

TUGAS AKHIR

**PENGARUH *FILLER* ABU BESI DAN ZAT *RETARDER*
TERHADAP PENYERAPAN AIR DAN KUAT TEKAN
BETON
(*Studi Penelitian*)**

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

Disusun Oleh:

**YUWINDA ARTHIKA
1407210192**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2018**

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Yudha Pratama Siregar

NPM : 1407210122

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Evaluasi Faktor Air Semen Dengan Memanfaatkan Biji Durian Sebagai *Filler* Pada Agregat Halus

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, 20 September 2018

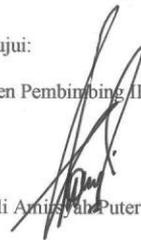
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I/Penguji



Ir. Ellyza Chairina, MSi

Dosen Pembimbing II/Penguji



Tondi Amulyah Putera, ST, MT

Dosen Pembanding I/Penguji



Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, MSc

Dosen Pembanding II/Penguji



Dr. Ade Faisal, ST, MSc



Program Studi Teknik Sipil

etua,

Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, MSc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Yuwinda Arthika
Tempat/Tanggal Lahir : Medan/30 Juni 1996
NPM : 1407210192
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

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

“Pengaruh *Filler* Abu Besi dan Zat *Retarder* Terhadap Penyerapan dan Kuat Tekan 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 orisinal dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dan 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 akademi di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 20 September 2018

Saya yang menyatakan,



Yuwinda Arthika

KATA PENGANTAR

Assalamu'Alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillahirabil'alamin, segala puji atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat, taufik serta hidayah-Nya kepada penulis, sehingga atas barokah dan ridho-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini sebagai mana yang diharapkan.

Adapun judul dari tugas akhir ini adalah "PENGARUH *FILLER* ABU BESI DAN ZAT *RETARDER* TERHADAP PENYERAPAN AIR DAN KUAT TEKAN BETON" yang diselesaikan selama kurang lebih 10 bulan. Tugas Akhir ini disusun untuk melengkapi syarat menyelesaikan jenjang kesarjanaan Strata 1 pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Selama menyelesaikan Tugas Akhir ini, penulis telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, untuk itu dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Ir. Ellyza Chairina, M.Si. selaku Dosen Pembimbing - I dalam penulisan Tugas Akhir ini dan juga pelaksana Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Ibu Irma Dewi, S.T, M.Si. selaku Dosen Pembimbing - II dalam penulisan Tugas Akhir ini dan juga selaku Sekretaris Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T, M.Sc selaku Dosen Pembimbing - I dalam penulisan Tugas Akhir ini dan Ketua Prodi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Dr. Josef Hadipramana selaku Dosen Pembimbing - II dalam penulisan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak dan Ibu staf pengajar dan Pegawai Biro Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Teristimewa sekali kepada Ayahanda Ir. Azwan dan Ibunda Sri Rahayu yang telah mengasuh dan membesarkan penulis dengan rasa cinta dan kasih sayang yang tulus.
8. Retno Sri Ayu Ningsih, Nirma Rahmadia, Sri Wahyunita, M. Iqbal Hanafi, Reza Suhwandi Hrp, Yuda Pratama, Ridoh Noprianto, Yogi Ismayadi, serta keluarga besar Teknik Sipil 2014, Keluarga Besar Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan seluruh teman-teman yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.
9. M. Fachrulrozi Damanik, Retno Friana Dewi, Hanifah Zahra, Puji Ramazana, Siti Dasopang, Rizki, Rosinta Sitakar, Indah Ramadhani, Friska Syofandi dan seluruh teman-teman yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberi semangat dan dukungannya kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan dikarenakan keterbatasan waktu serta kemampuan yang dimiliki oleh penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan rasa hormat yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini. Semoga Tugas Akhir bisa memberikan manfaat bagi kita semua terutama bagi penulis dan juga bagi teman-teman mahasiswa Teknik Sipil khususnya. Aamiin....

Wassalamu'Alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, 20 September 2018

Penulis

Yuwinda Arthika

1407210192

ABSTRAK

PENGARUH *FILLER* ABU BESI DAN ZAT *RETARDER* TERHADAP PENYERAPAN AIR DAN KUAT TEKAN BETON

Yuwinda Arthika
1407210192
Ir. EllyzaChairina, M.Si.
Irma Dewi, ST,M.Si

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemakaian abu besi dan zat *retarder* dalam campuran beton terhadap kuat tekan dan penyerapan air pada beton dan mengurangi limbah abu besi. Variasi abu besi dan zat adiktif *retarder* dalam campuran beton diambil mulai dari 5% dan 10% abu besi kemudian 5% dan 10% abu besi ditambah 0,4% zat *retarder* semua persentasi variasi dari berat semen. Sampel pengujian dipakai pada silinder beton dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 40 benda uji. Untuk mengetahui kuat tekan beton dilakukan pengujian kuat tekan pada umur 28 hari dan 7 hari. Kuat tekan dihasilkan berutan-rutan berdasarkan variasi adalah sebesar 20,29 MPa; 21,35 MPa; 25,7 MPa; 28,47 MPa untuk umur beton 28 hari dan 37,3 MPa; 42,22 MPa; 56,51 MPa; 58,26MPa untuk beton umur 7 hari. Penyerapan yang dihasilkan sebesar 0,48%; 0,56%; 0,33%; 0,35% untuk umur beton 28 hari dan 0,50%; 0,53%; 0,34% 0,42% untuk beton umur 7 hari.

Kata Kunci : Beton, Abu Besi, Zat Adiktif *Retarder*, Kuat Tekan, Penyerapan.

ABSTRACT

THE EFFECT OF IRON AND RETARDER ASH FILLER ON WATER ABSORPTION AND CONCRETE PRESSURE STRENGTH

Yuwinda Arthika

1407210192

Ir. EllyzaChairina, M.Si.

Irma Dewi, ST,M.Si

The purpose of this study was to determine the effect of using iron ash and retarder substances in concrete mixtures on compressive strength and water absorption on concrete and reduce the iron ash waste. The variation of iron ash and retarder addictive substances in the concrete mixture were taken starting from 5% and 10% iron ash then 5% and 10% iron ash plus 0.4% retarder substances all percentages of variation of cement weight. The test sample is used on a concrete cylinder with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm as many as 40 specimens. To determine the compressive strength of concrete, compressive strength testing was carried out at the age of 28 days and 7 days. The compressive strength produced by the sequences based on variation is 20.29 MPa; 21.35 MPa; 25.7 MPa; 28.47 MPa for 28 days of concrete and 37.3 MPa; 42.22 MPa; 56.51 MPa; 58.26MPa for 7 days old concrete. The resulting absorption is 0.48%; 0.56%; 0.33%; 0.35% for concrete age 28 days and 0.50%; 0.53%; 0.34% 0.42% for 7 days concrete.

Keywords: Concrete, Iron Ash, Addictive Retarder Substance, compressive strength, Absorption.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
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 Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Beton	5
2.3 Material Pembentuk Campuran Beton	7
2.3.1 Semen	8
2.3.2 Agregat	10
2.3.2.1 Agregat Kasar	10
2.3.2.2 Agregat Halus	12
2.3.3 Air	15
2.3.4 Abu Besi	17
2.3.5 Zat <i>Admixture Retarder</i>	19
2.4 Penyerapan Air Pada Beton	21
2.5 Pengujian Kuat Tekan	21
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	

3.1. Bagan Alir Penelitian	25
3.1.1. Metodologi Penelitian	25
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian	27
3.3. Bahan dan Peralatan	27
3.3.1. Bahan	27
3.3.2. Peralatan	27
3.4. Persiapan Penelitian	28
3.5. Pemeriksaan Agregat	28
3.6. Pemeriksaan Agregat Halus	28
3.6.1. Kadar Air Agregat Halus	28
3.6.2. Kadar Lumpur Agregat Halus	29
3.6.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	30
3.6.4. Berat Isi Agregat Halus	31
3.6.5. Analisa Saringan Agregat Halus	32
3.7. Pemeriksaan Agregat Kasar	35
3.7.1. Kadar Air Agregat Kasar	35
3.7.2. Kadar Lumpur Agregat Kasar	36
3.7.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	37
3.7.4. Berat Isi Agregat Kasar	38
3.7.5. Analisa Saringan Agregat Kasar	39
3.7.6. Keausan Agregat Dengan Mesin <i>Los Angeles</i>	41
3.8. Perencanaan Campuran Beton	42
3.9. Pelaksanaan Penelitian	55
3.9.1. <i>Trial Mix</i>	55
3.9.2. Pembuatan Benda Uji	55
3.9.3. Pengujian <i>Slump</i>	55
3.9.4. Perawatan Beton	55
3.9.5. Pengujian Kuat Tekan	55
BAB 4 ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	
4.1 Perencanaan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>)	56
4.1.1 Data-Data Campuran Beton	56
4.2 Pembuatan Benda Uji	64

4.3 Penyerapan Air Pada Beton	65
4.3.1 Penyerapan Air Pada Beton Normal	66
4.3.2 Penyerapan Air Pada Beton Campuran Abu Besi 5%	67
4.3.3 Penyerapan Air Pada Beton Campuran Abu Besi 10%	68
4.3.4 Penyerapan Air Pada Beton Campuran Abu Besi 5% + Retarder 0,4%	69
4.3.4 Penyerapan Air Pada Beton Campuran Abu Besi 10% + Retarder 0,4%	70
4.3 <i>Slump Test</i>	71
4.4 Kuat Tekan Beton	72
4.4.1 Kuat Tekan Beton Normal	73
4.4.2 Kuat Tekan Beton Campuran Abu Besi 5%	74
4.4.3 Kuat Tekan Beton Campuran Abu Besi 10%	75
4.4.4 Kuat Tekan Beton Campuran Abu Besi 5% dan Zat <i>Retarder</i> 0,4%	76
4.4.5 Kuat Tekan Beton Campuran Abu Besi 10% dan Zat <i>Retarder</i> 0,4%	77
4.5 Pembahasan	78
BAB 5 KESIMPULAN	
5.1 Kesimpulan	82
5.2 Saran	83
DAFTAR PUSTAKA	84
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Unsur- Unsur Beton	5
Tabel 2.2: Susunan Unsur Semen Biasa	8
Tabel 2.3: Batas Gradasi Agregat Kasar	11
Tabel 2.4: Batas Gradasi Agregat Halus	13
Tabel 2.5: Kandungan Zat Kimia Dalam Air Yang Diizinkan	17
Tabel 2.6: Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari Untuk Variasi Pemakaian POZZOLITH®100Ri	20
Tabel 2.7: Persentase Peningkatan Kuat Tekan Beton Inovasi Terhadap Beton Normal	20
Tabel 2.8: Pemeriksaan Nilai <i>Slump</i> Dengan Peningkatan Pemakaian <i>Admixture</i>	21
Tabel 2.9: Faktor Pengali Untuk Standar Deviasi Berdasarkan Jumlah Benda Uji Yang Tersedia	21
Tabel 2.9: Toleransi Waktu Agar Pengujian Kuat Tekan Tidak Keluar Dari Batasan Waktu Yang Telah Ditoleransikan	22
Tabel 2.10: Perbandingan Kekuatan Tekan Beton Pada Berbagai Umur	23
Tabel 3.1: Data - Data Hasil Penelitian Kadar Air Agregat Halus	29
Tabel 3.2: Data - Data Hasil Penelitian Kadar Lumpur Agregat Halus	30
Tabel 3.3: Data – Data Hasil Penelitian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus	31
Tabel 3.4: Data - Data Hasil Penelitian Berat Isi Agregat Halus	32
Tabel 3.5: Data - Data Hasil Penelitian Analisa Saringan Agregat Halus	32
Tabel 3.6: Data - Data Hasil Penelitian Kadar Air Agregat Kasar	36
Tabel 3.7: Data - Data Hasil Penelitian Kadar Lumpur Agregat Kasar	37
Tabel 3.8: Data - Data Hasil Penelitian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar	37
Tabel 3.9: Data - Data Hasil Penelitian Berat Isi Agregat Kasar	38

Tabel 3.10: Data - Data Hasil Penelitian Analisa Saringan Agregat Kasar	39
Tabel 3.11: Data- Data Dari Hasil Pengujian Keausan Agregat	42
Tabel 3.12: Faktor Pengali Untuk Standar Deviasi Berdasarkan Jumlah Benda Uji Yang Tersedia	43
Tabel 3.13: Tingkat Mutu Pekerjaan Pembetonan	43
Tabel 3.14: Perkiraan Kadar Air Bebas (Kg/m^3) Yang Dibutuhkan Untuk Beberapa Tingkat Kemudahan Pengerjaan Adukan Beton	46
Tabel 3.15: Persyaratan Jumlah Semen Minimum Dan Faktor Air Semen Maksimum Untuk Berbagai Macam Pembetonan Dalam Lingkungan Khusus	46
Tabel 3.16: Ketentuan Untuk Beton Yang Berhubungan Dengan Air Tanah Mengandung Sulfat	47
Tabel 3.17: Ketentuan Minimum Untuk Beton Bertulang Kedap Air	49
Tabel 4.1: Data <i>Mix Design</i> Campuran Beton	56
Tabel 4.2: Perencanaan Campuran Beton	57
Tabel 4.3: Banyak Agregat Kasar Yang Dibutuhkan Untuk Tiap Saringan Dalam 1 Benda Uji.	59
Tabel 4.4: Banyak Agregat Halus Yang Dibutuhkan Untuk Tiap Saringan Dalam 1 Benda Uji.	60
Tabel 4.5: Banyak Abu Besi Dan Semen Yang Dibutuhkan Untuk 1 Benda Uji dan 40 Benda Uji	61
Tabel 4.6: Banyak agregat kasar yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 40 benda uji.	63
Tabel 4.7: Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 40 benda uji.	64
Tabel 4.8: Hasil Pengujian Penyerapan Air Beton Normal	66
Tabel 4.9: Hasil Pengujian Penyerapan Air Beton Campuran Abu Besi 5%	67
Tabel 4.10: Hasil Pengujian Penyerapan Air Beton Campuran Abu Besi 10%	68
Tabel 4.11: Hasil Pengujian Penyerapan Air Beton Campuran Abu Besi 5% + Retarder 0,4%	69
Tabel 4.12: Hasil Pengujian Penyerapan Air Beton Campuran Abu Besi 10% + Retarder 0,4%	70
Tabel 4.13: Hasil Pengujian Nilai <i>Slump</i>	72

Tabel 4.14: Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal 7 Hari	74
Tabel 4.15: Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Normal 28 Hari	74
Tabel 4.16: Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Untuk Campuran Abu Besi 5% Pada Umur 7 Hari.	75
Tabel 4.17: Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Untuk Campuran Abu Besi 5% Pada Umur 28 Hari.	75
Tabel 4.18: Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Untuk Campuran Abu Besi 10% Pada Umur 7 Hari.	76
Tabel 4.19: Hasil pengujian kuat tekan beton untuk campuran abu besi 10% pada umur 28 hari.	76
Tabel 4.20: Hasil pengujian kuat tekan beton untuk campuran abu besi 5% dan zat <i>retarder</i> 0,4% pada umur 7 hari.	77
Tabel 4.21: Hasil pengujian kuat tekan beton untuk campuran abu besi 5% dan zat <i>retarder</i> 0,4% pada umur 28 hari.	77
Tabel 4.22: Hasil pengujian kuat tekan beton untuk campuran abu besi 10% dan zat <i>retarder</i> 0,4% pada umur 7 hari.	78
Tabel 4.23: Hasil pengujian kuat tekan beton untuk campuran abu besi 10% dan zat <i>retarder</i> 0,4% pada umur 28 hari.	78
Tabel 4.24: Persentase Kuat Tekan Beton	79

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1:	Grafik Batas Gradasi Agregat Kasar(Astm C33,1986)	12
Gambar 2.2:	Grafik Daerah Gradasi Pasir Kasar (Sk. Sni T-15-1990-03)	14
Gambar 2.3:	Grafik Daerah Gradasi Pasir Sedang(Sk. Sni T-15-1990-03)	14
Gambar 2.4:	Grafik Daerah Gradasi Pasir Agak Halus(Sk. Sni T-15-1990-03).	15
Gambar 2.5:	Daerah Gradasi Pasir Halus(Sk. Sni T-15-1990-03)	15
Gambar 2.6:	Grafik Hubungan Penambahan Pozzolith® Dan Kuat Tekan Beton Pada Umur 28 Hari	20
Gambar 3.1:	Bagan Metodologi Penelitian.	26
Gambar 3.2:	Grafik Gradasi Agregat Halus (Zona 2 Pasir Sedang).	35
Gambar 3.3:	Grafik Gradasi Agregat Kasar Diameter Maksimum 40 Mm.	41
Gambar 3.4:	Faktor Air Semen Bebas	45
Gambar 3.5:	Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat Yang Di Anjurkan Untuk Ukuran Butir Maksimum 10 Mm (Sni 03-2834-2000)	50
Gambar 3.6:	Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat Yang Di Anjurkan Untuk Ukuran Butir Maksimum 20 Mm (Sni 03-2834-2000)	50
Gambar 3.7:	Persen Pasir Terhadap Kadar Total Agregat Yang Di Anjurkan Untuk Ukuran Butir Maksimum 40 Mm (Sni 03-2834-2000)	51
Gambar 3.8:	Hubungan Kandungan Air, Berat Jenis Agregat Campuran Dan Berat Beton (Sni 03-2834-2000)	52
Gambar 4.1:	Grafik Perbandingan Hasil Penyerapan Air Pada Beton	72
Gambar 4.2:	Beban Tekan Pada Benda Uji Silinder.	73
Gambar 4.3:	Grafik Perbandingan Hasil Kuat Tekan Beton	79
Gambar 4.4:	Grafik Persentase Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton Normal Dengan Variasi Abu Besi Dan Zat <i>Retarder</i> Umur 28 Hari.	80
Gambar 4.5:	Grafik Persentase Perbandingan Nilai Kuat Tekan Beton Normal Dengan Variasi Abu Besi Dan Zat <i>Retarder</i> Umur 7 Hari.	80
Gambar 4.6:	Ketidakrataan Permukaan Yang Di Tekan.	81

DAFTAR NOTASI

f_c	=	Kuat Tekan	(Mpa)
P	=	Beban Tekan	(Kg)
A	=	Luas Penampang	(cm ²)
t	=	Tinggi Silinder	(cm)
d	=	Diameter Silinder	(cm)
$B_{j,camp}$	=	Berat Jenis Agregat Campuran	(gr/cm ³)
$B_{j,h}$	=	Berat Jenis Agregat Halus	(gr/cm ³)
$B_{j,k}$	=	Berat Jenis Agregat Kasar	(gr/cm ³)
K_h	=	Persentasi Berat Agregat Halus Terhadap Agregat Campuran	(%)
K_k	=	Persentasi Berat Agregat Kasar Terhadap Agregat Campuran	(%)
$W_{agr,camp}$	=	Kebutuhan Berat Agregat Campuran Per Meter Kubik Beton	(kg/m ³)
$W_{agr,h}$	=	Kebutuhan Berat Agregat Halus Per Meter Kubik Beton	(kg/m ³)
$W_{agr,k}$	=	Kebutuhan Berat Agregat Kasar 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)
B	=	Jumlah Air	(kg/m ³)
C	=	Jumlah Agregat Halus	(kg/m ³)
D	=	Jumlah Agregat Kasar	(kg/m ³)
C_a	=	Absorsi Agregat Halus	(%)
D_a	=	Absorsi Agregat Kasar	(%)
C_k	=	Kandungan Air Agregat Halus	(%)
D_k	=	Kandungan Air Agregat Kasar	(%)
$K.T. Var$	=	Kuat Tekan Variasi	(MPa)
$K.T. Nor$	=	Kuat Tekan Normal	(MPa)

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 kebutuhan akan beton selanjutnya dimasa yang akan datang.

Saat ini berbagai cara serta penelitian dilakukan dan terus berkembang dengan tujuan meningkatkan kekuatan beton, salah satunya pada material pembentuk beton itu sendiri. Limbah abu besi atau tahi besi merupakan sisa dari pemotongan besi-besi yang belum banyak pemanfaatannya sehingga menjadi sampah yang menumpuk dan merupakan sumber masalah bagi lingkungan. Limbah abu besi khususnya di kota Medan sendiri terus meningkat. Hal ini disebabkan terus meningkatnya dimasyarakat penggunaan besi dalam pembangunan rumah ataupun pembuatan prabotan rumah yang menggunakan besi sebagai bahan utama. Limbah besi atau masyarakat sering menyebutnya dengan tahi besi dapat diperoleh dari tukang las yang berasal dari sisa potongan besi. Berdasarkan data Kementrian Perindustrian (2012) menyatakan bahwa jumlah industri logam di negara ini sebanyak 325 unit industri, melalui produksi *sponge iron* sebesar 1,2 juta ton dan besi baja kasar sebesar 5,4 juta ton, sementara untuk konsumsi besi baja nasional mencapai 9,2 juta ton yang berarti sebanyak 2,6 juta ton harus dipenuhi dari impor. Selama bertahun-tahun terakhir ini, telah diadakan penelitian untuk mengembangkan penggunaan limbah-limbah yang masih bisa digunakan untuk bahan campuran adukan beton. Abu besi merupakan bahan yang ramah lingkungan dan dapat meningkatkan kuat tekan beton sehingga berpengaruh baik terhadap struktural bangunan. Besi sendiri biasanya didapatkan dalam bentuk *magnetic* (Fe_3O_4), *hematit* (Fe_2O_2), *geothit* ($\text{FeO}(\text{OH})$), *limonit* ($\text{FeO}(\text{OH})_n(\text{H}_2\text{O})$) atau *siderit* (FeCO_3). Abu besi biasanya sudah tidak digunakan lagi atau kembali di

leburkan menjadi biji besi kembali. Kandungan FeO_2 pada besi berpotensi untuk digunakan sebagai pengganti semen dalam produksi beton berkinerja tinggi.

Dalam penelitian Ahmad, Surya Hadi: *Kuat Tekan Beton dengan Pasir Besi Sebagai Bahan Tambah Pengganti Semen* menggunakan pasir besi sebagai pengganti semen cenderung mengalami penurunan kuat tekan sebesar 20% abu besi didapat kuat tekan sebesar 35,27 MPa, 30% abu besi didapat kuat tekan sebesar 39,92MPa, 40% abu besi didapat kuat tekan sebesar 24,27 MPa dan 50% abu besi didapat kuat tekan sebesar 19,29 MPa .

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan persentase 5% dan 10% abu besi, kemudian 5% dan 10% abu besi ditambah 0,4% *retarder* sebagai *filler* semen. Dikarenakan harga semen lebih tinggi di bandingkan pasir maka peneliti meninjau abu besi sebagai *filler* semen untuk mendapatkan beton yang ekonomis.

Dalam tugas akhir ini yang akan diteliti adalah analisa campuran abu besi dan zat *retarder* terhadap kuat tekan beton dan penyerapan air pada beton sebagai *substitusi* semen.

Penambahan bahan tambah dalam sebuah campuran beton atau mortar tidak mengubah komposisi yang besar dari bahan lainnya, karena penggunaan bahan tambah ini cenderung merupakan pengganti atau substitusi dari dalam campuran beton itu sendiri. Karena tujuannya memperbaiki atau mengubah sifat dan karakteristik tertentu dari beton atau mortar yang akan dihasilkan, maka kecenderungan perubahan komposisi dalam berat-volume tidak terasa secara langsung dibandingkan dengan komposisi awal beton tanpa bahan tambah.

Penggunaan bahan tambah dalam sebuah campuran beton harus memperhatikan standar yang berlaku seperti SNI (Standar Nasional Indonesia), ASTM (*American Society for Testing and Materials*) atau ACI (*American Concrete Institute*) dan yang paling utama memperhatikan petunjuk dalam manual produk dagang.

Zat kimia untuk memperlambat proses ikatan campuran beton dan meningkatkan kuat tekan beton atau disebut dengan zat *retarder*. Biasanya diperlukan untuk beton yang tidak dibuat dilokasi penuangan beton. Proses pengikatan campuran beton sekitar 1 jam. Sehingga apabila sejak beton dicampur sampai penuangan memerlukan waktu lebih dari 1 jam, maka perlu ditambahkan

zat kimia ini. Zat tambahan ini diantaranya berupa gula, *sucrose*, *sodium gluconate*, *glucose*, *citric acid*, dan *tartaric acid*.

1.2. Rumusan Masalah

Pada penelitian ini dicoba untuk mengambil permasalahan tentang pemanfaatan limbah abu besi sebagai pengganti semen pada beton dengan menggunakan zat *additive retarder*. Beberapa permasalahan yang muncul antara lain:

1. Berapakah persentasi maksimum dari variasi 5% dan 10% limbah abu besi kemudian 5% dan 10% abu besi di tambah 0,4% zat *additive retarder* yang dicoba untuk mendapatkan kuat tekan maksimum?
2. Apakah dengan penambahan limbah abu besi dan zat *additive retarder* pada campuran beton dapan meningkatkan kualitas kuat tekan beton?
3. Berapa persen serapan air pada beton yang menggunakan limbah abu besi dan zat *additive retarder* sebagai *filler* pada semen?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui persentasi maksimum dari variasi 5% dan 10% limbah abu besi kemudian 5% dan 10% abu besi di tambah 0,4% zat *additive retarder* yang dicoba untuk mendapatkan kuat tekan maksimum?
2. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan limbah abu besi dan zat *additive retarder* terhadap kekuatan beton jika dibandingkan dengan beton normal.
3. Untuk mengetahui berapa persen serapan air pada beton yang menggunakan limbah abu besi dan zat *additive retarder* sebagai *filler* pada semen?

1.4. Batasan Masalah

Sehubungan dengan luasnya permasalahan dan keterbatasan waktu yang ada, maka penulis membatasi masalah yang ada. Permasalahan yang akan dibahas oleh penulis pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Pengujian kuat tekan beton normal dan beton yang diberi campuran limbah

abu besi sebagai *filler* pada semen dan zat *additive retarder* dan membandingkan hasilnya.

2. Penggunaan abu besi sebagai semen sebanyak 5%, dan 10% dan penggunaan *retarder* sebanyak 0,4% dalam pembuatan beton untuk mengetahui adanya kenaikan atau penurunan kuat tekan pada beton.
3. Metode untuk perencanaan campuran adukan beton menggunakan metode Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2834-2000).

1.5. Manfaat Penelitian

Dengan penelitian ini diharapkan masyarakat umum dapat mengetahui fungsi lebih dari limbah abu besi. Apabila penelitian ini berhasil, diharapkan limbah abu besi 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 Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini yaitu:

BAB 1 PENDAHULUAN

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

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

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

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

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

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini 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.

Menurut Nawy (1985) beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimia sejumlah material pembentuknya. DPU-LPMB memberikan definisi tentang beton sebagai campuran antara semen *portland* atau semen hidrolik yang lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan membentuk massa padat (SNI, 1990).

Secara proporsi komposisi unsur pembentuk beton adalah:

Tabel 2.1: Unsur-unsur beton (Universitas Semarang 1999)

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 antara lain (Sutikno, 2003):

- 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 (Maliar, 1992), 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 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 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 tambahnya 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 ₂)	17 – 25
Alumina (Al ₂ O ₃)	3 – 8
Besi (Fe ₂ O ₃)	0,5 – 6
Magnesia (MgO)	0,5 – 4
Sulfur (SO ₃)	1 – 2
Potash (Na ₂ O+K ₂ O)	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 H₂O masih ada).
2. Pada suhu 250°-300°C(warnanya kemerahan, H₂O sudah hilang).
3. Pada suhu 800° C(proses kalsinasi)CO₂ hilang peruraian dari Batu kapur ke kapur toho (kapur hidup).
4. Pada suhu 1350°C terjadi proses *sintering* (pelelahan).

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.

Senyawa C₃S dan C₂S memiliki sifat mengikat, senyawa C₃A dan C₄AFe memiliki sifat mengeras dan mengeluarkan panas hidrasi. Sifat *Gypsum* (CH₄) 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, tanah liat 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.

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.

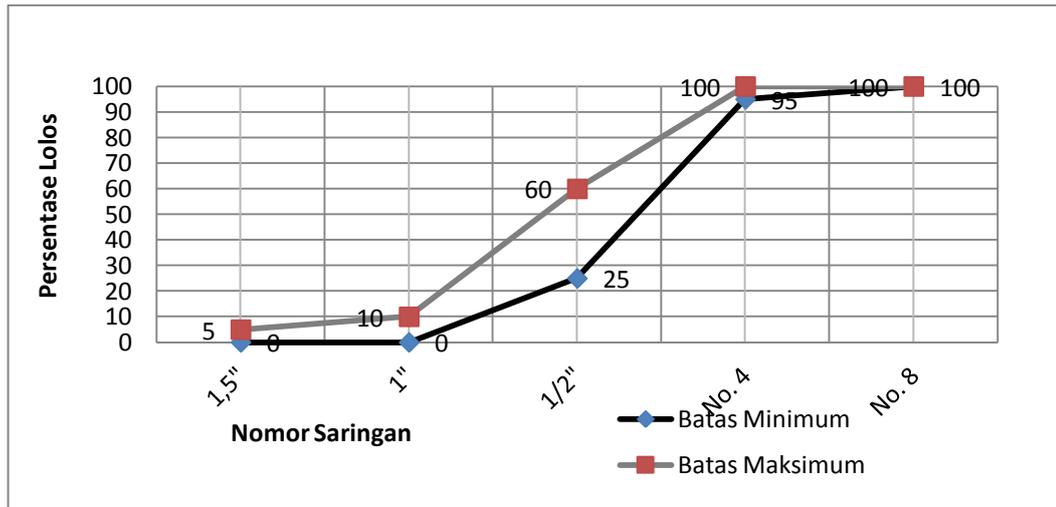
Menurut ASTM C33(1986), agregat kasar untuk beton harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

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 C33 (1986), batas gradasi agregat kasar dengan diameter agregat maksimum 37,5 mm dapat dilihat dalam Tabel 2.4 dan dijelaskan melalui Gambar 2.1 agar lebih memudahkan pemahaman.

Tabel 2.3: Batas gradasi agregat kasar (ASTM C33, 1986).

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
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 (ASTM C33,1986).

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

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

2.2.2.2 Agregat Halus

Menurut ASTM 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:

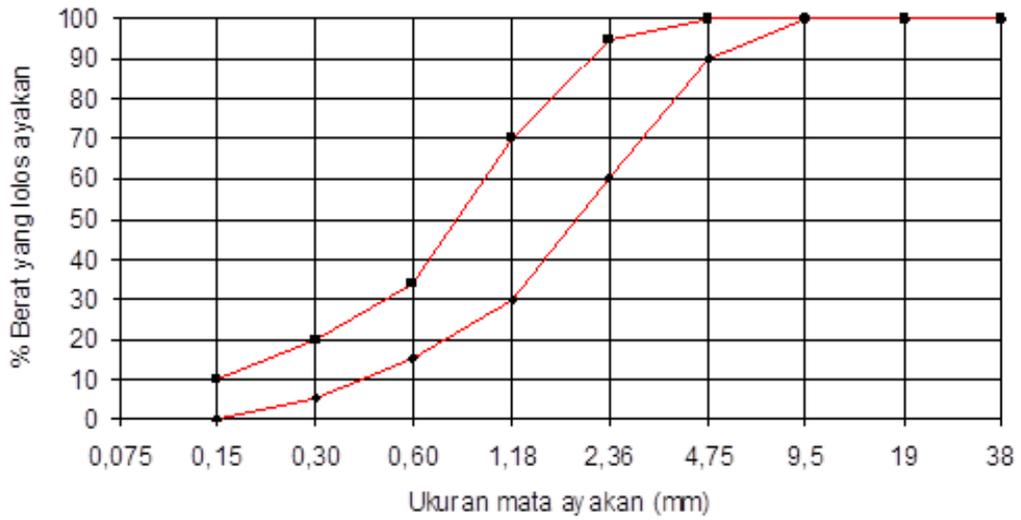
1. Ada atau tidaknya bahan campuran yang terkandung di dalam pasir, misalnya pasir yang berasal dari sungai biasanya banyak mengandung lumpur dan bahan organik.
2. Butiran pasir harus cukup keras, maksudnya butiran pasir ini tidak hancur atau pecah karena perubahan cuaca.
3. Melakukan analisa saringan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

SNI 03-2834-2000 memberikan syarat-syarat untuk agregat halus yang diadopsi dari *British Standar* di Inggris. Agregat halus dikelompokkan dalam empat zona (daerah) seperti dalam Tabel 2.2. Tabel tersebut dijelaskan dalam Gambar 2.1 sampai Gambar 2.4 untuk mempermudah pemahaman.

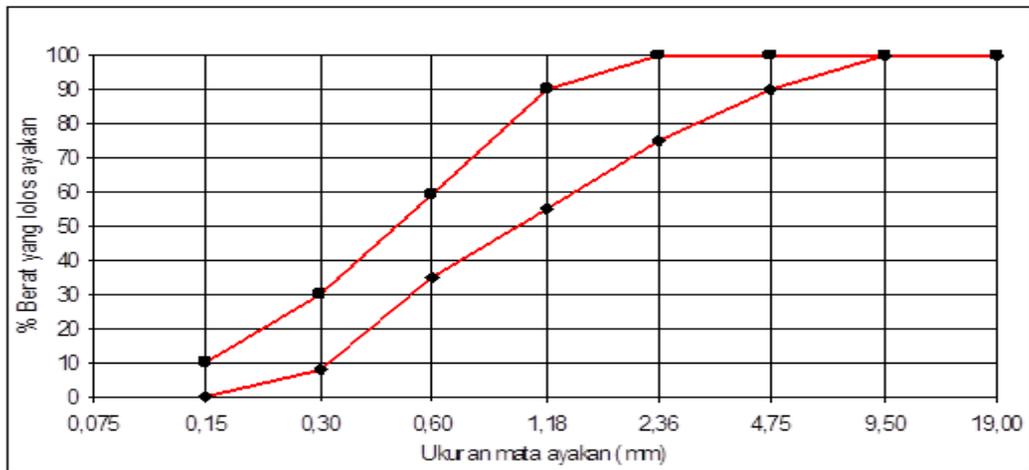
Tabel 2.4: Batas gradasi agregat halus (SNI 03-2834-2000).

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

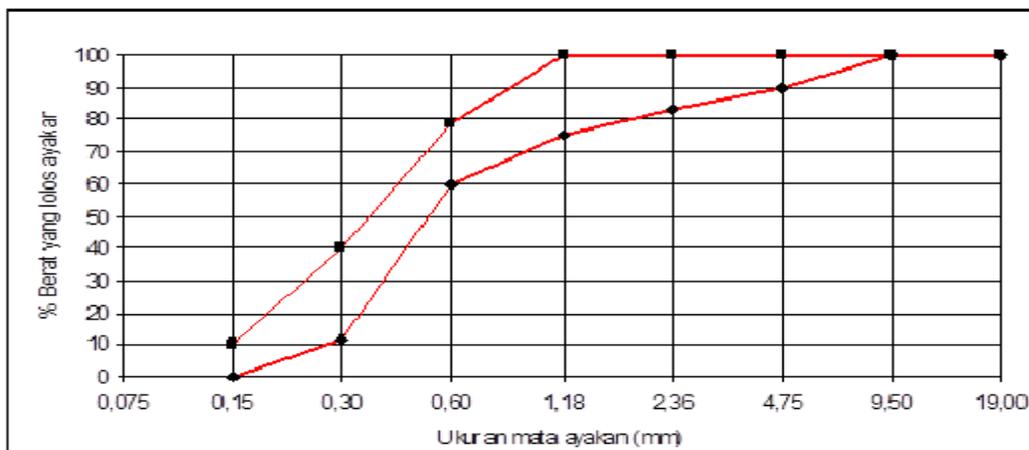
Keterangan : - Daerah Gradasi I = Pasir Kasar
 - Daerah Gradasi II = Pasir Agak Kasar
 - Daerah Gradasi III = Pasir Agak Halus
 - Daerah Gradasi IV = Pasir Halus



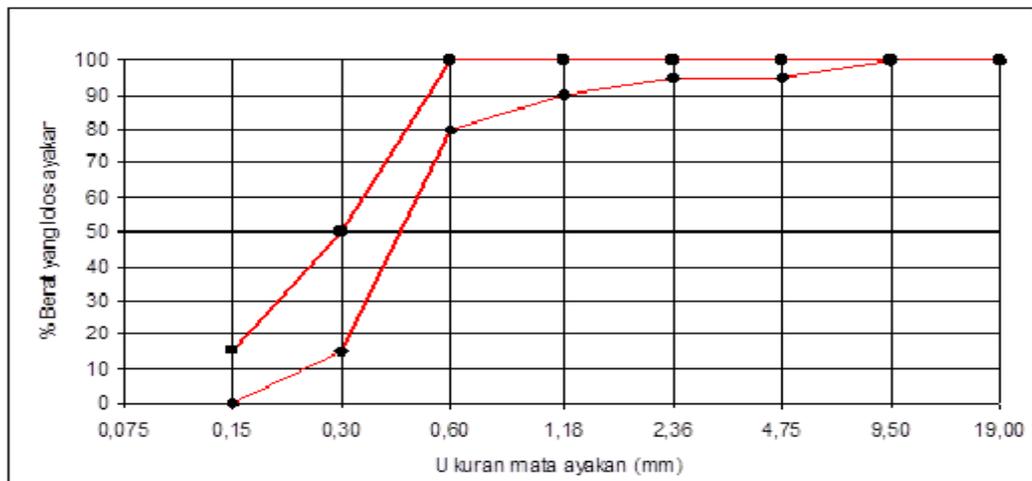
Gambar 2.2: Grafik daerah gradasi pasir kasar (SNI 03-2834-2000).



Gambar 2.3: Grafik daerah gradasi pasir sedang (SNI 03-2834-2000).



Gambar 2.4: Grafik daerah gradasi pasir agak halus (SNI 03-2834-2000).



Gambar 2.5: Daerah gradasi pasir halus (SNI 03-2834-2000).

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 gram – 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-03-2874 (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_4 , dimana ppm adalah singkatan dari *part per million* 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 (Tjokrodinuljo, 1996).

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 (SO_4)	1000 ppm
Total solid	50000 ppm

2.2.4 Abu 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 (Fe_2O_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* (Fe_3O_4), *hematit* (Fe_2O_2), *geothit* ($\text{FeO}(\text{OH})$), *limonit* ($\text{FeO}(\text{OH})_n(\text{H}_2\text{O})$) atau *siderit* (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 silinder.

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 5% dan 10% abu besi sebagai pengganti sebagian dari berat semen. Kandungan besi (Fe_2O_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 abu 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.

2.2.5 Zat Admixture Retarder

Bahan tambahan (*admixture*) POZZOLITH[®] 100Ri adalah bahan tambahan yang berfungsi sebagai *Retarder and Water Reducing* dimana dapat mengurangi jumlah air pencampur yang diperlukan untuk menghasilkan beton dan memperlambat waktu pengikatan beton. Adapun alasan kenapa menetapkan permasalahan yang ingin teliti terhadap bahan tambah (*admixture*) POZZOLITH[®] 100Ri adalah karena bahan ini dapat menjadi solusi bila temperatur udara panas serta jarak tempuh ke lokasi pengecoran cukup jauh, maka saya ingin mengetahui pengaruh penambahan POZZOLITH[®] 100Ri terhadap nilai kuat tekan beton.

Pada penelitian Sofiyon J. P. Manik. (2008) pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari. Untuk percobaan beton yang diuji ada 5 versi yaitu satu campuran beton normal dan empat beton variasi penambahan admixture POZZOLITH[®]100Ri sebesar 0,2%; 03%; 04% dan 1% dari berat semen. Hasil pengujian kuat tekan umur 28 hari dapat dilihat pada Tabel 2.6:

Tabel 2.6: Hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari untuk variasi pemakaian POZZOLITH[®]100Ri

Variasi Penambahan	Simbol	No Benda Uji	Berat (Kg)	Berat Jenis (Kg/m ³)	Rata – rata	Bahan Tekan (ton)	Tegangan (Kg/cm ³)	Rata – rata
0%	BN	1	12,7	2396,792	2384,21	54	306,73	302,34
		2	12,6	2377,919		53,2	301,20	
		3	12,6	2377,919		53	300,07	
0,2%	PV-1	1	12,8	2415,664	2415,66	56,8	321,59	317,81
		2	12,8	2415,664		55,2	312,53	
		3	12,8	2415,664		56,4	319,32	
0,3%	PV-2	1	12,9	2434536	2440,82	60	339,70	337,06
		2	12,8	2415,664		58,8	332,91	
		3	13,1	2472,281		59,8	338,57	
0,4%	PV-3	1	12,9	2434536	2459,70	63	356,69	355,56
		2	13,2	2491,154		63,4	358,95	
		3	13,0	2453,409		62	351,03	
1%	PV-4	1	13,1	2472,281	2478,57	55,8	315,92	315,17
		2	13,1	2472,281		55,2	312,53	
		3	13,2	2491,154		56	317,06	

Pengaruh penambahan *admixture* POZZOLITH[®]100Ri terhadap kuat tekan beton dapat dilihat pada grafik Gambar 2.6.



Gambar 2.6. Grafik Hubungan Penambahan POZZOLITH[®] Dan Kuat Tekan Beton Pada Umur 28 Hari

Tabel 2.7: Persentase Peningkatan Kuat Tekan Beton Inovasi Terhadap Beton Normal

No.	Kadar Penambahan <i>Admixture</i>	Persentase Kenaikan Kuat Tekan (%)
1	0,2%	5,119%
2	0,3%	11,486%
3	0,4%	17,603%
4	1,0%	4,245%

Tabel 2.8: Pemeriksaan Nilai *Slump* Dengan Peningkatan Pemakaian *Admixture*

Variasi Pemakaian	Nilai <i>Slump</i> (cm)
0,0%	11
0,2%	10
0,3%	8,5
0,4%	7
1,0%	2

2.3 Penyerapan Air Pada Beton

Penyerapan air (*water absorption*) adalah banyak air yang dapat diserap oleh beton yang sudah jadi dari kondisi kering kondisi lapangan hingga kondisi basah pada saat perendaman 28 hari. Beton pada umumnya yang baik yaitu beton dengan penyerapan air yang sangat minim sehingga tidak mempengaruhi beton yang sudah jadi. Untuk perhitungan penyerapan air pada beton dapat digunakan Persamaan 2.1.

$$\frac{B_k - B_o}{B_o} \times 100\% \quad (2.1)$$

Dengan:

B_k = Berat contoh beton kering awal.

B_o = Berat contoh kering akhir.

2.4 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 dihasilkan sebesar:

$$f \text{ (saat pengujian)} = \frac{P}{A} \quad (2.2)$$

Dimana:

f (saat pengujian) = kuat tekan saat pengujian (kg/cm²).

P = Beban tekan (kg).

A = Luas penampang (cm²).

Menurut ASTM C-39 (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 2.9.

Tabel 2.9: 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 %
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 kuta tekan dapat destimasi dengan cara membagi hasil kuat tekan pada umur tertentu dibagi dengan koefesien kuat tekan sesuai jumlah umur pengujian.

Estimasi kuat tekan dilakukan terhadap kuat tekan umur 28 hari:

$$f \text{ (estimasi 28 hari)} = \frac{f(\text{saat pengujian})}{\text{koefesien}} \quad (2.3)$$

Dimana:

f (estimasi 28 hari) = kuat tekan estimasi 28 hari (kg/cm²)

f (saat pengujian) = kuat tekan saat pengujian (kg/cm²)

koefisien = koefisien dari umur beton

Koefisien dari umur beton diperoleh dari jumlah hari beton selesai dicetak hingga beton di tes kuat tekannya. Pada Tabel 2.10 dijelaskan beberapa koefisien umur hari pada beton.

Tabel 2.10: Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur (Tjokrodimuljo, 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

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 dalampencetakan 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. Ada batas-batas dalam hal ini, nilai FAS yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun.

Umumnya nilai FAS minimum yang diberikan sekitar 0.4 dan maksimum 0.65 (Mulyono, 2004). 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).

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 03-2834-2000.

4. Sifat agregat

Sifat agregat yang paling berpengaruh terhadap kekuatan beton adalah:

- Kekasaran permukaan: pada agregat dengan permukaan kasar akan terjadi ikatan yang baik antara pasta semen dengan agregat tersebut.
- Kekerasan agregat kasar.
- Gradasi agregat.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Bagan Alir Penelitian

3.1.1. Metodologi Penelitian

Metodologi merupakan suatu cara atau langkah yang digunakan untuk memecahkan suatu permasalahan dengan mengumpulkan, mencatat, mempelajari dan menganalisa data yang diperoleh.

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

1. Data primer

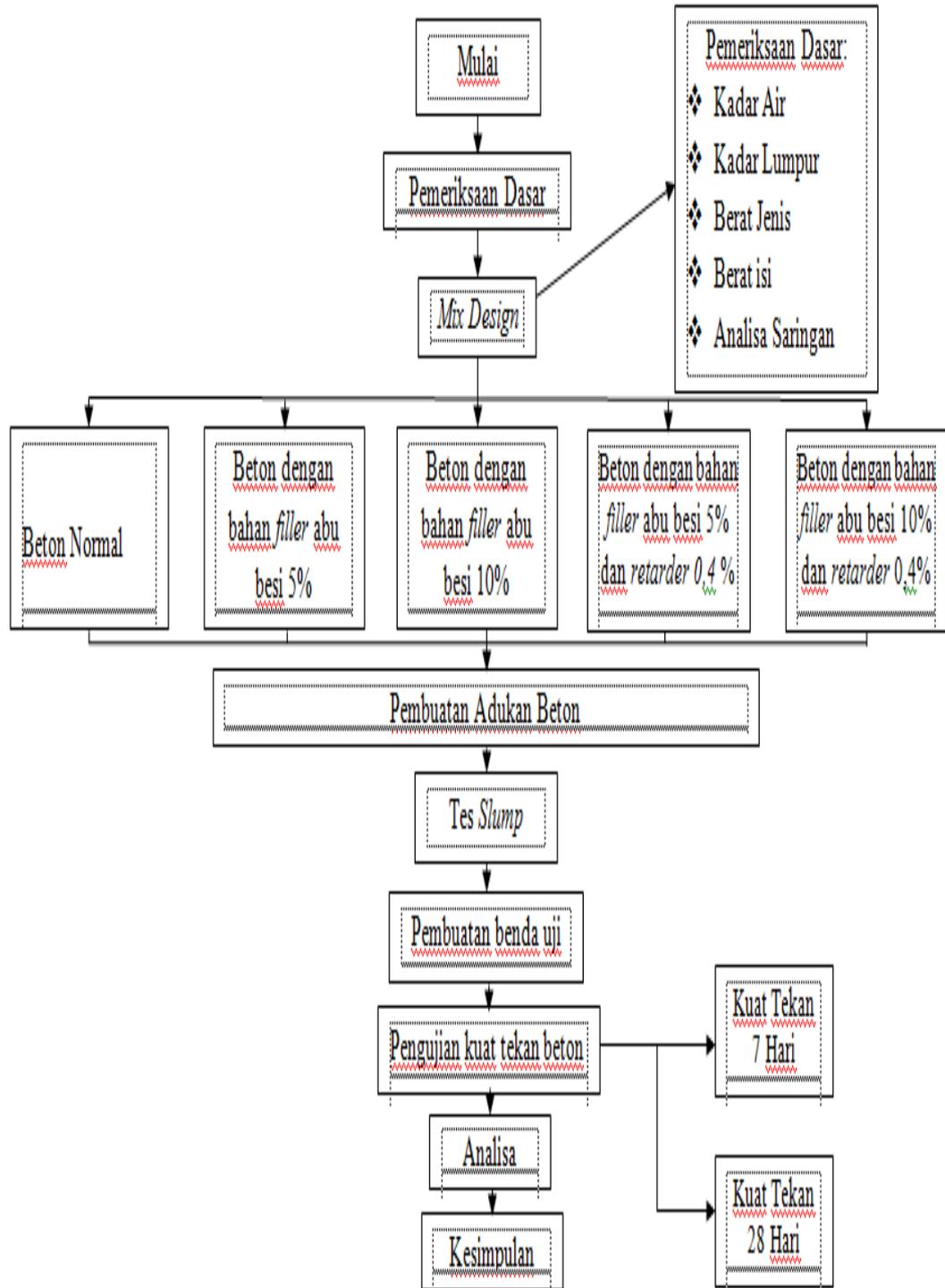
Data yang diperoleh dari hasil perhitungan di laboratorium seperti:

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

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 *aditive*, SNI-03-2834 (2000), PBI (Peraturan Beton Indonesia), ASTM 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



Gambar 3.1: Bagan Metodologi Penelitian

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dimulai pada bulan 6 Februari 2018 hingga 6 Juni 2018. Penelitian dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

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 Padang 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 dengan ukuran 38.1 mm yang diperoleh dari daerah Binjai.

d. Air

Air yang digunakan berasal dari PDAM Tirtanadi Medan.

e. Abu Besi

Diperoleh dari sisa pemotongan besi.

f. Retarder

Zat *additive retarder* diperoleh dari *batching plant* PT.KERATON (Kreasi Beton)

3.3.2. Peralatan

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

a. Satu set saringan untuk agregat halus dan agregat kasar.

Agregat Halus: No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100, Pan

Agregat Kasar: 1,5", ¾", 3/8", No.4

b. Alat-alat pendukung pengujian material.

- c. Timbangan digital.
- d. Alat pengaduk beton (*mixer*).
- e. Cetakan benda uji berbentuk silinder.
- f. Mesin kompres (*compression test*).
- g. PAN
- h. Mesin *Los Angeles*.

3.4. Persiapan Penelitian

Setelah seluruh material sampai di lokasi 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.

3.5. Pemeriksaan Agregat

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

3.6. Pemeriksaan Agregat Halus

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan/pemeriksaan diantaranya:

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

3.6.1. Kadar Air Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C33 (1985) dan Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas

Muhammadiyah Sumatera Utara 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: Data-data hasil penelitian kadar air agregat halus.

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh SSD dan berat wadah (W1)	701	669	685
Berat contoh kering oven & berat wadah (W2)	691	658	674,5
Berat wadah (W3)	201	169	185
Berat Air (W1-W2)	10	11	10,5
Berat contoh kering (W2-W3)	490	489	489,5
Kadar Air $((W1-W2)/(W2-W3)) \times 100\%$	2,04	2,24	2,14

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU didapat hasil kadar air rata-rata sebesar 2,14%. Percobaan ini dilakukan sebanyak dua kali, percobaan pertama nilai kadar air sebesar 2,04% sedangkan percobaan yang kedua sebesar 2,24% dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu 2,0% – 4,0%.

3.6.2. Kadar Lumpur Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C33 (1985) dan Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara 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: Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat halus.

Agregat Halus Lolos Saringan No.4	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh kering (gr)	500	500	500
Berat contoh setelah dicuci (gr)	478	476	477
Berat Kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (gr)	22	24	23
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (%)	4,4	4,8	4,6

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU didapat hasil kadar lumpur agregat halus rata-rata sebesar 4,6%. Percobaan ini dilakukan sebanyak dua kali, percobaan pertama nilai kadar air sebesar 4,4% sedangkan percobaan yang kedua sebesar 4,4% dan hasil tersebut memenuhi standar PBI 1971 yang telah ditentukan yaitu < 5 %.

3.6.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C33 (1985) dan Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang berat jenis dan penyerapan agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.3 sehingga diketahui berat jenis dan penyerapan agregat halus yang diperiksa. Dari hasil penyelidikan di dapat data-data pada Tabel 3.3 sehingga dapat diketahui nilai berat jenis maupun penyerapan (*absorption*) pada agregat halus yang diteliti. Pada tabel terlampir 3 macam berat jenis, yakni berat jenis contoh semu, berat jenis SSD, dan berat jenis contoh semu. Berat jenis agregat terpenuhi apabila nilai Berat Jenis Contoh Kering < Berat Jenis SSD < Berat Jenis Contoh Semu.

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

Lolos ayakan No. 4	1	2	Rata-rata
Berat contoh SSD (kering permukaan jenuh) (B)	500	500	500
Berat contoh SSD kering oven (110 ⁰ c) Sampai Konstan (E)	491	492	491,5
Berat Piknometer penuh air (D)	655	694,5	677,25
Berat contoh SSD di dalam piknometer penuh air (C)	972	980	976
Berat jenis contoh kering $E / (B + D - C)$	2,68	2,29	2,49
Berat jenis contoh SSD $B / (B + D - C)$	2,73	2,33	2,53
Berat jenis contoh semu $E / (E + D - C)$	2,74	2,38	2,69
Penyerapan (<i>Absorbtion</i>) $[(B - E) / B] \times 100 \%$	1,83	1,63	1,73

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU didapat hasil dari pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus adalah nilai berat jenis contoh SSD rata-rata sebesar 2,53 dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu $Dry < SSD < Semu$ dengan nilai $2,49 < 2,53 < 2,69$ dan penyerapan rata-rata sebesar 1,73 % . Berdasarkan standar ASTM C 128 tentang absorsi yang baik adalah dibawah 2% dari nilai absorsi agregat halus yang diperoleh telah memenuhi syarat.

3.6.4. Berat Isi Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C33 (1985) dan Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang berat isi agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.4 sehingga diketahui berat isi agregat halus yang diperiksa.

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

No.	Pengujian	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Rata-rata
1	Berat contoh & wadah	19765	19978	19875	19872,67
2	Berat wadah	5400	5400	5400	5400
3	Berat contoh	14365	14578	14475	14473
4	Volume wadah	10861,71	10861,71	10861,71	10861,71
5	Berat Isi	1,323	1,342	1,333	1,332

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU didapat hasil berat isi agregat halus rata-rata sebesar $1,332 \text{ gr/cm}^3$ dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu $> 1,2 \text{ kg/m}^3 = 1200 \text{ gr/cm}^3$.

3.6.5. Analisa Saringan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-2000 dan Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang tentang analisa saringan agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.5 dan batas gradasi agregat halus pada Gambar 3.2, sehingga diketahui modulus kehalusan agregat halus yang diperiksa.

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

Nomor Saringan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Berat Total (gr)	%	Tertahan	Lolos
1,5	0	0	0	0	0	100
$\frac{3}{4}$	0	0	0	0	0	100
3/8	0	0	0	0	0	100
No. 4	115	64	179	5,42	5,42	94,58

Tabel 3.5: *Lanjutan*

Nomor Saringan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Berat Total (gr)	%	Tertahan	Lolos
No. 8	170	170	340	10,30	15,73	8427
No. 16	251	230	481	14,58	30,30	69,70
No. 30	207	313	520	15,76	46,06	53,94
No.50	402	650	1052	31,88	77,94	22,06
No. 100	305	150	455	13,79	91,73	8,27
Pan	150	123	273	8,27	100,00	0,00
Total	1600	1700	3300	100		

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU pemeriksaan analisa saringan agregat halus, dari hasil pengujian didapat nilai modulus kehalusan agregat yaitu: 2,67 dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu: 2,60 – 2,90 dalam kategori Pasir Sedang.

Total berat pasir = 3300 gram

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$\text{No.4} = \frac{179}{3300} \times 100\% = 5,42 \%$$

$$\text{No.8} = \frac{340}{3300} \times 100\% = 10,30 \%$$

$$\text{No.16} = \frac{481}{3300} \times 100\% = 14,58 \%$$

$$\text{No.30} = \frac{520}{3300} \times 100\% = 15,76 \%$$

$$\text{No.50} = \frac{1052}{3300} \times 100\% = 31,88 \%$$

$$\text{No.100} = \frac{455}{3300} \times 100\% = 13,79 \%$$

$$\text{PAN} = \frac{273}{3300} \times 100\% = 8,27 \%$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

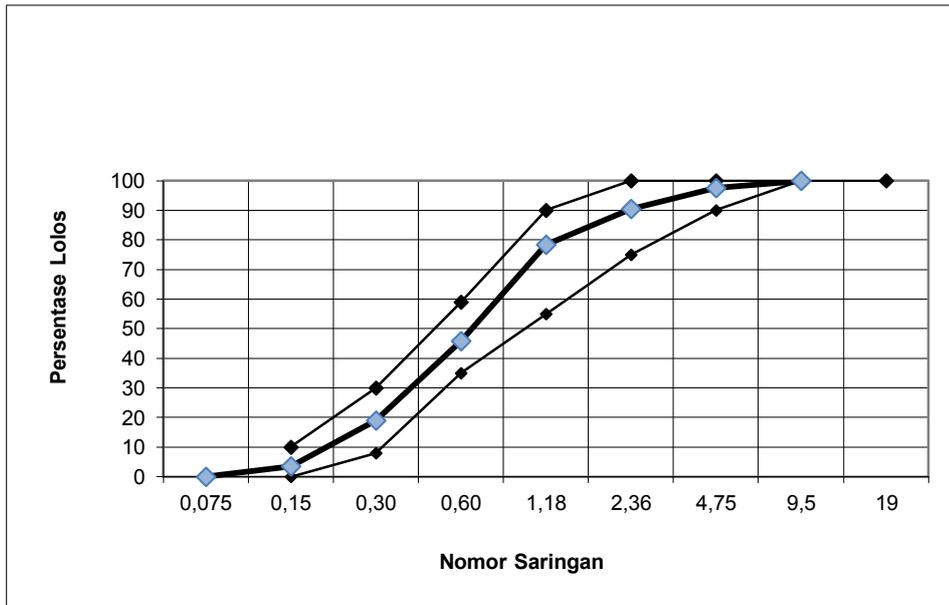
No.4	=	0	+	5,42	=	5,42	%
No.8	=	5,42	+	10,30	=	15,73	%
No.16	=	15,73	+	14,58	=	30,30	%
No.30	=	30,30	+	15,76	=	46,06	%
No.50	=	46,06	+	31,88	=	77,94	%
No.100	=	77,94	+	13,79	=	91,73	%
Pan	=	91,73	+	8,27	=	100,00	%

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 267,18 %

$$\begin{aligned} \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \\ &= \frac{267,18}{100} \\ \text{FM} &= 2,67 \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

No.4	=	100	-	5,42	=	94,58	%
No.8	=	100	-	15,73	=	84,27	%
No.16	=	100	-	30,30	=	69,70	%
No.30	=	100	-	46,06	=	53,94	%
No.50	=	100	-	77,94	=	22,06	%
No.100	=	100	-	91,73	=	8,27	%
Pan	=	100	-	100	=	0,00	%



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

Dari hasil pengujian analisa saringan agregat halus pada Tabel 3.5 diperoleh nilai modulus kehalusan sebesar 2,67 dan dari grafik hasil pengujian diketahui bahwa agregat halus yang diuji termasuk di zona 2 pasir sedang seperti pada Gambar 3.2.

3.7. Pemeriksaan Agregat Kasar

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan/pemeriksaan diantaranya:

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

3.7.1. Kadar Air Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C33 (1985) dan Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang kadar air agregat kasar. Dari hasil

penelitian didapat data-data pada Tabel 3.6 sehingga diketahui kadar air agregat kasar yang diperiksa.

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

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh SSD dan berat wadah (W1)	3831	3026	3429
Berat contoh kering oven & berat wadah (W2)	3811	3011	3411
Berat wadah (W3)	531	527	529
Berat Air (W1-W2)	20	15	17
Berat contoh kering (W2-W3)	3280	2484	2882
Kadar Air $((W1-W2)/(W2-W3)) \times 100\%$	0,609	0,604	0,606

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU didapat hasil kadar air agregat kasar rata-rata sebesar 0,606% dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu 0,6% - 0,65%.

3.7.2. Kadar Lumpur Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C33 (1985) dan Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang kadar lumpur agregat kasar. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.7 sehingga diketahui kadar lumpur agregat kasar yang diperiksa, sehingga dapat diketahui seberapa besar kadar lumpur dari agregat kasar yang diperiksa. Pada tabel dijelaskan nilai kadar lumpur yang didapat dari perbandingan antara berat kotoran agregat kasar yang lolos saringan No. 200 dengan berat kering contoh awal.

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

Agregat Kasar Diameter Maksimum 40mm	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh kering (gr)	1600	1600	1600
Berat contoh setelah dicuci (gr)	1585	1587	1586
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci(gr)	15	13	14
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci(%)	0,94	0,81	0,88

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU didapat hasil kadar lumpur agregat kasar rata-rata sebesar 0,88%. Menurut PBI 1971 hasil pemeriksaan kadar lumpur pada Table 3.7 telah memenuhi syarat <1% .

3.7.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C33 (1985) dan Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara 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-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat kasar.

Pengujian	1	2	Rata-rata
Berat contoh (SSD) kering permukaan jenuh A	3200	3100	3150
Berat contoh (SSD) kering oven (1100) Sampai Konstan C	3175	3078	3126,5
Berat contoh (SSD) di dalam air B	2001	1973	1987
Berat jenis contoh kering $C / (A - B)$	2,65	2,73	2,69
Berat jenis contoh SSD $A / (A - B)$	2,67	2,75	2,71
Berat jenis contoh semu $C / (C - B)$	2,70	2,79	2,74
Penyerapan $[(A - C) / C] 100\%$	0,79	0,71	0,75

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU didapat hasil dari pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar adalah nilai berat jenis contoh SSD rata-rata sebesar 2,70 dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu $Dry < SSD < Semu$ dengan nilai $2,69 < 2,71 < 2,74$. Sedangkan penyerapan rata-rata sebesar 0,75%. Berdasarkan ASTM C 127 nilai ini berada dibawah nilai absorsi agregat kasar maksimum yaitu sebesar 4%.

3.7.4. Berat Isi Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C33 (1985) dan Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara 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 hasil penelitian berat isi agregat kasar.

No.	Pengujian	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Rata- rata
1	Berat contoh & wadah	31456	32458	31350	31754,67
2	Berat wadah	6500	6500	6500	6500
3	Berat contoh	24956	25958	24850	25255
4	Volume wadah	15465,21	15465,21	15465,21	15465,21
5	Berat Isi	1,614	1,678	1,607	1,633

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU didapat hasil berat isi agregat kasar rata-rata sebesar

1,633gr/cm³ dan hasil tersebut memenuhi standaryang telah ditentukan yaitu > 1,125gr

3.7.5. Analisa Saringan Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-2000 dan Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara 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 hasil penelitian analisa saringan agregat kasar.

Nomor Saringan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Berat Total (gr)	%	Tertahan	Lolos
						100
1,5	275	87	362	5,32	5,32	94,68
³ / ₄	1602	642	2244	33,00	38,32	61,68
3/8	1128	1256	2384	35,06	73,38	26,62
No. 4	495	1315	1810	26,62	100,00	0,00
No. 8	0	0	0	0,00	100,00	0,00
No. 16	0	0	0	0,00	100,00	0,00
No. 30	0	0	0	0,00	100,00	0,00
No. 50	0	0	0	0,00	100,00	0,00
No. 100	0	0	0	0,00	100,00	0,00
Pan	0	0	0	0,00	100,00	0,00
Total	3500	3300	6800	100		

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU pemeriksaan analisa saringan agregat kasar, dari hasil pengujian didapat nilai modulus kehalusan agregat yaitu: 7,17 dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu: 5,00–7,50 dalam kategori kerikil (Batu Pecah) ukuran maksimum 40 mm.

Total berat batu pecah = 6800 gram

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$\begin{aligned}
 1,5 &= \frac{362}{6800} \times 100\% = 5,32 \% \\
 \frac{3}{4} &= \frac{2244}{6800} \times 100\% = 33,00 \% \\
 \frac{3}{8} &= \frac{2384}{6800} \times 100\% = 35,06 \% \\
 \text{No. 4} &= \frac{1820}{6800} \times 100\% = 26,62 \%
 \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

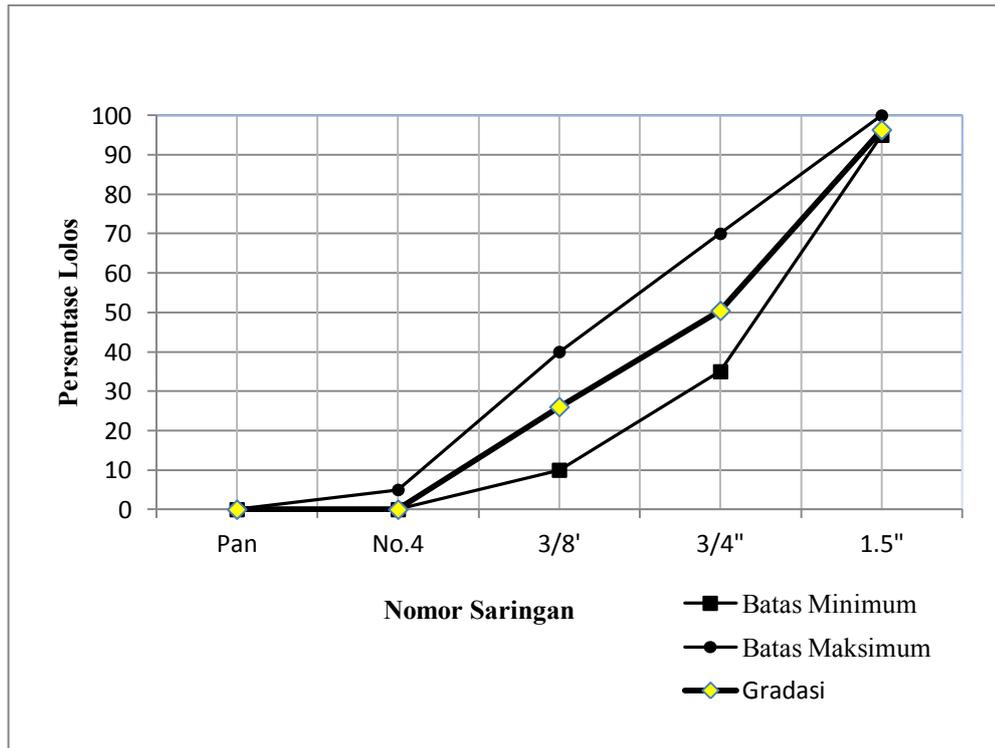
$$\begin{aligned}
 1,5 &= 0 + 5,32 = 5,32 \% \\
 \frac{3}{4} &= 5,32 + 33,00 = 38,32 \% \\
 \frac{3}{8} &= 38,32 + 35,06 = 73,38 \% \\
 \text{No.4} &= 73,38 + 26,62 = 100,00 \%
 \end{aligned}$$

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 717,02

$$\begin{aligned}
 \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \\
 &= \frac{717,02}{100} \\
 \text{FM} &= 7,17
 \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

$$\begin{aligned}
 1,5 &= 100 - 5,32 = 94,68 \% \\
 \frac{3}{4} &= 100 - 38,32 = 61,68 \% \\
 \frac{3}{8} &= 100 - 73,38 = 26,62 \% \\
 \text{No.4} &= 100 - 100 = 0,00 \%
 \end{aligned}$$



Gambar 3.3: Grafik gradasi agregat kasardiameter maksimum 40 mm.

Dari hasil pengujian analisa saringan agregat halus pada Tabel 3.10 diperoleh nilai modulus kehalusan sebesar 7,17 dan dari grafik hasil pengujian diketahui bahwa batas gradasi batu pecah sebagai agregat kasar dengan kriteria berdiameter maksimum 40 mm dapat dilihat pada Gambar 3.3.

3.7.6. Keausan Agregat Dengan Mesin *Los Angeles*

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C33 (1982) 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 = 5000gr
- Berat sample setelah pengujian = 3885 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.

No. Saringan	Berat awal (gr)	Berat akhir (gr)
37,5 (1,5 in)	-	-
19,1 (3/4 in)	-	-
12,5 (1/2 in)	2500	1141
9,50 (3/8 in)	2500	1260
4,75 (No. 4)	-	955
2,36 (No. 8)	-	351
1,18 (No. 16)	-	-
0,60 (No. 30)	-	-
0,30 (No. 50)	-	-
0,15 (No. 100)	-	-
Pan	-	178
Total	5000	3885
Berat lolos saringan No. 12		1115
<i>Abrasion (Keausan) (%)</i>		22,30%

$$\begin{aligned} \text{Keausan} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{5000 - 3885}{5000} \times 100\% = 22,30\% \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU Nilai ketahanan agregat kasar terhadap keausan pada hasil pengujian diatas adalah 22,30% dan hasil tersebut telah memenuhi standar PBI 1971 yang telah ditentukan yaitu lebih kecil dari 50%.

3.8 Perencanaan Pembuatan Campuran Beton Standar Menurut SNI 03-2834-2000

Langkah-langkah pokok cara perancangan menurut standar ini ialah:

1. Kuat tekan beton yang disyaratkan sudah ditetapkan 27,5 MPa untuk umur 28 hari.
2. Faktor pengali untuk standar deviasi dengan hasil uji < 30 dapat dilihat pada Tabel 3.12. pada tabel ini kita dapat langsung mengambil nilai standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang akan dicetak.

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai deviasi} &= f'_c + 12 & (3.1) \\
 &= 27,5 + 12 \\
 &= 39,5 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Tabel 3.12: Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia (SNI 03-2834-2000).

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

3. Nilai tambah (margin) 5,6 MPa berdasarkan Tabel 3.13.

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai tambah (m)} &= f'_c + 5,6 & (3.1) \\
 &= 27,5 + 5,6 \\
 &= 33,1 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Tabel 3.13: 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. Menentukan kuat tekan rata-rata yang ditargetkan :

$$\begin{aligned}
 f'_{cr} &= f'_c + \text{nilai deviasi} + m \\
 f'_{cr} &= 27,5 + 12 + 5,6
 \end{aligned}$$

$$f_{cr} = 45,1 \text{ MPa}$$

5. Jenis Semen yang digunakan adalah PPC Tipe I.

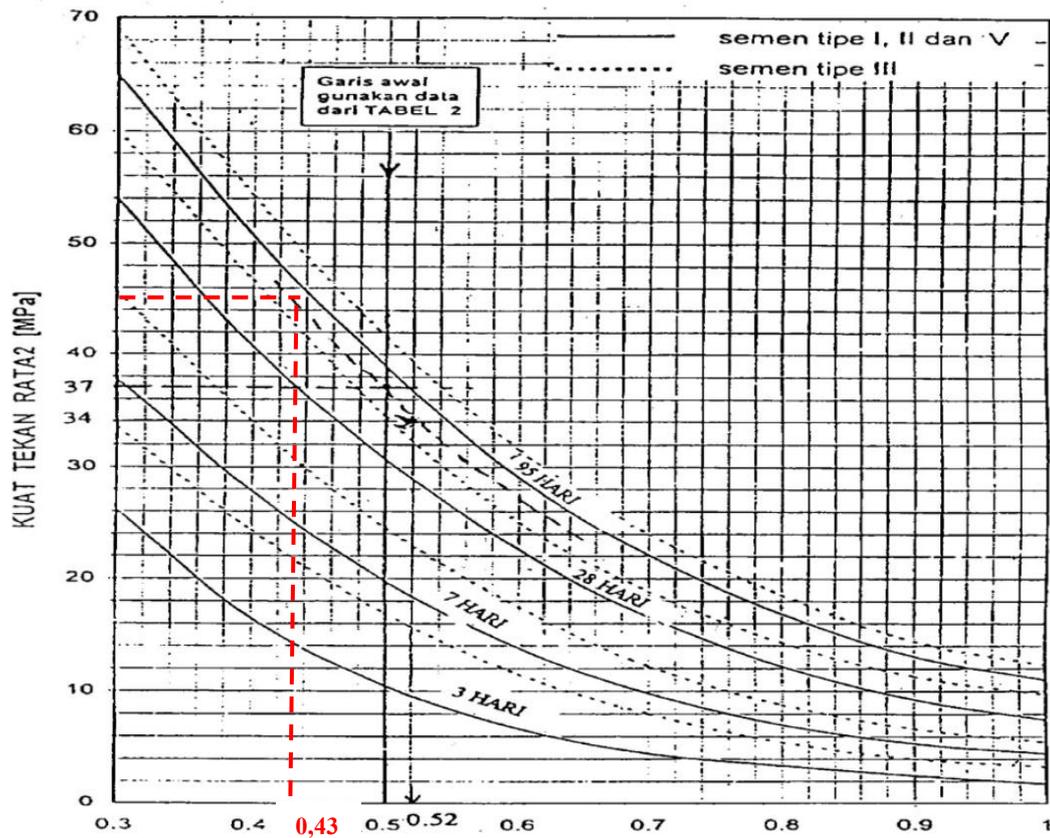
6. Jenis agregat diketahui:

– Agregat halus alami = Pasir (Binjai)

– Agregat kasar = Batu Pecah (Binjai)

7. Penetapan nilai faktor air semen bebas:

Diketahui untuk jenis agregat kasar berupa batu pecah, dan menggunakan semen portland tipe I untuk kekuatan tekan umur 28 hari dengan bentuk benda uji berupa silinder diperoleh kekuatan tekan sebesar 37 MPa. Harga ini dipakai untuk membuat kurva pada Gambar 3.4 untuk mencari faktor air semen beton yang direncanakan dengan cara berikut ini: Dari titik kekuatan tekan sebesar 37 MPa, menarik garis datar hingga memotong garis utama yang menunjukkan faktor air semen 0,50. Melalui titik potong ini lalu menggambar kurva yang berbentuk sama dengan kurva umur 28 hari disebelah atas dan di sebelah bawahnya (garis putus-putus). Kemudian dari titik kekuatan tekan beton yang direncanakan sebesar 45,1 MPa menarik garis datar hingga memotong kurva garis putus-putus tadi. Dari titik potong ini, kemudian menarik garis tegak lurus ke bawah hingga memotong sumbu x (absiska) dan membaca faktor air semen yang diperoleh yaitu 0,43.



Gambar 3.4 Faktor air semen bebas.

8. Faktor air semen maksimum dalam hal ini ditetapkan 0,60.

Dalam faktor air semen yang diperoleh dari Gambar 3.4 tidak sama dengan yang ditetapkan, untuk perhitungan selanjutnya memakai harga faktor air semen yang lebih kecil.

9. *Slump* ditetapkan setinggi 60 – 180 mm.
 10. Ukuran agregat maksimum: Ditetapkan 40 mm
 11. Jumlah kadar air bebas:

Pada Tabel 3.14 untuk agregat gabungan yang berupa campuran antara pasir alami dan kerikil/batu pecah dengan nilai slump 60-180 mm dan baris ukuran agregat maksimum 40 mm maka kadar air bebas adalah 175 kg/m^3 untuk agregat halus dan 205 kg/m^3 untuk agregat kasar. Maka untuk mencari kadar air bebas dicari dengan persamaan:

$$\text{Kadar air bebas} = \frac{2}{3}W_h + \frac{1}{3}W_k \quad (4.1)$$

$$\text{Kadar air bebas} = \frac{2}{3} 175 + \frac{1}{3} 205$$

Kadar air bebas = 185 Kg/m^3

dengan:

Wh = adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus dan

Wk = adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

Tabel 3.14: Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton (SNI 03-2834-2000).

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

12. Jumlah semen, yaitu: $185 : 0,43 = 430,232 \text{ kg/m}^3$.

13. Nilai jumlah semen maksimum diambil sama dengan poin 12.

14. Jumlah semen minimum ditetapkan 275 kg/m^3 (Tabel 3.15), jika kadar semen yang diperoleh dari perhitungan butir 12 belum mencapai syarat minimum yang ditetapkan, maka harga minimum ini harus dipakai dan faktor air semen yang baru perlu disesuaikan.

Tabel 3.15: Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus (SNI 03-2834-2000).

Lokasi	Jumlah Semen minimum per m^3 beton (kg)	Nilai faktor Air-Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan:		
Keadaan keliling non-korosif	275	0,60
Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52

Tabel 3.15 : *Lanjutan*

Lokasi	Jumlah Semen minimum per m ³ beton (kg)	Nilai faktor Air-Semen Maksimum
Beton di luar ruangan bangunan: Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk ke dalam tanah: Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah	325	0,55 Lihat Tabel 3.16
Beton yang kontinyu berhubungan: Air tawar Air laut		Lihat Tabel 3.17

Tabel 3.16: Ketentuan untuk beton yang berhubungan dengan air tanah mengandung sulfat (SNI 03-2834-2000).

Kadar sulfat	Konsentrasi Sulfat sebagai SO ₂			Tipe Semen	Kandungan semen minimum ukuran nominal agregat maksimum (kg/m ³)			Fas
	Kurang dari 0,2	Kurang dari 1,0	Kurang dari 0,3		80	300	350	
1.	Kurang dari 0,2	Kurang dari 1,0	Kurang dari 0,3	Tipe I dengan atau tanpa <i>Pozolan</i> (15-40%)	80	300	350	0,5
2.	0,2 - 0,5	1,0 - 0,9	0,3 - 1,2	Tipe I dengan atau tanpa <i>Pozolan</i> (15-40%)	290	330	350	0,5

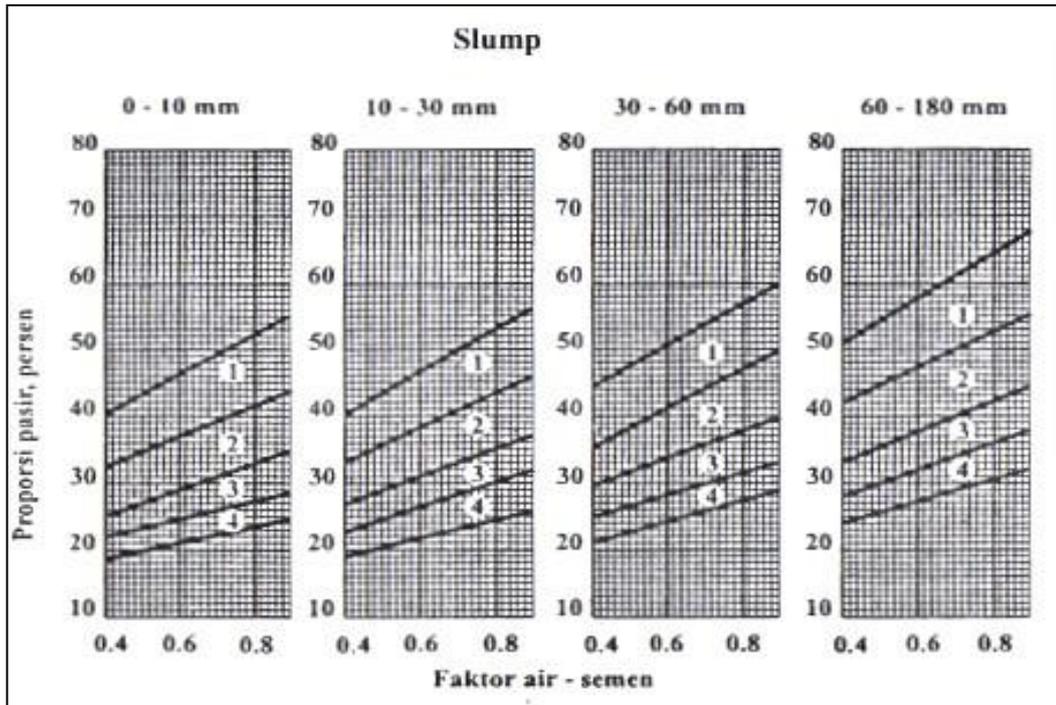
Tabel 3.16: *Lanjutan*

Kadar sulfat	Konsentrasi Sulfat sebagai SO ₂			Tipe Semen	Kandungan semen			Fas
					minimum	ukuran nominal	agregat maksimum (kg/m ³)	
				Tipe I <i>Pozolan</i> (15-40%) atau Semen <i>Portland Pozolan</i>	270	310	360	0,55
				Tipe II atau Tipe V	250	290	340	0,55
3.	0,5 – 1	1,9 – 3,1	1,2 – 2,5	Tipe I <i>Pozolan</i> (15-40%) atau Semen <i>Portland Pozolan</i>	340	380	430	0,45
				Tipe II atau Tipe V	290	330	380	0,50
4.	1,0 – 2,0	3,1 – 5,6	2,5 – 5,0	Tipe II atau Tipe V	330	370	420	0,45
5.	Lebih dari 2,0	Lebih dari 5,6	Lebih dari 5,0	Tipe II atau Tipe V Lapisan Pelindung	330	370	420	0,45

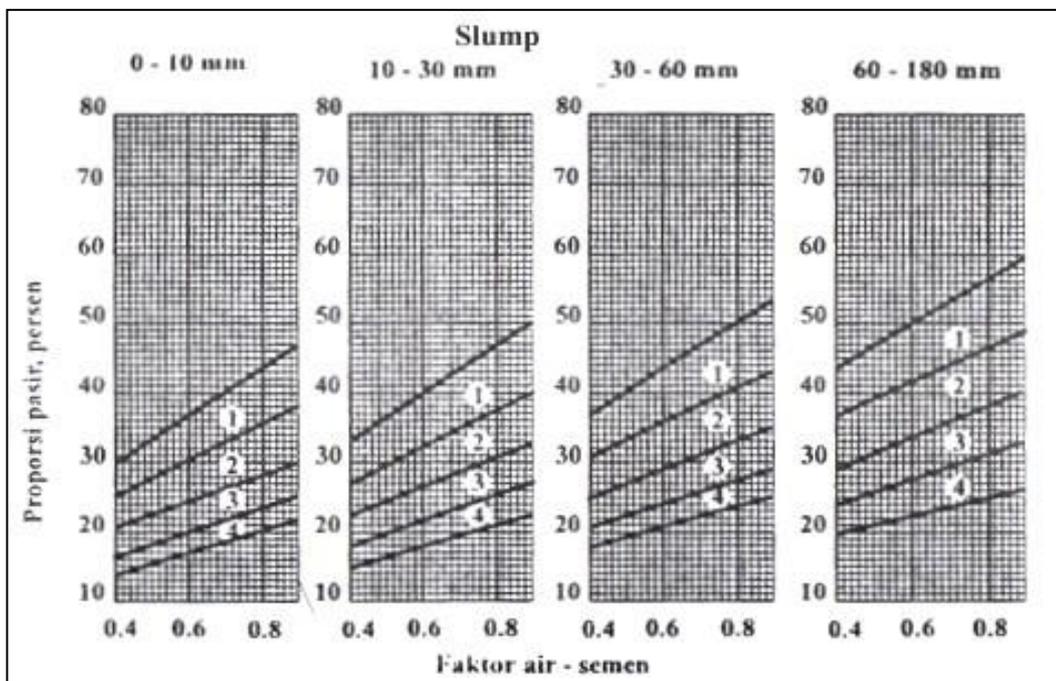
Tabel 3.17: Ketentuan minimum untuk beton bertulang kedap air (SNI 03-2834-2000).

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

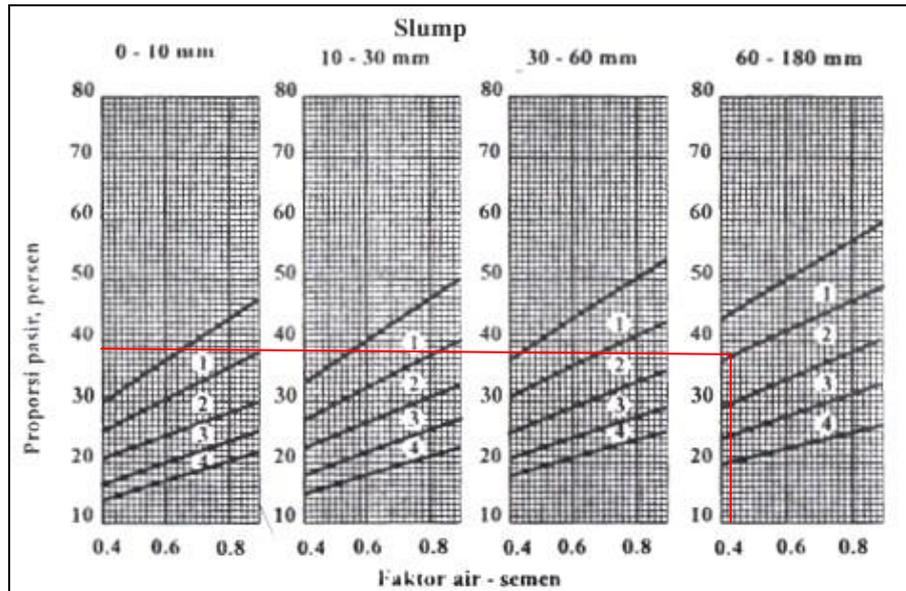
15. Faktor air semen yang disesuaikan, dalam hal ini dapat diabaikan oleh karena syarat minimum kadar semen sudah dipenuhi.
16. Susunan besar butir agregat butir halus ditetapkan pada gradasi pasir pada Gambar 3.2.
17. Susunan besar butir agregat butir kasar ditetapkan pada gradasi kerikil pada Gambar 3.3.
18. Ukuran Agregat maksimum sebesar 40 mm maka menggunakan Gambar 3.7. Persen agregat halus dari 4,75 mm ini dicari dalam Gambar 3.7 pada nilai slump 60-180 mm dan nilai faktor air semen 0,43. Bagi agregat halus/pasir yang termasuk daerah susunan No.2 diperoleh nilai 39% . Seperti yang akan dijelaskan pada Gambar 4.2.



Gambar 3.5: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm (SNI 03-2834-2000).



Gambar 3.6: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm (SNI 03-2834-2000).

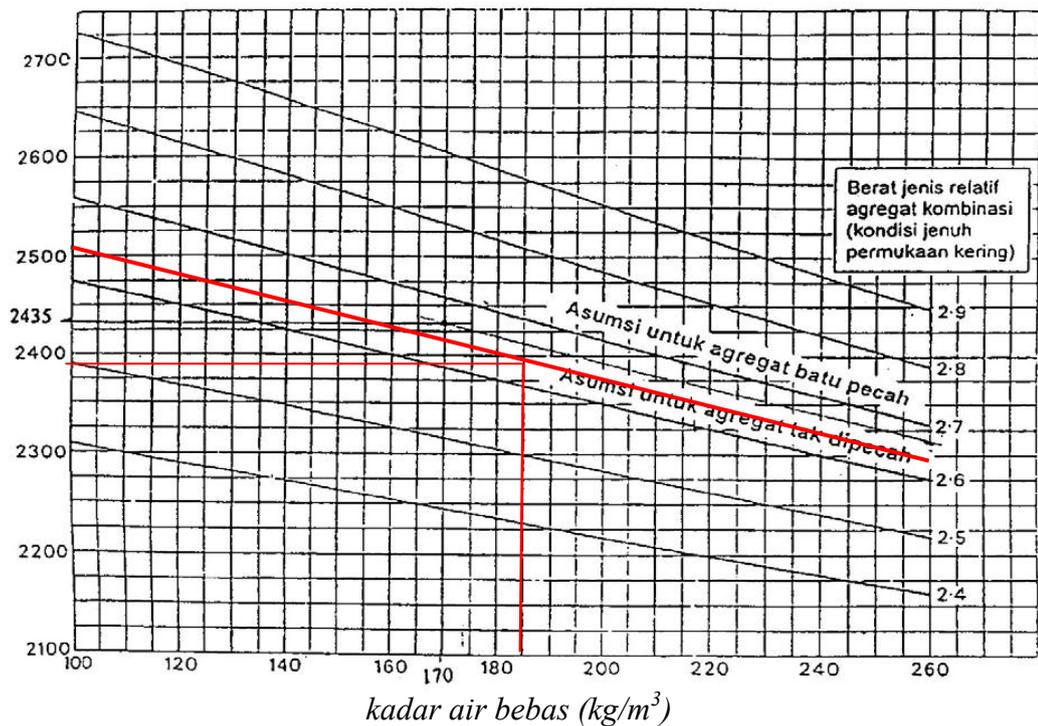


Gambar 3.7: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm (SNI 03-2834-2000).

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:

– BJ agregat halus gabungan = $(0,39 \times 2,53) + (0,61 \times 2,71) = 2,64$

20. Berat isi beton diperoleh dengan cara menarik garis yang sesuai dengan nilai berat jenis agregat gabungan, yaitu 2,64. Titik potong garis yang tegak lurus menunjukkan kadar air bebas, dalam hal ini 185 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 2397 kg/m^3 . Yang dijelaskan seperti Gambar 3.8.



Gambar 3.8: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat beton (SNI 03-2834-2000).

21. Kadar air gabungan adalah berat jenis beton dikurang jumlah kadar semen dan kadar air, perhitungannya sebagai berikut:

$$2397 - (430,232 + 185) = 1781,768 \text{ kg/m}^3$$

22. Kadar agregat halus adalah persen agregat halus dikali kadar agregat gabungan, perhitungannya sebagai berikut:

$$0,39 \times 1781,768 = 694,889 \text{ kg/m}^3$$

23. Kadar agregat kasar adalah kadar agregat gabungan dikurang kadar agregat halus, perhitungannya sebagai berikut:

$$1781,768 - 694,889 = 1081,879 \text{ kg/m}^3$$

24. Proporsi campuran dari langkah no. 1 hingga no. 23 kita dapatkan susunan campuran beton teoritis untuk tiap m^3 sebagai berikut:

- Semen = 430,232 kg/m^3
- Agregat halus = 694,889 kg/m^3
- Agregat kasar = 1081,879 kg/m^3
- Air = 185 kg/m^3

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

– Agregat kasar

$$D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} = 1081,879 + (0,606 - 0,75) \times \frac{1081,879}{100}$$

$$= 1080,321 \text{ kg}$$

– Agregat halus

$$C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} = 694,889 + (2,14 - 1,73) \times \frac{694,889}{100}$$

$$= 697,738 \text{ kg}$$

– Air

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

$$= 185 - (2,14 - 1,73) \times \frac{694,889}{100} - (0,606 - 0,74) \times \frac{1081,879}{100}$$

$$= 180,593 \text{ kg}$$

Maka didapat total untuk:

- Semen = 430,232 kg
- Agregat halus = 697,738 kg
- Agregat kasar = 1080,321 kg
- Air = 180,593 kg

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

Semen	:	Pasir	:	Batu Pecah	:	Air
430,232 kg	:	697,738 kg	:	1080,321 kg	:	180,593 kg
1	:	1,621	:	2,511	:	0,42

❖ Untuk satu benda uji (kg)

Menggunakan cetakan silinder dengan ukuran:

$$\text{Tinggi} = 30 \text{ cm}$$

$$\text{Diameter} = 15 \text{ cm}$$

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

Maka :

◆ Semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$\begin{aligned}&= \text{banyak semen} \times \text{volume silinder} \\ &= 430,232 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3 \\ &= 2,280 \text{ kg}\end{aligned}$$

◆ Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$\begin{aligned}&= \text{banyak pasir} \times \text{volume silinder} \\ &= 697,738 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3 \\ &= 3,698 \text{ kg}\end{aligned}$$

◆ Batu Pecah yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$\begin{aligned}&= \text{banyak batu pecah} \times \text{volume silinder} \\ &= 1080,321 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3 \\ &= 5,7267 \text{ kg}\end{aligned}$$

◆ Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$\begin{aligned}&= \text{banyak air} \times \text{volume silinder} \\ &= 180,593 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3 \\ &= 0,957 \text{ kg}\end{aligned}$$

Perbandingan campuran untuk 1 benda uji:

Semen	:	Pasir	:	Batu Pecah	:	Air
2,280 kg	:	3,698 kg	:	5,726 kg	:	0,957kg
1	:	1,621	:	2,511	:	0,42

3.9. Pelaksanaan Penelitian

3.9.1. Trial Mix

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

3.9.2. Pembuatan Benda Uji

Benda uji dibuat menggunakan cetakan berbentuk silinder yang berjumlah 40 buah. Proses pembuatan benda uji ditunjukkan dengan gambar pada lampiran.

3.9.3. Pengujian *Slump*

Pengujian *slump* dilakukan berdasarkan standar yang telah ditetapkan.

3.9.4. Perawatan Beton

Setelah beton dikeluarkan dari cetakan, dilakukan perawatan dengan cara perendaman dalam air sampai saat uji kuat tekan dilakukan, yaitu pada umur 7 dan 28 hari.

3.9.5. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian dilakukan menggunakan mesin uji tekan dengan kapasitas 1500 KN. Sebelum ditekan benda uji ditimbang terlebih dahulu untuk dapat mengetahui berat beton dan persentase penyerapan air pada beton.

BAB 4

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.2 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. Dari hasil percobaan didapati data-data sebagai berikut:

Tabel 4.1: Data *Mix Design* Campuran Beton

	Satuan	Nilai
Berat jenis agregat kasar	gram/cm ³	2,71
Berat jenis agregat halus	gram/cm ³	2,53
<i>Absorbtion</i> agregat halus	%	1,73
<i>Absorbtion</i> agregat kasar	%	0,75
Kadar lumpur agregat kasar	%	0,88
Kadar lumpur agregat halus	%	4,6
Berat isi agregat kasar	gram/cm ³	1,633
Berat isi agregat halus	gram/cm ³	1,332
FM agregat kasar	%	7,17
FM agregat halus	%	2,67
Kadar air agregat kasar	%	0,606
Kadar air agregat halus	%	2,14
Keausan agregat	%	22,30
Nilai <i>slump</i> rencana	mm	60 – 180
Ukuran agregat maksimum	mm	40

Maka, dari data-data diatas kami membuat perencanaan campuran beton (*Mix Design*) yang terlampir pada Tabel 4.1 berdasarkan SNI 03-2834 (2000).

Tabel 4.2: Perencanaan Campuran Beton (SNI 03-28334-2000).

PERENCANAAN CAMPURAN BETON SNI 03-2834-2000			
No	Uraian	Tabel / Gambar perhitungan	Nilai
1.	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji silinder)	Ditetapkan	27,5 Mpa
2.	Deviasi Standar		12 Mpa
3.	Nilai tambah (margin)	-	5,6 Mpa
4.	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	1 + 2 + 3	45,1 Mpa
5.	Jenis semen		Type 1
6.	Jenis agregat: - Kasar - Halus	Ditetapkan Ditetapkan	Batu pecah Binjai Pasir alami Binjai
7.	Faktor air semen bebas	Gambar 4.1	0,43
8.	Faktor air semen maksimum	Ditetapkan	0,60
9.	<i>Slump</i>	Ditetapkan	60-180 mm
10.	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	40 mm
11.	Kadar air bebas	Tabel 2.7	185 kg/ m ³
12.	Jumlah semen	11:7	430,232 kg/ m ³
13.	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan	430,232 kg/ m ³
14.	Jumlah semen minimum	Ditetapkan	275 kg/ m ³
15.	Faktor air semen yang disesuaikan	-	0,43
16.	Susunan besar agregat halus	Gambar 3.1	Daerah Gradasi Zona 2
17.	Susunan agregat kasar atau gabungan	Gambar 3.2	Gradasi Maksimum 40 mm
18.	Persen agregat halus	Gambar 4.2	39%

Tabel 4.2: Lanjutan.

No	Uraian	Tabel / Gambar perhitungan		Nilai	
19.	Berat jenis relatif agregat (jenuh kering permukaan)	Tabel		2,64	
20.	Berat isi beton	Gambar 4.3		2397 kg/ m ³	
21.	Kadar agregat gabungan	20- (12+11)		1781,768 kg/ m ³	
22.	Kadar agregat halus	18 x 21		694,889 kg/ m ³	
23.	Kadar agregat kasar	21-22		1081,879 kg/ m ³	
	Proporsi Campuran	Semen (kg)	Air (kg atau lt)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
24.	- Tiap m ³	430,23	185	694,889	1081,879
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,425	1,615	2,514
	- Tiap benda uji v= 0,0053 m ³ (1 silinder)	2,280	0,981	3,683	5,734
25.	Koreksi proporsi campuran				
	- Tiap m ³	430,23	180,593	697,738	1080,321
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,42	1,621	2,511
	- Tiap benda uji v = 0,0053 m ³ (1 silinder)	2,280	0,957	3,698	5,726

Perencanaan campuran beton digunakan sesuai dengan SNI 03-28334-2000. Dimana yang pertama kali dilakukan adalah menentukan kuat tekan beton yang disyaratkan yaitu 27,5 MPa dengan benda uji berbentuk silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Dimana hal ini nantinya akan dijadikan acuan untuk kuat tekan minimum yang harus dicapai saat uji kuat beton umur 28 hari. Selanjutnya menetapkan standart deviasi yang mengacu pada SNI 03-2834-2000. Karena jumlah pengujian yang akan dilakukan untuk setiap variasi bahan tambah kurang dari 15 benda uji, maka faktor pengali deviasi standart yang digunakan adalah 12

MPa. Dari kuat tekan yang direncanakan kemudian ditambah nilai margin yang mengacu pada Mulyono (2004) pada buku Teknologi Beton, penulis mengambil nilai margin sebesar 5,6 MPa dengan tingkat mutu pekerjaan cukup ini dikarenakan kurang memadainya peralatan yang digunakan saat perencanaan atau pun pembuatan beton.

Adapun nilai *slump* ditetapkan yaitu 60-180 mm. Penetapan nilai *slump* akan berpengaruh langsung terhadap perhitungan jumlah kadar air bebas dan proporsi berat agregat halus yang secara tidak langsung berpengaruh dalam perhitungan untuk mendapatkan proporsi campuran untuk setiap satu benda uji silinder dengan volume 0,0053 m³. Proporsi campuran yang didapat melalui *mix design* selanjutnya akan dijadikan sebagai acuan dalam pembuatan benda uji. Dimana nantinya akan didapatkan berat agregat disetiap nomor saringan, baik agregat halus maupun kasar dengan mengalikan hasil proporsi untuk kebutuhan pencetakan 1 benda uji berbentuk silinder dengan nilai % berat tertahan disetiap nomor saringan dari analisa saringan.

Berdasarkan analisa saringan maka didapat berat untuk masing–masing saringan untuk 1 benda uji. Untuk agregat kasar terlampir pada Tabel 4.2, sedangkan untuk agregat halus terlampir pada Tabel 4.3. Nilai total berat tertahan didapat dari % berat tertahan dikalikan dengan jumlah total agregat yang didapat dari perbandingan.

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

Saringan	% tertahan	Berat tertahan (kg)
1,5"	5,32	0,305
3/4"	33,00	1,889
3/8"	35,06	2,008
No. 4	26,62	1,524
No. 8	0	0
		5,726

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 0,305 kg, saringan 3/4 sebesar 1,889 kg, saringan 3/8 sebesar 2,008 kg dan saringan no 4 sebesar 1,524 kg. Dan total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 5,726 kg.

Tabel 4.4: Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Saringan	% tertahan	Berat tertahan (kg)
3/8"	0	0
No. 4	5,42	0,200
No. 8	10,30	0,381
No. 16	14,58	0,539
No. 30	15,76	0,583
No. 50	31,88	1,179
No. 100	13,79	0,510
Pan	8,27	0,306
		3,698

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 0,200 kg, saringan No 8 sebesar 0,381 kg, saringan No 16 sebesar 0,539 kg, saringan No 30 sebesar 0,583 kg, saringan No 50 sebesar 1,179 kg, saringan No 100 sebesar 0,510 kg, dan pan sebesar 0,306 kg. Dan total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 3,698 kg.

❖ Bahan ganti semen

Untuk penggunaan bahan ganti menggunakan abu besi sebanyak 5% dan 10% dapat dilihat pada Tabel 4.5.

- ◆ Abu yang dibutuhkan sebanyak 5% untuk 1 benda uji
= persentase campuran x berat semen

$$= \frac{5}{100} \times 2,280$$

$$= 0,114 \text{ kg}$$

Maka, semen yang digunakan untuk 1 buah benda uji adalah sebanyak

$$= 2,280 - 0,114$$

$$= 2,166 \text{ kg}$$

- ◆ Abu yang dibutuhkan sebanyak 10% untuk 1 benda uji

= persentase campuran x berat semen

$$= \frac{10}{100} \times 2,280$$

$$= 0,228 \text{ kg}$$

Maka, semen yang digunakan untuk 1 buah benda uji adalah sebanyak

$$= 2,280 - 0,228$$

$$= 2,052 \text{ kg}$$

Tabel 4.5: Banyak abu besi dan semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji dan 40 benda uji.

Variasi Campuran	Berat Abu Besi (kg)	Berat Semen	Berat Semen Untuk 1 Benda Uji (kg)	Berat Semen Untuk 40 Benda Uji (kg)
Normal	0	2,280	2,280	18,240
5% Abu Besi	0,135	2,280	2,166	34,656
10% Abu Besi	0,271	2,280	2,052	32,832

Berdasarkan Tabel 4.5 menjelaskan jumlah penggunaan bahan ganti abu besi dan semen sebesar 5 % adalah 0,114 kg untuk berat abu besidan 2,166 kg untuk berat semen, jumlah bahan ganti abu besi dan semen sebesar 10 % adalah 0,228 kg untuk berat abu besi dan 2,052 kg untuk berat semen.

- ❖ Bahan tambah zat *additive retarder*

- ◆ zat *additive retarder* yang dibutuhkan sebanyak 0,4 % untuk 1 benda uji

= persentase campuran x berat semen

$$= \frac{0,4}{100} \times 2,280$$

$$= 0,0091 \text{ kg}$$

Dalam penelitian ini jumlah benda uji yang akan dibuat adalah sebanyak 40 benda uji, banyak bahan yang dibutuhkan untuk 40 benda uji adalah:

- Semen yang dibutuhkan untuk 40 benda uji
 - = banyak semen untuk 1 benda uji x 40
 - = $2,280 \times 40$
 - = 91,2 kg
- ❖ Untuk beton normal
 - = banyak semen untuk 1 benda uji x 8
 - = $2,280 \text{ kg} \times 8$
 - = 18,240 kg
- ❖ Untuk beton bahan ganti 5%
 - = banyak semen untuk 1 benda uji x 16
 - = $(2,280 - 0,114) \times 16$
 - = 34,656 kg
- ❖ Untuk beton bahan ganti 10%
 - = banyak semen untuk 1 benda uji x 16
 - = $(2,280 - 0,228) \times 16$
 - = 32,832 kg

Maka, jumlah semen yang dibutuhkan untuk 40 benda uji adalah

$$= 18,240 + 34,656 + 32,832 = 85,728 \text{ kg}$$

- Pasir yang dibutuhkan untuk 40 benda uji
 - = banyak pasir untuk 1 benda uji x 40
 - = $3,698 \times 40$
 - = 147,92 kg
- Batu pecah yang dibutuhkan untuk 40 benda uji
 - = banyak batu pecah untuk 1 benda uji x 40
 - = $5,726 \times 40 = 229,04 \text{ kg}$

- Air yang dibutuhkan untuk 40 benda uji
 = banyak air untuk 1 benda uji x 40
 = 0,957 x 40
 = 38,28 kg
- Zat *additive retarder* yang dibutuhkan untuk 40 benda uji
- ❖ Untuk beton bahan ganti 0,4%
 = banyak zat *additive retarder* untuk 1 benda uji x 16
 = 0,0091 x 16
 = 0,15 kg

Perbandingan untuk 40 benda uji:

Semen : Pasir : Batu pecah : Air : Zat *additive retarder*
 85,728 kg : 147,92 kg : 229,04 kg : 38,28 kg : 0,15 kg

Dalam penelitian ini jumlah benda uji yang akan dibuat adalah sebanyak 40 benda uji, banyak bahan yang di butuhkan untuk 40 benda uji pada agregat kasar terlampir pada Tabel 4.6, dan untuk agregat halus terlampir pada Tabel 4.7. Jumlah total agregat tiap saringan didapat dari hasil berat tertahan per saringan per benda uji dikalikan dengan jumlah total benda uji.

Tabel 4.6: Banyak agregat kasar yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 40 benda uji.

Saringan	Berat tertahan (kg)	Jumlah benda uji	Jumlah total agregat (kg)
1,5"	0,305	40	12,20
1"	1,889	40	75,56
½"	2,008	40	80,32
No. 4	1,524	40	60,96
No. 8	0	40	0
			229,04

Tabel 4.7: Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 40 benda uji.

Saringan	Berat tertahan (kg)	Jumlah benda uji	Jumlah total agregat (kg)
3/8"	0	40	0
No. 4	0,200	40	8,00
No. 8	0,381	40	15,24
No. 16	0,539	40	21,56
No. 30	0,583	40	23,32
No. 50	1,179	40	47,16
No. 100	0,510	40	20,40
Pan	0,306	40	12,24
			147,92

❖ Bahan Pengganti (*filler*)

Penggunaan bahan pengganti berupa abu besi lolos saringan No. 100 dengan variasi dosis 5% dan 10% dari jumlah berat semen.

4.2 Pembuatan Benda Uji

Penelitian ini menggunakan silinder sebagai benda uji dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, jumlah benda uji yang di buat sebanyak 40 benda uji.

Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam pembuatan benda uji:

1. Pengadukan beton

Pengadukan beton dilakukan dengan menggunakan mesin pengaduk (mixer). Mula-mula air kira-kira 1/3 dari jumlah air yang ditetapkan dimasukkan kedalam bejana pengaduk/mesin molen, lalu di masukan agregat halus dari nomer sarigan paling kecil hingga yang paling besar, lalu di masukan agregat kasar dari 1,5", 3/4", 3/8", dan no. 4, lalu semen, lalu dimasukan kembali air sebanyak 2/3 dari jumlah air yang di tetapkan kemudian biarkan bahan-bahan tersebut terlihat menyatu terlebih dahulu kemudian, setelah adukan rata, kemudian sisa air yang belum

dimasukkan kedalam bejana dimasukkan ke bejana. Pengadukan dilanjutkan sampai warna adukan tampak rata, dan tampak campuran homogen dan sudah tampak kelecakan yang cukup. 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 campuran dari pan harus dapat mewakili keseluruhan 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 24 ± 4 jam dan tidak 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 gataran selama 48 jam pertama setelah perendaman.

4. Pembuatan kaping (*capping*)

Pekerjaan ini dilakukan bertujuan untuk memberi lapisan perata pada permukaan tekan benda uji silinder beton sebelum dilakukan uji tekan.

4.3 Penyerapan Air Pada Beton

Pengujian penyerapan air dilakukan pada saat beton berumur 7 dan 28 hari dengan benda uji yang akan dites adalah berupa silinder dengan diameter 15cm dan tinggi 30 cm dan jumlah benda uji 40 buah dan sesua pengelompokan variasi

campurannya. Pengujian penyerapan air dilakukan agar dapat gambaran penyerapan air yang terjadi pada beton.

4.3.1 Penyerapan Air Pada Beton Normal

Pengujian penyerapan air beton normal dilakukan pada umur 7 dan 28 hari setelah pencetakan. Hasil penyerapan air beton normal dapat di lihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8: Hasil pengujian penyerapan air beton normal.

Benda uji	Bahan tambah	Jumlah air yang di serap beton (Kg)	Penyerapan air pada beton (%)
Penyerapan air pada beton normal 28 hari			
1	Beton normal	0,00311	0,31
2	Beton normal	0,00289	0,29
3	Beton normal	0,00303	0,30
4	Beton normal	0,00339	0,34
Rata-rata			0,31
Penyerapan air pada beton normal 7 hari			
1	Beton normal	0,00338	0,34
2	Beton normal	0,00310	0,31
3	Beton normal	0,00269	0,27
4	Beton normal	0,00385	0,38
Rata-rata			0,32

Berdasarkan hasil penyerapan air beton normal, didapat nilai penyerapan air untuk umur beton 7 hari rata-rata sebesar 0,32%. Sedangkan nilai penyerapan air pada beton umur 28 hari didapat rata-rata sebesar 0,31%.

4.3.2 Penyerapan Air Pada Beton Campuran Abu Besi 5%

Hasil penyerapan air beton normal dapat di lihat pada Tabel 4.8. Hasil dari penyelidikan penyerapan air pada beton campuran abu besi 5% dapat dilihat pada Tabel 4.9. Tabel ini menjelaskan tentang nilai penyerapan air pada beton campuran abu besi 5% pada saat umur beton 7 hari rata-rata adalah 0,48%. Sedangkan pada pengujian penyerapan air pada umur beton 28 hari rata-rata didapat sebesar 0,50%. Dari kesimpulan di atas di dapat bahwasanya penyerapan air pada beton 28 hari lebih besar dari pada penyerapan air pada beton normal. sedangkan untuk penyerapan air pada beton 14 hari lebih besar dari beton normal.

Tabel 4.9: Hasil pengujian penyerapan air beton campuran abu besi 5%.

Benda uji	Bahan tambah	Jumlah air yang di serap beton (Kg)	Penyerapan air pada beton (%)
Penyerapan air pada beton abu besi 5% pada umur 28 hari			
1	Abu besi 5%	0,00425	0,43
2	Abu besi 5%	0,00498	0,50
3	Abu besi 5%	0,00589	0,59
4	Abu besi 5%	0,00427	0,43
Rata-rata			0,48
Penyerapan air pada beton abu besi 5% pada umur 7 hari			
1	Abu besi 5%	0,00382	0,38
2	Abu besi 5%	0,00463	0,46
3	Abu besi 5%	0,00513	0,51
4	Abu besi 5%	0,00671	0,67
Rata-rata			0,50

4.3.3 Penyerapan Air Pada Beton Campuran Abu Besi 10%

Hasil penyerapan air beton normal dapat di lihat pada Tabel 4.10. Hasil dari penyelidikan penyerapan air pada beton campuran abu besi 10% dapat dilihat pada Tabel 4.10. Tabel ini menjelaskan tentang nilai penyerapan air pada beton campuran abu besi 10% pada saat umur beton 7 hari rata-rata adalah 0,53%. Sedangkan pada pengujian penyerapan air pada umur beton 28 hari rata-rata didapat sebesar 0,56%. Dari kesimpulan di atas di dapat bahwasanya penyerapan air pada beton 28 hari lebih besar dari pada penyerapan air pada beton normal. sedangkan untuk penyerapan air pada beton 7 hari lebih besar dari beton normal.

Tabel 4.10: Hasil pengujian penyerapan air beton campuran abu besi 10%.

Benda uji	Bahan tambah	Jumlah air yang di serap beton (Kg)	Penyerapan air pada beton (%)
Penyerapan air pada beton abu besi 10% pada umur 28 hari			
1	Abu besi 10%	0,00509	0,51
2	Abu besi 10%	0,00590	0,59
3	Abu besi 10%	0,00567	0,56
4	Abu besi 10%	0,00537	0,54
Rata-rata			0,56
Penyerapan air pada beton abu besi 10% pada umur 7 hari			
1	Abu besi 10%	0,00492	0,50
2	Abu besi 10%	0,00543	0,54
3	Abu besi 10%	0,00500	0,50
4	Abu besi 10%	0,00556	0,56
Rata-rata			0,53

4.3.4 Penyerapan Air Pada Beton Campuran Abu Besi 5% + Retarder 0,4%.

Hasil penyerapan air beton normal dapat di lihat pada Tabel 4.11. Hasil dari penyelidikan penyerapan air pada beton campuran abu besi 5% + zat *retarder* 0,4% dapat dilihat pada Tabel 4.11. Tabel ini menjelaskan tentang nilai penyerapan air pada beton campuran abu besi 5% + zat *retarder* 0,4% pada saat umur beton 7 hari rata-rata adalah 1,32%. Sedangkan pada pengujian penyerapan air pada umur beton 28 hari rata-rata didapat sebesar 0,93%.

Tabel 4.11: Hasil pengujian penyerapan air beton campuran Abu Besi 5% + Retarder 0,4%

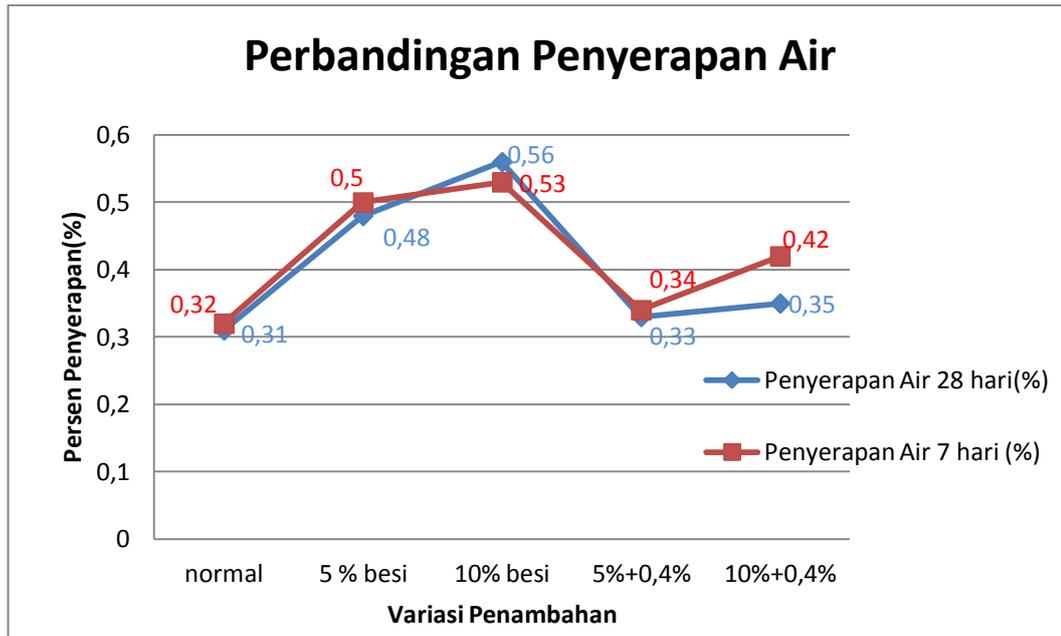
Benda uji	Bahan tambah	Jumlah air yang di serap beton (Kg)	Penyerapan air pada beton (%)
Penyerapan air pada beton abu besi 5%+ <i>retarder</i> 0,4% pada umur 28 hari			
1	Abu besi 5%+ <i>retarder</i> 0,4%	0,00337	0,34
2	Abu besi 5%+ <i>retarder</i> 0,4%	0,00349	0,35
3	Abu besi 5%+ <i>retarder</i> 0,4%	0,00309	0,31
4	Abu besi 5%+ <i>retarder</i> 0,4%	0,00331	0,33
Rata-rata			0,33
Penyerapan air pada beton abu besi 5%+ <i>retarder</i> 0,4% pada umur 7 hari			
1	Abu besi 5%+ <i>retarder</i> 0,4%	0,00346	0,35
2	Abu besi 5%+ <i>retarder</i> 0,4%	0,00321	0,32
3	Abu besi 5%+ <i>retarder</i> 0,4%	0,00341	0,34
4	Abu besi 5%+ <i>retarder</i> 0,4%	0,00359	0,36
Rata-rata			0,34

4.3.5 Penyerapan Air Pada Beton Campuran Abu Besi 10% + Zat *Retarder* 0,4%

Hasil penyerapan air beton normal dapat di lihat pada Tabel 4.12. Hasil dari penyelidikan penyerapan air pada beton campuran abu besi 10% + zat *retarder* 0,4% dapat dilihat pada Tabel 4.12. Tabel ini menjelaskan tentang nilai penyerapan air pada beton campuran abu besi 10% + zat *retarder* 0,4% pada saat umur beton 7 hari rata-rata adalah 1,44%. Sedangkan pada pengujian penyerapan air pada umur beton 28 hari rata-rata didapat sebesar 1,2%. Dari kesimpulan di atas di dapat bahwasanya penyerapan air pada beton 28 dan 14 hari lebih besar dari pada penyerapan air pada beton normal.

Tabel 4.12. Hasil pengujian penyerapan air beton campuran.

Benda uji	Bahan tambah	Jumlah air yang di serap beton (Kg)	Penyerapan air pada beton (%)
Penyerapan air pada beton campuran abu besi 10% + zat <i>retarder</i> 0,4% 28 hari			
1	Abu besi 10%+ <i>retarder</i> 0,4%	0,00337	0,34
2	Abu besi 10%+ <i>retarder</i> 0,4%	0,00349	0,35
3	Abu besi 10%+ <i>retarder</i> 0,4%	0,00363	0,36
4	Abu besi 10%+ <i>retarder</i> 0,4%	0,00354	0,35
Rata-rata			0,35
Penyerapan air pada beton campuran abu besi 10% + zat <i>retarder</i> 0,4% 7 hari			
1	Abu besi 10%+ <i>retarder</i> 0,4%	0,00435	0,44
2	Abu besi 10%+ <i>retarder</i> 0,4%	0,00433	0,43
3	Abu besi 10%+ <i>retarder</i> 0,4%	0,00405	0,41
4	Abu besi 10%+ <i>retarder</i> 0,4%	0,00404	0,40
Rata-rata			0,42



Gambar 4.1: Grafik perbandingan hasil penyerapan air pada beton

Dari hasil graik perbandingan penyerapan air dapat dilihat bahwa semakin besar penambahan abu besi maka semakin tinggi penyerapan yang terjadi, namun dengan penambahan zat *retarder* penyerapan air pada beton semakin menurun. Menurut Achmad (2013) mengatakan kandungan karbon pada besi sebesar 2,3% dan krom lebih dari 13,3%. Kandungan karbon yang tinggi menyebabkan penyerapan yang terjadi juga tinggi, penyerapan tertinggi terjadi pada variasi beton dengan 10% abu besi sebesar 0,56% untuk beton umur 28 hari dan 0,53% untuk beton umur 7 hari.

4.4 Slump Test

Pengambilan nilai *slump* dilakukan untuk masing-masing campuran baik pada beton normal maupun beton yang menggunakan bahan tambah (*additive & Admixture*). 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 dibiarkan jatuh bebas tanpa dipaksa, setelah pengisian selesai ratakan permukaan kerucut lalu diamkan selama 30 detik setelah itu angkat kerucut dengan cara tegak

lurus sampai adukan beton terlepas semua dari cetakan, ukur tinggi adukan selisih tinggi kerucut dengan adukan adalah nilai dari *slump*.

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk melihat *workability* (tingkat kemudahan pengerjaan) dari campuran beton segar adalah dengan pengujian *slump*. Seperti yang kita ketahui, perencanaan *slump* pada *Job Mix Design* adalah 60-180 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.

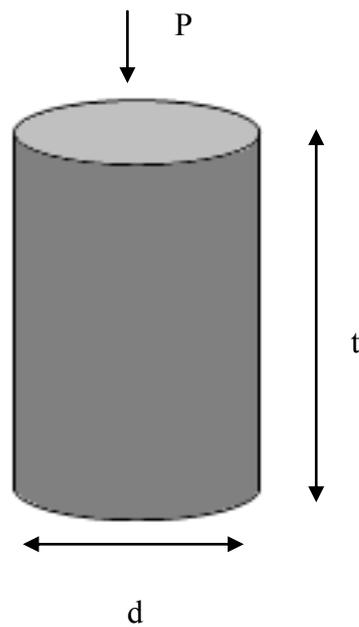
Tabel 4.13: Hasil pengujian nilai *slump*.

	Beton Normal		Beton Campuran Abu Besi (%)				Beton Campuran Abu Besi Dan Retarder (%)			
			5		10		5 + 0,4		10 + 0,4	
Hari	7	28	7	28	7	28	7	28	7	28
<i>Slump</i> (cm)	14	7	11	7	8	9	10	9	11	10,5
	14	8,5	14	8	9	6,5	8,5	10,5	9	8

Semakin tinggi nilai *slump* maka semakin rendah nilai kuat tekan beton begitu juga sebaliknya semakin rendah nilai *slump* maka semakin tinggi kuat tekan beton yang diperoleh. Semakin tinggi nilai *slump* maka menandakan bahwa kelecekan beton yang tinggi diakibatkan terlalu banyak penggunaan air pada campuran beton sehingga gelembung udara semakin banyak yang menyebabkan terjadinya rongga-rongga pada beton dan tidak tercapainya kuat tekan beton yang ditargetkan.

4.5 Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 7 dan 28 hari dengan menggunakan mesin tekan dengan kapasitas 1500 KN, benda uji yang akan dites adalah berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm seperti pada Gambar 4.2 dan jumlah benda uji 40 buah, dengan pengelompokan benda uji sesuai dengan variasi campurannya.



Gambar 4.2: Beban tekan pada benda uji silinder.

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.

4.5.1 Kuat Tekan Beton Normal

Pengujian beton normal dilakukan pada saat beton berumur 7 dan 28 hari seperti yang telah dijelaskan diatas. Hasil dari penyelidikan kuat tekan beton normal dapat dilihat pada Tabel 4.14 dan Tabel 4.15.

Tabel 4.14: Hasil pengujian kuat tekan beton normal 7 hari.

Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A = 176,71\text{cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,65$ (MPa)	Estimasi 28 hari	f'_c rata-rata (MPa)
I	66000	45,00	69,23	53,76
II	37500	25,57	39,33	
III	49500	33,75	51,92	
IV	52000	35,45	54,54	

Tabel 4.15: Hasil pengujian kuat tekan beton normal 28 hari.

Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A = 176,71\text{cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,65$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
I	49500	33,75	31,15
II	42750	29,15	
III	44500	30,34	
IV	46000	31,36	

Berdasarkan hasil kuat tekan beton normal, didapat nilai kuat tekan untuk umur beton 7 hari rata-rata sebesar 53,76 MPa. Sedangkan nilai kuat tekan beton umur 28 hari didapat rata-rata sebesar 31,15 MPa. Penelitian beton normal ini memenuhi persyaratan karena nilai kuat tekan umur beton 7 hari 28 hari yang dihasilkan melebihi dari nilai kuat tekan rencana sebesar 27,5– 45,1 MPa.

4.5.2 Kuat Tekan Beton Campuran Abu Besi 5%

Pengujian beton campuran abu besi 5% dilakukan pada saat beton berumur 7 dan 28 hari seperti yang telah dijelaskan diatas. Hasil dari penyelidikan kuat tekan beton campuran abu besi 5% dapat dilihat pada Tabel 4.16 dan Tabel 4.17. Tabel ini menjelaskan tentang nilai kuat tekan pada beton campuran abu besi 5% pada saat umur beton 7 hari rata-rata adalah 37,30 MPa, sedangkan pada pengujian kuat tekan umur beton 28 hari rata-rata didapat sebesar 20,92 MPa. Dari hasil tersebut kita dapat mengambil kesimpulan bahwa penggunaan abu besi 5% pada 28 hari

mengalami penurunan kuat tekan beton cukup signifikan, karena kuat tekan rencana adalah sebesar 27,5 - 45,1 MPa.

Tabel 4.16: Hasil pengujian kuat tekan beton untuk campuran abu besi 5% pada umur 7 hari.

Benda Uji	Filler	Beban tekan(P) (kg)	$A=176,71\text{cm}^2$ $f'_c=(P/A)/0,65$ (MPa)	Estimasi 28 hari	f'_c rata-rata (MPa)
I	Abu Besi 5%	40500	27,61	42,48	37,30
II	Abu Besi 5%	29250	19,94	30,68	
III	Abu Besi 5%	35000	23,86	36,71	
IV	Abu Besi 5%	37500	25,57	39,33	

Tabel 4.17: Hasil pengujian kuat tekan beton untuk campuran abu besi 5% pada umur 28 hari.

Benda Uji	Filler	Beban tekan (P) (kg)	$A= 176,71\text{ cm}^2$ $f'_c= (P/A)/0,83$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
I	Abu Besi 5%	37500	25,57	20,92
II	Abu Besi 5%	23250	15,85	
III	Abu Besi 5%	29500	20,11	
IV	Abu Besi 5%	32500	22,16	

4.5.3 Kuat Tekan Beton Campuran Abu Besi 10%

Pengujian beton campuran abu besi 10% dilakukan pada saat beton berumur 7 dan 28 hari seperti yang telah dijelaskan dibawah. Hasil dari penyelidikan kuat tekan beton campuran abu besi 10% dapat dilihat pada Tabel 4.18 dan Tabel 4.19. Didalam tabel ini didapat kuat tekan rata-rata pengujian pada umur 7 hari sebesar 42,22 MPa, sedangkan untuk pengujian pada saat umur beton 28 hari, nilai kuat tekan rata-rata mencapai 21,35 MPa. Dari hasil kuat tekan rata-rata yang didapat pada penambahan abu besi ini, dapat disimpulkan bahwa kenaikan kuat tekan rata-ratanya cukup signifikan apabila dibandingkan dengan kuat tekan rencana beton dengan variasi 5% abu besisebesar 37,30 Mpa untuk 7 hari dan 20,92 MPa untuk 28 hari, namun tidak melebihi kuat tekan beton normal.

Tabel 4.18: Hasil pengujian kuat tekan beton untuk campuran abu besi 10% pada umur 7 hari.

Benda Uji	Filler	Beban tekan(P) (kg)	A= 176,71 cm ² f _c = (P/A)/0,65 (MPa)	Estimasi 28 hari	f _c rata-rata (MPa)
I	Abu Besi 10%	39000	26,59	40,91	42,22
II	Abu Besi 10%	40500	27,61	42,48	
III	Abu Besi 10%	39500	26,93	41,43	
IV	Abu Besi 10%	42000	28,64	44,06	

Tabel 4.19: Hasil pengujian kuat tekan beton untuk campuran abu besi 10% pada umur 28 hari.

Benda Uji	Filler	Beban tekan (P) (kg)	A= 176,71 cm ² f _c = (P/A)/0,83 (MPa)	f _c Karakteristik (MPa)
I	Abu Besi 10%	27000	18,41	21,35
II	Abu Besi 10%	28000	19,09	
III	Abu Besi 10%	37000	25,23	
IV	Abu Besi 10%	33250	22,67	

4.5.4 Kuat Tekan Beton Campuran Abu Besi 5% dan Zat Retarder 0,4%

Pengujian beton campuran abu besi 5% dan zat *retarder* 0,4% dilakukan pada saat beton berumur 7 dan 28 hari seperti yang telah dijelaskan diatas. Hasil dari penyelidikan kuat tekan beton abu besi 5% dan zat *retarder* 0,4% dapat dilihat pada Tabel 4.20 dan Tabel 4.21. Untuk variasi penambahan persentase pada abu besi 5% dan zat *retarder* 0,4% ini, dapat dilihat kenaikan kuat tekan rata-rata yakni pada saat umur beton 7 hari sebesar 56,51 MPa, sedangkan pada saat umur beton 28 hari kuat tekan rata-rata yang didapat sebesar 25,70 MPa. Dapat disimpulkan bahwa kenaikan kuat tekan rata-ratanya cukup signifikan apabila dibandingkan dengan kuat tekan rencana beton dengan variasi 10% abu besi sebesar 42,22 MPa untuk 7 hari dan 21,35 MPa untuk 28 hari, namun untuk variasi 7 hari mengalami kenaikan dibandingkan beton normal sedangkan variasi 28 hari mengalami penurunan.

Tabel 4.20: Hasil pengujian kuat tekan beton untuk campuran abu besi 5% dan zat *retarder* 0,4% pada umur 7 hari.

Benda Uji	Filler	Beban tekan(P) (kg)	A=176,71cm ² $f'_c=(P/A)/0,65$ (MPa)	Estimasi 28 hari	f'_c rata-rata (MPa)
I	Abu Besi 5% dan 0,4% <i>Retarder</i>	48000	32,73	50,35	56,51
II	Abu Besi 5% dan 0,4% <i>Retarder</i>	60000	40,91	62,94	
III	Abu Besi 5% dan 0,4% <i>Retarder</i>	54500	37,16	57,17	
IV	Abu Besi 5% dan 0,4% <i>Retarder</i>	53000	36,14	55,59	

Tabel 4.21: Hasil pengujian kuat tekan beton untuk campuran abu besi 5% dan zat *retarder* 0,4% pada umur 28 hari.

Benda Uji	Filler	Beban tekan(P) (kg)	A= 176,71 cm ² $f'_c= (P/A)/0,65$ (MPa)	f'_c rata – rata (MPa)
I	Abu Besi 5% dan 0,4% <i>Retarder</i>	29250	19,94	25,70
II	Abu Besi 5% dan 0,4% <i>Retarder</i>	43500	29,66	
III	Abu Besi 5% dan 0,4% <i>Retarder</i>	37500	25,57	
IV	Abu Besi 5% dan 0,4% <i>Retarder</i>	40500	27,61	

4.5.5 Kuat Tekan Beton Campuran Abu Besi 10% dan Zat *Retarder* 0,4%

Pengujian beton campuran abu besi 10% dan zat *retarder* 0,4% dilakukan pada saat beton berumur 7 dan 28 hari seperti yang telah dijelaskan diatas. Hasil dari penyelidikan kuat tekan beton abu besi 10% dan zat *retarder* 0,4% dapat dilihat pada Tabel 4.22 dan Tabel 4.23. Untuk variasi penambahan persentase pada abu besi 10% dan zat *retarder* 0,4% ini, dapat dilihat kenaikan kuat tekan rata-rata yakni pada saat umur beton 7 hari sebesar 58,26 MPa, sedangkan pada saat umur beton 28 hari kuat tekan rata-rata yang didapat sebesar 28,47 MPa. Campuran beton dengan variasi 10% dan zat *retarder* 0,4% ini mengalami

kenaikan dibandingkan dengan campuran beton dengan variasi 5% dan zat *retarder* 0,4%.

Tabel 4.22: Hasil pengujian kuat tekan beton untuk campuran abu besi 10% dan zat *retarder* 0,4% pada umur 7 hari.

Benda Uji	<i>Filler</i>	Beban tekan(P) (kg)	$A=176,71\text{cm}^2$ $f'_c=(P/A)/0,65$ (MPa)	Estimasi 28 hari	f'_c rata – rata (MPa)
I	Abu Besi 10% dan 0,4% <i>Retarder</i>	52500	35,79	55,07	58,26
II	Abu Besi 10% dan 0,4% <i>Retarder</i>	39000	26,59	40,91	
III	Abu Besi 10% dan 0,4% <i>Retarder</i>	64500	43,98	67,66	
IV	Abu Besi 10% dan 0,4% <i>Retarder</i>	66150	45,10	69,39	

Tabel 4.23: Hasil pengujian kuat tekan beton untuk campuran abu besi 10% dan zat *retarder* 0,4% pada umur 28 hari.

Benda Uji	<i>Filler</i>	Beban tekan(P) (kg)	$A= 176,71\text{ cm}^2$ $f'_c= (P/A)/0,65$ (MPa)	f'_c rata – rata (MPa)
I	Abu Besi 10% dan 0,4% <i>Retarder</i>	37500	25,57	28,47
II	Abu Besi 10% dan 0,4% <i>Retarder</i>	48000	32,73	
III	Abu Besi 10% dan 0,4% <i>Retarder</i>	42500	28,98	
IV	Abu Besi 10% dan 0,4% <i>Retarder</i>	39000	26,59	

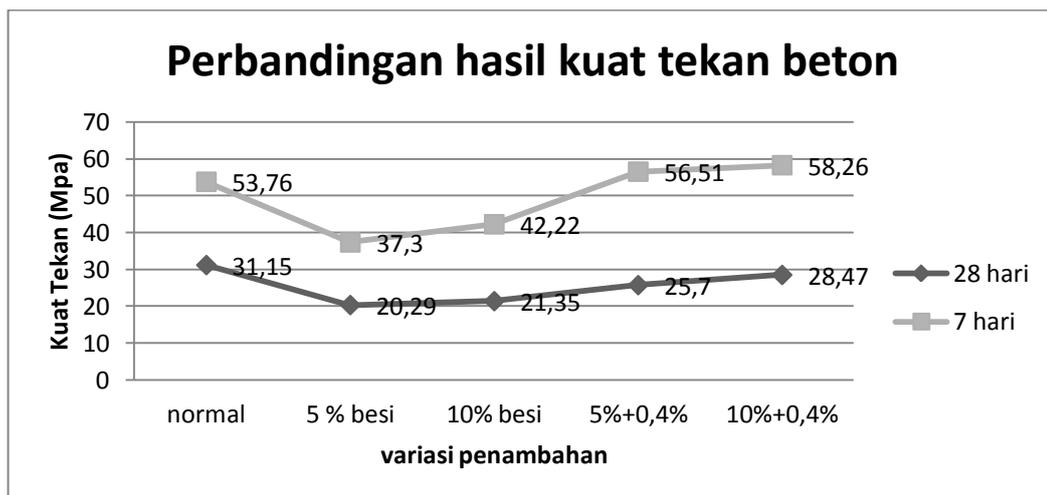
4.6 Pembahasan

Apabila kita membandingkan antara nilai kuat tekan akhir beton normal dengan beton yang menggunakan *filler*, maka dapat kita lihat adanya penurunan dan kenaikan nilai kuat tekan pada beton.

Persentase penurunannya variasi 28 hari dan 7 hari dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini:

Tabel 4.24: Persentase Kuat Tekan Beton

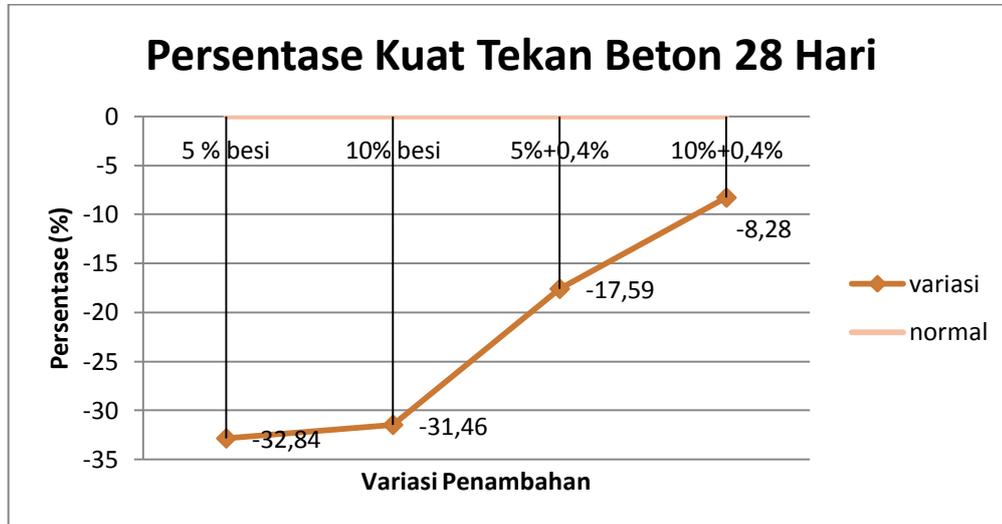
Variasi	Kuat Tekan	Umur Hari	Nilai	Keterangan
			$\frac{K.T. Var - K.T. Nor}{K.T. Nor} \times 100\%$	
Normal	31,15	28	0	-
Penambahan abu besi 5%	20,92	28	-32,84	Penurunan
Penambahan abu besi 10%	21,35	28	-31,46	Penurunan
Penambahan abu besi 5% dan 0,4% retarder	25,70	28	-17,59	Penurunan
Penambahan abu besi 10% dan 0,4% retarder	28,57	28	-8,28	Penurunan
Normal	53,76	7	0	-
Penambahan abu besi 5%	37,30	7	-30,61	Penurunan
Penambahan abu besi 10%	42,22	7	-21,46	Penurunan
Penambahan abu besi 5% dan 0,4% retarder	56,51	7	5,11	Kenaikan
Penambahan abu besi 10% dan 0,4% retarder	58,26	7	8,37	Kenaikan



Gambar 4.3: Grafik perbandingan hasil kuat tekan beton.

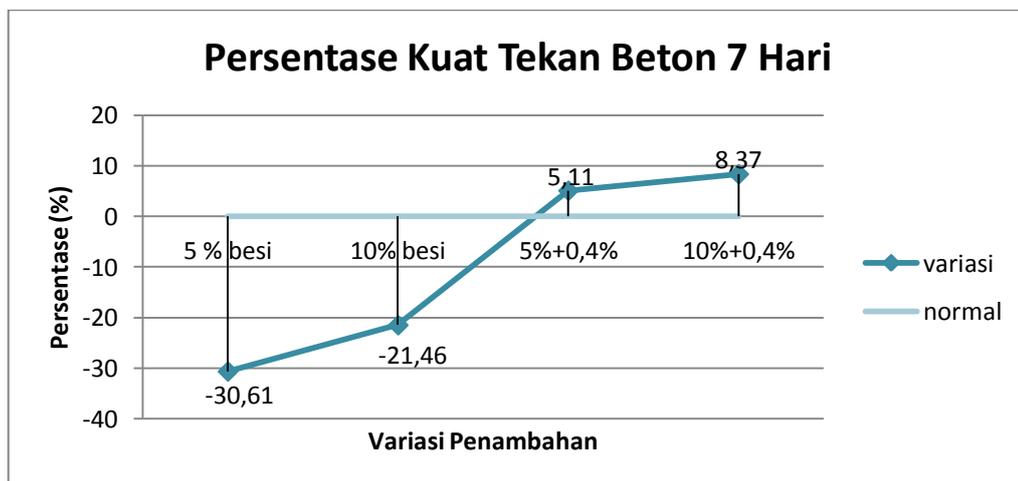
Dari hasil diatas kita dapat melihat bahwa persentase peningkatan dan penurunan kuat tekan beton pada penambahan bahan 5% abu besi, 10% abu besi,

5% abu besi + 0,4% zat *retarder*, 10% abu besi + 0,4% zat *retarder* dan terjadi perbedaan penurunan kuat tekan pada umur 7 hari dan 28 hari.



Gambar 4.4: Grafik persentase perbandingan nilai kuat tekan beton normal dengan variasi abu besi dan zat *retarder* umur 28 hari.

Pada Grafik 4.3 setiap variasi mengalami penurunan kuat tekan beton 5% abu besi sebesar 32,84%, 10% abu besi sebesar 31,84%, 5% abu besi + 0,4% abu besi sebesar 17,59%, dan 10% abu besi + 0,4% abu besi sebesar 8,28%.



Gambar 4.5: Grafik persentase perbandingan nilai kuat tekan beton normal dengan variasi abu besi dan zat *retarder* umur 7 hari.

Dari grafik persentase perbandingan nilai kuat tekan beton normal dengan variasi abu besi dan zat *retarder* umur 7 hari dapat di lihat bahwa terjadi penurunan pada variasi 5% abu besi sebesar 31,61% dan variasi 10% abu besi sebesar 21,46%. Kenaikan maksimum kuat tekan beton umur 7 hari terjadi pada variasi 10% abu besi + 0,4% zat *retarder* sebesar 8,37%.

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 4.6: 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 antara lain:

1. Berdasarkan data pengujian kuat tekan beton yang diperoleh dari tugas akhir ini, variasi persentase maksimum terjadi pada 10% abu besi + 0,4 zat *retarder* untuk variasi 28 hari sebesar 28,47 MPa. Untuk persentase maksimum 7 hari terjadi pada variasi 10% abu besi + 0,4 zat *retarder* sebesar 58,26 MPa.
2. Berdasarkan dari data kuat tekan yang dihasilkan bahwa variasi penambahan abu besi dan zat *retarder* mempengaruhi kuat tekan beton umur 28 hari, yaitu:
 - a. Campuran beton dengan penambahan abu besi 5 % didapat kuat tekan sebesar 20,29 MPa dan mengalami penurunan sebesar 32,84%.
 - b. Campuran beton dengan penambahan abu besi 10 % didapat kuat tekan sebesar 21,35 MPa dan mengalami penurunan sebesar 31,46%.
 - c. Campuran beton dengan penambahan abu besi 5 % + 0,4 % zat *retarder* didapat kuat tekan sebesar 25,7 MPa dan mengalami penurunan sebesar 17,59%.
 - d. Campuran beton dengan penambahan abu besi 10 % + 0,4 % zat *retarder* didapat kuat tekan sebesar 28,47 MPa dan mengalami penurunan sebesar 8,28%.
3. Berdasarkan dari data penyerapan beton yang dihasilkan pengaruh abu besi pada umur 28 hari adalah :
 - a. Campuran beton dengan penambahan abu besi 5 % di dapat penyerapan sebesar 0,48% MPa dan mengalami penurunan sebesar 54,84%.

- b. Campuran beton dengan penambahan abu besi 10 % di dapat penyerapan sebesar 0,56% MPa dan mengalami kenaikan sebesar 80,64%.
- c. Campuran beton dengan penambahan abu besi 5 % + 0,4 % zat *retarder* di dapat penyerapan sebesar 0,34% MPa dan mengalami penurunan sebesar 9,67%.
- d. Campuran beton dengan penambahan abu besi 10 % + 0,4 % zat *retarder* di dapat kuat tekan sebesar 0,35% MPa dan mengalami penurunan sebesar 12,90%.

5.2 Saran

1. Penggunaan abu besi pada campuran beton tidak disarankan karena dapat menurunkan kuat tekan beton di akibatkan korosi.
2. Dan perlu dilakukan pengujian-pengujian lanjutan untuk uji tarik dan lentur akibat pengaruh ada penambahan abu besi dalam campuran beton.
3. Disarankan menggunakan zat *additive* lain untuk dapat menaikkan kuat tekan beton secara signifikan.
4. Menggunakan metode *Exposed Atmosfer* dalam perawatan beton.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Surya Hadi. 2010 : Uji Kuat Tekan Beton Dengan Pasir Besi Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen
- American Society for Testing and Materials C33(1985,1986) *Standards Specification For Agregates*, Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials C39(1993) *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*, Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials C150(1986) *Standards Specification For Portland Cement*, Philadelphia: ASTM.
- Anis Rakhmawati, Arso Susetyo dan Muhammad Amin.: *Pengaruh Tahi Besi Sebagai Pengganti Pasir Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan*. Fakultas Teknik Universitas Tidar Magelang, Jawa Tengah, Magelang
- Dinas Pekerjaan Umum (1971) *Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI-1971)*. Badan Penelitiandan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum. Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum (2000) *Tata cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. (SNI 03-2847-2000). Pusjatan-Balitbang PU. Indonesia
- Dinas Pekerjaan Umum (1990) *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SKSNIT-15-1990-03)*. Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum (1993) *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SNI 03-2834-1993)*. Pusjatan-Balitbang PU. Indonesia.
- Paul Nugraha & Antoni, (2007) – *Teknologi Beton Dari Material Pembuatan*.
- PD T-04-2004-C *tentang Tata Cara Pembuatan dan Pelaksanaan Beton Berkekuatan Tinggi*.
- Laboratorium Beton Teknik Sipil. *Buku Pedoman Praktikum Beton*. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Medan.
- Laporan PP 39 Kementrian Perindustrian Triwulan Tahun 2012.
- Nawy, E.G.1985. “Beton Bertulang : Suatu Pendekatan Dasar, Terjemahan Bambang Suryoatmono” Bandung: PT. Refika Aditama

Mulyono Tri, 2004, *Teknologi Beton*, Andi: Yogyakarta

Semarang, Universitas. 1999. *Stuktur Beton*. Semarang; Universitas Semarang.

Sni 03-2874 (2002): Syarat Penggunaan Air Untuk Campuran Beton

Sni 03-2834 (2000): Perencanaan Campuran Beton

Sofiyon J. P. Manik. 2008 : *Pengaruh Penambahan Pozzoloth[®] 100ri Terhadap Kuat Tekan Dan tambahan (admixture) POZZOLITH[®] 100Ri yang berfungsi sebagai Retarder and Water Reducing*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Sumatera Utara, Medan.

Surya Hadi, Ahmad : *Kuat Tekan Beton dengan Pasir Besi Sebagai Bahan Tambah Pengganti Semen*.

Tri Mulyono-(2005)- *Teknologi Beton*

Tjokrodimuljo, K. (2007)*Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro Tjokrodimuljo, K. (2007)*Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro

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	-	

Lampiran 2

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.



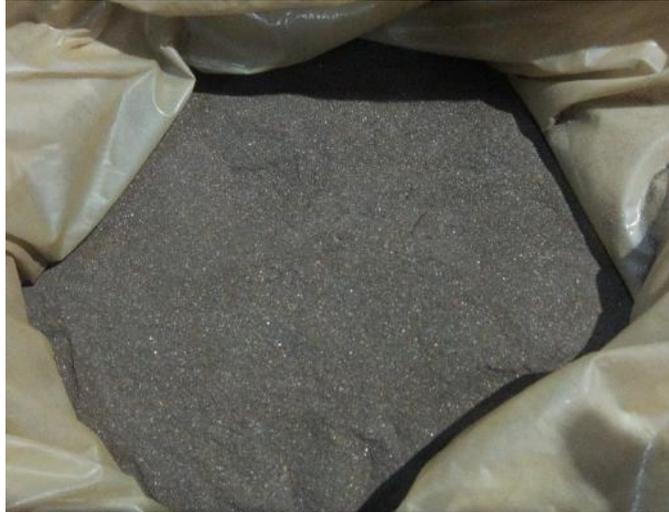
Gambar L2: Material agregat halus yang akan digunakan.



Gambar L3: Semen Padang PPC



Gambar L4: Abu besi sebelum disaring.



Gambar L5: Abu besi yang sudah di saring lolos 100.



Gambar L6: Zat *Retarder*



Gambar L7: Proses pengujian *slump*.



Gambar L8: Proses pencetakan beton.



Gambar L9: Proses perendaman benda uji.



Gambar L10: Benda uji yang di jemur.



Gambar L11: Hasil proses uji tekan pada beton



Gambar L12: Uji kuat tekan beton normal 7 hari: 51 T



Gambar L 13: Uji kuat tekan beton campuran abu 5% 7 hari: 37,5 T



Gambar L 14: Uji kuat tekan beton campuran abu besi 10% 7 hari: 40,5 T



Gambar L 15: Uji kuat tekan beton abu besi 5% + 0,4% *retarder* 7 hari: 60 T



Gambar L 16: Uji kuat tekan beton campuran abu besi 10% + 0,4% *retarder* 7 hari: 64,5T



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

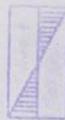


UNIT WEIGHT OF FINE AGREGATE TEST FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 29)	Lab No : _____
	Sampling Date : 09 Februari 2018
	Testing Date : 09 Februari 2018

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	4.75 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Yuwinda Arthika
Diameter & tinggi wadah	d : 24 cm h : 24,2 cm

No	Fine Agregate Passing No. 9.5 mm	Sample I	Sample II	Sample III	Rata-rata
1	Wt of sample & mold (<i>berat contoh & wadah</i>), gr	19765	19978	19875	19872,67
2	Wt of mold (<i>berat wadah</i>), gr	5400	5400	5400	5400
3	Wt of sample (<i>berat contoh</i>), gr	14365	14578	14475	14473
4	Vol of mold (<i>volume wadah</i>), cm ³	10861,71	10861,71	10861,71	10861,71
5	Unit weight (<i>berat Isi</i>), gr/cm ³	1,323	1,342	1,333	1,332

Medan, 22 Februari 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kapt. Mochtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



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

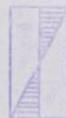


UNIT WEIGHT OF COARSE AGREGATE TEST FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 29)	Lab No : _____
	Sampling Date : 09 Februari 2018
	Testing Date : 09 Februari 2018

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

No	Fine Agregate Passing No. 50.8 mm	Sample I	Sample II	Sample III	Rata-rata
1	Wt of sample & mold (<i>berat contoh & wadah</i>), gr	31456	32458	31350	31754,67
2	Wt of mold (<i>berat wadah</i>), gr	6500	6500	6500	6500
3	Wt of sample (<i>berat contoh</i>), gr	24956	25958	24850	25255
4	Vol of mold (<i>volume wadah</i>), cm ³	15465,21	15465,21	15465,21	15465,21
5	Unit weight (<i>berat Isi</i>), gr/cm ³	1,614	1,678	1,607	1,633

Medan, 22 Februari 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
Jl. Kapt. Mochtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



LABORATORIUM BETON

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK

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



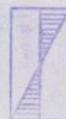
MATERIAL FINER THAN 75-mm (No. 200) IN MINERAL AGGREGATE BY WASHING FOR CONCRETE MATERIAL ASTM C 117 - 90	Lab No	:	
	Sampling Date	:	08 Februari 2018
	Testing Date	:	09 Februari 2018

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Yuwinda Arthika

Course Agregate Passing No. 50.8 mm	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Average
Original dry mass of sample, g	1600	1600	1600
Dry mass of sample after washing, g	1585	1587	1586,0
Mass of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing, g	15	13	14,0
Percentage of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing, %	0,94	0,81	0,88

Medan, 22 Februari 2018

DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kapt. Mukhtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



LABORATORIUM BETON

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238



MATERIAL FINER THAN 75-mm (No. 200) IN MINERAL AGGREGATE BY WASHING FOR CONCRETE MATERIAL ASTM C 117 - 90	Lab No	:	
	Sampling Date	:	08 Februari 2018
	Testing Date	:	09 Februari 2018

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	4.75 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Yuwinda Arthika

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	478	476	477
Mass of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing, g	22	24	23
Percentage of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing, %	4,40	4,80	4,60

Medan, 22 Februari 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kapten Mochtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



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



RESISTANCE TO DEGRADATION OF COARSE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 131 - 89 & ASTM C 535 - 89)	Lab No :
	Sampling Date : 10 Februari 2018
	Testing Date : 10 Februari 2018

Sources Of Sample	Binjai
Max Diameter	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Yuwinda Arthika

Gradation Tested (<i>gradasi yang diuji</i>)		
Sieve zize 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	1141
9.50 (No. 3/8 in)	2500	1260
4.75 (No.4)	-	955
2.36 (No. 8)	-	351
0.30 (No. 50)	-	-
0.15 (No. 100)	-	-
Pan	-	178
Total	5000	3885
<i>Wt of sample passing No. 12 (berat lolos saringan No. 12)</i>		1115
<i>Abrasion (keausan) %</i>		22,300

Medan, 22 Februari 2018



LABORATORIUM BETON
FAKULTAS TEKNIK
Jl. Kapt. Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



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



WATER CONTENT TEST FOR CONCRETE MATERIAL ASTM C 566	Lab No : _____
	Sampling Date : 07 Februari 2018
	Testing Date : 08 Februari 2018

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Yuwinda Arthika

Course Agregate Passing No. 50.8 mm	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Average
Wt of SSD sample & mold (<i>berat contoh SSD & berat wadah</i>)	3831	3026	3428,5
Wt of SSD sample (<i>berat contoh SSD</i>)	3300	2499	2899,5
Wt of oven dry sample & mold (<i>berat contoh kering oven & wadah</i>)	3811	3011	3411,0
Wt of mold (<i>berat wadah</i>)	531	527	529,0
Wt of water (<i>berat air</i>)	20	15	17,5
Wt of oven dry sample (<i>berat contoh kering</i>)	3280	2484	2882,0
Water content	0,609	0,604	0,606

Medan, 22 Februari 2018

DIPERIKSA OLEH

KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kapt. Muehtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



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



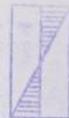
SPECIFIC GRAVITY AND ABSORPTION OF FINE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 128 - 88)	Lab No : _____
	Sampling Date : 07 Februari 2018
	Testing Date : 08 Februari 2018

Sources Of Sample	: Binjai
Max Dia	: 4,75 mm
Project	: Penelitian Tugas Akhir
Tested By	: Yuwinda Arthika

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	491	492	492
Wt of flask + water (<i>berat piknometer penuh air</i>) D	655	694,5	675
Wt of flask + water + sample (<i>berat contoh SSD dalam piknometer penuh air</i>) C	972	980	976
Bulk sp gravity dry (<i>berat jenis contoh kering</i>) $E/(B+D-C)$	2,68	2,29	2,49
Bulk sp gravity SSD (<i>berat jenis contoh SSD</i>) $B/(B+D-C)$	2,73	2,33	2,53
Apparent sp gravity (<i>berat jenis contoh semu</i>) $E/(E+D-C)$	2,82	2,38	2,60
Absortion (<i>penyerapan</i>) $((B-E)/E) \times 100\%$	1,83	1,63	1,73

Medan, 22 Februari 2018

DIPERIKSA OLEH



KEPALA LABORATORIUM BETON
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kapl. Mughtar Basri No. 3

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



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



SPECIFIC GRAVITY AND ABSORPTION OF COARSE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 127 - 88)	Lab No : _____
	Sampling Date : 07 Februari 2018
	Testing Date : 09 Februari 2018

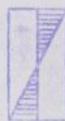
Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Yuwinda Arthika

Course Agregate Passing No. 50.8 mm	Sampel 1	Sampel 2	Average
Wt of SSD sample in air (<i>berat contoh SSD kering permukaan jenuh</i>) A	3200	3100	3150
Wt of oven dry sample (<i>berat contoh SSD kering oven 110° C sampai konstan</i>) C	3175	3078	3126,5
Wt of SSD sample in water (<i>berat contoh jenuh</i>) B	2001	1973	1987
Bulk sp grafitry dry (<i>berat jenis contoh kering</i>) C/(A-B)	2,65	2,73	2,69
Bulk sp grafitry SSD (<i>berat jenis contoh SSD</i>) A/(A-B)	2,67	2,75	2,71
Apparent sp grafitry (<i>berat jenis contoh semu</i>) C/(C-B)	2,70	2,79	2,74
Absortion (<i>penyerapan</i>) ((A-C)/C)x100%	0,79	0,71	0,75

Medan, 22 Februari 2018

DIPERIKSA OLEH

KEPALA LABORATORIUM BETON



Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kept. Muchtar Basri No. 3

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



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



SIEVE ANALYSIS OF COARSE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (SNI 03-2834 2000)	Lab No	:
	Sampling Date	: 10 Februari 2018
	Testing Date	: 10 Februari 2018

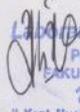
Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Yuwinda Arthika

Sieve Size	Retained Fraction				Cumulative	
	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Total Weight (gr)	%	Retained	Passing
38,1 (1.5 in)	275	87	362	5,32	5,32	94,68
19.0 (3/4 in)	1602	642	2244	33,00	38,32	61,68
9.52 (3/8 in)	1128	1256	2384	35,06	73,38	26,62
4.75 (No. 4)	495	1315	1810	26,62	100,00	0,00
2.36 (No. 8)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
1.18 (No.16)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0.60 (No. 30)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0.30 (No. 50)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0.15 (No. 100)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
Pan	0	0	0	0,00	0	100
Total	3500	3300	6800	100		

$$\text{Fines Modulus (FM)} = \frac{717,03}{100} = 7,170$$

Good gradation class :
5.5 ≤ FM ≤ 7.5

Medan, 22 Februari 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON


Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UNISU
Jl. Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan
(Ir. Ellyza Chairma, M.Si)



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



SIEVE ANALYSIS OF COARSE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (SNI 03-2834 2000)	Lab No	:	
	Sampling Date	:	10-Feb-18
	Testing Date	:	10 Februari 2018

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	40 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Yuwinda Arthika

Sieve Size	Retained Fraction				Cumulative	
	Sampel 1	Sampel 2	Total Weight (gr)	%	Retained	Passing
38,1 (1.5 in)	0	0	0	0,00	0,00	0,00
19,0 (3/4 in)	0	0	0	0,00	0,00	0,00
9,52 (3/8 in)	0	0	0	0,00	0,00	100,00
4,75 (No. 4)	115	64	179	5,42	5,42	94,58
2,36 (No. 8)	170	170	340	10,30	15,73	84,27
1,18 (No.16)	251	230	481	14,58	30,30	69,70
0,60 (No. 30)	207	313	520	15,76	46,06	53,94
0,30 (No. 50)	402	650	1052	31,88	77,94	22,06
0,15 (No. 100)	305	150	455	13,79	91,73	8,27
Pan	150	123	273	8,27	100	0
Total	1600	1700	3300	100		

Fines Modulus (FM) $\frac{267,18}{100} = 2,67$

Good gradation class :
 $2,6 \leq FM \leq 2,7$
zona gradasi

Medan, 22 Februari 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON


Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



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 : Yurwinda Arthika
Rencana Mutu Beton : 45,1 Mpa
Bahan Tambah : Normal

No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji
1	1	1	1,4	2,273	0,362	7	15-Feb-18	15-Mar-18	12817	12857
2	2	1	1,4	2,273	0,362	7	15-Feb-18	15-Mar-18	12738	12775
3	3	1	1,4	2,273	0,362	8,5	15-Feb-18	15-Mar-18	12813	12852
4	4	1	1,4	2,273	0,362	8,5	15-Feb-18	15-Mar-18	12925	12969

No	Benda Uji	Bahan Ganti	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian (kg/cm ²)	Estimasi 28 hari (kg/cm ²)	Keterangan
1	1	Normal	28	49500	33,75	33,75	oke
2	2	Normal	28	42750	29,15	29,15	oke
3	3	Normal	28	44500	30,34	30,34	oke
4	4	Normal	28	46000	31,36	31,36	oke
Kuat Tekan Rata-rata						31,15	

Medan, 11 Mei 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON

Laboratorium Beton
Prog. Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
(Ir. Ellyza Chairina, M.Si.)
Jl. Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan



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 : Yuwinda Arthika
Rencana Mutu Beton : 45,1Mpa
Bahan Tambah : 5% Abu Besi

Jumlah Benda Uji: 4 buah			Jenis Benda Uji: Silinder 15x30 cm							
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji
1	1	1	1,4	2,273	0,362	8	06-Mar-18	03-Apr-18	12651	12705
2	2	1	1,4	2,273	0,362	8	06-Mar-18	03-Apr-18	12583	12646
3	3	1	1,4	2,273	0,362	7	06-Mar-18	03-Apr-18	12653	12728
4	4	1	1,4	2,273	0,362	7	06-Mar-18	03-Apr-18	12585	12639

No	Benda Uji	Bahan Ganti	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian (kg/cm ²)	Estimasi 28 hari (kg/cm ²)	Keterangan
1	1	5% Abu Besi	28	37500	25,57	25,57	
2	2	5% Abu Besi	28	23250	15,85	15,85	
3	3	5% Abu Besi	28	29500	20,11	20,11	
4	4	5% Abu Besi	28	32500	22,16	22,16	
Kuat Tekan Rata-rata						20,92	

Medan, 11 Mei 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON


Laboratorium Beton
Program Studi Teknik Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan



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 : Yuwinda Arthika
Rencana Mutu Beton : 45,1Mpa
Bahan Tambah : 10% Abu Besi

Jumlah Benda Uji: 4 buah			Jenis Benda Uji: Silinder 15x30 cm							
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji
1	1	1	1,4	2,273	0,362	9	22-Feb-18	22-Mar-18	12503	12567
2	2	1	1,4	2,273	0,362	9	22-Feb-18	22-Mar-18	12466	12540
3	3	1	1,4	2,273	0,362	6,5	22-Feb-18	22-Mar-18	12621	12693
4	4	1	1,4	2,273	0,362	6,5	22-Feb-18	22-Mar-18	12582	12650

No	Benda Uji	Bahan Ganti	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian (kg/cm ²)	Estimasi 28 hari (kg/cm ²)	Keterangan
1	1	10% Abu Besi	28	27000	18,41	18,41	
2	2	10% Abu Besi	28	28000	19,09	19,09	
3	3	10% Abu Besi	28	37000	25,23	25,23	
4	4	10% Abu Besi	28	33250	22,67	22,67	
Kuat Tekan Rata-rata						21,35	

Medan, 11 Mei 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON

Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



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 : Yuwinda Arthika
Rencana Mutu Beton : 45,1Mpa
Bahan Tambah : 5% Abu Besi + 0,4% Retarder

Jumlah Benda Uji: 4 buah			Jenis Benda Uji: Silinder 15x30 cm							
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji
1	1	1	1,4	2,273	0,362	10,5	06-Mar-18	03-Apr-18	12103	12145
2	2	1	1,4	2,273	0,362	10,5	06-Mar-18	03-Apr-18	12558	12602
3	3	1	1,4	2,273	0,362	9	06-Mar-18	03-Apr-18	12255	12293
4	4	1	1,4	2,273	0,362	9	06-Mar-18	03-Apr-18	12635	12677

No	Benda Uji	Bahan Ganti	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian (kg/cm ²)	Estimasi 28 hari (kg/cm ²)	Keterangan
1	1	5% AB + 0,4% Ret	28	29250	19,94	19,94	
2	2	5% AB + 0,4% Ret	28	43500	29,66	29,66	
3	3	5% AB + 0,4% Ret	28	37500	25,57	25,57	
4	4	5% AB + 0,4% Ret	28	40500	27,61	27,61	
Kuat Tekan Rata-rata						25,70	

Medan, 11 Mei 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON


Laboratorium Beton
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)
Jl. Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan



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

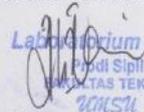


Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton
Pemilik Benda Uji : Yuwinda Arthika
Rencana Mutu Beton : 45,1Mpa
Bahan Tambah : 10% Abu Besi + 0,4 % Retarder

Jumlah Benda Uji: 4 buah		Jenis Benda Uji: Silinder 15x30 cm									
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)		
		P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji	
1	1	1	1,4	2,273	0,362	8	09-Mar-18	06-Apr-18	12116	12157	
2	2	1	1,4	2,273	0,362	8	09-Mar-18	06-Apr-18	12539	12583	
3	3	1	1,4	2,273	0,362	8	09-Mar-18	06-Apr-18	12326	12371	
4	4	1	1,4	2,273	0,362	8	09-Mar-18	06-Apr-18	12387	12431	

No	Benda Uji	Bahan Ganti	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian (kg/cm ²)	Estimasi 28 hari (kg/cm ²)	Keterangan
1	1	10% AB + 0,4% Ret	28	37500	25,57	25,57	oke
2	2	10% AB + 0,4% Ret	28	48000	32,73	32,73	oke
3	3	10% AB + 0,4% Ret	28	42500	28,98	28,98	oke
4	4	10% AB + 0,4% Ret	28	39000	26,59	26,59	oke
Kuat Tekan Rata-rata						28,47	

Medan, 11 Mei 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON


Laboratorium Beton
Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
UMSU
(Ir. Ellyza Chairina, M.Si) No. 3 Medan



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

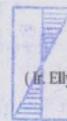


Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton
Pemilik Benda Uji : Yuwinda Arthika
Rencana Mutu Beton : 45,1 Mpa
Bahan Tambah : Normal

No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji
1	1	1	1,4	2,273	0,362	14	28-Mar-18	04-Apr-18	12658	12701
2	2	1	1,4	2,273	0,362	14	28-Mar-18	04-Apr-18	12515	12554
3	3	1	1,4	2,273	0,362	14	28-Mar-18	04-Apr-18	12573	12607
4	4	1	1,4	2,273	0,362	14	28-Mar-18	04-Apr-18	12663	12712

No	Benda Uji	Bahan Ganti	Umur	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian (kg/cm ²)	Estimasi 28 hari (kg/cm ²)	Keterangan
			Hari				
1	1	Normal	7	66000	45,00	69,23	oke
2	2	Normal	7	37500	25,57	39,33	oke
3	3	Normal	7	49500	33,75	51,92	oke
4	4	Normal	7	52000	35,45	54,54	oke
Kuat Tekan Rata-rata						53,76	

Medan, 11 Mei 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON



Ellyza Chairina, M. Sc.
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kapt. Mukhtar Basri No. 3 Medan



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 : Yuwinda Arthika
Rencana Mutu Beton : 45,1 Mpa
Bahan Tambah : 5 % Abu Besi

No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji
1	1	1	1,4	2,273	0,362	11	03-Apr-18	10-Apr-18	12515	12563
2	2	1	1,4	2,273	0,362	11	03-Apr-18	10-Apr-18	12258	12315
3	3	1	1,4	2,273	0,362	14	03-Apr-18	10-Apr-18	12401	12468
4	4	1	1,4	2,273	0,362	14	03-Apr-18	10-Apr-18	12570	12655

No	Benda Uji	Bahan Ganti	Umur	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian (kg/cm ²)	Estimasi 28 hari (kg/cm ²)	Keterangan
			Hari				
1	1	5% Abu Besi	7	40500	27,61	42,48	oke
2	2	5% Abu Besi	7	29250	19,94	30,68	oke
3	3	5% Abu Besi	7	35000	23,86	36,71	oke
4	4	5% Abu Besi	7	37500	25,57	39,33	oke
Kuat Tekan Rata-rata						37,30	

Medan, 11 Mei 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON

Laboratorium Beton
Program Studi Teknik Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
(Ir. Ellyza Chairina, M.Si.)



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 : Yuwinda Arthika
Rencana Mutu Beton : 45,1 Mpa
Bahan Tambah : 5 % Abu Besi

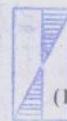
Jumlah Benda Uji: 4 buah			Jenis Benda Uji: Silinder 15x30 cm								
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)		
		P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji	
1	1	1	1,4	2,273	0,362	9	05-Apr-18	12-Apr-18	12545	12593	
2	2	1	1,4	2,273	0,362	9	05-Apr-18	12-Apr-18	12653	12695	
3	3	1	1,4	2,273	0,362	8	05-Apr-18	12-Apr-18	12548	12586	
4	4	1	1,4	2,273	0,362	8	05-Apr-18	12-Apr-18	12717	12758	

No	Benda Uji	Bahan Ganti	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian (kg/cm ²)	Estimasi 28 hari (kg/cm ²)	Keterangan
1	1	10% Abu Besi	7	39000	26,59	40,91	oke
2	2	10% Abu Besi	7	40500	27,61	42,48	oke
3	3	10% Abu Besi	7	39500	26,93	41,43	oke
4	4	10% Abu Besi	7	42000	28,64	44,06	oke
Kuat Tekan Rata-rata						42,22	

Medan, 11 Mei 2018

DIPERIKSA OLEH

KEPALA LABORATORIUM BETON



Ellyza Chairina, M.Si

Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



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 : Yuwinda Arthika
Rencana Mutu Beton : 45,1 Mpa
Bahan Tambah : 5 % Abu Besi + 0,4% Retarder

Jumlah Benda Uji: 4 buah		Jenis Benda Uji: Silinder 15x30 cm									
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal		Berat (Kg)		
		P.C	Pasir	Kerikil			Cetak	Uji	Cetak	Uji	
1	1	1	1,4	2,273	0,362	8,5	06-Apr-18	13-Apr-18	12671	12715	
2	2	1	1,4	2,273	0,362	8,5	06-Apr-18	13-Apr-18	12714	12755	
3	3	1	1,4	2,273	0,362	10	06-Apr-18	13-Apr-18	12547	12590	
4	4	1	1,4	2,273	0,362	10	06-Apr-18	13-Apr-18	12478	12523	

No	Benda Uji	Bahan Ganti	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian (kg/cm ²)	Estimasi 28 hari (kg/cm ²)	Keterangan
1	1	5% AB + 0,4 Ret	7	48000	32,73	50,35	oke
2	2	5% AB + 0,4 Ret	7	60000	40,91	62,94	oke
3	3	5% AB + 0,4 Ret	7	54500	37,16	57,17	oke
4	4	5% AB + 0,4 Ret	7	53000	36,14	55,59	oke
Kuat Tekan Rata-rata						56,51	

Medan, 11 Mei 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON

Laboratorium Beton
Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
UMSU
Jl. Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan
(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



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 : Yuwinda Arthika
Rencana Mutu Beton : 45,1 Mpa
Bahan Tambah : 10% Abu Besi + 0,4% Retarder

Jumlah Benda Uji: 4 buah Jenis Benda Uji: Silinder 15x30 cm										
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji
1	1	1	1,4	2,273	0,362	11	07-Apr-18	14-Apr-18	12792	12848
2	2	1	1,4	2,273	0,362	11	07-Apr-18	14-Apr-18	12641	12696
3	3	1	1,4	2,273	0,362	9	07-Apr-18	14-Apr-18	12783	12835
4	4	1	1,4	2,273	0,362	9	07-Apr-18	14-Apr-18	12821	12873

No	Benda Uji	Bahan Ganti	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian (kg/cm ²)	Estimasi 28 hari (kg/cm ²)	Keterangan
1	1	10% AB + 0,4% Ret	7	52500	35,79	55,07	oke
2	2	10% AB + 0,4% Ret	7	39000	26,59	40,91	oke
3	3	10% AB + 0,4% Ret	7	64500	43,98	67,66	oke
4	4	10% AB + 0,4% Ret	7	66150	45,10	69,39	oke
Kuat Tekan Rata-rata						58,26	

Medan, 11 Mei 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON

Laboratorium Beton
Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
UMSU
Jl. Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



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

LEMBAR ASISSTENSI

Nama : Yuwinda Arthika
NPM : 1407210192
Judul : "Pengaruh *Filler* Abu Besi Dan Zat *Retarder* Terhadap
Penyerapan Dan Kuat Tekan Beton"

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
1.	16-11-17	* ULANGI PEMERIKSAAN U/ AGG. HALUS ! * BUAT BAB I & III !	
2.	23-12-17	* LAKSANAKAN PEMERIKSAAN D&R ULANGAN ! * BUAT MIX DESIGN !- * BUAT PROPORSI U/ B. UJI DAN SETERUSNYA !	
3.	19-01-18	* BUAT / CEK U/ RETARDER & NORMAL	
4.	23-02-18	* BUAT STANDARD PEMERIKSAAN PD BAB - 3 ! * BACA BUKU PANDUAN PENULISAN TA !	
5.	5-03-18	* LANJUT PENULISAN BAB-4 ! * BUAT B. UJI U/ 7 HARI !	

DOSEN PEMBIMBING I

(Ir. Ellyza Chairina, Msi)



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

LEMBAR ASISSTENSI

Nama : Yuwinda Arthika
NPM : 1407210192
Judul : "Pengaruh *Filler* Abu Besi Dan Zat *Retarder* Terhadap Penyerapan Dan Kuat Tekan Beton"

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
6.	17-4-2018	* CEK DATA U/ BAB-4 ! * BUAT PEMBAHASAN 2 : - JAWABAN TUJUAN TA ! - PENGARUH FILLER & RETARDER THDP NORMAL ! * SELESAIKAN BAB-4 & LANJUT BAB-5 !	
7.	28-4-2018	* BUAT PEMBAHASAN ! * SELESAIKAN & LENGKAPI KESELUROHAN TA !	
8.	9-7-2018	ACC ! SELESAI ! SIAP U/ SEMINAR !	

DOSEN PEMBIMBING I

(Ir. Ellyza Chairina, Msi)



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

LEMBAR ASISSTENSI

Nama : Yuwinda Arthika
NPM : 1407210192
Judul : "Pengaruh *Filler* Abu Besi Dan Zat *Retarder* Terhadap Penyerapan Dan Kuat Tekan Beton"

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
1.	7/2-18.	- Perbaiki penulisan tabel dan gambar. - Cek spasi, dll.	Y
2.	30/4-18.	- Cek spasi jarak	Y
3.	6/6-18.	- Perbaiki sesuai koreksi.	Y
4.	28/6-18.	- Perbaiki penulisan Abstrak, lit. paginasi Daft. Tabel, Daft. gbr.	Y
5.	6/7-18.	- ACC Koreksi - Ke Pembimbing I.	Y

DOSEN PEMBIMBING II

(Irma Dewi, S.T,Msi)



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

LEMBAR ASISSTENSI

Nama : Yuwinda Arthika
NPM : 1407210192
Judul : "Pengaruh *Filler* Abu Besi Dan Zat *Retarder* Terhadap
Penyerapan Dan Kuat Tekan Beton"

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf

DOSEN PEMBANDING I

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



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

LEMBAR ASISSTENSI

Nama : Yuwinda Arthika
NPM : 1407210192
Judul : "Pengaruh Filler Abu Besi Dan Zat Retarder Terhadap
Penyerapan Air Dan Kuat Tekan Beton"

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
1.	10/8 - 2018	Perbaiki yg kurang	
2.	15/8 - 2018	perbaiki: semua metode uak sesuai peduluan ke bab III bab IV hanya diteliti dan Revisi	
3	16/8 - 2018	sedal diperbaiki ACC untuk uji ke Bidang tarjano	

DOSEN PEMBANDING II

(Dr. Josef Hadipramana)

DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

NAMA : Yuwinda Arthika
NPM : 1407210192
Judul T.Akhi : Pengaruh Filler Abu Besi Dan Zat Retarder Terhadap Penyera-
Pan Dan Kuat Tekan Beton.

Dosen Pembimbing - I : Ir.Ellyza Chairina.M.Si
Dosen Pembimbing - II : Hj.Irma Dewi.S.T.M.Si
Dosen Pemanding - I : DR.Fahrizal Zulkarnain.S.T.M.Sc
Dosen Pemanding - II : DR.Josef Hadipramana.

KEPUTUSAN

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

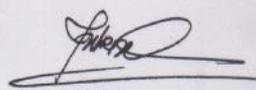
- Gaps dari yg sudah dip kelana
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

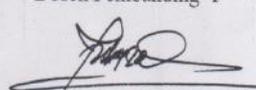
Ace dapat disalakan
Fahrizal 2/8
.....
.....

Medan 17 Dzulkaedah 1439H
30 Juli 2018 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Sipil


DR.Fahrizal Zulkarnain.S.T.M.Sc

Dosen Pemanding- I


DR.Fahrizal Zulkarnain.S.T.M.Sc

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

NAMA : Yuwinda Arthika
NPM : 1407210192
Judul T.Akhir : Pengaruh Filler Abu Besi Dan Zat Retarder Terhadap Penyerapan Dan Kuat Tekan Beton.

Dosen Pembimbing - I : Ir.Ellyza Chairina.M.Si
Dosen Pembimbing - II : Hj.Irma Dewi.S.T.M.Si
Dosen Pemanding - I : DR.Fahrizal Zulkarnain.S.T.M.Sc
Dosen Pemanding - II : DR.Josef Hadipramana.

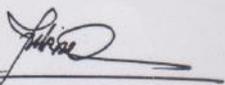
KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
sesuaikan dengan draft TA yg sudah di beri komentar
.....
.....
.....

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....

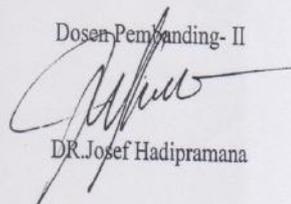
Medan 17 Dzulkaedah 1439H
30 Juli 2018 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Sipil



DR.Fahrizal Zulkarnain.S.T.M.Sc

Dosen Pemanding- II



DR.Josef Hadipramana

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DAFTAR DIRI PESERTA

Nana Lengkap : YUWINDA ARTHIKA
Panggilan : WINDA
Tempat/Tanggal Lahir : Medan, 30 JUNI 1996
Jenis Kelamin : Perempuan
Alamat : Jln. Bhayangkara no.3
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : Ir. Azwan
Ibu : Sri Rahayu
No. HP : 081534394445
E-mail : yuwindaarthika30@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1407210192
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jln.Kapten Muchtar Basri BA. No. 3 Medan 20238

No.	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat
1.	Sekolah Dasar	SD NEGRI 064977 MEDAN
2.	SMP	SMP PAHLAWAN NASIONAL
3.	SMA	SMA DHARMAWANGSA
4.	Melanjutkan Kuliah di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2014	

