

Dengan

M adalah nilai tambah

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

Sr adalah deviasi standar rencana

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

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

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

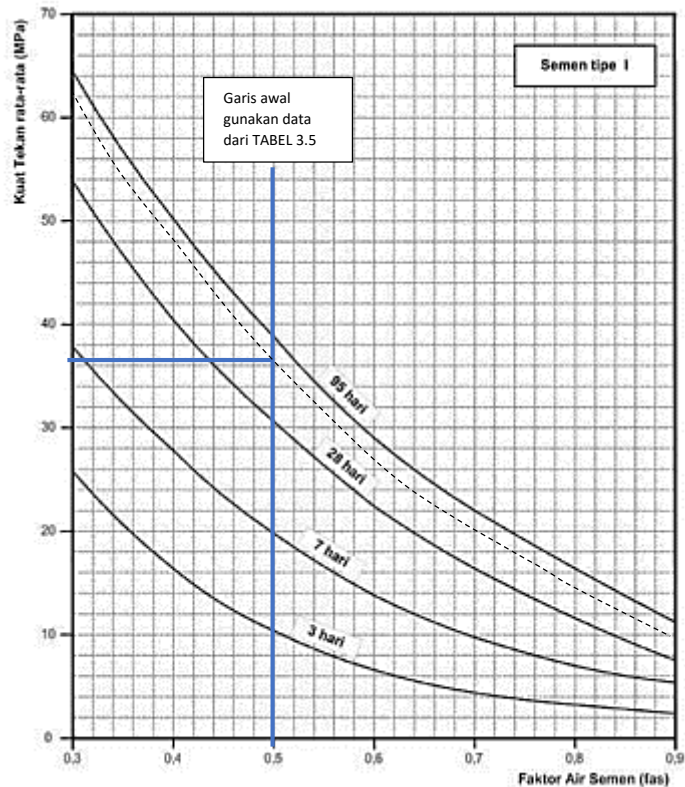
5. Menetapkan jenis semen.
6. Menentukan jenis agregat kasar dan agregat halus, agregat ini dapat dalam bentuk tak dipecahkan (pasir atau koral) atau dipecahkan.
7. Menentukan faktor air semen

Menghubungkan kuat tekan dan factor air semen yang diperoleh dari penelitian lapangan sesuai dengan bahan dan kondisi pekerjaan yang diusulkan. Bila tidak tersedia data hasil penelitian sebagai pedoman dapat dipergunakan Tabel 3.5. Bila dipergunakan gambar 3.2 ikuti langkah-langkah berikut :

- 1) Menentukan nilai kuat tekan pada umur 28 hari dengan menggunakan Tabel 3.5, sesuai dengan semen dan agregat yang akan dipakai;
- 2) Melihat gambar 3.2 untuk benda uji berbentuk silinder;
- 3) Menarik garis tegak lurus ke atas melalui faktor air semen 0,5 sampai memotong kurva kuat tekan yang ditentukan pada sub butir 1 di atas;
- 4) Menarik garis lengkung melalui titik pada sub butir 3 secara proporsional;
- 5) Menarik garis mendatar melalui nilai kuat tekan yang ditargetkan sampai memotong kurva baru yang ditentukan pada sub butir 4 di atas;
- 6) Menarik garis tegak lurus kebawah melalui titik potong tersebut untuk mendapatkan factor air semen yang diperlukan;

Tabel 3.4: Perkiraan kekuatan tekan (MPa) beton dengan faktor air semen dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia.

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



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

8. Menentukan faktor air semen maksimum atau dapat ditetapkan sebelumnya atau tidak.

Jika nilai faktor air semen yang diperoleh dari butir 7 di atas lebih kecil dari yang dikehendaki, maka yang dipakai yang terendah.

9. Menentukan slump.

Slump ditetapkan sesuai dengan kondisi pelaksanaan pekerjaan agar diperoleh beton yang mudah dituangkan, didapatkan dan diratakan.

10. Menentukan ukuran agregat maksimum jika tidak ditetapkan.

Besar butir agregat maksimum tidak boleh melebihi:

- 1) Seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan.
- 2) Sepertiga dari tebal pelat.
- 3) Tiga perempat dari jarak bersih minimum di antara batang-batang atau berkas-berkas tulangan.

11. Menentukan nilai kadar air bebas.

Kadar air bebas ditentukan sebagai berikut:

- 1) Agregat tak dipecah dan agregat dipecah digunakan nilai-nilai pada tabel 3.5 dan gambar 3.2.
- 2) Agregat campuran (tak dipecah dan dipecah), dihitung menurut rumus berikut:

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

Dengan:

W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

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

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

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

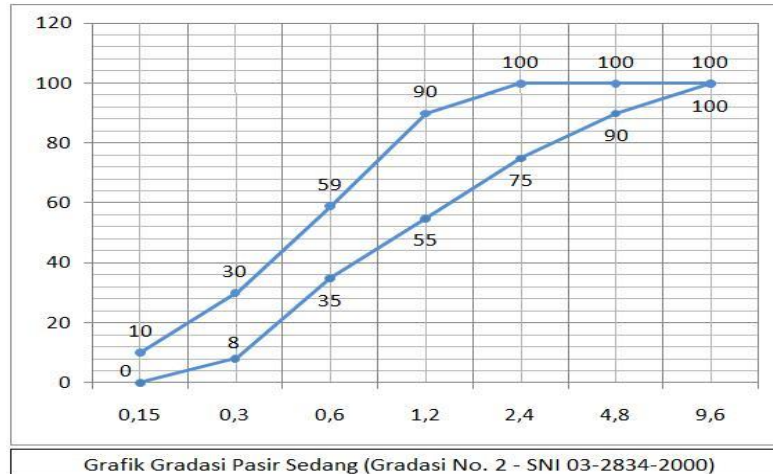
Catatan : Koreksi suhu udara untuk suhu di atas 25°C , setiap kenaikan 5°C harus ditambah air 5 liter per m^2 adukan beton.

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

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

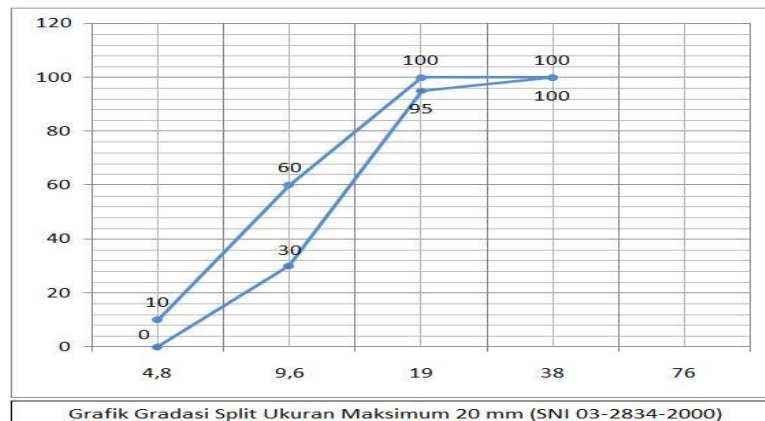
Lokasi	Jumlah Semen minimum per m ³ beton (kg)	Nilai faktor Air-Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan: c. Keadaan keliling non-korosif d. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	275 325	0,60 0,52
Beton di luar ruangan bangunan; c. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung. d. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325 275	0,60 0,60
Beton masuk ke dalam tanah: c. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti d. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah Beton yang kontinyu berhubungan: c. Air tawar d. Air laut	325	0,55 Lihat Tabel 2.10 Lihat Tabel 2.11

15. Menentukan faktor air semen yang disesuaikan jika jumlah semen berubah karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan), maka factor air semen harus diperhitungkan kembali.
16. Menentukan susunan butir agregat halus (pasir kalau agregat halus sudah dikenal dan sudah dilakukan analisa ayak menurut standar yang berlaku, maka kurva dari pasir ini dapat dibandingkan dengan kurva-kurva yang tertera dalam gambar 3.3. (ukuran mata ayakan (mm))



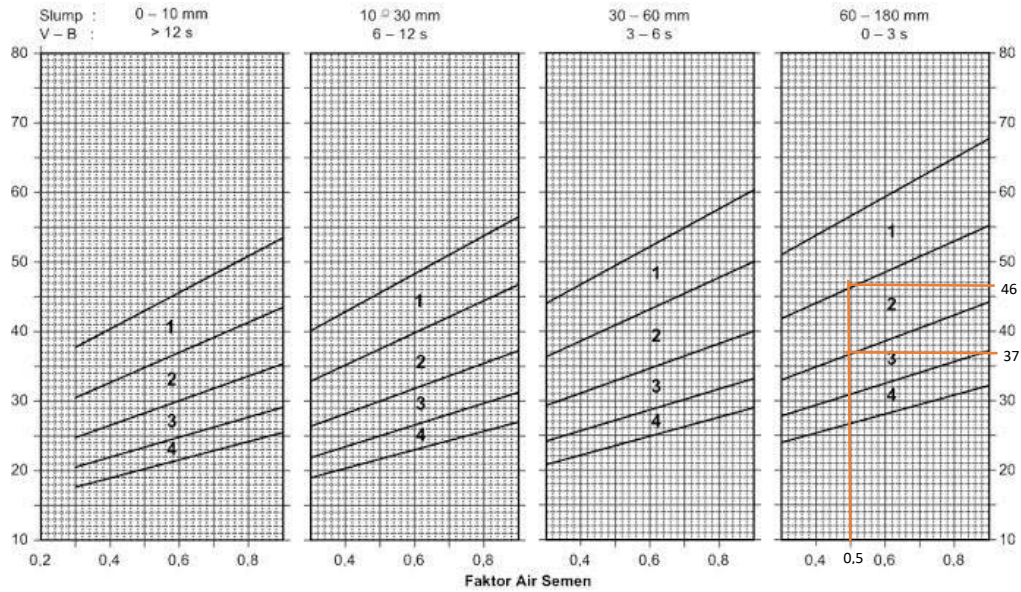
Gambar 3.3: Batas gradasi pasir (Sedang) No. 2.

17. Menentukan susunan agregat kasar menurut gambar 3.4.



Gambar 3.4: Batas gradasi kerikal atau koral ukuran maksimum 20 mm.

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



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

19. Menghitung berat jenis relative agregat.

Berat jenis relative agregat ditentukan sebagai berikut:

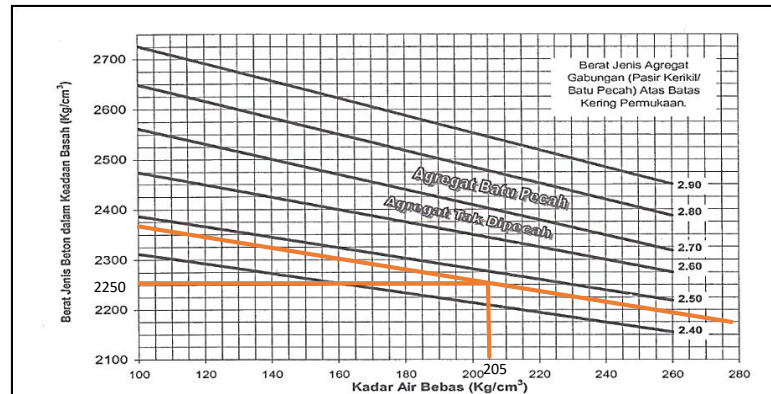
- 1) Diperoleh dari data hasil uji atau bila tidak tersedia dapat dipakai nilai dibawah ini:

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

- 2) Berat jenis agregat gabungan dihitung sebagai berikut:

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

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



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

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

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

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

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

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

Dengan:

B = jumlah air (kg/m³).

C = agregat halus (kg/m³).

D = agregat kasar (kg/m³).

Ca = absorpsi air pada agregat halus (%).

Da = absorpsi agregat kasar (%).

Ck = kandungan air dalam agregat halus (%).

Dk = kandungan air dalam agregat kasar (%).

3.7 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dibedakan menjadi 2 yaitu beton normal dan beton abu cangkang kelapa sawit.

1. Langkah-langkah pembuatan benda uji beton normal adalah sebagai berikut:
 - a. Alat-alat yang akan digunakan dibersihkan terlebih dahulu, kemudian menimbang bahan-bahan yang akan digunakan sesuai dengan komposisi hasil *mix design*.
 - b. Menyiapkan molen yang bagian dalamnya sudah dilembabkan.
 - c. Kemudian pertama-tama tuangkan agregat halus, agregat kasar, dan semen. Aduk hingga ketiga bahan tersebut tercampur merata menggunakan molen.
 - d. Setelah ketiga bahan tersebut tercampur rata, masukkan air sedikit demi sedikit.
 - e. Setelah tercampur rata, dilakukan uji *slump flow* untuk mengukur tingkat *workability* adukan.
 - f. Apabila nilai *slump flow* telah memenuhi spesifikasi, selanjutnya adukan beton dituangkan ke dalam cetakan silinder, dan dirojok agar campuran beton menjadi padat.
 - g. Diamkan selama 24 jam.
 - h. Setelah 24 jam, cetakan dibuka kemudian dilakukan perawatan beton.
2. Langkah-langkah pembuatan benda uji beton Styrofoam adalah sebagai berikut:
 - a. Alat-alat yang akan digunakan dibersihkan terlebih dahulu, kemudian menimbang bahan-bahan yang akan digunakan sesuai dengan komposisi hasil *mix design*.
 - b. Menyiapkan molen yang bagian dalamnya sudah dilembabkan.

- c. Kemudian tuangkan agregat halus kedalam molen lalu masukkan styrofoam yang telah lolos saringan no.4 dengan variasi yang telah ditentukan.
- d. Kemudian masukkan agregat kasar.
- e. Kemudian masukkan semen kedalam molen.
- f. Setelah keempat bahan tersebut tercampur rata, masukkan air sedikit demi sedikit.
- g. Kemudian masukkan Sika *Viscocrete 3115 N* sedikit demi sedikit dengan takaran yang telah ditentukan.
- h. Setelah tercampur rata, dilakukan uji slump untuk mengukur tingkat *workability* adukan.
- i. Apabila nilai *slump* telah memenuhi spesifikasi, selanjutnya adukan beton dituangkan ke dalam cetakan silinder, dan dirojok agar campuran beton menjadi padat.
- j. Diamkan selama 24 jam.
- k. Setelah 24 jam, cetakan dibuka kemudian dilakukan perawatan beton

3.8 Pemeriksaan Slump Flow

Langkah-langkah pengujian Slump :

1. Basahi kerucut Abrams dan plat sebesar 1m x 1m.
2. Letakan plat pada bidang yang datar dan letakkan kerucut Abrams secara terbalik tepat di tengah plat.
3. Tuangkan campuran beton kedalam kerucut Abrams hingga penuh lalu ratakan menggunakan skrap dan diamkan selama 1 menit.
4. Angkat kerucut Abrams secara tegak lurus secara perlahan-lahan sambil menghitung waktu persebaran adukan menggunakan stopwatch.
5. Mencatat waktu saat sebaran adukan mencapai ukuran diameter 500mm dan hentikan stopwatch saat sebaran adukan berhenti serta mencatat waktunya.
6. Kemudian ukur lebar sebaran adukan beton menggunakan penggaris secara vertikal dan horizontal.

7. Besar diameter sebaran adukan menunjukkan tingkat kekentalan adukan tersebut, semakin besar diameter yang didapat maka semakin encer pula adukan tersebut.

3.9 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

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

1. Sebelum dilakukan pengujian dibuat catatan benda uji, baik nomor benda uji, nilai slump, tanggal pembuatan benda uji dan tanggal pengujian.
2. Pengujian kuat tarik belah dilakukan dengan meletakkan benda uji pada bagian sisinya di atas mesin dan beban tekan P dikerjakan secara merata dalam arah diameter di sepanjang benda uji.
3. Melapisi permukaan benda uji dengan pelat baja agar permukaan yang ditekan rata, dan usahakan benda uji berada dalam keadaan sentris.
4. Jalankan mesin desak dengan kecepatan penambahan beban yang konstan, kemudian catat besarnya beban maksimum yang dapat diterima pada masing-masing benda uji.

3.10 Jadwal Pengujian

No.	Uraian Kegiatan	Bulan 7				Bulan 8				Bulan 9			
		Minggu				Minggu				Minggu			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Persiapan Bahan :												
a.	Styrofoam	■											
b.	<i>Superplasticizer</i>	■											
c.	Agregat Kasar (Batu Pecah)	■											
d.	Agregat Halus (Pasir)	■											
e.	Semen				■		■						
2.	Persiapan Alat :												
a.	Izin menggunakan Laboratorium	■											
b.	Bak Perendaman				■	■							
3.	Pelaksanaan :												
a.	Analisa saringan	■											
b.	Kadar air agregat halus dan agregat kasar	■	■										
c.	Berat jenis dan penyerapan agregat kasar	■	■										
d.	Berat jenis dan penyerapan agregat halus	■	■										
e.	Berat isi agregat halus dan agregat kasar	■	■										
f.	Kadar lumpur agregat halus dan agregat kasar	■	■										
g.	Mix Design				■	■							
h.	Membuat campuran :												

-	Beton Normal																		
	3 sample																		
	Slump Test																		
	Perawatan sampel tanpa variasi selama 28 hari																		
-	Beton Variasi 5% Styrofoam + 0,8% <i>Superplasticizer</i>																		
	3 sample																		
	Slump Test																		
	Perawatan sampel selama 28 hari																		
-	Beton Variasi 6% Styrofoam + 0,8% <i>Superplasticizer</i>																		
	3 sample																		
	Slump Test																		
	Perawatan sampel selama 28 hari																		
-	Beton Variasi 7% Styrofoam + 0,8% <i>Superplasticizer</i>																		
	3 sample																		
	Slump Test																		
	Perawatan sampel selama 28 hari																		
4.	Pemeriksaan kuat tarik belah beton																		
-	Beton Normal																		
-	Beton Variasi 5% Styrofoam + 0,8% <i>Superplasticizer</i>																		
-	Beton Variasi 6% Styrofoam + 0,8% <i>Superplasticizer</i>																		
-	Beton Variasi 7% Styrofoam + 0,8% <i>Superplasticizer</i>																		
5.	Penyusunan laporan																		

BAB 4

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil dan analisa pemeriksaan agregat

Di dalam pemeriksaan agregat baik agregat kasar maupun agregat halus dilakukan di Laboratorium mengikuti panduan dari SNI tentang pemeriksaan agregat serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

4.1.1 Hasil dan analisa agregat halus

Agregat halus (pasir) yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir Binjai, secara umum mutu pasir Binjai telah memenuhi syarat untuk dapat digunakan sebagai bahan bangunan.

4.1.2 Berat jenis dan penyerapan agregat halus

Dari hasil uji berat jenis didapat:

Tabel 4.1: Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus.

FINE AGGREGATE	Satuan	Sample 1	Sample 2	AVE
Berat SSD (B)	gr	500	500	500
Berat SSD kering oven (E)	gr	483	491	487
Berat Pic + air (D)	gr	692	681	686,5
Berat SSD + berat pic + air (C)	gr	994	989	991,5
$BJ\ Bulk = (E / (B + D - C))$		2,44	2,56	2,50
$BJ\ SSD = (B / (B + D - C))$		2,53	2,60	2,56
$BJ\ Semu = (E / (E + D - C))$		2,67	2,68	2,68
$Absorption = ([(B - E) / E] \times 100\%)$	%	3,52	1,83	2,68

Dari hasil uji berat jenis didapat Berat jenis SSD rata-rata sebesar 2,56 dan dapat diklasifikasikan sebagai agregat normal karena nilainya masih dalam batas yang diijinkan yaitu antara 2,2 – 2,7. Penyerapan air (*absorption*) yang didapat dari hasil pengujian yaitu 2,68%. Angka tersebut menunjukkan kemampuan agregat

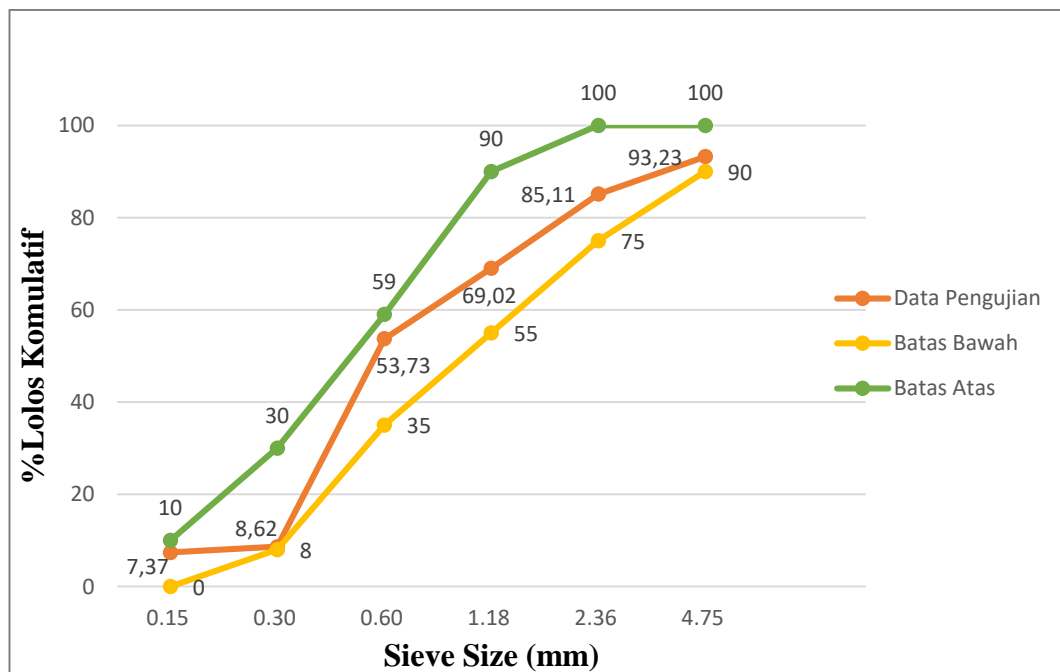
dalam menyerap air dari keadaan kering mutlak sampai jenuh kering maka sebesar 2,68% dari berat kering agregat sendiri.

4.1.3 Analisa gradasi agregat halus

Dari pengujian analisa gradasi maka di dapat hasil:

Tabel 4.2: Hasil pengujian analisa gradasi agregat halus dengan spesifikasi Zona 2.

Sieve Size (mm)	Retained Fraction				Cumulative (%)		Limits Zone 2
	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Total Weight (gr)	%	Retained	Passing	
4.75	65	70	135	6,77	6,77	93,23	90-100
2.36	82	80	162	8,12	14,89	85,11	75-100
1.18	137	184	321	16,09	30,98	69,02	55-90
0.60	169	136	305	15,29	46,27	53,73	35-70
0.30	464	436	900	45,11	91,38	8,62	8-30
0.15	11	14	25	1,25	92,63	7,37	0-10
Pan	69	78	147	7,37	100,00	0	0-5
<i>Total</i>	997	998	1995	100			



Gambar 4.1: Grafik gradasi agregat halus.

$$FM = \frac{\sum \% \text{ tertahan kumulatif mulai dari saringan } 0,15 \text{ mm}}{100}$$

$$= \frac{92,63 + 91,38 + 46,27 + 30,98 + 14,89 + 6,77}{100} = \frac{282,91}{100} = 2,83$$

Dari hasil pengujian didapat hasil FM sebesar 2,83%. Nilai ini masih dalam batas yang diijinkan yaitu 1,5 - 3,8% (Menurut SK SNI S – 04 – 1989 – F). Agregat tersebut berada di Zona 2.

4.1.4 Kadar lumpur agregat halus

Dari hasil uji Kadar Lumpur didapat persentase kadar lumpur rata-rata.

Tabel 4.3: Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus.

FINE AGGREGATE	Satuan	sample 1	sample 2	AVE
Berat SSD	gr	500	500	500
Berat SSD setelah dicuci	gr	481	487	484
Berat kotoran	gr	19	13	16
Persentase kotoran	%	3,95	2,67	3,31

Dari hasil uji Kadar Lumpur didapat persentase kadar lumpur rata-rata 3,31%. Nilai ini masih berada dalam batas yang diijinkan yaitu maksimal 5% (SK SNI S – 04 – 1989 – F), sehingga agregat tidak perlu harus dicuci sebelum pengadukan.

4.1.5 Berat isi agregat halus

Tabel 4.4: Hasil pengujian berat isi dengan cara lepas, cara tusuk, dan cara penggoyangan.

FINE AGGREGATE	Satuan	Cara Lepas	Cara Tusuk	Cara Penggoyangan	AVE
Berat contoh	gr	16840	18900	18965	18235
Berat wadah	gr	5327	5327	5327	5327
Berat contoh & wadah	gr	22167	24227	24292	23562
Volume wadah	cm ³	10948	10948	10948	10948
Berat isi	gr/cm ³	1,538	1,726	1,732	1,666

Didapat Berat Isi rata-rata dari hasil pengujian diatas sebesar 1,666 gr/cm³, nilai ini masih dalam batas yang diijinkan yaitu minimal 1,2 gr/cm³ (SII No.52 – 1980).

4.1.6 Kadar air agregat halus

Tabel 4.5 Hasil pengujian kadar air agregat halus

FINE AGGREGATE	Satuan	Sample 1	Sample 2
Berat contoh SSD dan berat wadah	gr	950	951
Berat contoh SSD	gr	500	500
Berat contoh kering oven & berat wadah	gr	936	938
Berat wadah	gr	450	451
Berat air	gr	14	13
Berat contoh kering	gr	486	487
Kadar air	%	2,88	2,67
Rata-rata		2,78	

Dari hasil uji kadar air didapat nilai rata-rata 2,76% nilai ini lebih besar dari penyerapan yaitu 2,68% maka agregat dalam keadaan basah dan untuk mencapai ssd maka air dalam campuran beton harus dikurangi sebesar (2,76% - 2,68%) = 0,08% dari berat agregat halus.

4.2 Pemeriksaan agregat kasar

Berdasarkan hasil dari pengujian analisis gradasi agregat kasar (batu pecah) dari Binjai ini menunjukkan bahwa mempunyai bentuk ukuran yang bervariasi dengan ukuran maksimal 40 mm.

4.2.1 Berat jenis dan penyerapan agregat kasar

Tabel 4.6: Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar.

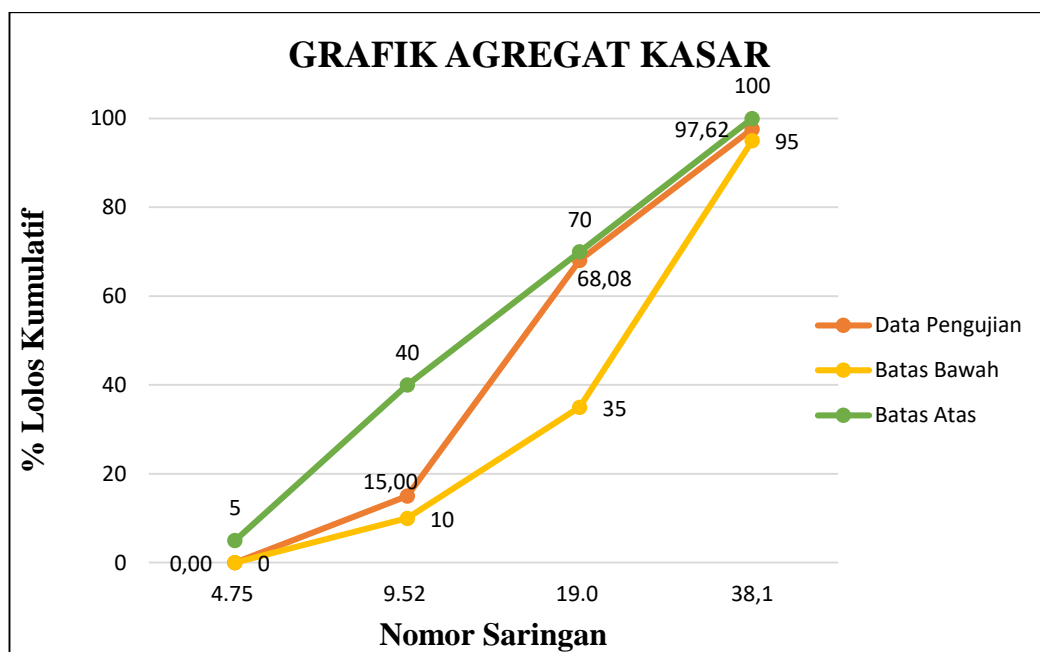
COARSE AGGREGATE	Satuan	Sample 1	Sample 2	AVE
Berat SSD (A)	gr	2800	2700	2750
Berat SSD kering oven (C)	gr	2795	2687	2741
Berat SSD di dalam air (B)	gr	1591	1625	1608
BJ Bulk = (C / (A - B))		2,31	2,50	2,41
BJ SSD = (A / (A - B))		2,32	2,51	2,41
BJ Semu = (C / (C - B))		2,32	2,53	2,43
Absorption = ((A - C) / C] x 100%)	%	0,18	0,48	0,33

Dari hasil uji berat jenis didapat Berat jenis SSD rata-rata sebesar 2,41 dan dapat diklasifikasikan sebagai agregat normal karena nilainya masih dalam batas yang diijinkan yaitu antara 2,2 – 2,7. Penyerapan air (*absorption*) yang didapat dari hasil pengujian yaitu 0,33%. Angka tersebut menunjukkan kemampuan agregat dalam menyerap air dari keadaan kering mutlak sampai jenuh kering maka sebesar 0,33% dari berat kering agregat sendiri.

4.2.2 Analisa gradasi agregat kasar

Tabel 4.7: Hasil pengujian analisa gradasi agregat kasar dengan spesifikasi ukuran maksimal 40 mm.

Sieve Size (mm)	Retained Fraction				Cumulative (%)		Limits Grade. 40 mm
	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Total Weight (gr)	%	Retained	Passing	
38,1	54	65	119	2,38	2,38	97,62	95-100
19.0	739	738	1477	29,54	31,92	68,08	35-70
9.52	1365	1289	2654	53,08	85,00	15,00	10-40
4.75	342	408	750	15,00	100,00	0,00	0-5
Total	2500	2500	5000	100			



Gambar 4.2: Grafik gradasi agregat kasar.

$$\begin{aligned}
 FM &= \frac{\Sigma \% \text{ tertahan kumulatif mulai dari saringan } 0,15 \text{ mm}}{100} \\
 &= \frac{100 + 100 + 100 + 100 + 100 + 100 + 85 + 31,92 + 2,38}{100} = \frac{719,30}{100} \\
 &= 7,19
 \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian didapat hasil FM sebesar 7,19%. Nilai ini melebihi batas yang diijinkan ASTM C33 – 93, yaitu 6 - 7% sehingga gradasi agregat tersebut cenderung kasar.

4.2.3 Kadar lumpur agregat kasar

Tabel 4.8: Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar.

COURSE AGGREGATE	Satuan	sample 1	sample 2	AVE
Berat SSD	gr	2500	2500	2500
Berat SSD setelah dicuci	gr	2477	2479	2478
Berat kotoran	gr	23	21	22
Persentase kotoran	%	0,93	0,84	0,89

Dari hasil uji Kadar Lumpur didapat persentase kadar lumpur rata-rata 0,69%. Nilai ini masih berada dalam batas yang diijinkan yaitu maksimal 1% (SK SNI S – 04 – 1989 – F), sehingga agregat tidak perlu harus dicuci sebelum pengadukan.

4.2.4 Berat isi agregat kasar

Tabel 4.9: Hasil pengujian berat isi dengan cara lepas, cara tusuk, dan cara penggoyangan.

COURSE AGGREGATE	Satuan	Cara Lepas	Cara Tusuk	Cara Penggoyangan	AVE
Berat contoh	gr	18530	19825	19680	19345
Berat wadah	gr	5327	5327	5327	5327
Berat contoh & wadah	gr	23857	25152	25007	24672
Volume wadah	cm ³	10948	10948	10948	10948
Berat isi	gr/cm ³	1,693	1,811	1,798	1,767

Didapat Berat Isi rata-rata dari hasil pengujian diatas ialah 1,767 gr/cm³, nilai ini masih dalam batas yang diijinkan yaitu minimal 1,2 gr/cm³ (SII No.52 – 1980).

4.2.5 Kadar air agregat kasar

Tabel 4.10: Hasil pengujian kadar air agregat halus.

COURSE AGGREGATE	Satuan	Sample 1	Sample 2
Berat contoh SSD dan berat wadah	gr	1492	1495
Berat contoh SSD	gr	1000	1000
Berat contoh kering oven & berat wadah	gr	1482	1486
Berat wadah	gr	492	495
Berat air	gr	10	9
Berat contoh kering	gr	990	991
Kadar air	%	1,01	0,91
Rata-rata		0,96	

Dari hasil uji kadar air didapat nilai rata-rata 0,96% nilai ini lebih besar dari penyerapan yaitu 0,33% maka agregat dalam keadaan basah dan untuk mencapai ssd maka air dalam campuran beton harus dikurangi sebesar (0,96% - 0,33%) = 0,63% dari berat agregat kasar.

4.3 Rancang campur dan kebutuhan bahan

4.3.1 Mix design beton normal mutu sedang

Mix design beton normal mutu sedang mengacu pada metode SNI 03 – 2834 – 2000.

Tabel 4.11: Perencanaan campuran beton normal mutu sedang.

No	Uraian	Tabel/Gambar /Perhitungan	Nilai
1	Kuat tekan yang disyaratkan (silinder)	Ditetapkan	25,5 Mpa
2	Deviasi standar	-	-
3	Nilai tambah (margin)	Tabel 2.6	12 Mpa
4	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	1+3	37,5 Mpa
5	Jenis semen	Ditetapkan	Semen Portland I
6	Jenis agregat: -kasar -halus	Ditetapkan Ditetapkan	Batu Pecah Pasir Alami
7	FAS	Tabel 2.7 dan Gambar 2.1	0,495
8	FAS maksimum	Tabel 2.9	0,6
9	Slump	Ditetapkan	60-180 mm

No	Uraian	Tabel/Gambar /Perhitungan		Nilai	
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan		20 mm	
11	Kadar air bebas	Tabel 2.8		205 Kg/m ³	
12	Kadar semen	11:8		414,14 Kg/m ³	
13	Kadar semen maksimum	Ditetapkan		414,14 Kg/m ³	
14	Kadar semen minimum	Tabel 2.9		275 Kg/m ³	
15	FAS yang disesuaikan	-		0,6	
16	Susunan butir agregat halus	Gambar 2.3 s/d 2.6		no.2	
17	Susunan butir agregat kasar	Gambar 2.7 s/d 2.9		no.20 mm	
18	Persen agregat halus	Gambar 2.13		44%	
19	Berat jenis relatif	Dihitung		2,48	
20	Berat isi	Gambar 2.16		2250 kg/m ³	
21	Kadar agregat gabungan	20-12-11		1660,86 kg/m ³	
22	Kadar agreg halus	21x18		730,78 kg/m ³	
23	Kadar agreg kasar	21-22		930,08 kg/m ³	
24	Proporsi campuran	Semen (kg/m ³)	Air (kg/m ³)	Agregat (kg/m ³)	
				Halus	Kasar
		414,14 1	205,00 0,495	730,78 1,76	930,08 2,25
25	Koreksi proporsi campuran	414,14 1,00	198,44 0,48	731,50 1,77	935,92 2,26

Koreksi proporsi campuran untuk mendapatkan susunan campuran yang sebenarnya, yaitu yang akan dipakai sebagai campuran uji. Angka-angka teoritis tersebut perlu dibetulkan dengan memperhitungkan jumlah air bebas yang terdapat dalam masing-masing agregat yang akan dipakai, perhitungan dengan menggunakan persamaan 2.8 s/d 3.0 sebagai berikut :

Diketahui :

- Jumlah air (B) = 170 kg/m³
- Jumlah agregat halus (C) = 553,09 kg/m³
- Jumlah agregat kasar (D) = 1202,75 kg/m³
- Penyerapan agregat halus (C_a) = 2,68%
- Penyerapan agregat kasar (D_a) = 0,33%
- Kadar air agregat halus (C_k) = 2,78%
- Kadar air agregat kasar (D_k) = 0,96%

a. Air

$$\begin{aligned} \text{Air} &= B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\ &= 170 - (2,78 - 2,68) \times \frac{553,09}{100} - (0,96 - 0,33) \times \frac{1202,75}{100} \\ &= 161,90 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

b. Agregat halus

$$\begin{aligned} \text{Agregat halus} &= C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} \\ &= 553,09 + (2,78 - 2,68) \times \frac{553,09}{100} \\ &= 553,63 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

c. Agregat kasar

$$\begin{aligned} \text{Agregat kasar} &= D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\ &= 1202,75 + (0,96 - 0,33) \times \frac{1202,75}{100} \\ &= 1210,30 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

4.3.2 Kebutuhan bahan

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

- PC = 354,17 kg/m³
- Agregat halus = 553,63 kg/m³
- Agregat kasar = 1210,30 kg/m³
- Air = 161,90 kg/m³

Kebutuhan volume satu benda uji dengan cetakan silinder sebagai berikut :

- Tinggi = 30 cm
- Diameter = 15 cm

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

Sedangkan kebutuhan volume setiap variasi atau satu kali adukan, ialah = $3 \times 0,0053 \text{ m}^3 = 0,01590 \text{ m}^3$ dan sebagai toleransi kehilangan saat pembuatan, Maka kebutuhan bahan untuk jumlah setiap total variasi ditambah 10% dari total variasi , yaitu = $0,01590 \text{ m}^3 + (0,01590 \text{ m}^3 \times 10\%) = 0,0175 \text{ m}^3$. Sehingga didapat seluruh kebutuhan bahan pada setiap variasi atau 1 kali adukan sebagai berikut :

Tabel 4.12: Kebutuhan bahan berbagai variasi campuran.

Kode	Volume 1 x Adukan (m ³)	Komposisi Bahan						Total (kg)
		PCC + Sika Vicocrete		Agregat Kasar		Pasir (kg)	Air (kg)	
		PCC (kg)	Sika (kg)	A.Kasar (kg)	Styrofo am (kg)			
BN	0,0175	100% 7,247	-	100% 12,801	-	16,379	2,831	30,276
BS-5	0,0175	100% 7,247	0,8% 0,058	95% 12,161	5% 0,640	16,379	2,831	39,334
BS-6	0,0175	100% 7,247	0,8% 0,058	94% 12,033	6% 0,768	16,379	2,831	39,334
BS-7	0,0175	100% 7,247	0,8% 0,058	93% 11,905	7% 0,896	16,379	2,831	39,334
Total	0,0700	28,99	0,17	48,90	2,30	65,51	11,32	157,28

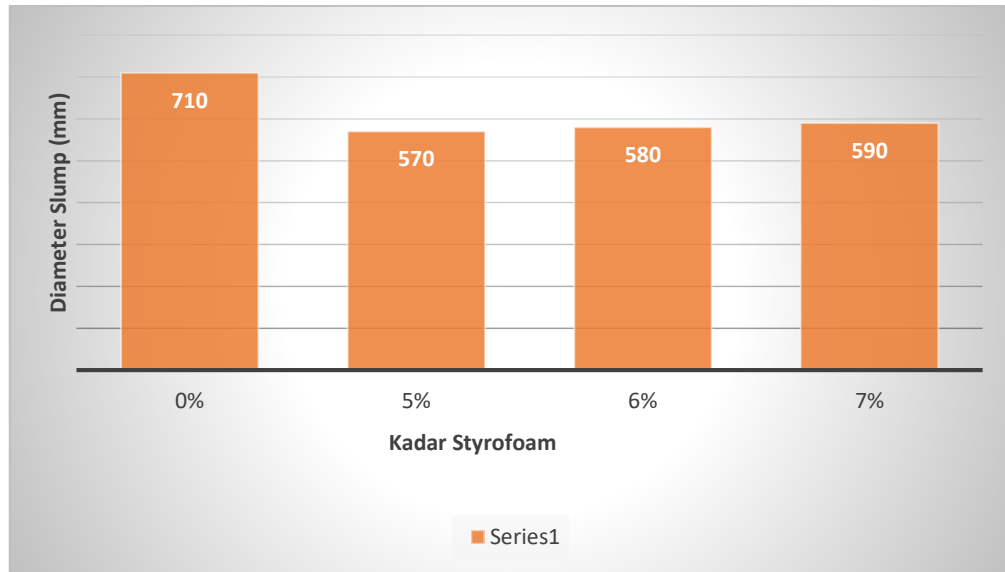
4.4 Hasil dan analisa pengujian beton segar

4.4.1 Pengujian slump (slump rencana 60 – 180 mm)

Hasil pengujian slump yang didapat:

Tabel 4.13: Hasil pengujian slump

Flow Test Table ASTM C 1611										
Kadar stryofo am	Diameter Maksimal			Syarat D Min	Waktu		Syarat t 500	Kec	Ket	Air 1x Adukan (Liter)
	d1	d2	d rata- rata		t 500	t Max				
	(mm)	(mm)	(mm)		(det)	(det)				
0%	720	700	710	500	2,2	7,6	5	93,4 21	Memenu hi	3,68
5%	580	560	570	500	4,5	9,5	5	60,0 00	Memenu hi	3,98
6%	600	560	580	500	3,9	11,3 2	5	51,2 37	Memenu hi	4,28
7%	610	570	590	500	3,2	11,9	5	49,5 80	Memenu hi	5,18



Gambar 4.3: Grafik slump rata-rata.

Berdasarkan data hasil pengujian tersebut, nilai rata-rata slump campuran beton normal, BS-5, BS-6, dan BS-7 yaitu; 710 mm; 570 mm; 580 mm; dan 590 mm. Didapat bahwa nilai slump seluruh campuran masuk kedalam slump rencana yaitu 60 – 180 mm.

4.4.2 Berat isi beton

Berat isi rencana = 2280 kg/m^3

Volume pekerjaan = $0,0699 \text{ m}^3$

Tabel 4.14: hasil pengujian berat isi beton

No	Variasi Beton	Berat Penuh Air Pada Volume Silinder (kg)	Berat Beton (kg)	Berat isi Beton (kg/m^3)	Berat Isi Beton Rata-rata (kg/m^3)	Berat Isi Beton Rencana (kg/m^3)	Yield	Berat isi lebih (%)
1	BN (3 Sample)	5,299	12,902	2435	2393	2280	1,05	0,05
			12,586	2375				
			12,555	2369				
2	BS-5 (3 Sample)	5,299	11,652	2199	2196	2280	0,96	0,04
			11,513	2173				
			11,739	2215				

No	Variasi Beton	Berat Penuh Air Pada Volume Silinder (kg)	Berat Beton (kg)	Berat isi Beton (kg/m ³)	Berat Isi Beton Rata-rata (kg/m ³)	Berat Isi Beton Rencana (kg/m ³)	Yield	Berat isi lebih (%)
3	BS-6 (3 Sample)	5,299	11,401	2152	2170		0,95	0,05
			11,652	2199				
			11,448	2160				
4	BS-7 (3 Sample)	5,299	11,575	2184	2161		0,95	0,05
			11,432	2157				
			11,351	2142				

Berdasarkan data pengujian berat isi beton untuk berbagai variasi campuran masing – masing sebesar 2393 kg/m³ (Beton Normal), 2196 kg/m³ (B5-5), 2170 kg/m³ (BS-6), dan 2161 kg/m³ (BS-7). Dapat disimpulkan berat isi beton yang dibuat tidak sesuai dengan berat isi beton rencana yaitu 2280 kg/m³. Dikarenakan nilai toleransi kehilangan bahan, sehingga jumlah bahan dlebihkan dan semua bahan tidak ada tersisa saat pembuatan benda uji. Tetapi berat isi beton rata-rata diatas masih sesuai dengan berat satuan beton normal yaitu antara 2200 – 2500 kg/m³ (SNI 03 – 2847 – 2002).

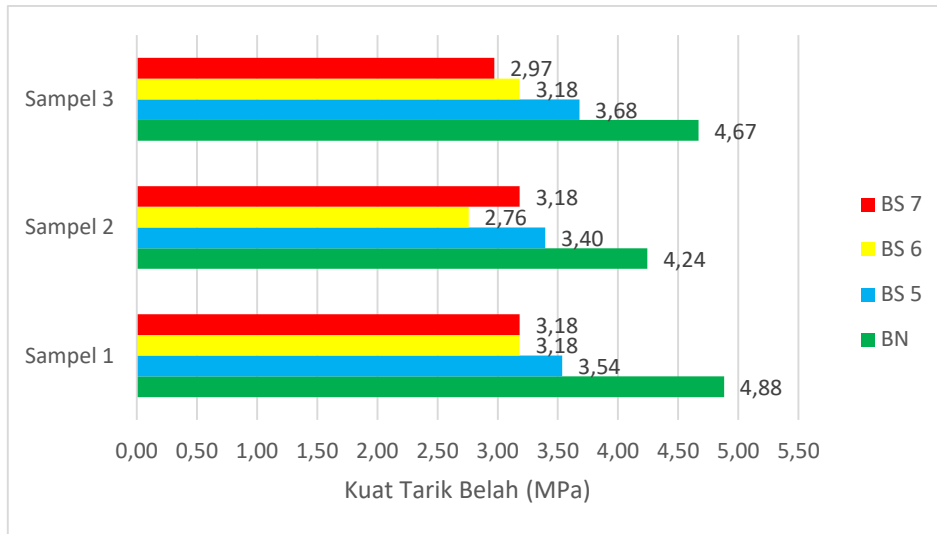
4.5 Hasil dan analisa pengujian beton keras

4.5.1 Kuat tarik belah beton

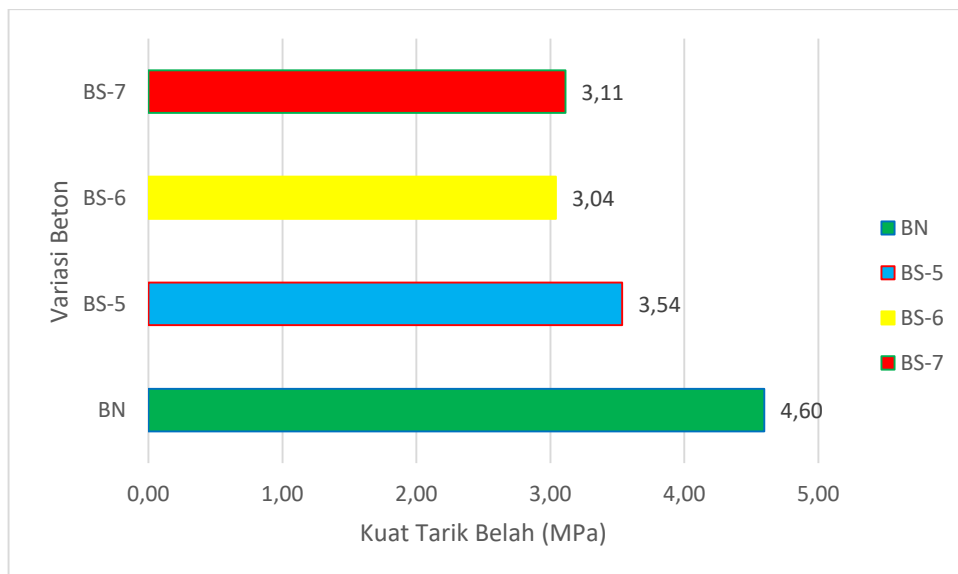
Hasil kuat tarik belah beton yang di dapat:

Tabel 4.15: Hasil pengujian kuat tarik belah beton.

Variasi Beton	Luas (πLD) (mm ²)	Beban (T)			Kuat Tarik Belah (Mpa)			Tarik Belah Rata-Rata
		1	2	3	1	2	3	
BN	141371,669	34,5	30	33	4,88	4,24	4,67	4,60
BS-5	141371,669	25	24	26	3,54	3,40	3,68	3,54
BS-6	141371,669	22,5	19,5	22,5	3,18	2,76	3,18	3,04
BS-7	141371,669	22,5	22,5	21	3,18	3,18	2,97	3,11



Gambar 4.4 Grafik nilai kuat tarik semua variasi.



Gambar 4.5: Grafik nilai kuat tarik belah rata-rata.

Berdasarkan data hasil pengujian kuat tarik belah beton dapat diketahui bahwa untuk sampel beton normal mempunyai kuat tarik belah yang paling tinggi yakni sebesar 4,60 Mpa. Sedangkan beton dengan variasi BS-5 mempunyai kuat tarik belah sebesar 3,54 Mpa, maka beton BS-5 memperoleh penurunan dengan selisih 1,06 Mpa, dan beton dengan variasi BS-6 memperoleh penurunan dengan selisih 1,56 Mpa, tetapi pada saat beton dengan variasi BS-7 kuat tarik meningkat 0,07 Mpa terhadap kuat tarik dengan variasi BS-6.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

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

1. Pengaruh styrofoam sebagai substitusi agregat kasar dengan bahan tambah zat kimia *superplasticizer viscocrete* 0,8% mengalami penurunan dengan selisih sebesar 1,06 MPa terdapat pada variasi *Styrofoam* 5% yaitu dengan nilai kuat tarik sebesar 3,54 MPa, dimana beton normal memiliki nilai kuat tarik sebesar 4,60 MPa.
2. Dengan penambahan Styrofoam pengurangan terbesar berat beton sebesar 8,2 % yang didapat dari variasi campuran *styrofoam* 7% terhadap agregat kasar.
3. Penambahan *styrofoam* pada pengujian kuat tarik mengakibatkan penurunan kekuatan yang tidak linier, penambahan 5%, 6%, 7% *styrofoam* akan menurunkan kuat tarik dengan selisih 1,06 MPa ; 1,56 MPa ; 1,49 MPa terhadap beton tanpa penambahan *styrofoam*.

5.2 Saran

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diberikan saran-saran sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh *styrofoam* dalam campuran beton terhadap zat additive yang lain.
2. Pada saat pembuatan campuran beton perlu diperhatikan kelecakan campuran, sesuai nilai slump yang direncanakan.
3. Untuk penelitian selanjutnya harus dibuat sampel dengan variasi yang lebih beragam dari penggunaan styrofoam terhadap agregat kasar.

DAFTAR PUSTAKA

- asih, A. Welas. (2018). *Pengaruh Serbuk Kaca Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Agregat Halus Pada Beton Mutu Tinggi*.
- Dharma Giri, I., Sudarsana, I., & Agustiningsih, N. (2008). Kuat Tarik Belah Dan Lentur Beton Dengan Penambahan Styrofoam (Styrocon). *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 12(2), 96–104.
- Karwur, H. Y., R. Tenda, S. E., Wallah, & Windah, R. S. (2013). Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambah Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Parsial Semen. *Jurnal Sipil Statik Vol.1 No.4, Issn : 2337-6732*.
- Mulyati, S., Dahlan, D., & Adril, E. (2012). Pengaruh Persen Massa Hasil Pembakaran Serbuk Kayu Dan Ampas Tebu Pada Mortar Terhadap Sifat Mekanik Dan Sifat Fisisnya. *Jurnal Ilmu Fisika (Jif)*, 4(1), 31–39.
- Nurzal, & Mahmud, J. (2013). Pengaruh Komposisi Fly Ash Terhadap Daya Serap Air Pada Pembuatan Paving Block. *Jurnal Teknik Mesin*, 3(2), 41–48.
- Pane, F. P., Tanudjaja, H., & Windah, R. S. (2015). Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Dengan Variasi Kuat Tekan Beton. *Jurnal Sipil Statik*, 3(5), 313–321.
- Pengaruh Penambahan Superplastisizer Terhadap Campuran Beton Ringan Yang Menggunakan Styrofoam. (2011). *Inersia - Jurnal Teknik Sipil Dan Arsitektur*. <https://doi.org/10.21831/Inersia.V7i2.3684>
- Pratama, A. R. A. (2014). *Pengaruh Sambungan Cor Beton Terhadap Uji Kuat Lentur Balok Beton Bertulang Dengan Penambahan Zat Aditif (Bond Crete) Ditinjau Dari Umur Sambungan*. 3, 173–179.
- Purnawiraty, G. A. N., K. Salain, M. A., & Putra, D. (2016). *Properti Mekanik Beton Ringan Dengan Menggunakan Agregat Batu Apung Serta Abu Terbang Sebagai Pengganti Sebagian Semen Portland Dan Superplasticizer*. 4(2), 27–35.
- Saifuddin, M. I., Edison, B., & Fahmi, K. (2013). *Pengaruh Penambahan Campuran Serbuk Kayu Terhadap Kuat Tekan Beton*. (1).
- SNI 4431. (2011). Cara Uji Kuat Lentur Beton Normal Dengan Dua Titik Pembebanan. In *Standar Nasional Indonesia*.

LAMPIRAN



Gambar L.1: *Compressing Test Machine.*



Gambar L.2: *Saringan Agregat Kasar.*



Gambar L.3: Saringan Agregat Halus.



Gambar L.4: Cetakan Silinder.



Gambar L.5: Oven.



Gambar L.6: Gelas Ukur.



Gambar L.7: Kerucut Abrams.



Gambar L.8: *Mixer* Beton.



Gambar L.9: Timbangan.



Gambar L.10: Tongkat Penumbuk.



Gambar L.11: Triplek 1m x 1m.



Gambar L.12: Bak Perendaman.



Gambar L.13: Ember.



Gambar L.14: Sendok semen dan sekop tangan.



Gambar L.15: Penggaris.



Gambar L.16: Skrap.



Gambar L.17: Butiran *Styrofoam*.



Gambar L.18: Perojokan Adukan Beton di Cetakan.



Gambar L.19: Proses Pengujian *Slump Flow*.



Gambar L.20: Pengukuran Diameter *Slump Flow*.



Gambar L.21: Perendaman Benda Uji.



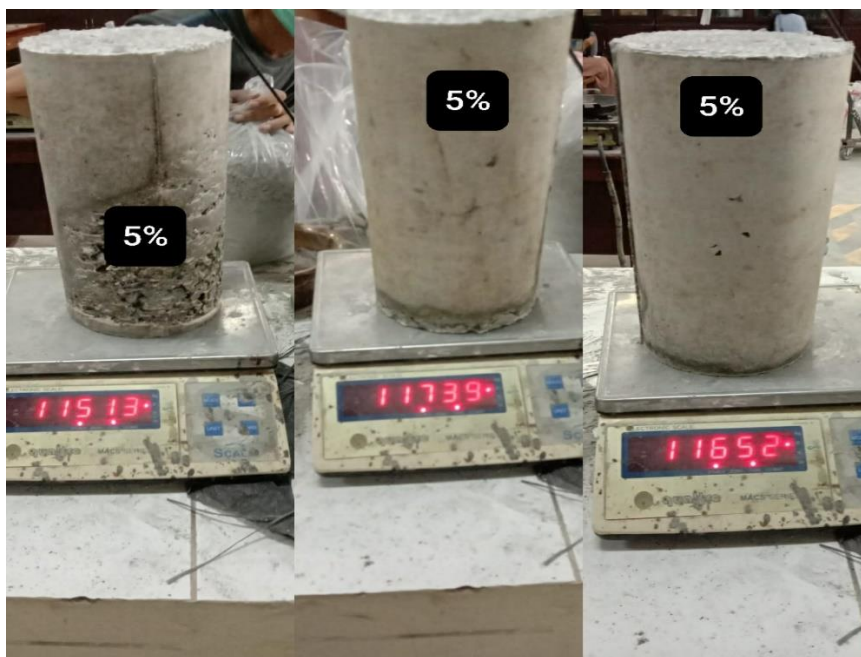
Gambar L.22: Sika Viscocrete-3115 N.



Gambar L.23: Beton Normal.



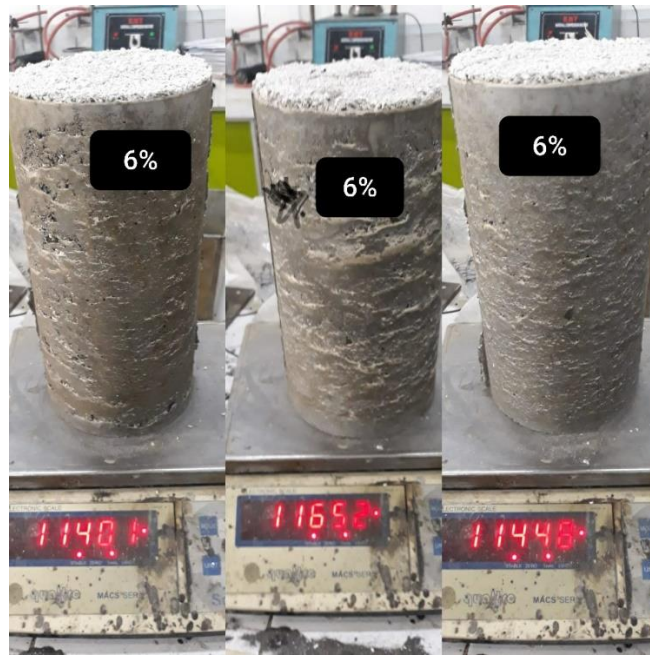
Gambar L.24: Pengujian Kuat Tarik Belah BN.



Gambar L.25: Beton Styrofoam 5%.



Gambar L.26: Pengujian Kuat Tarik Belah BS 5%.



Gambar L.27: Beton Styrofoam 6%.



Gambar L.28: Pengujian Kuat Tarik Belah BS 6%.



Gambar L.29: Beton Styrofoam 7%.



Gambar L.30: Pengujian Kuat Tarik Belah BS 7%.



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

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

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor/1835/IL.3AU/UMSU-07/F/2019

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

Nama : RIZKI ARAMI
NPM : 1607210204
Program Studi : TEKNIK Sipil
Semester : VII (TUJUH)
Judul Tugas Akhir : PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK STYROFOAM DAN SUPERPLAS TISIZER TERHADAP KUAT LENTUR BETON RINGAN

Pembimbing -I : Dr. FAHRIZAL ZULKARNAIN
Pembimbing II :

Dengan demikian diizinkan untuk menulis tugas akhir dengan ketentuan :

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

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

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



Dekan

Munawar Alfansury Siregar ST.MT
NIDN : 0101017202



TUGAS AKHIR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
Jl. Kapten Mochtar Basri No. 3 Medan 20238

LEMBAR ASISTENSI

Nama : RIZKI ARAMI
NPM : 1607210204
Jurusan : Teknik Sipil
Judul TA : Pengaruh Penambahan Serbuk Styrofoam Dan Superplastisizer Terhadap Kuat Lentur Beton Ringan (Studi Penelitian)

NO.	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	27/1/2020	- Rubrik Open by halaman. - Pelebaran nomor halaman. - Rubrik judul gambar & tabel. - Setelah tabel kesimpulan.	f
2.	28/1/2020	- Bagian akhir disyopsis	f.
3.	28/1/2020	Ace Seminar Ringkas	f

DOSEN PEMBIMBING

 28/1/2020.

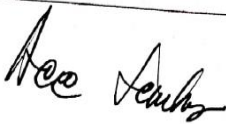

(Dr. Fahrizal Zulkarnain)



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

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : RIZKI ARAMI
NPM : 1607210204
JUDUL : PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK STYROFOAM DAN
SUPERPLASTICIZER TERHADAP KUAT TARIK BETON

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	11/4/2020	  5/4/2020	

Mengetahui,
Pembimbing Tugas Akhir

(Dr. Fahrizal Zulkarnain)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama : Rizki Arami
Panggilan : Rizki
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 21 Maret 1997
Jenis Kelamin : Laki Laki
Alamat Sekarang : Jalan Binjai Km. 10 Gang. Damai Lr. Masjid 2
HP/TlpnSeluler : 081362583404

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1607210204
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Kelamain : Laki-laki
Peguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Peguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri, No. 3 Medan 20238

PENDIDIKAN FORMAL

Tingkat Pendidikan Nama dan Tempat Tahun Kelulusan

Sekolah Dasar	SDN 064983 Medan	2009
Sekolah Menengah Pertama	Swasta Kartika 1-2 Medan	2012
Sekolah Menengah Atas	Swasta Kartika 1-2 Medan	2015
