

**TUGAS AKHIR**

**EVALUASI TAHI BESI SEBAGAI PENGISI PASIR DAN ABU  
AMPAS TEBU SEBAGAI PENGISI SEMEN PADA  
CAMPURAN BETON  
(*Studi Penelitian*)**

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

**Disusun Oleh:**

**BOBBY HERWINDO**

**1507210053**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2019



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
**FAKULTAS TEKNIK**

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

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING**

Nama : Bobby Herwindo  
NPM : 1507210053  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Evaluasi tahi besi sebagai pengisi pasir dan abu  
ampas tebu sebagai pengisi semen pada  
campuran beton (Studi Penelitian).

Bidang ilmu : Struktur

Disetujui Untuk Disampaikan Kepada  
Panitia Ujian

Medan, September 2019

Dosen Pembimbing I

Dr. Fahrizal Zulkarnain

Dosen Pembimbing II

Tondi Amriyasa Putera, S.T. M.T.

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Bobby Herwindo

NPM : 1507210053

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Evaluasi tahi besi sebagai pengisi pasir dan abu ampas tebu sebagai pengisi semen pada campuran beton (Studi Penelitian)

Bidang ilmu : Struktur

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

Medan, September 2019

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji



Dr. Fahrizal Zulkarnain

Dosen Pembimbing II / Penguji



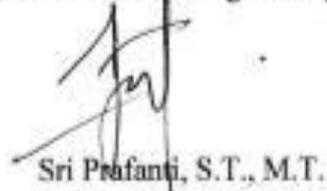
Tondi Amriyan Putera, S.T., M.T

Dosen Pembanding I / Penguji



Dr. Ade Faisal, ST, MSc

Dosen Pembanding II / Penguji



Sri Prafanti, S.T., M.T.



Program Studi Teknik Sipil  
Ketua,  
  
Dr. Fahrizal Zulkarnain

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Bobby Herwindo

Tempat /Tanggal Lahir: Sei Rotan, 13 september 1996

NPM : 1507210053

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

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

“Evaluasi tahi besi sebagai pengisi pasir dan abu ampas tebu sebagai pengisi semen pada campuran beton”

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

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

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

Medan, September 2019

Saya yang menyatakan,



Bobby Herwindo

## **ABSTRAK**

# **EVALUASI TAHI BESI SEBAGAI PENGISI PASIR DAN ABU AMPAS TEBU SEBAGAI PENGISI SEMEN PADA CAMPURAN BETON (STUDI PENELITIAN)**

Bobby Herwindo

1507210053

Dr.Fahrizal Zulkarnain

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

Beton adalah suatu material yang secara harfiah merupakan bentuk dasar dari kehidupan sosial modern. Beton merupakan campuran yang homogen antara semen, air dan agregat yang dibuat dengan perbandingan tertentu. Rata-rata beton adalah mempunyai tegangan hancur tekan yang tinggi serta tegangan hancur tarik yang rendah. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh tahi besi dan abu ampas tebu pada beton. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan menggunakan metode dan langkah-langkah yang dilakukan menurut ASTM dan SK SNI 03-2834-1993. Setelah penelitian dilakukan didapat nilai kuat tekan rata-rata beton normal pada umur beton 28 hari sebesar 28.22 MPa, nilai kuat tekan rata-rata beton dengan abu ampas tebu 8% sebesar 23.26 MPa, nilai kuat tekan rata-rata beton dengan tahi besi 7% sebesar 26.89 MPa, nilai kuat tekan rata-rata beton dengan campuran abu ampas tebu 8% dan tahi besi 7% sebesar 21.11MPa, dapat ditarik kesimpulan bahwa abu ampas tebu sebagai bahan pengisi semen dan tahi besi sebagai pengisi agregat halus dapat menurunkan nilai kuat tekan beton rata-rata.

Kata kunci: Kuat tekan, abu ampas tebu, tahi besi.

## **ABSTRACT**

### **EVALUATION IRON SHIT AS A SAND FILLER AND BAGASSE ASH CANE AS A CEMENT FILLER ON A CONCRETE MIXTURE (RESEARCH STUDY)**

Bobby Herwindo

1507210053

Dr.Fahrizal Zulkarnain

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

*Concrete is a material that is the basis of modern social life. Concrete is a homogeneous mixture between cement, air and aggregates which are made by involving certain types. The average concrete has a high crush stress and low tensile crush stress. This study discusses to understand the difference between sugar cane ash and ash in concrete. This research was conducted at the Civil Engineering Laboratory of the Muhammadiyah University of North Sumatra by using methods and steps carried out according to ASTM and SK SNI 03-2834-1993. After the research was conducted to obtain a strong average value of normal concrete at 28 days concrete age of 28.22 MPa, the average compressive strength of concrete with bagasse ash was 8% by 23.26 MPa, the average compressive strength of concrete with iron dung 7% at 26.89 MPa, the average compressive strength of concrete with a mixture of bagasse ash 8% and iron shit 7% at 21.11 MPa, can be combined with bagasse ash as filling material for cement and iron dung as fine aggregate fillers can plus the value of the average concrete compressive strength.*

*Key words: strong press, bagasse ash cane, iron shit.*

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Evaluasi tahi besi sebagai campuran pasir dan abu ampas tebu sebagai campuran semen pada beton” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Bapak Dr.Fahrizal Zulkarnain. selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Prodi Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Tondi Amirsyah Putera, S.T., M.T. selaku Dosen Pimbimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Ade Faisal, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembanding I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Ibu Sri Prafanti, S.T., M.T. selaku Dosen pembanding II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T. 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. Teristimewa sekali kepada kedua orang tua penulis, Alm. Bapak Ngadirin dan Ibu Sumarni yang telah bersusah payah membesarkan dengan rasa cinta dan kasih sayang yang tulus.
8. Keluarga serta kerabat, yang telah memberi dukungan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Sahabat-sahabat penulis: Stambuk di bidang Stuktur maupun Transportasi dan teman-teman saya, Deni Subagio, S.T., Alamsyah Putra Munthe, Yasir Abdullah Sinaga, Krisnianda, Rika Irawan, Nurul Fadhilah Batubara S.Pd dan teman-teman yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah banyak membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

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

Medan, September 2019



Bobby Herwindo

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	iv
ABSTRAK .....	v
ABSTRACT .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR NOTASI .....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
1.6 Sistematika Penelitian .....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Beton.....	6
2.2 Material Pembentuk Campuran Beton.....	8
2.2.1 Semen .....	9
2.2.2 Agregat .....	11
2.2.3 Air .....	17
2.2.4 Abu Ampas Tebu .....	19
2.2.5 Tahi Besi .....	20
2.3 Perencanaan Pembuatan Campuran Beton Standar Menurut (SNI 03-2834-2000).....	21
2.4 Slump Test .....	30
2.5 Perawatan Beton .....	30
2.6 Pengujian Kuat Tekan.....	31

## BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Umum.....	34
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	36
3.3 Bahan dan Peralatan .....	36
3.3.1 Bahan .....	36
3.3.2 Peralatan .....	36
3.4 Persiapan Penelitian .....	37
3.4.1 Persiapan.....	37
3.4.2 Pemeriksaan Agregat.....	37
3.5 Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir).....	37
3.5.1 Kadar Air Agregat Halus.....	38
3.5.2 Kadar Lumpur Agregat Halus .....	38
3.5.3 Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus.....	39
3.5.4 Analisa Saringan Agregat Halus .....	40
3.5.5 Berat Isi Agregat Halus .....	43
3.6 Pemeriksaan Agregat Kasar .....	44
3.6.1 Kadar Air Agregat Kasar.....	44
3.6.2 Kadar Lumpur Agregat Halus .....	45
3.6.3 Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar.....	46
3.6.4 Berat Isi Agregat Kasar .....	47
3.6.5 Analisa Saringan Agregat Kasar .....	48
3.6.6 Keausan Agregat Dengan Mesin Los Angeles.....	50
BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN.....	52
4.1 Perencanaan Campuran Beton ( <i>Mix Design</i> ).....	52
4.1.1 Data-data Campuran Beton .....	52
4.1.2 Metode Pengerjaan <i>Mix Design</i> .....	61
4.2 Pembuatan Benda Uji.....	66
4.3 <i>Slump Test</i> .....	68
4.4 Kuat Tekan Beton.....	68
4.4.1 Kuat Tekan Beton Normal .....	69
4.4.2 Kuat Tekan Beton Dengan Bahan AAT 8% Sebagai Pengisi Semen .....	70

4.4.3	Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tahi Besi 7 % Sebagai Pengisi Pasir .....	71
4.4.4	Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Pengisi AAT 8% dan dengan Bahan Pengisi Tahi Besi 7% .....	72
4.5	Pembahasan .....	75
BAB 5 KESIMPULAN.....		79
5.1	Kesimpulan .....	79
5.2	Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA .....		81
LAMPIRAN		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi unsur pembentukan beton .....	6
Tabel 2.2	Persyaratan mutu dari sifat-sifat kimia semen .....	9
Tabel 2.3	Batasan gradasi agregat kasar .....	12
Tabel 2.4	Batasan gradasi agregat halus .....	15
Tabel 2.5	Kandungan zat kimia didalam air yang diijinkan .....	18
Tabel 2.6	Hasil pengujian abu ampas tebu sebelum pembakaran.....	19
Tabel 2.7	Hasil pengujian abu ampas tebu setelah pembakaran.....	19
Tabel 2.8	Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia kurang dari 30 .....	22
Tabel 2.9	Tingkat mutu pekerjaan pembetonan .....	22
Tabel 2.10	Perkiraan kadar air bebas ( $\text{Kg/m}^3$ ) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton .....	23
Tabel 2.11	Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan .....	25
Tabel 2.12	Toleransi waktu agar pengujian kuat tekan tidak keluar dari batasan waktu yang telah ditoleransikan .....	32
Tabel 2.13	Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur .....	33
Tabel 3.1	Hasil pengujian kadar air agregat halus .....	38
Tabel 3.2	Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus.....	39
Tabel 3.3	Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus.....	39
Tabel 3.4	Hasil pengujian analisa saringan agregat halus.....	41
Tabel 3.5	Hasil penelitian berat isi agregat halus .....	44
Table 3.6	Hasil pengujian kadar air agregat kasar .....	45
Tabel 3.7	Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar.....	45
Tabel 3.8	Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar .....	46
Tabel 3.9	Hasil penyelidikan berat isi agregat kasar.....	47
Tabel 3.10	Hasil penelitian analisa saringan agregat kasar.....	48
Tabel 3.11	Hasil pengujian keausan agregat .....	51
Tabel 4.1	Perencanaan campuran beton.....	53

Tabel 4.2	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji .....	55
Tabel 4.3	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji .....	56
Tabel 4.4	Banyak abu ampas tebu dan semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji dan 24 benda uji .....	57
Tabel 4.5	Banyak tahi besi dan pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji dan 12 benda uji .....	58
Tabel 4.6	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan tiap saringan dalam 24 benda uji .....	59
Tabel 4.7	Banyak agregat halus yang dibutuhkan tiap saringan dalam 24 benda uji .....	60
Tabel 4.8	Jumlah kadar air bebas yang ditentukan .....	63
Tabel 4.9	Hasil pengujian nilai <i>Slump Test</i> .....	68
Tabel 4.10	Hasil pengujian kuat tekan beton normal 14 hari .....	70
Tabel 4.11	Hasil pengujian kuat tekan beton normal 28 hari .....	70
Tabel 4.12	Hasil pengujian kuat tekan beton dengan bahan abu ampas tebu 8% sebagai pengisi semen 14 hari.....	71
Tabel 4.13	Hasil pengujian kuat tekan beton dengan bahan abu ampas tebu 8% sebagai pengisi semen 28 hari.....	71
Tabel 4.14	Hasil pengujian kuat tekan beton dengan tahi besi 7% sebagai pengisi pasir 14 hari .....	72
Tabel 4.15	Hasil pengujian kuat tekan beton dengan tahi besi 7% sebagai pengisi pasir 28 hari .....	72
Tabel 4.16	Hasil pengujian kuat tekan beton dengan bahan pengisi abu ampas tebu 8% dan bahan tahi besi 7% umur 14 hari.....	73
Tabel 4.17	Hasil pengujian kuat tekan beton dengan bahan pengisi abu ampas tebu 8% dan bahan tahi besi 7% umur 28 hari.....	73

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Grafik batas gradasi agregat kasar.....	12
Gambar 2.2	Grafik daerah gradasi pasir kasar .....	15
Gambar 2.3	Grafik daerah gradasi pasir sedang .....	16
Gambar 2.4	Grafik daerah gradasi pasir agak halus.....	16
Gambar 2.5	Daerah gradasi pasir halus.....	16
Gambar 2.6	Hubungan faktor-air-semen dan kuat tekan kubus beton.....	24
Gambar 2.7	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm .....	26
Gambar 2.8	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm .....	27
Gambar 2.9	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm .....	27
Gambar 2.10	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton .....	28
Gambar 3.1	Bagan Alir Proses Pengerjaan Beton.....	35
Gambar 3.2	Gradasi Agregat Halus, zona 2 pasir sedang.....	43
Gambar 3.3	Gradasi Agregat Kasar Diameter Maksimum 40 mm.....	50
Gambar 4.1	Hubungan faktor air semen dan kuat tekan kubus beton .....	62
Gambar 4.2	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm.....	64
Gambar 4.3	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan Berat beton .....	65
Gambar 4.4	Beban tekan pada benda uji kubus .....	69
Gambar 4.5	Grafik kuat tekan beton pada umur 14 hari.....	74
Gambar 4.6	Grafik kuat tekan beton pada umur 28 hari.....	74
Gambar 4.7	Grafik kuat tekan beton pada umur 14 hari dan 28 hari.....	75
Gambar 4.8	Grafik besar persentase kenaikan kuat tekan beton 14 hari .....	76
Gambar 4.9	Grafik besar persentase kenaikan kuat tekan beton 28 hari .....	77
Gambar 4.10	Perbandingan grafik besar persentase kenaikan kuat tekan Beton 14 hari dan 28 hari .....	77

## DAFTAR NOTASI

A	=	Luas Penampang	(cm <sup>2</sup> )
B	=	Jumlah Air	(kg/m <sup>3</sup> )
B <sub>camp</sub>	=	Berat Jenis Agregat Campuran	(gr/cm <sup>3</sup> )
B <sub>h</sub>	=	Berat Jenis Agregat Halus	(gr/cm <sup>3</sup> )
B <sub>k</sub>	=	Berat Jenis Agregat Kasar	(gr/cm <sup>3</sup> )
B <sub>K</sub>	=	Berat Contoh Beton Kering Awal	(Kg)
B <sub>O</sub>	=	Berat Contoh Beton Kering Akhir	(Kg)
C	=	Jumlah Agregat Halus	(kg/m <sup>3</sup> )
C <sub>a</sub>	=	Absorsi Agregat Halus	(%)
C <sub>k</sub>	=	Kandungan Air Agregat Halus	(%)
D	=	Jumlah Agregat Kasar	(kg/m <sup>3</sup> )
D <sub>a</sub>	=	Absorsi Agregat Kasar	(%)
D <sub>k</sub>	=	Kandungan Air Agregat Kasar	(%)
FM	=	Modulus Kehalusan	(%)
f <sub>c</sub>	=	Kuat Tekan	(Mpa)
K <sub>h</sub>	=	Persentasi Berat Agregat Halus Terhadap Agregat Campuran	(%)
K <sub>k</sub>	=	Persentasi Berat Agregat Kasar Terhadap Agregat Campuran	(%)
K.T. Var	=	Kuat Tekan Variasi	(MPa)
K.T. Nor	=	Kuat Tekan Normal	(MPa)
P	=	Beban Tekan	(Kg)
W <sub>h</sub>	=	Perkiraan Jumlah Air Untuk Agregat Halus	(kg/m <sup>3</sup> )
W <sub>k</sub>	=	Perkiraan Jumlah Air Untuk Agregat Kasar	(kg/m <sup>3</sup> )

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Berkembangnya pembangunan berbanding lurus dengan meningkatnya kebutuhan akan beton sebagai bahan bangunan yang banyak digunakan. Pembangunan akan terus berkembang begitu juga dengan kebutuhannya akan beton selanjutnya dimasa yang akan datang. Beton banyak digunakan pada pembangunan karena mudah dibentuk sesuai dengan keperluan terlebih lagi bahan pembentuk beton yaitu pasir, batu pecah, semen dan air merupakan bahan yang tidak sulit untuk didapatkan, perawatannya tidak memerlukan banyak biaya dan memiliki kuat tekan yang tinggi.

Saat ini berbagai cara serta penelitian dilakukan dan terus dikembangkan dengan tujuan meningkatkan kekuatan beton, salah satunya pada material pembentuk beton itu sendiri. Hal ini dilakukan dengan cara mensubstitusikan bahan-bahan pengganti, baik sebagai agregat kasar, agregat halus, semen dan juga bahan tambahan untuk meningkatkan daya rekat dari bahan pengikat dalam beton. Bahan yang digunakan sebagai bahan campuran tersebut difokuskan dengan memanfaatkan material limbah.

Pertumbuhan ekonomi kita saat ini ada pada tahap berkembang, hal ini ditandai dengan pertumbuhan industri yang pesat. Perkembangan industri ini memberikan dampak positif bagi perekonomian, namun disamping itu juga memberikan dampak negatif karena menghasilkan limbah. Dampak negatif dari limbah industri terutama berimbas pada lingkungan, apalagi bila tidak dilakukan pengolahan yang baik serasi tepat pada limbah tersebut. Pengolahan limbah yang tidak tepat pada akhirnya akan berdampak pada kesehatan masyarakat yang tinggal di lingkungan tersebut.

Oleh karena itu dengan adanya pemanfaatan limbah yang ada, dapat membantu mengurangi efek negatif sekaligus juga memberikan efek positif bagi lingkungan. Kota Medan sebagai kota besar tentunya turut pula berpartisipasi dalam perkembangan ekonomi bangsa, dalam hal ini khususnya pada sektor industri baik

yang berskala besar maupun kecil. Salah satu industri yang ada di kota Medan adalah industri pabrik besi dan pabrik gula, dimana kedua industri ini tentunya menghasilkan limbah dari kegiatannya. Tahi besi dan ampas tebu memiliki kandungan mineral/zat yang dapat dijadikan sebagai bahan pengisi untuk material pembentuk beton. Sehingga akan coba digunakan sebagai campuran sebagian semen dan campuran sebagian agregat halus, untuk melihat apakah dapat memberikan dampak yang positif pada kuat tekan beton.

Limbah tahi besi merupakan sisa dari pemotongan besi-besi yang belum banyak pemanfaatannya sehingga menjadi sampah yang menumpuk dan merupakan sumber masalah bagi lingkungan begitu juga dengan abu ampas tebu. Limbah tahi besi dan limbah abu ampas tebu khususnya di kota Medan sendiri terus meningkat. Limbah tahi besi dan limbah abu ampas tebu merupakan bahan yang ramah lingkungan dan dapat meningkatkan kuat tekan beton sehingga berpengaruh baik terhadap struktural bangunan. Besi sendiri biasanya didapatkan dalam bentuk magnetik ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), hematit ( $\text{Fe}_2\text{O}_2$ ), goethit ( $\text{FeO}(\text{OH})$ ), limonit ( $\text{FeO}(\text{OH})_n(\text{H}_2\text{O})$ ) atau siderit ( $\text{FeCO}_3$ ). tahi besi biasanya sudah tidak digunakan lagi atau kembali di leburkan menjadi biji besi kembali Sedangkan abu ampas tebu memiliki kandungan silika ( $\text{SiO}_2$ ), aluminat ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) yang merupakan bahan utama pembentuk semen portland.

Dalam tugas akhir ini yang akan diteliti adalah analisa campuran abu ampas tebu (*cane pulp ash*) dan tahi besi terhadap kuat tekan beton dan penyerapan air *substitusi* pasir.

Penggunaan abu ampas tebu (AAT) dan tahi besi (TB) tersebut di dasari pada penelitian (Rompas, 2013). Penelitian dilakukan memanfaatkan abu ampas tebu sebagai bahan pengisi semen dengan komposisi 8% dari volume semen. Abu ampas tebu (AAT) telah berfungsi sebagai pozzolan dengan kuat tekan besar. Sedangkan untuk penggunaan tahi besi (TB) di dasari pada penelitian (Ahmad, Surya Hadi). Penelitian dilakukan memanfaatkan tahi besi sebagai bahan pengisi pasir dengan persentase variasi sebesar 7% dari volume agregat halus.

Untuk itu penulis mengadakan uji mempergunakan abu ampas tebu dan tahi besi dalam campuran beton, untuk mengetahui kuat tekan dan penyerapan air yang dihasilkan dengan bahan abu ampas tebu dan tahi besi tersebut.

## **1.2. Rumusan Masalah**

Untuk menghasilkan konstruksi beton yang baik diperlukan komposisi campuran beton yang baik, demikian pula dalam melaksanakan pekerjaan beton diperlukan ketelitian dan keahlian, sehingga hasilnya bisa menjadi pedoman yang benar. Untuk itu ada beberapa permasalahan di dalam perencanaan dan pengujian sebagai berikut:

1. Berapakah persenan maksimum limbah tahi besi dan abu ampas tebu untuk mendapatkan kuat tekan maksimum?
2. Bagaimana perbandingan kualitas kuat tekan beton antara campuran limbah tahi besi dengan limbah abu ampas tebu?

## **1.3. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui persenan maksimum limbah tahi besi dan abu ampas tebu untuk mendapatkan kuat tekan maksimum beton.
2. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan limbah tahi besi dan abu ampas tebu terhadap kuat tekan beton jika dibandingkan dengan beton normal.

## **1.4. Batasan Masalah**

Sehubungan dengan luasan permasalahan yang ada pada penelitian ini, maka penulis membatasi masalah yang ada. Permasalahan yang akan di bahas oleh penulis pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Kuat tekan rencana beton yang di pakai pada penelitian ini sebesar 25 Mpa.
2. Pengujian kuat tekan beton normal dan beton yang di berikan campuran limbah abu ampas tebu dan tahi besi sebagai pengisi pada agregat halus dan membandingkan hasilnya setelah perendaman 14 hari dan 28 hari.
3. Pengaruh penggunaan abu ampas tebu 8% dari berat semen, tahi besi 7% dari berat pasir, dan pengaruh penggunaan abu ampas tebu 8% + 7% tahi besi, dengan menggunakan kombinasi abu ampas tebu dan tahi besi yang lolos dari saringan no. 30 agregat halus dalam pembuatan beton untuk

mengetahui adanya kenaikan atau penurunan kuat tekan pada beton dengan membandingkannya dengan beton normal.

4. Metode untuk perencanaan campuran adukan beton menggunakan metode Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2834-1993).
5. Penelitian ini menggunakan cetakan kubus ukuran 15x15 cm dengan sebanyak 3 buah sampel unuk masing-masing variasi.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

Dengan penelitian ini diharapkan masyarakat umum dapat mengetahui fungsi lebih dari limbah tahi besi dan limbah abu ampas tebu. Apabila penelitian ini berhasil, diharapkan limbah tahi besi dan abu ampas tebu ini dapat menjadi bahan pertimbangan untuk tahap selanjutnya, baik itu penggunaan untuk pelaksanaan di lapangan maupun dilakukan penelitian lebih lanjut untuk kedepannya.

### **1.6. Sistematika Penelitian**

Sistematika penulisan tugas akhir ini yaitu:

#### **BAB 1 PENDAHULUAN**

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

#### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

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

#### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

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

#### BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

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

#### BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini berisikan kesimpulan yang diperoleh dari analisa yang telah dilakukan dan juga saran-saran dari penulis.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pengertian Beton

Beton merupakan campuran dari agregat halus dan agregat kasar (pasir kerikil, pasir, batu pecah, atau jenis agregat lain) dengan semen yang di persatukan oleh air dalam perbandingan tertentu. Beton merupakan salah satu bahan bangunan yang pada saat ini banyak dipakai di indonesia dalam bangunan fisik.

Beton adalah suatu material yang secara harfiah merupakan bentuk dasar dari kehidupan sosial modern. Karakteristik beton adalah mempunyai tegangan hancur tekan yang tinggi serta tegangan hancur tarik yang rendah.

Beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimia sejumlah material pembentuknya. DPU-LPMB memberikan definisi tentang beton sebagai campuran antara semen *portland* atau semen hidrolis yang lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan membentuk massa padat (SNI 03-1968-1990). Secara proporsi komposisi unsur pembentuk beton adalah:

Tabel 2.1: Unsur-unsur beton.

Nama Bahan	Jumlah (%)
Agregat kasar dan halus	60 – 80
Semen	7 – 15
Air	14 – 21
Udara	1 – 8

Pada umumnya, “Beton mengandung rongga udara sekitar 1% - 2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25% - 40%, dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60% - 75%.” (Mulyono, 2005). Untuk mendapatkan kekuatan yang baik, sifat dan karakteristik dari masing-masing bahan penyusun tersebut perlu dipelajari. Kekuatan beton akan semakin bertambah seiring dengan bertambahnya umur. Berdasarkan standar, karakteristik kuat tekan beton ditentukan ketika beton

telah berumur 28 hari, karena kekuatan beton akan naik secara cepat atau linier sampai umur 28 hari. Sifat beton diantaranya mudah diaduk, disalurkan, dicor, dipadatkan dan diselesaikan, tanpa menimbulkan pemisahan bahan susunan adukan dan mutu beton yang disyaratkan oleh konstruksi tetap dipenuhi. Secara umum kelebihan dan kekurangan beton yaitu:

- a. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
- b. Mampu memikul beban yang berat.
- c. Tahan terhadap temperatur tinggi.
- d. Biaya pemeliharaan yang kecil.
- e. Bentuk yang dibuat sulit untuk diubah.
- f. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi.

Mutu beton ditentukan oleh banyak faktor (SNI 03-6815-2002) antara lain:

- a. Faktor Air Semen (FAS).
- b. Perbandingan bahan-bahannya.
- c. Mutu bahan-bahannya.
- d. Susunan butiran agregat yang dipakai.
- e. Ukuran maksimum agregat yang dipakai.
- f. Bentuk butiran agregat.
- g. Kondisi pada saat mengerjakan.
- h. Kondisi pada saat pengerasan.

Ada beberapa faktor utama yang bisa menentukan keberhasilan pengadaan beton bermutu tinggi, diantaranya adalah :

- a. Keadaan semen.
- b. Faktor air semen (fas) yang rendah.
- c. Kualitas agregat halus (pasir).
- d. Kualitas agregat kasar (batu pecah/krikil).
- e. Penggunaan *admixture* dan aditif mineral dalam kadar yang tepat.
- f. Prosedur yang benar dan cermat pada keseluruhan proses produksi beton.
- g. Pengawasan dan pengendalian yang ketat pada keseluruhan prosedur dan mutu pelaksanaan.

Berdasarkan kekuatannya beton dibagi menjadi tiga klasifikasi yaitu:

1. Beton normal, dengan kekuatan tekan kurang dari 50 MPa.
2. Beton kinerja tinggi, dengan kekuatan tekan antara 50 hingga 90 MPa.
3. Beton kinerja sangat tinggi, dengan kekuatan tekan lebih dari 90 MPa.

Klasifikasi tersebut didasarkan pada suatu pendekatan yang umum dipergunakan, yaitu berdasarkan karakteristik kuat tekan beton. Klasifikasi tersebut tidak dapat menjelaskan sifat-sifat sebenarnya dari beton. Beton berkinerja tinggi (beton mutu tinggi) memiliki karakteristik yang lebih baik dibandingkan dengan beton normal.

Sedangkan terhadap isi beton dapat diklasifikasikan pada tiga kategori umum (Mehta 1986), yaitu:

1. Beton Ringan (*Light Weight Concrete/LWC*)

Beton ringan mempunyai berat  $1800 \text{ kg/m}^3$ . Pada beton ini terdapat banyak sekali agregat yang diterapkan misalnya agregat sintesis (agregat alam) yang diproses atau dibentuk sehingga berubah karakteristik mekanisnya.

2. Beton Normal (*Normal Weight Concrete*)

Beton yang mempunyai berat  $2400 \text{ kg/m}^3$  dan mengandung pasir, kerikil alam dan batu pecah sebagai agregat.

3. Beton Berat (*Heavy Weight Concrete*)

Beton ini selalu digunakan sebagai pelindung terhadap radiasi yang beratnya  $>3200 \text{ kg/m}^3$ .

## 2.2 Material Pembentuk Campuran Beton

Beton pada umumnya tersusun dari tiga bahan penyusun utama, yaitu semen, agregat dan air. Bilamana diperlukan, bahan tambah dapat ditambahkan untuk mengubah sifat-sifat tertentu dari beton. Berikut akan dijelaskan mengenai ketiga bahan penyusun utama beton tersebut, maupun bahan tambah yang saat ini sering digunakan.

### 2.2.1 Semen

Semen adalah bahan pengikat hidrolis yang terbuat dari penggilingan halus (klingker) dan gips, bila dicampur air didiamkan akan mengikat, mengeras, membatu dan direndam dalam air tidak larut.

Bahan dasar penyusun semen terdiri dari bahan-bahan yang terutama mengandung kapur, silika dan oksida besi, maka bahan-bahan itu menjadi unsur-unsur pokok semen.

Tabel 2.2: Susunan Unsur Semen Biasa.

Oksida	Persen(%)
Kapur (CaO)	60 – 65
Silika (SiO <sub>2</sub> )	17 – 25
Alumina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	3 – 8
Besi (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,5 – 6
Magnesia (MgO)	0,5 – 4
Sulfur (SO <sub>3</sub> )	1 – 2
Potash (Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O)	0,5 – 1
	1 – 2
	0,5 – 1

Bahan tersebut digiling halus dengan perbandingan tertentu, setelah digiling dibakar dengan suhu 1350° dengan proses bertahap.

1. Pada suhu 100°C (dalam keadaan kering oven kandungan H<sub>2</sub>O masih ada).
2. Pada suhu 250°-300°C(warnanya kemerahan, H<sub>2</sub>O sudah hilang).
3. Pada suhu 800° C(proses kalsinasi)CO<sub>2</sub> hilang peruraian dari Batu kapur ke kapur toho (kapur hidup).
4. Pada suhu 1350°C terjadi proses *sintering* (pelelehan).

Setelah melalui proses pemanasan tersebut kemudian dialirkan ke tungku putar pendingin suhunya menjadi 60° berbentuk klingker. Kemudian klingker-klingker tersebut digiling halus dengan gips dan menjadi semen.

Menurut (Alit & Salain, 2009) Senyawa  $C_3S$  dan  $C_2S$  memiliki sifat mengikat, senyawa  $C_3A$  dan  $C_4AFe$  memiliki sifat mengeras dan mengeluarkan panas hidrasi. Sifat *Gypsum* ( $CH_4$ ) memperlambat pengerasan semen dan pengikatannya yang digunakan untuk memberi kesempatan pada proses pengerjaan.

Semen yang digunakan dalam industri bangunan terdapat 2 jenis, yaitu semen hidrolis dan semen non-hidrolis.

#### a. Semen Hidrolis

Semen hidrolis adalah semen yang berubah menjadi produk yang solid setelah ditambah air, menghasilkan material yang tidak terpisah dengan air, dengan kata lain, semen hidrolis akan mengeras bila diberi air. Semen hidrolis adalah semen yang bercampur dan mengeras melalui reaksi kimia dengan air. Semen hidrolis yang paling umum adalah Semen *Portland*. Material yang menghasilkan proses hidrasi hanya dengan reaksi kimia dengan komponen lain disebut memiliki sifat Hidrolis Laten. Banyak semen hidrolis yang dibuat dari campuran material Hidrolis Laten dengan Semen *Portland*.

#### b. Semen Non-Hidrolis

Semen non-hidrolis tidak membutuhkan air untuk membuatnya menjadi solid. Semen non-hidrolis yang paling umum adalah kapur dan gipsum. Semakin baik mutu semen maka semakin lama mengeras atau membatunya jika dicampur dengan air. Di Indonesia ada beberapa jenis semen yang diproduksi diantaranya:

1. Semen *Portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker, yang terutama terdiri atas silikat kalsium yang bersifat hidrolis dan bahan tambahan yang digunakan biasanya gips.
2. Semen *Pozolon* adalah semen dengan kandungan silikat tinggi, sedikit kurang kompak (*slightly consolidate*) berbentuk butiran-butiran halus seperti debu vulkanik dan tanah diatom yang memiliki sifat dapat bereaksi dengan kapur dalam larutan bersifat kalsium silikat hidrat yang tidak mudah larut sehingga bersifat seperti semen yang telah mengalami proses pengerasan.
3. Semen *Pozolonic* adalah suatu campuran dari semen *Pozolon* dan semen *Portland*.
4. Semen *Slaq* adalah semen yang dihasilkan dari produksi samping proses peleburan besi.

5. Semen *Alumina* adalah semen yang terdiri atas sejumlah besar alumina dan besi sebagai pengganti silikat pada oksida asam.
6. Semen *Masonry* adalah campuran semen *Portland* dengan suatu senyawa tambahan, seperti senyawa silikat, tanah batuan kapur, tanahliat dan rosedale atau semen alam dalam jumlah sedikit.
7. Semen *Tanah Air* adalah semen *Portland* yang ditambah dengan air.
8. Semen berwarna adalah semen *Portland* Putih biasa atau semen *Portland* Abu-Abu yang ditambah zat pewarna (*pigmen*).
9. Semen *Pemboran (Oil Well Cement)* adalah semen yang digunakan atau dipakai untuk sumur - sumur minyak bumi dan gas alam dengan kedalaman sumur lebih dari 1800 m.

### 2.2.2 Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Kira-kira 70 % volume mortar atau beton diisi oleh agregat. Agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar atau beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar atau beton. Dari segi ekonomis lebih menguntungkan jika digunakan campuran beton dengan sebanyak mungkin bahan pengisi dan sedikit mungkin jumlah semen. Namun keuntungan dari segi ekonomis harus diseimbangkan dengan kinerja beton baik dalam keadaan segar maupun setelah mengeras.

Pengaruh kekuatan agregat terhadap beton begitu besar, karena umumnya kekuatan agregat lebih besar dari kekuatan pasta semennya. Namun kekasaran permukaan agregat berpengaruh terhadap kekuatan beton. Agregat dapat dibedakan berdasarkan ukuran butiran. Agregat yang mempunyai ukuran butiran besar disebut agregat kasar, sedangkan agregat yang berbutir kecil disebut agregat halus. Agregat juga mempunyai keutamaan didalam beton diantaranya:

- Menghemat penggunaan semen.
- Menghasilkan kekuatan pada beton.
- Mengurangi penyusutan pada pengerasan beton.
- Dengan gradasi agregat yang baik dapat tercapai beton yang padat.

### 2.2.2.1 Agregat Kasar

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

Menurut (ASTM Standard C33, 2003), agregat kasar untuk beton harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

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

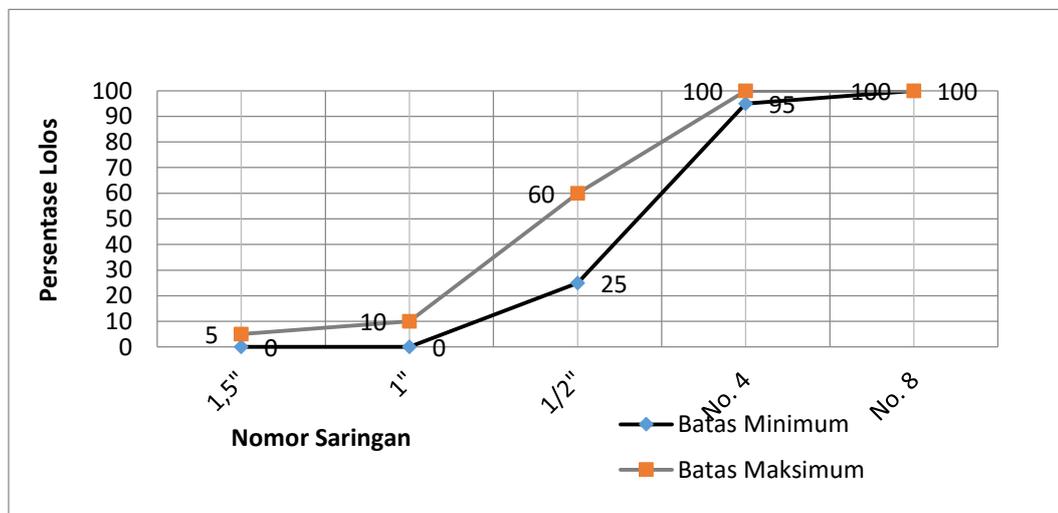
Menurut (ASTM Standard C33, 2003), batas gradasi agregat kasar dengan diameter agregat maksimum 37,5 mm dapat dilihat dalam Tabel 2.3 dan dijelaskan melalui Gambar 2.1 agar lebih memudahkan pemahaman.

Tabel 2.3: Batas gradasi agregat kasar.

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir Lewat Ayakan, Diameter Terbesar 37,5 mm	
	Minimum	Maksimum
37,5 (1,5 in)	0	5
25 (1 in)	0	10

Tabel 2.3: *Lanjutan.*

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir Lewat Ayakan, Diameter Terbesar 37,5 mm	
	Minimum	Maksimum
12,5 ( ½ in)	25	60
4,75 (No. 4)	95	100
2,36 (No. 8)	100	100



Gambar 2.1: Grafik batas gradasi agregat kasar.

Pemeriksaan dasar agregat kasar ini sesuai dengan standar (ASTM Standard C33, 2003), agregat kasar diteliti terhadap:

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

### 2.2.2.2 Agregat Halus

Menurut (SNI 03-2834-1993) agregat halus adalah agregat yang mempunyai ukuran butiran berkisar antara 0,075 mm sampai dengan 4,75 mm dan memenuhi persyaratan. Penggunaan agregat halus dapat berupa pasir dari laut dengan syarat harus dibersihkan terlebih dahulu dari pengotoran garam atau klorida ataupun kulit kerang dan pasir yang diperoleh dari penggalian dengan syarat harus dibersihkan dari lempung atau tanah liat.

Fungsi agregat dalam desain campuran beton adalah sebagai pengisi. Ditinjau dari berat jenis agregat halus yang digunakan maka beton yang dihasilkan dapat berbobot ringan, normal atau berat.

Maksud penggunaan agregat halus didalam adukan beton adalah:

1. Menghemat pemakaian semen.
2. Menambah kekuatan beton.
3. Mengurangi penyusutan pada pengerasan beton.

Penilaian terhadap mutu agregat halus dapat ditinjau dari beberapa segi:

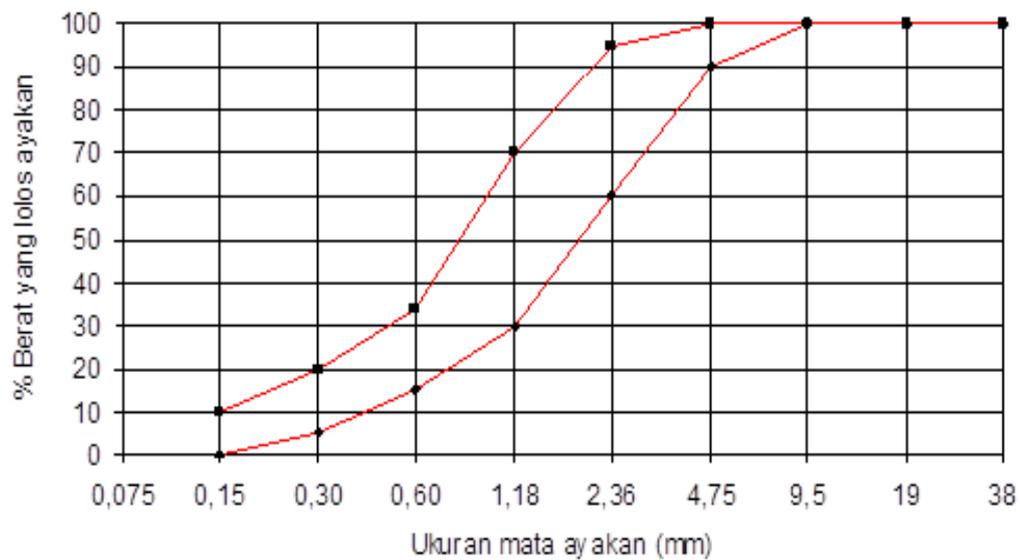
1. Ada atau tidaknya bahan campuran yang terkandung di dalam pasir, misalnya pasir yang berasal dari sungai biasanya banyak mengandung lumpur dan bahan organik.
2. Butiran pasir harus cukup keras, maksudnya butiran pasir ini tidak hancur atau pecah karena perubahan cuaca.
3. Melakukan analisa saringan untuk mendapatkan agregat halus dengan ukuran yang sesuai.

(SNI 03-2834-1993) memberikan syarat-syarat untuk agregat halus yang diadopsi dari *British Standar* di Inggris. Agregat halus dikelompokkan dalam empat zona (daerah) seperti dalam Tabel 2.4. Tabel tersebut dijelaskan dalam Gambar 2.2 sampai Gambar 2.5 untuk mempermudah pemahaman.

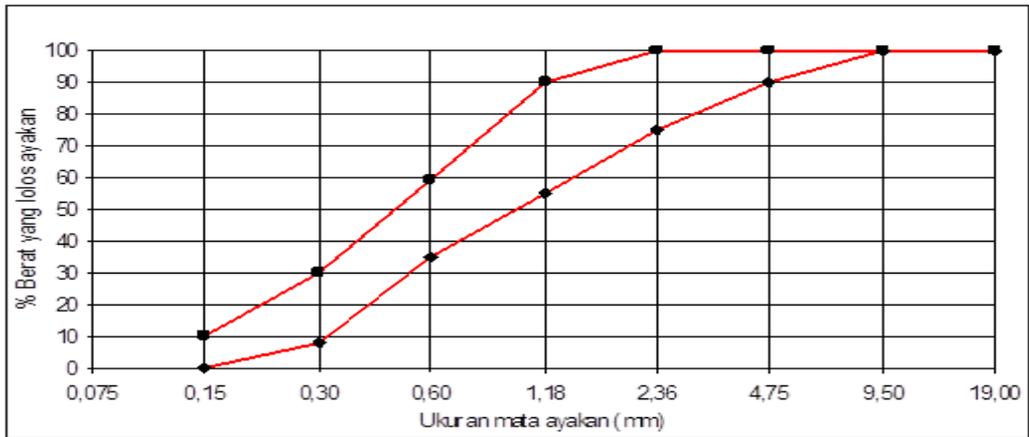
Tabel 2.4: Batas gradasi agregat halus ( SNI 03-2834-1993).

Lubang 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

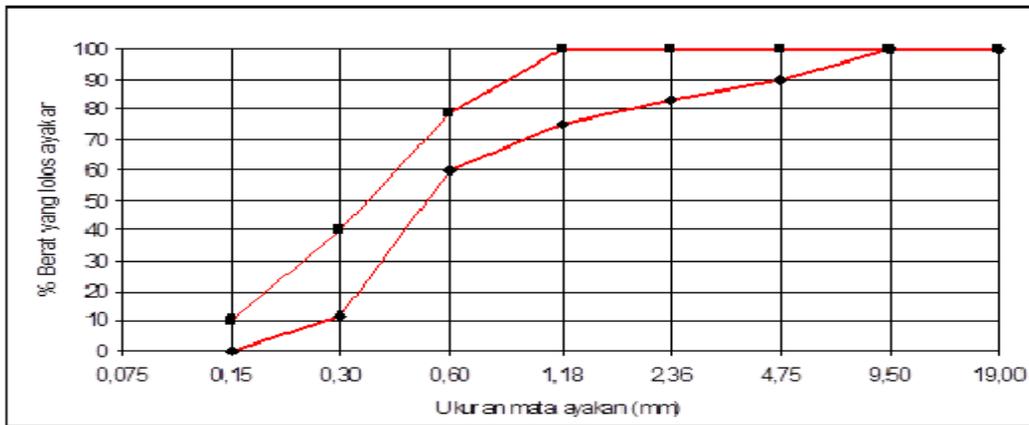
- Keterangan :
- Daerah Gradasi I = Pasir Kasar
  - Daerah Gradasi II = Pasir Agak Kasar
  - Daerah Gradasi III = Pasir Agak Halus
  - Daerah Gradasi IV = Pasir Halus



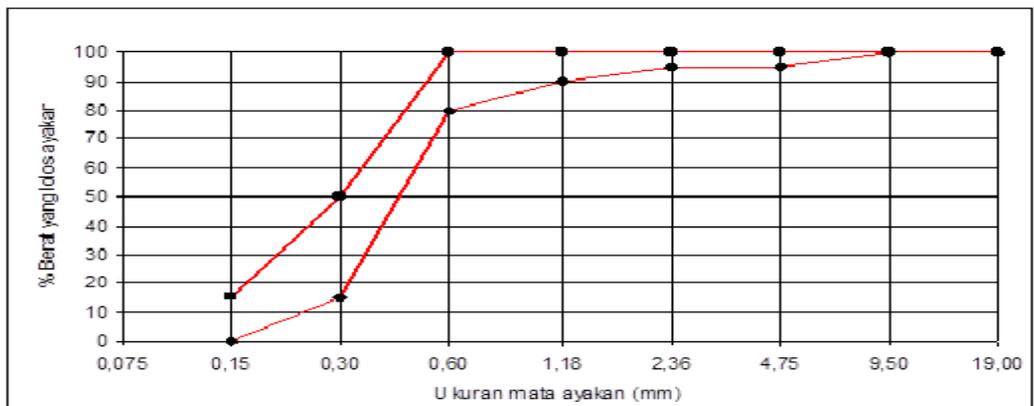
Gambar 2.2: Grafik daerah gradasi pasir kasar (SNI 03-2834-1993).



Gambar 2.3: Grafik daerah gradasi pasir sedang (SNI 03-2834-1993).



Gambar 2.4: Grafik daerah gradasi pasir agak halus (SNI 03-2834-1993).



Gambar 2.5: Daerah gradasi pasir halus (SNI 03-2834-1993).

### 2.2.3 Air

Kemudahan pelaksanaan pembuatan beton sangat bergantung pada air. Untuk mendapatkan beton yang mudah dilaksanakan tetapi dengan kekuatan yang tetap, harus dipertahankan jumlah air dengan semennya atau biasa disebut Faktor Air Semen (*water cemen ratio*). Air yang digunakan dalam pembuatan beton adalah air yang bebas dari bahan-bahan yang merugikan seperti: lumpur, tanah liat, bahan organik, asam organik, alkali dan garam – garam lainnya. Dalam hal ini air yang dapat dikonsumsi sebagai air minum dapat digunakan sebagai bahan campuran beton.

Jumlah air yang dibutuhkan untuk proses hidrasi berkisar 20% dari berat semen. Namun pemakaiannya dalam adukan harus dibatasi karena dapat menyebabkan berkurangnya kekuatan beton. Perbandingan jumlah air semen akan mempengaruhi:

1. Kemudahan pekerjaan.
2. Kestabilan volume (*Volume stabil*).
3. Kekuatan beton (*strength of coceret*).
4. Keawetan beton (*durability of conceret*).

Menurut (SNI 03-2847-2002), proses pengikatan, pengerasan semen atau hidrasi pada beton akan berjalan dengan baik jika menggunakan air yang memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Air harus bersih, tidak berbau, tidak mempunyai rasa, dan dapat dikonsumsi sebagai air minum.
2. Tidak mengandung lumpur, minyak, benda-benda terapung yang dapat dilihat secara visual.
3. Tidak mengandung alkali atau garam-garam yang terlarut dan dapat merusak beton.
4. Tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2gr/lt.
5. Kandungan klorida tidak lebih dari 500 ppm dan senyawa sulfat tidak lebih dari 1000 ppm sebagai SO<sub>4</sub>, dimana ppm adalah singkatan dari *part permillion* yaitu kandungan zat kimia yang masih diperbolehkan.
6. Dianalisa secara kimia dan mutunya dievaluasi menurut pemakaian.

7. Bila dibandingkan kekuatan tekannya dengan yang mengandung air suling sebagai pencampuran maka persentase kekuatan tekan yang terjadi tidak boleh lebih dari 10%.

Pemakaian air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak seluruhnya selesai. Sebagai akibatnya beton yang akan dihasilkan akan berkurang kekuatannya.

Fungsi air pada campuran beton adalah untuk membantu reaksi kimia yang menyebabkan berlangsungnya proses pengikatan serta sebagai pelicin antara campuran agregat dan semen agar mudah dikerjakan dengan tetap menjaga *workabilitas*. Air diperlukan pada pembentukan semen yang berpengaruh terhadap sifat kemudahan pengerjaan adukan beton (*workability*), kekuatan, susut dan keawetan beton. Air yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen hanya sekitar 25 % dari berat semen saja, namun dalam kenyataannya nilai faktor air semen yang dipakai sulit jika kurang dari 35%. Kelebihan air dari jumlah yang dibutuhkan dipakai sebagai pelumas, tambahan air ini tidak boleh terlalu banyak karena kekuatan beton menjadi rendah dan beton menjadi keropos. Kelebihan air ini dituang (*bleeding*) yang kemudian menjadi buih dan terbentuk suatu selaput tipis (*laitance*). Selaput tipis ini akan mengurangi lekatan antara lapis-lapis beton dan merupakan bidang sambung yang lemah (Saputro, 2017).

Tabel 2.5: Kandungan zat kimia dalam air yang diizinkan (Mulyono, 2005).

Kandungan Unsur kimia	Konsentrasi (Maksimum)
Chloride	
a. Beton prategang	500 ppm
b. Beton bertulang	1000 ppm
Alkali ( $\text{Na}_2\text{O} + 0,658 \text{ k}_2\text{O}$ )	600 ppm
Sulphate ( $\text{SO}_4$ )	1000 ppm
Total solid	50000 ppm

#### 2.2.4. Abu Ampas Tebu

Limbah sering diartikan sebagai bahan buangan/bahan sisa dari proses pengolahan hasil pertanian. Proses penghancuran limbah secara alami berlangsung lambat, sehingga limbah tidak saja mengganggu lingkungan sekitarnya tetapi juga mengganggu kesehatan manusia. Abu ampas tebu dihasilkan dari pembakaran ampas tebu. Ampas tebu digunakan sebagai bahan bakar untuk boiler yang digunakan dalam proses produksi pembuatan gula di pabrik. Pengujian mengenai komposisi yang terkandung di dalam abu ampas tebu dilakukan untuk menghindari pemanfaatan abu ampas tebu yang kurang tepat. Pada Tabel 2.6. merupakan hasil pengujian abu ampas tebu sebelum pembakaran.

Tabel 2.6: Hasil pengujian abu ampas tebu sebelum pembakaran (Wibowo, 2007).

Senyawa Kimia	Persentase (%)
SiO <sub>2</sub>	53
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	34,3
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,5
CaO	6,6
Lain-lain	28,6

Dari hasil pembakaran abu ampas tebu pada Tabel 2.6 dapat diketahui bahwa kandungan silika belum memenuhi syarat ASTM yaitu sebesar 70%. Maka abu ampas tebu tersebut dilakukan pembakaran (Hatmoko, 2015). Pada Tabel 2.7 merupakan hasil pengujian abu ampas tebu sesudah pembakaran.

Tabel 2.7: Hasil pengujian abu ampas tebu setelah pembakaran (Wibowo, 2007).

Senyawa Kimia	Persentase (%)
SiO <sub>2</sub>	71
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,2
CaO	3,6
Lain-lain	14,7

### 2.2.5 Tahi Besi

Besi adalah salah satu unsur kimia yang bernilai manfaat tinggi bagi kehidupan manusia. Secara fisik, besi merupakan jenis logam yang berwarna putih silver mengkilap. Memiliki sifat elastis dan lunak. Elastis artinya logam tersebut mampu ditarik namun tidak putus. Sedangkan lunak artinya logam tersebut dapat ditempa menjadi berbagai bentuk. Besi dapat ditarik tanpa putus, hal ini karena besi memiliki kekuatan tarik yang sangat tinggi. Secara ilmiah, besi murni memiliki titik lebur  $1536\text{ }^{\circ}\text{C}$  atau sekitar  $2797\text{ }^{\circ}\text{F}$  dan titik didih  $3000\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $5.400\text{ }^{\circ}\text{F}$ ).

Secara kimiawi, besi merupakan logam yang sangat aktif. Mudah bereaksi dengan oksigen di udara dan mampu menghasilkan oksida besi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) yang dikenal sebagai karat. Besi pun juga bisa bereaksi dengan air dan uap. Pada suhu yang cukup tinggi, besi bisa menghasilkan gas hidrogen. Selain itu, besi pun sangat mudah larut pada larutan asam. Menurut Achmad (2013) mengatakan kandungan karbon pada besi sebesar 2,3% dan krom lebih dari 13,3%.

Besi sendiri biasanya didapatkan dalam bentuk *magnetic* ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), *hematit* ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), *geothit* ( $\text{FeO}(\text{OH})$ ), *limonit* ( $\text{FeO}(\text{OH})\text{n}(\text{H}_2\text{O})$ ) atau *siderit* ( $\text{FeCO}_3$ ).

Adapun jenis-jenis logam besi antara lain:

#### a. Besi Tuang

Komposisinya yaitu campuran besi dan karbon. Kadar karbon sekitar 4%, sifatnya rapuh tidak dapat ditempa, baik untuk dituang, liat dalam pemadatan, lemah dalam tegangan. Digunakan untuk membuat alas mesin, meja peralatan, badan ragum, bagian-bagian mesin bubut, blok kubus.

#### b. Besi Tempah

Komposisi besi tempah terdiri dari 99% besi murni, sifat dapat di tempah, liat, dan tidak dapat dituang. Besi tempah antara lain dapat digunakan untuk membuat rangkai jangkar, kait keran, dan landasan kerja pelat.

#### c. Besi Karbon

Mengandung karbon sebesar 0,5% - 1,5% dengan sejumlah kecil mangan, belerang, fosforus, dan silikon.

#### d. Besi Aloi (Alloy Steel)

Mengandung karbon yang berubah-ubah dan juga logam-logam lain seperti kromium, vanadium, molibdenum, nikel, tungsten.

Pada penelitian kali ini peneliti menggunakan 7% tahi besi sebagai pengganti sebagian dari berat pasir. Kandungan besi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) pada semen sebesar 0,5% - 6% diharapkan dapat mengganti pemakaian jumlah semen yang dibutuhkan dalam pembuatan campuran beton tanpa mengurangi kuat tekan beton sehingga beton yang dihasilkan lebih ekonomis.

Kandungan besi pada semen berfungsi untuk mengatur proses hidrasi dalam proses produksi semen terutama dalam proses penghantar panas. Kandungan minimum dari besi sering kali lebih ditentukan oleh kebutuhan untuk menghidrasi kesulitan produksi klinker pada suhu tinggi dan bukan oleh kebutuhan komposisi kimianya. Sementara itu kandungan maksimumnya pada umumnya dibatasi oleh kebutuhan untuk mengendalikan waktu pengikatan hidrasi semen.

Pada saat pembuatan campuran beton limbah tahi besi yang dicampurkan kedalam adonan beton mengakibatkan penyerapan air yang tinggi mencapai 0,56%, hal ini berdampak pada nilai *workability*. Ini berdampak juga pada hasil kuat tekan beton yang tidak mencapai kuat tekan targetnya dikarenakan banyaknya rongga yang terjadi diakibatkan karena kurang padatnya beton pada saat pencetakan.

### **2.3. Perencanaan Pembuatan Campuran Beton Standar Menurut (SNI 03-2834-1993)**

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 atau lebih dapat dilihat pada Tabel 2.8. pada Tabel ini kita dapat langsung mengambil nilai standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang akan dicetak.

Bila data uji lapangan untuk menghitung deviasi standar dengan bahan uji coba kurang dari 15, maka kuat tekan rata-rata yang ditargetkan  $f_{cr}$  harus diambil tidak kurang dari ( $f'_c + 12 \text{ MPa}$ ).

Tabel 2.8: Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia kurang dari 30.

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. Perhitungan nilai tambah (margin) dapat dilihat pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9: 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 pers. 2.1:

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

dengan:

$f'_{cr}$  = kuat tekan rata-rata perlu, MPa

$f'_c$  = kuat tekan yang disyaratkan, 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:

Nilai faktor air semen bebas dapat diperoleh dari Gambar 2.6.

8. Faktor air semen maksimum.

9. Penetapan nilai *slump*.

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

10. Penetapan besar butir agregat maksimum.

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

11. Jumlah kadar air bebas

Kadar air bebas ditentukan pada Tabel 2.10.

Tabel 2.10: Perkiraan kadar air bebas ( $\text{Kg/m}^3$ ) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton.

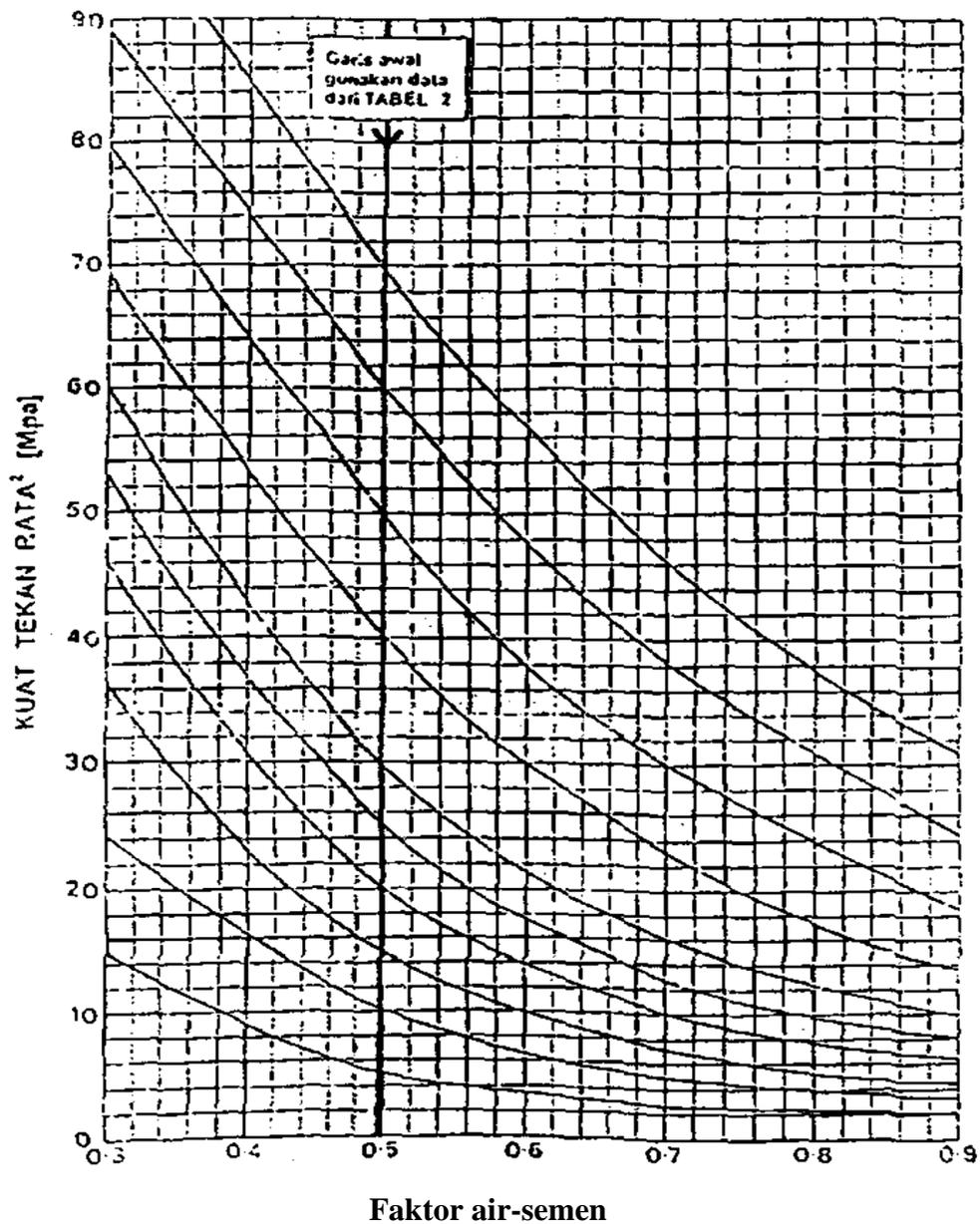
Ukuran Besar Butir Agregat Maksimum (mm)	Jenis Agregat	Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Batu tak di pecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak di pecah	137	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak di pecah	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Agregat campuran (tak pecah dan dipecah), dihitung sesuai pers. 2.2:

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

$W_h$  adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

$W_k$  adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar



Gambar 2.6: Hubungan faktor-air-semen dan kuat tekan kubus beton (benda uji bentuk kubus 150 x 150 x 150 mm) (SNI 03-2834-1993).

12. Berat semen yang diperlukan per meter kubik beton dihitung sesuai pers. 2.3:

$$W_{S_{mn}} = 1/Fas * W \text{ air} \quad (2.3)$$

Fas = Faktor air per meter kubik beton.

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

14. Menentukan jumlah semen semimumimum mungkin. Dapat dilihat pada Tabel 2.11.

Dari tabel tersebut kita dapat mengambil jumlah semen minimum maupun nilai faktor air semen maksimum menurut kondisi beton yang akan dicetak nantinya.

Tabel 2.11: Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan (SNI 03-2834-1993).

Lokasi	Jumlah Semen minimum per m <sup>3</sup> 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	325	0,55

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.

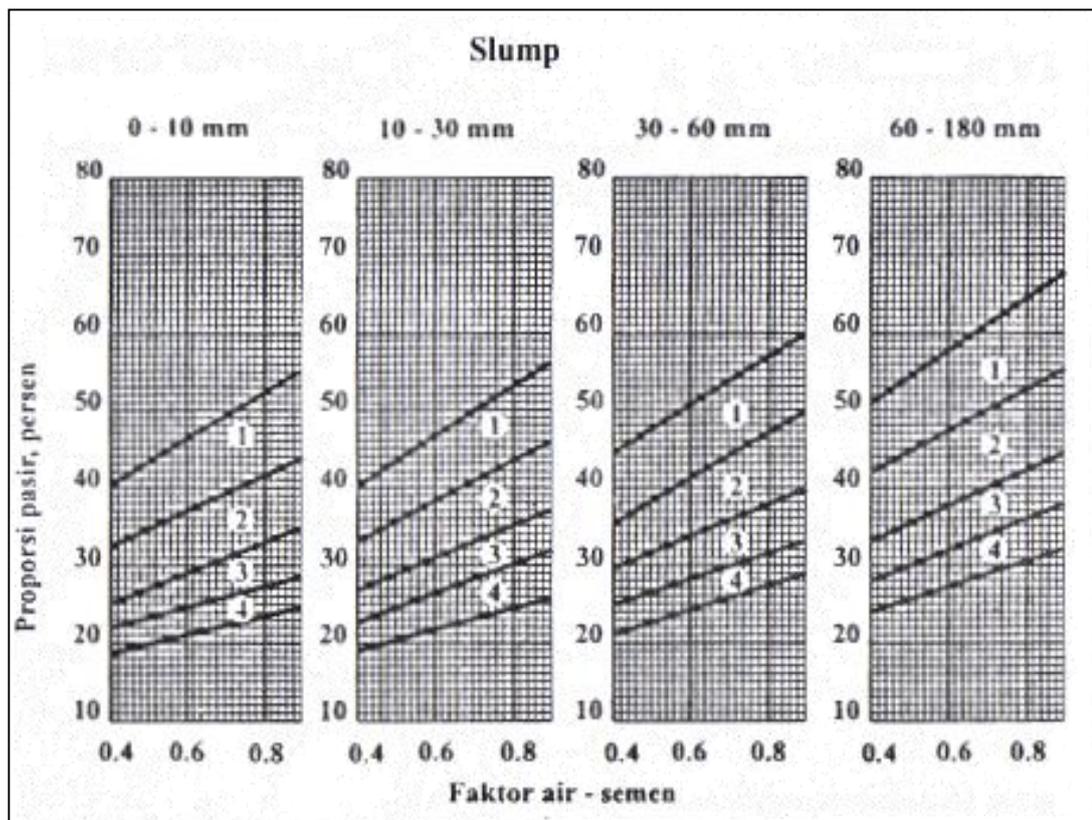
16. Penetapan jenis agregat halus:

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).

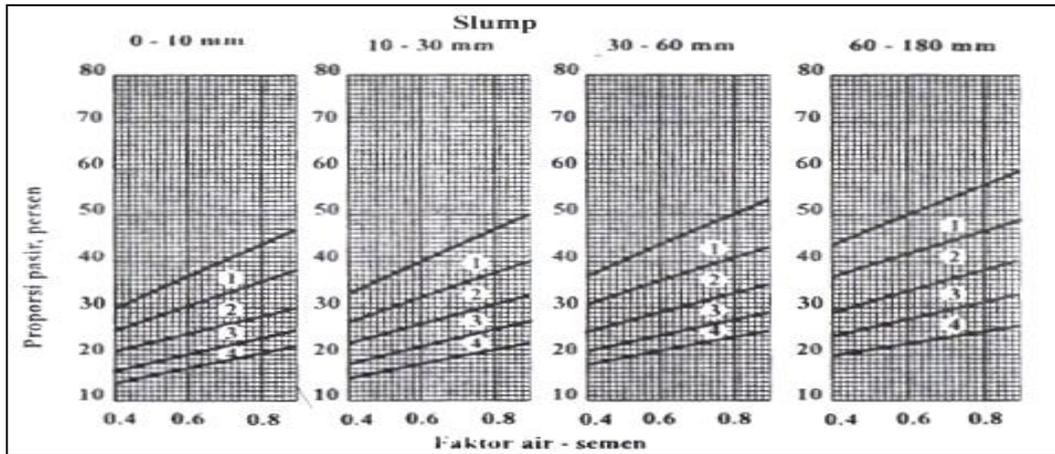
17. Penetapan jenis agregat kasar menurut Gambar 2.5.

18. Persentase agregat halus terhadap agregat campuran.

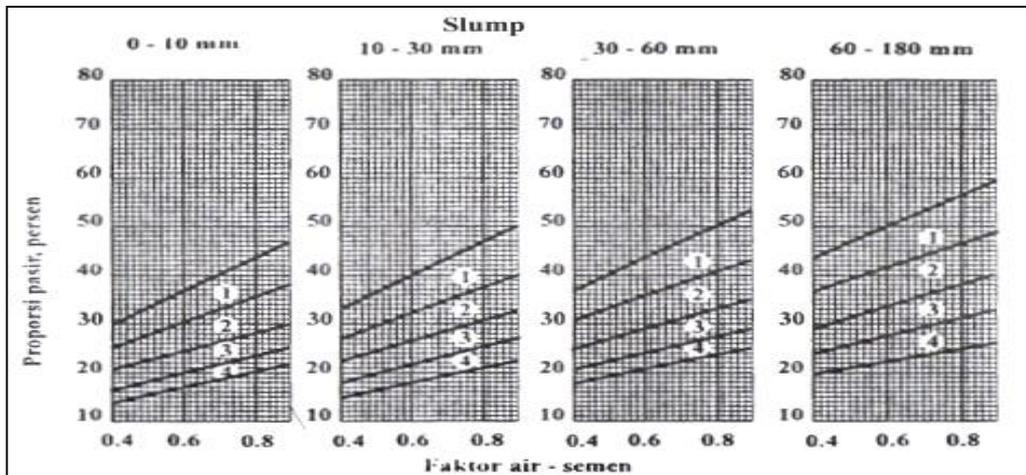
Persentase agregat halus ditetapkan dengan cara menghubungkan faktor air semen menurut butir 15 dan daerah susunan butir 16, secara tegak lurus berpotongan dengan mengetahui nilai *slump* menurut butir 9. Dapat dilihat pada Gambar 2.7, Gambar 2.8, dan Gambar 2.9.



Gambar 2.7: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm (SNI 03-2834-1993).



Gambar 2.8: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm (SNI 03-2834-1993).



Gambar 2.9: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm (SNI 03-2834-1993).

19. Berat jenis agregat campuran.

Berat jenis agregat campuran dihitung dengan rumus pers. 2.4:

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

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 2.10.

21. Menghitung kebutuhan berat agregat campuran.

Kebutuhan berat agregat campuran dihitung dengan rumus pers. 2.5:

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

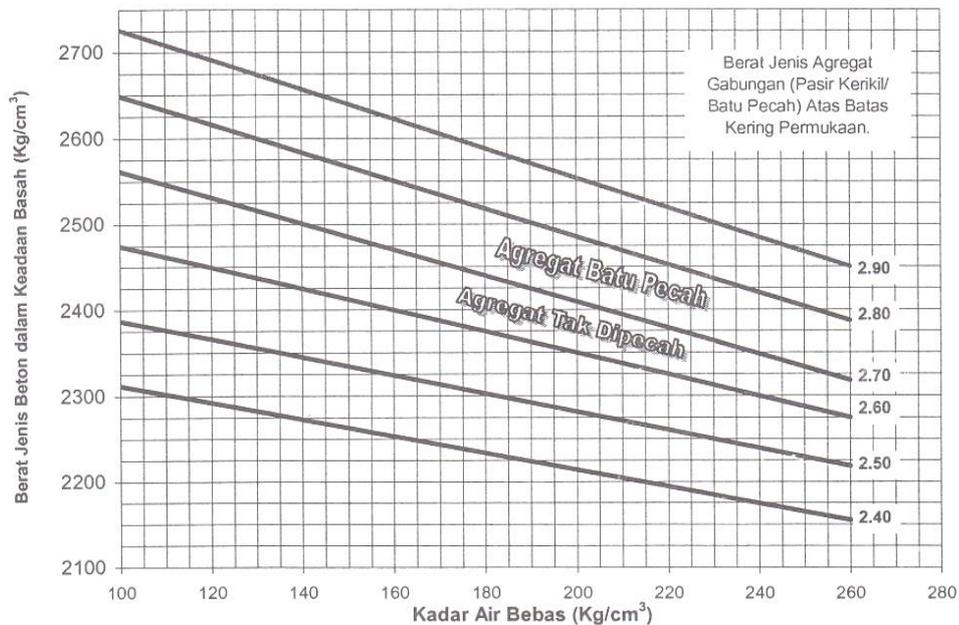
Dengan:

$W_{agr,camp}$  = 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 ( $kg/m^3$ )



Gambar 2.10: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton (SNI 03-2834-1993).

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

Kebutuhan agregat halus dihitung dengan rumus pers. 2.6:

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

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 (18) dan (21). Kebutuhan agregat kasar dihitung dengan rumus pers. 2.7:

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

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 sesuai dengan rumus pers. 2.8, 2.9, dan 2.10:

a.  $Air = B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100}$  (2.8)

b.  $Agregat\ halus = C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100}$  (2.9)

c.  $Agregat\ kasar = D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100}$  (2.10)

Dengan:

B adalah 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 (%).

#### **2.4. Slump Test**

Pengambilan nilai *slump* dilakukan untuk masing–masing campuran baik pada beton standar maupun beton yang menggunakan *additive* dan bahan penambah (*admixture*). Pengujian *slump* dilakukan terhadap beton segar yang dituangkan kedalam wadah kerucut terpancung. Pengisian dilakukan dalam tiga lapisan adalah 1/3 dari tinggi kerucut. Masing-masing lapisan harus dipadatkan dengan cara penusukan sebanyak 25 kali dengan menggunakan tongkat besi anti karat. Setelah penuh sampai permukaan atasnya diratakan dengan menggunakan sendok semen.

Kemudian kerucut diangkat keatas secara vertikal dan *slump* dapat diukur dengan cara mengukur perbedaan tinggi antara wadah dengan tinggi beton setelah wadah diangkat.

#### **2.5. Perawatan Beton**

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

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

1. *Water (Standar Curing)*

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

2. *Exposed Atmosfer*

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

3. *Sealed* atau *wrapping*

Perawatan beton dengan cara ini membalut dan menutupi semua permukaan beton. Beton dilindungi dengan karung basah agar uap air yang terdapat dalam beton tidak hilang.

#### 4. *Steam Curing* (perawatan uap)

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

#### 5. *Autoclave*

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

### 2.6. Pengujian Kuat Tekan

Kuat tekan (*Compressive Strength*) untuk setiap umur beton dan kuat tekan rata-ratanya tergantung pada karakteristik pemakain semen, penggunaan bahan lain pembentuk beton dan kehalusan bahan tambahan.

Untuk melakukan pengujian kuat tekan benda uji digunakan alat *Universal Testing Machine*. Beban yang bekerja akan didistribusikan secara merata dan kontinyu melalui titik berat sepanjang sumbu longitudinal dengan tegangan yang dihitung dengan rumus sesuai pers. 2.12:

$$f(\text{saat pengujian}) = \frac{P}{A} \quad (2.11)$$

Dimana:

$f$  (saat pengujian) = kuat tekan saat pengujian (kg/cm<sup>2</sup>).

$P$  = Beban tekan (kg).

$A$  = Luas penampang (cm<sup>2</sup>).

Menurut (Brivot 1993), pengujian kuat tekan beton memiliki toleransi waktu yang telah diatur sedemikian rupa sehingga diharapkan pada saat melakukan pengetesan, tidak melebihi atau kurang dari waktu yang telah ditentukan, sesuai dengan Tabel 2.12.

Tabel 2.12: Toleransi waktu agar pengujian kuat tekan tidak keluar dari batasan waktu yang telah ditoleransikan (ASTM C-39, 1993).

Umur Pengujian	Toleransi Waktu yang Diizinkan
24 jam	0,5 jam atau 2,1 %
3 hari	2 jam atau 2,8 %
Umur Pengujian	Toleransi Waktu yang Diizinkan
7 hari	6 jam atau 3,6 %
28 hari	20 jam atau 3,0 %
90 hari	48 jam atau 2,2 %

Pengujian kuat tekan beton dilakukan umumnya pada umur 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari. Jumlah hari pengujian kuat tekan dapat diestimasi dengan cara membagi hasil kuat tekan pada umur tertentu dibagi dengan koefisien kuat tekan sesuai jumlah umur pengujian.

Estimasi kuat tekan dilakukan terhadap kuat tekan umur 28 hari yang dihitung sesuai dengan rumus pers. 2.12:

$$f \text{ (estimasi 28 hari)} = \frac{f(\text{saat pengujian})}{\text{koefisien}} \quad (2.12)$$

Dimana:

$f$  (estimasi 28 hari) = kuat tekan estimasi 28 hari (kg/cm<sup>2</sup>).

$f$  (saat pengujian) = kuat tekan saat pengujian (kg/cm<sup>2</sup>).

koefisien = koefisien dari umur beton.

Koefisien dari umur beton diperoleh dari jumlah hari beton selesai dicetak hingga beton di tes kuat tekannya. Pada Tabel 2.13 dijelaskan beberapa koefisien umur hari pada beton.

Tabel 2.13: Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur (Tjokrodinuljo, 2007).

Umur (hari)	7	14	21	28
Koefisien	0,65	0,88	0,95	1,00

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan beton, yaitu:

#### 1. Faktor air semen (FAS) dan kepadatan

Faktor air semen (fas) adalah perbandingan berat antara air dan semen Portland di dalam campuran adukan beton. Umumnya nilai FAS minimum yang diberikan sekitar 0.4 dan maksimum 0.65. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hampir untuk semua tujuan, beton yang mempunyai faktor air semen minimal dan cukup untuk memberikan *workabilitas* tertentu yang dibutuhkan untuk pemadatan yang sempurna tanpa pekerjaan pemadatan yang berlebihan, merupakan beton yang terbaik (Murdock dan Brooks, 1979).

Fungsi dari faktor air semen yaitu:

- a. Untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan.
- b. Sebagai pelicin campuran kerikil, pasir dan semen agar lebih mudah dalam pencetakan beton.

Kekuatan beton tergantung pada perbandingan faktor air semennya. Semakin tinggi nilai FAS, semakin rendah mutu kekuatan beton, namun demikian, nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi.

#### 2. Umur beton

Kuat tekan beton akan bertambah sesuai dengan bertambahnya umur beton tersebut. Perbandingan kuat tekan beton pada berbagai umur Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971.

#### 3. Jenis dan jumlah semen

Jenis semen berpengaruh terhadap kuat tekan beton, sesuai dengan tujuan penggunaannya. Jenis-jenis semen dapat sesuai SNI 03-2834-1993.

## BAB 3

### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1. Umum

Sebagai acuan dalam penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari data-data pendukung. Data pendukung diperoleh dari:

##### 1. Data primer

Data yang diperoleh dari hasil perhitungan di laboratorium seperti:

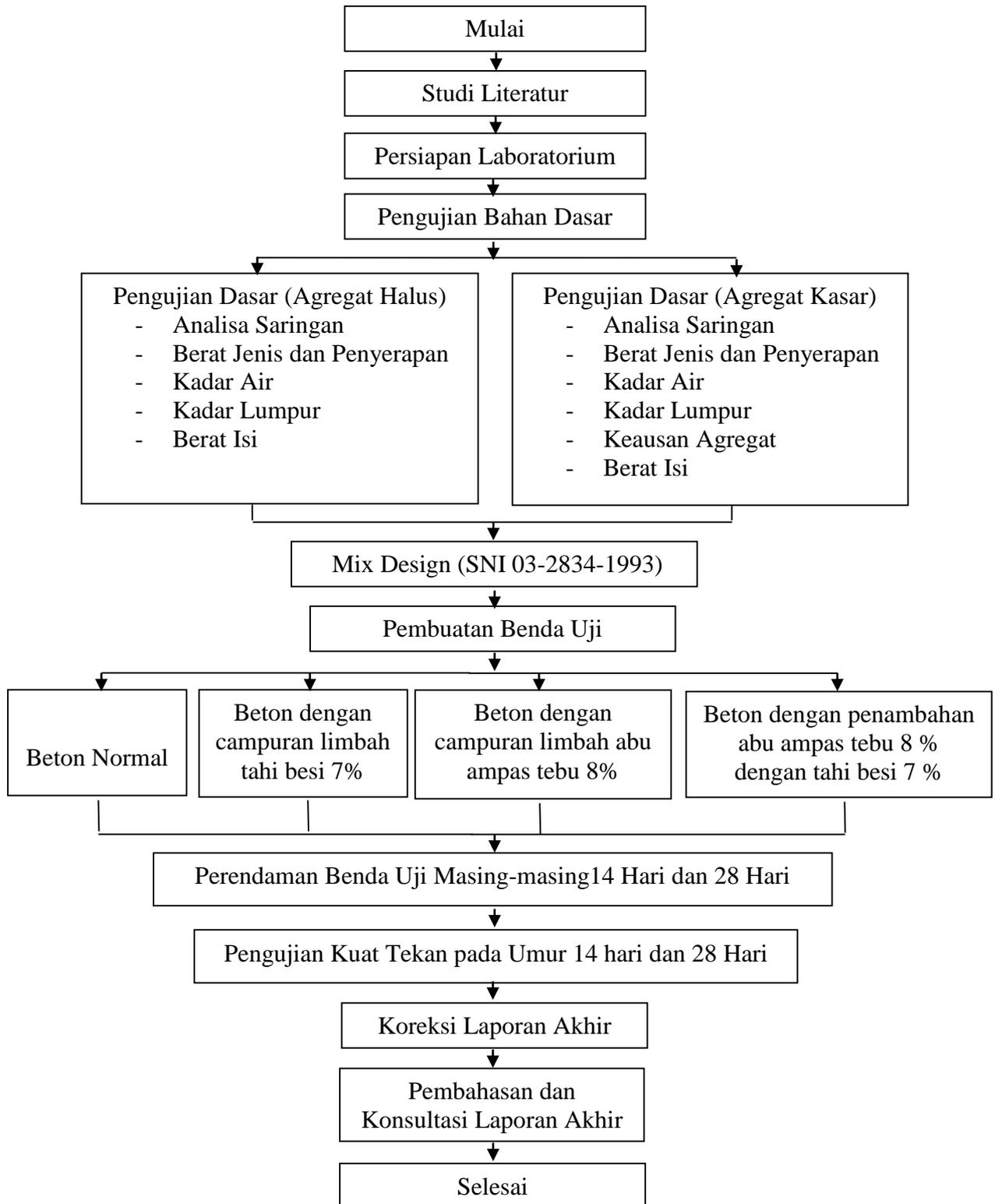
- a. Analisa saringan agregat.
- b. Berat jenis dan absorpsi.
- c. Pemeriksaan agregat kasar dengan Los Angeles.
- d. Pemeriksaan berat isi agregat.
- e. Pemeriksaan kadar air agregat.
- f. Pemeriksaan kadar lumpur agregat.
- g. *Mix design* (perbandingan dalam campuran beton).
- h. Kekentalan adukan beton segar (*slump*).
- i. Uji kuat tekan beton.

Setelah dilakukan pemeriksaan dasar, langkah selanjutnya adalah membuat perencanaan campuran beton normal (*Job Mix Design*). Setelah mengetahui hasil analisis campuran, ada beberapa pemeriksaan yang dilakukan pada campuran beton, yakni pengujian kekentalan beton segar (*Slump Test*), dan pengujian kuat tekan beton berdasarkan variasi hari yang telah direncanakan.

##### 2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (literatur) dan konsultasi langsung dengan Kepala Laboratorium Beton di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Data teknis mengenai (SNI-03-2834 1993), PBI (Peraturan Beton Indonesia), (ASTM Standard C33 1985) serta buku-buku atau literatur sebagai penunjang guna untuk memperkuat suatu penelitian yang dilakukan.

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



Gambar3.1: Bagan alir proses pengerjaan beton.

### **3.2. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian dimulai pada Januari 2019 hingga Maret 2019. Penelitian dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jl.Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan, dengan kelengkapan peralatan laboratorium yang berstandar.

### **3.3. Bahan dan Peralatan**

#### **3.3.1. Bahan**

Komponen bahan pembentuk beton yang digunakan yaitu:

- a. Semen  
Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Andalas PPC (*Portland Pozzolan Cement*).
- b. Agregat Halus  
Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang diperoleh dari Binjai.
- c. Agregat Kasar  
Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu pecah yang diperoleh dari daerah Binjai.
- d. Air  
Air yang digunakan berasal dari PDAM Tirtanadi Medan.
- e. Abu Ampas Tebu
- f. Tahi Besi

#### **3.3.2. Peralatan**

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

1. Satu set saringan untuk agregat halus dan agregat kasar.
2. Satu set alat untuk pemeriksaan berat jenis agregat halus dan kasar.
3. Timbangan.
4. Alat pengaduk beton (*mixer*).
5. Cetakan benda uji berbentuk kubus.

6. Alat kuat tekan (*compression*).
7. Mesin *Los Angeles*.
8. Satu set alat *Slump test*.

### **3.4. Persiapan Penelitian**

#### **3.4.1. Persiapan**

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

#### **3.4.2. Pemeriksaan Agregat**

Di dalam pemeriksaan agregat baik agregat kasar maupun agregat halus di lakukan di laboratorium mengikuti panduan dari ASTM tentang pemeriksaan agregat.

### **3.5. Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir)**

Penyelidikan ini meliputi beberapa tahapan/pemeriksaan diantaranya :

1. Pemeriksaan kadar air.
2. Pemeriksaan kadar lumpur.
3. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan.
4. Pemeriksaan berat isi.
5. Pemeriksaan analisa saringan.

#### **3.5.1. Kadar Air Agregat Halus**

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C566-97 (Reapproved 2004), serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang kadar air agregat halus. Dari hasil penelitian

didapat data-data pada Tabel 3.1 sehingga diketahui kadar air agregat halus yang diperiksa.

Tabel 3.1: Hasil pengujian kadar air agregat halus.

Pengujian	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-rata
Berat contoh SSD dan berat wadah (W1)	557	564	560,5
Berat contoh SSD	500	500	500
Berat contoh kering oven & wadah (W2)	546	553	549,5
Berat wadah(W3)	57	64	60.5
Berat air(W1-W2)	11	11	11
Berat contoh kering(W2-W3)	489	489	489
Kadar air $((W1-W2)/(W2-W3)) \times 100\%$	2,25	2,25	2,25

Berdasarkan Tabel 3.1 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar air pada agregat halus yang telah diteliti di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil UMSU, didapat rata-rata kadar air sebesar 2,25%. Percobaan ini dilakukan sebanyak dua kali pengujian, pada contoh pertama, kadar air yang didapat sebesar 2,25%, sedangkan contoh kedua didapat kadar air sebesar 2,25%. Hasil diatas tersebut telah memenuhi standar yang ditentukan yaitu 2% - 20%.

### 3.5.2. Kadar Lumpur Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C117 (ASTM, 2013), serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang kadar lumpur agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.2 sehingga diketahui kadar lumpur agregat halus yang diperiksa.

Tabel 3.2: Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus.

Pengujian	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-rata
Berat contoh kering : A(gr)	500	500	500
Berat contoh setelah dicuci : B (gr)	485	477	481
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci: C(gr)	15	23	19
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200setelah dicuci (%)	3	4,6	3,8

Berdasarkan Tabel 3.2 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar lumpur pada agregat halus yang telah diteliti di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil UMSU, di dapat Kadar Lumpur Agregat Halus yang rata-ratanya diperoleh sebesar 3,8%. Hasil pengujian tersebut telah memenuhi ketentuan nilai kadar lumpur dalam agregat halus dengan nilai maksimalnya sebesar 5%.

### 3.5.3. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus

Alat ,bahan dan cara kerja sesuai dengan (ASTM C128 1998) tentang berat jenis dan penyerapan agregat halus. Dari hasil penyelidikan di dapat data-data seperti Tabel 3.3:

Tabel 3.3: Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus.

<i>Fine Agregate Passing No. 4 mm</i>	<i>Sample I</i>	<i>Sample II</i>	<i>Average</i>
(berat contoh SSD kering permukaan jenuh)B	500	500	500
(berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan) E	492	491	491.5
(Berat piknometer penuh air) D	632	634	633

Tabel 3.3 Lanjutan.

<i>Fine Agregate Passing No. 4 mm</i>	<i>Sample I</i>	<i>Sample II</i>	<i>Average</i>
(berat contoh SSD dalam piknometer penuh air)	934	934	934
Berat jenis contoh kering $E/(B+D-C)$	2,48	2,45	2,47
Berat jenis contoh SSD $B/(B+D-C)$	2,53	2,5	2,52
Berat jenis contoh semu $E/(E+D-C)$	2,59	2,57	2,58
Penyerapan $((B-E)/E) \times 100\%$	1,63	1,83	1,73

Berdasarkan Tabel 3.3 menjelaskan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU sehingga dapat diketahui nilai berat jenis maupun penyerapan. Pada tabel 3.3 macam berat jenis, yakni berat jenis contoh semu, berat jenis SSD, dan berat jenis contoh semu. Berat jenis agregat terpenuhi apabila nilai Berat Jenis Contoh Kering < Berat Jenis SSD < Berat Jenis Contoh Semu dengan nilai rata-rata  $2,47 \text{ gr/cm}^3 < 2,52 \text{ gr/cm}^3 < 2,58 \text{ gr/cm}^3$  dan nilai penyerapan rata-rata sebesar 1,73%. Berdasarkan standar (ASTM C 128-01, 2001) tentang absorpsi yang baik adalah dibawah 2% dan nilai absorpsi agregat halus yang diperoleh telah memenuhi syarat.

#### 3.5.4. Analisa Saringan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C-136 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang analisa saringan agregat halus dengan prosedur sebagai berikut:

1. Contoh bahan dikeringkan di dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$  sampai berat contoh tetap.

- Contoh diuraikan pada saringan yang telah tersusun dimulai dari saringan paling besar, kemudian di ayak dan menimbang agregat yang tertahan pada masing-masing saringan.

Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.4 dan batas gradasi agregat halus pada Gambar 3.2, sehingga diketahui modulus kehalusan agregat halus yang diperiksa.

Tabel 3.4: Hasil pengujian analisa saringan agregat halus di laboratorium beton teknik sipil UMSU (2015).

Nomor Saringan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Contoh 1 ( gr )	Contoh 2 ( gr )	Berat Total ( gr )	%	Tertahan	Lolos
						100
1,5	0	0	0	0,00	0,00	100
$\frac{3}{4}$	0	0	0	0,00	0,00	100
$\frac{3}{8}$	0	0	0	0,00	0,00	100
No. 4	126	35	161	6,48	6,48	93,52
No. 8	38	78	116	4,67	11,16	88,84
No. 16	65	168	233	9,38	20,54	79,46
No. 30	263	208	471	18,97	39,51	60,49
No.50	274	246	520	20,94	60,45	39,55
No. 100	543	220	763	30,73	91,18	8,82
Pan	176	43	219	8,82	100,00	0,00
Total	1485	998	2483	100		

Berdasarkan Tabel 3.4 menjelaskan pemeriksaan analisa saringan agregat halus ini menggunakan nomor saringan yang telah ditentukan berdasarkan SNI 03-2834-1993, yang nantinya akan dibuat grafik zona gradasi agregat yang didapat dari nilai kumulatif agregat. Apakah agregat yang dipakai termasuk zona pasir kasar, sedang, agak halus, atau pasir halus. Penjelasan nilai kumulatif agregat didapat dari penjelasan berikut ini:

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$\text{No.4} = \frac{161}{2484} \times 100\% = 6,48 \%$$

$$\begin{aligned}
 \text{No.8} &= \frac{116}{2484} \times 100\% = 4,67\% \\
 \text{No.16} &= \frac{233}{2484} \times 100\% = 9,38\% \\
 \text{No.30} &= \frac{471}{2484} \times 100\% = 18,97\% \\
 \text{No.50} &= \frac{520}{2484} \times 100\% = 20,94\% \\
 \text{No.100} &= \frac{763}{2484} \times 100\% = 30,73\% \\
 \text{Pan} &= \frac{219}{2484} \times 100\% = 8,82\%
 \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

$$\begin{aligned}
 \text{No.4} &= 0 + 6,48 = 6,48\% \\
 \text{No.8} &= 6,48 + 4,67 = 11,16\% \\
 \text{No.16} &= 11,16 + 9,38 = 20,54\% \\
 \text{No.30} &= 20,54 + 18,97 = 39,51\% \\
 \text{No.50} &= 39,51 + 20,94 = 60,45\% \\
 \text{No.100} &= 60,45 + 30,73 = 91,18\% \\
 \text{Pan} &= 91,18 + 8,82 = 100,00\%
 \end{aligned}$$

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 229 %

$$\begin{aligned}
 \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \\
 &= \frac{229}{100} \\
 \text{FM} &= 2,29\%
 \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

$$\text{No.4} = 100 - 6,48 = 93,52\%$$

$$\text{No.8} = 100 - 11,16 = 88,84\%$$

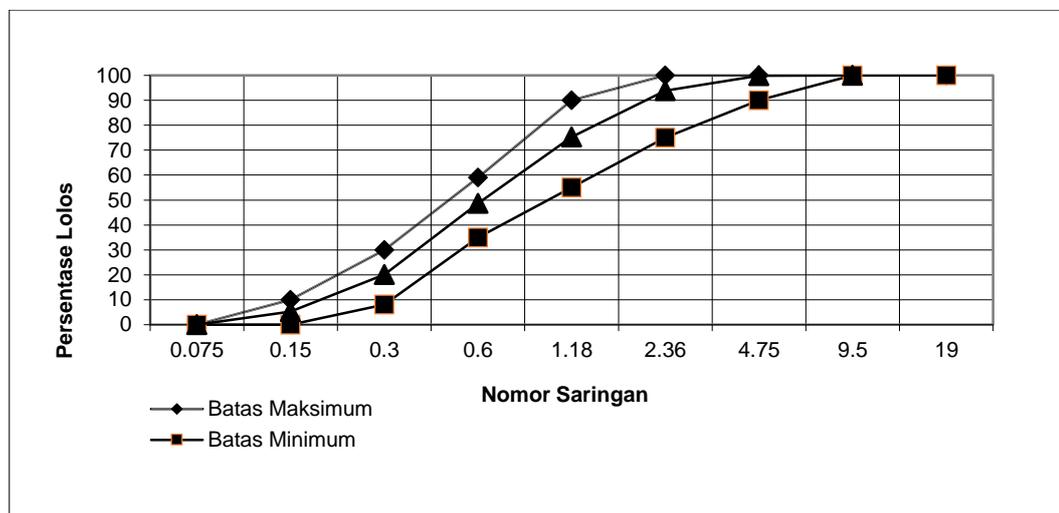
$$\text{No.16} = 100 - 20,54 = 79,46\%$$

$$\text{No.30} = 100 - 39,51 = 60,49\%$$

$$\text{No.50} = 100 - 60,45 = 39,55\%$$

$$\text{No.100} = 100 - 91,18 = 8,82\%$$

$$\text{Pan} = 100 - 100,00 = 0,00\%$$



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

Dari hasil pengujian Analisa Saringan Agregat Halus diperoleh nilai Modulus Kehalusan sebesar 2,70 dan dari grafik hasil pengujian diketahui bahwa agregat halus yang diuji merupakan Gradasi Agregat Halus untuk zona 2 pasir sedang.

### 3.5.5. Berat Isi Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (ASTM International, 1997) tentang berat isi agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.5 sehingga diketahui berat isi agregat halus yang diperiksa.

Tabel 3.5: Data-data hasil penelitian berat isi agregat halus.

No	Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Contoh 3	Rata-rata
1	Berat contoh & wadah (gr)	19765	19978	19875	19872,67
2	Berat wadah (gr)	5400	5400	5400	5400
3	Berat contoh (gr)	14365	14578	14475	14473
4	Volume wadah (cm <sup>3</sup> )	10861,71	10861,71	10861,71	10861,71
5	Berat Isi (gr/cm <sup>3</sup> )	1,323	1,342	1,333	1,332

Berdasarkan Tabel 3.5 menjelaskan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU didapat hasil berat isi agregat halus dengan rata-rata sebesar 1,332 gr/cm<sup>3</sup>. Hasil ini didapat dari rata-rata kedua contoh, yang berdasarkan perbandingan nilai berat contoh yang didapat dengan volume wadah yang dipakai dalam percobaan. Hasil dari percobaan tersebut telah memenuhi standar yang ditetapkan yaitu > 1,125 gr/cm<sup>3</sup>.

### 3.6. Pemeriksaan Agregat Kasar

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan / pemeriksaan diantaranya :

1. Pemeriksaan kadar air.
2. Pemeriksaan kadar lumpur.
3. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan.
4. Pemeriksaan berat isi.
5. Pemeriksaan analisa saringan.
6. Keausan agregat.

#### 3.6.1. Kadar Air Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan panduan (ASTM C566-97) tentang kadar air agregat. Dari hasil penelitian di beberapa tempat yang di dapat data-data sebagai berikut :

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

Pengujian	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-rata
Berat contoh SSD & berat wadah (W1)	1110	1100	1105
Berat contoh SSD	994	995	994,5
Berat contoh kering oven & wadah (W2)	1104	1095	1099,5
Berat wadah (W3)	110	100	105
Berat air (W1-W2)	6	5	5,5
Berat contoh kering (W2-W3)	994	995	994,5

Berdasarkan Tabel 3.6 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar yang menggunakan dua sampel yang kemudian dirata-ratakan. Dari hasil pengujian didapat nilai kadar air agregat kasar pada contoh pertama sebesar 0,55%, pada contoh kedua sebesar 0,55%. Sedangkan nilai rata-rata kadar air pada agregat kasar yang diteliti adalah sebesar 0,55% dan hasil tersebut telah memenuhi syarat yang ditetapkan yaitu 0,5% - 2,5%.

### 3.6.2. Kadar Lumpur Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (ASTM C117). Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel dibawah sehingga diketahui kadar lumpur agregat kasar yang diperiksa.

Tabel 3.7: Data hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar.

Agregat Kasar Diameter Maksimum 40mm	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-rata
Berat contoh kering: A(gr)	1600	1600	1600
Berat contoh setelah dicuci: B (gr)	1586	1588	1587
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci: C(gr)	14	12	13
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (%)	0,88	0,75	0,81

Berdasarkan Tabel 3.7 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar dilakukan dengan mencuci sampel yang menggunakan air, kemudian disaring dengan menggunakan Saringan No. 200, persentase yang didapat dihitung dari pembagian berat kotoran agregat yang lolos saringan dibagi dengan berat contoh awal, kemudian membuat hasilnya di dalam persentase. Dari percobaan ini didapat persentase kadar lumpur untuk sampel yang pertama sebesar 0,88%, dan sampel kedua sebesar 0,75%. Maka, untuk mengambil nilai kadar lumpur diambil dari rata-rata pengujian yakni sebesar 0,81%. Menurut PBI 1971 hasil pemeriksaan kadar lumpur diatas telah memenuhi syarat yaitu  $< 1\%$ .

### 3.6.3. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (ASTM C127 – 15, 2015) tentang berat jenis dan penyerapan agregat kasar. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.8 sehingga diketahui berat jenis dan penyerapan agregat kasar yang diperiksa.

Tabel 3.8: Data hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar.

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh SSD kering permukaan jenuh (A)	3200	3250	3225
Berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan (C)	3176	3226	3201
Berat contoh jenuh (B)	2021	2056	2038,5
Berat jenis contoh kering (C/(A-B))	2,69	2,70	2,70
Berat jenis contoh SSD (A/(A-B))	2,68	2,72	2,7
Berat jenis contoh semu (C/(C-B))	2,75	2,76	2,75
Penyerapan ((A-C)/C)x100%	0,76	0,74	0,75

Berdasarkan hasil pemeriksaan di dapat data-data pada Tabel 3.8 sehingga dapat diketahui nilai berat jenis maupun penyerapan (*absorbtion*) pada agregat halus yang diteliti. Pada tabel 3.8 macam berat jenis, yakni berat jenis contoh semu,

berat jenis SSD, dan berat jenis contoh semu. Berat jenis agregat terpenuhi apabila nilai Berat Jenis Contoh Kering < Berat Jenis SSD < Berat Jenis Contoh Semu. Dari percobaan didapat rata-rata nilai berat jenis contoh kering sebesar 2,70 gr/cm<sup>3</sup>, nilai rata-rata berat jenis SSD sebesar 2,7 gr/cm<sup>3</sup>, dan nilai rata-rata berat jenis contoh semu sebesar 2,75 gr/cm<sup>3</sup>. Selain berat jenis, pada pemeriksaan ini juga didapat nilai penyerapan pada agregat kasar yang didapat nilai rata-ratanya sebesar 0,75% dan berdasarkan (ASTM C 128-01, 2001) nilai ini berada di bawah nilai absorpsi agregat kasar maksimum yaitu sebesar 4%.

#### 3.6.4. Berat Isi Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (SNI 03-2834-1993) tentang berat isi agregat kasar. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.9 sehingga diketahui berat isi agregat kasar yang diperiksa.

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

No	Pengujian	Contoh1	Contoh2	Contoh3	Rata-rata
1	Berat contoh & wadah (gr)	34328	33278	34460	34022
2	Berat wadah (gr)	6400	6400	6400	6400
3	Berat contoh (gr)	27928	26878	28060	27622
4	Volume wadah (cm <sup>3</sup> )	15465,2	15465,2	15465,2	15465,2
5	Berat Isi (gr/cm <sup>3</sup> )	1,81	1,74	1,81	1,79

Berdasarkan Tabel 3.9 menjelaskan tentang nilai berat isi agregat kasar yang rata-ratanya didapat sebesar 1,79 gr/cm<sup>3</sup>. Nilai berat isi agregat didapatkan dari perbandingan nilai antara berat contoh yang didapat dengan volume wadah yang dipakai dalam penelitian ini. Pada sampel pertama didapat nilai berat isi agregat sebesar 1,81 gr/cm<sup>3</sup>. Percobaan kedua menghasilkan nilai berat isi agregat sebesar 1,74 gr/cm<sup>3</sup>. Sedangkan percobaan ke tiga menghasilkan nilai berat isi agregat

sebesar 1,81 gr/cm<sup>3</sup> dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yang yaitu > 1,125 gr/cm<sup>3</sup>.

### 3.6.5. Analisa Saringan Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (ASTM International, 2014), serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang analisa saringan agregat kasar. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.10 sehingga diketahui modulus kehalusan agregat kasar yang diperiksa.

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

No Saringan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Contoh	Contoh	Total	%		
	1 (gr)	2 (gr)	Berat (gr)		Tertahan	Lolos
38,1 (1.5 in)	119	121	240	4,00	4,00	96,00
19.0 (3/4 in)	1242	1280	2522	42,05	46,06	53,94
9.52 (3/8 in)	769	797	1566	26,12	72,18	27,82
4.75 (No. 4)	869	799	1668	27,82	100,00	0,00
2.36 (No. 8)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
1.18 (No.16)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0.60 (No. 30)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0.30 (No. 50)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0.15 (No. 100)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
Pan	0	0	0	0,00	100	0
Total	2999	2997	5996	100		

Berdasarkan Tabel 3.10, didapatkan nilai kumulatif agregat dan modulus kehalusan agregat kasar yang diperoleh dari persentase jumlah keseluruhan kumulatif tertahan agregat. Percobaan ini dilakukan dua kali, nomor saringan yang dipakai diambil berdasarkan metode (ASTM C33, 1985), yang pada pengerjaan *Job*

*Mix Design* nantinya dimodifikasi agar sesuai dengan tata cara perencanaan campuran beton menurut (SNI 03-2834-1993). Penjelasan tentang persentase dan kumulatif agregat dijelaskan sebagai berikut:

Total berat batu pecah = 5996 gram

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$1,5 = \frac{240}{5996} \times 100\% = 4,00 \%$$

$$\frac{3}{4} = \frac{2522}{5996} \times 100\% = 42,06 \%$$

$$\frac{3}{8} = \frac{1566}{5996} \times 100\% = 26,12 \%$$

$$\text{No. 4} = \frac{1668}{5996} \times 100\% = 27,82 \%$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

$$1,5 = 0 + 4,00 = 4,00 \%$$

$$\frac{3}{4} = 4,00 + 42,06 = 46,06 \%$$

$$\frac{3}{8} = 46,06 + 26,12 = 72,18 \%$$

$$\text{No.4} = 72,18 + 27,82 = 100,00 \%$$

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 72,22 %

$$\begin{aligned} \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \\ &= \frac{72,22}{100} \end{aligned}$$

$$\text{FM} = 7,22 \%$$

- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

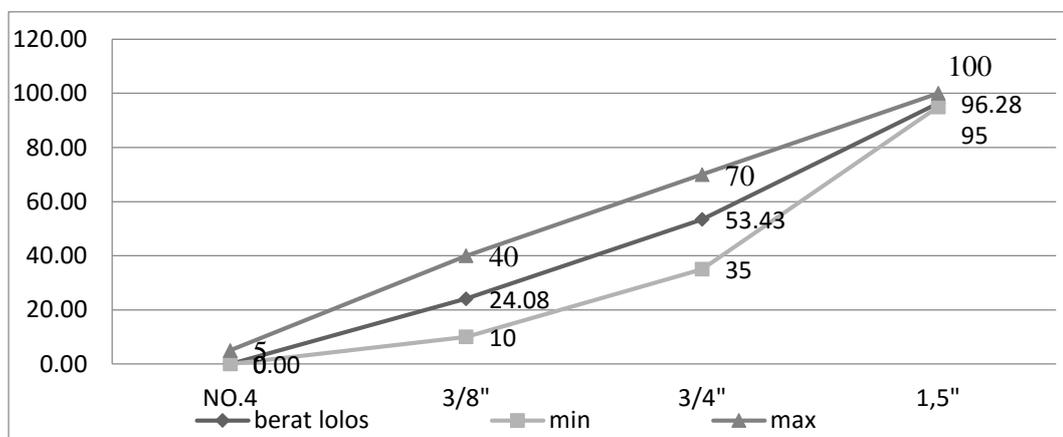
$$1,5 = 100 - 4,00 = 96,00 \%$$

$$3/4 = 100 - 46,06 = 53,94 \%$$

$$3/8 = 100 - 72,18 = 27,82 \%$$

$$\text{No. 4} = 100 - 100 = 0 \%$$

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



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

Pemeriksaan analisa saringan agregat kasar ini menggunakan nomor saringan yang telah ditentukan berdasarkan(SNI 03-2834-1993), dari hasil persentase berat kumulatif yang lolos saringan maka pasir tersebut masih dalam *range* kerikil maksimum 40 mm.

### 3.6.6. Keausan Agregat Dengan Mesin Los Angeles

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (ASTM C131 - 12, 2012), serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil UMSU tentang kekerasan agregat dengan Mesin *Los Angeles*.

Dari hasil penelitian didapat data-data sebagai berikut:

- Berat sample sebelum pengujian = 5000 gr

Berat tiap-tiap ayakan tercantum dalam Tabel 3.11. Nilai keausan agregat didapatkan dari perbandingan persentase dari berat akhir agregat yang tertahan dengan saringan No. 12 dengan berat awal agregat yang diambil. Percobaan ini dimaksudkan untuk mengetahui berapa besar ketahanan agregat terhadap gesekan.

Tabel 3.11: Data-data dari hasil pengujian keausan agregat kasar.

No Saringan	Berat awal (gr)	Berat akhir (gr)
12,5 (1/2 in)	2500	980
9,50 (3/8 in)	2500	659
4,75 (No. 4)	-	891
2,36 (No. 8)	-	622
1,18 (No. 16)	-	-
0,60 (No. 30)	-	-
0,30 (No. 50)	-	-
0,15 (No. 100)	-	-
Pan	-	875
Total	5000	4027
	Berat lolos saringan No. 12	973
	<i>Abrasion</i> (Keausan) (%)	19,46%

$$\begin{aligned}
 \textit{Abrasion} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \% \\
 &= \frac{5000 - 4027}{5000} \times 100\% \\
 &= 19,46 \%
 \end{aligned}$$

Dari hasil pemeriksaan di dapat pada Tabel 3.11 diketahui bahwa berat akhir setelah melakukan pengujian keausan agregat adalah sebesar 4027 gr dan nilai *abrasion* (keausan) sebesar 19,46 %. Nilai tersebut telah memenuhi standar PBI 1971 bahwa nilai keausan agregat tidak lebih dari 50%.

## BAB 4

### ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

##### 4.1.1. Data-Data Campuran Beton

Dalam hal ini penulis ingin menganalisis dari data-data yang telah diperoleh saat penelitian berlangsung sehingga didapat campuran beton yang di inginkan.

A. Dari hasil percobaan Binjai didapati data-data sebagai berikut :

- Berat jenis agregat kasar = 2.52 gram/cm<sup>3</sup>
- Berat jenis agregat halus = 2.70 gram/cm<sup>3</sup>
- Kadar lumpur agregat kasar = 0.45 %
- Kadar lumpur agregat halus = 2.76 %
- Berat isi agregat kasar = 1.79 gram/cm<sup>3</sup>
- Berat isi agregat halus = 1.10 gram/cm<sup>3</sup>
- FM agregat kasar = 7.22 %
- FM agregat halus = 2.65 %
- Kadar air agregat kasar = 0.55 gram/cm<sup>3</sup>
- Kadar air agregat halus = 2.25 gram/cm<sup>3</sup>
- Penyerapan agregat kasar = 0.73%
- Penyerapan agregat halus = 1.73%
- Keausan agregat = 14.26 %
- Nilai slump rencana = 30 - 60 mm
- Ukuran agregat max = 40 mm

Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai diatas tersebut dapat digunakan untuk perencanaan campuran beton (*Mix Design*) dengan kuat tekan disyaratkan sebesar 25 MPa yang terlampir pada Tabel 4.1 berdasarkan (SNI 03-2834-1993).

Tabel 4.1:Perencanaan campuran beton (SNI 03-2834-1993).

Perencanaan campuran beton SNI 03-2834-1993					
No.	Uraian	Tabel/Gambar Perhitungan		Nilai	
1	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji kubus)	Ditetapkan		25 Mpa	
2	Deviasi standar	Tabel 2.8		12 Mpa	
3	Nilai tambah (margin)	Tabel 2.9		5,6 Mpa	
4	kuat tekan rata-rata yang ditargetkan	1+2+3		42,6	
5	Jenis semen	Ditetapkan		Type I	
6	Jenis agregat :	Ditetapkan		Pasir alami Binjai	
	halus Kasar	Ditetapkan		Batu pecah Binjai	
7	Faktor air semen bebas	Gambar 2.6		0,48	
8	Faktor air semen maksimum	Ditetapkan		0,60	
9	Slump	Ditetapkan		30-60 mm	
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan		40mm	
11	Kadar air bebas	Tabel 4.6		170	
12	Jumlah semen	11:07		354.17	
13	jumlah semen maksimum	Ditetapkan		354.17	
14	jumlah semen minimum	Ditetapkan		275	
15	Faktor air semen yang disesuaikan	-		0,48	
16	Susunan besar butir agregat halus	Gambar 2.2		Daerah gradasi zona 2	
17	Susunan agregat kasar atau gabungan	Gambar 2.3		Gradasi maksimum 40 mm	
18	Persen agregat halus	Gambar 2.7		35 %	
19	Berat jenis relatif, agregat (kering permukaan)	-		2.66	
20	Berat isi beton	Gambar 2.10		2413	
21	kadar agregat gabungan	20-(12-11)		1888.83	
22	Kadar agregat halus	18 x 21		661.09	
23	Kadar agregat kasar	21-22		1227.74	
24	Proporsi campuran	semen (kg)	Air (kg)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
	Tiap m <sup>3</sup>	354.17	170	661.09	1227.74
	Tiap campuran uji m <sup>3</sup>	1	0.48	1.87	3.47
Tiap campuran uji 0,003375 m <sup>3</sup> (1 kubus)	1.20	0.57	2.23	4.14	

Tabel.4.1: *Lanjutan.*

Perencanaan Campuran Beton SNI 03-2834-1993					
No.	Uraian	Tabel/Gambar Perhitungan		Nilai	
25	Proporsi campuran	semen (kg)	Air (kg)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
	Koreksi proporsi campuran				
	Tiap m <sup>3</sup>	354.17	168.34	664.53	1225.53
	Tiap campuran uji m <sup>3</sup>	1	0.51	1.88	3.46
Tiap campuran uji 0,003375 m <sup>3</sup> (1 kubus)	1.20	0.57	2.24	4.14	

Maka dari hasil perencanaan campuran beton diatas didapat perbandingan campuran akhir untuk setiap m<sup>3</sup> adalah :

Semen	:	Pasir	:	Batu pecah	:	Air
354,17	:	664.53	:	1225,53	:	168,34
1	:	1.88	:	3.46	:	0,51

a. Untuk satu benda uji (kg)

Menggunakan cetakan kubus dengan ukuran:

Sisi = 15 cm

Volume Kubus = Sisi x Sisi x Sisi

= 15 x 15 x 15

= 3375 cm<sup>3</sup>

= 0,003375 m<sup>3</sup>

Maka:

- Semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji  
= Banyak semen x Volume 1 benda uji  
= 354.17 kg/m<sup>3</sup> x 0.003375 m<sup>3</sup>  
= 1.20 kg

- Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji  
 = Banyak pasir x Volume 1 benda uji  
 =  $664.53 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3$   
 = 2,24 kg
- Kerikil yang dibutuhkan untuk 1 benda uji  
 = Banyak kerikil x Volume 1 benda uji  
 =  $1225,53 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3$   
 = 4,14 kg
- Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji  
 = Banyak air x Volume 1 benda uji  
 =  $168,34 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3$   
 = 0,57 kg

Perbandingan untuk 1 benda uji dalam satuan kg adalah:

Semen : Pasir : Batu pecah : Air  
 1,10 : 2,24 : 4,14 : 0,57

Berdasarkan analisa saringan maka didapat berat untuk masing-masing saringan pada Tabel 4.2. dan Tabel 4.3.

Tabel 4.2: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat batu pecah	
1,5	3,81	$\frac{3.81}{100} \times$	4.14	0.158
3/4	41,74	$\frac{41.74}{100} \times$	4.14	1.728
3/8	30,24	$\frac{30.24}{100} \times$	4.14	1.251
No. 4	24,19	$\frac{24.22}{100} \times$	4.14	1.003
Total				4.14

Berdasarkan Tabel 4.2 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 0,158kg, saringan 3/4 sebesar 1,728 kg, saringan 3/8 sebesar 1,251kg dan saringan no 4 sebesar 1,003kg. Total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 4,14 kg.

Tabel 4.3: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat pasir	
No.4	7,66	$\frac{7,66}{100}$	x 2.24	0.17
No.8	9,53	$\frac{9,53}{100}$	x 2.24	0.21
No.16	14,75	$\frac{14,75}{100}$	x 2.24	0.33
No.30	18,76	$\frac{18,76}{100}$	x 2.24	0.42
No.50	20,64	$\frac{20,64}{100}$	x 2.24	0.46
No.100	19,82	$\frac{19,82}{100}$	x 2.24	0.44
Pan	8,65	$\frac{8,65}{100}$	x 2.24	0.19
Total				2.24

Berdasarkan Tabel 4.3 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan no 4 sebesar 0.17 kg, saringan no 8 sebesar 0.21kg, saringan no 16 sebesar 0.33kg, saringan no 30 sebesar 0.42kg, saringan no 50 sebesar 0.46kg, saringan no 100 sebesar 0.44kg, dan pan sebesar 0.19kg. Total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 2,24kg.

❖ Pengisi Semen

Beton normal dengan bahan pengisi semen abu ampas tebu 8%.

Untuk penggunaan bahan pengisi semen abu ampas tebu sebesar 8% dari berat semen.

- Abu ampas tebu yang dibutuhkan sebanyak 8% untuk 1 benda uji

$$\begin{aligned} &= \frac{8}{100} \times \text{Berat semen untuk 1 benda uji} \\ &= \frac{8}{100} \times 1.20 \text{ kg} \\ &= 0.096 \text{ kg} \end{aligned}$$

maka, berat abu ampas tebu yang dibutuhkan untuk 1 benda uji adalah  
= 0.096 kg

Tabel 4.4: Banyak abu ampas tebu dan semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji dan 24 benda uji.

Variasi Campuran	Berat AAT (kg)	Berat Semen	Berat Semen Untuk 1 Benda Uji (kg)	Berat Semen Untuk 12 Benda Uji (kg)
Normal	0	1,20	1,20	14,4
8% AAT	0,096	1,20	1,104	13,248

❖ Pengisi Pasir

Beton dengan bahan pengisi pasir tahi besi 7%.

Bahan pengisi pasir tahi besi 7% pada beton normal.

- Pada penambahan ini, penambahan tahi besi yang dilakukan adalah penambahan dari berat pasir yang telah di dapat pada perhitungan perencanaan mix design, nilai berat air yang telah di tentukan adalah sebesar 2.24 kg.

$$\begin{aligned} &= \text{Berat air yang ditentukan} - \frac{8}{100} \\ &= 2.24 - \frac{8}{100} \\ &= 0.157 \text{ kg} \end{aligned}$$

maka, setelah dilakukan penambahan tahi besi untuk beton normal sebesar 7% adalah

$$= 0.157 \text{ kg}$$

Tabel 4.5: Banyak tahi besi dan pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji dan 12 benda uji.

Variasi Campuran	Berat Tahi Besi (kg)	Berat Pasir	Berat Pasir Untuk 1 Benda Uji (kg)	Berat Pasir Untuk 12 Benda Uji (kg)
Normal	0	2,240	2,240	26,88
7% Tahi Besi	0,157	2,240	2,083	24,996

c. Beton dengan bahan pengisi abu ampas tebu 8% dan dengan bahan pengisi tahi besi 7%.

Untuk penggunaan bahan pengisi abu ampas tebu sebesar 8% dari berat semen dan juga bahan pengisi tahi besi dari berat pasir sebesar 7% adalah:

- Bahan pengisi abu ampas tebu sebesar 8% sebesar 0.096 kg.
- Bahan pengisi tahi besi sebesar 7% dari berat pasir yang telah di tentukan adalah 0.157 kg.

Berdasarkan data diatas menjelaskan jumlah penggunaan bahan tambah abu ampas tebu sebesar 8% adalah 0.096 kg dan untuk bahan pengisi tahi besi sebesar 7% dari nilai berat pasir normal yang telah di tentukan adalah sebesar 0.157 kg.

Untuk jumlah tiap ayakan secara keseluruhan pasir yang dibutuhkan untuk 24 benda uji.

- Semen yang dibutuhkan untuk 24 benda uji  
 $= \text{Banyak semen 1 benda uji} \times 24$   
 $= 1.20 \times 24$   
 $= 28.8 \text{ kg}$

- Pasir yang dibutuhkan untuk 24 benda uji  
 = Banyak pasir untuk 1 benda uji x 24  
 = 2.24 x 24  
 = 53.76 kg
- Batu pecah yang dibutuhkan untuk 24 benda uji  
 = Banyak batu pecah untuk 1 benda uji x 24  
 = 4.14 x 24  
 = 99.36 kg
- Air yang dibutuhkan untuk 24 benda uji  
 = Banyak air untuk 1 benda uji x 24  
 = 0.57 x 24  
 = 13.68 kg
- Bahan tambah abu ampas tebu untuk 12 benda uji  
 = Banyak abu ampas tebu untuk 1 benda uji x 12  
 = 0.096 x 12  
 = 1.152 kg

Perbandingan untuk 24 benda uji dalam satuan kg adalah:

Semen : Pasir : Batu pecah : Air  
 27.65 : 53.76 : 99.36 : 13.68

Berdasarkan analisa saringan untuk 24 benda uji, maka didapat berat untuk masing-masing saringan pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6

Tabel 4.6: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan tiap saringan dalam 24 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (Kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat batu pecah	
1,5	3,81	$\frac{3.81}{100}$	x 99.36	3.79
3/4	41,74	$\frac{41.74}{100}$	x 99.36	41.48

Tabel 4.6: *Lanjutan.*

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (Kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat batu pecah	
3/8	30,24	$\frac{30,24}{100}$	X 99.36	30.05
No. 4	24,19	$\frac{24,19}{100}$	X 99.36	24.04
Total				99.36

Berdasarkan Tabel 4.6 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 24 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 3.79kg, saringan 3/4 sebesar 41.48kg, saringan 3/8 sebesar 30.05kg dan saringan No 4 sebesar 24.04kg dan total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 24 benda uji sebesar 99.36kg.

Tabel 4.7: Banyak agregat halus yang dibutuhkan tiap saringan dalam 24 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat pasir	
No.4	7,66	$\frac{7,66}{100}$	x 53.76	4.12
No.8	9,53	$\frac{9,53}{100}$	x 53.76	5.14
No.16	14,75	$\frac{14,75}{100}$	x 53.76	7.93
No.30	18,76	$\frac{18,76}{100}$	x 53.76	10.11
No. 50	20,64	$\frac{20,64}{100}$	x 53.76	11.12
No.100	19,82	$\frac{19,82}{100}$	x 53.76	10.68
Pan	8,65	$\frac{8,65}{100}$	x 53.76	4.66
Total				53.76

Berdasarkan Tabel 4.7 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 24 benda uji ialah saringan no 4 sebesar 4.12kg, saringan no 8 sebesar 5.14kg, saringan no 16 sebesar 7.93kg, saringan no 30 sebesar 10.11kg, saringan no 50 sebesar 11.12kg, saringan no 100 sebesar 10.68kg dan pan sebesar 4.66kg dan total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 24 benda uji sebesar 53.76 kg.

#### 4.1.2. Metode Pengerjaan *Mix Design*

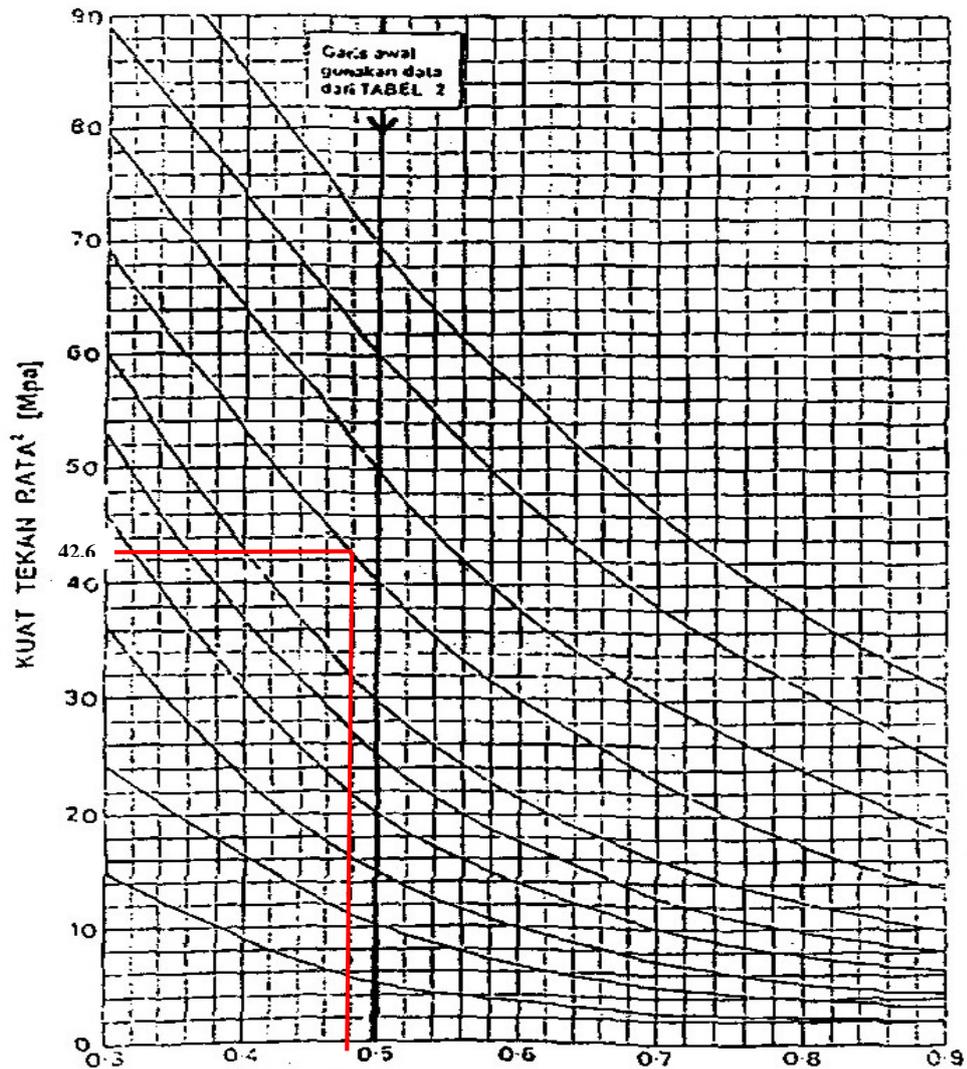
Pelaksanaan *Mix Design* dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Kuat tekan beton yang disyaratkan sudah ditetapkan 25 MPa untuk umur 14 dan 28 hari.
2. Menentukan nilai standar deviasi 12 MPa berdasarkan Tabel 2.8.
3. Nilai tambah (margin) 5,6 MPa berdasarkan Tabel 2.9.
4. Kuat tekan rata-rata perlu  $f'_{cr}$

Kuat tekan rata-rata perlu diperoleh dengan Pers. 2.1.

$$\begin{aligned} f'_{cr} &= f'_c + m \\ f'_{cr} &= 25 + 12 + 5,6 \\ &= 42,6 \text{ MPa} \end{aligned}$$

5. Jenis semen yang digunakan adalah semen type 1 Semen Padang PCC.
6. Jenis agregat diketahui :
  - agregat kasar = batu pecah
  - agregat halus alami = pasir
7. Nilai faktor air semen bebas diambil dari titik kekuatan tekan 42,6 MPa tarik garis datar menuju zona 28 hari, lalu tarik garis kebawah yang menunjukkan faktor air semen, seperti pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1: Hubungan faktor air semen dan kuat tekan kubus beton (SNI 03-2834-1993).

8. Faktor air semen maksimum dalam hal ini ditetapkan 0.48 berdasarkan (Tabel 2.10). Dalam faktor air semen yang diperoleh dari Gambar 4.1 tidak sama dengan yang ditetapkan, untuk perhitungan selanjutnya pakailah nilai faktor air semen yang lebih kecil.
9. Nilai slump ditetapkan setinggi 30-60 mm berdasarkan (Gambar 2.9).
10. Ukuran agregat maksimum ditetapkan 40 mm.
11. Jumlah kadar air bebas ditentukan berdasarkan (Tabel 2.9) yang dibuat untuk agregat gabungan alami atau berupa batu pecah seperti Tabel 4.6.

Tabel 4.8 : Jumlah kadar air bebas yang ditentukan.

Slump (mm)	30-60	
Ukuran besar butir agregat maksimum (mm)	batu tak dipecahkan	batu pecah
40	160	190

Setelah interpolasi memakai Pers. 4.21.

$$\frac{2}{3}W_h + \frac{1}{3}W_k \quad (4.21)$$

Dengan:

$W_h$  adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus.

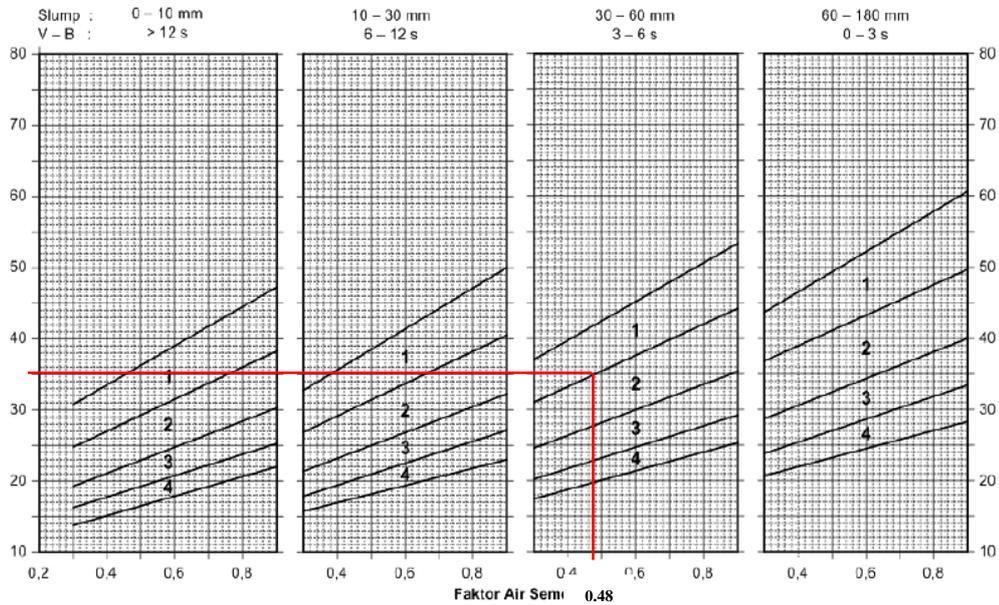
$W_k$  adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar.

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

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

12. Jumlah semen, yaitu:  $170 : 0.48 = 354.17 \text{ kg/m}^3$
13. Jumlah semen maksimum diambil sama dengan poin 12.
14. Jumlah semen minimum ditetapkan  $275 \text{ kg/m}^3$  berdasarkan (Tabel 2.10).  
Seandainya kadar semen yang diperoleh dari perhitungan 12 belum mencapai syarat minimum yang ditetapkan, maka harga minimum ini harus dipakai dan faktor air semen yang baru perlu disesuaikan.
15. Faktor air-semen yang disesuaikan: dalam hal ini dapat diabaikan oleh karena syarat minimum kadar semen sudah dipenuhi.
16. Susunan besar butir agregat halus ditetapkan pada gradasi pasir pada Gambar 2.2.
17. Susunan besar butir agregat kasar ditetapkan pada gradasi pasir pada Gambar 2.3.
18. Persen bahan yang lebih halus dari 4,8 mm ini dicari dalam Gambar 2.7 untuk kelompok ukuran butir agregat maksimum 40 mm pada nilai slump 30-60 mm dan nilai faktor air-semen 0,48. Bagi agregat halus (pasir) yang

termasuk daerah susunan butir No.2 diperoleh harga nilai 35%. Seperti yang dijelaskan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm (SNI 03-2834-1993).

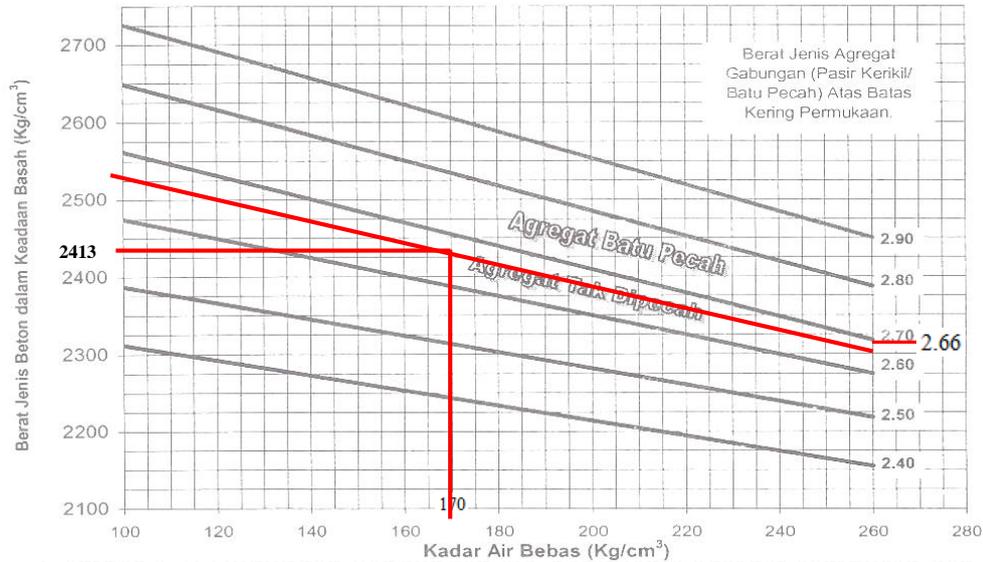
19. Berat jenis relatif agregat ini adalah berat jenis agregat gabungan, artinya gabungan agregat halus dan agregat kasar. Oleh karena agregat halus dalam ini merupakan gabungan pula dari dua macam agregat halus lainnya, maka berat jenis sebelum menghitung berat jenis agregat gabungan antara pasir dan kerikil. Dengan demikian perhitungan berat jenis relatif menjadi sebagai berikut:

Dengan demikian perhitungan berat jenis relatif menjadi sebagai berikut :

- BJ agregat halus = 2,52
- BJ agregat kasar = 2,7
- BJ agregat gabungan halus dan kasar =  $(35\% \times 2,52) + (65\% \times 2,7)$   
= 2,66 %

20. Berat isi beton diperoleh dengan cara menarik garis yang sesuai dengan nilai berat jenis agregat gabungan, yaitu 2,66. Titik potong garis yang tegak lurus menunjukkan kadar air bebas, dalam hal ini  $170\text{kg/m}^3$  ditarik sampai dengan

nilai berat jenis beton yang didapat. Kemudian menarik lagi garis horizontal sehingga nilai berat isi beton didapat. Dalam hal ini diperoleh angka  $2413\text{kg/m}^3$ , yang dijelaskan seperti Gambar 4.3.



Gambar 4.5: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton (SNI 03-2834-1993).

21. Kadar agregat gabungan = (berat isi beton) – (jumlah kadar semen + kadar air)

$$= 2413 - (354.17 + 170) = 1888.83 \text{ kg/m}^3$$

22. Kadar agregat halus = (Persen agregat halus) x (Kadar agregat gabungan)

$$= 35\% \times 1888.83 = 661.09 \text{ kg/m}^3$$

23. Kadar agregat kasar = Kadar agregat gabungan - Kadar agregat halus

$$= 1888.83 - 661.09 = 1227.74 \text{ kg/m}^3$$

24. Proporsi campurandari langkah (1) hingga (23) kita dapatkan susunan campuran beton teoritis.

untuk tiap  $\text{m}^3$  sebagai berikut:

- Semen = 354.17 kg
- Air = 170 kg/lt
- Agregat halus = 661.09 kg
- Agregat kasar = 1227.74 kg

25. Koreksi proporsi campuran untuk mendapatkan susunan campuran yang sebenarnya yaitu yang akan kita pakai sebagai campuran uji, angka-angka teoritis tersebut perlu dibenarkan dengan memperhitungkan jumlah air bebas yang terdapat dalam atau yang masih dibutuhkan oleh masing-masing agregat yang akan dipakai. Dengan menggunakan persamaan berikut:

- Air  $= B - (C_k - C_a) \times C / 100 - (D_k - D_a) \times D / 100$
- Agregat halus  $= C + (C_k - C_a) \times C / 100$
- Agregat kasar  $= D + (D_k - D_a) \times D / 100$

Dengan :

B = jumlah air ( $\text{kg/m}^3$ )

C = jumlah agregat halus ( $\text{kg/m}^3$ )

D = jumlah agregat kasar ( $\text{kg/m}^3$ )

$C_a$  = absorpsi air pada agregat halus (%)

$C_k$  = kadar air agregat halus (%)

$D_a$  = absorpsi air pada agregat kasar (%)

$D_k$  = kadar air agregat kasar (%)

maka, diperoleh nilai koreksi :

- Air  $= B - (C_k - C_a) \times C / 100 - (D_k - D_a) \times D / 100$   
 $= 170 - (2.2 - 1.73) \times 661.09 / 100 - (0.62 - 0.75) \times 1227.74 / 100$   
 $= 168.77 \text{ kg/m}^3$
- Agregat halus  $= C + (C_k - C_a) \times C / 100$   
 $= 661.09 + (2.2 - 1.73) \times 661.09 / 100$   
 $= 664.53 \text{ kg/m}^3$
- Agregat kasar  $= D + (D_k - D_a) \times D / 100$   
 $= 1227.74 + (0.62 - 0.75) \times 1227.74 / 100$   
 $= 1225.53 \text{ kg/m}^3$

#### 4.2. Pembuatan Benda Uji

Dalam penelitian ini menggunakan kubus sebagai benda uji dengan ukuran tinggi 15 cm dan lebar 15 cm, jumlah benda uji yang di buat adalah sebanyak 32 benda uji.

Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam pembuatan benda uji :

### 1. Pengadukan beton

Beton diaduk dengan menggunakan menggunakan mesin pengaduk (mixer). Mula – mula sebagian air (kira-kira 75 % dari jumlah air yang ditetapkan) dimasukkan kedalam bejana pengaduk, lalu agregat halus, agregat kasar, dan semen. Setelah diaduk rata, kemudian sisa air yang belum dimasukkan kedalam bejana dimasukkan ke bejana. Pengadukan dilanjutkan sampai warna adukan tampak rata, dan tampak campuran juga homogen. Setelah beton tercampur merata kemudian adukan beton tersebut dituang ke dalam pan.

### 2. Pencetakan

Sebelum beton di masukkan kedalam cetakan terlebih dahulu dilakukan pengukuran kelecakan (slump test). Setelah itu kemudian adukan beton dimasukkan kedalam cetakan yang telah di sediakan, masukkan adukan beton kedalam cetakan dengan menggunakan sendok aduk, sekop. Setiap pengambilan dari pan harus dapat mewakili dari adukan tersebut, isi 1/3 cetakan dengan adukan lalu di lakukan pemadatan dengan cara di rojok/tusuk dengan batang besi yang berdiameter 16 mm, dengan jumlah tusukan 25 kali, hal ini terus dilakukan untuk 2/3 dan 3/3 atau sampai cetakan penuh kemudian pukul – pukul bagian luar cetakan dengan menggunakan palu karet sebanyak 10 sampai 15 kali agar udara yang terperangkap didalam adukan dapat keluar, setelah itu ratakan permukaan cetakan dan di tutup dengan kaca untuk menjaga penguapan air dari beton segar. Lepaskan cetakan setelah 20 jam dan jangan lebih dari 48 jam setelah pencetakan.

### 3. Pemeliharaan beton

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

### 4.3. Slump Test

Pengambilan nilai *slump* dilakukan mengacu kepada (SNI ISO/IEC 17025:2008) untuk masing–masing campuran baik pada beton normal maupun beton yang menggunakan bahan penambah (*Additive*). Pengujian *slump* dilakukan dengan kerucut abrams dengan cara mengisi kerucut abrams dengan beton segar (setiap pengambilan bahan harus dapat mewakili adukan tersebut) sebanyak 3 lapis, tiap lapis kira–kira 1/3 dari isi kerucut pada tiap lapisan dilakukan penusukan sebanyak 25 kali, tongkat penusuk harus masuk sampai bagian bawah tiap–tiap lapisan setelah pengisian selesai ratakan permukaan kerucut lalu angkat cetakan dengan jarak 300 mm dalam waktu  $5 \pm 2$  detik tanpa gerakan lateral atau torsional. Selesaikan seluruh pekerjaan pengujian dari awal pengisian hingga pelepasan cetakan tanpa gangguan dalam waktu tidak lebih 2 1/2 menit, ukur tinggi adukan selisih tinggi kerucut adukan adalah nilai dari *slump*, dapat di lihat pada Tabel 4.7:

Tabel 4.9 : Hasil pengujian nilai *slump*.

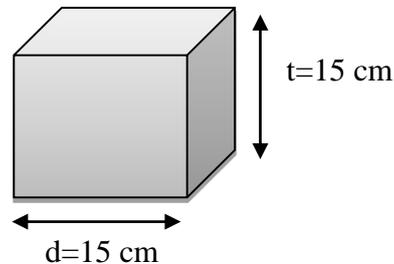
	Beton Normal		Beton Normal dengan abu ampas tebu 8%		Beton Normal dengan tahi besi 7%		Beton dengan abu ampas tebu 8% dan tahi besi 7%	
	14	28	14	28	14	28	14	28
<i>Slump</i> (cm)	3,8	3,7	3.6	3.8	3.5	3.4	3.8	4

Pada tabel ini dijelaskan nilai *slump* pada masing masing pencetakan beton. Seperti yang kita ketahui, perencanaan *slump* pada *Job Mix Design* adalah 30-60 mm. Penelitian ini melakukan dua kali pencetakan benda uji, sehingga nilai *slump*nya berbeda. Hal ini dikarenakan molen yang tersedia di laboratorium tidak sanggup menahan beban total dari semua agregat, semen dan air.

### 4.4. Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 14 dan 28 hari dengan menggunakan mesin tekan dengan kapasitas 1500 KN, benda uji yang akan

dites adalah berupa kubus dengan lebar 15 cm dan tinggi 15 cm seperti pada Gambar 4.4 dan jumlah benda uji 24 buah, dengan pengelompokan benda uji sesuai dengan variasi campurannya.



Gambar 4.4: Beban tekan pada benda uji kubus.

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

Pengujian terhadap kuat tekan beton dilakukan untuk mendapatkan gambaran mutu beton tersebut. Semakin tinggi kekuatan struktur yang dikehendaki semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Jadi pengujian kuat tekan ini merupakan pembuktian dari hasil perbandingan *Mix Design* yang dibuat berdasarkan mutu rencana.

Kuat tekan beton merupakan sifat terpenting dalam kualitas beton dibanding dengan sifat lainnya. Kekuatan tekan beton di tentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar dan halus dan air.

#### 4.4.1 Kuat Tekan Beton Normal

Pengujian beton normal dilakukan pada saat beton berumur 14 dan 28 hari seperti yang telah dijelaskan diatas. Hasil dari penyelidikan kuat tekan beton normal dapat dilihat pada Tabel 4.10 dan Tabel 4.11.

Tabel 4.10: Hasil pengujian kuat tekan beton normal 14 hari.

Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A = 225 \text{ cm}^2$ $f'_c = (P/A) \text{ (MPa)}$	Estimasi 14 hari $f'_c/0,88 \text{ (MPa)}$	$f'_c$ rata-rata (MPa)
Umur 14 hari				
1	54000	240.00	27.27	26.17
2	41500	184.44	20.95	
3	60000	266.67	30.30	

Tabel 4.11: Hasil pengujian kuat tekan beton normal 28 hari.

Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A = 225 \text{ cm}^2$ $f'_c = (P/A) \text{ (MPa)}$	Estimasi 28 hari $f'_c/1,00 \text{ (MPa)}$	$f'_c$ rata-rata (MPa)
Umur 28 hari				
1	61500	273.33	27.33	28.22
2	67000	297.78	29.78	
3	62000	275.56	27.56	

Berdasarkan hasil kuat tekan beton normal, didapat nilai kuat tekan untuk umur beton 14 hari rata-rata Estimasi 14 hari sebesar 26.17 MPa, sedangkan nilai kuat tekan beton umur 28 hari didapat rata-rata sebesar 28.22 MPa. Penelitian beton normal ini memenuhi persyaratan karena nilai kuat tekan umur beton 28 hari yang dihasilkan melebihi dari nilai kuat tekan rencana sebesar 25 MPa.

#### 4.4.2 Kuat Tekan Beton Dengan Bahan AAT 8% Sebagai Pengisi Semen

Pengujian beton dengan bahan pengisi abu ampas tebu 8% dilakukan pada saat beton berumur 14 dan 28 hari seperti yang telah dijelaskan diatas. Hasil dari penyelidikan kuat tekan beton dengan bahan pengisi abu ampas tebu 8% ini dapat dilihat pada Tabel 4.12 dan Tabel 4.13. Tabel ini menjelaskan tentang nilai kuat

tekan pada beton dengan bahan pengisi abu ampas tebu 8% pada saat umur beton 14 hari rata-rata adalah 23.23 Mpa, Sedangkan pada pengujian kuat tekan umur beton 28 hari rata-rata didapat sebesar 23.26 MPa. Dari hasil tersebut kita dapat mengambil kesimpulan bahwa bahan pengisi abu ampas tebu 8% dapat menurunkan kuat tekan beton, karena kuat tekan rencana adalah sebesar 25 MPa.

Tabel 4.12 : Hasil pengujian kuat tekan beton dengan bahan abu ampas tebu 8% sebagai pengisi semen 14 hari.

Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	A= 225 cm <sup>2</sup> $f'_c = (P/A)$ (MPa)	Estimasi 14 hari $f'_c/0,88$ (MPa)	$f'_c$ rata-rata (MPa)
Umur 14 hari				
1	51000	226.67	25.76	23.23
2	45000	200.00	22.72	
3	42000	186.67	21.21	

Tabel 4.13: Hasil pengujian kuat tekan beton dengan bahan abu ampas tebu 8% sebagai pengisi semen 28 hari.

Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	A= 225 cm <sup>2</sup> $f'_c = (P/A)$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c/1,00$ (MPa)	$f'_c$ rata-rata (MPa)
Umur 28 hari				
1	59000	262.22	26.22	23.26
2	43000	191.11	19.11	
3	55000	244.44	24.44	

#### 4.4.3 Kuat Tekan Beton dengan Bahan Tahi Besi 7% Sebagai Pengisi Pasir

Pengujian beton dengan bahan pengisi tahi besi 7% dilakukan pada saat beton berumur 14 dan 28 hari seperti yang telah dijelaskan diatas. Hasil dari penyelidikan kuat tekan beton dengan bahan pengisi tahi besi 7% dapat dilihat pada Tabel 4.14 dan Tabel 4.15. Tabel ini menjelaskan tentang nilai kuat tekan pada beton dengan bahan pengisi tahi besi 7% pada saat umur beton 14 hari rata-rata adalah 26.09 Mpa,

Sedangkan pada pengujian kuat tekan umur beton 28 hari rata-rata didapat sebesar 26.89 MPa. Dari hasil tersebut kita dapat mengambil kesimpulan bahwa penggunaan bahan pengisi tahi besi 7% dapat menaikkan kuat tekan beton, karena kuat tekan rencana adalah sebesar 25 MPa.

Tabel 4.14 :Hasil pengujian kuat tekan beton dengan tahi besi 7% sebagai pengisi pasir 14 hari.

Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	A= 225 cm <sup>2</sup> $f'_c = (P/A)$ (MPa)	Estimasi 14 hari $f'_c/0,88$ (MPa)	$f'_c$ rata-rata (MPa)
Umur 14 hari				
1	57500	255.56	29.04	26.09
2	46500	206.67	23.49	
3	51000	226.67	25.75	

Tabel 4.15 :Hasil pengujian kuat tekan beton dengan tahi besi 7% sebagai pengisi pasir 28 hari.

Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	A= 225 cm <sup>2</sup> $f'_c = (P/A)$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c/1,00$ (MPa)	$f'_c$ rata-rata (MPa)
Umur 28 hari				
1	49500	220.00	22.00	26.89
2	57000	253.33	25.33	
3	75000	333.33	33.33	

#### 4.4.4 Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Pengisi AAT 8% dan dengan Bahan Pengisi Tahi Besi 7%

Pengujian beton dengan bahan pengisi abu ampas tebu 8% dan dengan bahan pengisi tahi besi 7% dilakukan pada saat beton berumur 14 dan 28 hari seperti yang telah dijelaskan. Hasil dari penyelidikan kuat tekan beton inidapat dilihat pada Tabel 4.16 dan Tabel 4.17. Tabel ini menjelaskan tentang nilai kuat tekan pada

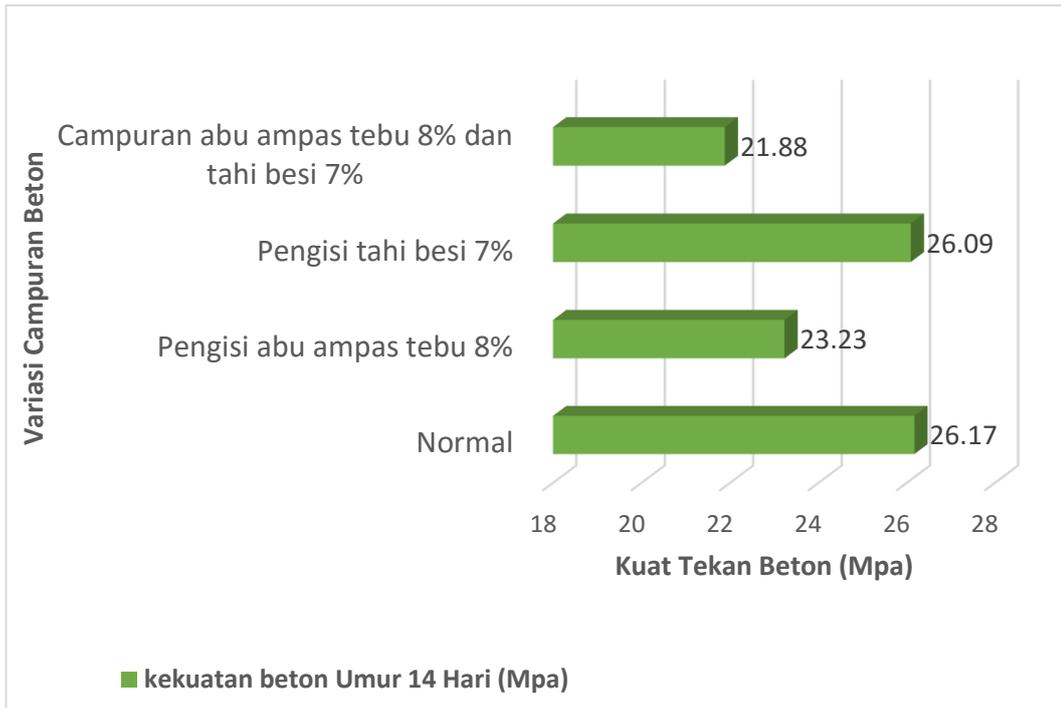
beton dengan bahan pengisi abu ampas tebu 8% dan dengan bahan pengisi tahi besi 7% pada saat umur beton 7 hari rata-rata adalah 32.56Mpa, Sedangkan pada pengujian kuat tekan umur beton 28 hari rata-rata didapat sebesar 33.67MPa. Dari hasil tersebut kita dapat mengambil kesimpulan bahwa penggunaan bahan pengisi abu ampas tebu 8% dan bahan pengisi tahi besi 7% dapat menurunkan kuat tekan beton, karena kuat tekan rencana adalah sebesar 25 MPa.

Tabel 4.16 :Hasil pengujian kuat tekan beton dengan bahan pengisi abu ampas tebu 8% dan bahan tahi besi 7% umur 14 hari.

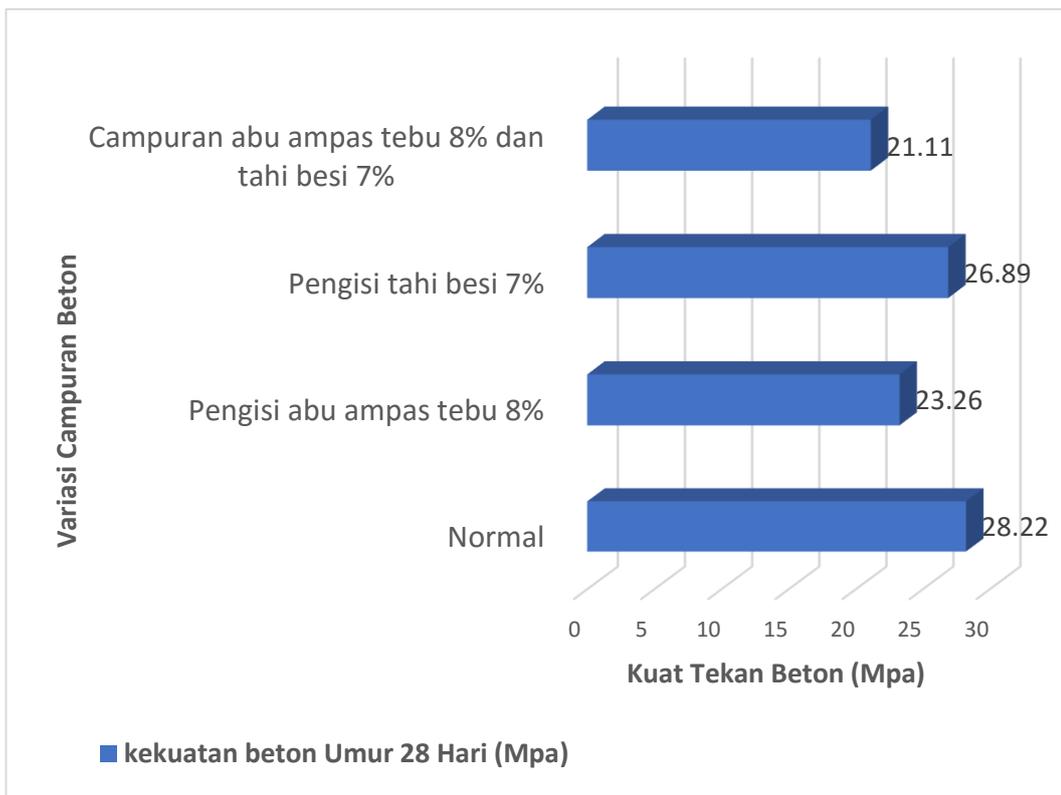
Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A = 225 \text{ cm}^2$ $f'_c = (P/A) \text{ (MPa)}$	Estimasi 14 hari $f'_c/0,88 \text{ (MPa)}$	$f'_c$ rata-rata (MPa)
Umur 14 hari				
1	42000	186.67	21.21	21.88
2	40000	177.78	20.20	
3	48000	213.33	24.24	

Tabel 4.17 :Hasil pengujian kuat tekan beton dengan bahan pengisi abu ampas tebu 8% dan bahan tahi besi 7% umur 28 hari.

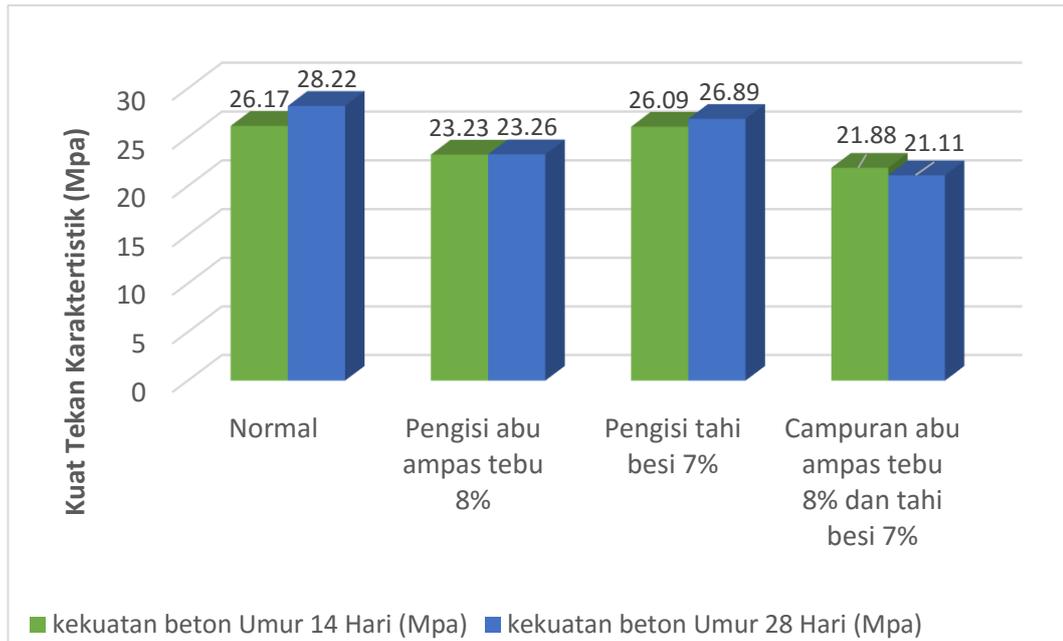
Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A = 225 \text{ cm}^2$ $f'_c = (P/A) \text{ (MPa)}$	Estimasi 28 hari $f'_c/1,00 \text{ (MPa)}$	$f'_c$ rata-rata (MPa)
Umur 28 hari				
1	51500	228.89	22.89	21.11
2	37000	164.44	16.44	
3	54000	240.00	24.00	



Gambar 4.5 : Grafik kuat tekan beton pada umur 14 hari.



Gambar 4.6 : Grafik kuat tekan beton pada umur 28 hari.



Gambar 4.7 : grafik kuat tekan beton pada umur 14 hari dan 28 hari.

Dari Gambar 4.5 dan Gambar 4.6 dapat dilihat pada Gambar 4.7 bahwa persentase penurunan kuat tekan beton pada beton dengan bahan pengisi abu ampas tebu 8% dengan atau tanpa bahan pengisi tahi besi 7% terjadi penurunan pada umur 14 hari dan 28 hari.

#### 4.5. Pembahasan

Apabila kita membandingkan antara nilai kuat tekan akhir beton normal dengan beton yang menggunakan bahan pengisi abu ampas tebu dan dengan atau tanpa bahan pengisi tahi besi, maka dapat kita lihat adanya penurunan nilai kuat tekan pada beton yang menggunakan bahan tambah. Persentase penurunannya dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini:

- Beton dengan bahan pengisi abu ampas tebu 8%

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai penurunan (umur 14 hari)} &= \frac{23.23 - 26.17}{26.17} \times 100\% \\ &= 11.23\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai penurunan (umur 28 hari)} &= \frac{23.26 - 28.22}{28.22} \times 100\% \\ &= 17.58\% \end{aligned}$$

- Beton dengan bahan pengisi tahi besi 7%

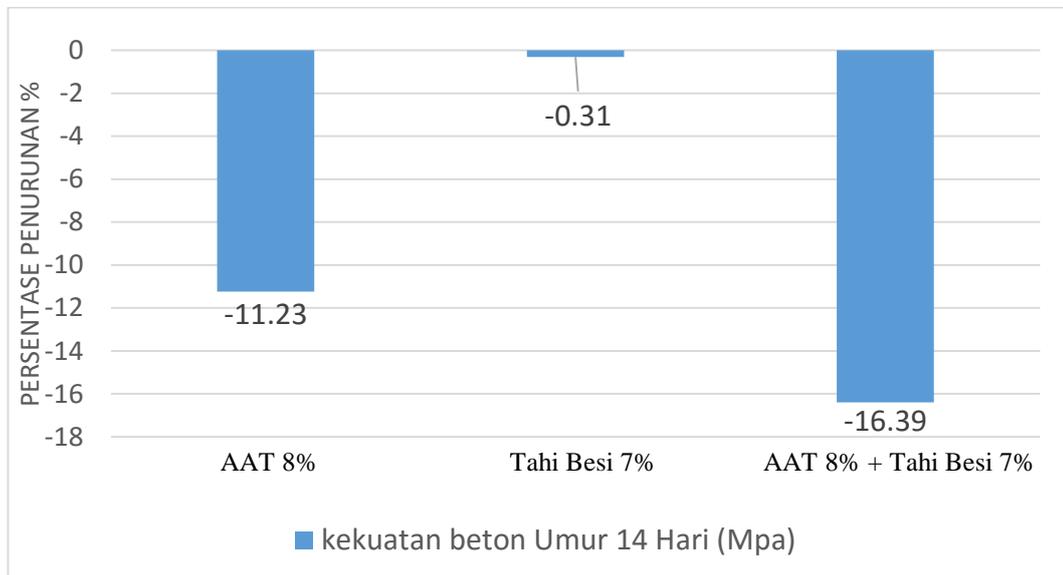
$$\begin{aligned} \text{Besar nilai peningkatan (umur 14 hari)} &= \frac{26.09 - 26.17}{26.17} \times 100\% \\ &= 0.31\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai penurunan (umur 28 hari)} &= \frac{26.89 - 28.22}{28.22} \times 100\% \\ &= 4.71\% \end{aligned}$$

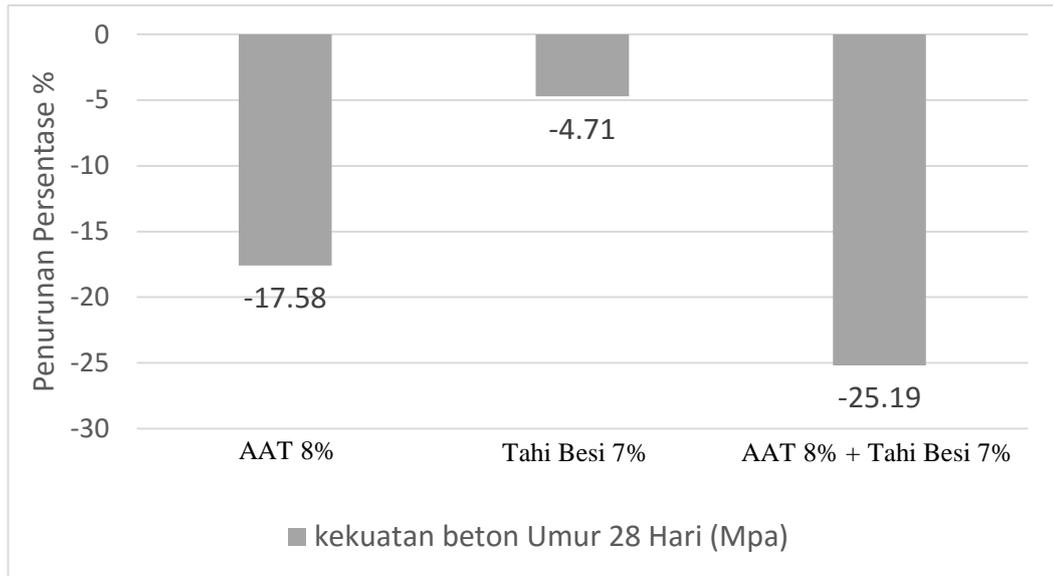
- Beton dengan bahan pengisi abu ampas tebu 8% dan dengan bahan pengisi tahi besi 7%

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai penurunan (umur 14 hari)} &= \frac{21.88 - 26.17}{26.17} \times 100\% \\ &= 16.39\% \end{aligned}$$

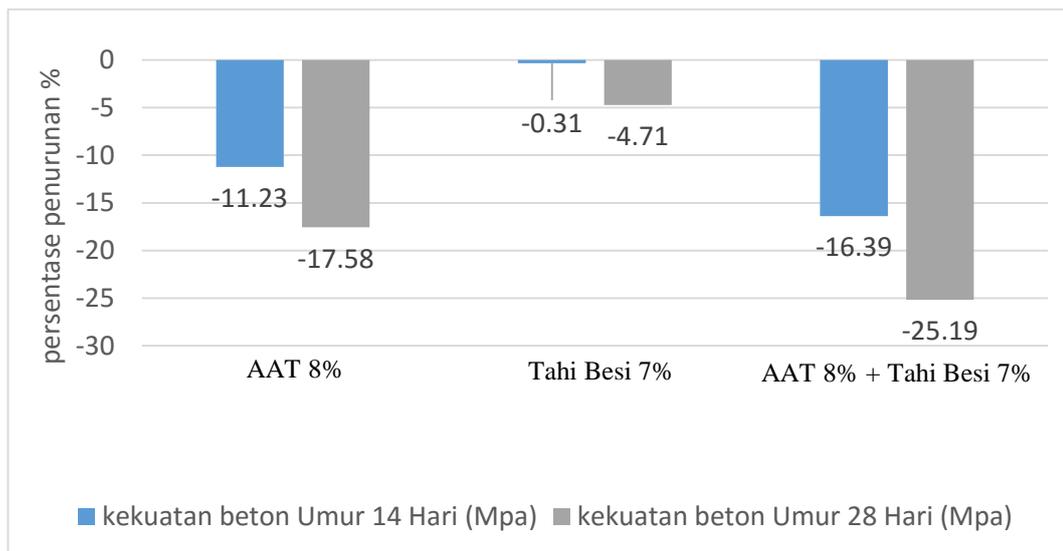
$$\begin{aligned} \text{Besar nilai penurunan (umur 28 hari)} &= \frac{21.11 - 28.22}{28.22} \times 100\% \\ &= 25.19\% \end{aligned}$$



Gambar 4.8: Grafik besar persentase penurunan kuat tekan beton 14 hari.



Gambar 4.9: Grafik besar persentase penurunan kuat tekan beton 28 hari.



Gambar 4.10: Perbandingan grafik besar persentase penurunan kuat tekan beton 14 hari dan 28 hari.

Dari hasil diatasdapat dilihat bahwa persentase peningkatan kuat tekan beton dengan bahan pengisi abu ampas tebu 8% dengan atau tanpa bahan pengisi tahsi besi 7% terjadi perbedaan penurunan kuat tekan yang cukup signifikan pada umur 14 hari dan 28 hari. namun penurunan yang paling tinggi terjadi pada variasi beton dengan bahan pengisi abu ampas tebu 8% dengan bahan pengisi tahsi besi 7% sebesar 16.39% pada umur 14 hari dan 25.19 % pada umur 28 hari.

Hasil penelitian ini memiliki beberapa faktor yang dapat mengakibatkan cacat atau kurang tepatnya nilai target kuat tekan yang direncanakan. Adapun faktor-faktor yang dapat yang mengakibatkan hal ini terjadi antara lain adalah:

1. Adanya kesalahan pemilihan permukaan yang akan ditekan. Ketidakrataan permukaan, menyebabkan rendahnya kuat tekan yang dicapai.



Gambar 4.11: Ketidakrataan permukaan yang di tekan.

2. Adanya korosi antar butir, menyebabkan rendahnya kuat tekan.
3. Adanya segregasi (pemisahan butir) dan timbulnya gelembung air, menyebabkan kuat tekan beton berkurang.
4. Adanya kesalahan pada saat melakukan pencampuran beton/pembuatan benda uji.
5. Kemungkinan adanya kekeliruan / kurangnya ketelitian dalam pengerjaan.
6. Keterbatasan alat saat pemadatan sehingga hasil kuat tekan tidak maksimal.

## **BAB 5 KESIMPULAN**

### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil pengujian dan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan dari data-data kuat tekan beton pada umur 14 hari dan 28 hari antara lain:

1. Berdasarkan dari data kuat tekan yang dihasilkan bahwa variasi penambahan abu ampas tebu dan tahi besi mempengaruhi kuat tekan beton umur 14 hari, yaitu:
  - a. Campuran beton dengan penambahan abu ampas tebu 8% didapat kuat tekan sebesar 23,23 MPa dan mengalami penurunan sebesar 11,23%.
  - b. Campuran beton dengan penambahan tahi besi 7% didapat kuat tekan sebesar 26,09 MPa dan mengalami penurunan sebesar 0,31%.
  - c. Campuran beton dengan penambahan abu ampas tebu 8% dan penambahan tahi besi 7% didapat kuat tekan sebesar 21,88 MPa dan mengalami penurunan sebesar 16,39%.

Berdasarkan dari data kuat tekan yang dihasilkan bahwa variasi penambahan abu ampas tebu dan tahi besi mempengaruhi kuat tekan beton umur 28 hari, yaitu:

- a. Campuran beton dengan penambahan abu ampas tebu 8% didapat kuat tekan sebesar 23,26 MPa dan mengalami penurunan sebesar 17,58%.
  - b. Campuran beton dengan penambahan tahi besi 7% didapat kuat tekan sebesar 26,89 MPa dan mengalami penurunan sebesar 4,71%.
  - c. Campuran beton dengan penambahan abu ampas tebu 8% dan penambahan tahi besi 7% didapat kuat tekan sebesar 21,11 MPa dan mengalami penurunan sebesar 25,19%.
2. Berdasarkan data pengujian kuat tekan beton yang diperoleh dari tugas akhir ini, maka data kuat tekan beton yang dihasilkan bahwa semakin besar persentase penambahan abu ampas tebu sebagai bahan pengisi semen maka semakin rendah kuat tekan beton yang di dapat. Hal ini dikarenakan zat karbon yang terkandung didalam abu ampas tebu semakin banyak

dikarenakan melalui proses pembakaran. Dan data kuat tekan beton yang dihasilkan dari penambahan tahi besi sebagai bahan pengisi pasir dapat menurunkan kuat tekan pada beton. Hal ini di akibatkan karena terjadi korosi pada tahi besi.

## **5.2 Saran**

1. Dari hasil penelitian yang didapat untuk abu ampas tebu disarankan tidak lebih dari 5% dikarenakan adanya zat kimia karbon yang membuat kuat tekan semakin rendah.
2. Penggunaan tahi besi pada campuran beton tidak disarankan karena dapat menurunkan kuat tekan beton di akibatkan karena terjadi korosi.
3. Dan perlu dilakukan pengujian-pengujian lanjutan untuk uji tarik dan lentur akibat pengaruh ada penambahan tahi besi dalam campuran beton.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alit, I. M., & Salain, K. (2009). Pengaruh jenis semen dan jenis agregat kasar terhadap kuat tekan beton. *Teknologi Dan Kejuruan*, 32(1), 63–70. <https://doi.org/10.17977/tk.v32i1.3079>
- ASTM. (2013). ASTM C117-13 Standard Test Method for Materials Finer than 75- $\mu\text{m}$  (No. 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing. *ASTM International*. <https://doi.org/10.1520/C0117-13.2>
- ASTM C-136. (2002). *Standart test method for Sieve analysis of fine and coarse aggregate*. USA: Annual Books of ASTM Standards.
- ASTM C 128-01. (2001). Standard test method for density, relative density (specific gravity), and absorption of fine aggregate. *ASTM International, West Conshohocken, PA, USA*. <https://doi.org/10.1520/C0127-12.1>
- ASTM C127 – 15. (2015). Standard Test Method for Relative Density (Specific Gravity) and Absorption of Coarse Aggregate. *ASTM International*. <https://doi.org/10.1520/C0127-15.2>
- ASTM C131 - 12. (2012). Standard Test Method for Resistance to Degradation of Large -Size Coarse Aggregate by Abrasion and Impact in the Los Angeles Machine. *ASTM International*. <https://doi.org/10.1520/C0131>
- ASTM C566-97 (Reapproved 2004). (2004). Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying. *ASTM International*. <https://doi.org/10.1520/C0566-97R04.2>
- ASTM International. C29/C29M–97. Standard Test Method for Bulk Density (“Unit Weight”) and Voids in Aggregate, Annual Book of ASTM Standards § (1997). [https://doi.org/10.1520/C0029\\_C0029M-97](https://doi.org/10.1520/C0029_C0029M-97)
- ASTM International. (2014). Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates. *American Society for Testing Material*. <https://doi.org/10.1520/C0136-06>
- ASTM Standard C33. (2003). ASTM C33: Standard Specification for Concrete Aggregates. *ASTM International*. <https://doi.org/10.1520/C0033>
- C128, A. C. (1998). Standard Test Method for Specific Gravity and Absorption of Fine Aggregate, ASTM C128. *Annual Book of ASTM Standards*.
- Dron, R., & Brivot, F. (1993). Thermodynamic and kinetic approach to the alkali-silica reaction. Part 2: Experiment. *Cement and Concrete Research*. [https://doi.org/10.1016/0008-8846\(93\)90139-Z](https://doi.org/10.1016/0008-8846(93)90139-Z)
- Hatmoko, J. T., & Suryadharma, H. (2015). Prediction of liquefaction potential study at Bantul Regency the province of special region of Yogyakarta Indonesia. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.11.068>
- Javellana, M. P., & Jawed, I. (1982). Extraction of free lime in portland cement and clinker by ethylene glycol. *Cement and Concrete Research*. [https://doi.org/10.1016/0008-8846\(82\)90088-6](https://doi.org/10.1016/0008-8846(82)90088-6)

- Mulyono, A. T., & Riyanto, B. (2005). Telaah Teknis terhadap Kinerja Mutu Perkerasan Jalan Nasional dan Propinsi. *MEDIA KOMUNIKASI TEKNIK SIPIL*. <https://doi.org/10.14710/MKTS.V13I1.3902>
- Pegiyani, A. F., Rompas, S., & Dengo, S. (2015). Efektivitas Pelayanan Mahasiswa Pada Bagian Akademik Kantor Pusat Unsrat. *JURNAL ADMINISTRASI PUBLIK*.
- Pusjatan-Balitbang PU. (1993). Ruang Lingkup Pengertian Persyaratan-persyaratan. 03-2834.
- Ravina, D., & Mehta, P. K. (1986). Properties of fresh concrete containing large amounts of fly ash. *Cement and Concrete Research*. [https://doi.org/10.1016/0008-8846\(86\)90139-0](https://doi.org/10.1016/0008-8846(86)90139-0)
- Saputro, I. N., Rahmawati, A., & Satupi, W. I. (2017). PENGARUH TERAK SEBAGAI PENGGANTI AGREGAT KASAR TERHADAP KUAT TEKAN DAN BERAT JENIS PADA BETON NORMAL. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Dan Kejuruan*. <https://doi.org/10.20961/jiptek.v7i1.14280>
- SNI 03-1968-1990. (1990). *Metode pengujian Tentang analisis saringan Agregat halus dan kasar. Standar Nasional Indonesia*.
- SNI 03-2834-2000. (2000). *Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. Badan Standardisasi Nasional*.
- SNI 03-2847-2002. (2002). *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (Beta Version). Standar Nasional Indonesia*.
- SNI 03-6815-2002. (2002). *Tata cara mengevaluasi hasil uji kekuatan beton. Standar Nasional Indonesia*.
- SNI ISO/IEC 17025:2008. (2008). *Persyaratan umum kompetensi laboratorium pengujian dan laboratorium kalibrasi. BSN*.
- Styrofoam, L., Dari, D., Dan, T., & Serap, D. (2014). *Jurusan teknik sipil fakultas teknik universitas negeri semarang 2014*.
- Wibowo, N., Setyadi, L., Wibowo, D., Setiawan, J., & Ismadji, S. (2007). Adsorption of benzene and toluene from aqueous solutions onto activated carbon and its acid and heat treated forms: Influence of surface chemistry on adsorption. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.12.011>

# **LAMPIRAN**

Tabel L1: Satu set saringan agregat kasar.

Nomor Saringan	Ukuran Lubang		Keterangan
	mm	inchi	
-	76,20	3	Satu set saringan untuk agregat ukuran # 2 (diameter agregat antara ukuran 100 mm – 19 mm) Berat minimum contoh: 35 kg
-	63,50	2,5	
-	50,80	2	
-	37,50	1,5	
-	25,00	1	
-	50,80	2	Satu set saringan untuk agregat ukuran # 467 (diameter agregat antara ukuran 50 mm – 4,76 mm) Berat minimum contoh: 20 kg
-	37,50	1,5	
-	25,00	1	
-	19,10	$\frac{3}{4}$	
-	12,50	$\frac{1}{2}$	
-	9,50	$\frac{3}{8}$	
-	4,76	-	
-	25,00	1	Satu set saringan untuk agregat ukuran # 67 (diameter agregat antara ukuran 25 mm – 2,38 mm) Berat minimum contoh: 10 kg
-	19,10	$\frac{3}{4}$	
-	12,50	$\frac{1}{2}$	
-	9,50	$\frac{3}{8}$	
No. 4	4,76	-	
No. 8	2,38	-	
-	12,50	$\frac{1}{2}$	Satu set saringan untuk agregat ukuran # 8 (diameter agregat antara ukuran 100 mm – 19 mm) Berat minimum contoh: 2,5 kg
-	9,50	$\frac{3}{8}$	
No.4	4,76	-	
No.8	2,38	-	
No.16	1,19	-	

Tabel L2: Satu set saringan agregat halus.

Nomor saringan	Ukuran		Keterangan
	mm	inchi	
-	9,50	3/8	Satu set saringan untuk agregat halus (pasir) Berat minimum:500 gram
No.4	4,76	-	
No.8	2,38	-	
No.16	1,19	-	
No.30	0,59	-	
No.50	0,297	-	
No.100	0,149	-	
No.200	0,075	-	

Tabel L3: Perbandingan kekuatan beton berbagai umur (hari).

Umur Beton	Faktor	Umur Beton	Faktor
3	0,400	23	0,964
4	0,463	24	0,971
5	0,525	25	0,979
6	0,588	26	0,986
7	0,650	27	0,993
8	0,683	28	1,000
9	0,718	35	1,023
10	0,749	36	1,026
11	0,781	45	1,055
12	0,814	46	1,058
13	0,847	50	1,071
14	0,880	51	1,074
15	0,890	55	1,087
16	0,900	56	1,090
17	0,910	65	1,119
18	0,920	66	1,123
19	0,930	90	1.200
20	0,940	350	1,342
21	0,950	360	1,347
22	0,957	365	1,350

Tabel L4: Perbandingan kekuatan beton pada beberapa beberapa benda uji.

Benda Uji	Perbandingan Kekuatan Tekan Beton
Kubus 15 x 15 x 15 cm	1,00
Kubus 20 x 20 x 20 cm	0,95
Silinder Ø 15 x 30 cm	0,83

**DOKUMENTASI PADA SAAT PENELITIAN BERLANGSUNG DI  
LABORATORIUM BETON PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**



Gambar L1: Material agregat kasar yang akan digunakan.



Gambar L2: Material agregat halus yang akan digunakan.



Gambar L3: Semen Padang PCC.



Gambar L4: Proses pembakaran ampas tebu.



Gambar L5: Abu ampas tebu lolos saringan 50.



Gambar L6: Tahi besi yang belum di haluskan.



Gambar L7: Tahi besi lolos saringan 30.



Gambar L8: Pembuatan benda uji.



Gambar L9: Pengujian *Slump Test*.



Gambar L10: Proses Perendaman Benda Uji.



Gambar L11: Benda Uji yang di keringkan.



Gambar L12 : Beton sebelum di uji.



Gambar L13: Pengujian kuat tekan beton 28 hari..



## LABORATORIUM BETON

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADYAH SUMATERA UTARA

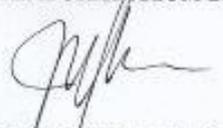
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

<b>RESISTANCE TO DEGRADATION OF COARSE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 131 - 89 &amp; ASTM C 535 - 89)</b>	Lab No	:
	Sampling Date	: 11 Januari 2019
	Testing Date	: 13 Januari 2019

Sources Of Sample	Binjai
Max Diameter	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Bobby Herwindo

Gradation Tested ( <i>gradasi yang diuji</i> )		
Sieve size Retained	Wt of sample before test ( <i>berat awal</i> ) gr	Wt of sample after test ( <i>berat akhir</i> ) gr
37,5 (1.5 in)	-	-
25 (1 in)	-	-
19.1 (3/4 in)	-	-
12.5 (1/2 in)	2500	980
9.50 (No. 3/8 in)	2500	659
4.75 (No.4)	-	891
2.36 (No. 8)	-	622
0.30 (No. 50)	-	-
0.15 (No. 100)	-	-
Pan	-	875
<b>Total</b>	5000	4027
<i>Wt of sample passing No. 12 (berat lolos saringan No. 12)</i>		973
<i>Abrasion (keausan) %</i>		19.46

Medan, Februari 2019  
KEPALA LABORATORIUM BETON

  
( Dr. Josef Hadipramana )



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

<b>SIEVE ANALYSIS OF COARSE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 136 - 84a &amp; ASTM D 448 - 86)</b>	Lab No	:	
	Sampling Date	:	11 Januari 2019
	Testing Date	:	13 Januari 2019

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Bobby Herwindo

Sieve Size	Retained Fraction				Cumulative	
	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Total Weight (gr)	%	Retained	Passing
38,1 (1.5 in)	119	121	240	4.00	4.00	96.00
19.0 (3/4 in)	1242	1280	2522	42.06	46.06	53.94
9.52 (3/8 in)	769	797	1566	26.12	72.18	27.82
4.75 (No. 4)	869	799	1668	27.82	100.00	0.00
2.36 (No. 8)	0	0	0	0.00	100.00	0.00
1.18 (No.16)	0	0	0	0.00	100.00	0.00
0.60 (No. 30)	0	0	0	0.00	100.00	0.00
0.30 (No. 50)	0	0	0	0.00	100.00	0.00
0.15 (No. 100)	0	0	0	0.00	100.00	0.00
Pan	0	0	0	0.00	100	0
<b>Total</b>	<b>2999</b>	<b>2997</b>	<b>5996</b>	<b>100</b>		

$$\text{Finex Modulus (FM)} = \frac{722.25}{100} = 7.22$$

Good gradation class :  
 $5.5 \leq FM \leq 7.5$

Medan, Februari 2019  
DIPERIKSA OLEH  
KEPALA LABORATORIUM BETON

( Dr. Josef Hadipramana )



## LABORATORIUM BETON

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

SIEVE ANALYSIS OF FINE AGGREGAT FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 136 - 84a)	Lab No
	Sampling Date : 11 Januari 2019
	Testing Date : 13 Januari 2019

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	4.75 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Bobby Herwindo

Sieve Size	Retained Fraction				Cumulative	
	Sample 1 (gr)	Sample 2 (gr)	Total Weight (gr)	%	Retained	Passing
9.50 (No 3/8 in)	0	0	0	0	0	100
4.75 (No. 4)	126	35	161	6.48	6.48	93.52
2.36 (No. 8)	38	78	116	4.67	11.16	88.84
1.18 (No.16)	65	168	233	9.38	20.54	79.46
0.60 (No. 30)	263	208	471	18.97	39.51	60.49
0.30 (No. 50)	274	246	520	20.94	60.45	39.55
0.15 (No. 100)	543	220	763	30.73	91.18	8.82
Pan	176	43	219	8.82	100.00	0.00
<b>Total</b>	<b>1485</b>	<b>998</b>	<b>2483</b>	<b>100</b>		

$$\text{Finex Modulus (FM)} = \frac{229.32}{100} = 2.29$$

Good gradation class :

*fine*       $2.2 < FM < 2.6$   
*medium*     $2.6 < FM < 2.9$   
*coarse*     $2.9 < FM < 3.2$

Medan, Februari 2019  
DIPERIKSA OLEH  
KEPALA LABORATORIUM BETON

( Dr. Josef Hadipramana )



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

<b>SPECIFIC GRAVITY AND ABSORPTION OF FINE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 128 - 88)</b>	Lab No	:	
	Sampling Date	:	11 Januari 2019
	Testing Date	:	13 Januari 2019

Sources Of Sample	Bingai
Max Dia	4,75 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Bobby Herwinda

Fine Agregate Passing No. 9,5 mm	Sample 1	Sample 2	Average
Wt of SSD sample in air ( <i>berat contoh SSD kering permukaan jenuh</i> ) B	500	500	500
Wt of oven dry sample ( <i>berat contoh SSD kering oven 110° C sampai konstan</i> ) E	492	491	491,5
Wt of flask + water ( <i>berat piknometer penuh air</i> ) D	632	634	633
Wt of flask + water + sample ( <i>berat contoh SSD dalam piknometer penuh air</i> ) C	934	934	934
Bulk sp gravity dry ( <i>berat jenis contoh kering</i> ) $E/(B+D-C)$	2,48	2,45	2,47
Bulk sp gravity SSD ( <i>berat jenis contoh SSD</i> ) $B/(B+D-C)$	2,53	2,50	2,51
Apparent sp gravity ( <i>berat jenis contoh remui</i> ) $E/(E-D-C)$	2,59	2,57	2,58
Absorption ( <i>penyerapan</i> ) $((B-E)/E) \times 100\%$	1,63	1,83	1,73

Medan, Februari 2019  
DIPERIKSA OLEH  
KEPALA LABORATORIUM BETON

  
( Dr. Josef Hadipramana )



## LABORATORIUM BETON

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

<b>SPECIFIC GRAVITY AND ABSORPTION OF COARSE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 127 - 88)</b>	Lab No	:	
	Sampling Date	:	11 Januari 2019
	Testing Date	:	13 Januari 2019

Sources Of Sample	Binjai
Mnx Dia	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Bobby Herwindo

Course Agregate Passing No. 50.8 mm	Sample I	Sample II	Average
Wt of SSD sample in air ( <i>berat contoh SSD kering permukaan jenuh</i> ) A	3200	3250	3225
Wt of oven dry sample ( <i>berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan</i> ) C	3176	3226	3201
Wt of SSD sample in water ( <i>berat contoh jenuh</i> ) B	2021	2056	2038.5
Bulk sp gravity dry ( <i>berat jenis contoh kering</i> ) C/(A-B)	2.69	2.70	2.70
Bulk sp gravity SSD ( <i>berat jenis contoh SSD</i> ) A/(A-B)	2.71	2.72	2.72
Apparent sp gravity ( <i>berat jenis contoh semu</i> ) C/(C-B)	2.75	2.76	2.75
Absortion ( <i>penyerapan</i> ) $((A-C)/C) \times 100\%$	0.76	0.74	0.75

Medan, Februari 2019  
DIPERIKSA OLEH  
KEPALA LABORATORIUM BETON

( Dr. Josef Hadipramana )



## LABORATORIUM BETON

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

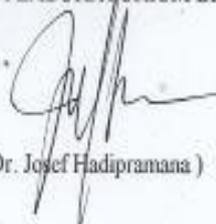
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO 3 MEDAN 20238

<b>UNIT WEIGHT OF COARSE AGREGATE TEST FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 29)</b>	Lab No : _____
	Sampling Date : 11 Januari 2019
	Testing Date : 13 Januari 2019

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Bobby Herwindo
Diameter & tinggi wadah	d : 27 cm      h : 27 cm

No	Course Agregate Passing No. 50.8 mm	Sample I	Sample II	Sample III	Average
1	Wt of sample & mold ( <i>berat contoh &amp; wadah</i> ), gr	34328	33278	34460	34022
2	Wt of mold ( <i>berat wadah</i> ), gr	6400	6400	6400	6400
3	Wt of sample ( <i>berat contoh</i> ), gr	27928	26878	28060	27622
4	Vol of mold ( <i>volume wadah</i> ), cm <sup>3</sup>	15465.2	15465.2	15465.2	15465.2
5	Unit weight ( <i>berat Isi</i> ), gr/cm <sup>3</sup>	1.81	1.74	1.81	1.79

Medan, Februari 2019  
DIPERIKSA OLEH  
KEPALA LABORATORIUM BETON

  
( Dr. Josef Hadipramana )



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

<b>UNIT WEIGHT OF FINE AGREGATE TEST FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 29)</b>	Lab No : _____
	Sampling Date : 11 Januari 2019
	Testing Date : 13 Januari 2019

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	4.75 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Bobby Herwindo
Diameter & tinggi wadah	d : 24 cm      h : 24 cm

No	No	Fine Agregate Passing No. 9.5 mm	Sample I	Sample II	Sample III	Average
1	1	Wt of sample & mold ( <i>berat contoh &amp; wadah</i> ), gr	19765	19978	19875	19872.66667
2	2	Wt of mold ( <i>berat wadah</i> ), gr	5400	5400	5400	5400
3	3	Wt of sample ( <i>berat contoh</i> ), gr	14365	14578	14475	14473
4	4	Vol of mold ( <i>volume wadah</i> ), cm <sup>3</sup>	10861.71	10861.71	10861.71	10861.71
5	5	Unit weight ( <i>berat Ist</i> ), gr/cm <sup>3</sup>	1.323	1.342	1.333	1.332

Medan, Februari 2019  
DIPERIKSA OLEH  
KEPALA LABORATORIUM BETON

  
( Dr. Josef Hadipramana )



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

<b>WATER CONTENT TEST FOR CONCRETE MATERIAL ASTM C 566</b>	Lab No : _____
	Sampling Date : 11 Januari 2019
	Testing Date : 13 Januari 2019

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Bobby Herwindo

Course Agregate Passing No. 50.8 mm	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Average
Wt of SSD sample & mold ( <i>berat contoh SSD &amp; berat wadah</i> )	1110	1100	1105
Wt of SSD sample ( <i>berat contoh SSD</i> )	994	995	995
Wt of oven dry sample & mold ( <i>berat contoh kering oven &amp; wadah</i> )	1104	1095	1099.5
Wt of mold ( <i>berat wadah</i> )	110	100	105
Wt of water ( <i>berat air</i> )	6	5	5.5
Wt of oven dry sample ( <i>berat contoh kering</i> )	994	995	994.5
Water content	0.60	0.50	0.55

Medan, Februari 2019  
DIPERIKSA OLEH  
KEPALA LABORATORIUM BETON

  
( Dr. Josef Hadipramana )



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

<b>WATER CONTENT TEST FOR CONCRETE MATERIAL ASTM C 566</b>	Lab No : _____
	Sampling Date : 11 Januari 2019
	Testing Date : 13 Januari 2019

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Bobby Herwindo

Fine Agregate Passing No. 9.5 mm	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Average
Wt of SSD sample & mold ( <i>berat contoh SSD &amp; berat wadah</i> )	557	564	560.5
Wt of SSD sample ( <i>berat contoh SSD</i> )	500	500	500
Wt of oven dry sample & mold ( <i>berat contoh kering oven &amp; wadah</i> )	546	553	550
Wt of mold ( <i>berat wadah</i> )	57	64	61
Wt of water ( <i>berat air</i> )	11	11	11
Wt of oven dry sample ( <i>berat contoh kering</i> )	489	489	489
Water content	2.25	2.25	2.25

Medan, Februari 2019  
DIPERIKSA OLEH  
KEPALA LABORATORIUM BETON

( Dr. Josef Hadipramana )



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

<b>MATERIAL FINER THAN 75-mm (No. 200) IN MINERAL AGGREGATE BY WASHING FOR CONCRETE MATERIAL ASTM C 117 - 90</b>	Lab No
	Sampling Date : 11 Januari 2019
	Testing Date : 13 Januari 2019

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	4.75 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Bobby Herwindo

Fine Agregate Passing No. 9.5 mm	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Average
Original dry mass of sample, g	500	500	500
Dry mass of sample after washing, g	485	477	481
Mass of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing, g	15	23	19
Percentage of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing, %	3	4.6	3.8

Medan, Februari 2019  
DIPERIKSA OLEH  
KEPALA LABORATORIUM BETON

  
( Dr. Josef Hadipramana )



## LABORATORIUM BETON

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

<b>MATERIAL FINER THAN 75-mm (No. 200) IN MINERAL AGGREGATE BY WASHING FOR CONCRETE MATERIAL ASTM C 117 - 90</b>	Lab No : _____
	Sampling Date : 11 Januari 2019
	Testing Date : 13 Januari 2019
	_____

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Bobby Herwindo

Course Agregate Passing No. 50.8 mm	sample I (g)	Sample II (gr)	Average
Original dry mass of sample, g	1600	1600	1600
Dry mass of sample after washing, g	1586	1588	1587
Mass of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing, g	14	12	13
Percentage of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing, %	0.88	0.75	0.81

Medan, Februari 2019  
DIPERIKSA OLEH  
KEPALA LABORATORIUM BETON

( Dr. Josef Hadipramana )



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

Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton  
Pemilik Benda Uji : Bobby Herwindo  
Proyek : Penelitian Tugas Akhir  
Rencana Mutu Beton : 25 Mpa

Jumlah Benda Uji: 3 buah			Jenis Benda Uji: kubus 15 x 15 cm							
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji
1	I	1.20	2.24	4.14	0.57	3.8	22-Jan-19	5-Feb-19	8286	8359
2	II	1.20	2.24	4.14	0.57	3.8	22-Jan-19	5-Feb-19	8296	8377
3	III	1.20	2.24	4.14	0.57	3.8	22-Jan-19	5-Feb-19	8294	8321

No	Benda Uji	Bahan Ganti	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian	Estimasi 14 hari (Mpa)	Keterangan
1	I	-	14	54000	240.00	27.27	26.18
2	II	-	14	41500	184.44	20.96	
3	III	-	14	60000	266.67	30.30	

Medan, Agustus 2019  
DIPERIKSA OLEH  
KEPALA LABORATORIUM BETON

  
( Dr. Josef Hadiprama )



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

Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton  
Pemilik Benda Uji : Bobby Herwindo  
Proyek : Penelitian Tugas Akhir  
Rencana Mutu Beton : 25 MPa

Jumlah Benda Uji: 3 buah			Jenis Benda Uji: kubus 15x15 cm							
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji
1	I	1.10	2.24	4.14	0.57	3.6	24-Jan-19	7-Feb-19	8155	8281
2	II	1.10	2.24	4.14	0.57	3.6	24-Jan-19	7-Feb-19	8103	8177
3	III	1.10	2.24	4.14	0.57	3.6	24-Jan-19	7-Feb-19	8296	8366

No	Benda Uji	Bahan Pengisi	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian	Estimasi 14 hari (Mpa)	Keterangan
1	I	Abu Ampas Tebu 8%	14	51000	226.67	25.76	23.23
2	II		14	45000	200.00	22.73	
3	III		14	42000	186.67	21.21	

Medan, Agustus 2019  
DIPERIKSA OLEH  
KEPALA LABORATORIUM BETON

  
( Dr. Josef Hadiprama )



**LABORATORIUM BETON**  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
Jl. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton  
Pemilik Benda Uji : Bobby Horwindo  
Proyek : Penelitian Tugas Akhir  
Rencana Mutu Beton : 25 Mpa

Jumlah Benda Uji: 4 buah				Jenis Benda Uji: kubus 15x15 cm							
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)		
		P.C	Pasir	Kerikal					Cetak	Uji	
1	I	1.20	2.08	4.14	0.57	3.5	25-Jan-19	8-Feb-19	8260	8482	
2	II	1.20	2.08	4.14	0.57	3.5	25-Jan-19	8-Feb-19	8255	8389	
3	III	1.20	2.08	4.14	0.57	3.5	25-Jan-19	8-Feb-19	8331	8481	

No	Benda Uji	Bahan Pengisi	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian	Estimasi 14 hari (Mpa)	Keterangan
1	I	Tahi Besi 7%	14	57500	255.56	29.04	26.09
2	II		14	46500	206.67	23.48	
3	III		14	51000	226.67	25.76	

Medan, Agustus 2019  
DIPERIKSA OLEH  
KEPALA LABORATORIUM BETON

  
( Dr. Josef Hadiprama )



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

Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton  
Pemilik Benda Uji : Bobby Herwando  
Proyek : Penelitian Tugas Akhir  
Rencana Mutu Beton : 25 MPa

Jumlah Benda Uji: 3 buah		Jenis Benda Uji: kubus 15x15 cm								
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji
1	I	1.10	2.08	4.14	0.57	3.8	26-Jan-19	9-Feb-19	8363	8412
2	II	1.10	2.08	4.14	0.57	3.8	26-Jan-19	9-Feb-19	8260	8328
3	III	1.10	2.08	4.14	0.57	3.8	26-Jan-19	9-Feb-19	8133	8230

No	Benda Uji	Bahan Pengisi	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian	Estimasi 14 hari (Mpa)	Keterangan
1	I	Abu Ampas Tebu 8% + Tahi Besi 7%	14	42000	186.67	21.21	21.89
2	II		14	40000	177.78	20.20	
3	III		14	48000	213.33	24.24	

Medan, Agustus 2019  
DIPERIKSA OLEH  
KEPALA LABORATORIUM BETON

( Dr. Josef Hadiprana )



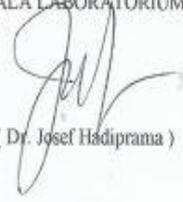
LABORATORIUM BETON  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton  
Pemilik Benda Uji : Bobby Herwindo  
Proyek : Penelitian Tugas Akhir  
Rencana Mutu Beton : 25 MPa

Jumlah Benda Uji: 3 buah		Jenis Benda Uji: kubus 15x15 cm								
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji
1	I	1.20	2.24	4.14	0.57	3.7	17-Jan-19	14-Feb-19	8150	8247
2	II	1.20	2.24	4.14	0.57	3.7	17-Jan-19	14-Feb-19	8229	8331
3	III	1.20	2.24	4.14	0.57	3.7	17-Jan-19	14-Feb-19	8138	8256

No	Benda Uji	Bahan Pengisi	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian	Estimasi 28 hari (Mpa)	Keterangan
1	I	-	28	61500	273.33	27.33	28.22
	II	-	28	67000	297.78	29.78	
3	III	-	28	63000	275.56	27.56	

Medan, Agustus 2019  
DIPERIKSA OLEH  
KEPALA LABORATORIUM BETON

  
( Dr. Josef Hadiprama )



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

Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton  
Pemilik Benda Uji : Bobby Herwindo  
Proyek : Penelitian Tugas Akhir  
Rencana Mutu Beton : 25 MPa

Jumlah Benda Uji: 3 buah			Jenis Benda Uji: kubus 15x15 cm							
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji
1	I	1.10	2.24	4.14	0.57	3.8	18-Jan-19	15-Feb-19	8160	8235
2	II	1.10	2.24	4.14	0.57	3.8	18-Jan-19	15-Feb-19	8013	8091
3	III	1.10	2.24	4.14	0.57	3.8	18-Jan-19	15-Feb-19	8237	8352

No	Benda Uji	Bahan Pengisi	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian	Estimasi 28 hari (Mpa)	Keterangan
1	I	Abu Ampas Tebu 8%	28	59000	262.22	26.22	23.26
2	II		28	43000	191.11	19.11	
3	III		28	55000	244.44	24.44	

Medan, Agustus 2019  
DIPERIKSA OLEH  
KEPALA LABORATORIUM BETON

  
(Dr. Josef Hadiprama)



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

Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton  
Pemilik Benda Uji : Bobby Herwindo  
Proyek : Penelitian Tugas Akhir  
Rencana Mutu Beton : 25 MPa

Jumlah Benda Uji: 3 buah			Jenis Benda Uji: kubus 15 x 15 cm							
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji
1	I	1.20	2.08	4.14	0.57	3.4	19-Jan-19	16-Feb-19	8320	8433
2	II	1.20	2.08	4.14	0.57	3.4	19-Jan-19	16-Feb-19	8333	8434
3	III	1.20	2.08	4.14	0.57	3.4	19-Jan-19	16-Feb-19	8294	8407

No	Benda Uji	Bahan Pengisi	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian	Estimasi 28 hari (Mpa)	Keterangan
1	I	Tahi Besi 7%	28	49500	220.00	22.00	26.89
2	II		28	57000	253.33	25.33	
3	III		28	75000	333.33	33.33	

Medan, Agustus 2019  
DIPERIKSA OLEH  
KEPALA LABORATORIUM BETON

( Dr. Josef Hadiprama )



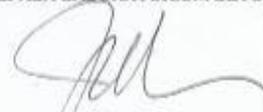
**LABORATORIUM BETON**  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20258

Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton  
Pemilik Benda Uji : Bobby Herwindo  
Proyek : Penelitian Tugas Akhir  
Rencana Mutu Beton : 25 MPa

No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji
1	I	1.10	2.08	4.14	0.57	4	21-Jan-19	18-Feb-19	8165	8262
2	II	1.10	2.08	4.14	0.57	4	21-Jan-19	18-Feb-19	8206	8304
3	III	1.10	2.08	4.14	0.57	4	21-Jan-19	18-Feb-19	8139	8239

No	Benda Uji	Bahan Pengisi	Umur hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian	Estimasi 28 hari (Mpa)	Keterangan
1	I	Abu Ampas Tebu 8% + Tahi Besi 7%	28	51500	228.89	22.89	21.11
2	II		28	37000	164.44	16.44	
3	III		28	54000	240.00	24.00	

Medan, Agustus 2019  
DIPERIKSA OLEH  
KEPALA LABORATORIUM BETON

  
( Dr. Josef Hadiprama )

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

---

NAMA : Bobby Herwindo  
NPM : 1507210053  
Judul T.Akhir : Evaluasi Tahi Besi Sebagai Pengisi Pasir dan Abu Ampas Tebu  
Sebagai Pengisi Semen Pada Campuran Beton.

Dosen Pembimbing - I : DR.Fahrizal Zulkarnain.S.T.M.Sc  
Dosen Pembimbing - II : Tondi Amirsyah P.S.T.M.T  
Dosen Pemanding - I : DR.Ade Faisal.S.T.M.Sc  
Dosen Pemanding - II : Sri Prapanti.S.T.M.T

**KEPUTUSAN**

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

..... *perbaikan tujuan & kesimpulannya!* .....

3. Harus mengikuti seminar kembali  
Perbaikan :

..... *ace telah dipertahankan!* .....

..... *ade faisal 27/08/19* .....

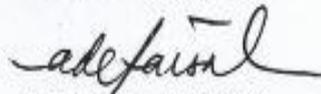
Medan 26 Dzulhijjah 1440H  
27 Agustus 2019 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Sipil



Fahrizal Zulkarnain.S.T.M.Sc

Dosen Pemanding- I



DR.Ade Faisal.S.T.M.Sc

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

---

NAMA : Bobby Herwindo  
NPM : 1507210053  
Judul T.Akhir : Evaluasi Tahi Besi Sebagai Pengisi Pasir dan Abu Ampas Tebu  
Sebagai Pengisi Semen Pada Campuran Beton.

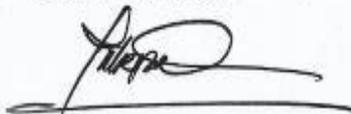
Dosen Pembimbing - I : DR.Fahrizal Zulkarnain.S.T.M.Sc  
Dosen Pembimbing - II : Tondi Amirsyah P.S.T.M.T  
Dosen Pembanding - I : DR.Ade Faisal.S.T.M.Sc  
Dosen Pembanding - II : Sri Prapanti.S.T.M.T

**KEPUTUSAN**

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana ( collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
  - Judul skripsi sama dengan judul Abstrak
  - No. Bab harus Latin biasa tidak boleh Romawi Lihat
  - Kesimpulan harus sesuai dengan tujuan penulisan
  - Isi skripsi sesuai dengan pembahasan - ~~bers~~ kesdlahan
3. Harus mengikuti seminar kembali sudah diperbaiki, acc M (4/9/2019)  
Perbaikan :  
.....  
.....  
.....  
.....

Medan 26 Dzulhijjah 1440H  
27 Agustus 2019 M

Diketahui :  
Ketua Prodi. T.Sipil



Fahrizal Zulkarnain.S.T.M.Sc

Dosen Pembanding- II



Sri Prapanti.S.T.M.T



TUGAS AKHIR  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
Jl. Kapten Muecthar Basri No.3 Medan 20238

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : BOBBY HERWINDO  
NPM : 1507210053  
JUDUL TUGAS AKHIR : EVALUASI TAHI BESI SEBAGAI PENGISI PASIR DAN ABU AMPAS TEBU SEBAGAI PENGISI SEMEN PADA CAMPURAN BETON

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
1.	20/2/2015	- Tambahkan diagram material pada setiap bab, koreksi pada bab II. - Tambahkan beberapa konsep tentang jumlah perantara pada bab II.	
2.	22/2/2015	- Perbaiki diagram tabel dan gambar pada bab II & III. - Perbaiki urut pada bab 3, koreksi tabel dan gambar.	
3.	25/2/2015	- Tambahkan tabel Campuran tahi besi & gipsum pada bab III.	

PEMBIMBING I

Fahrizal Zulkarnain, S., M.Sc., Ph.D.



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

**LEMBAR ASISTENSI**

**NAMA** : BOBBY HERWINDO  
**NPM** : 1507210053  
**JUDUL TUGAS AKHIR** : EVALUASI TAHI BESI SEBAGAI PENGISI PASIR DAN ABU AMPAS TEBU SEBAGAI PENGISI SEMEN PADA CAMPURAN BETON

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
4.	13/8 2019	- Pembacaan / Paksi periksa dengan Mendelay pada sentry bab. - Paksi grupi bentu ke bab.	Jan
5.	19/8 2019	- Keryja / Paksi gula uruan dip pengujian	Jan
6.	9/7 2019	Agut ke Kampalan	Jan
7.	31/7 2019	Ace buku diumumkan Jan 31/7	Jan

PEMBIMBING I

Fahrizal Zulkarnain, S., M.Sc., Ph.D.



TUGAS AKHIR  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
Jl. Kapten Mucthar Basri No.3 Medan 20238

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : BOBBY HERWINDO  
NPM : 1507210053  
JUDUL TUGAS AKHIR : EVALUASI TAHI BESI SEBAGAI PENGISI PASIR DAN ABU AMPAS TEBU SEBAGAI PENGISI SEMEN PADA CAMPURAN BETON

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
①	24/2-2019	- Perbaiki Bab IV	[Signature]
②	9/7-2019	- Lanjut Bab IV ↳ Perbaiki Bab III	[Signature]
③	14/7-2019	- Perbaiki Standa yg digunakan - Riset Dapur Isi, Assal	[Signature]
④	2/8-2019	Aku → ke pembantu I untuk diseminasi	[Signature]

PEMBIMBING II

Tondi Amirsyah Putra P, S.T., M.T.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DAFTAR DIRI PESERTA

Nana Lengkap : BOBBY HERWINDO  
Panggilan : BOBBY  
Tempat/Tanggal Lahir : Sei Rotan, 13 September 1996  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Alamat : Jln. Sidomulyo Pasar 9 Tembung  
Agama : Islam  
Nama Orang Tua  
Ayah : NGADIRIN  
Ibu : SUMARNI  
No. HP : 082272225226  
E-mail : [bobbyherwindo503@gmail.com](mailto:bobbyherwindo503@gmail.com)

### RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1507210053  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri BA. No. 3 Medan 20238

No.	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat
1.	Sekolah Dasar	SD NEGERI 105288
2.	SMP	SMP N 2 PERCUT SEI TUAN
3.	SMA	SMK NEGERI 4 MEDAN
4.	Melanjutkan Kuliah di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2015	