

TUGAS AKHIR

**PERBANDINGAN KUAT TEKAN BETON ANTARA
AGREGAT HALUS LANGKAT TERHADAP AGREGAT
HALUS BINJAI PADA FAKTOR AIR SEMEN (FAS)
BERBEDA**

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

Disusun Oleh:

RAIHAN MULIA

NPM : 1407210181



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

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Raihan Mulia
NPM : 1407210181
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Perbandingan Kuat Tekan Beton Antara Agregat Halus
Langkat Terhadap Agregat Halus Binjai Pada Faktor Air
Semen (FAS) Berbeda (Studi Kasus).

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, Juli 2018

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji

Dosen Pembimbing II/Peguji

Ir.Ellyza Chairina,M.Si

Sri Frafanti,S.T.M.T

Dosen Pembanding I / Penguji

Dosen Pembanding II/Peguji

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

Mizanuddin Sitompul,S.T.M.T

Program Studi Teknik Sipil

Ketua,

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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Raihan Mulia

Tempat /TanggalLahir : Matangglumpang Dua / 25 Agustus 1993

NPM : 1407210181

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

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

“Perbandingan Kuat Tekan Beton Antara Agregat Halus Langkat Terhadap Agregat Halus Binjai Pada Faktor Air Semen (FAS) Berbeda”,

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

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuain antara fakta dan kenyataan ini, saya bersedia di proses oleh Tim Fakultas yang di bentuk untuk melakukan verifikasi dengan sanksi berat berupa pembatalan kelulusan /kesarjanaan saya.

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

Medan, Juli 2018

Saya yang menyatakan,

Materai

Rp 6000

(Raihan Mulia)

ABSTRAK

PERBANDINGAN KUAT TEKAN BETON ANTARA AGREGAT HALUS LANGKAT TERHADAP AGREGAT HALUS BINJAI PADA FAKTOR AIR SEMEN (FAS) BERBEDA (STUDI KASUS)

Raihan Mulia

1407210181

Ir.Ellyza Chairina,M.Si

Sri Frafanti,S.T.M.T

Beton adalah suatu material yang secara harfiah merupakan bentuk dasar dari kehidupan sosial modern. Beton merupakan campuran yang homogen antara semen, air dan agregat yang dibuat dengan perbandingan tertentu. Karakteristik beton adalah mempunyai tegangan hancur tekan yang tinggi serta tegangan hancur tarik yang rendah. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui perbandingan kuat tekan beton antara pasir langkat terhadap pasir binjai pada fas berbeda. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Beton Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan menggunakan metode dan langkah-langkah yang dilakukan menurut ASTM dan SK SNI 03-2834-2000. Kuat Tekan Beton Pasir Langkat dengan Faktor Air Semen (FAS) 0.35, 0.45 dan 0.55 adalah berturut – turut 62.27 MPa, 56.47 MPa dan 51.14 MPa. Sedangkan Kuat Tekan Beton Pasir Binjai dengan Faktor Air Semen (FAS) 0.35, 0.45 dan 0.55 adalah berturut – turut 57.28 MPa, 48.75 MPa dan 38.59 MPa.

Kata kunci: Pasir Langkat, Pasir Binjai, Kuat Tekan Rata-rata.

ABSTRACT

THE COMPARISON OF COMPRESSIVE STRENGTH CONCRETE BETWEEN LANGKAT FINE AGREGGATE OF THE BINJAI FINE AGREGGATE ON CEMENT WATER FACTORS (FAS) DIFFERENT (CASE STUDY)

Raihan Mulia

1407210181

Ir.Ellyza Chairina,M.Si

Sri Frafanti,S.T.M.T

Concrete is a material that is literally the basis of modern social life. The concrete is a mixture of the homogenized, the water and aggregate that is made by a certain ratio. The characteristic of concrete is to have a high voltage and a low drag voltage. This study is in the intention of knowing the compressive strength concrete between the langkat sand on the binjai sand on the other different. This study was carried out in the civil engineering laboratory of the university of muhammad by using the methods and steps that are done according to ASTM dan SK SNI 03-2834-2000. The compressive strength concrete of Langkat sand with, Cement Water Factors (FAS) 0.35, 0.45 and 0.55 are 62.27 MPa, 56.47 MPa and 51.14 MPa, respectively. Whereas the compressive strength concrete of sand Binjai with Water Cement Factors (FAS) 0.35, 0.45 and 0.55 are 57.28 MPa, 48.75 MPa and 38.59 MPa respectively.

Keywords: Langkat sand, Binjai sand, the strong grade press the average.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberi karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir yang berjudul “Perbandingan Kuat Tekan Beton Antara Agregat Halus Langkat Terhadap Agregat Halus Binjai Pada Faktor Air Semen (FAS) Berbeda.” Sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik Sipil pada Program Studi teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Medan.

Banyak pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini. Untuk itu penulis menghaturkan rasa terima kasih yang tulus dan sedalam – dalamnya kepada :

1. Ibu Ir. Ellyza Chairina, M.Si selaku dosen pembimbing I dan penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini,
2. Ibu Sri Frafanti, S.T.M.T selaku dosen pembimbing II dan penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini,
3. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T.M.Sc selaku dosen pembimbing I dan penguji yang telah banyak memberi koreksi dan masukan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini,
4. Bapak Mizanuddin Sitompul, S.T.M.T selaku dosen pembimbing II dan penguji yang telah banyak memberi koreksi dan masukan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini,
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T.M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara,

6. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain,S.T.M.Sc. selaku Ketua Prodi Fakultas Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara,
7. Seluruh Bapak / Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil , Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis,
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas muhammadiyah Sumatera Utara,
9. Bapak M.Hasan Harun,S.Pd dan Ibu Suryati Ismail yaitu orang tua dari penulis yang telah bersusah payah membesarkan dan mendoakan serta membiayai studi penulis,
10. Sahabat – sahabat penulis yaitu Rifqi Umara, Devita Nanda Safitri, Ratna Dewi, Dewi Sri Rahayu dan lain – lainnya yang tidak mungkin di sebut kan satu persatu.

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

Medan, Juli 2018

(Raihan Mulia)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR NOTASI	xviii

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
1.6. Sistematika Penulisan	4

BAB 2 STUDI PUSTAKA

2.1. Pengertian Beton	5
2.2. Kelebihan dan Kekurangan Beton	6
2.3. Sifat – sifat Beton	6
2.3.1. Kemudahan Pengerjaan (<i>Workability</i>)	6
2.3.2. <i>Segregation</i> (Pemisahan Kerikil)	7
2.3.3. <i>Bleeding</i>	8
2.4. Faktor Air Semen (FAS)	8
2.5. <i>Slump Test</i>	9
2.6. Umur Beton	9
2.7. Material Penyusun Beton	10
2.7.1. Semen	10

2.7.2. Agregat	12
2.7.3. Air	18
2.8. Perencanaan Pembuatan Campuran Beton Standar Menurut 03-2834-2000	20
2.9. Perawatan Beton	28
2.10. Pengujian Kuat Tekan Beton	29

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Umum	32
3.1.1. Metodologi Penelitian	32
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian	34
3.3. Bahan dan Peralatan	34
3.3.1. Bahan	34
3.3.2. Peralatan	34
3.4. Persiapan Penelitian	34
3.5. Pemeriksaan Agregat	35
3.6. Pemeriksaan Agregat Halus Binjai	35
3.6.1. Kadar Air Agregat Halus	35
3.6.2. Kadar Lumpur Agregat Halus	36
3.6.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	37
3.6.4. Berat Isi Agregat Halus	38
3.6.5. Analisa Saringan Agregat Halus	39
3.7. Pemeriksaan Agregat Halus Langkat	41
3.7.1. Kadar Air Agregat Halus	41
3.7.2. Kadar Lumpur Agregat Halus	42
3.7.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	43
3.7.4. Berat Isi Agregat Halus	44
3.7.5. Analisa Saringan Agregat Halus	45
3.8. Pemeriksaan Agregat Kasar Binjai	47
3.8.1. Kadar Air Agregat Kasar	48
3.8.2. Kadar Lumpur Agregat Kasar	48
3.8.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	49

3.8.4.	Berat Isi Agregat Kasar	50
3.8.5.	Analisa Saringan Agregat Kasar	51
3.8.6.	Keausan Agregat dengan Mesin Los Angeles	54
3.9.	Perencanaan Campuran Beton	55
3.9.1.	Pembuatan Benda Uji	55
3.9.2.	Pengujian Slump Test	56
3.9.3.	Perawatan Beton	56
3.9.4.	Pengujian Kuat Tekan	56
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1.	Perencanaan Campuran Beton Langkat Fas 0.35	57
4.1.1.	Data – data campuran beton	58
4.2.	Perencanaan Campuran Beton Langkat Fas 0.45	70
4.2.1.	Data – data campuran beton	71
4.3.	Perencanaan Campuran Beton Langkat Fas 0.55	83
4.3.1.	Data – data campuran beton	84
4.4.	Perencanaan Campuran Beton Binjai Fas 0.35	96
4.4.1.	Data – data campuran beton	97
4.5.	Perencanaan Campuran Beton Binjai Fas 0.45	109
4.5.1.	Data – data campuran beton	110
4.6.	Perencanaan Campuran Beton Binjai Fas 0.55	122
4.6.1.	Data – data campuran beton	123
4.7.	Pembuatan Benda Uji	135
4.8.	Slumpt Test	136
4.9.	Kuat Tekan Beton Normal	138
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1.	Kesimpulan	145
5.2.	Saran	145

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi Bahan Pembentuk Beton	6
Tabel 2.2	Perkiraan Kuat Tekan Beton dengan FAS 0,5	8
Tabel 2.3	Perbandingan Kekuatan Beton Pada Berbagai Umur(Hari)	10
Tabel 2.4	Batas Gradasi Agregat Halus	14
Tabel 2.5	Batas Gradasi Agregat Kasar	18
Tabel 2.6	Kandungan zat kimia dalam air yang di izinkan	20
Tabel 2.7	Faktor penggali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia	21
Tabel 2.8	Tingkat mutu pekerjaan pembetonan	21
Tabel 2.9	Perkiraan kadar air bebas yang di butuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton	22
Tabel 2.10	Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus	24
Tabel 2.11	Toleransi waktu agar pengujian kuat tekan tidak keluar dari batasan waktu yang telah di toleransi	30
Tabel 2.12	Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur	31
Tabel 3.1	Data – data hasil penelitian kadar air agregat halus Binjai	35
Tabel 3.2	Data – data hasil penelitian kadar lumpur agregat halus Binjai	36
Tabel 3.3	Data – data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan Binjai	37
Tabel 3.4	Data – data hasil penelitian berat isi agregat halus Binjai	38
Tabel 3.5	Data – data hasil penelitian analisa saringan agregat halus Binjai	39
Tabel 3.6	Data – data hasil penelitian kadar air agregat halus Langkat	41
Tabel 3.7	Data – data hasil penelitian kadar lumpur agregat halus Langkat	42
Tabel 3.9	Data – data hasil penelitian berat isi Langkat	44
Tabel 3.10	Data – data hasil penelitian analisa saringan Langkat	45
Tabel 3.11	Data – data hasil penelitian kadar air agregat kasar	48
Tabel 3.12	Data – data hasil penelitian kadar lumpur agregat kasar	48
Tabel 3.13	Data – data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat kasar	49

Tabel 3.14	Data – data hasil penelitian berat isi agregat kasar	50
Tabel 3.15	Data – data hasil penelitian analisa saringan agregat kasar	51
Tabel 3.16	Data – data hasil pengujian keausan agregat	54
Tabel 4.1	Perencanaan campuran beton Langkat Fas 0,35	58
Tabel 4.2	Banyak agregat kasar yang di butuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	61
Tabel 4.3	Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	61
Tabel 4.4	Banyak agregat kasar yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 8 benda uji	63
Tabel 4.5	Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 8 benda uji	63
Tabel 4.6	Jumlah kadar air bebas yang di tentukan	66
Tabel 4.7	Perencanaan campuran beton Langkat Fas 0,45	71
Tabel 4.8	Banyak agregat kasar yang di butuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	74
Tabel 4.9	Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	74
Tabel 4.10	Banyak agregat kasar yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 8 benda uji	76
Tabel 4.11	Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 8 benda uji	76
Tabel 4.12	Jumlah kadar air bebas yang di tentukan	79
Tabel 4.13	Perencanaan campuran beton Langkat Fas 0,55	84
Tabel 4.14	Banyak agregat kasar yang di butuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	87
Tabel 4.15	Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	87
Tabel 4.16	Banyak agregat kasar yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 8 benda uji	89
Tabel 4.17	Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 8 benda uji	89
Tabel 4.18	Jumlah kadar air bebas yang di tentukan	92
Tabel 4.19	Perencanaan campuran beton Binjai Fas 0,35	97
Tabel 4.20	Banyak agregat kasar yang di butuhkan untuk tiap saringan dalam 1	

	benda uji	100
Tabel 4.21	Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	100
Tabel 4.22	Banyak agregat kasar yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 8 benda uji	102
Tabel 4.23	Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 8 benda uji	102
Tabel 4.24	Jumlah kadar air bebas yang di tentukan	105
Tabel 4.25	Perencanaan campuran beton Binjai Fas 0,45	110
Tabel 4.26	Banyak agregat kasar yang di butuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	113
Tabel 4.27	Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	113
Tabel 4.28	Banyak agregat kasar yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 8 benda uji	115
Tabel 4.29	Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 8 benda uji	
Tabel 4.30	Jumlah kadar air bebas yang di tentukan	118
Tabel 4.31	Perencanaan campuran beton Binjai 0,55	123
Tabel 4.32	Banyak agregat kasar yang di butuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	126
Tabel 4.33	Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	126
Tabel 4.34	Banyak agregat kasar yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 8 benda uji	128
Tabel 4.35	Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 8 benda uji	128
Tabel 4.36	Jumlah kadar air bebas yang di tentukan	131
Tabel 4.37	<i>Slump Test</i> Binjai	137
Tabel 4.38	<i>Slump Test</i> Langkat	137
Tabel 4.39	Hasil kuat tekan Langkat fas 0,35	139
Tabel 4.40	Hasil kuat tekan Langkat fas 0,45	139
Tabel 4.41	Hasil kuat tekan Langkat fas 0,55	140
Tabel 4.42	Hasil kuat tekan Binjai fas 0,35	140
Tabel 4.43	Hasil kuat tekan Binjai fas 0,45	141

Tabel 4.4 Hasil kuat tekan Binjai fas 0,55

141

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Daerah gradasi pasir kasar	14
Gambar 2.2	Daerah gradasi pasir sedang	15
Gambar 2.3	Daerah gradasi pasir agak halus	15
Gambar 2.4	Daerah gradasi pasir halus	16
Gambar 2.5	Daerah gradasi agregat kasar (ASTM C33, 1986)	18
Gambar 2.6	Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder	23
Gambar 2.7	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm	25
Gambar 2.8	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm	25
Gambar 2.9	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm	26
Gambar 3.0	Kandungan berat air, berat jenis dan berat isi	27
Gambar 3.1	Tahapan singkat penelitian yang di laksanakan	33
Gambar 3.2	Grafik gradasi agregat halus (zona 2 pasir sedang)	41
Gambar 3.3	Grafik gradasi agregat halus (zona 2 pasir sedang)	47
Gambar 3.4	Grafik gradasi agregat kasar diameter maksimum 40 mm	53
Gambar 4.1	Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton Langkat	65
Gambar 4.2	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm	67
Gambar 4.3	Hubungan kandungan air, berat jenis dan berat isi	68
Gambar 4.4	Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton Langkat	78
Gambar 4.5	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran maksimum 40 mm	80
Gambar 4.6	Hubungan kandungan air, berat jenis dan berat isi	81
Gambar 4.7	Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton Langkat	91
Gambar 4.8	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran maksimum 40 mm	93

Gambar 4.9	Hubungan kandungan air, berat jenis dan berat isi	94
Gambar 4.10	Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton Binjai	104
Gambar 4.11	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran maksimum 40 mm	106
Gambar 4.12	Hubungan kandungan air, berat jenis dan berat isi	107
Gambar 4.13	Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton Binjai	117
Gambar 4.14	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran maksimum 40 mm	119
Gambar 4.15	Hubungan kandungan air, berat jenis dan berat isi	120
Gambar 4.16	Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton Binjai	130
Gambar 4.17	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm	132
Gambar 4.18	Hubungan kandungan air, berat jenis dan berat isi	133
Gambar 4.19	Beban tekan pada benda uji silinder	138
Gambar 4.20	Grafik kuat tekan beton pada umur 28 hari	142

DAFTAR NOTASI

A	= luas penampang(cm^2)	
B _j	= berat jenis	(gr/mm^3)
B _{jh}	= berat jenis agregat halus	(gr/mm^3)
B _{j camp}	= berat jenis agregat campuran	(gr/mm^3)
FM	= modulus kehalusan	-
f _c	= kuat tekan	(MPa)
n	= jumlah benda uji	(Buah)
P	= beban tekan	(kg)
t	= tinggi benda uji	(cm)
V	= volume	(cm^3)
W	= berat	(kg)
Kh	= persentasi berat agregat halus terhadap agregat campuran	(%)
C _a	= absorpsi air pada agregat halus	(%)
C _k	= kadar air pada agregat halus	(%)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar belakang

Beton merupakan bahan yang banyak digunakan dan menjadi unsur utama pada bangunan. Beton di peroleh dari percampuran semen, agregat halus, agregat kasar, semen dan air atau bahan lain yang berfungsi sebagai bahan pengikat hidrolis dengan atau tanpa menggunakan bahan tambahan. Kelebihan beton antara lain memiliki kuat desak yang tinggi dibanding kuat tariknya, mudah dibentuk, tidak memerlukan perawatan khusus, bahan susun mudah didapat dari alam sekitar, dan lebih awet dibandingkan bahan bangunan lain. Semakin banyak beton digunakan sebagai bahan penyusun struktur beton, maka mendorong penelitian untuk mengembangkan material maupun cara pembuatan beton. Meskipun demikian, karena sifatnya yang getas (*brittle*) dan praktis tidak mampu menahan tegangan tarik karena tegangan tariknya relatif kecil, bahan tersebut punya keterbatasan dalam penggunaannya (Hardiyanto, 2007).

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, banyak penelitian yang telah dilakukan untuk memperbaiki sifat-sifat beton terutama dari segi kekuatannya menahan beban, daya tahan, keawetan, dan kemudahan pengerjaannya. Untuk mengetahui kekuatan beton, umumnya digunakan uji tekan *compression* (Murdock dan Brook, 1979).

Mengacu pada SNI 03-6861.1-2002 Pasir sebagai agregat halus dalam pembuatan beton jika ditinjau dari asalnya dapat berupa pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami dari batuan atau berupa pasir buatan yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batuan. Agar diperoleh mutu beton yang baik, pasir yang akan digunakan harus memenuhi beberapa kriteria tertentu. Pasir harus terdiri dari butiran tajam, keras dan bersifat kekal. Selain itu pasir tidak boleh mengandung banyak lumpur dan bahan-bahan organik karena dapat mengurangi kekuatan

beton. Agregat halus yang bisa digunakan pada pembuatan beton dapat menggunakan pasir biasa / (pasir sungai) atau pasir laut. Namun, pasir laut mengandung banyak garam sehingga tidak baik untuk beton berbeda dengan pasir sungai yang paling sering dibuat untuk campuran beton. Selain sifat ekonomisnya, agregat sungai juga mempunyai gradasi memenuhi syarat. Peran Faktor Air Semen (FAS) juga tidak kalah pentingnya dalam menentukan jumlah air dalam suatu campuran beton. Semakin kecil nilai FAS yang di pakai maka akan menghasilkan kekuatan beton yang semakin baik pula.

Salah satu penelitian yang pernah dilakukan pada perbedaan agregat halus adalah dengan memanfaatkan pasir sungai. Diantaranya adalah “ Pengaruh FAS Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Agregat Yang Berasal Dari Sungai Ranoyapo dan Sungai Lelema ” oleh Rosie Arizki, dkk (2015) mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado. Hasil dari penelitian diperoleh bahwa pada beton yang menggunakan pasir sungai memiliki berat yang lebih ringan dibandingkan beton normal.

Dari berbagai macam agregat halus yang bisa di gunakan dalam pembuatan beton penulis memilih menggunakan agregat halus dari pasir sungai yaitu pasir sungai di Langkat dan pasir sungai di Binjai untuk mengetahui nilai kuat tekan beton pada faktor air semen (FAS) yang berbeda antara kedua pasir tersebut. Pasir ini mudah didapat dalam kuantitas yang cukup besar. Sehingga perlu dicari solusi untuk memanfaatkannya yang nantinya diharapkan menjadi lebih ekonomis dan beton yang bermutu tinggi .

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh perbedaan Faktor Air Semen (FAS) pada campuran beton yang menggunakan agregat halus dari Sungai di Langkat terhadap agregat halus Sungai di Binjai ?
2. Bagaimana pengaruh penggunaan agregat halus dari Sungai di Langkat dan agregat halus Sungai di Binjai terhadap kuat tekan beton ?

3. Membandingkan penggunaan agregat halus dari sungai di Langkat terhadap agregat halus dari sungai di Binjai untuk mendapatkan kuat tekan beton yang maksimum?

1.3. Ruang Lingkup

Batasan masalah dalam penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Beton Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Metode perancangan campuran adukan beton menggunakan SNI 03-2834-2000.
3. Penelitian ini hanya meninjau kuat tekan saja.
4. Ketentuan bahan pada penelitian ini antara lain :
 - a. Semen yang digunakan adalah *Portland Cement type I* dengan merk Semen Padang.
 - b. Agregat kasar Batu Pecah dari Binjai.
 - c. Agregat Halus (Pasir) berasal dari Pasir sungai di Langkat dan Sungai di Binjai.
5. Benda uji berupa silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
6. Menggunakan 3 variasi Faktor air semen (FAS) yaitu 0.35, 0.45 dan 0.55.
7. Umur pengujian benda uji adalah 28 hari.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh perbedaan Faktor Air Semen (FAS) pada campuran beton menggunakan agregat halus dari Sungai di Langkat terhadap agregat halus Sungai di Binjai.
2. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan agregat halus dari sungai di Langkat dan sungai di Binjai terhadap kuat tekan beton.
3. Untuk mengetahui perbandingan penggunaan agregat halus dari sungai di Langkat terhadap agregat halus dari sungai di Binjai untuk mendapatkan kuat tekan beton yang maksimum ?

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun mafaat dari penelitian ini adalah Agar hasil dari penelitian ini semakin dikenal sebagai rujukan pada praktisi karena pada penelitian ini pasir Langkat yang di dapat lebih baik.

1.6. Sistematika penulisan

Sistematika penulisan dalam penulisan tugas akhir ini disusun sebagai berikut :

1. Bab I terdiri dari latar belakang, tujuan penelitian, rumusan masalah, batasan masalah.
2. Bab II terdiri dari teori dasar .
3. Bab III merupakan sistematika dalam penyusunan tugas akhir ini dari awal hingga akhir penulisan.
4. Bab IV merupakan hasil dari pembahasan yang diperoleh.
5. Bab V terdiri dari kesimpulan dan saran.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Beton

Beton berasal dari kata “*concretus*“, yang artinya “tumbuh bersama“. Ini berarti gambaran mengenai penggabungan partikel-partikel lepas menjadi suatu massa yang utuh (Raina,1988).

Beton dibentuk oleh pengerasan campuran semen, air, agregat halus, agregat kasar (batu pecah atau kerikil), udara dan kadang-kadang campuran bahan tambahan lainnya (mulai dari bahan kimia, serat sampai bahan buangan non kimia) dengan perbandingan tertentu. “Campuran yang masih plastis ini dicor kedalam perancah dan dirawat untuk mempercepat reaksi hidrasi campuran semen dan air yang menyebabkan pengerasan pada beton, bahan yang terbentuk ini mempunyai kuat desak yang tinggi dan ketahanan terhadap tarik yang rendah.”(Nawy, 1990).

“Sifat yang paling penting dari suatu agregat (batu-batuan, kerikil, pasir dan lain-lain) ialah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, porositas dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap proses pembekuan waktu musim dingin dan agresi kimia, serta ketahanan terhadap penyusutan.”(Murdock dan Brook, 1999).

Selain itu, Komposisi bahan pembentuk beton berdasarkan jumlah persentase yang biasanya terdapat pada suatu campuran beton dapat dilihat pada Tabel 2.1 dibawah

Tabel 2.1: Komposisi bahan pembentuk beton (Murdock dan Brook, 1999).

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

2.2. Kelebihan dan Kekurangan Beton

Menurut Mulyono (2004) sebagai bahan konstruksi, beton mempunyai kelebihan dan kekurangan sebagai berikut:

Kelebihan beton antara lain :

1. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
2. Mampu memikul beban yang berat.
3. Tahan terhadap temperature yang tinggi
4. Biaya pemeliharaan yang kecil
5. Tahan terhadap serangan korosi.

Kekurangan beton antara lain:

1. Bentuk yang telah dibuat sulit diubah.
2. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi
3. Berat dan memiliki daya pantul suara yang besar.

2.3. Sifat-Sifat Beton

2.3.1. Kemudahan Pengerjaan (*workability*)

Salah satu sifat beton sebelum mengeras (beton segar) adalah kemudahan pengerjaan (*workability*). *Workability* adalah tingkat kemudahan pengerjaan beton dalam mencampur, mengaduk, menuang, dalam cetakan dan pemadatan tanpa homogenitas beton berkurang dan beton tidak mengalami *bleeding* (pemisahan) yang berlebihan untuk mencapai kekuatan beton yang diinginkan.

Workability akan lebih jelas pengertiannya dengan adanya sifat-sifat berikut:

1. *Mobility* adalah kemudahan adukan beton untuk mengalir dalam cetakan.
2. *Stability* adalah kemampuan adukan beton untuk selalu tetap homogen, selalu mengikat (koheren), dan tidak mengalami pemisahan butiran (*segregasi* dan *bleeding*).
3. *Compactibility* adalah kemudahan adukan beton untuk dipadatkan sehingga rongga-rongga udara dapat berkurang.
4. *Finishibility* adalah kemudahan adukan beton untuk mencapai tahap akhir yaitu mengeras dengan kondisi yang baik.

Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat *workability* antara lain:

1. Jumlah air yang digunakan dalam campuran adukan beton. Semakin banyak air yang digunakan, maka beton segar semakin mudah dikerjakan.
2. Penambahan semen ke dalam campuran juga akan memudahkan cara pengerjaan adukan betonnya, karena pasti diikuti dengan bertambahnya air campuran untuk memperoleh nilai Faktor Air Semen (FAS) tetap.
3. Gradasi campuran pasir dan kerikil. Bila campuran pasir dan kerikil mengikuti gradasi yang telah disarankan oleh peraturan, maka adukan beton akan mudah dikerjakan.
4. Pemakaian butir-butir batuan yang bulat mempermudah cara pengerjaan beton.
5. Pemakaian butir maksimum kerikil yang dipakai juga berpengaruh terhadap tingkat kemudahan dikerjakan (Tjokrodimuljo, 1996).

2.3.2. Segregation (pemisahan kerikil)

Kecenderungan butir-butir kasar untuk lepas dari campuran beton dinamakan *segregasi* (Mulyono, 2004). Hal ini menyebabkan sarang kerikil pada beton akhirnya akan menyebabkan keropos pada beton. *Segregasi* ini disebabkan oleh beberapa hal yaitu:

1. Campuran kurus dan kurang semen.
2. Terlalu banyak air.
3. Ukuran maksimum agregat lebih dari 40 mm
4. Permukaan butir agregat kasar yang terlalu kasar

2.3.3. Bleeding

Bleeding adalah pengeluaran air dari adukan beton yang disebabkan oleh pelepasan air dari pasta semen. Sesaat setelah dicetak, air yang terkandung di dalam beton segar cenderung untuk naik ke permukaan.

Akibat dari peristiwa ini:

1. Bagian atas lapis terlalu basah, yang akan menghasilkan beton berpori dan lemah.
2. Air dapat berkumpul dalam kerikil-kerikil dan baja tulangan horizontal, hingga menimbulkan rongga-rongga besar.

2.4. Faktor Air Semen (FAS)

FAS sebagai *water to cementious ratio* dapat didefinisikan rasio berat air terhadap berat total semen (Muyono, 2004).

Pada penelitian lainnya disebutkan juga fungsi Faktor Air Semen (FAS) diantaranya yaitu untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan serta memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton (Rosie Arizki,dkk : 2015).

Telah diketahui secara umum bahwa semakin besar nilai FAS, semakin rendah mutu kekuatan beton. Dengan demikian, untuk menghasilkan sebuah beton mutu tinggi FAS dalam beton haruslah rendah. Mulyono (2004) yang dapat dilihat pada Tabel 2.2. tentang perkiraan kuat tekan beton dengan FAS 0,5 dan jenis semen serta agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia.

Tabel 2.2: Tentang perkiraan kuat tekan beton dengan FAS 0,5 dan jenis semen serta agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia(SNI T-15-1990-03:06)

Jenis semen	Jenis agregat kasar	kekuatan tekan(MPa) pada umur (hari)				Bentuk benda uji
		3	7	28	91	
Semen Portland Tipe I atau Semen tahan Sulfat Tipe II, V	Batu tak dipecah (alami)	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
	Batu tak dipecah (alami)	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	23	32	45	54	
Semen Portland Tipe III	Batu tak dipecah (alami)	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecah (alami)	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	

2.5. Slump Test

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

2.6. Umur Beton

Kekuatan desak beton akan bertambah dengan naiknya umur beton. Kekuatan beton akan naik secara cepat (linier) sampai umur 28 hari, tetapi setelah itu kenaikannya akan kecil. Kekuatan desak beton pada kasus tertentu terus akan bertambah sampai beberapa tahun di muka. Biasanya kekuatan desak rencana beton dihitung pada umur 28 hari. Untuk struktur yang menghendaki awal tinggi, maka campuran dikombinasikan dengan semen khusus atau di tambah dengan bahan tambah kimia dengan tetap menggunakan jenis semen tipe I. Laju kenaikan umur beton sangat tergantung dari penggunaan bahan penyusun yang paling utama adalah penggunaan bahan semen karena semen cenderung secara langsung memperbaiki kinerja desaknya (Mulyono, 2005).

Kuat desak beton akan bertambah tinggi dengan bertambahnya umur (Tjokrodinuljo, 2007). Yang dimaksud umur disini adalah dihitung sejak beton dicetak. Laju kenaikan kuat desak beton mula-mula cepat, lama-lama laju kenaikan itu akan semakin lambat dan laju kenaikan itu akan menjadi relatif sangat kecil setelah berumur 28 hari. Sebagai standar kuat desak beton (jika tidak disebutkan umur secara khusus) adalah kuat desak beton pada umur 28 hari. Jika pengetesan

benda uji dilaksanakan tidak pada umur 28 hari, maka perhitungan kekuatan tekan beton dikalikan dengan angka perbandingan seperti pada Tabel 2.3 berikut:

Tabel 2.3: Perbandingan Kekuatan Beton Pada Berbagai Umur/Hari (Tjokromuljo,2007)

Umur Beton	Faktor						
3	0,40	13	0,847	23	0,964	50	1,06
4	0,463	14	0,8	24	0,971	51	1,09
5	0,525	15	0,89	25	0,979	55	1,09
6	0,588	16	0,90	26	0,986	56	1,10
7	0,65	17	0,91	27	0,993	65	1,15
8	0,683	18	0,92	28	1,00	66	1,18
9	0,716	19	0,93	35	1,00	90	1,20
10	0,749	20	0,94	36	1,03	350	1,35
11	0,781	21	0,95	45	1,03	360	1,35
12	0,814	22	0,957	46	1,06	365	1,35

2.7. Material Penyusun Campuran Beton

Kualitas beton dapat ditentukan dengan cara pemilihan bahan-bahan pembentuk beton yang baik, perhitungan proporsi yang tepat, cara pengerjaan dan perawatan beton dengan baik, serta pemilihan bahan tambah yang tepat dengan jumlah optimum yang diperlukan. Bahan pembentuk beton adalah semen, agregat, air dan biasanya dengan bahan tambah atau pengisi. Berikut akan dijelaskan mengenai ketiga bahan penyusun utama beton tersebut.

2.7.1.Semen

Fungsi semen adalah untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang padat dan juga mengisi rongga-rongga diantara butiran-butiran agregat. Semen merupakan bahan hidrolis yang dapat bereaksi secara kimia dengan air hal ini

disebut dengan hidrasi, sehingga terjadi proses pembekuan yang membentuk material batu padat dan setelah pembekuan material tersebut akan mempertahankan kekuatan dan stabilitas bahkan didalam air. Salah satu jenis semen yang biasa dipakai dalam pembuatan beton ialah semen *Portland*, terbuat dari campuran Kalsium (Ca), Silika (SiO_2), Alumunia (Al_2O_3) dan Oksida Besi (Fe_2O_3). Kalsium bisa didapatkan dari setiap bahan yang mengandung kapur.

Menurut ASTM C150(1985), semen *Portland* didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari Kalsium, Sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya. Semen *Portland* yang digunakan di Indonesia harus memenuhi Standar Uji Bahan Bangunan Indonesia 1986 atau SII 0013-81 yang diadopsi dari ASTM C150 (1985).

Semen terbagi dalam beberapa jenis yaitu:

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

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

1. Semen *Portland* Tipe I adalah semen *Portland* umum (*normal portland cement*) yang digunakan dalam konstruksi beton secara umum dan tidak memerlukan sifat-sifat khusus.
2. Semen *Portland* Tipe II adalah semen *Portland* yang mempunyai panas hidrasi lebih rendah dan keluarnya panas lebih lambat dari pada semen jenis I. Semen ini digunakan pada bangunan drainase dengan sulfat agak tinggi, dinding penahan tanah tebal yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan kalor hidrasi b sedang.
3. Semen *Portland* Tipe III adalah semen *Portland* dengan kekuatan awal yang tinggi (*high early strength portland cement*). Jenis ini memperoleh kekuatan besar dalam waktu singkat, sehingga dapat digunakan untuk perbaikan bangunan beton yang perlu segera digunakan serta dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Semen *Portland* Tipe IV adalah semen *Portland* dengan panas hidrasi yang rendah (*low heat portland cement*). Jenis ini merupakan jenis khusus untuk penggunaan yang memerlukan panas hidrasi serendah-rendahnya. Pertumbuhan kekuatannya lambat. Jenis ini digunakan untuk bangunan beton massa seperti bendungan-bendungan gravitasi tinggi.
5. Semen *Portland* Tipe V adalah semen *Portland* yang tahan Sulfat (*sulfat resisting portland cement*). Jenis ini merupakan jenis khusus yang digunakan hanya untuk bangunan yang terkena Sulfat, seperti di tanah/air yang kadar Alkalinya tinggi.

2.7.2. Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70% volume mortar atau beton. Walaupun namanya hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar/betonnya, sehingga

pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar/beton. Agregat adalah bahan pengisi yang berfungsi sebagai penguat.

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

(Menurut SNI T-15-1990-03) “Agregat didefinisikan sebagai material *granular*, misalnya pasir, kerikil, batu pecah yang dipakai bersama-sama dengan suatu media pengikat untuk membentuk semen hidrolis atau adukan.”

Berdasarkan ukurannya, agregat ini dapat dibedakan menjadi:

a. Agregat Halus

Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butiran sebesar 5 mm.

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

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

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

Maksud penggunaan agregat halus didalam adukan beton adalah:

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

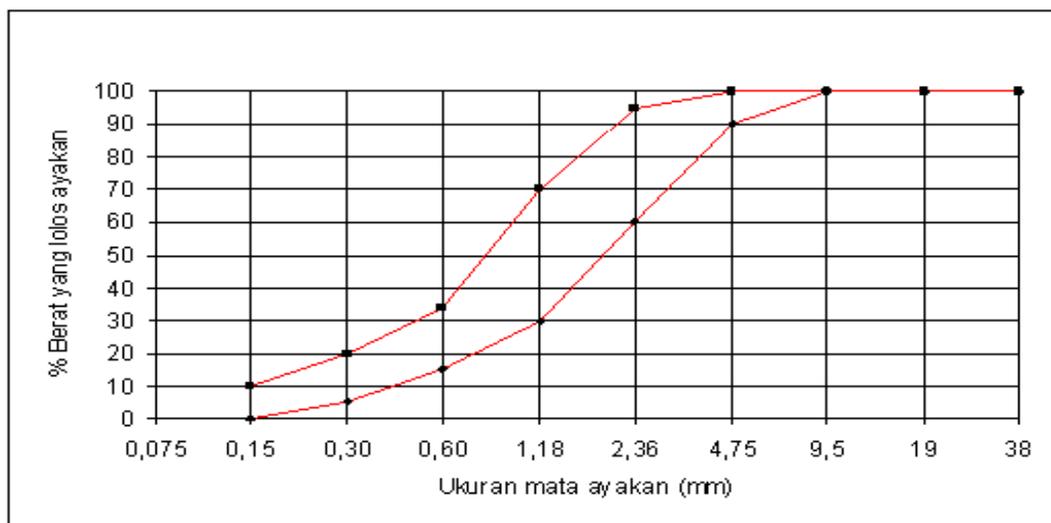
SK.SNI T-15-1990-03 memberikan syarat-syarat untuk agregat halus yang diadopsi dari *British Standard* di Inggris. Agregat halus dikelompokkan dalam empat *zone* (daerah) dapat dilihat dalam Tabel 2.4:

Tabel 2.4: Batas gradasi agregat halus (SK. SNI T-15-1990-03).

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

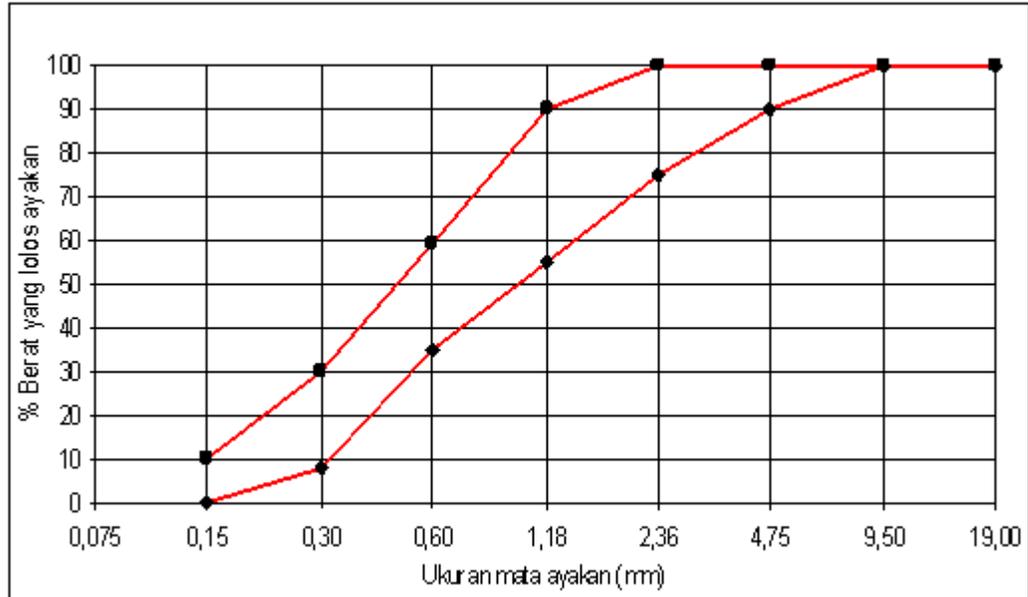
- Keterangan:
- Daerah Gradasi I = Pasir Kasar
 - Daerah Gradasi II = Pasir Sedang
 - Daerah Gradasi III = Pasir Agak Halus
 - Daerah Gradasi IV = Pasir Halus.

Daerah gradasi pasir kasar (SNI 03-2834-2000) dapat di lihat pada gambar 2.1 di bawah ini:



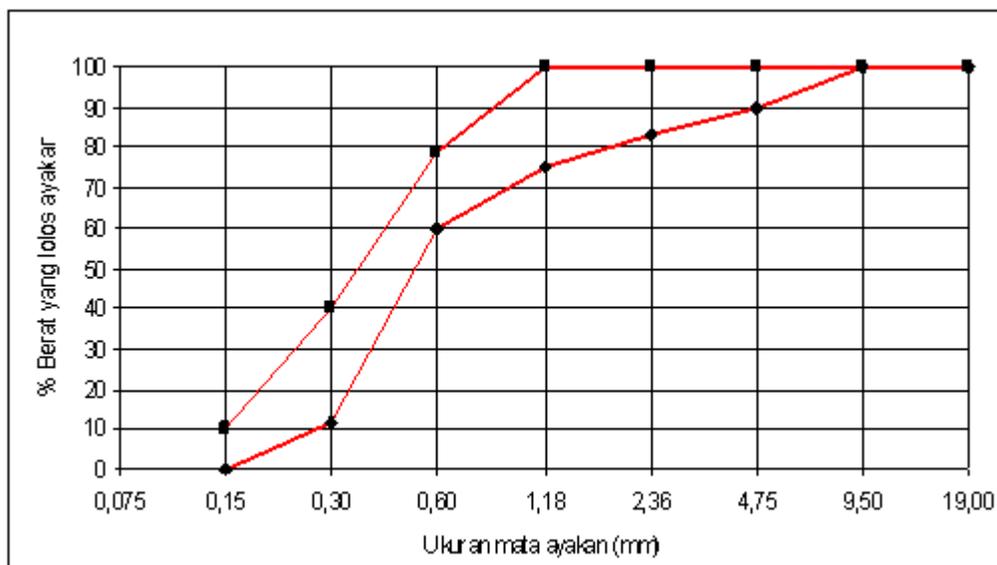
Gambar 2.1: Daerah gradasi pasir kasar(SNI 03-2834-2000).

Daerah gradasi pasir sedang (SNI 03-2834-2000) dapat di lihat pada gambar 2.2 di bawah ini:



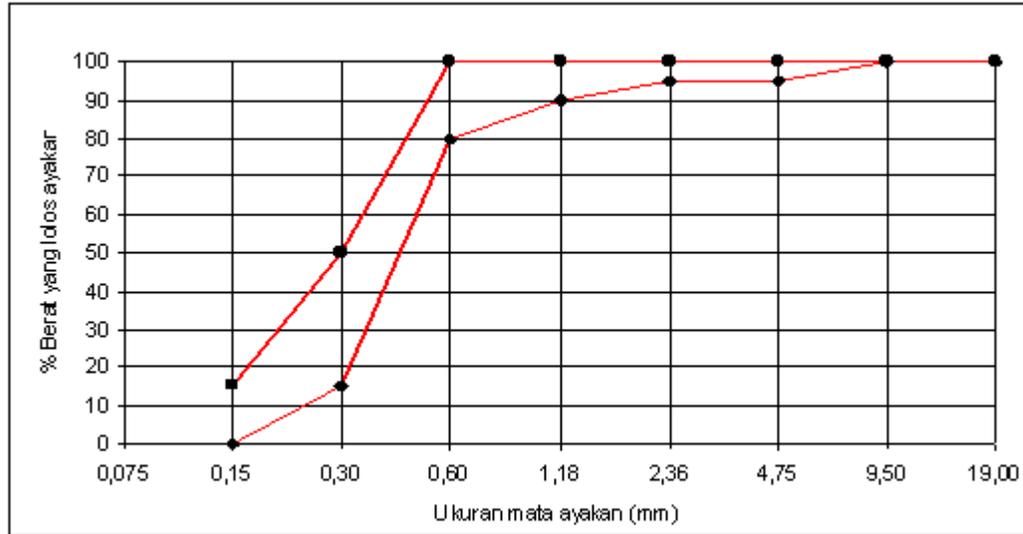
Gambar 2.2: Daerah gradasi pasir sedang(SNI 03-2834-2000).

Daerah gradasi pasir agak halus (SNI 03-2834-2000) dapat di lihat pada gambar 2.3 di bawah ini:



Gambar 2.3: Daerah gradasi pasir agak halus(SNI 03-2834-2000).

Daerah gradasi pasir halus (SNI 03-2834-2000) dapat di lihat pada gambar 2.4 di bawah ini:



Gambar 2.4: Daerah gradasi pasir halus(SNI 03-2834-2000).

Pemeriksaan material ini dilaksanakan sesuai dengan standar menurut SNI 03-2834-2000 agregat halus diteliti terhadap:

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

b. Agregat Kasar

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

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

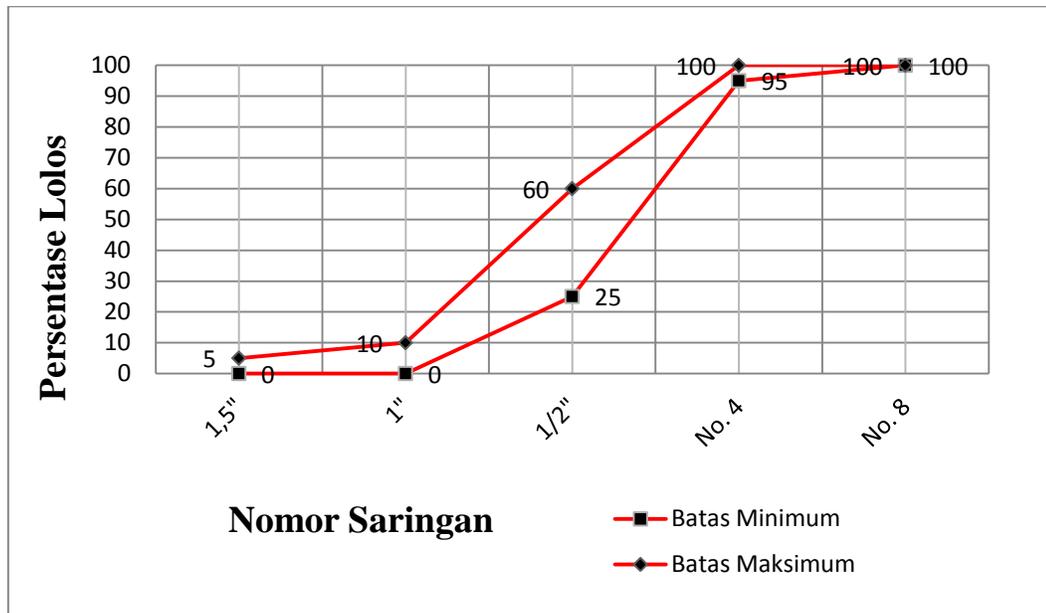
1. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% terhadap berat kering. Apabila kadar lumpur melampaui 1% maka agregat kasar harus dicuci.
2. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat reaktif alkali.
3. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir 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 2.5.

Tabel 2.5 : Batas gradasi agregat kasar dengan diameter agregat maksimum 37,5 mm

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 (1/2 in)	25	60
4,75 (No. 4)	95	100
2,36 (No. 8)	100	100

Daerah batas gradasi agregat kasar (ASTM C33, 1986) dapat dilihat pada gambar 2.5 di bawah ini :



Gambar 2.5: Batas gradasi agregat kasar (ASTM C33,1986).

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

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

2.7.3. Air

Air juga tidak kalah penting dalam pelaksanaan pembuatan campuran beton. Pastinya air merupakan pemersatu proses pencampuran dari agregat dan semen, atau bahkan bahan tambah maupun zat *additive*. Air digunakan pada campuran beton agar terjadi reaksi kimiawi dengan semen untuk membasahi agregat dan untuk melumas

campuran agar mudah dalam pengerjaannya. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan-bahan kimia lain, bila dipakai untuk campuran beton maka akan menurunkan kekuatan beton dan juga dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan.

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

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

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

- a. Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan yang merusak seperti bahan yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton dan tulangan.
- b. Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau beton yang didalamnya tertanam logam Aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion Klorida dalam jumlah yang membahayakan.
- c. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali ketentuan berikut terpenuhi:
 - Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama.

- Hasil pengujian pada umur 7 dan 28 hari pada silinder uji mortar yang dibuat dari adukan dengan air yang tidak dapat diminum harus mempunyai kekuatan sekurangnya sama dengan 90% dari kekuatan benda uji yang dibuat dengan air yang dapat diminum. Perbandingan uji kekuatan tersebut harus dilakukan pada adukan serupa, terkecuali pada air pencampur, yang dibuat dan diuji sesuai dengan “Metode uji kuat tekan untuk mortar semen hidrolis (menggunakan spesimen silinder dengan ukuran sisi 50 mm)” (ASTM C 109).

Berikut adalah Tabel 2.6 yang menjelaskan tentang konsentrasi maksimum kandungan zat kimia dalam air yang diizinkan:

Tabel 2.6: 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
Sulfat (SO_4)	1000 ppm
Total solid	50000 ppm

2.8. Perencanaan Pembuatan Campuran Beton Standar Menurut SNI 03- 2834-2000

Langkah-langkah pokok cara perancangan menurut standar ini ialah:

1. Menentukan kuat tekan beton yang disyaratkan f_c pada umur tertentu.
2. Penghitungan nilai deviasi standar (S) Faktor pengali untuk standar deviasi dengan hasil uji 30 atau lebih dapat dilihat pada Tabel 2.7. Pada tabel ini kita dapat langsung mengambil nilai standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang akan dicetak.

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

Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia kurang dari 30 (SNI 03-2834-2000) dapat dilihat dibawah ini:

Tabel 2.7 : Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia kurang dari 30 (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. Perhitungan nilai tambah margin dapat dilihat pada Tabel 2.7 dan Tabel 2.8

Tabel 2.8 : Tingkat mutu pekerjaan pembetonan (Mulyono, 2004).

Tingkat mutu pekerjaan	S (Mpa)
Memuaskan	2,8
Hampir Memuaskan	3,5
Sangat Baik	4,2
Baik	5,6
Sedang	6,5
Kurang	7,0

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

Kuat tekan rata-rata perlu diperoleh dengan pers 2.1:

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

dengan:

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

f'_c = kuat tekan yang disyaratkan, MPa

m = nilai tambah, MPa

5. Penetapan jenis semen *Portland*

Pada cara ini dipilih semen tipe I.

6. Penetapan jenis agregat

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

7. Penetapan nilai faktor air semen bebas:

Nilai faktor air semen bebas dapat diperoleh dari Gambar 2.2.

8. Faktor air semen maksimum.

9. Penetapan nilai *slump*.

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

10. Penetapan besar butir agregat maksimum.

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

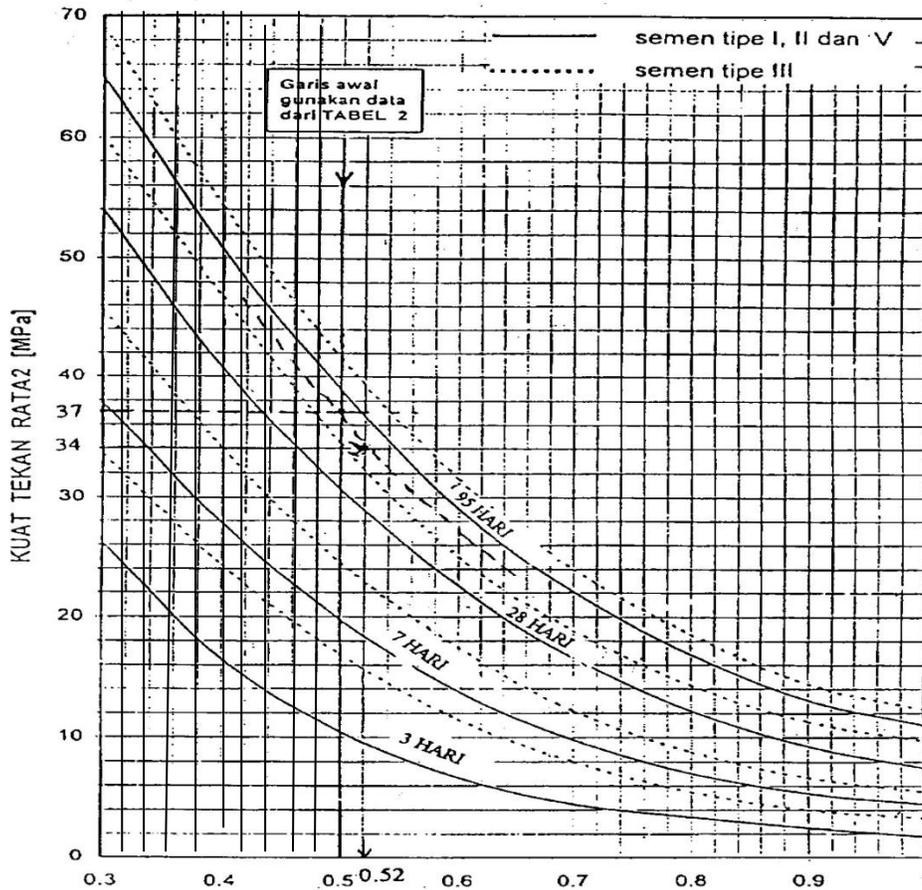
11. Jumlah kadar air bebas

Kadar air bebas ditentukan pada Tabel 2.9 sebagai berikut: Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton (SNI 03-2834-2000) dapat dilihat dari Tabel 2.9 :

Tabel 2.9: 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

Hubungan faktor air semen dan kuat tekan Silinder beton benda uji bentuk silinder 150 x 300 mm (SNI 03-2834-2000). dapat dilihat pada gambar 2.6 :



Gambar 2.6: Hubungan faktor air semen dan kuat tekan Silinder betonbenda uji bentuk silinder 150 x 300 mm (SNI 03-2834-2000).

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

$$\frac{2}{3}wh + \frac{1}{3}wk \quad (2.2)$$

Wh adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

Wk adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

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

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

Fas = Faktor air per meter kubik beton

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

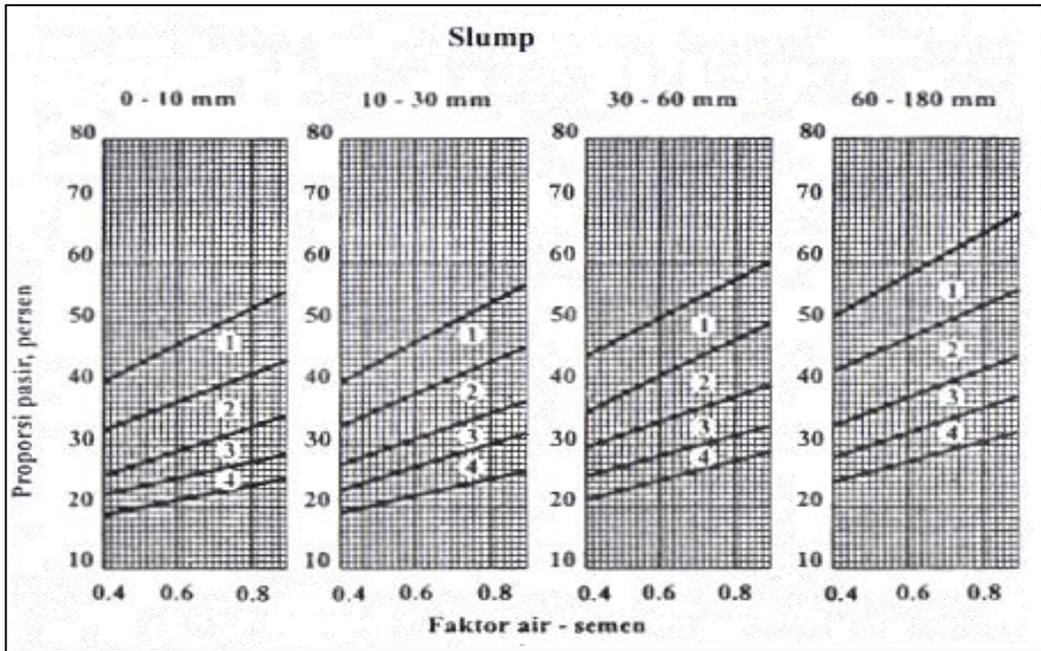
14. Menentukan jumlah semen seminimum mungkin. Dapat dilihat pada Tabel 2.8, 2.9, dan 2.10. Dari ketiga tabel tersebut kita dapat mengambil jumlah semen minimum maupun nilai faktor air semen maksimum menurut kondisi beton yang akan dicetak nantinya.

Tabel 2.10.: Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus (SNI 03-2834-2000).

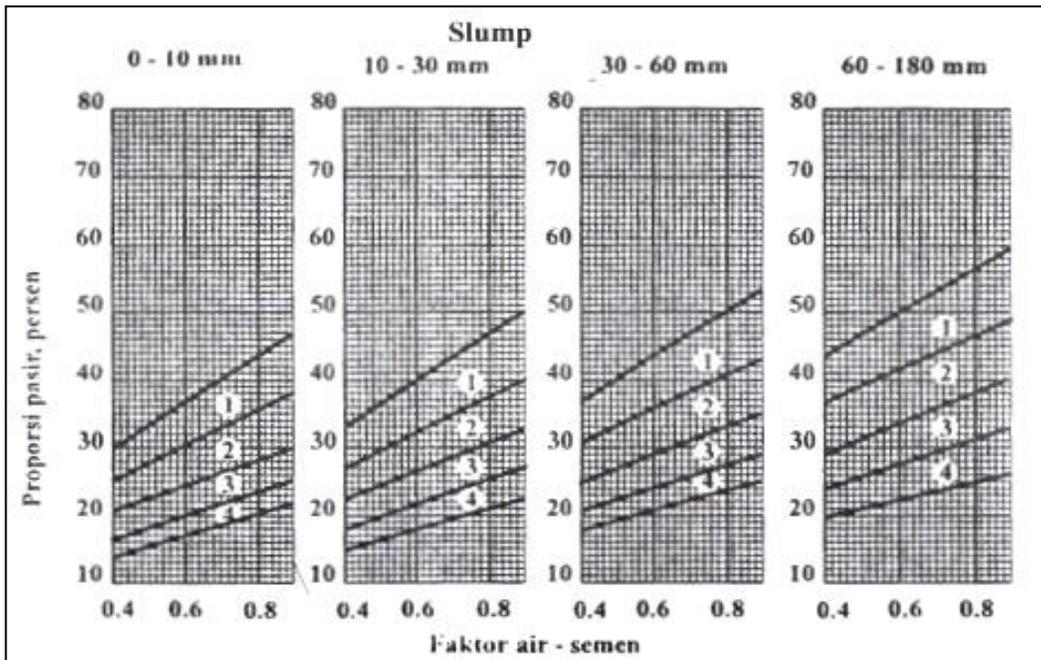
Lokasi	Jumlah Semen minimum per m ³ beton(kg)	Nilai faktor Air-Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan:		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton masuk ke dalam tanah:		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55

15. Menentukan faktor air semen yang disesuaikan jika jumlah semen berubah karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan), maka faktor air semen harus diperhitungkan kembali.
16. Penetapan jenis agregat halus:
Agregat halus diklasifikasikan menjadi 4 jenis, yaitu pasir kasar (Gambar 2.1) agak kasar (Gambar 2.2), agak halus (Gambar 2.3) dan pasir halus (Gambar 2.4).
17. Penetapan jenis agregat kasar menurut Gambar 2.5.
18. Persen berat agregat halus terhadap agregat campuran.
Persen berat agregat halus ditetapkan dengan cara menghubungkan kuat tekan rencana dengan faktor air semen menurut slump yang digunakan secara tegak

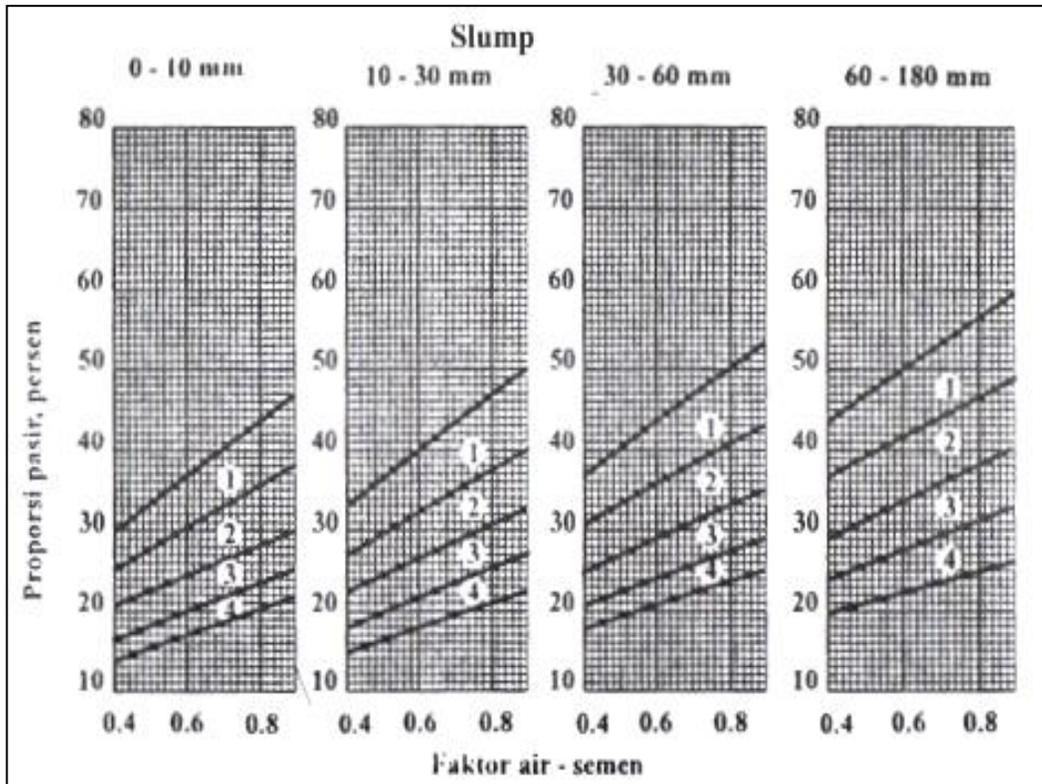
lurus berpotongan yang dapat dilihat pada Gambar 2.7, Gambar 2.8, dan Gambar 2.9.



Gambar 2.7: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm (SNI 03-2834-2000).



Gambar 2.8: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm (SNI 03-2834-2000).



Gambar 2.9: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm (SNI 03-2834-2000).

19. Berat jenis agregat campuran.

Berat jenis agregat campuran dihitung dengan pers 2.4:

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

Dimana:

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

B_{jh} = berat jenis agregat halus

B_{jk} = berat jenis agregat kasar

K_h = persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran.

K_k = persentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran.

20. Perkiraan berat isi beton

Perkiraan berat isi beton diperoleh dari Gambar 2.10.

21. Menghitung kebutuhan berat agregat campuran.

Kebutuhan berat agregat campuran dihitung dengan pers 2.5:

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

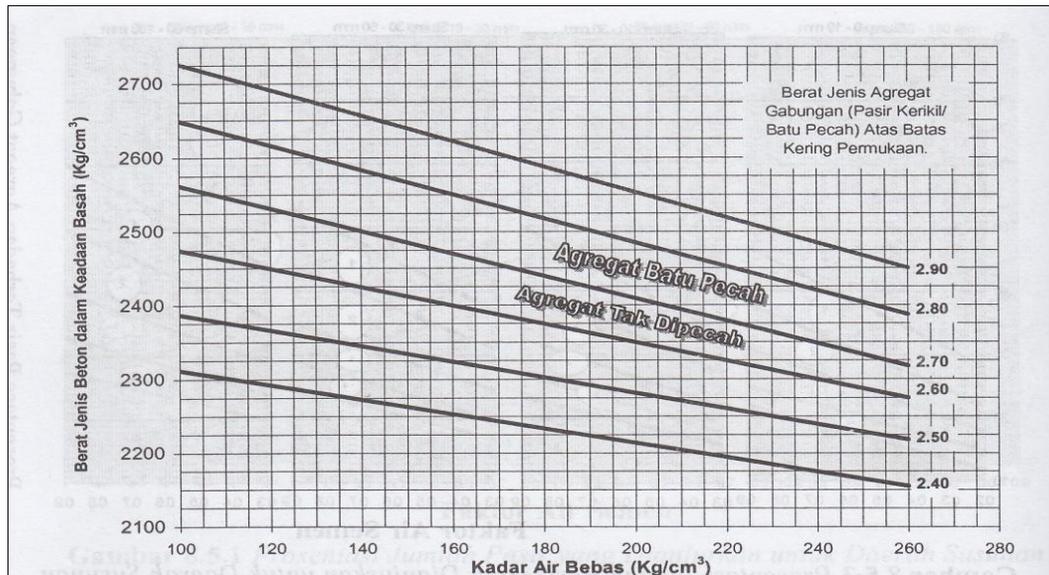
Dengan:

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

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

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

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



Gambar 2.10.: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton (SNI 03-2834-2000).

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

Kebutuhan agregat halus dihitung dengan pers 2.6:

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

Dengan:

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

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

23. Hitung berat agregat kasar yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (18) dan (21). Kebutuhan agregat kasar dihitung dengan pers 2.7:

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

Dengan :

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

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

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

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

a. $Air = B - (Ck - Ca) \times \frac{C}{100} - (Dk - Da) \times \frac{D}{100}$ (2.8)

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

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

Dengan:

B adalah jumlah air (kg/m^3)

C adalah agregat halus (kg/m^3)

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

Ca adalah absorpsi air pada agregat halus (%)

Da adalah absorpsi agregat kasar (%)

Ck adalah kandungan air dalam agregat halus (%)

Dk adalah kandungan air dalam agregat kasar (%)

2.9. Perawatan Beton

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

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

1. *Water (Standar Curing)*

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

2. *Exposed Atmosfer*

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

3. *Sealed* atau *wrapping*

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

4. *Steam Curing* (perawatan uap)

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

5. *Autoclave*

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

2.10. 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.

Kuat tekan beton diwakili oleh tegangan maksimum f_c' dengan satuan N/mm atau MPa. Kuat tekan beton umur 28 hari berkisar antara nilai 10-65 MPa. Untuk struktur beton bertulang umumnya menggunakan beton dengan kuat tekan berkisar 17-30 MPa, sedangkan untuk beton prategang digunakan beton dengan kuat tekan lebih tinggi, berkisar antara 30-45 MPa.

Mutu beton dibedakan atas 3 macam menurut kuat tekannya, yaitu:

1. Mutu beton dengan f_c' kurang dari 10 MPa, digunakan untuk beton non struktur (misalnya kolom praktis, balok praktis).
2. Mutu beton dengan f_c' antara 10 MPa sampai 20 MPa, digunakan untuk beton struktur (misalnya balok, kolom, pelat, maupun pondasi).
3. Mutu beton dengan f_c' sebesar 20 MPa ke atas, digunakan untuk struktur beton yang direncanakan tahan gempa.

Nilai kuat tekan beton diperoleh melalui tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu dengan benda uji silinder (diameter 150 mm, tinggi 300 mm) sampai hancur. Kuat tekan masing-masing benda uji ditentukan oleh tegangan tekan tertinggi f_c' yang dicapai benda uji umur 28 hari akibat beban tekan selama percobaan.

Untuk melakukan pengujian kuat tekan benda uji digunakan alat *Universal Testing Machine*. Beban yang bekerja akan didistribusikan secara merata dan kontinue melalui titik berat sepanjang sumbu longitudinal dengan tegangan yang dihasilkan sebesar:

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

Dimana:

f (saat pengujian) = kuat tekan saat pengujian (kg/cm^2)

P = Beban tekan (kg)

A = Luas penampang (cm^2)

Menurut ASTM C-39 (2000), 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 2.11.

Tabel 2.11: Toleransi waktu agar pengujian kuat tekan tidak keluar dari batasan waktu yang telah ditoleransikan (ASTM C-39, 2000).

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:

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

Dimana:

f (estimasi 28 hari) = kuat tekan estimasi 28 hari (kg/cm^2)

f (saat pengujian) = kuat tekan saat pengujian (kg/cm^2)

koefisien = koefisien dari umur beton

Koefisien dari umur beton diperoleh dari jumlah hari beton selesai dicetak hingga beton di tes kuat tekannya. Pada Tabel 2.12 dijelaskan beberapa koefisien umur hari pada beton.

Tabel 2.12: Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur (Tjokrodimuljo,2007).

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

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Umum

3.1.1. Metodologi Penelitian

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:

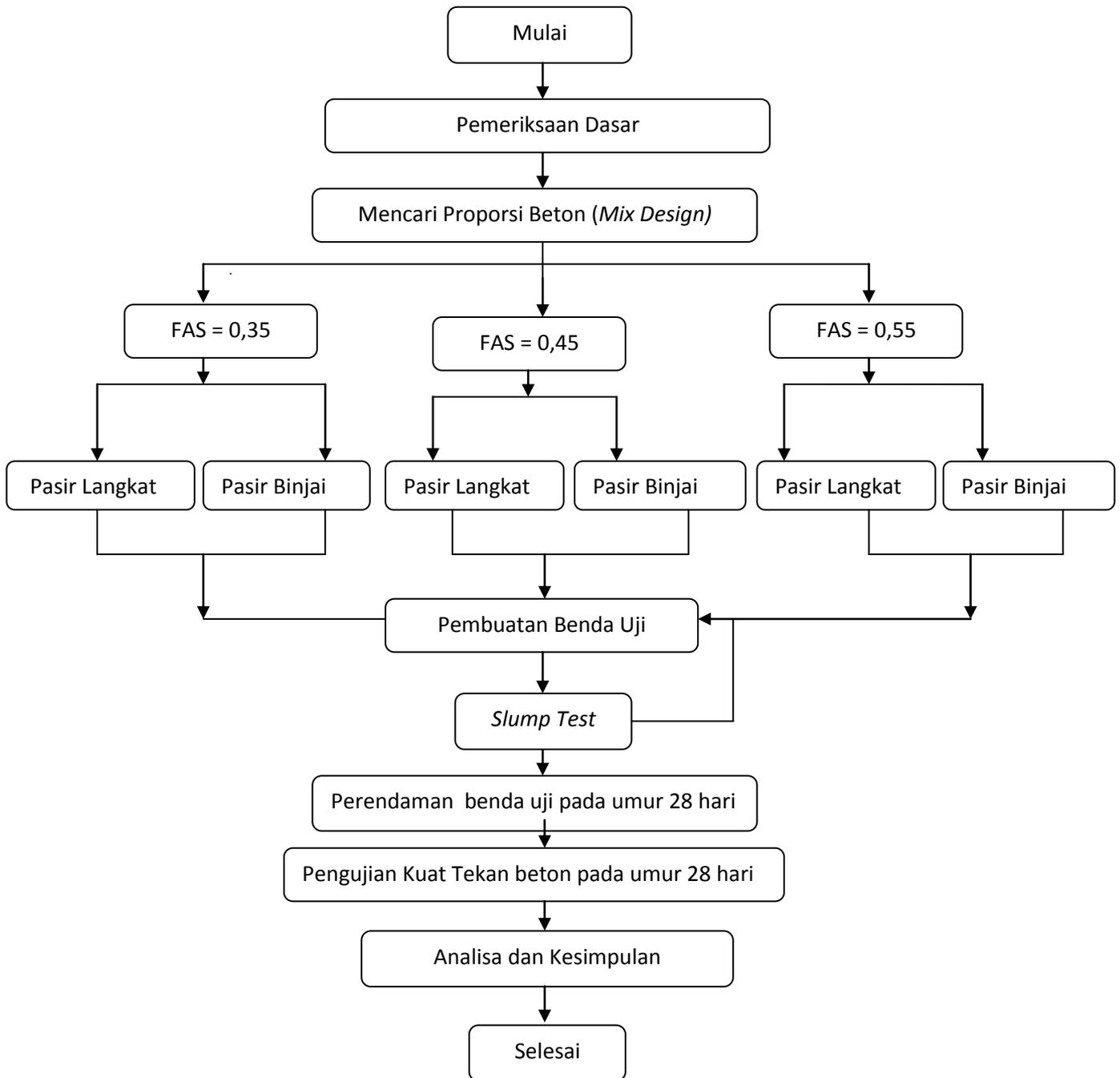
- Analisa saringan agregat.
- Berat jenis dan penyerapan.
- Pemeriksaan berat isi agregat.
- Pemeriksaan kadar air agregat.
- Perbandingan dalam campuran beton (*Mix design*).
- Kekentalan adukan beton segar (*slump*).
- Uji kuat tekan beton.

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 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.

Dan peran Asisten - asisten Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara serta teman – teman Teknik Sipil 2014 sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

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



Gambar 3.1: Tahapan singkat penelitian yang dilaksanakan.

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dimulai pada bulan Januari 2018 hingga Mei 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 dan langkat.

c. Agregat Kasar

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

d. Air

Air yang digunakan berasal dari PDAM Tirtanadi Medan.

3.3.2. Peralatan

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

a. Alat-alat pendukung pengujian material.

b. Timbangan digital.

c. Alat pengaduk beton (*mixer*).

d. Cetakan benda uji berbentuk silinder.

e. Mesin kompres (*compression test*).

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 di Laboratorium mengikuti panduan dari SNI 03-2834-2000 tentang pemeriksaan agregat serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.6. Pemeriksaan Agregat Halus Binjai.

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 SNI 03-2834-2000 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang kadar air agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.1 sehingga diketahui kadar air agregat halus yang diperiksa.

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

Pengujian	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-rata
Berat contoh SSD dan berat wadah (W1)	1013	994	1003,5
Berat contoh SSD	494	494	494
Berat contoh kering oven & wadah (W2)	1006	985	995,5
Berat wadah(W3)	519	500	509,5
Berat air(W1-W2)	7	9	8
Berat contoh kering(W2-W3)	487	485	486
Kadar air $((W1-W2)/(W2-W3)) \times 100\%$	1,43	1,85	1,64

Berdasarkan Tabel 3.1 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar air pada agregat halus yang telah diteliti di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil UMSU, didapat rata-rata kadar air sebesar 1,64 %. Percobaan ini dilakukan sebanyak dua kali pengujian, pada contoh pertama kadar air yang didapat sebesar 1,43%, sedangkan contoh kedua didapat kadar air sebesar 1,85 %. Hasil diatas tersebut telah memenuhi standar yang ditentukan yaitu 2%-20%.

3.6.2. Kadar Lumpur Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-2000 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum. 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 Kasar Diameter Maksimum 40mm	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-rata
Berat contoh kering: A(gr)	500	500	500
Berat contoh setelah dicuci: B (gr)	482	481	482
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci: C(gr)	18	19	19
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200setelah dicuci (%)	3,60	3,90	3,75

Berdasarkan Tabel 3.2 pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dilakukan dengan mencuci sampel dengan menggunakan air, kemudian disaring dengan menggunakan Saringan No. 200, persentase yang didapat dihitung dari pembagian berat kotoran agregat yang lolos saringan dibagi dengan berat contoh awal contoh, kemudian membuat hasilnya di dalam persentase. Dari percobaan ini didapat persentase kadar lumpur untuk sampel yang pertama sebesar 3,6%, dan sampel kedua sebesar 3,9%. Maka, untuk mengambil nilai kadar lumpur diambil dari rata-rata pengujian yakni sebesar 3,75%. Jumlah persentase tersebut telah memenuhi persyaratan berdasarkan PBI 1971 yaitu <5%.

3.6.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-2000 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU 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.

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

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh SSD (kering permukaan jenuh) (B)	500	500	500
Berat contoh SSD kering oven (110 ⁰ c) Sampai Konstan (E)	494	493	493,5
Berat Piknometer penuh air (D)	694	688	691
Berat contoh SSD di dalam piknometer penuh air (C)	1000	1002	1001
Berat jenis contoh kering $E / (B + D - C)$	2,546	2,650	2,598
Berat jenis contoh SSD $B / (B + D - C)$	2,577	2,688	2,632
Berat jenis contoh semu $E / (E + D - C)$	2,627	2,754	2,690
Penyerapan (Absorbtion) $[(B - E) / B] \times 100 \%$	1,214%	1,419%	1,316%

Berdasarkan Tabel 3.3 menjelaskan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU sehingga dapat diketahui nilai berat jenis maupun penyerapan. Pada tabel terlampir 3 macam berat jenis, yakni berat jenis contoh semu, berat jenis SSD, dan berat jenis contoh semu. Berat jenis agregat terpenuhi apabila nilai Berat Jenis Contoh Kering < Berat Jenis SSD < Berat Jenis Contoh Semu dengan nilai rata-rata $2,598 \text{ gr/cm}^3 < 2,632 \text{ gr/cm}^3 < 2,690 \text{ gr/cm}^3$ dan nilai penyerapan rata-rata sebesar 1,316%. Berdasarkan standar ASTM C 128 tentang absorpsi yang baik adalah dibawah 2% dan nilai absorpsi agregat halus yang diperoleh telah memenuhi syarat.

3.6.4. Berat Isi Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-2000 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU 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	Contoh 1	Contoh 2	Contoh 3	Rata-rata
1	Berat contoh & wadah (gr)	19774	20379	21168	20440,33
2	Berat wadah (gr)	5300	5300	5300	5300
3	Berat contoh (gr)	14474	15079	15868	15140
4	Volume wadah (cm ³)	10952,23	10952,23	10952,23	10952,23
5	Berat Isi (gr/cm ³)	1,322	1,370	1,440	1,377

Berdasarkan Tabel 3.4 menjelaskan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU didapat hasil berat isi agregat halus dengan rata-rata sebesar 1,377gr/cm³. Hasil ini didapat dari rata-rata kedua contoh, yang berdasarkan perbandingan nilai berat contoh yang didapat dengan volume wadah yang dipakai dalam percobaan. Hasil dari percobaan tersebut telah memenuhi standar yang ditetapkan yaitu >1,125 gr/cm³.

3.6.5. Analisa Saringan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-2000 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU 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)	Total tertahan (gr)	%	Tertahan	Lolos
	9.50 (No3/8 in)	0	0	0	0	0
4.75 (No. 4)	88	86	174	3,41	3,41	96,59
2.36 (No. 8)	299	189	488	9,56	12,98	87,02
1.18 (No.16)	365	364	729	14,29	27,27	72,73
0.60 (No. 30)	601	754	1355	26,60	53,84	46,16
0.30 (No. 50)	660	572	1232	24,15	78,00	22,00
0.15 (No.100)	411	409	820	16,07	94,08	5,92
Pan	176	126	302	5,92	100,00	0,00
Total	2600	2500	5100	100		

Berdasarkan Tabel 3.5 menjelaskan pemeriksaan analisa saringan agregat halus ini menggunakan nomor saringan yang telah ditentukan berdasarkan SNI 03-2834-2000, yang nantinya akan dibuat grafik zona gradasi agregat yang didapat dari nilai kumulatif agregat. Apakah agregat yang dipakai termasuk zona pasir kasar, sedang, agak halus, atau pasir halus. Penjelasan nilai kumulatif agregat didapat dari penjelasan berikut ini:

Total berat pasir = 5100gram

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$\text{No.4} = \frac{174}{5100} \times 100\% = 3,41 \%$$

$$\text{No.8} = \frac{488}{5100} \times 100\% = 9,56 \%$$

$$\text{No.16} = \frac{729}{5100} \times 100\% = 14,29 \%$$

$$\text{No.30} = \frac{1335}{5100} \times 100\% = 26,60 \%$$

$$\text{No.50} = \frac{1232}{5100} \times 100\% = 24,15 \%$$

$$\text{No.100} = \frac{820}{5100} \times 100\% = 16,07 \%$$

$$\text{Pan} = \frac{302}{5100} \times 100\% = 5,92 \%$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

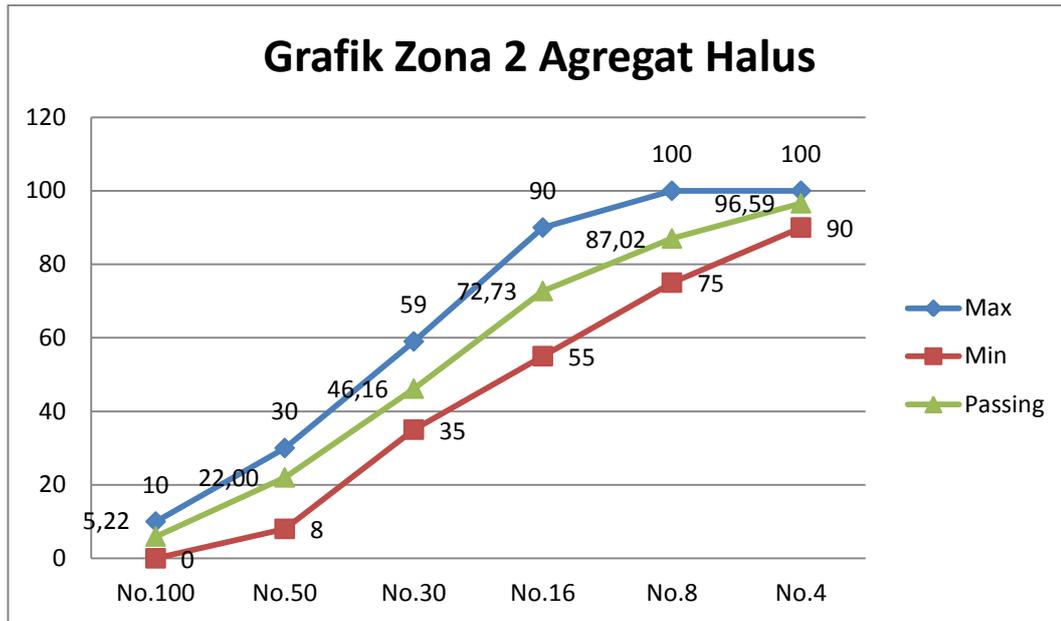
No.4	=	0	+	3,41	=	3,41	%
No.8	=	3,41	+	9,56	=	12,98	%
No.16	=	12,98	+	14,29	=	27,27	%
No.30	=	27,27	+	26,60	=	53,84	%
No.50	=	53,84	+	24,15	=	78,00	%
No.100	=	78,00	+	16,07	=	94,08	%
Pan	=	94,08	+	5,92	=	100,00	%

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 269,58 %

$$\begin{aligned}
 \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \\
 &= \frac{269,58}{100} \\
 \text{FM} &= 2,70
 \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

No.4	=	100	-	3,41	=	96,59	%
No.8	=	100	-	12,98	=	87,02	%
No.16	=	100	-	27,27	=	72,73	%
No.30	=	100	-	53,84	=	46,16	%
No.50	=	100	-	78,00	=	22,00	%
No.100	=	100	-	94,08	=	5,92	%
Pan	=	100	-	100,00	=	0,00	%



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

Berdasarkan Gambar 3.2 menjelaskan hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus pada Tabel 3.5 diperoleh nilai modulus kehalusan sebesar 2,70 dan dari grafik hasil pengujian diketahui bahwa agregat halus yang diuji termasuk di zona 2 (pasir sedang) seperti gambar diatas.

3.7. Pemeriksaan Agregat Halus Langkat.

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 Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-2000 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang kadar air agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.6 sehingga diketahui kadar air agregat halus yang diperiksa.

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

Pengujian	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-rata
Berat contoh SSD dan berat wadah (W1)	999	1012	1005,5
Berat contoh SSD	500	500	500
Berat contoh kering oven & wadah (W2)	987	1001	994
Berat wadah(W3)	499	512	505,5
Berat air(W1-W2)	12	11	11,5
Berat contoh kering(W2-W3)	488	489	488,5
Kadar air $((W1-W2)/(W2-W3)) \times 100\%$	2,459	2,249	2,30

Berdasarkan Tabel 3.6 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar air pada agregat halus yang telah diteliti di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil UMSU, didapat rata-rata kadar air sebesar 2,30%. Percobaan ini dilakukan sebanyak dua kali pengujian, pada contoh pertama kadar air yang didapat sebesar 2,459%, sedangkan contoh kedua didapat kadar air sebesar 2,249%. Hasil diatas tersebut telah memenuhi standar yang ditentukan yaitu 2%-20%.

3.7.2. Kadar Lumpur Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-2000 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.7 sehingga diketahui kadar lumpur agregat halus yang diperiksa.

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

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh kering (gr)	500	500	500
Berat contoh setelah dicuci (gr)	485	482	484
Berat Kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (gr)	15	18	17
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (%)	3,00	3,60	3,30

Berdasarkan Tabel 3.7 pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dilakukan dengan mencuci sampel dengan menggunakan air, kemudian disaring dengan menggunakan Saringan No. 200, persentase yang didapat dihitung dari pembagian berat kotoran agregat yang lolos saringan dibagi dengan berat contoh awal contoh, kemudian membuat hasilnya di dalam persentase. Dari percobaan ini didapat persentase kadar lumpur untuk sampel yang pertama sebesar 3,0 %, dan sampel kedua sebesar 3,6 %. Maka, untuk mengambil nilai kadar lumpur diambil dari rata-rata pengujian yakni sebesar 3,3 %. Jumlah persentase tersebut telah memenuhi persyaratan berdasarkan PBI 1971 yaitu <5%.

3.7.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-2000 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang berat jenis dan penyerapan agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.8 sehingga diketahui berat jenis dan penyerapan agregat halus yang diperiksa.

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

Pengujian	Contoh 1	Contoh 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	492
Berat Piknometer penuh air (D)	694	698,0	696
Berat contoh SSD di dalam piknometer penuh air (C)	998	1004	1001
Berat jenis contoh kering $E / (B + D - C)$	2,50	2,53	2,51
Berat jenis contoh SSD $B / (B + D - C)$	2,55	2,57	2,56
Berat jenis contoh semu $E / (E + D - C)$	2,62	2,64	2,63
Penyerapan (Absorbtion) $[(B - E) / B] \times 100 \%$	1,83%	1,83%	1,83%

Berdasarkan Tabel 3.8 menjelaskan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU sehingga dapat diketahui nilai berat jenis maupun penyerapan. Pada tabel terlampir 3 macam berat jenis, yakni berat jenis contoh semu, berat jenis SSD, dan berat jenis contoh semu. Berat jenis agregat terpenuhi apabila nilai Berat Jenis Contoh Kering < Berat Jenis SSD < Berat Jenis Contoh Semu dengan nilai rata-rata $2,51\text{gr/cm}^3 < 2,56\text{gr/cm}^3 < 2,63\text{gr/cm}^3$ dan nilai penyerapan rata-rata sebesar 1,83%. Berdasarkan standar ASTM C 128 tentang absorpsi yang baik adalah dibawah 2% dan nilai absorpsi agregat halus yang diperoleh telah memenuhi syarat.

3.7.4. Berat Isi Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-2000 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang berat isi agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.9 sehingga diketahui berat isi agregat halus yang diperiksa.

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

No	Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Contoh 3	Rata-rata
1	Berat contoh & wadah (gr)	19864	21124	22168	21052,00
2	Berat wadah (gr)	5300	5300	5300	5300
3	Berat contoh (gr)	14564	15824	16868	15752
4	Volume wadah (cm^3)	10952,23	10952,23	10952,23	10952,23
5	Berat Isi (gr/cm^3)	1,330	1,445	1,540	1,438

Berdasarkan Tabel 3.9 menjelaskan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU didapat hasil berat isi agregat halus dengan rata-rata sebesar $1,438\text{gr/cm}^3$. Hasil ini didapat dari rata-rata kedua contoh, yang berdasarkan perbandingan nilai berat contoh yang didapat dengan volume wadah yang dipakai dalam percobaan. Hasil dari percobaan tersebut telah memenuhi standar yang ditetapkan yaitu $>1,125\text{gr/cm}^3$.

3.7.5. Analisa Saringan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-2000 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang analisa saringan agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.10 dan batas gradasi agregat halus pada Gambar 3.3 sehingga diketahui modulus kehalusan agregat halus yang diperiksa.

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

Nomor Saringan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Total tertahan (gr)	%	Tertahan	Lolos
9.50 (No3/8 in)	0	0	0	0	0	100
4.75 (No. 4)	73	78	51	3,22	3,22	95,81
2.36 (No. 8)	145	168	313	9,39	12,89	87,11
1.18 (No.16)	283	184	467	14,44	25,86	74,14
0.60 (No. 30)	430	619	1049	28,97	55,00	45,00
0.30 (No. 50)	410	484	894	23,81	79,83	20,17
0.15 (No.100)	268	270	538	14,94	94,78	5,22
Pan	91	97	188	5,22	100,00	0,00
Total	1700	1900	3600	100		

Berdasarkan Tabel 3.10 menjelaskan pemeriksaan analisa saringan agregat halus ini menggunakan nomor saringan yang telah ditentukan berdasarkan SNI 03-2834-2000 yang nantinya akan dibuat grafik zona gradasi agregat yang didapat dari nilai kumulatif agregat. Apakah agregat yang dipakai termasuk zona pasir kasar, sedang, agak halus, atau pasir halus. Penjelasan nilai kumulatif agregat didapat dari penjelasan berikut ini:

Total berat pasir = 3600 gram

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$\text{No.4} = \frac{51}{3600} \times 100\% = 3,22 \%$$

$$\text{No.8} = \frac{313}{3600} \times 100\% = 9,39 \%$$

$$\text{No.16} = \frac{467}{3600} \times 100\% = 14,44 \%$$

$$\begin{aligned} \text{No.30} &= \frac{1049}{3600} \times 100\% = 28,97 \% \\ \text{No.50} &= \frac{894}{3600} \times 100\% = 23,81 \% \\ \text{No.100} &= \frac{538}{3600} \times 100\% = 14,94 \% \\ \text{Pan} &= \frac{188}{3600} \times 100\% = 5,22 \% \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

$$\begin{aligned} \text{No.4} &= 0 + 3,22 = 3,22 \% \\ \text{No.8} &= 3,22 + 9,39 = 12,89 \% \\ \text{No.16} &= 12,89 + 14,44 = 25,86 \% \\ \text{No.30} &= 25,86 + 28,97 = 55,00 \% \\ \text{No.50} &= 55,00 + 23,81 = 79,83 \% \\ \text{No.100} &= 79,83 + 14,94 = 94,78 \% \\ \text{Pan} &= 94,78 + 5,22 = 100,00 \% \end{aligned}$$

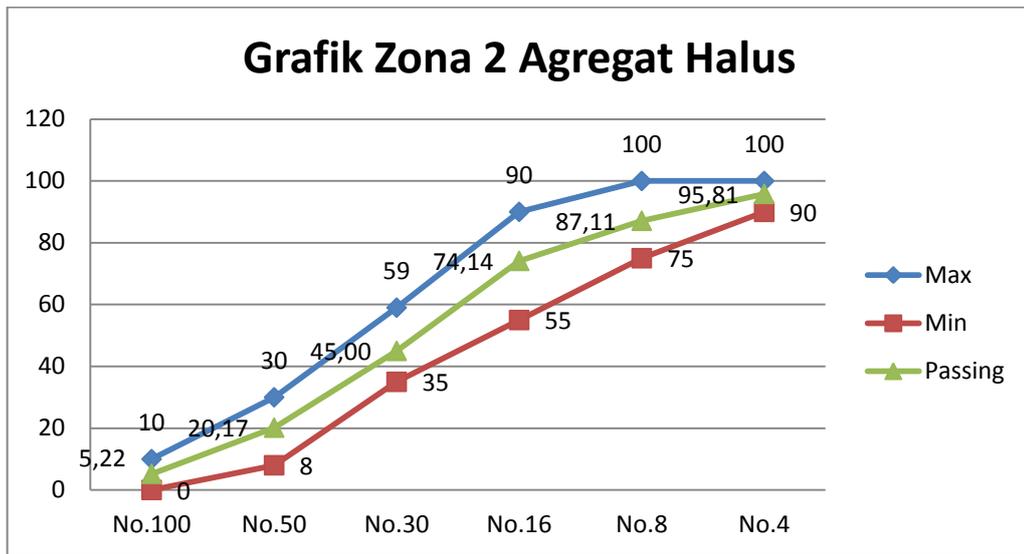
Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 271,58 %

$$\begin{aligned} \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \\ &= \frac{271,58}{100} \\ \text{FM} &= 2,72 \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

$$\begin{aligned} \text{No.4} &= 100 - 4,19 = 95,81 \% \\ \text{No.8} &= 100 - 12,89 = 87,11 \% \\ \text{No.16} &= 100 - 25,86 = 74,14 \% \\ \text{No.30} &= 100 - 55,00 = 45,00 \% \end{aligned}$$

No.50 = 100 - 79,83 = 20,17 %
 No.100 = 100 - 94,78 = 5,22 %
 Pan = 100 - 100,00 = 0,00 %



Gambar 3.3: Grafik gradasi agregat halus (zona 2 pasir sedang).

Berdasarkan Gambar 3.3 menjelaskan hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus pada Tabel 3.10 diperoleh nilai modulus kehalusan sebesar 2,72 dan dari grafik hasil pengujian diketahui bahwa agregat halus yang diuji termasuk di zona 2 (pasir sedang) seperti gambar diatas.

3.8. 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.

3.8.1. Kadar Air Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-2000 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang kadar air agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.11 sehingga diketahui kadar air agregat kasar yang diperiksa.

Tabel 3.11 Data-data hasil penelitian kadar air agregat kasar.

Pengujian	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-rata
Berat contoh SSD & berat wadah (W1)	2665	2807	2736
Berat contoh SSD	2200	2300	2250
Berat contoh kering oven & wadah (W2)	2600	2792	2696
Berat wadah (W3)	465	507	486
Berat air (W1-W2)	12	15	13,5
Berat contoh kering (W2-W3)	2188	2289	2238,5
Kadar air $((W1-W2)/(W2-W3)) \times 100\%$	0,68	0,65	0,66

Berdasarkan Tabel 3.11 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar yang menggunakan dua sampel yang kemudian dirata-ratakan. Dari hasil pengujian didapat nilai kadar air agregat kasar pada contoh pertama sebesar 0,68%, pada contoh kedua sebesar 0,65%. Sedangkan nilai rata-rata kadar air pada agregat kasar yang diteliti adalah sebesar 0,66% dan hasil tersebut telah memenuhi syarat yang ditetapkan yaitu 0,5% - 1,5%.

3.8.2. Kadar Lumpur Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-2000 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.12 sehingga diketahui kadar lumpur agregat kasar yang diperiksa.

Tabel 3.12: Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat kasar.

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh kering (gr)	3000	3000	3000
Berat contoh setelah dicuci (gr)	2987	2983	2985,0
Berat Kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (gr)	13	17	15,0
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (%)	0,43	0,57	0,50

Berdasarkan Tabel 3.12 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar dilakukan dengan mencuci sampel yang menggunakan air, kemudian disaring dengan menggunakan Saringan No. 200, persentase yang didapat dihitung dari pembagian berat kotoran agregat yang lolos saringan dibagi dengan berat contoh awal, kemudian membuat hasilnya di dalam persentase. Dari percobaan ini didapat persentase kadar lumpur untuk sampel yang pertama sebesar 0,43%, dan sampel kedua sebesar 0,57%. Maka, untuk mengambil nilai kadar lumpur diambil dari rata-rata pengujian yakni sebesar 0,5%. Menurut PBI 1971 hasil pemeriksaan kadar lumpur diatas telah memenuhi syarat yaitu <1%.

3.8.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-2000 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang berat jenis dan penyerapan agregat kasar. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.13 sehingga diketahui berat jenis dan penyerapan agregat kasar yang diperiksa.

Tabel 3.13: Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat kasar

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh SSD kering permukaan jenuh (A)	2934	2994	2964
Berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan (C)	2910	2970	2440
Berat contoh jenuh (B)	1840	1875	1857,5
Berat jenis contoh kering (C/(A-B))	2,65	2,67	2,66
Berat jenis contoh SSD (A/(A-B))	2,68	2,65	2,65
Berat jenis contoh semu (C/(C-B))	2,71	2,71	2,71
Penyerapan ((A-C)/C)x100%	0,82	0,80	0,81

Berdasarkan hasil pemeriksaan di dapat data-data pada Tabel 3.13 sehingga dapat diketahui nilai berat jenis maupun penyerapan (*absorbtion*) 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. Dari percobaan didapat rata-rata nilai berat jenis contoh kering sebesar 2,66 gr/cm³, nilai rata-rata berat jenis SSD sebesar 2,65 gr/cm³, dan nilai rata-rata berat jenis contoh semu sebesar 2,71gr/cm³. Selain berat jenis, pada pemeriksaan ini juga didapat nilai penyerapan pada agregat kasar yang didapat nilai rata-ratanya sebesar 0,81% dan berdasarkan ASTM C 127 nilai ini berada di bawah nilai absorpsi agregat kasar maksimum yaitu sebesar 4%.

3.8.4. Berat Isi Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-2000 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang berat isi agregat kasar. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.14 sehingga diketahui berat isi agregat kasar yang diperiksa.

Tabel 3.14: Data-data hasil penelitian berat isi agregat kasar.

No	Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Contoh 3	Rata-rata
1	Berat contoh & wadah (gr)	30510	31742	32956	31736
2	Berat wadah (gr)	6440	6440	6440	6440
3	Berat contoh (gr)	24070	25302	26516	25296
4	Volume wadah (cm ³)	15465,21	15465,21	15465,21	15465,21
5	Berat Isi (gr/cm ³)	1,550	1,630	1,710	1,630

Berdasarkan Tabel 3.14 menjelaskan tentang nilai berat isi agregat kasar yang rata-ratanya didapat sebesar 1,630 gr/cm³. Nilai berat isi agregat didapatkan dari perbandingan nilai antara berat contoh yang didapat dengan volume wadah yang dipakai dalam penelitian ini. Pada sampel pertama didapat nilai berat isi agregat sebesar 1,55 gr/cm³. Percobaan kedua menghasilkan nilai berat isi agregat sebesar 1,63 gr/cm³. Sedangkan percobaan ke tiga menghasilkan nilai berat isi agregat sebesar 1,71 gr/cm³ dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yang yaitu > 1,125 gr/cm³.

3.8.5. Analisa Saringan Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-1986-2000 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang analisa saringan agregat kasar. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.15 sehingga diketahui modulus kehalusan agregat kasar yang diperiksa.

Tabel 3.15: Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat kasar.

No Saringan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Total Berat (gr)	%	Tertahan	Lolos
38,1 (1.5 in)	86	87	173	3,04	3,04	96,96
19.0 (3/4 in)	1280	1285	2565	45,00	48,04	51,96
9.52 (3/8 in)	833	923	1756	30,81	78,84	21,16
4.75 (No. 4)	601	605	1206	21,16	100,00	0,00
2.36 (No. 8)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
1.18 (No.16)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0.60 (No. 30)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0.30 (No. 50)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0.15 (No. 100)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
Pan	0	0	0	0,00	100	0
Total	2800	2900	6445	100		

Berdasarkan Tabel 3.15, didapatkan nilai kumulatif agregat dan modulus kehalusan agregat kasar yang diperoleh dari persentase jumlah keseluruhan kumulatif tertahan agregat. Percobaan ini dilakukan dua kali, nomor saringan yang dipakai diambil berdasarkan metode ASTM C33 (1986), yang pada pengerjaan *Job Mix Design* nantinya dimodifikasi agar sesuai dengan tatacara perencanaan campuran beton menurut SNI 03-2834-2000. Penjelasan tentang persentase dan kumulatif agregat dijelaskan sebagai berikut:

Total berat pasir = 6445 gram

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$1,5 = \frac{173}{5700} \times 100\% = 3,04 \%$$

$$\frac{3}{4} = \frac{2565}{5700} \times 100\% = 45,00 \%$$

$$\frac{3}{8} = \frac{1756}{5700} \times 100\% = 30,81 \%$$

$$\text{No. 4} = \frac{1206}{5700} \times 100\% = 21,16 \%$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

$$1,5 = 0 + 3,04 = 3,04 \%$$

$$\frac{3}{4} = 3,04 + 45,00 = 48,04 \%$$

$$\begin{aligned}
 3/8 &= 48,04 + 30,81 = 78,84 \% \\
 \text{No.4} &= 78,84 + 21,16 = 100,00 \%
 \end{aligned}$$

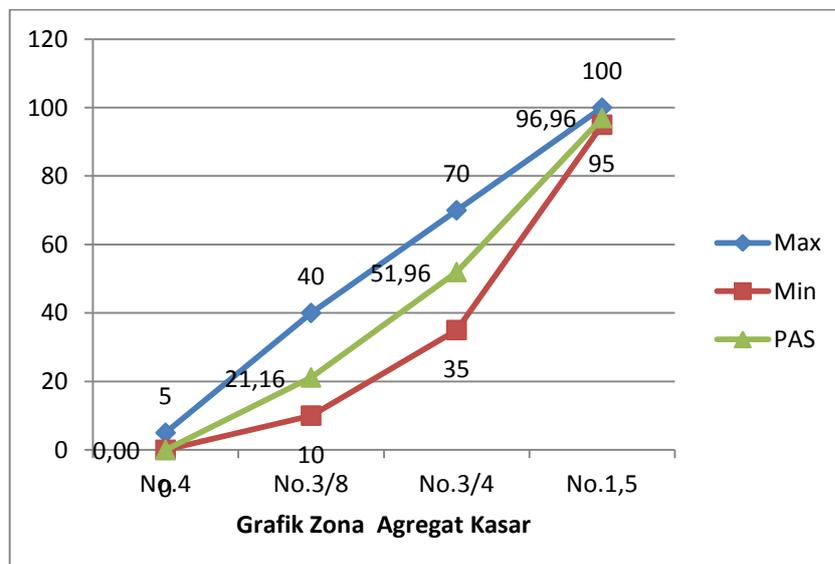
Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 729,91%

$$\begin{aligned}
 \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \\
 &= \frac{729,91}{100} \\
 \text{FM} &= 7.30
 \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

$$\begin{aligned}
 1,5 &= 100 - 3,04 = 96,96 \% \\
 3/4 &= 100 - 48,04 = 51,96 \% \\
 3/8 &= 100 - 78,84 = 21,16 \% \\
 \text{No. 4} &= 100 - 100,00 = 0,00 \%
 \end{aligned}$$

Batas gradasi batu pecah sebagai agregat kasar dengan kriteria berdiameter maksimum 40 mm dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4: Grafik gradasi agregat kasar diameter maksimum 40 mm

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

3.8.6.Keausan Agregat Dengan Mesin *Los Angeles*

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-2000 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 sampel sebelum pengujian = 5000 gr

Berat tiap-tiap ayakan tercantum dalam Tabel 3.16. 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 3.16: 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)	-	1183
12,5 (1/2 in)	2500	662
9,50 (3/8 in)	2500	1547
4,75 (No. 4)	-	552
2,36 (No. 8)	-	-
1,18 (No. 16)	-	-
0,60 (No. 30)	-	-
0,30(No.100)	-	-
Pan	-	1,32

Tabel 3.16: *Lanjutan*

Pan	-	770
No. Saringan	Berat awal (gr)	Berat akhir(gr)
Total	5000	4076
	Berat lolos saringan No.12	924
	Keausan (%)	18,480%

$$\begin{aligned}
 \text{Abrasion} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100\% \\
 &= \frac{5000 - 4076}{5000} \times 100\% = 18,480\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil pemeriksaan di dapat pada Tabel 3.16 diketahui bahwa berat akhir setelah melakukan pengujian keausan agregat adalah sebesar 4076 gr dan nilai *abrasion* (keausan) sebesar 18,480 %. Nilai tersebut telah memenuhi standar PBI 1971 bahwa nilai keausan agregat tidak lebih dari 50%.

3.9. Perencanaan Campuran Beton

Tahap awal sebelum melakukan perencanaan campuran beton, dilakukan pengujian terhadap komponen-komponen dasar pembentuk beton sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia), yaitu pengujian terhadap agregat halus dan agregat kasar serta air. Selanjutnya dilakukan perencanaan campuran beton berdasarkan SNI 03-2834-2000.

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.

3.9.1. Pembuatan Benda Uji

Benda uji dibuat menggunakan cetakan berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, yang berjumlah 48 buah. Proses pembuatan benda uji ditunjukkan dengan gambar pada lampiran.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Umum

3.1.1. Metodologi Penelitian

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:

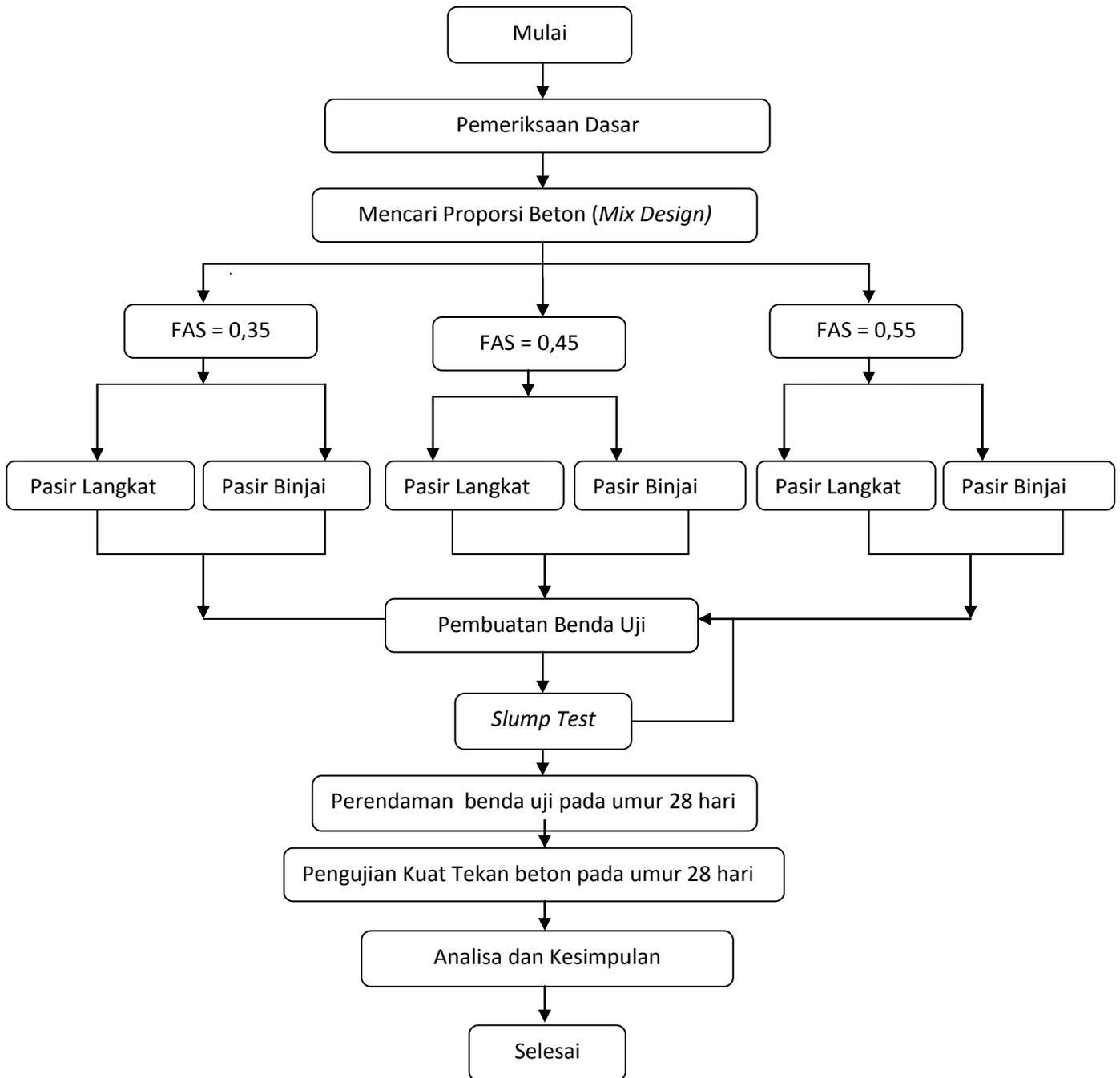
- Analisa saringan agregat.
- Berat jenis dan penyerapan.
- Pemeriksaan berat isi agregat.
- Pemeriksaan kadar air agregat.
- Perbandingan dalam campuran beton (*Mix design*).
- Kekentalan adukan beton segar (*slump*).
- Uji kuat tekan beton.

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 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.

Dan peran Asisten - asisten Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara serta teman – teman Teknik Sipil 2014 sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

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



Gambar 3.1: Tahapan singkat penelitian yang dilaksanakan.

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dimulai pada bulan Januari 2018 hingga Mei 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 dan langkat.

c. Agregat Kasar

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

d. Air

Air yang digunakan berasal dari PDAM Tirtanadi Medan.

3.3.2. Peralatan

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

a. Alat-alat pendukung pengujian material.

b. Timbangan digital.

c. Alat pengaduk beton (*mixer*).

d. Cetakan benda uji berbentuk silinder.

e. Mesin kompres (*compression test*).

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 di Laboratorium mengikuti panduan dari SNI 03-2834-2000 tentang pemeriksaan agregat serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.6. Pemeriksaan Agregat Halus Binjai.

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 SNI 03-2834-2000 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang kadar air agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.1 sehingga diketahui kadar air agregat halus yang diperiksa.

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

Pengujian	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-rata
Berat contoh SSD dan berat wadah (W1)	1013	994	1003,5
Berat contoh SSD	494	494	494
Berat contoh kering oven & wadah (W2)	1006	985	995,5
Berat wadah(W3)	519	500	509,5
Berat air(W1-W2)	7	9	8
Berat contoh kering(W2-W3)	487	485	486
Kadar air $((W1-W2)/(W2-W3)) \times 100\%$	1,43	1,85	1,64

Berdasarkan Tabel 3.1 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar air pada agregat halus yang telah diteliti di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil UMSU, didapat rata-rata kadar air sebesar 1,64 %. Percobaan ini dilakukan sebanyak dua kali pengujian, pada contoh pertama kadar air yang didapat sebesar 1,43%, sedangkan contoh kedua didapat kadar air sebesar 1,85 %. Hasil diatas tersebut telah memenuhi standar yang ditentukan yaitu 2%-20%.

3.6.2. Kadar Lumpur Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-2000 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum. 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 Kasar Diameter Maksimum 40mm	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-rata
Berat contoh kering: A(gr)	500	500	500
Berat contoh setelah dicuci: B (gr)	482	481	482
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci: C(gr)	18	19	19
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200setelah dicuci (%)	3,60	3,90	3,75

Berdasarkan Tabel 3.2 pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dilakukan dengan mencuci sampel dengan menggunakan air, kemudian disaring dengan menggunakan Saringan No. 200, persentase yang didapat dihitung dari pembagian berat kotoran agregat yang lolos saringan dibagi dengan berat contoh awal contoh, kemudian membuat hasilnya di dalam persentase. Dari percobaan ini didapat persentase kadar lumpur untuk sampel yang pertama sebesar 3,6%, dan sampel kedua sebesar 3,9%. Maka, untuk mengambil nilai kadar lumpur diambil dari rata-rata pengujian yakni sebesar 3,75%. Jumlah persentase tersebut telah memenuhi persyaratan berdasarkan PBI 1971 yaitu <5%.

3.6.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-2000 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU 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.

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

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh SSD (kering permukaan jenuh) (B)	500	500	500
Berat contoh SSD kering oven (110 ⁰ c) Sampai Konstan (E)	494	493	493,5
Berat Piknometer penuh air (D)	694	688	691
Berat contoh SSD di dalam piknometer penuh air (C)	1000	1002	1001
Berat jenis contoh kering $E / (B + D - C)$	2,546	2,650	2,598
Berat jenis contoh SSD $B / (B + D - C)$	2,577	2,688	2,632
Berat jenis contoh semu $E / (E + D - C)$	2,627	2,754	2,690
Penyerapan (Absorbtion) $[(B - E) / B] \times 100 \%$	1,214%	1,419%	1,316%

Berdasarkan Tabel 3.3 menjelaskan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU sehingga dapat diketahui nilai berat jenis maupun penyerapan. Pada tabel terlampir 3 macam berat jenis, yakni berat jenis contoh semu, berat jenis SSD, dan berat jenis contoh semu. Berat jenis agregat terpenuhi apabila nilai Berat Jenis Contoh Kering < Berat Jenis SSD < Berat Jenis Contoh Semu dengan nilai rata-rata $2,598 \text{ gr/cm}^3 < 2,632 \text{ gr/cm}^3 < 2,690 \text{ gr/cm}^3$ dan nilai penyerapan rata-rata sebesar 1,316%. Berdasarkan standar ASTM C 128 tentang absorpsi yang baik adalah dibawah 2% dan nilai absorpsi agregat halus yang diperoleh telah memenuhi syarat.

3.6.4. Berat Isi Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-2000 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU 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	Contoh 1	Contoh 2	Contoh 3	Rata-rata
1	Berat contoh & wadah (gr)	19774	20379	21168	20440,33
2	Berat wadah (gr)	5300	5300	5300	5300
3	Berat contoh (gr)	14474	15079	15868	15140
4	Volume wadah (cm ³)	10952,23	10952,23	10952,23	10952,23
5	Berat Isi (gr/cm ³)	1,322	1,370	1,440	1,377

Berdasarkan Tabel 3.4 menjelaskan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU didapat hasil berat isi agregat halus dengan rata-rata sebesar 1,377gr/cm³. Hasil ini didapat dari rata-rata kedua contoh, yang berdasarkan perbandingan nilai berat contoh yang didapat dengan volume wadah yang dipakai dalam percobaan. Hasil dari percobaan tersebut telah memenuhi standar yang ditetapkan yaitu >1,125 gr/cm³.

3.6.5. Analisa Saringan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-2000 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU 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)	Total tertahan (gr)	%	Tertahan	Lolos
9.50 (No3/8 in)	0	0	0	0	0	100
4.75 (No. 4)	88	86	174	3,41	3,41	96,59
2.36 (No. 8)	299	189	488	9,56	12,98	87,02
1.18 (No.16)	365	364	729	14,29	27,27	72,73
0.60 (No. 30)	601	754	1355	26,60	53,84	46,16
0.30 (No. 50)	660	572	1232	24,15	78,00	22,00
0.15 (No.100)	411	409	820	16,07	94,08	5,92
Pan	176	126	302	5,92	100,00	0,00
Total	2600	2500	5100	100		

Berdasarkan Tabel 3.5 menjelaskan pemeriksaan analisa saringan agregat halus ini menggunakan nomor saringan yang telah ditentukan berdasarkan SNI 03-2834-2000, yang nantinya akan dibuat grafik zona gradasi agregat yang didapat dari nilai kumulatif agregat. Apakah agregat yang dipakai termasuk zona pasir kasar, sedang, agak halus, atau pasir halus. Penjelasan nilai kumulatif agregat didapat dari penjelasan berikut ini:

Total berat pasir = 5100gram

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$\text{No.4} = \frac{174}{5100} \times 100\% = 3,41 \%$$

$$\text{No.8} = \frac{488}{5100} \times 100\% = 9,56 \%$$

$$\text{No.16} = \frac{729}{5100} \times 100\% = 14,29 \%$$

$$\text{No.30} = \frac{1335}{5100} \times 100\% = 26,60 \%$$

$$\text{No.50} = \frac{1232}{5100} \times 100\% = 24,15 \%$$

$$\text{No.100} = \frac{820}{5100} \times 100\% = 16,07 \%$$

$$\text{Pan} = \frac{302}{5100} \times 100\% = 5,92 \%$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

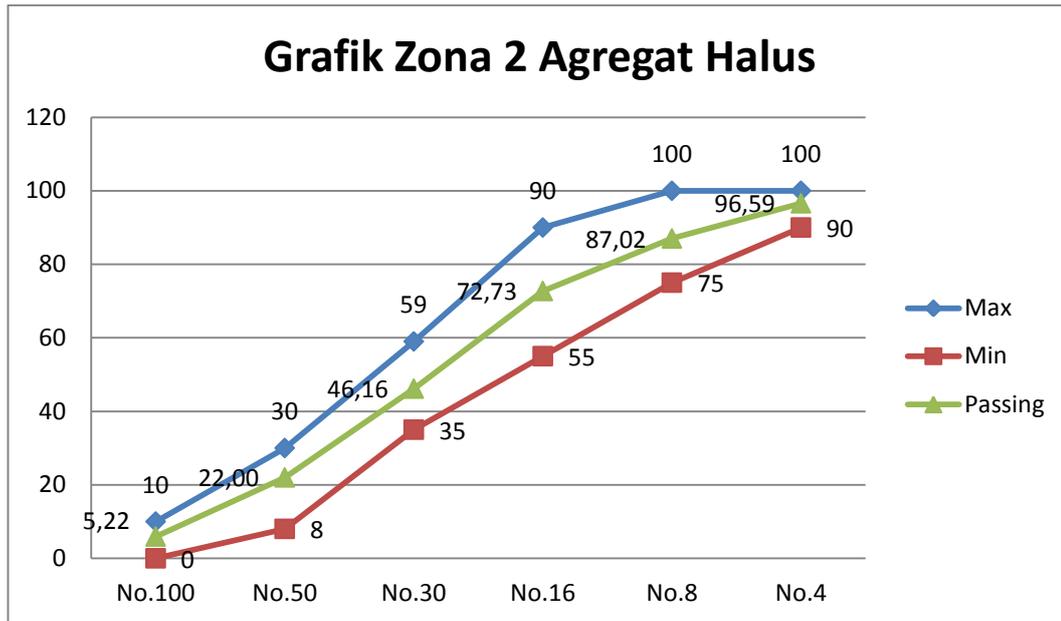
No.4	=	0	+	3,41	=	3,41	%
No.8	=	3,41	+	9,56	=	12,98	%
No.16	=	12,98	+	14,29	=	27,27	%
No.30	=	27,27	+	26,60	=	53,84	%
No.50	=	53,84	+	24,15	=	78,00	%
No.100	=	78,00	+	16,07	=	94,08	%
Pan	=	94,08	+	5,92	=	100,00	%

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 269,58 %

$$\begin{aligned}
 \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \\
 &= \frac{269,58}{100} \\
 \text{FM} &= 2,70
 \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

No.4	=	100	-	3,41	=	96,59	%
No.8	=	100	-	12,98	=	87,02	%
No.16	=	100	-	27,27	=	72,73	%
No.30	=	100	-	53,84	=	46,16	%
No.50	=	100	-	78,00	=	22,00	%
No.100	=	100	-	94,08	=	5,92	%
Pan	=	100	-	100,00	=	0,00	%



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

Berdasarkan Gambar 3.2 menjelaskan hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus pada Tabel 3.5 diperoleh nilai modulus kehalusan sebesar 2,70 dan dari grafik hasil pengujian diketahui bahwa agregat halus yang diuji termasuk di zona 2 (pasir sedang) seperti gambar diatas.

3.7. Pemeriksaan Agregat Halus Langkat.

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 Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-2000 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang kadar air agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.6 sehingga diketahui kadar air agregat halus yang diperiksa.

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

Pengujian	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-rata
Berat contoh SSD dan berat wadah (W1)	999	1012	1005,5
Berat contoh SSD	500	500	500
Berat contoh kering oven & wadah (W2)	987	1001	994
Berat wadah(W3)	499	512	505,5
Berat air(W1-W2)	12	11	11,5
Berat contoh kering(W2-W3)	488	489	488,5
Kadar air $((W1-W2)/(W2-W3)) \times 100\%$	2,459	2,249	2,30

Berdasarkan Tabel 3.6 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar air pada agregat halus yang telah diteliti di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil UMSU, didapat rata-rata kadar air sebesar 2,30%. Percobaan ini dilakukan sebanyak dua kali pengujian, pada contoh pertama kadar air yang didapat sebesar 2,459%, sedangkan contoh kedua didapat kadar air sebesar 2,249%. Hasil diatas tersebut telah memenuhi standar yang ditentukan yaitu 2%-20%.

3.7.2. Kadar Lumpur Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-2000 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.7 sehingga diketahui kadar lumpur agregat halus yang diperiksa.

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

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh kering (gr)	500	500	500
Berat contoh setelah dicuci (gr)	485	482	484
Berat Kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (gr)	15	18	17
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (%)	3,00	3,60	3,30

Berdasarkan Tabel 3.7 pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dilakukan dengan mencuci sampel dengan menggunakan air, kemudian disaring dengan menggunakan Saringan No. 200, persentase yang didapat dihitung dari pembagian berat kotoran agregat yang lolos saringan dibagi dengan berat contoh awal contoh, kemudian membuat hasilnya di dalam persentase. Dari percobaan ini didapat persentase kadar lumpur untuk sampel yang pertama sebesar 3,0 %, dan sampel kedua sebesar 3,6 %. Maka, untuk mengambil nilai kadar lumpur diambil dari rata-rata pengujian yakni sebesar 3,3 %. Jumlah persentase tersebut telah memenuhi persyaratan berdasarkan PBI 1971 yaitu <5%.

3.7.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-2000 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang berat jenis dan penyerapan agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.8 sehingga diketahui berat jenis dan penyerapan agregat halus yang diperiksa.

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

Pengujian	Contoh 1	Contoh 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	492
Berat Piknometer penuh air (D)	694	698,0	696
Berat contoh SSD di dalam piknometer penuh air (C)	998	1004	1001
Berat jenis contoh kering $E / (B + D - C)$	2,50	2,53	2,51
Berat jenis contoh SSD $B / (B + D - C)$	2,55	2,57	2,56
Berat jenis contoh semu $E / (E + D - C)$	2,62	2,64	2,63
Penyerapan (Absorbtion) $[(B - E) / B] \times 100 \%$	1,83%	1,83%	1,83%

Berdasarkan Tabel 3.8 menjelaskan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU sehingga dapat diketahui nilai berat jenis maupun penyerapan. Pada tabel terlampir 3 macam berat jenis, yakni berat jenis contoh semu, berat jenis SSD, dan berat jenis contoh semu. Berat jenis agregat terpenuhi apabila nilai Berat Jenis Contoh Kering < Berat Jenis SSD < Berat Jenis Contoh Semu dengan nilai rata-rata $2,51\text{gr/cm}^3 < 2,56\text{gr/cm}^3 < 2,63\text{gr/cm}^3$ dan nilai penyerapan rata-rata sebesar 1,83%. Berdasarkan standar ASTM C 128 tentang absorpsi yang baik adalah dibawah 2% dan nilai absorpsi agregat halus yang diperoleh telah memenuhi syarat.

3.7.4. Berat Isi Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-2000 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang berat isi agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.9 sehingga diketahui berat isi agregat halus yang diperiksa.

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

No	Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Contoh 3	Rata-rata
1	Berat contoh & wadah (gr)	19864	21124	22168	21052,00
2	Berat wadah (gr)	5300	5300	5300	5300
3	Berat contoh (gr)	14564	15824	16868	15752
4	Volume wadah (cm^3)	10952,23	10952,23	10952,23	10952,23
5	Berat Isi (gr/cm^3)	1,330	1,445	1,540	1,438

Berdasarkan Tabel 3.9 menjelaskan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU didapat hasil berat isi agregat halus dengan rata-rata sebesar $1,438\text{gr/cm}^3$. Hasil ini didapat dari rata-rata kedua contoh, yang berdasarkan perbandingan nilai berat contoh yang didapat dengan volume wadah yang dipakai dalam percobaan. Hasil dari percobaan tersebut telah memenuhi standar yang ditetapkan yaitu $>1,125\text{gr/cm}^3$.

3.7.5. Analisa Saringan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-2000 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang analisa saringan agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.10 dan batas gradasi agregat halus pada Gambar 3.3 sehingga diketahui modulus kehalusan agregat halus yang diperiksa.

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

Nomor Saringan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Total tertahan (gr)	%	Tertahan	Lolos
9.50 (No3/8 in)	0	0	0	0	0	100
4.75 (No. 4)	73	78	51	3,22	3,22	95,81
2.36 (No. 8)	145	168	313	9,39	12,89	87,11
1.18 (No.16)	283	184	467	14,44	25,86	74,14
0.60 (No. 30)	430	619	1049	28,97	55,00	45,00
0.30 (No. 50)	410	484	894	23,81	79,83	20,17
0.15 (No.100)	268	270	538	14,94	94,78	5,22
Pan	91	97	188	5,22	100,00	0,00
Total	1700	1900	3600	100		

Berdasarkan Tabel 3.10 menjelaskan pemeriksaan analisa saringan agregat halus ini menggunakan nomor saringan yang telah ditentukan berdasarkan SNI 03-2834-2000 yang nantinya akan dibuat grafik zona gradasi agregat yang didapat dari nilai kumulatif agregat. Apakah agregat yang dipakai termasuk zona pasir kasar, sedang, agak halus, atau pasir halus. Penjelasan nilai kumulatif agregat didapat dari penjelasan berikut ini:

Total berat pasir = 3600 gram

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$\text{No.4} = \frac{51}{3600} \times 100\% = 3,22 \%$$

$$\text{No.8} = \frac{313}{3600} \times 100\% = 9,39 \%$$

$$\text{No.16} = \frac{467}{3600} \times 100\% = 14,44 \%$$

$$\begin{aligned}
 \text{No.30} &= \frac{1049}{3600} \times 100\% = 28,97 \% \\
 \text{No.50} &= \frac{894}{3600} \times 100\% = 23,81 \% \\
 \text{No.100} &= \frac{538}{3600} \times 100\% = 14,94 \% \\
 \text{Pan} &= \frac{188}{3600} \times 100\% = 5,22 \%
 \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

$$\begin{aligned}
 \text{No.4} &= 0 + 3,22 = 3,22 \% \\
 \text{No.8} &= 3,22 + 9,39 = 12,89 \% \\
 \text{No.16} &= 12,89 + 14,44 = 25,86 \% \\
 \text{No.30} &= 25,86 + 28,97 = 55,00 \% \\
 \text{No.50} &= 55,00 + 23,81 = 79,83 \% \\
 \text{No.100} &= 79,83 + 14,94 = 94,78 \% \\
 \text{Pan} &= 94,78 + 5,22 = 100,00 \%
 \end{aligned}$$

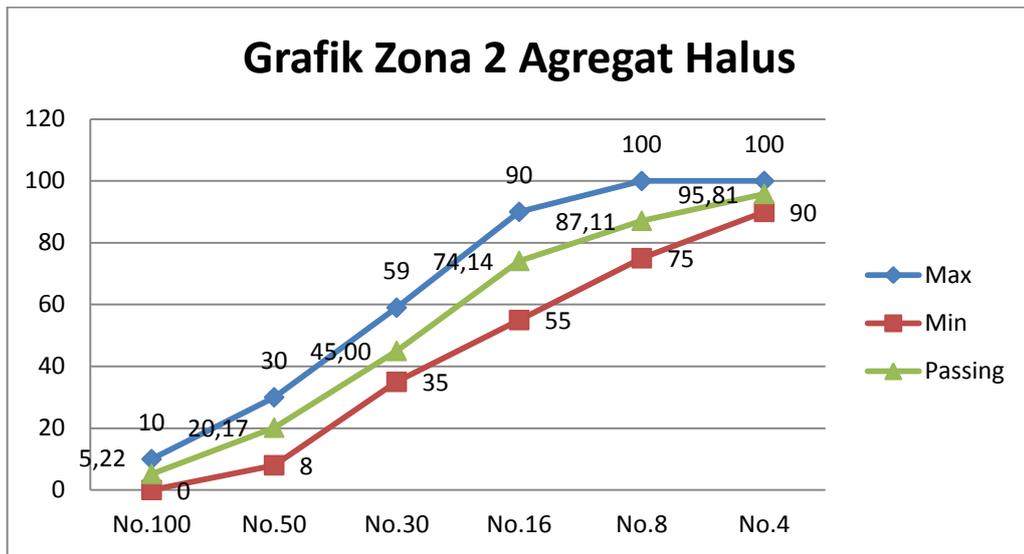
Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 271,58 %

$$\begin{aligned}
 \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \\
 &= \frac{271,58}{100} \\
 \text{FM} &= 2,72
 \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

$$\begin{aligned}
 \text{No.4} &= 100 - 4,19 = 95,81 \% \\
 \text{No.8} &= 100 - 12,89 = 87,11 \% \\
 \text{No.16} &= 100 - 25,86 = 74,14 \% \\
 \text{No.30} &= 100 - 55,00 = 45,00 \%
 \end{aligned}$$

No.50 = 100 - 79,83 = 20,17 %
 No.100 = 100 - 94,78 = 5,22 %
 Pan = 100 - 100,00 = 0,00 %



Gambar 3.3: Grafik gradasi agregat halus (zona 2 pasir sedang).

Berdasarkan Gambar 3.3 menjelaskan hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus pada Tabel 3.10 diperoleh nilai modulus kehalusan sebesar 2,72 dan dari grafik hasil pengujian diketahui bahwa agregat halus yang diuji termasuk di zona 2 (pasir sedang) seperti gambar diatas.

3.8. 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.

3.8.1. Kadar Air Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-2000 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang kadar air agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.11 sehingga diketahui kadar air agregat kasar yang diperiksa.

Tabel 3.11 Data-data hasil penelitian kadar air agregat kasar.

Pengujian	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-rata
Berat contoh SSD & berat wadah (W1)	2665	2807	2736
Berat contoh SSD	2200	2300	2250
Berat contoh kering oven & wadah (W2)	2600	2792	2696
Berat wadah (W3)	465	507	486
Berat air (W1-W2)	12	15	13,5
Berat contoh kering (W2-W3)	2188	2289	2238,5
Kadar air $((W1-W2)/(W2-W3)) \times 100\%$	0,68	0,65	0,66

Berdasarkan Tabel 3.11 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar yang menggunakan dua sampel yang kemudian dirata-ratakan. Dari hasil pengujian didapat nilai kadar air agregat kasar pada contoh pertama sebesar 0,68%, pada contoh kedua sebesar 0,65%. Sedangkan nilai rata-rata kadar air pada agregat kasar yang diteliti adalah sebesar 0,66% dan hasil tersebut telah memenuhi syarat yang ditetapkan yaitu 0,5% - 1,5%.

3.8.2. Kadar Lumpur Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-2000 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.12 sehingga diketahui kadar lumpur agregat kasar yang diperiksa.

Tabel 3.12: Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat kasar.

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh kering (gr)	3000	3000	3000
Berat contoh setelah dicuci (gr)	2987	2983	2985,0
Berat Kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (gr)	13	17	15,0
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (%)	0,43	0,57	0,50

Berdasarkan Tabel 3.12 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar dilakukan dengan mencuci sampel yang menggunakan air, kemudian disaring dengan menggunakan Saringan No. 200, persentase yang didapat dihitung dari pembagian berat kotoran agregat yang lolos saringan dibagi dengan berat contoh awal, kemudian membuat hasilnya di dalam persentase. Dari percobaan ini didapat persentase kadar lumpur untuk sampel yang pertama sebesar 0,43%, dan sampel kedua sebesar 0,57%. Maka, untuk mengambil nilai kadar lumpur diambil dari rata-rata pengujian yakni sebesar 0,5%. Menurut PBI 1971 hasil pemeriksaan kadar lumpur diatas telah memenuhi syarat yaitu <1%.

3.8.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-2000 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang berat jenis dan penyerapan agregat kasar. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.13 sehingga diketahui berat jenis dan penyerapan agregat kasar yang diperiksa.

Tabel 3.13: Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat kasar

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh SSD kering permukaan jenuh (A)	2934	2994	2964
Berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan (C)	2910	2970	2440
Berat contoh jenuh (B)	1840	1875	1857,5
Berat jenis contoh kering (C/(A-B))	2,65	2,67	2,66
Berat jenis contoh SSD (A/(A-B))	2,68	2,65	2,65
Berat jenis contoh semu (C/(C-B))	2,71	2,71	2,71
Penyerapan ((A-C)/C)x100%	0,82	0,80	0,81

Berdasarkan hasil pemeriksaan di dapat data-data pada Tabel 3.13 sehingga dapat diketahui nilai berat jenis maupun penyerapan (*absorbtion*) 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. Dari percobaan didapat rata-rata nilai berat jenis contoh kering sebesar 2,66 gr/cm³, nilai rata-rata berat jenis SSD sebesar 2,65 gr/cm³, dan nilai rata-rata berat jenis contoh semu sebesar 2,71gr/cm³. Selain berat jenis, pada pemeriksaan ini juga didapat nilai penyerapan pada agregat kasar yang didapat nilai rata-ratanya sebesar 0,81% dan berdasarkan ASTM C 127 nilai ini berada di bawah nilai absorpsi agregat kasar maksimum yaitu sebesar 4%.

3.8.4. Berat Isi Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-2000 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang berat isi agregat kasar. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.14 sehingga diketahui berat isi agregat kasar yang diperiksa.

Tabel 3.14: Data-data hasil penelitian berat isi agregat kasar.

No	Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Contoh 3	Rata-rata
1	Berat contoh & wadah (gr)	30510	31742	32956	31736
2	Berat wadah (gr)	6440	6440	6440	6440
3	Berat contoh (gr)	24070	25302	26516	25296
4	Volume wadah (cm ³)	15465,21	15465,21	15465,21	15465,21
5	Berat Isi (gr/cm ³)	1,550	1,630	1,710	1,630

Berdasarkan Tabel 3.14 menjelaskan tentang nilai berat isi agregat kasar yang rata-ratanya didapat sebesar 1,630 gr/cm³. Nilai berat isi agregat didapatkan dari perbandingan nilai antara berat contoh yang didapat dengan volume wadah yang dipakai dalam penelitian ini. Pada sampel pertama didapat nilai berat isi agregat sebesar 1,55 gr/cm³. Percobaan kedua menghasilkan nilai berat isi agregat sebesar 1,63 gr/cm³. Sedangkan percobaan ke tiga menghasilkan nilai berat isi agregat sebesar 1,71 gr/cm³ dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yang yaitu > 1,125 gr/cm³.

3.8.5. Analisa Saringan Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-1986-2000 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang analisa saringan agregat kasar. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.15 sehingga diketahui modulus kehalusan agregat kasar yang diperiksa.

Tabel 3.15: Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat kasar.

No Saringan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Total Berat (gr)	%	Tertahan	Lolos
38,1 (1.5 in)	86	87	173	3,04	3,04	96,96
19.0 (3/4 in)	1280	1285	2565	45,00	48,04	51,96
9.52 (3/8 in)	833	923	1756	30,81	78,84	21,16
4.75 (No. 4)	601	605	1206	21,16	100,00	0,00
2.36 (No. 8)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
1.18 (No.16)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0.60 (No. 30)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0.30 (No. 50)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0.15 (No. 100)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
Pan	0	0	0	0,00	100	0
Total	2800	2900	6445	100		

Berdasarkan Tabel 3.15, didapatkan nilai kumulatif agregat dan modulus kehalusan agregat kasar yang diperoleh dari persentase jumlah keseluruhan kumulatif tertahan agregat. Percobaan ini dilakukan dua kali, nomor saringan yang dipakai diambil berdasarkan metode ASTM C33 (1986), yang pada pengerjaan *Job Mix Design* nantinya dimodifikasi agar sesuai dengan tatacara perencanaan campuran beton menurut SNI 03-2834-2000. Penjelasan tentang persentase dan kumulatif agregat dijelaskan sebagai berikut:

Total berat pasir = 6445 gram

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$1,5 = \frac{173}{5700} \times 100\% = 3,04 \%$$

$$\frac{3}{4} = \frac{2565}{5700} \times 100\% = 45,00 \%$$

$$\frac{3}{8} = \frac{1756}{5700} \times 100\% = 30,81 \%$$

$$\text{No. 4} = \frac{1206}{5700} \times 100\% = 21,16 \%$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

$$1,5 = 0 + 3,04 = 3,04 \%$$

$$\frac{3}{4} = 3,04 + 45,00 = 48,04 \%$$

$$\begin{aligned}
 3/8 &= 48,04 + 30,81 = 78,84 \% \\
 \text{No.4} &= 78,84 + 21,16 = 100,00 \%
 \end{aligned}$$

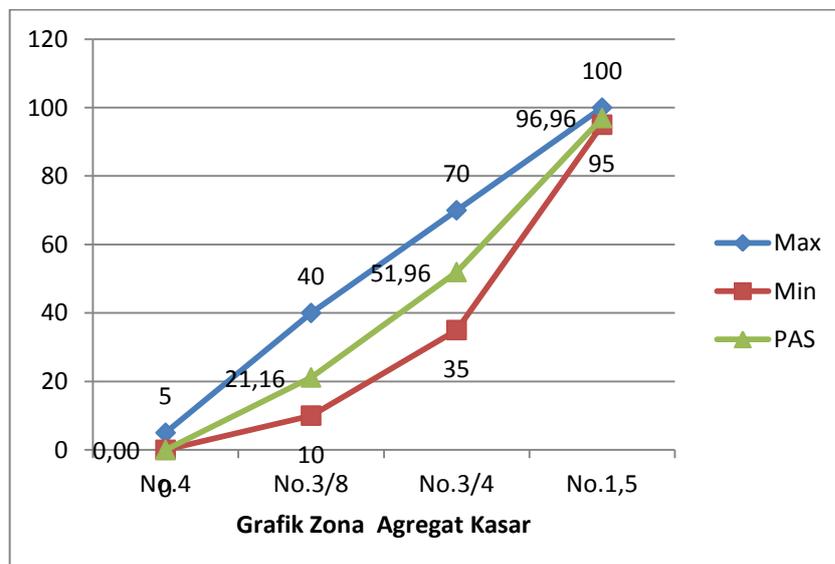
Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 729,91%

$$\begin{aligned}
 \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \\
 &= \frac{729,91}{100} \\
 \text{FM} &= 7.30
 \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

$$\begin{aligned}
 1,5 &= 100 - 3,04 = 96,96 \% \\
 3/4 &= 100 - 48,04 = 51,96 \% \\
 3/8 &= 100 - 78,84 = 21,16 \% \\
 \text{No. 4} &= 100 - 100,00 = 0,00 \%
 \end{aligned}$$

Batas gradasi batu pecah sebagai agregat kasar dengan kriteria berdiameter maksimum 40 mm dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4: Grafik gradasi agregat kasar diameter maksimum 40 mm

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

3.8.6.Keausan Agregat Dengan Mesin *Los Angeles*

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-2000 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 sampel sebelum pengujian = 5000 gr

Berat tiap-tiap ayakan tercantum dalam Tabel 3.16. 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 3.16: 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)	-	1183
12,5 (1/2 in)	2500	662
9,50 (3/8 in)	2500	1547
4,75 (No. 4)	-	552
2,36 (No. 8)	-	-
1,18 (No. 16)	-	-
0,60 (No. 30)	-	-
0,30(No.100)	-	-
Pan	-	1,32

Tabel 3.16: *Lanjutan*

Pan	-	770
No. Saringan	Berat awal (gr)	Berat akhir(gr)
Total	5000	4076
	Berat lolos saringan No.12	924
	Keausan (%)	18,480%

$$\begin{aligned}
 \text{Abrasion} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100\% \\
 &= \frac{5000 - 4076}{5000} \times 100\% = 18,480\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil pemeriksaan di dapat pada Tabel 3.16 diketahui bahwa berat akhir setelah melakukan pengujian keausan agregat adalah sebesar 4076 gr dan nilai *abrasion* (keausan) sebesar 18,480 %. Nilai tersebut telah memenuhi standar PBI 1971 bahwa nilai keausan agregat tidak lebih dari 50%.

3.9. Perencanaan Campuran Beton

Tahap awal sebelum melakukan perencanaan campuran beton, dilakukan pengujian terhadap komponen-komponen dasar pembentuk beton sesuai dengan SNI (Standar Nasional Indonesia), yaitu pengujian terhadap agregat halus dan agregat kasar serta air. Selanjutnya dilakukan perencanaan campuran beton berdasarkan SNI 03-2834-2000.

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.

3.9.1. Pembuatan Benda Uji

Benda uji dibuat menggunakan cetakan berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, yang berjumlah 48 buah. Proses pembuatan benda uji ditunjukkan dengan gambar pada lampiran.

BAB 4

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Perencanaan Campuran Beton Langkat FAS 0.35

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:

- Berat jenis agregat kasar Binjai = 2,65 gr/cm³
- Berat jenis agregat halus Binjai = 2,632 gr/cm³
- Berat jenis agregat halus Langkat = 2,56 gr/cm³
- Kadar lumpur agregat kasar Binjai = 0,50 %
- Kadar lumpur agregat halus Binjai = 3,75 %
- Kadar lumpur agregat halus Langkat = 3,3 %
- Berat isi agregat kasar = 1,630 gr/cm³
- Berat isi agregat halus Binjai = 1,377 gr/cm³
- Berat isi agregat halus Langkat = 1,438 gr/cm³
- FM agregat kasar Binjai = 7,30
- FM agregat halus Binjai = 2,70
- FM agregat halus Langkat = 2,72
- Kadar air agregat kasar Binjai = 0,66 %
- Kadar air agregat halus Binjai = 1,64 %
- Kadar air agregat halus Langkat = 2,30 %
- Penyerapan agregat kasar Binjai = 0,81 %
- Penyerapan agregat halus Binjai = 1,316 %
- Penyerapan agregat halus Langkat = 1,83 %
- Nilai slump rencana = 30-60 mm
- Ukuran agregat maksimum = 40 mm

Tabel 4.1.: Perencanaan Campuran Beton (SNI 03-2834-2000)

PERENCANAAN CAMPURAN BETON LANGKAT FAS 0,35 SNI 03-2834-2000			
No	Uraian	Tabel/Gambar perhitungan	Nilai
1.	Faktor air semen bebas	Ditetapkan	0,35
2.	Kekuatan rata – rata yang ditargetkan	-	55MPa
3.	Deviasi standart	-	12 MPa
4.	Nilai tambah (margin)	-	5,6 MPa
5.	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji silinder)	2-3-4	37,4 MPa
6.	Jenis semen		Type 1
7.	Jenis agregat: - Kasar - Halus	Ditetapkan Ditetapkan	Batu pecah Binjai Pasir alami Langkat
8.	Faktor air semen maksimum	Ditetapkan	0,6
9.	Slump	Ditetapkan	30-60 mm
10.	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	40 mm
11.	Kadar air bebas	Tabel 2.9	170 kg/ m ³
12.	Jumlah semen	11:1	485,71 kg/ m ³
13.	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan	485,71 kg/ m ³
14.	Jumlah semen minimum	Ditetapkan	275 kg/ m ³
15.	Faktor air semen yang disesuaikan	Item 1	0,35
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 2.11	33%

Tabel 4.1: *Lanjutan*

No	Uraian	Tabel / Gambar perhitungan		Nilai	
19.	Berat jenis relatif agregat (jenuh kering permukaan)	Tabel		2,62	
20.	Berat isi beton	Gambar 2.12		2405 kg/ m ³	
21.	Kadar agregat gabungan	20-(12+11)		1749,29 kg/ m ³	
22.	Kadar agregat halus	18 x 21		577,26 kg/ m ³	
23.	Kadar agregat kasar	21-22		1172,03 kg/ m ³	
	Proporsi Campuran	Semen (kg)	Air (kg atau lt)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
24.	- Tiap m ³	485,71	170	582,22	1182,07
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,35	1,18	2,41
	- Tiap benda uji v = 0,0053m ³ (1 silinder)	2,58	0,9	3,10	6,27
25.	Koreksi proporsi campuran				
	- Tiap m ³	485,71	169,03	584,95	1181,19
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,35	1,18	2,41

❖ Untuk satu benda uji (kg)

Menggunakan cetakan silinder dengan ukuran:

Tinggi = 30 cm

Diameter = 15 cm

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

$$= 0,0053 \text{ m}^3$$

Maka :

- ◆ Semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
= banyak semen x volume silinder

$$= 485,71 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$$

$$= 2,58 \text{ kg}$$

◆ Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$= \text{banyak pasir} \times \text{volume silinder}$$

$$= 584,95 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$$

$$= 3,10 \text{ kg}$$

◆ Batu pecah yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$= \text{banyak batu pecah} \times \text{volume silinder}$$

$$= 1181,19 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$$

$$= 6,26 \text{ kg}$$

◆ Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$= \text{banyak air} \times \text{volume silinder}$$

$$= 169,03 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$$

$$= 0,90 \text{ kg}$$

Perbandingan campuran untuk 1 benda uji:

Semen	:	Pasir	:	Batu Pecah	:	Air
2,58 kg	:	3,10 kg	:	6,27 kg	:	0,90 kg
1	:	1,20	:	2,43	:	0,35

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

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat kerikil	
1,5	3,04	$\frac{3,04}{100} \times$	6,2603	0,1903
$\frac{3}{4}$	45,00	$\frac{45,00}{100} \times$	6,2603	2,8171
3/8	30,80	$\frac{30,80}{100} \times$	6,2603	1,9281
No. 4	21,16	$\frac{21,16}{100} \times$	6,2603	1,3246
Total				6,2601

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 0,1903 kg, saringan $\frac{3}{4}$ sebesar 2,8171 kg, saringan $\frac{3}{8}$ sebesar 1,9281 kg dan saringan no 4 sebesar 1,3246 kg. Dan total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 6,2601 kg.

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

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat pasir	
No.4	3,22	$\frac{3,22}{100} \times$	3,1002	0,0998
No.8	9,39	$\frac{9,39}{100} \times$	3,1002	0,2911
No.16	14,44	$\frac{14,44}{100} \times$	3,1002	0,4476
No.30	28,97	$\frac{28,97}{100} \times$	3,1002	0,8981
No.50	23,81	$\frac{23,81}{100} \times$	3,1002	0,7381
No.100	14,94	$\frac{14,94}{100} \times$	3,1002	0,4631
Pan	5,22	$\frac{5,22}{100} \times$	3,1002	0,1618
Total				3,0996

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 0,0998 kg, saringan No 8 sebesar 0,2911 kg, saringan No 16 sebesar 0,4476 kg, saringan No 30 sebesar 0,8981 kg, saringan No 50 sebesar 0,7381 kg, saringan No 100 sebesar 0,4631 kg, dan pan sebesar 0,1618 kg. Dan total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 3,0996 kg.

Kebutuhan material untuk benda uji 2,5 benda uji.

$$\begin{aligned} 2,5 \times V &= 2,5 \times 0,0053 \\ &= 0,0133 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

◆ Semen yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji

$$\begin{aligned} &= \text{banyak semen} \times \text{volume silinder} \\ &= 485,71 \text{ kg/m}^3 \times 0,0133 \text{ m}^3 \\ &= 6,45 \text{ kg} \end{aligned}$$

◆ Pasir yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji

$$\begin{aligned} &= \text{banyak pasir} \times \text{volume silinder} \\ &= 584,95 \text{ kg/m}^3 \times 0,0133 \text{ m}^3 \\ &= 7,77 \text{ kg} \end{aligned}$$

◆ Batu pecah yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji

$$\begin{aligned} &= \text{banyak batu pecah} \times \text{volume silinder} \\ &= 1181,19 \text{ kg/m}^3 \times 0,0133 \text{ m}^3 \\ &= 15,7 \text{ kg} \end{aligned}$$

◆ Air yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji

$$\begin{aligned} &= \text{banyak air} \times \text{volume silinder} \\ &= 169,03 \text{ kg/m}^3 \times 0,0133 \text{ m}^3 \\ &= 2,24 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dalam FAS 0,35 ini jumlah benda uji yang akan dibuat adalah sebanyak 8 benda uji, banyak bahan yang di butuhkan untuk 8 benda uji pada agregat kasar terlampir pada Tabel 4.4, dan untuk agregat halus terlampir pada Tabel 4.5.

Tabel 4.4.: Banyak agregat kasar yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 8 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat kerikil	
1,5	3,04	$\frac{3,04}{100} \times$	15,7091	0,4775
$\frac{3}{4}$	45,00	$\frac{45,00}{100} \times$	15,7091	7,0690
3/8	30,80	$\frac{30,80}{100} \times$	15,7091	4,8384
No. 4	21,16	$\frac{21,16}{100} \times$	15,7091	3,3240
Total				15,7089

Berdasarkan Tabel 4.4 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 8 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 0,4775 kg, saringan 3/4 sebesar 7,0690 kg, saringan 3/8 sebesar 4,8384 kg dan saringan no 4 sebesar 3,3240 kg dan total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 8 benda uji langkat dengan FAS 0,35 sebesar 15,7089 kg.

Tabel 4.5: Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 8 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat pasir	
No.4	3,22	$\frac{3,22}{100} \times$	7,7798	0,2505
No.8	9,39	$\frac{9,39}{100} \times$	7,7798	0,7305
No.16	14,44	$\frac{14,44}{100} \times$	7,7798	1,234
No.30	28,97	$\frac{28,97}{100} \times$	7,7798	2,2538
No.50	23,81	$\frac{23,81}{100} \times$	7,7798	1,8523
No.100	14,94	$\frac{14,94}{100} \times$	7,7798	1,1624
Pan	5,22	$\frac{5,22}{100} \times$	7,7798	0,4069
Total				7,7798

Berdasarkan Tabel 4.5 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 8 benda uji ialah saringan no 4 sebesar 0,2505 kg, saringan no 8 sebesar 0,7305 kg, saringan no 16 sebesar 1,234 kg, saringan no 30 sebesar 2,2538 kg, saringan no 50 sebesar 1,8523 kg, saringan no 100 sebesar 1,1624 kg, dan pan sebesar 0,4069 kg dan total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 8 benda uji langkat dengan FAS 0,35 sebesar 7,7798 kg.

4.1.1. Metode Pengerjaan *Mix Design*

Pelaksanaan Mix Design dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Faktor air semen ditetapkan 55 MPa untuk umur 28 hari.
2. Menentukan nilai standar deviasi 12 MPa berdasarkan Tabel 2.7.
3. Nilai tambah (margin) 5,6 MPa berdasarkan Tabel 2.6.
4. Kuat tekan rata-rata perlu f'_{cr}

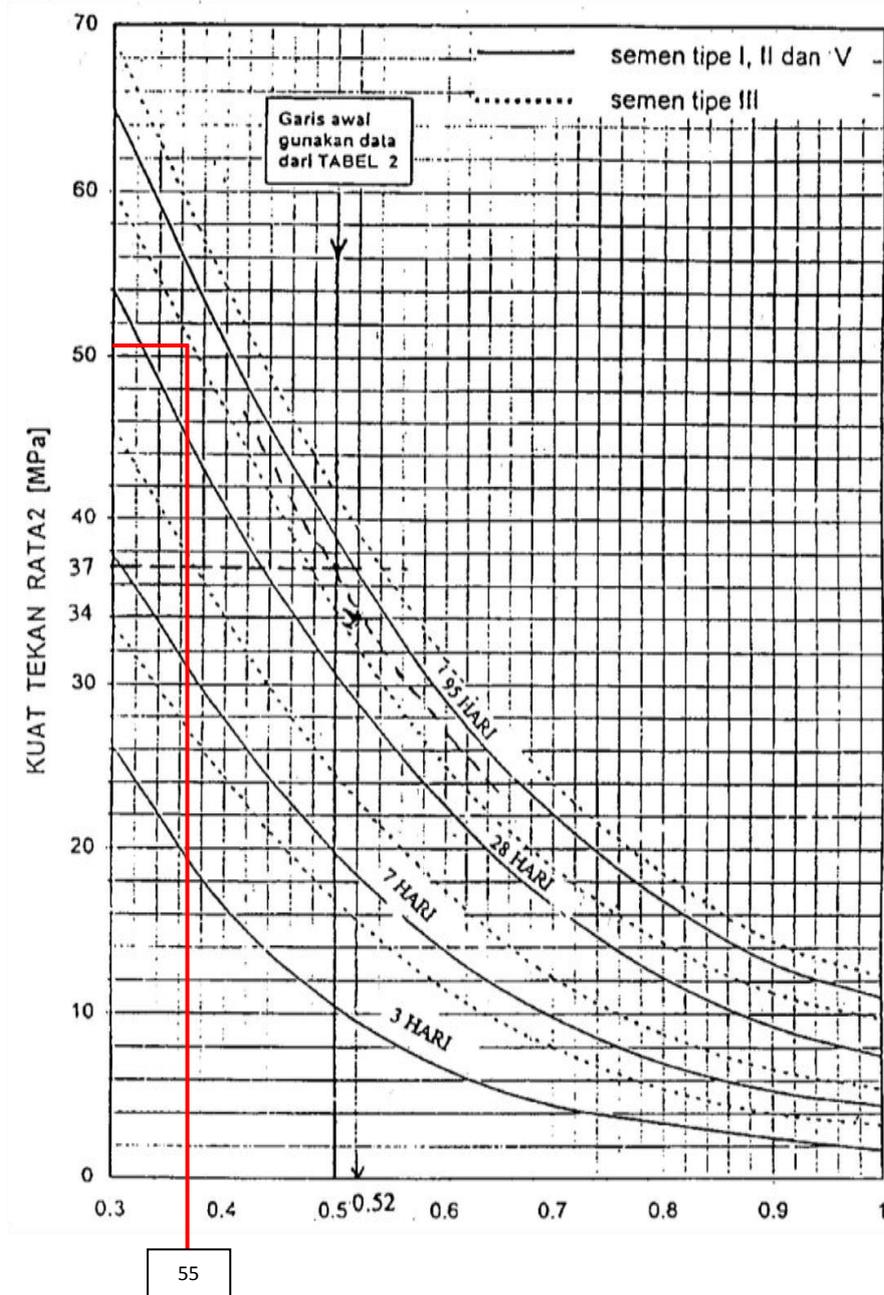
Kuat tekan rata-rata perlu diperoleh dengan Pers. 2.1.

$$f'_{cr} = f'_c + m$$

$$f'_{cr} = 37,4 + 17,6$$

$$= 55 \text{ MPa}$$

5. Jenis semen yang digunakan adalah Tipe I.
6. Jenis agregat diketahui :
 - Agregat kasar = Batu pecah Binjai
 - Agregat halus alami = Pasir Langkat
7. Nilai faktor air semen bebas diambil dari titik kekuatan tekan 55 MPa tarik garis datar menuju zona 28 hari, lalu tarik garis kebawah yang menunjukkan faktor air semen, seperti pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1: Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton (SNI 03-2834-2000).

8. Faktor air semen maksimum dalam hal ini ditetapkan 0,35 berdasarkan Tabel 4.1. Dalam faktor air semen yang diperoleh dari Gambar 4.1 tidak sama dengan yang ditetapkan, untuk perhitungan selanjutnya pakailah nilai faktor air semen yang lebih kecil.
9. Nilai slump ditetapkan setinggi 30-60 mm berdasarkan Gambar 2.8
10. Ukuran agregat maksimum ditetapkan 40 mm.

11. Jumlah kadar air bebas ditentukan berdasarkan Tabel 4.6 yang dibuat untuk agregat gabungan alami atau yang berupa batu pecah seperti Tabel 4.6.

Tabel 4.1.6: Jumlah kadar air bebas yang ditentukan.

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

Setelah interpolasi memakai Pers. 2.2

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

Dengan:

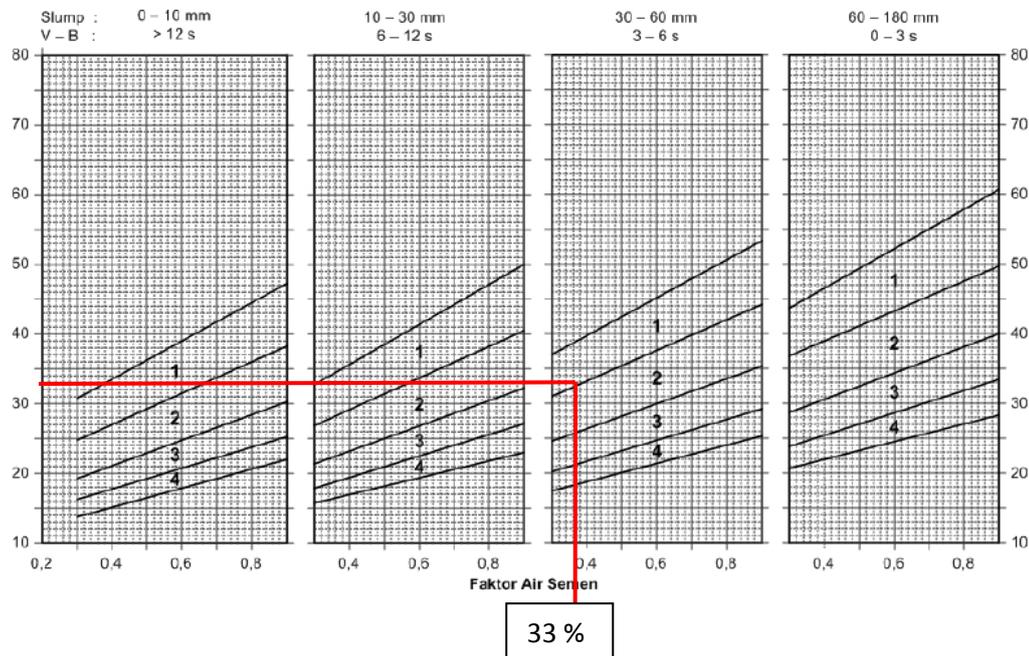
W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

$$\begin{aligned}
 &= \frac{2}{3} \times 160 + \frac{1}{3} \times 190 \\
 &= 170 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

12. Jumlah semen yaitu: $170 : 0.35 = 485,71 \text{ kg/m}^3$
13. Jumlah semen maksimum diambil sama dengan poin 12.
14. Jumlah semen minimum ditetapkan 275 kg/m^3 berdasarkan Tabel 2.10. Seandainya kadar semen yang diperoleh dari perhitungan 12 belum mencapai syarat minimum yang ditetapkan, maka harga minimum ini harus dipakai dan faktor air semen yang baru perlu disesuaikan.
15. Faktor air semen yang disesuaikan dalam hal ini dapat diabaikan oleh karena syarat minimum kadar semen sudah dipenuhi.
16. Susunan besar butir agregat halus ditetapkan pada gradasi pasir pada Gambar 2.3.
17. Susunan besar butir agregat kasar ditetapkan pada gradasi pasir pada Gambar 2.1.
18. Persen pasir yang lebih halus dari 4,8 mm ini dicari dalam Gambar 4.2 untuk kelompok ukuran butir agregat maksimum 40 mm pada nilai slump 30-60 mm dan nilai faktor air semen 0,35. Bagi agregat halus (pasir)

yang termasuk daerah susunan butir No.3 diperoleh harga nilai 33%. Seperti yang dijelaskan pada Gambar 4.2.



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

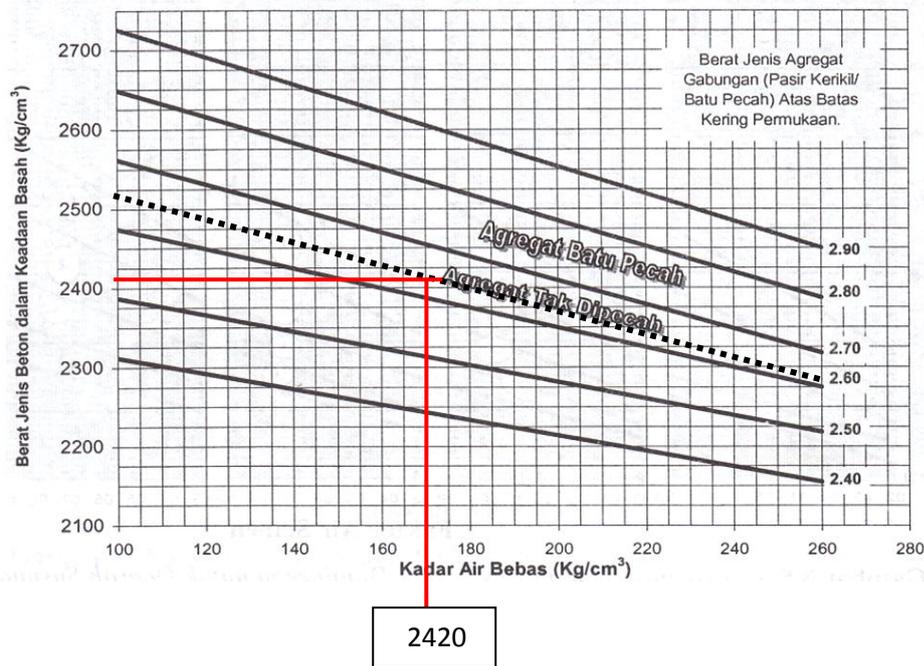
19. Berat jenis relatif agregat adalah berat jenis agregat gabungan, artinya gabungan agregat halus dan agregat kasar. Oleh karena itu agregat halus dalam hal ini merupakan gabungan dari dua macam agregat halus lainnya, maka berat jenis sebelum menghitung berat jenis agregat gabungan antara pasir dan kerikil.

Dengan demikian perhitungan berat jenis relatif menjadi sebagai berikut :

- BJ agregat halus = 2,56
- BJ agregat kasar = 2,65
- BJ agregat gabungan Halus dan kasar = $(0,33 \times 2,56) + (0,67 \times 2,65)$
= 2,62

20. Berat isi beton diperoleh dari Gambar 4.3 dengan jalan membuat grafik baru yang sesuai dengan nilai berat jenis agregat gabungan, yaitu 2,62. Titik potong grafik baru tadi dengan tegak yang menunjukkan kadar air

bebas (dalam hal ini 170 kg/m³), menunjukkan nilai berat jenis beton yang direncanakan. Dalam hal ini diperoleh angka 2420 kg/m³.



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

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

$$= 2420 - (485,71 + 170)$$

$$= 1764,29 \text{ kg/m}^3$$
22. Kadar agregat halus = (Persen agregat halus) x (Kadar agregat gabungan)

$$= \frac{33}{100} \times 1764,29$$

$$= 582,22 \text{ kg/m}^3$$
23. Kadar agregat kasar = Kadar agregat gabungan - Kadar agregat halus

$$= 1764,29 - 582,22$$

$$= 1182,07 \text{ kg/m}^3$$
24. Proporsi campuran dari langkah (1) hingga (25) kita dapatkan susunan campuran beton teoritis.

untuk tiap m³ sebagai berikut:

- Semen = 485,71 kg
- Air = 170 kg/lt
- Agregat halus = 582,22 kg
- Agregat kasar = 1182,07 kg

25. Koreksi proporsi campuran untuk mendapatkan susunan campuran yang sebenarnya yaitu yang akan kita pakai sebagai campuran uji, angka-angka teoritis tersebut perlu dibenarkan dengan memperhitungkan jumlah air bebas yang terdapat dalam atau yang masih dibutuhkan oleh masing-masing agregat yang akan dipakai. Dengan menggunakan Pers. 2.2, 2.3, dan 2.4, didapat koreksi proporsi campuran untuk air sebesar:

$$\begin{aligned} &= B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\ &= 170 - (2,30 - 1,83) \times \frac{582,22}{100} - (0,66 - 0,81) \times \frac{1182,07}{100} \\ &= 169,03 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Dan dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat halus sebesar:

$$\begin{aligned} &= C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} \\ &= 582,22 + (2,30 - 1,83) \times \frac{582,22}{100} \\ &= 584,95 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Serta dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat kasar sebesar:

$$\begin{aligned} &= D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\ &= 1182,07 + (0,66 - 0,81) \times \frac{582,22}{100} \\ &= 1181,19 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

4.2. Perencanaan Campuran Beton Langkat FAS 0,45

4.2.1. 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:

- Berat jenis agregat kasar Binjai = 2,65 gr/cm³
- Berat jenis agregat halus Binjai = 2,632 gr/cm³
- Berat jenis agregat halus Langkat = 2,56 gr/cm³
- Kadar lumpur agregat kasar Binjai = 0,50 %
- Kadar lumpur agregat halus Binjai = 3,75 %
- Kadar lumpur agregat halus Langkat = 3,3 %
- Berat isi agregat kasar = 1,630 gr/cm³
- Berat isi agregat halus Binjai = 1,377 gr/cm³
- Berat isi agregat halus Langkat = 1,438 gr/cm³
- FM agregat kasar Binjai = 7,30
- FM agregat halus Binjai = 2,70
- FM agregat halus Langkat = 2,72
- Kadar air agregat kasar Binjai = 0,66 %
- Kadar air agregat halus Binjai = 1,64 %
- Kadar air agregat halus Langkat = 2,30 %
- Penyerapan agregat kasar Binjai = 0,81 %
- Penyerapan agregat halus Binjai = 1,316 %
- Penyerapan agregat halus Langkat = 1,83 %
- Nilai slump rencana = 30-60 mm
- Ukuran agregat maksimum = 40 mm

Tabel 4.7: Perencanaan Campuran Beton (SNI 03-2834-2000)

PERENCANAAN CAMPURAN BETON LANGKAT FAS 0,45 SNI 03-2834-2000			
No	Uraian	Tabel/Gambar perhitungan	Nilai
1.	Faktor air semen bebas	Ditetapkan	0,45
2.	Kekuatan rata – rata yang ditargetkan	-	41MPa
3.	Deviasi standart	-	12 MPa
4.	Nilai tambah (margin)	-	5,6 MPa
5.	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji silinder)	2-3-4	23,4 MPa
6.	Jenis semen		Type 1
7.	Jenis agregat: - Kasar - Halus	Ditetapkan Ditetapkan	Batu pecah Binjai Pasir alami Langkat
8.	Faktor air semen maksimum	Ditetapkan	0,6
9.	Slump	Ditetapkan	30-60 mm
10.	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	40 mm
11.	Kadar air bebas	Tabel 2.9	170 kg/ m ³
12.	Jumlah semen	11:1	377,77 kg/ m ³
13.	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan	377,77 kg/ m ³
14.	Jumlah semen minimum	Ditetapkan	275 kg/ m ³
15.	Faktor air semen yang disesuaikan	Item 1	0,45
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 2.11	34%

Tabel 4.7: Lanjutan

No	Uraian	Tabel / Gambar perhitungan		Nilai	
19.	Berat jenis relatif agregat (jenuh kering permukaan)	Tabel		2,61	
20.	Berat isi beton	Gambar 2.12		2393,75kg/ m ³	
21.	Kadar agregat gabungan	20-(12+11)		1845,98kg/ m ³	
22.	Kadar agregat halus	18 x 21		627,63 kg/ m ³	
23.	Kadar agregat kasar	21-22		1218,35 kg/ m ³	
	Proporsi Campuran	Semen (kg)	Air (kg atau lt)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
24.	- Tiap m ³	377,77	170	627,63	1218,35
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,45	1,66	3,22
	- Tiap benda uji v = 0,0053 m ³ (1 silinder)	2,1	0,90	3,35	6,45
25.	Koreksi proporsi campuran				
	- Tiap m ³	377,77	168,87	630,57	1217,40
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,45	1,66	3,22

❖ Untuk satu benda uji (kg)

Menggunakan cetakan silinder dengan ukuran:

Tinggi = 30 cm

Diameter = 15 cm

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 m³

Maka :

- ◆ Semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 - = banyak semen x volume silinder
 - = $377,77\text{kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$
 - = 2,1 kg
- ◆ Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 - = banyak pasir x volume silinder
 - = $630,57\text{kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$
 - = 3,35 kg
- ◆ Batu pecah yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 - = banyak batu pecah x volume silinder
 - = $1217,40 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$
 - = 6,45 kg
- ◆ Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 - = banyak air x volume silinder
 - = $168,87 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$
 - = 0,90 kg

Perbandingan campuran untuk 1 benda uji:

Semen	:	Pasir	:	Batu Pecah	:	Air
2,1 kg	:	3,35kg	:	6,45 kg	:	0,90 kg
1	:	1,59	:	3,07	:	0,42

Berdasarkan analisa saringan maka didapat berat untuk masing–masing saringan untuk 1 benda uji. Untuk agregat kasar terlampir pada Tabel 4.8, sedangkan untuk agregat halus terlampir pada Tabel 4.9 Nilai total berat tertahan didapat dari % berat tertahan dikalikan dengan jumlah total agregat yang didapat dari perbandingan.

Tabel 4.8.: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat kerikil	
1,5	3,04	$\frac{3,04}{100} \times$	6,4522	0,1961
$\frac{3}{4}$	45,00	$\frac{45,00}{100} \times$	6,4522	2,9034
3/8	30,80	$\frac{30,80}{100} \times$	6,4522	1,9872
No. 4	21,16	$\frac{21,16}{100} \times$	6,4522	1,3652
Total				6,4519

Berdasarkan Tabel 4.8. menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 0,1961 kg, saringan $\frac{3}{4}$ sebesar 2,9034 kg, saringan $\frac{3}{8}$ sebesar 1,9872 kg dan saringan no 4 sebesar 1,3652 kg. Dan total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 6,4519 kg.

Tabel 4.9.: Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat pasir	
No.4	3,22	$\frac{3,22}{100} \times$	3,3420	0,1076
No.8	9,39	$\frac{9,39}{100} \times$	3,3420	0,3138
No.16	14,44	$\frac{14,44}{100} \times$	3,3420	0,4825
No.30	28,97	$\frac{28,97}{100} \times$	3,3420	0,9681
No.50	23,81	$\frac{23,81}{100} \times$	3,3420	0,7957
No.100	14,94	$\frac{14,94}{100} \times$	3,3420	0,4993
Pan	5,22	$\frac{5,22}{100} \times$	3,3420	0,1744
Total				3,3414

Berdasarkan Tabel 4.9 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan No 4 sebesar 0,1076 kg, saringan No 8 sebesar 0,3138 kg, saringan No 16 sebesar 0,4825 kg, saringan No 30 sebesar 0,9681 kg, saringan No 50 sebesar 0,7957 kg, saringan No 100 sebesar 0,4993 kg, dan pan sebesar 0,1744 kg. Dan total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 3,3414 kg.

Kebutuhan material untuk benda uji 2,5 benda uji.

$$2,5 \times V = 2,5 \times 0,0053$$

$$= 0,0133 \text{ m}^3$$

◆ Semen yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji

$$= \text{banyak semen} \times \text{volume silinder}$$

$$= 377,77 \text{ kg/m}^3 \times 0,0133 \text{ m}^3$$

$$= 5,03 \text{ kg}$$

◆ Pasir yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji

$$= \text{banyak pasir} \times \text{volume silinder}$$

$$= 630,57 \text{ kg/m}^3 \times 0,0133 \text{ m}^3$$

$$= 8,38 \text{ kg}$$

◆ Batu pecah yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji

$$= \text{banyak batu pecah} \times \text{volume silinder}$$

$$= 1217,40 \text{ kg/m}^3 \times 0,0133 \text{ m}^3$$

$$= 16,19 \text{ kg}$$

◆ Air yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji

$$= \text{banyak air} \times \text{volume silinder}$$

$$= 168,87 \text{ kg/m}^3 \times 0,0133 \text{ m}^3$$

$$= 2,24 \text{ kg}$$

Dalam FAS 0,45 ini jumlah benda uji yang akan dibuat adalah sebanyak 8 benda uji, banyak bahan yang di butuhkan untuk 8 benda uji pada agregat kasar terlampir pada Tabel 4.10. dan untuk agregat halus terlampir pada Tabel 4.11

Tabel 4.10: Banyak agregat kasar yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 8 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat kerikil	
1,5	3,04	$\frac{3,04}{100} \times$	16,1914	0,4922
$\frac{3}{4}$	45,00	$\frac{45,00}{100} \times$	16,1914	7,2861
3/8	30,80	$\frac{30,80}{100} \times$	16,1914	4,9869
No. 4	21,16	$\frac{21,16}{100} \times$	16,1914	3,4261
Total				16,1913

Berdasarkan Tabel 4.10 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 8 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 0,4922 kg, saringan $\frac{3}{4}$ sebesar 7,2861 kg, saringan $\frac{3}{8}$ sebesar 4,9869 kg dan saringan no 4 sebesar 3,4261 kg dan total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 8 benda uji langka FAS 0,45 sebesar 16,1913 kg.

Tabel 4.11.: Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 8 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat pasir	
No.4	3,22	$\frac{3,22}{100} \times$	8,3865	0,2712
No.8	9,39	$\frac{9,39}{100} \times$	8,3865	0,7874
No.16	14,44	$\frac{14,44}{100} \times$	8,3865	1,2110
No.30	28,97	$\frac{28,97}{100} \times$	8,3865	2,4295
No.50	23,81	$\frac{23,81}{100} \times$	8,3865	1,9968
No.100	14,94	$\frac{14,94}{100} \times$	8,3865	1,2529
Pan	5,22	$\frac{5,22}{100} \times$	8,3865	0,4377
Total				8,3865

Berdasarkan Tabel 4.11 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 8 benda uji ialah saringan no 4 sebesar 0,2712 kg, saringan no 8 sebesar 0,7874 kg, saringan no 16 sebesar 1,2110 kg, saringan no 30 sebesar 2,4295 kg, saringan no 50 sebesar 1,996 kg, saringan no 100 sebesar 1,2529 kg, dan pan sebesar 0,4377 kg dan total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 8 benda uji langkat FAS 0,45 sebesar 8,3865 kg.

4.2.1. Metode Pengerjaan *Mix Design*

Pelaksanaan Mix Design dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Faktor air semen yang sudah ditetapkan 41MPa untuk umur 28 hari.
2. Menentukan nilai standar deviasi 12 MPa berdasarkan Tabel 2.7.
3. Nilai tambah (margin) 5,6 MPa berdasarkan Tabel 2.6.
4. Kuat tekan rata-rata perlu f'_{cr}

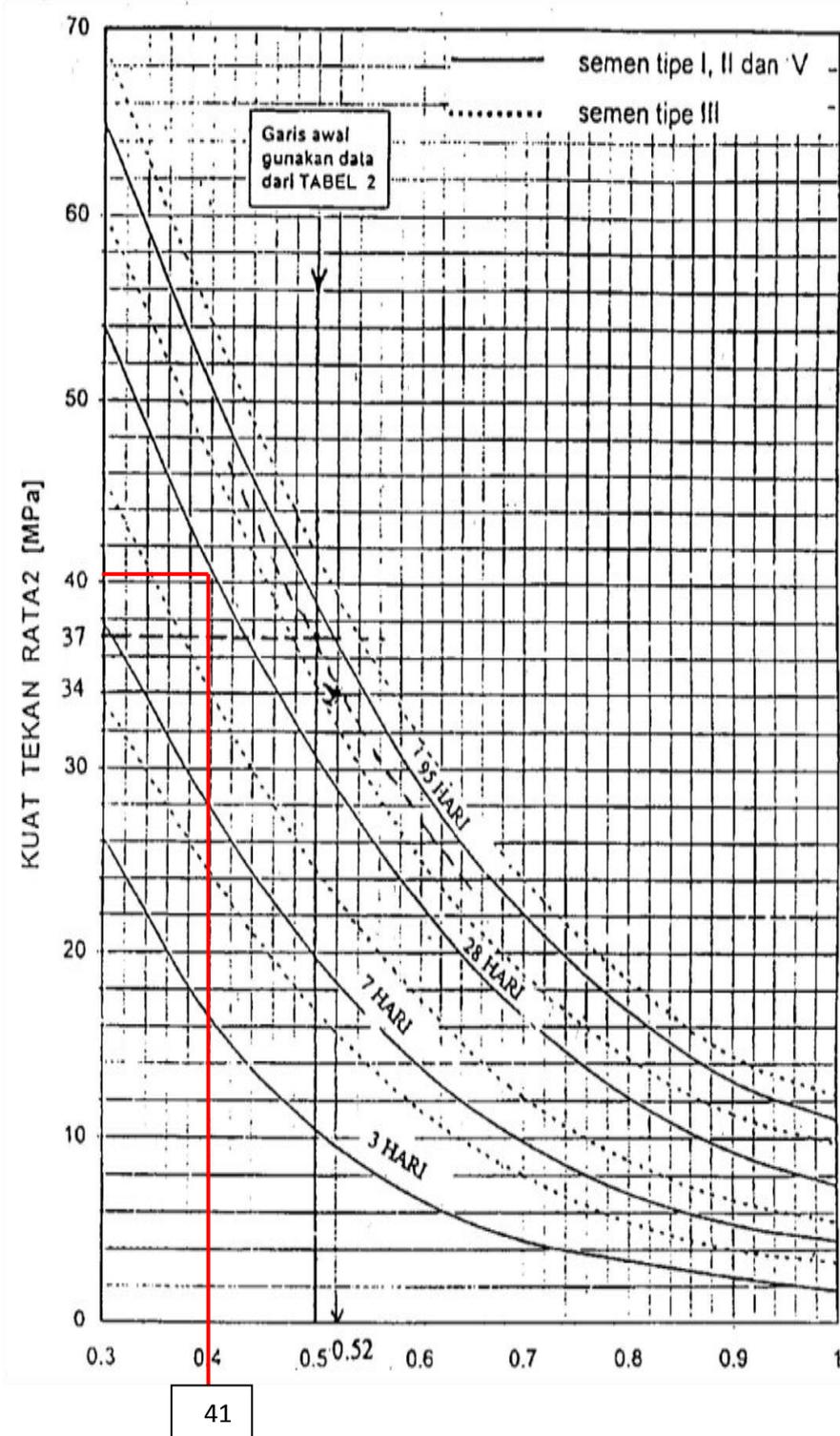
Kuat tekan rata-rata perlu diperoleh dengan Pers. 2.1.

$$f'_{cr} = f'_c + m$$

$$f'_{cr} = 23,4 + 17,6$$

$$= 41 \text{ MPa}$$

5. Jenis semen yang digunakan adalah Tipe I.
6. Jenis agregat diketahui :
 - Agregat kasar = Batu pecah Binjai
 - Agregat halus alami = Pasir Langkat
7. Nilai faktor air semen bebas diambil dari titik kekuatan tekan 41 MPa tarik garis datar menuju zona 28 hari, lalu tarik garis kebawah yang menunjukkan faktor air semen, seperti pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2.: Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton(SNI 03-2834-2000).

8. Faktor air semen maksimum dalam hal ini ditetapkan 0.45 berdasarkan Tabel 4.2.1. Dalam faktor air semen yang diperoleh dari Gambar 4.2

tidak sama dengan yang ditetapkan, untuk perhitungan selanjutnya pakailah nilai faktor air semen yang lebih kecil.

9. Nilai slump ditetapkan setinggi 30-60 mm berdasarkan Gambar 2.8
10. Ukuran agregat maksimum ditetapkan 40 mm.
11. Jumlah kadar air bebas ditentukan berdasarkan Tabel 4.12 yang dibuat untuk agregat gabungan alami atau yang berupa batu pecah seperti Tabel 4.12

Tabel 4.12: Jumlah kadar air bebas yang ditentukan.

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

Setelah interpolasi memakai Pers 2.2

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

Dengan:

W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

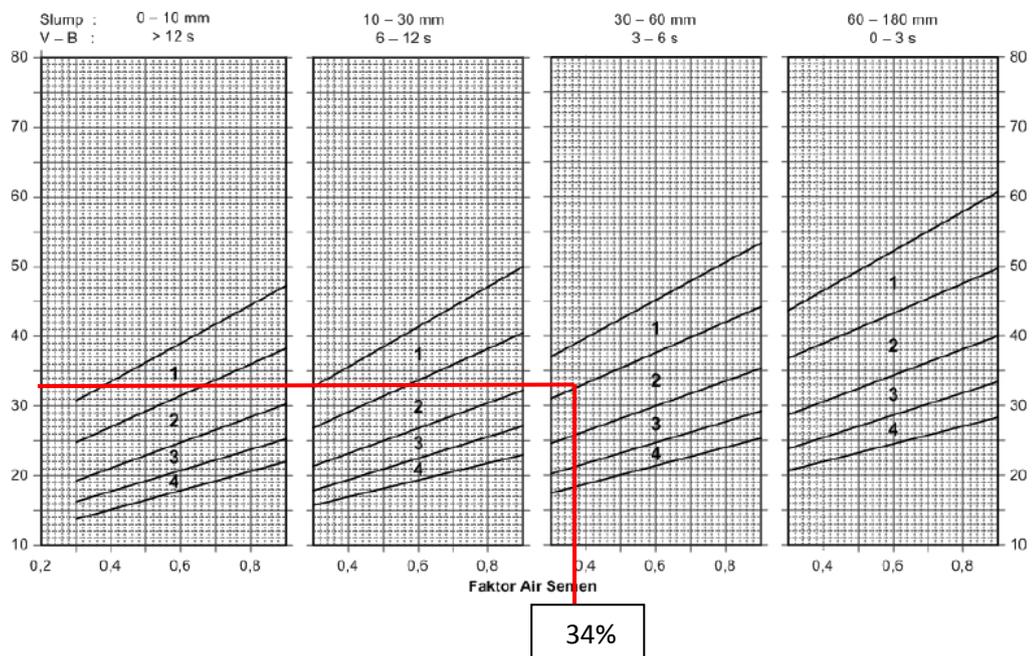
W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

$$\begin{aligned}
 &= \frac{2}{3} \times 160 + \frac{1}{3} \times 190 \\
 &= 170 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

12. Jumlah semen yaitu: $170 : 0.45 = 377,77 \text{ kg/m}^3$
13. Jumlah semen maksimum diambil sama dengan poin 12.
14. Jumlah semen minimum ditetapkan 275 kg/m^3 berdasarkan Tabel 2.10. Seandainya kadar semen yang diperoleh dari perhitungan 12 belum mencapai syarat minimum yang ditetapkan, maka harga minimum ini harus dipakai dan faktor air semen yang baru perlu disesuaikan.
15. Faktor air semen yang disesuaikan dalam hal ini dapat diabaikan oleh karenasyarat minimum kadar semen sudah dipenuhi.
16. Susunan besar butir agregat halus ditetapkan pada gradasi pasir pada Gambar 2.3.

17. Susunan besar butir agregat kasar ditetapkan pada gradasi pasir pada Gambar 2.1.

18. Persen pasir yang lebih halus dari 4,8 mm ini dicari dalam Gambar 4.5 untuk kelompok ukuran butir agregat maksimum 40 mm pada nilai slump 30-60 mm dan nilai faktor air semen 0,45. Bagi agregat halus (pasir) yang termasuk daerah susunan butir No.3 diperoleh harga nilai 34%. Seperti yang dijelaskan pada Gambar 4.5



Gambar 4.5.: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm (SNI 03-2834-2000).

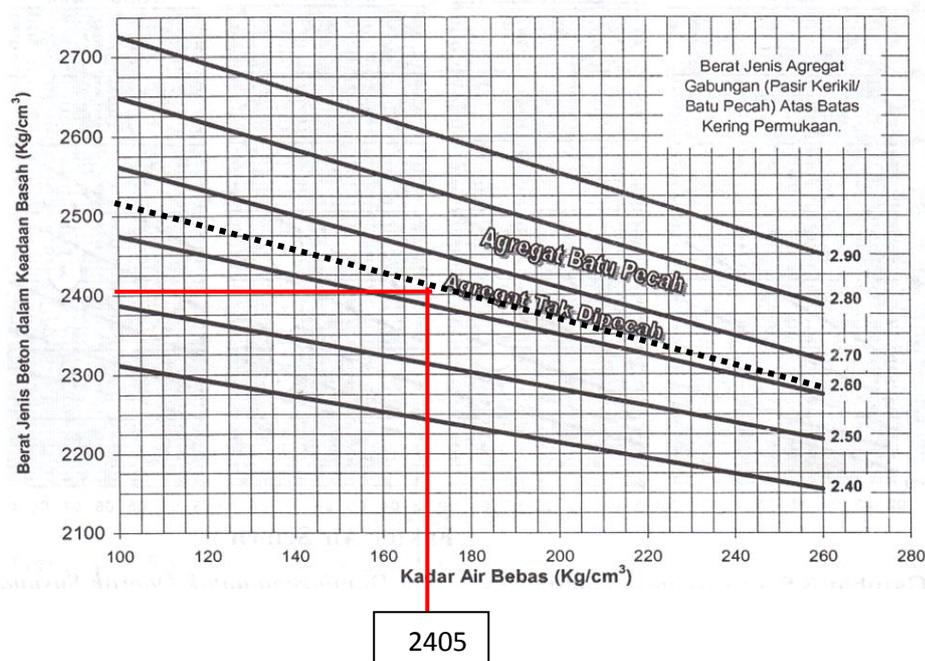
19. Berat jenis relatif agregat adalah berat jenis agregat gabungan, artinya gabungan agregat halus dan agregat kasar. Oleh karena itu agregat halus dalam hal ini merupakan gabungan dari dua macam agregat halus lainnya, maka berat jenis sebelum menghitung berat jenis agregat gabungan antara pasir dan kerikil.

Dengan demikian perhitungan berat jenis relatif menjadi sebagai berikut :

- BJ agregat halus = 2,56
- BJ agregat kasar = 2,65
- BJ agregat gabungan Halus dan kasar = $(0,34 \times 2,56) + (0,66 \times 2,65)$

$$= 2,61$$

20. Berat isi beton diperoleh dari Gambar 4.6 dengan jalan membuat grafik baru yang sesuai dengan nilai berat jenis agregat gabungan, yaitu 2,61. Titik potong grafik baru tadi dengan tegak yang menunjukkan kadar air bebas (dalam hal ini 170 kg/m^3), menunjukkan nilai berat jenis beton yang direncanakan. Dalam hal ini diperoleh angka 2405 kg/m^3 .



Gambar 4.6: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton(SNI 03-2834-2000).

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

$$= 2405 - (377,77 + 170)$$

$$= 1845,98 \text{ kg/m}^3$$

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

$$= \frac{33}{100} \times 1845,98$$

$$= 627,63 \text{ kg/m}^3$$

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

$$= 1845,98 - 627,63$$

$$= 1218,35 \text{ kg/m}^3$$

24. Proporsi campurandari langkah (1) hingga (25) kita dapatkan susunan campuran beton teoritis.

untuk tiap m^3 sebagai berikut:

- Semen = 377,77 kg
- Air = 170 kg/lt
- Agregat halus = 627,63kg
- Agregat kasar = 1218,35 kg

25. Koreksi proporsi campuran untuk mendapatkan susunan campuran yang sebenarnya yaitu yang akan kita pakai sebagai campuran uji, angka-angka teoritis tersebut perlu dibenarkan dengan memperhitungkan jumlah air bebas yang terdapat dalam atau yang masih dibutuhkan oleh masing-masing agregat yang akan dipakai. Dengan menggunakan Pers. 2.2, 2.3, dan 2.4, didapat koreksi proporsi campuran untuk air sebesar:

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

$$= 170 - (2,30 - 1,83) \times \frac{627,63}{100} - (0,66 - 0,081) \times \frac{1218,35}{100}$$

$$= 168,87 \text{ kg/m}^3$$

Dan dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat halus sebesar:

$$= C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100}$$

$$= 627,63 + (2,30 - 1,83) \times \frac{627,63}{100}$$

$$= 630,57 \text{ kg/m}^3$$

Serta dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat kasar sebesar:

$$= D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100}$$

$$= 1218,35 + (0,66 - 0,81) \times \frac{627,63}{100}$$

$$= 1217,40 \text{ kg/m}^3$$

4.3. Perencanaan Campuran Beton Langkat FAS 0,55

4.3.1 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:

- Berat jenis agregat kasar Binjai = 2,65 gr/cm³
- Berat jenis agregat halus Binjai = 2,632 gr/cm³
- Berat jenis agregat halus Langkat = 2,56 gr/cm³
- Kadar lumpur agregat kasar Binjai = 0,50 %
- Kadar lumpur agregat halus Binjai = 3,75 %
- Kadar lumpur agregat halus Langkat = 3,3 %
- Berat isi agregat kasar = 1,630 gr/cm³
- Berat isi agregat halus Binjai = 1,377 gr/cm³
- Berat isi agregat halus Langkat = 1,438 gr/cm³
- FM agregat kasar Binjai = 7,30
- FM agregat halus Binjai = 2,70
- FM agregat halus Langkat = 2,72
- Kadar air agregat kasar Binjai = 0,66 %
- Kadar air agregat halus Binjai = 1,64 %
- Kadar air agregat halus Langkat = 2,30 %
- Penyerapan agregat kasar Binjai = 0,81 %
- Penyerapan agregat halus Binjai = 1,316 %
- Penyerapan agregat halus Langkat = 1,83 %
- Nilai slump rencana = 30-60 mm
- Ukuran agregat maksimum = 40 mm

Tabel 4.13: Perencanaan Campuran Beton (SNI 03-2834-2000)

PERENCANAAN CAMPURAN BETON LANGKAT FAS 0,55 SNI 03-2834-2000			
No	Uraian	Tabel/Gambar perhitungan	Nilai
1.	Faktor air semen bebas	Ditetapkan	0,55
2.	Kekuatan rata – rata yang ditargetkan	-	31MPa
3.	Deviasi standart	-	12 MPa
4.	Nilai tambah (margin)	-	5,6 MPa
5.	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji silinder)	2-3-4	13,4 MPa
6.	Jenis semen		Type 1
7.	Jenis agregat: - Kasar - Halus	Ditetapkan Ditetapkan	Batu pecah Binjai Pasir alami Langkat
8.	Faktor air semen maksimum	Ditetapkan	0,6
9.	Slump	Ditetapkan	30-60 mm
10.	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	40 mm
11.	Kadar air bebas	Tabel 2.9	170 kg/ m ³
12.	Jumlah semen	11:1	309,09 kg/ m ³
13.	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan	309,09 kg/ m ³
14.	Jumlah semen minimum	Ditetapkan	275 kg/ m ³
15.	Faktor air semen yang disesuaikan	Item 1	0,55
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 2.11	36%

Tabel 4.13: *Lanjutan*

No	Uraian	Tabel / Gambar perhitungan		Nilai	
19.	Berat jenis relatif agregat (jenuh kering permukaan)	Tabel		2,61	
20.	Berat isi beton	Gambar 2.12		2393,75kg/ m ³	
21.	Kadar agregat gabungan	20-(12+11)		1914,66 kg/ m ³	
22.	Kadar agregat halus	18 x 21		689,27 kg/ m ³	
23.	Kadar agregat kasar	21-22		1225,39 kg/ m ³	
	Proporsi Campuran	Semen (kg)	Air (kg atau lt)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
24.	- Tiap m ³	309,09	170	689,27	1225,39
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,55	2,24	3,96
	- Tiap benda uji v = 0,0053 m ³ (1 silinder)		0,9		
25.	Koreksi proporsi campuran				
	- Tiap m ³	309,09	168,59	692,50	1225,35
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,55	2,24	3,96

❖ Untuk satu benda uji (kg)

Menggunakan cetakan silinder dengan ukuran:

Tinggi = 30 cm

Diameter = 15 cm

Volume silinder = $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,15^2 \cdot 0,30$$

$$= 0,0053 \text{ m}^3$$

Maka :

- ◆ Semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 - = banyak semen x volume silinder
 - = $309,09 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$
 - = 1,63 kg
- ◆ Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 - = banyak pasir x volume silinder
 - = $692,50 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$
 - = 3,68 kg
- ◆ Batu pecah yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 - = banyak batu pecah x volume silinder
 - = $1225,35 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$
 - = 6,49 kg
- ◆ Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 - = banyak air x volume silinder
 - = $168,59 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$
 - = 0,90 kg

Perbandingan campuran untuk 1 benda uji:

Semen	:	Pasir	:	Batu Pecah	:	Air
1,63 kg	:	3,68 kg	:	6,49 kg	:	0,90 kg
1	:	2,25	:	3,98	:	0,55

Berdasarkan analisa saringan maka didapat berat untuk masing–masing saringan untuk 1 benda uji. Untuk agregat kasar terlampir pada Tabel 4.14 sedangkan untuk agregat halus terlampir pada Tabel 4.15. Nilai total berat tertahan didapat dari % berat tertahan dikalikan dengan jumlah total agregat yang didapat dari perbandingan.

Tabel 4.14: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat kerikil	
1,5	3,04	$\frac{3,04}{100} \times$	6,4890	0,1972
$\frac{3}{4}$	45,00	$\frac{45,00}{100} \times$	6,4890	2,9200
3/8	30,80	$\frac{30,80}{100} \times$	6,4890	1,9986
No. 4	21,16	$\frac{21,16}{100} \times$	6,4890	1,3730
Total				6,4888

Berdasarkan Tabel 4.14 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 0,1972 kg, saringan $\frac{3}{4}$ sebesar 2,9200 kg, saringan $\frac{3}{8}$ sebesar 1,9986 kg dan saringan no 4 sebesar 1,3730 kg. Dan total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 6,4888 kg.

Tabel 4.15: Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat pasir	
No.4	3,22	$\frac{3,22}{100} \times$	3,6702	0,1181
No.8	9,39	$\frac{9,39}{100} \times$	3,6702	0,3446
No.16	14,44	$\frac{14,44}{100} \times$	3,6702	0,5299
No.30	28,97	$\frac{28,97}{100} \times$	3,6702	1,0632
No.50	23,81	$\frac{23,81}{100} \times$	3,6702	0,8738
No.100	14,94	$\frac{14,94}{100} \times$	3,6702	0,5483
Pan	5,22	$\frac{5,22}{100} \times$	3,6702	0,1915
Total				3,6694

Berdasarkan Tabel 4.15 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan No 4 sebesar 0,1181 kg, saringan No 8 sebesar 0,3446 kg, saringan No 16 sebesar 0,5299 kg, saringan No 30 sebesar 1,0632 kg, saringan No 50 sebesar 0,8738 kg, saringan No 100 sebesar 0,5483 kg, dan pan sebesar 0,1915 kg. Dan total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 3,6694 kg.

Kebutuhan material untuk 2,5 benda uji.

$$2,5 \times V = 2,5 \times 0,0053$$

$$= 0,0133 \text{ m}^3$$

◆ Semen yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji

$$= \text{banyak semen} \times \text{volume silinder}$$

$$= 309,09 \text{ kg/m}^3 \times 0,0133 \text{ m}^3$$

$$= 4,11 \text{ kg}$$

◆ Pasir yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji

$$= \text{banyak pasir} \times \text{volume silinder}$$

$$= 692,50 \text{ kg/m}^3 \times 0,0133 \text{ m}^3$$

$$= 9,21 \text{ kg}$$

◆ Batu pecah yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji

$$= \text{banyak batu pecah} \times \text{volume silinder}$$

$$= 1225,35 \text{ kg/m}^3 \times 0,0133 \text{ m}^3$$

$$= 16,28 \text{ kg}$$

◆ Air yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji

$$= \text{banyak air} \times \text{volume silinder}$$

$$= 168,59 \text{ kg/m}^3 \times 0,0133 \text{ m}^3$$

$$= 2,24 \text{ kg}$$

Dalam FAS 0,55 ini jumlah benda uji yang akan dibuat adalah sebanyak 8 benda uji, banyak bahan yang di butuhkan untuk 8 benda uji pada agregat kasar terlampir pada Tabel 4.16 dan untuk agregat halus terlampir pada Tabel 4.17

Tabel 4.16 : Banyak agregat kasar yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 8 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (Kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	X berat batu pecah	
1,5	3,04	$\frac{3,04}{100}$	X 16,2838	0,4950
$\frac{3}{4}$	45,00	$\frac{45,00}{100}$	X 16,2838	7,3277
3/8	30,80	$\frac{30,80}{100}$	X 16,2838	5,0154
No. 4	21,16	$\frac{21,16}{100}$	X 16,2838	3,4456
Total				16,2837

Berdasarkan Tabel 4.16 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 8 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 0,4950 kg, saringan 3/4 sebesar 7,3277 kg, saringan 3/8 sebesar 5,0154 kg dan saringan no 4 sebesar 3,4456 kg dan total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 8 benda uji langkat FAS 0,55 sebesar 16,2837 kg.

Tabel 4.17: Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 8 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat pasir	
No.4	3,22	$\frac{3,22}{100}$	x 9,2102	0,2965
No.8	9,39	$\frac{9,39}{100}$	x 9,2102	0,8648
No.16	14,44	$\frac{14,44}{100}$	x 9,2102	1,3299
No.30	28,97	$\frac{28,97}{100}$	x 9,2102	2,6681
No.50	23,81	$\frac{23,81}{100}$	x 9,2102	2,1929
No.100	14,94	$\frac{14,94}{100}$	x 9,2102	1,3760
Pan	5,22	$\frac{5,22}{100}$	x 7,7798	0,4807
Total				9,2089

Berdasarkan Tabel 4.17 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 8 benda uji ialah saringan no 4 sebesar 0,2965 kg, saringan no 8 sebesar 0,8648 kg, saringan no 16 sebesar 1,3299 kg, saringan no 30 sebesar 2,6681 kg, saringan no 50 sebesar 2,1929 kg, saringan no 100 sebesar 1,3760 kg, dan pan sebesar 0,4807 kg dan total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 8 benda uji langkat FAS 0,55 sebesar 9,2089 kg.

4.3.1. Metode Pengerjaan *Mix Design*

Pelaksanaan Mix Design dapat dijelaskan sebagai berikut:

26. Faktor air semen yang sudah ditetapkan 31 MPa untuk umur 28 hari .
27. Menentukan nilai standar deviasi 12 MPa berdasarkan Tabel 2.7.
28. Nilai tambah (margin) 5,6 MPa berdasarkan Tabel 2.6.
29. Kuat tekan rata-rata perlu f'_{cr}

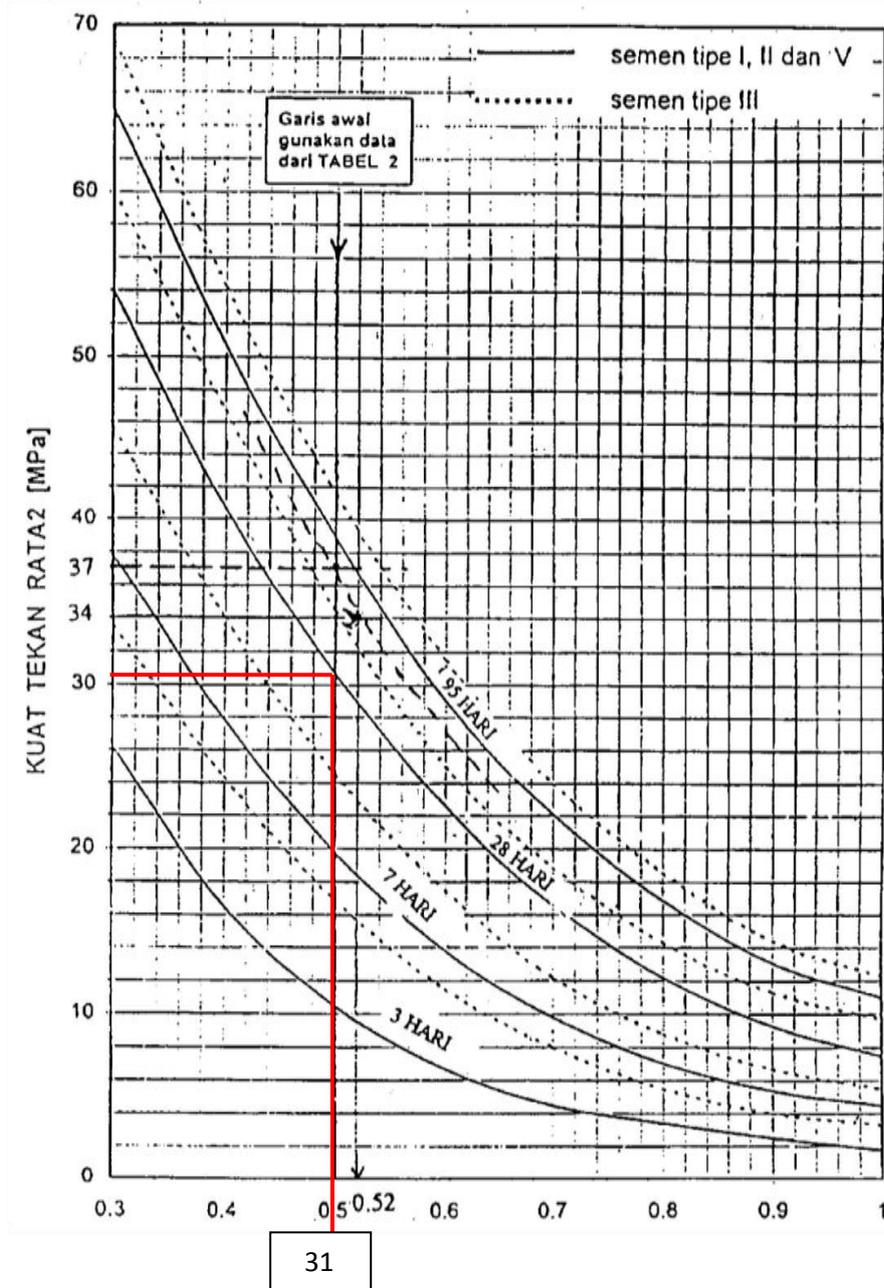
Kuat tekan rata-rata perlu diperoleh dengan Pers. 2.1.

$$f'_{cr} = f'_c + m$$

$$f'_{cr} = 13,4 + 17,6$$

$$= 31 \text{ MPa}$$

30. Jenis semen yang digunakan adalah Tipe I.
31. Jenis agregat diketahui :
 - Agregat kasar = Batu pecah binjai
 - Agregat halus alami = Pasir langkat
32. Nilai faktor air semen bebas diambil dari titik kekuatan tekan 31 MPa tarik garis datar menuju zona 28 hari, lalu tarik garis kebawah yang menunjukkan faktor air semen, seperti pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7: Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton(SNI 03-2834-2000).

33. Faktor air semen maksimum dalam hal ini ditetapkan 0.55 berdasarkan Tabel 4.3.1. Dalam faktor air semen yang diperoleh dari Gambar 4.7 tidak sama dengan yang ditetapkan, untuk perhitungan selanjutnya pakailah nilai faktor air semen yang lebih kecil.
34. Nilai slump ditetapkan setinggi 30-60 mm berdasarkan Gambar 2.8.
35. Ukuran agregat maksimum ditetapkan 40 mm.

36. Jumlah kadar air bebas ditentukan berdasarkan Tabel 4.18 yang untuk agregat gabungan alami atau yang berupa batu pecah seperti Tabel 4.18

Tabel 4.18: Jumlah kadar air bebas yang ditentukan.

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

Setelah interpolasi memakai Pers. 2.2.

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

Dengan:

W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

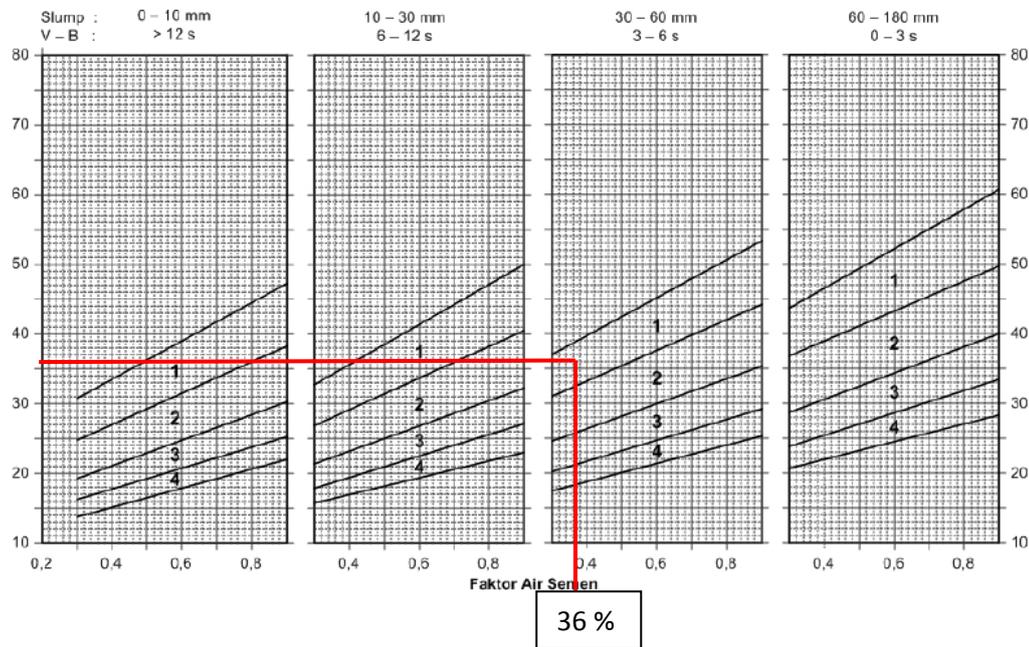
W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

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

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

37. Jumlah semen yaitu: $170 : 0.55 = 309,09 \text{ kg/m}^3$
38. Jumlah semen maksimum diambil sama dengan poin 12.
39. Jumlah semen minimum ditetapkan 275 kg/m^3 berdasarkan Tabel 2.10 .
Seandainya kadar semen yang diperoleh dari perhitungan 12 belum mencapai syarat minimum yang ditetapkan, maka harga minimum ini harus dipakai dan faktor air semen yang baru perlu disesuaikan.
40. Faktor air semen yang disesuaikan dalam hal ini dapat diabaikan oleh karenasyarat minimum kadar semen sudah dipenuhi.
41. Susunan besar butir agregat halus ditetapkan pada gradasi pasir pada Gambar 2.3.
42. Susunan besar butir agregat kasar ditetapkan pada gradasi pasir pada Gambar 2.1.
43. Persen pasir yang lebih halus dari 4,8 mm ini dicari dalam Gambar 4.8 untuk kelompok ukuran butir agregat maksimum 40 mm pada nilai slump 30-60 mm dan nilai faktor air semen 0,55. Bagi agregat halus (pasir)

yang termasuk daerah susunan butir No.3 diperoleh harga nilai 36%. Seperti yang dijelaskan pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm (SNI 03-2834-2000).

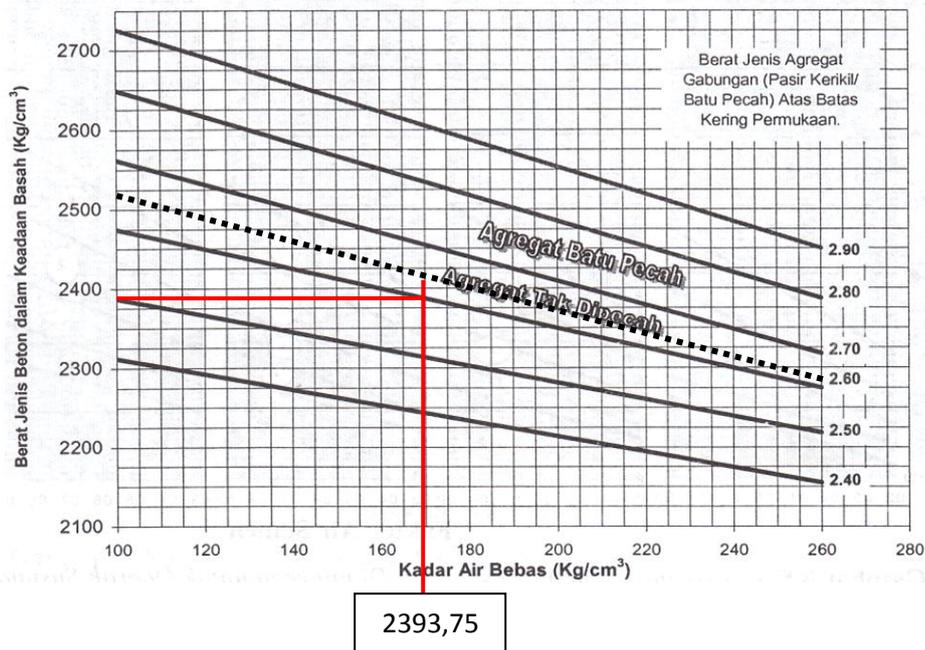
44. Berat jenis relatif agregat adalah berat jenis agregat gabungan, artinya gabungan agregat halus dan agregat kasar. Oleh karena itu agregat halus dalam hal ini merupakan gabungan dari dua macam agregat halus lainnya, maka berat jenis sebelum menghitung berat jenis agregat gabungan antara pasir dan kerikil.

Dengan demikian perhitungan berat jenis relatif menjadi sebagai berikut :

- BJ agregat halus = 2,56
- BJ agregat kasar = 2,65
- BJ agregat gabungan Halus dan kasar = $(0,36 \times 2,56) + (0,64 \times 2,65)$
= 2,61

45. Berat isi beton diperoleh dari Gambar 4.9 dengan jalan membuat grafik baru yang sesuai dengan nilai berat jenis agregat gabungan, yaitu 2,61. Titik potong grafik baru tadi dengan tegak yang menunjukkan kadar air

bebas (dalam hal ini 170 kg/m^3), menunjukkan nilai berat jenis beton yang direncanakan. Dalam hal ini diperoleh angka $2393,75 \text{ kg/m}^3$.



Gambar 4.9: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton (SNI 03-2834-2000).

$$46. \text{ Kadar agregat gabungan} = (\text{berat isi beton}) - (\text{jumlah kadar semen} + \text{kadar air})$$

$$= 2393,75 - (309,09 + 170)$$

$$= 1914,66 \text{ kg/m}^3$$

$$47. \text{ Kadar agregat halus} = (\text{Persen agregat halus}) \times (\text{Kadar agregat gabungan})$$

$$= \frac{36}{100} \times 1914,66$$

$$= 689,27 \text{ kg/m}^3$$

$$48. \text{ Kadar agregat kasar} = \text{Kadar agregat gabungan} - \text{Kadar agregat halus}$$

$$= 1914,66 - 689,27$$

$$= 1225,39 \text{ kg/m}^3$$

49. Proporsi campurandari langkah (1) hingga (25) kita dapatkan susunan campuran beton teoritis.

untuk tiap m^3 sebagai berikut:

- Semen = 309,09kg
- Air = 170 kg
- Agregat halus = 689,27 kg
- Agregat kasar = 1225,39 kg

50. Koreksi proporsi campuran untuk mendapatkan susunan campuran yang sebenarnya yaitu yang akan kita pakai sebagai campuran uji, angka-angka teoritis tersebut perlu dibenarkan dengan memperhitungkan jumlah air bebas yang terdapat dalam atau yang masih dibutuhkan oleh masing-masing agregat yang akan dipakai. Dengan menggunakan Pers. 2.3, 2.4, dan 2.5, didapat koreksi proporsi campuran untuk air sebesar:

$$\begin{aligned}
 &= B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\
 &= 170 - (2,30 - 1,83) \times \frac{689,27}{100} - (0,66 - 0,81) \times \frac{1225,39}{100} \\
 &= 168,59 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Dan dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat halus sebesar:

$$\begin{aligned}
 &= C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} \\
 &= 689,27 + (2,30 - 1,83) \times \frac{689,27}{100} \\
 &= 692,50 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Serta dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat kasar sebesar:

$$\begin{aligned}
 &= D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\
 &= 1225,39 + (0,66 - 0,81) \times \frac{689,27}{100} \\
 &= 1224,35 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

4.4. Perencanaan Campuran Beton Binjai FAS 0,35

4.4.1. 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:

- Berat jenis agregat kasar Binjai = 2,65 gr/cm³
- Berat jenis agregat halus Binjai = 2,632 gr/cm³
- Berat jenis agregat halus Langkat = 2,56 gr/cm³
- Kadar lumpur agregat kasar Binjai = 0,50 %
- Kadar lumpur agregat halus Binjai = 3,75 %
- Kadar lumpur agregat halus Langkat = 3,3 %
- Berat isi agregat kasar = 1,630 gr/cm³
- Berat isi agregat halus Binjai = 1,377 gr/cm³
- Berat isi agregat halus Langkat = 1,438 gr/cm³
- FM agregat kasar Binjai = 7,30
- FM agregat halus Binjai = 2,70
- FM agregat halus Langkat = 2,72
- Kadar air agregat kasar Binjai = 0,66 %
- Kadar air agregat halus Binjai = 1,64 %
- Kadar air agregat halus Langkat = 2,30 %
- Penyerapan agregat kasar Binjai = 0,81 %
- Penyerapan agregat halus Binjai = 1,316 %
- Penyerapan agregat halus Langkat = 1,83 %
- Nilai slump rencana = 30-60 mm
- Ukuran agregat maksimum = 40 mm

Tabel 4.19: Perencanaan Campuran Beton (SNI 03-2834-2000)

PERENCANAAN CAMPURAN BETON BINJAI FAS 0,35 SNI 03-2834-2000			
No	Uraian	Tabel/Gambar perhitungan	Nilai
1.	Faktor air semen bebas	Ditetapkan	0,35
2.	Kekuatan rata – rata yang ditargetkan	-	55 MPa
3.	Deviasi standart	-	12 MPa
4.	Nilai tambah (margin)	-	5,6 MPa
5.	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji silinder)	2-3-4	37,4 MPa
6.	Jenis semen		Type 1
7.	Jenis agregat: - Kasar - Halus	Ditetapkan Ditetapkan	Batu pecah Binjai Pasir alami Binjai
8.	Faktor air semen maksimum	Ditetapkan	0,6
9.	Slump	Ditetapkan	30-60 mm
10.	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	40 mm
11.	Kadar air bebas	Tabel 2.9	170 kg/ m ³
12.	Jumlah semen	11:1	485,71 kg/ m ³
13.	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan	485,71 kg/ m ³
14.	Jumlah semen minimum	Ditetapkan	275 kg/ m ³
15.	Faktor air semen yang disesuaikan	Item 1	0,35
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 2.11	33%

Tabel 4.19: Lanjutan

No	Uraian	Tabel / Gambar perhitungan		Nilai	
19.	Berat jenis relatif agregat (jenuh kering permukaan)	Tabel		2,64	
20.	Berat isi beton	Gambar 2.12		2425 kg/ m ³	
21.	Kadar agregat gabungan	20-(12+11)		1769,29 kg/ m ³	
22.	Kadar agregat halus	18 x 21		583,87 kg/ m ³	
23.	Kadar agregat kasar	21-22		1185,42 kg/ m ³	
	Proporsi Campuran	Semen (kg)	Air (kg atau lt)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
24.	- Tiap m ³	485,71	170	583,87	1185,42
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,35	1,20	2,44
	- Tiap benda uji v = 0,0053 m ³ (1 silinder)	2,58	0,9	3,10	6,28
25.	Koreksi proporsi campuran				
	- Tiap m ³	485,71	169,85	585,79	1184,54
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,35	1,20	2,44

❖ Untuk satu benda uji (kg)

Menggunakan cetakan silinder dengan ukuran:

Tinggi = 30 cm

Diameter = 15 cm

Volume silinder = $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,15^2 \cdot 0,30$$

$$= 0,0053 \text{ m}^3$$

Maka :

- ◆ Semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 - = banyak semen x volume silinder
 - = $485,71 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$
 - = 2,58 kg
- ◆ Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 - = banyak pasir x volume silinder
 - = $585,79 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$
 - = 3,10 kg
- ◆ Batu pecah yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 - = banyak batu pecah x volume silinder
 - = $1184,54 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$
 - = 6,28 kg
- ◆ Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 - = banyak air x volume silinder
 - = $169,85 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$
 - = 0,90 kg

Perbandingan campuran untuk 1 benda uji:

Semen	:	Pasir	:	Batu Pecah	:	Air
2,58 kg	:	3,10 kg	:	6,28 kg	:	0,90 kg
1	:	1,20	:	2,43	:	0,35

Berdasarkan analisa saringan maka didapat berat untuk masing–masing saringan untuk 1 benda uji. Untuk agregat kasar terlampir pada Tabel 4.20, sedangkan untuk agregat halus terlampir pada Tabel 4.21. Nilai total berat tertahan didapat dari % berat tertahan dikalikan dengan jumlah total agregat yang didapat dari perbandingan.

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

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat kerikil	
1,5	3,04	$\frac{3,04}{100} \times$	6,2780	0,1908
$\frac{3}{4}$	45,00	$\frac{45,00}{100} \times$	6,2780	2,8251
3/8	30,80	$\frac{30,80}{100} \times$	6,2780	1,9336
No. 4	21,16	$\frac{21,16}{100} \times$	6,2780	1,3284
Total				6,2779

Berdasarkan Tabel 4.20 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 0,1908 kg, saringan $\frac{3}{4}$ sebesar 2,8251 kg, saringan $\frac{3}{8}$ sebesar 1,9336 kg dan saringan no 4 sebesar 1,3284 kg. Dan total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 6,2779 kg.

Tabel 4.21: Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat pasir	
No.4	3,41	$\frac{3,41}{100} \times$	3,1046	0,1058
No.8	9,56	$\frac{9,56}{100} \times$	3,1046	0,2967
No.16	14,29	$\frac{14,29}{100} \times$	3,1046	0,4436
No.30	26,60	$\frac{26,60}{100} \times$	3,1046	0,8258
No.50	24,15	$\frac{24,15}{100} \times$	3,1046	0,7497
No.100	16,07	$\frac{16,07}{100} \times$	3,1046	0,4989
Pan	5,92	$\frac{5,92}{100} \times$	3,1046	0,1837
Total				3,1042

Berdasarkan Tabel 4.21 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan No 4 sebesar 0,1058 kg, saringan No 8 sebesar 0,2967 kg, saringan No 16 sebesar 0,4436 kg, saringan No 30 sebesar 0,8258 kg, saringan No 50 sebesar 0,7497 kg, saringan No 100 sebesar 0,4989 kg, dan pan sebesar 0,1837 kg. Dan total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 3,1042 kg.

Kebutuhan material untuk 2,5 benda uji

$$2,5 \times V = 2,5 \times 0,0053 \\ = 0,0133 \text{ m}^3$$

◆ Semen yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji

$$= \text{banyak semen} \times \text{volume silinder} \\ = 485,71 \text{ kg/m}^3 \times 0,0133 \text{ m}^3 \\ = 6,45 \text{ kg}$$

◆ Pasir yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji

$$= \text{banyak pasir} \times \text{volume silinder} \\ = 585,79 \text{ kg/m}^3 \times 0,0133 \text{ m}^3 \\ = 7,80 \text{ kg}$$

◆ Batu pecah yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji

$$= \text{banyak batu pecah} \times \text{volume silinder} \\ = 1184,54 \text{ kg/m}^3 \times 0,0133 \text{ m}^3 \\ = 15,75 \text{ kg}$$

◆ Air yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji

$$= \text{banyak air} \times \text{volume silinder} \\ = 169,85 \text{ kg/m}^3 \times 0,0133 \text{ m}^3 \\ = 2,25 \text{ kg.}$$

Dalam FAS 0,35 ini jumlah benda uji yang akan dibuat adalah sebanyak 8 benda uji, banyak bahan yang di butuhkan untuk 8 benda uji pada agregat kasar terlampir pada Tabel 4.22, dan untuk agregat halus terlampir pada Tabel 4.23

Tabel 4.22: Banyak agregat kasar yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 8 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat kerikil	
1,5	3,04	$\frac{3,04}{100} \times$	15,7543	0,4789
$\frac{3}{4}$	45,00	$\frac{45,00}{100} \times$	15,7543	7,0894
3/8	30,80	$\frac{30,80}{100} \times$	15,7543	4,8523
No. 4	21,16	$\frac{21,16}{100} \times$	15,7543	3,3336
Total				15,7542

Berdasarkan Tabel 4.22 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 8 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 0,4789 kg, saringan 3/4 sebesar 7,0894 kg, saringan 3/8 sebesar 4,8523 kg dan saringan no 4 sebesar 3,3336 kg dan total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 8 benda uji binjai FAS 0,35 sebesar 15,7542 kg.

Tabel 4.23 : Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 8 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat pasir	
No.4	3,41	$\frac{3,41}{100} \times$	7,7910	0,2656
No.8	9,56	$\frac{9,56}{100} \times$	7,7910	0,7448
No.16	14,29	$\frac{14,29}{100} \times$	7,7910	1,1133
No.30	26,60	$\frac{26,60}{100} \times$	7,7910	2,0724
No.50	24,15	$\frac{24,15}{100} \times$	7,7910	1,8815
No.100	16,07	$\frac{16,07}{100} \times$	7,7910	1,2520
Pan	5,92	$\frac{5,92}{100} \times$	7,7910	0,4612
Total				7,7908

Berdasarkan Tabel 4.23 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 8 benda uji ialah saringan no 4 sebesar 0,2656 kg, saringan no 8 sebesar 0,7448 kg, saringan no 16 sebesar 1,1133 kg, saringan no 30 sebesar 2,0724 kg, saringan no 50 sebesar 1,8815 kg, saringan no 100 sebesar 1,2520 kg, dan pan sebesar 0,4612 kg dan total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 8 benda uji Binjai FAS 0,35 sebesar 7,7908 kg.

4.4.1. Metode Pengerjaan *Mix Design*

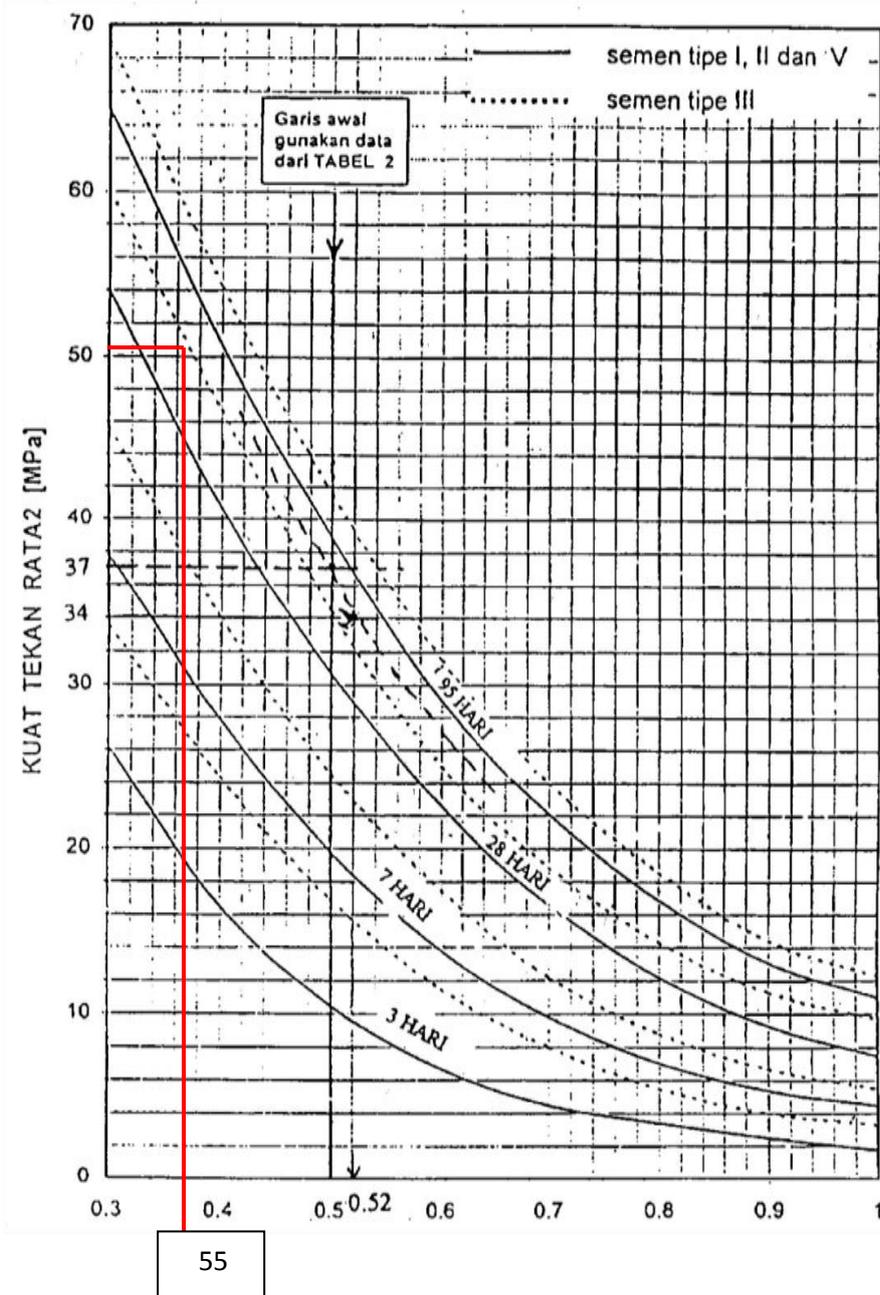
Pelaksanaan *Mix Design* dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Faktor air semen yang sudah ditetapkan 55 MPa untuk umur 28 hari .
2. Menentukan nilai standar deviasi 12 MPa berdasarkan Tabel 2.7.
3. Nilai tambah (margin) 5,6 MPa berdasarkan Tabel 2.8.
4. Kuat tekan rata-rata perlu f'_{cr}

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

$$\begin{aligned} f'_{cr} &= f'_c + m \\ f'_{cr} &= 37,4 + 17,6 \\ &= 55 \text{ MPa} \end{aligned}$$

5. Jenis semen yang digunakan adalah Tipe I.
6. Jenis agregat diketahui :
 - Agregat kasar = Batu pecah Binjai
 - Agregat halus alami = Pasir Binjai
7. Nilai faktor air semen bebas diambil dari titik kekuatan tekan 55 MPa tarik garis datar menuju zona 28 hari, lalu tarik garis kebawah yang menunjukkan faktor air semen, seperti pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10: Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton (SNI 03-2834-2000).

8. Faktor air semen maksimum dalam hal ini ditetapkan 0.60 berdasarkan Tabel 4.4.1. Dalam faktor air semen yang diperoleh dari Gambar 4.10 tidak sama dengan yang ditetapkan, untuk perhitungan selanjutnya pakailah nilai faktor air semen yang lebih kecil.
9. Nilai slump ditetapkan setinggi 30-60 mm berdasarkan Gambar 2.8.
10. Ukuran agregat maksimum ditetapkan 40 mm.

11. Jumlah kadar air bebas ditentukan berdasarkan Tabel 4.24 yang dibuat untuk agregat gabungan alami atau yang berupa batu pecah seperti Tabel 4.24

Tabel 4.24: Jumlah kadar air bebas yang ditentukan.

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

Setelah interpolasi memakai Pers. 2.2.

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

Dengan:

W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

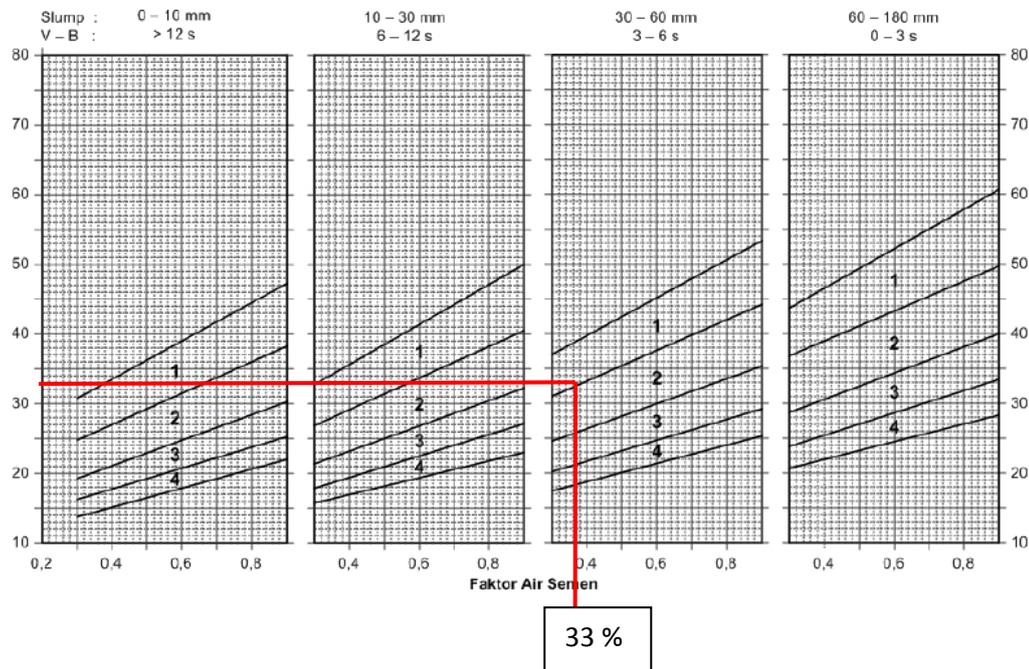
W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

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

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

12. Jumlah semen yaitu: $170 : 0.35 = 485,71 \text{ kg/m}^3$
13. Jumlah semen maksimum diambil sama dengan poin 12.
14. Jumlah semen minimum ditetapkan 275 kg/m^3 berdasarkan Tabel 2.10. Seandainya kadar semen yang diperoleh dari perhitungan 12 belum mencapai syarat minimum yang ditetapkan, maka harga minimum ini harus dipakai dan faktor air semen yang baru perlu disesuaikan.
15. Faktor air semen yang disesuaikan dalam hal ini dapat diabaikan oleh karenasyarat minimum kadar semen sudah dipenuhi.
16. Susunan besar butir agregat halus ditetapkan pada gradasi pasir pada Gambar 2.3.
17. Susunan besar butir agregat kasar ditetapkan pada gradasi pasir pada Gambar 2.1.
18. Persen bahan yang lebih halus dari 4,8 mm ini dicari dalam Gambar 4.11 untuk kelompok ukuran butir agregat maksimum 40 mm pada nilai slump 30-60 mm dan nilai faktor air semen 0,35. Bagi agregat halus (pasir) yang

termasuk daerah susunan butir No.3 diperoleh harga nilai 33%. Seperti yang dijelaskan pada Gambar 4.11.



Gambar 4.11: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm(SNI 03-2834-2000).

19. Berat jenis relatif agregat adalah berat jenis agregat gabungan, artinya gabungan agregat halus dan agregat kasar. Oleh karena itu agregat halus dalam hal ini merupakan gabungan 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 :

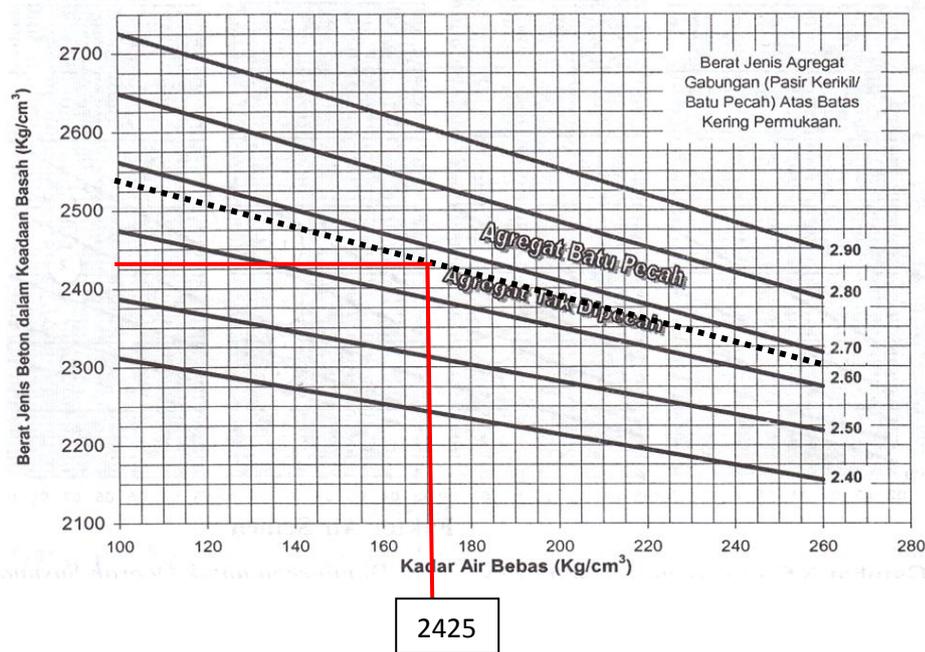
– BJ agregat halus = 2,63

– BJ agregat kasar = 2,65

– BJ agregat gabungan Halus dan kasar = $(0,33 \times 2,63) + (0,67 \times 2,65)$
= 2,64

20. Berat isi beton diperoleh dari Gambar 4.12 dengan jalan membuat grafik baru yang sesuai dengan nilai berat jenis agregat gabungan, yaitu 2,64. Titik potong grafik baru tadi dengan tegak yang menunjukkan kadar air bebas (dalam hal

ini 170 kg/m^3), menunjukkan nilai berat jenis beton yang direncanakan. Dalam hal ini diperoleh angka 2425 kg/m^3 .



Gambar 4.12: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton (SNI 03-2834-2000).

$$\begin{aligned}
 21. \text{ Kadar agregat gabungan} &= (\text{berat isi beton}) - (\text{jumlah kadar semen} + \\
 &\quad \text{kadar air}) \\
 &= 2425 - (485,71 + 170) \\
 &= 1769,29 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 22. \text{ Kadar agregat halus} &= (\text{Persen agregat halus}) \times (\text{Kadar agregat} \\
 &\quad \text{gabungan}) \\
 &= \frac{33}{100} \times 1769,29 \\
 &= 583,87 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 23. \text{ Kadar agregat kasar} &= \text{Kadar agregat gabungan} - \text{Kadar agregat} \\
 &\quad \text{halus} \\
 &= 1769,29 - 583,87 \\
 &= 1185,42 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

24. Proporsi campuran dari langkah (1) hingga (25) kita dapatkan susunan campuran beton teoritis.

untuk tiap m^3 sebagai berikut:

- Semen = 485,71kg
- Air = 170 kg/lt
- Agregat halus = 583,87kg
- Agregat kasar = 1185,42 kg

25. Koreksi proporsi campuran untuk mendapatkan susunan campuran yang sebenarnya yaitu yang akan kita pakai sebagai campuran uji, angka-angka teoritis tersebut perlu dibenarkan dengan memperhitungkan jumlah air bebas yang terdapat dalam atau yang masih dibutuhkan oleh masing-masing agregat yang akan dipakai. Dengan menggunakan Pers. 2.2, 2.3, dan 2.4, didapat koreksi proporsi campuran untuk air sebesar:

$$\begin{aligned}
 &= B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\
 &= 170 - (1,64 - 1,31) \times \frac{583,87}{100} - (0,66 - 0,81) \times \frac{1185,42}{100} \\
 &= 169,85 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Dan dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat halus sebesar:

$$\begin{aligned}
 &= C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} \\
 &= 583,87 + (1,64 - 1,31) \times \frac{583,87}{100} \\
 &= 585,79 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Serta dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat kasar sebesar:

$$\begin{aligned}
 &= D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\
 &= 1185,42 + (0,66 - 0,81) \times \frac{583,87}{100} \\
 &= 1184,54 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

4.5. Perencanaan Campuran Beton Binjai FAS 0.45

4.5.1. 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:

- Berat jenis agregat kasar Binjai = 2,65 gr/cm³
- Berat jenis agregat halus Binjai = 2,632 gr/cm³
- Berat jenis agregat halus Langkat = 2,56 gr/cm³
- Kadar lumpur agregat kasar Binjai = 0,50 %
- Kadar lumpur agregat halus Binjai = 3,75 %
- Kadar lumpur agregat halus Langkat = 3,3 %
- Berat isi agregat kasar = 1,630 gr/cm³
- Berat isi agregat halus Binjai = 1,377 gr/cm³
- Berat isi agregat halus Langkat = 1,438 gr/cm³
- FM agregat kasar Binjai = 7,30
- FM agregat halus Binjai = 2,70
- FM agregat halus Langkat = 2,72
- Kadar air agregat kasar Binjai = 0,66 %
- Kadar air agregat halus Binjai = 1,64 %
- Kadar air agregat halus Langkat = 2,30 %
- Penyerapan agregat kasar Binjai = 0,81 %
- Penyerapan agregat halus Binjai = 1,316 %
- Penyerapan agregat halus Langkat = 1,83 %
- Nilai slump rencana = 30-60 mm
- Ukuran agregat maksimum = 40 mm

Tabel 4.25: Perencanaan Campuran Beton (SNI 03-2834-2000)

PERENCANAAN CAMPURAN BETON BINJAI FAS 0,45 SNI 03-2834-2000			
No	Uraian	Tabel/Gambar perhitungan	Nilai
1.	Faktor air semen bebas	Ditetapkan	0,45
2.	Kekuatan rata – rata yang ditargetkan	-	41MPa
3.	Deviasi standart	-	12 MPa
4.	Nilai tambah (margin)	-	5,6 MPa
5.	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji silinder)	2-3-4	23,4 MPa
6.	Jenis semen		Type 1
7.	Jenis agregat: - Kasar - Halus	Ditetapkan Ditetapkan	Batu pecah Binjai Pasir alami Binjai
8.	Faktor air semen maksimum	Ditetapkan	0,6
9.	Slump	Ditetapkan	30-60 mm
10.	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	40 mm
11.	Kadar air bebas	Tabel 2.9	170 kg/ m ³
12.	Jumlah semen	11:1	377,77 kg/ m ³
13.	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan	377,77 kg/ m ³
14.	Jumlah semen minimum	Ditetapkan	275 kg/ m ³
15.	Faktor air semen yang disesuaikan	Item 1	0,45
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 2.11	37%

Tabel 4.25: Lanjutan

No	Uraian	Tabel / Gambar perhitungan		Nilai	
19.	Berat jenis relatif agregat (jenuh kering permukaan)	Tabel		2,64	
20.	Berat isi beton	Gambar 2.12		2425 kg/ m ³	
21.	Kadar agregat gabungan	20-(12+11)		1877,23 kg/ m ³	
22.	Kadar agregat halus	18 x 21		694,57 kg/ m ³	
23.	Kadar agregat kasar	21-22		1182,66 kg/ m ³	
	Proporsi Campuran	Semen (kg)	Air (kg atau lt)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
24.	- Tiap m ³	377,77	170	694,57	1182,66
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,45	1,83	3,13
	- Tiap benda uji v = 0,0053 m ³ (1 silinder)	2,1	0,90	3,69	6,67
25.	Koreksi proporsi campuran				
	- Tiap m ³	377,77	169,54	696,86	1181,61
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,45	1,83	3,13

❖ Untuk satu benda uji (kg)

Menggunakan cetakan silinder dengan ukuran:

Tinggi = 30 cm

Diameter = 15 cm

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

$$= 0,0053 \text{ m}^3$$

Maka :

◆ Semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$\begin{aligned}
&= \text{banyak semen} \times \text{volume silinder} \\
&= 377,77 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3 \\
&= 2,1 \text{ kg}
\end{aligned}$$

- ◆ Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$\begin{aligned}
&= \text{banyak pasir} \times \text{volume silinder} \\
&= 696,86 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3 \\
&= 3,69 \text{ kg}
\end{aligned}$$

- ◆ Batu pecah yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$\begin{aligned}
&= \text{banyak batu pecah} \times \text{volume silinder} \\
&= 1181,61 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3 \\
&= 6,67 \text{ kg}
\end{aligned}$$

- ◆ Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$\begin{aligned}
&= \text{banyak air} \times \text{volume silinder} \\
&= 169,54 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3 \\
&= 0,90 \text{ kg}
\end{aligned}$$

Perbandingan campuran untuk 1 benda uji:

Semen	:	Pasir	:	Batu Pecah	:	Air
2,1 kg	:	3,69kg	:	6,67 kg	:	0,90 kg
1	:	1,75	:	3,17	:	0,42

Berdasarkan analisa saringan maka didapat berat untuk masing–masing saringan untuk 1 benda uji. Untuk agregat kasar terlampir pada Tabel 4.26, sedangkan untuk agregat halus terlampir pada Tabel 4.27. Nilai total berat tertahan didapat dari % berat tertahan dikalikan dengan jumlah total agregat yang didapat dari perbandingan.

Tabel 4.26: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat kerikil	
1,5	3,04	$\frac{3,04}{100} \times$	6,2625	0,1903
$\frac{3}{4}$	45,00	$\frac{45,00}{100} \times$	6,2625	2,8181
3/8	30,80	$\frac{30,80}{100} \times$	6,2625	1,9288
No. 4	21,16	$\frac{21,16}{100} \times$	6,2625	1,3251
Total				6,2623

Berdasarkan Tabel 4.26 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 0,1903 kg, saringan $\frac{3}{4}$ sebesar 2,8181 kg, saringan $\frac{3}{8}$ sebesar 1,9288 kg dan saringan no 4 sebesar 1,3251 kg. Dan total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 6,2623 kg.

Tabel 4.27: Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat pasir	
No.4	3,41	$\frac{3,41}{100} \times$	3,6933	0,1259
No.8	9,56	$\frac{9,56}{100} \times$	3,6933	0,3530
No.16	14,29	$\frac{14,29}{100} \times$	3,6933	0,5277
No.30	26,60	$\frac{26,60}{100} \times$	3,6933	0,9824
No.50	24,15	$\frac{24,15}{100} \times$	3,6933	0,8919
No.100	16,07	$\frac{16,07}{100} \times$	3,6933	0,5935
Pan	5,92	$\frac{5,92}{100} \times$	3,6933	0,2186
Total				3,6930

Berdasarkan Tabel 4.27 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan No 4 sebesar 0,1259 kg, saringan No 8 sebesar 0,3530 kg, saringan No 16 sebesar 0,5277 kg, saringan No 30 sebesar 0,9824 kg, saringan No 50 sebesar 0,8919 kg, saringan No 100 sebesar 0,5935 kg, dan pan sebesar 0,2186 kg. Dan total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 3,6930 kg.

Kebutuhan material untuk 2,5 benda uji

$$\begin{aligned} 2,5 \times V &= 2,5 \times 0,0053 \\ &= 0,0133 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

◆ Semen yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji

$$\begin{aligned} &= \text{banyak semen} \times \text{volume silinder} \\ &= 377,77 \text{ kg/m}^3 \times 0,0133 \text{ m}^3 \\ &= 5,02 \text{ kg} \end{aligned}$$

◆ Pasir yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji

$$\begin{aligned} &= \text{banyak pasir} \times \text{volume silinder} \\ &= 696,86 \text{ kg/m}^3 \times 0,0133 \text{ m}^3 \\ &= 9,27 \text{ kg} \end{aligned}$$

◆ Batu pecah yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji

$$\begin{aligned} &= \text{banyak batu pecah} \times \text{volume silinder} \\ &= 1181,61 \text{ kg/m}^3 \times 0,0133 \text{ m}^3 \\ &= 15,71 \text{ kg} \end{aligned}$$

◆ Air yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji

$$\begin{aligned} &= \text{banyak air} \times \text{volume silinder} \\ &= 169,54 \text{ kg/m}^3 \times 0,0133 \text{ m}^3 \\ &= 2,25 \text{ kg.} \end{aligned}$$

Dalam FAS 0,45 ini jumlah benda uji yang akan dibuat adalah sebanyak 8 benda uji, banyak bahan yang di butuhkan untuk 8 benda uji pada agregat kasar terlampir pada Tabel 4.28, dan untuk agregat halus terlampir pada Tabel 4.29.

Tabel 4.28: Banyak agregat kasar yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 8 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (Kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	X berat batu pecah	
1,5	3,04	$\frac{3,04}{100}$	X 15,7154	0,4777
$\frac{3}{4}$	45,00	$\frac{45,00}{100}$	X 15,7154	7,0719
3/8	30,80	$\frac{30,80}{100}$	X 15,7154	4,8403
No. 4	21,16	$\frac{21,16}{100}$	X 15,7154	3,3253
Total				15,7152

Berdasarkan Tabel 4.28 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 8 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 0,4777 kg, saringan 3/4 sebesar 7,0719 kg, saringan 3/8 sebesar 4,8403 kg dan saringan no 4 sebesar 3,3253 kg dan total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 8 benda uji binjai FAS 0,45 sebesar 15,7152 kg.

Tabel 4.29: Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 8 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat pasir	
No.4	3,41	$\frac{3,41}{100}$	x 9,2682	0,3160
No.8	9,56	$\frac{9,56}{100}$	x 9,2682	0,8860
No.16	14,29	$\frac{14,29}{100}$	x 9,2682	1,3244
No.30	26,60	$\frac{26,60}{100}$	x 9,2682	2,4653
No.50	24,15	$\frac{24,15}{100}$	x 9,2682	2,2382
No.100	16,07	$\frac{16,07}{100}$	x 9,2682	1,4893
Pan	5,92	$\frac{5,92}{100}$	x 9,2682	0,5486
Total				9,2678

Berdasarkan Tabel 4.29 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 8 benda uji ialah saringan no 4 sebesar 0,3160 kg, saringan no 8 sebesar 0,8860 kg, saringan no 16 sebesar 1,3244 kg, saringan no 30 sebesar 2,4653 kg, saringan no 50 sebesar 2,2382 kg, saringan no 100 sebesar 1,4893 kg, dan pan sebesar 0,5486 kg dan total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk benda uji 8 Binjai FAS 0,45 sebesar 9,2678 kg.

4.5.1. Metode Pengerjaan *Mix Design*

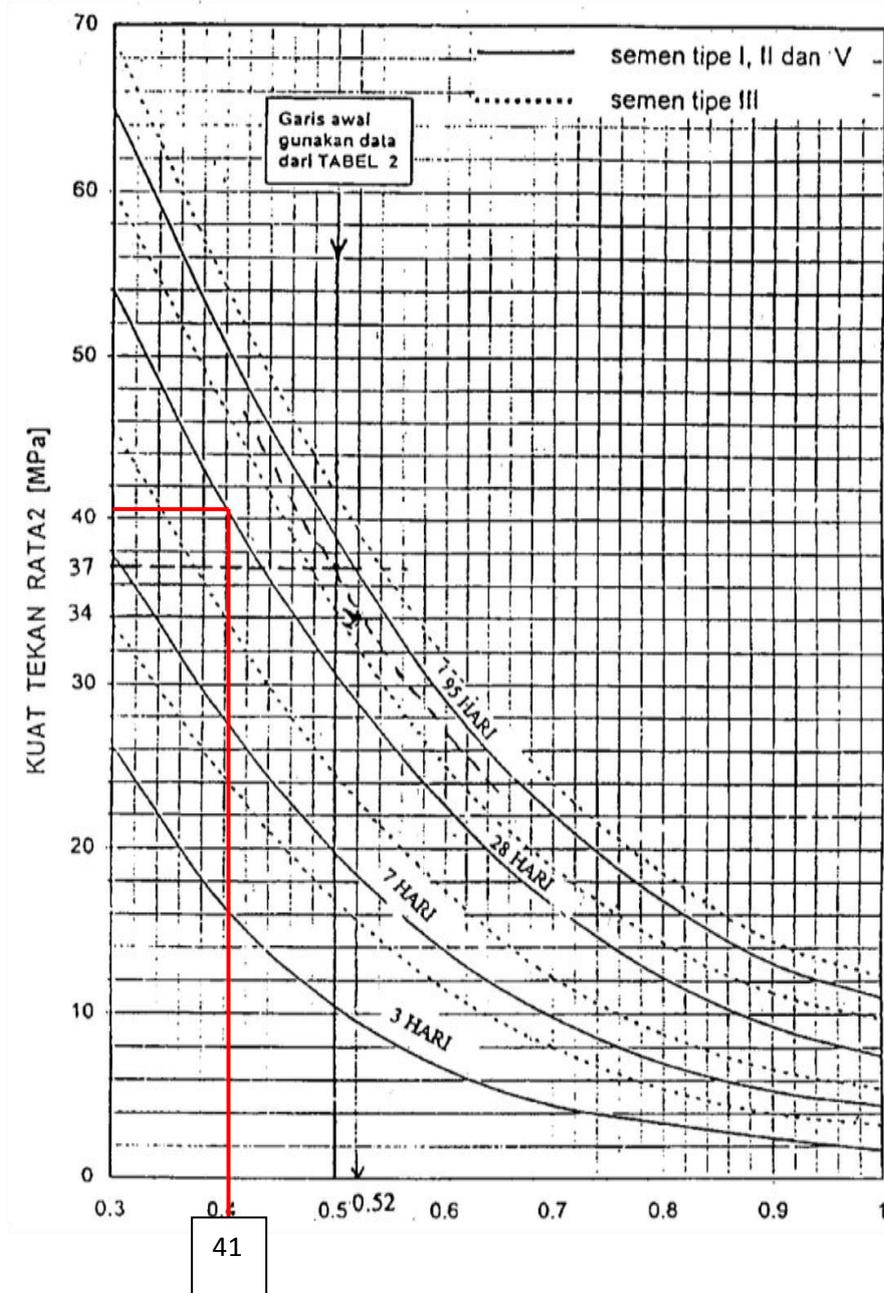
Pelaksanaan *Mix Design* dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Faktor air semen yang sudah ditetapkan 41MPa untuk umur 28 hari .
2. Menentukan nilai standar deviasi 12 MPa berdasarkan Tabel 2.7.
3. Nilai tambah (margin) 5,6 MPa berdasarkan Tabel 2.6.
4. Kuat tekan rata-rata perlu f'_{cr}
 Kuat tekan rata-rata perlu diperoleh dengan Pers. 2.1.

$$f'_{cr} = f'_c + m$$

$$f'_{cr} = 23,4 + 17,6$$

$$= 41\text{MPa}$$
5. Jenis semen yang digunakan adalah Tipe I.
6. Jenis agregat diketahui :
 - Agregat kasar = Batu pecah Binjai
 - Agregat halus alami = Pasir Binjai
7. Nilai faktor air semen bebas diambil dari titik kekuatan tekan 41 MPa tarik garis datar menuju zona 28 hari, lalu tarik garis kebawah yang menunjukkan faktor air semen, seperti pada Gambar 4.1.



Gambar 4.13: Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton(SNI 03-2834-2000).

8. Faktor air semen maksimum dalam hal ini ditetapkan 0.45 berdasarkan Tabel 4.5.1. Dalam faktor air semen yang diperoleh dari Gambar 4.13 tidak sama dengan yang ditetapkan, untuk perhitungan selanjutnya pakailah nilai faktor air semen yang lebih kecil.
9. Nilai slump ditetapkan setinggi 30-60 mm berdasarkan Gambar 2.8.
10. Ukuran agregat maksimum ditetapkan 40 mm.

11. Jumlah kadar air bebas ditentukan berdasarkan Tabel 4.30 yang dibuat untuk agregat gabungan alami atau yang berupa batu pecah seperti Tabel 4.30

Tabel 4.30.: Jumlah kadar air bebas yang ditentukan.

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

Setelah interpolasi memakai Pers. 2.2

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

Dengan:

W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

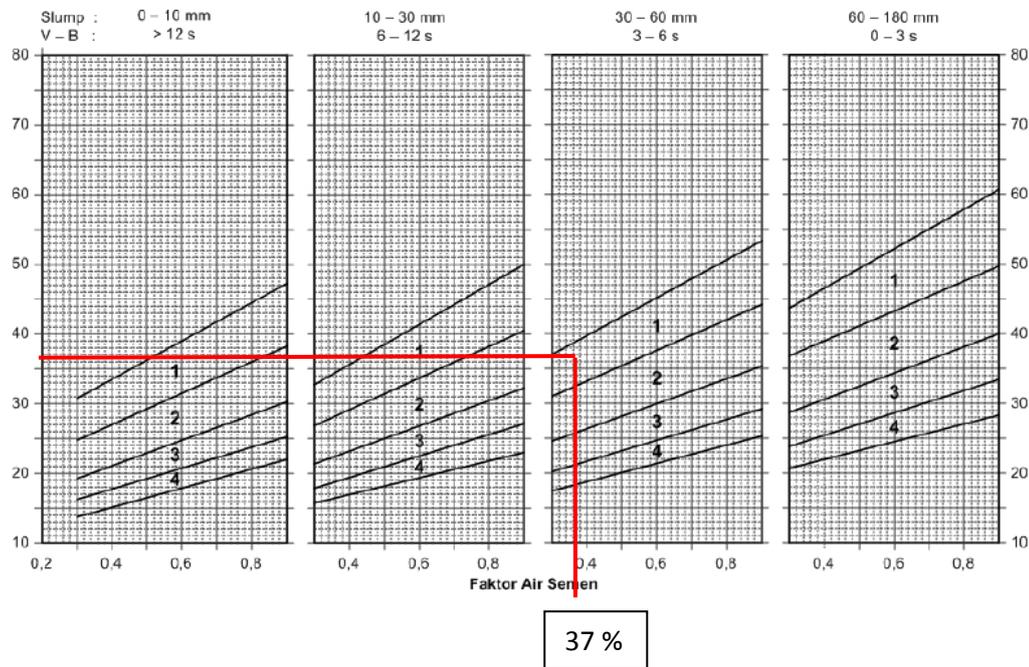
W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

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

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

12. Jumlah semen yaitu: $170 : 0.45 = 377,77 \text{ kg/m}^3$
13. Jumlah semen maksimum diambil sama dengan poin 12.
14. Jumlah semen minimum ditetapkan 275 kg/m^3 berdasarkan Tabel 2.10. Seandainya kadar semen yang diperoleh dari perhitungan 12 belum mencapai syarat minimum yang ditetapkan, maka harga minimum ini harus dipakai dan faktor air semen yang baru perlu disesuaikan.
15. Faktor air semen yang disesuaikan dalam hal ini dapat diabaikan oleh karena syarat minimum kadar semen sudah dipenuhi.
16. Susunan besar butir agregat halus ditetapkan pada gradasi pasir pada Gambar 2.3.
17. Susunan besar butir agregat kasar ditetapkan pada gradasi pasir pada Gambar 2.1.
18. Persen pasir yang lebih halus dari 4,8 mm ini dicari dalam Gambar 4.14 untuk kelompok ukuran butir agregat maksimum 40 mm pada nilai slump 30-60 mm dan nilai faktor air semen 0,45. Bagi agregat halus (pasir)

yang termasuk daerah susunan butir No.3 diperoleh harga nilai 37%.
Seperti yang dijelaskan pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm(SNI 03-2834-2000).

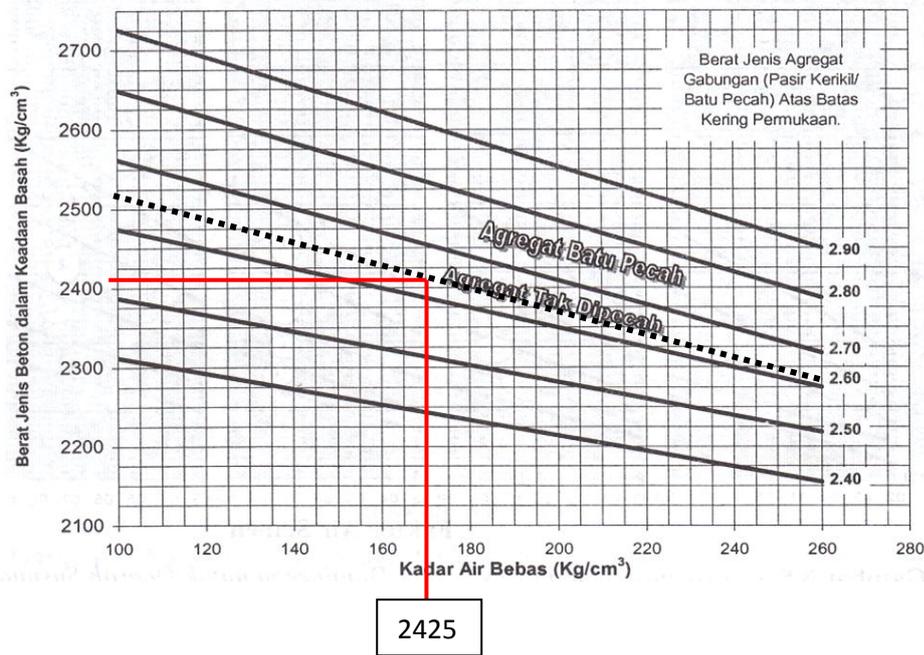
19. Berat jenis relatif agregat adalah berat jenis agregat gabungan, artinya gabungan agregat halus dan agregat kasar. Oleh karena itu agregat halus dalam hal ini merupakan gabungan dari dua macam agregat halus lainnya, maka berat jenis sebelum menghitung berat jenis agregat gabungan antara pasir dan kerikil.

Dengan demikian perhitungan berat jenis relatif menjadi sebagai berikut :

- BJ agregat halus = 2,63
- BJ agregat kasar = 2,65
- BJ agregat gabungan Halus dan kasar = $(0,37 \times 2,63) + (0,63 \times 2,65)$
= 2,64

20. Berat isi beton diperoleh dari Gambar 4.15 dengan jalan membuat grafik baru yang sesuai dengan nilai berat jenis agregat gabungan, yaitu 2,64. Titik potong grafik baru tadi dengan tegak yang menunjukkan kadar air

bebas (dalam hal ini 170 kg/m³), menunjukkan nilai berat jenis beton yang direncanakan. Dalam hal ini diperoleh angka 2425 kg/m³.



Gambar 4.15: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton(SNI 03-2834-2000).

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

$$= 2425 - (377,77 + 170)$$

$$= 1877,23 \text{ kg/m}^3$$
22. Kadar agregat halus = (Persen agregat halus) x (Kadar agregat gabungan)

$$= \frac{37}{100} \times 1877,23$$

$$= 694,57 \text{ kg/m}^3$$
23. Kadar agregat kasar = Kadar agregat gabungan - Kadar agregat halus

$$= 1877,23 - 694,57$$

$$= 1182,66 \text{ kg/m}^3$$
24. Proporsi campuran dari langkah (1) hingga (25) kita dapatkan susunan campuran beton teoritis.

untuk tiap m³ sebagai berikut:

- Semen = 377,77 kg
- Air = 170 kg
- Agregat halus = 694,57kg
- Agregat kasar = 1182,66 kg

25. Koreksi proporsi campuran untuk mendapatkan susunan campuran yang sebenarnya yaitu yang akan kita pakai sebagai campuran uji, angka-angka teoritis tersebut perlu dibenarkan dengan memperhitungkan jumlah air bebas yang terdapat dalam atau yang masih dibutuhkan oleh masing-masing agregat yang akan dipakai. Dengan menggunakan Pers. 2.2, 2.3, dan 2.4, didapat koreksi proporsi campuran untuk air sebesar:

$$\begin{aligned} &= B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\ &= 170 - (1,64 - 1,31) \times \frac{694,57}{100} - (0,66 - 0,081) \times \frac{1182,66}{100} \\ &= 169,54 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Dan dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat halus sebesar:

$$\begin{aligned} &= C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} \\ &= 694,57 + (1,64 - 1,31) \times \frac{694,57}{100} \\ &= 696,86 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Serta dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat kasar sebesar:

$$\begin{aligned} &= D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\ &= 1182,66 + (0,66 - 0,81) \times \frac{694,57}{100} \\ &= 1181,61 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

4.6.Data-Data Campuran Beton Binjai FAS 0,55

4.6.1. Perencanaan 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:

- Berat jenis agregat kasar Binjai = 2,65 gr/cm³
- Berat jenis agregat halus Binjai = 2,632 gr/cm³
- Berat jenis agregat halus Langkat = 2,56 gr/cm³
- Kadar lumpur agregat kasar Binjai = 0,50 %
- Kadar lumpur agregat halus Binjai = 3,75 %
- Kadar lumpur agregat halus Langkat = 3,3 %
- Berat isi agregat kasar = 1,630 gr/cm³
- Berat isi agregat halus Binjai = 1,377 gr/cm³
- Berat isi agregat halus Langkat = 1,438 gr/cm³
- FM agregat kasar Binjai = 7,30
- FM agregat halus Binjai = 2,70
- FM agregat halus Langkat = 2,72
- Kadar air agregat kasar Binjai = 0,66 %
- Kadar air agregat halus Binjai = 1,64 %
- Kadar air agregat halus Langkat = 2,30 %
- Penyerapan agregat kasar Binjai = 0,81 %
- Penyerapan agregat halus Binjai = 1,316 %
- Penyerapan agregat halus Langkat = 1,83 %
- Nilai slump rencana = 30-60 mm
- Ukuran agregat maksimum = 40 mm

Tabel 4.31: Perencanaan Campuran Beton (SNI 03-2834-2000)

PERENCANAAN CAMPURAN BETON BINJAI 0,55 SNI 03-2834-2000			
No	Uraian	Tabel/Gambar perhitungan	Nilai
1.	Faktor air semen bebas	Ditetapkan	0,55
2.	Kekuatan rata – rata yang ditargetkan	-	31Mpa
3.	Deviasi standart	-	12 Mpa
4.	Nilai tambah (margin)	-	5,6 Mpa
5.	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji silinder)	2-3-4	13,4 Mpa
6.	Jenis semen		Type 1
7.	Jenis agregat: - Kasar - Halus	Ditetapkan Ditetapkan	Batu pecah Binjai Pasir alami Binjai
8.	Faktor air semen maksimum	Ditetapkan	0,6
9.	Slump	Ditetapkan	30-60 mm
10.	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	40 mm
11.	Kadar air bebas	Tabel 2.9	170 kg/ m ³
12.	Jumlah semen	11:1	309,09 kg/ m ³
13.	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan	309,09 kg/ m ³
14.	Jumlah semen minimum	Ditetapkan	275 kg/ m ³
15.	Faktor air semen yang disesuaikan	Item 1	0,55
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 2.11	34%

Tabel 4.31: *Lanjutan*

No	Uraian	Tabel / Gambar perhitungan		Nilai	
19.	Berat jenis relatif agregat (jenuh kering permukaan)	Tabel		2,64	
20.	Berat isi beton	Gambar 2.12		2424kg/ m ³	
21.	Kadar agregat gabungan	20-(12+11)		1944,91kg/ m ³	
22.	Kadar agregat halus	18 x 21		661,26 kg/ m ³	
23.	Kadar agregat kasar	21-22		1283,64 kg/ m ³	
	Proporsi Campuran	Semen (kg)	Air (kg atau lt)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
24.	- Tiap m ³	309,09	170	661,26	1283,64
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,55	2,13	4,15
	- Tiap benda uji v = 0,0053 m ³ (1 silinder)	1,63	0,90	3,51	679
25.	Koreksi proporsi campuran				
	- Tiap m ³	309,09	169,74	663,44	1282,64
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,55	2,13	4,15

❖ Untuk satu benda uji (kg)

Menggunakan cetakan silinder dengan ukuran:

Tinggi = 30 cm

Diameter = 15 cm

Volume silinder = $\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t$

$$= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,15^2 \cdot 0,30$$

$$= 0,0053 \text{ m}^3$$

Maka :

- ◆ Semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 - = banyak semen x volume silinder
 - = $309,09 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$
 - = 1,63 kg
- ◆ Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 - = banyak pasir x volume silinder
 - = $663,44 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$
 - = 3,51 kg
- ◆ Batu pecah yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 - = banyak batu pecah x volume silinder
 - = $1282,64 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$
 - = 6,79 kg
- ◆ Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 - = banyak air x volume silinder
 - = $169,74 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$
 - = 0,90 kg

Perbandingan campuran untuk 1 benda uji:

Semen	:	Pasir	:	Batu Pecah	:	Air
1,63 kg	:	3,51kg	:	6,79 kg	:	0,90 kg
1	:	2,15	:	4,16	:	0,55

Berdasarkan analisa saringan maka didapat berat untuk masing–masing saringan untuk 1 benda uji. Untuk agregat kasar terlampir pada Tabel 4.32, sedangkan untuk agregat halus terlampir pada Tabel 4.33 Nilai total berat tertahan didapat dari % berat tertahan dikalikan dengan jumlah total agregat yang didapat dari perbandingan.

Tabel 4.32: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat kerikil	
1,5	3,04	$\frac{3,04}{100} \times$	6,7979	0,2066
3/4	45,00	$\frac{45,00}{100} \times$	6,7979	3,0590
3/8	30,80	$\frac{30,80}{100} \times$	6,7979	2,0937
No. 4	21,16	$\frac{21,16}{100} \times$	6,7979	1,4384
Total				6,7977

Berdasarkan Tabel 4.32 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 0,2066 kg, saringan 3/4 sebesar 3,0590 kg, saringan 3/8 sebesar 2,0937 kg dan saringan no 4 sebesar 1,4384 kg. Dan total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 6,7977 kg.

Tabel 4.33: Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat pasir	
No.4	3,41	$\frac{3,41}{100} \times$	3,5162	0,1199
No.8	9,56	$\frac{9,56}{100} \times$	3,5162	0,3361
No.16	14,29	$\frac{14,29}{100} \times$	3,5162	0,5024
No.30	26,60	$\frac{26,60}{100} \times$	3,5162	0,9353
No.50	24,15	$\frac{24,15}{100} \times$	3,5162	0,8491
No.100	16,07	$\frac{16,07}{100} \times$	3,5162	0,5650
Pan	5,92	$\frac{5,92}{100} \times$	3,5162	0,2081
Total				3,5159

Berdasarkan Tabel 4.33 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan No 4 sebesar 0,1199 kg, saringan No 8 sebesar 0,3361 kg, saringan No 16 sebesar 0,5024 kg, saringan No 30 sebesar 0,9353 kg, saringan No 50 sebesar 0,8491 kg, saringan No 100 sebesar 0,5650 kg, dan pan sebesar 0,2081 kg. Dan total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 3,5159 kg.

Kebutuhan material untuk 2,5 benda uji

$$\begin{aligned} 2,5 \times V &= 2,5 \times 0,0053 \\ &= 0,0133 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

◆ Semen yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji

$$\begin{aligned} &= \text{banyak semen} \times \text{volume silinder} \\ &= 309,09 \text{ kg/m}^3 \times 0,0133 \text{ m}^3 \\ &= 4,11 \text{ kg} \end{aligned}$$

◆ Pasir yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji

$$\begin{aligned} &= \text{banyak pasir} \times \text{volume silinder} \\ &= 663,44 \text{ kg/m}^3 \times 0,0133 \text{ m}^3 \\ &= 8,82 \text{ kg} \end{aligned}$$

◆ Batu pecah yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji

$$\begin{aligned} &= \text{banyak batu pecah} \times \text{volume silinder} \\ &= 1282,64 \text{ kg/m}^3 \times 0,0133 \text{ m}^3 \\ &= 17,05 \text{ kg} \end{aligned}$$

◆ Air yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji

$$\begin{aligned} &= \text{banyak air} \times \text{volume silinder} \\ &= 169,74 \text{ kg/m}^3 \times 0,0133 \text{ m}^3 \\ &= 2,25 \text{ kg.} \end{aligned}$$

Dalam FAS 0,55 ini jumlah benda uji yang akan dibuat adalah sebanyak 8 benda uji, banyak bahan yang di butuhkan untuk 8 benda uji pada agregat kasar terlampir pada Tabel 4.34, dan untuk agregat halus terlampir pada Tabel 4.35.

Tabel 4.34: Banyak agregat kasar yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 8 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (Kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	X berat batu pecah	
1,5	3,04	$\frac{3,04}{100}$	X 17,0591	0,5180
$\frac{3}{4}$	45,00	$\frac{45,00}{100}$	X 17,0591	7,6765
3/8	30,80	$\frac{30,80}{100}$	X 17,0591	5,2542
No. 4	21,16	$\frac{21,16}{100}$	X 17,0591	3,6097
Total				17,0584

Berdasarkan Tabel 4.34 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 8 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 0,5180 kg, saringan 3/4 sebesar 7,6765 kg, saringan 3/8 sebesar 5,2542 kg dan saringan no 4 sebesar 3,6097 kg dan total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 8 benda uji binjai fas 0,55 sebesar 17,0584 kg.

Tabel 4.35: Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 8 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat pasir	
No.4	3,41	$\frac{3,41}{100}$	x 8,8237	0,3008
No.8	9,56	$\frac{9,56}{100}$	x 8,8237	0,8435
No.16	14,29	$\frac{14,29}{100}$	x 8,8237	1,2609
No.30	26,60	$\frac{26,60}{100}$	x 8,8237	2,3471
No.50	24,15	$\frac{24,15}{100}$	x 8,8237	2,1309
No.100	16,07	$\frac{16,07}{100}$	x 8,8237	1,4179
Pan	5,92	$\frac{5,92}{100}$	x 8,8237	0,5223
Total				8,8237

Berdasarkan Tabel 4.35 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 8 benda uji ialah saringan no 4 sebesar 0,3008 kg, saringan no 8 sebesar 0,8435 kg, saringan no 16 sebesar 1,2609 kg, saringan no 30 sebesar 2,3471 kg, saringan no 50 sebesar 2,1309 kg, saringan no 100 sebesar 1,4179 kg, dan pan sebesar 0,5223 kg dan total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 8 benda uji Binjai fas 0,55 sebesar 8,8237 kg.

4.6.1. Metode Pengerjaan *Mix Design*

Pelaksanaan Mix Design dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Kuat tekan beton yang disyaratkan sudah ditetapkan 31 MPa untuk umur 28 hari.
2. Menentukan nilai standar deviasi 12 MPa berdasarkan Tabel 2.7.
3. Nilai tambah (margin) 5,6 MPa berdasarkan Tabel 2.6.
4. Kuat tekan rata-rata perlu f'_{cr}

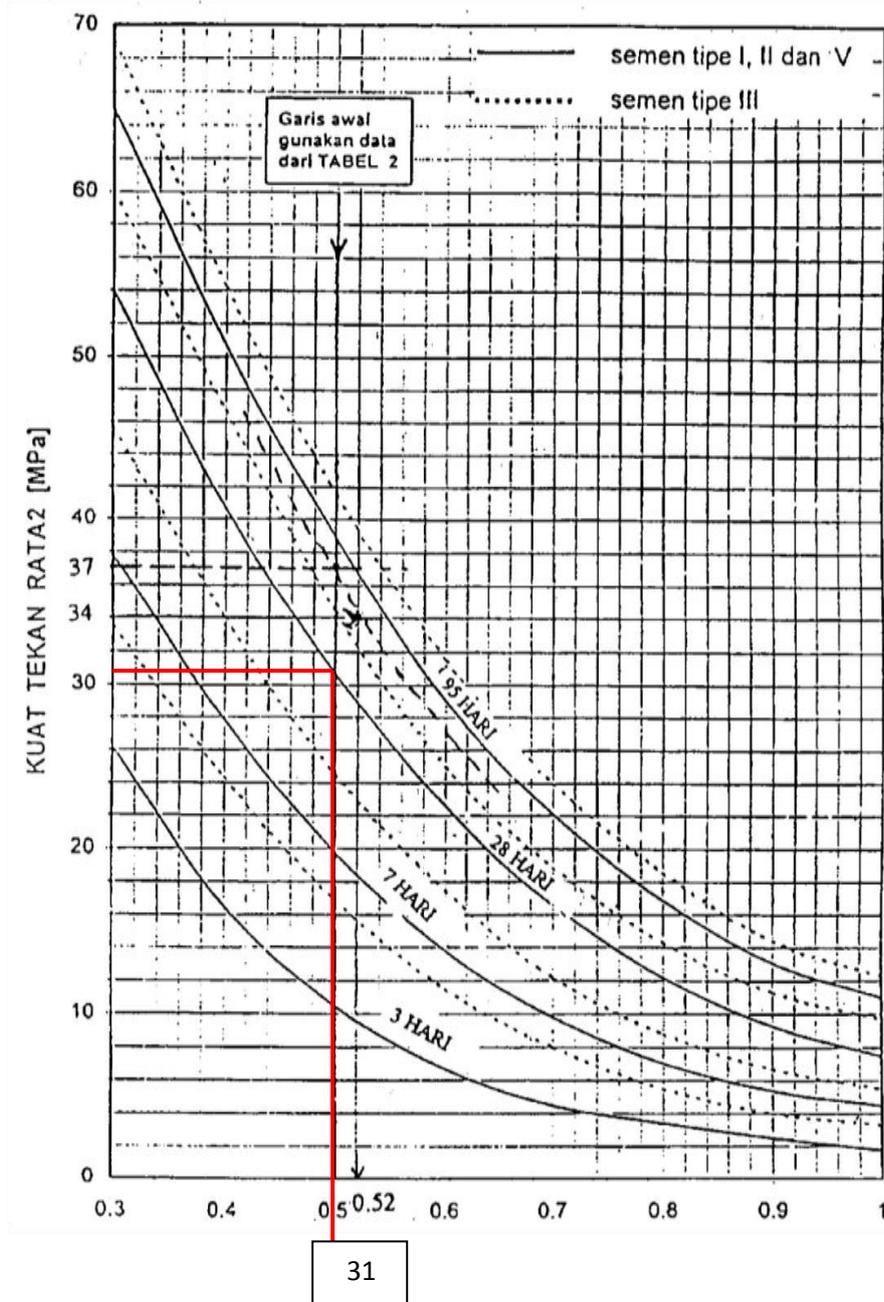
Kuat tekan rata-rata perlu diperoleh dengan Pers. 2.1.

$$f'_{cr} = f'_c + m$$

$$f'_{cr} = 13,4 + 17,6$$

$$= 31 \text{ MPa}$$

5. Jenis semen yang digunakan adalah Tipe I.
6. Jenis agregat diketahui :
 - Agregat kasar = Batu pecah Binjai
 - Agregat halus alami = Pasir Binjai
7. Nilai faktor air semen bebas diambil dari titik kekuatan tekan 31 MPa tarik garis datar menuju zona 28 hari, lalu tarik garis kebawah yang menunjukkan faktor air semen, seperti pada Gambar 4.1.



Gambar 4.16: Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton(SNI 03-2834-2000).

8. Faktor air semen maksimum dalam hal ini ditetapkan 0.60 berdasarkan Tabel 4.6.1. Dalam faktor air semen yang diperoleh dari Gambar 4.1.6 tidak sama dengan yang ditetapkan, untuk perhitungan selanjutnya pakailah nilai faktor air semen yang lebih kecil.
9. Nilai slump ditetapkan setinggi 30-60 mm berdasarkan Gambar 2.8.
10. Ukuran agregat maksimum ditetapkan 40 mm.

11. Jumlah kadar air bebas ditentukan berdasarkan Tabel 4.36 dibuat untuk agregat gabungan alami atau yang berupa batu pecah seperti Tabel 4.36.

Tabel 4.36: Jumlah kadar air bebas yang ditentukan.

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

Setelah interpolasi memakai Pers. 4.1.

$$\frac{2}{3}W_h + \frac{1}{3}W_k \quad (4.1)$$

Dengan:

W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

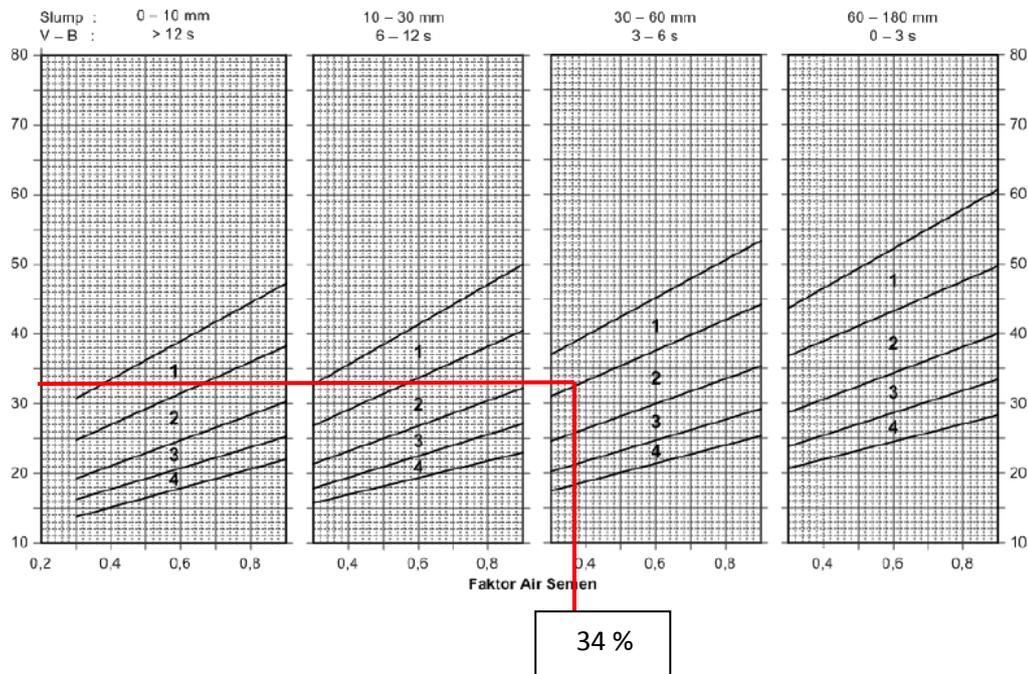
W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

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

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

12. Jumlah semen, yaitu: $170 : 0.55 = 309,09 \text{ kg/m}^3$
13. Jumlah semen maksimum diambil sama dengan poin 12.
14. Jumlah semen minimum ditetapkan 275 kg/m^3 berdasarkan Tabel 2.10. Seandainya kadar semen yang diperoleh dari perhitungan 12 belum mencapai syarat minimum yang ditetapkan, maka harga minimum ini harus dipakai dan faktor air semen yang baru perlu disesuaikan.
15. Faktor air semen yang disesuaikan dalam hal ini dapat diabaikan oleh karena syarat minimum kadar semen sudah dipenuhi.
16. Susunan besar butir agregat halus ditetapkan pada gradasi pasir pada Gambar 2.3.
17. Susunan besar butir agregat kasar ditetapkan pada gradasi pasir pada Gambar 2.1.
18. Persen pasir yang lebih halus dari 4,8 mm ini dicari dalam Gambar 4.17 untuk kelompok ukuran butir agregat maksimum 40 mm pada nilai slump 30-60 mm dan nilai faktor air semen 0,55. Bagi agregat halus (pasir) yang

termasuk daerah susunan butir No.3 diperoleh harga nilai 34%. Seperti yang dijelaskan pada Gambar 4.17.



Gambar 4.17: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm(SNI 03-2834-2000).

19. Berat jenis relatif agregat adalah berat jenis agregat gabungan, artinya gabungan agregat halus dan agregat kasar. Oleh karena itu agregat halus dalam hal ini merupakan gabungan 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 :

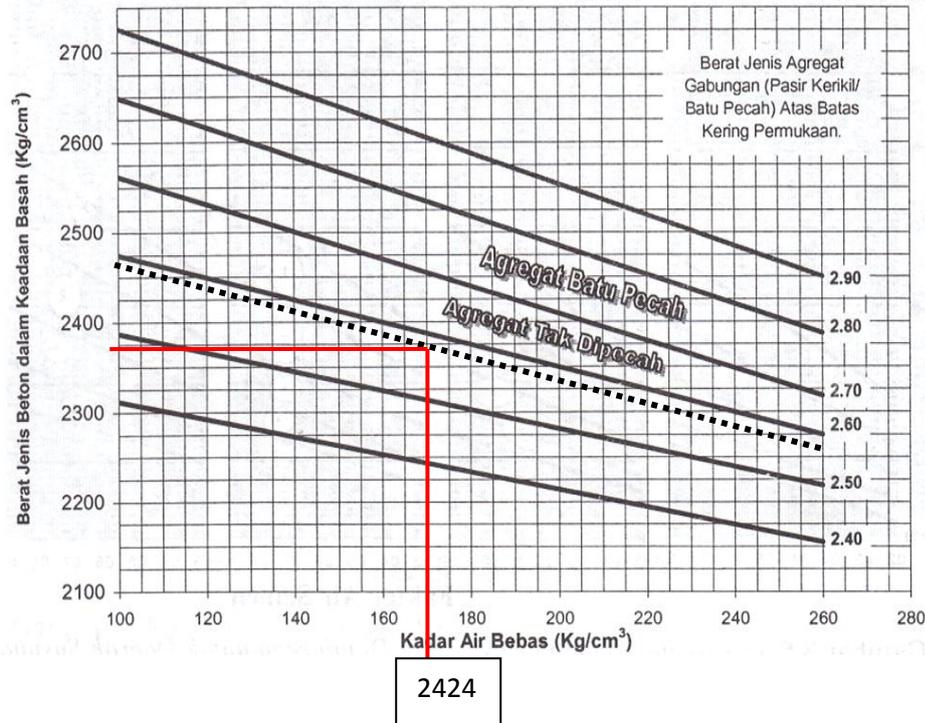
– BJ agregat halus = 2,63

– BJ agregat kasar = 2,65

– BJ agregat gabungan Halus dan kasar = $(0,34 \times 2,63) + (0,66 \times 2,65)$
= 2,64

20. Berat isi beton diperoleh dari Gambar 4.3 dengan jalan membuat grafik baru yang sesuai dengan nilai berat jenis agregat gabungan, yaitu 2,64. Titik potong grafik baru tadi dengan tegak yang menunjukkan kadar air

bebas (dalam hal ini 170 kg/m^3), menunjukkan nilai berat jenis beton yang direncanakan. Dalam hal ini diperoleh angka 2424 kg/m^3 .



Gambar 4.18: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton(SNI 03-2834-2000).

$$\begin{aligned}
 21. \text{Kadar agregat gabungan} &= (\text{berat isi beton}) - (\text{jumlah kadar semen} + \text{kadar air}) \\
 &= 2424 - (309,09 + 170) \\
 &= 1944,91 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 22. \text{Kadar agregat halus} &= (\text{Persen agregat halus}) \times (\text{Kadar agregat gabungan}) \\
 &= \frac{34}{100} \times 1944,91 \\
 &= 661,26 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 23. \text{Kadar agregat kasar} &= \text{Kadar agregat gabungan} - \text{Kadar agregat halus} \\
 &= 1944,91 - 661,26 \\
 &= 1283,64 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

24. Proporsi campuran dari langkah (1) hingga (25) kita dapatkan susunan campuran beton teoritis.

untuk tiap m³ sebagai berikut:

- Semen = 309,09 kg
- Air = 170 kg
- Agregat halus = 661,26 kg
- Agregat kasar = 1283,64 kg

2.5. Koreksi proporsi campuran untuk mendapatkan susunan campuran yang sebenarnya yaitu yang akan kita pakai sebagai campuran uji, angka-angka teoritis tersebut perlu dibenarkan dengan memperhitungkan jumlah air bebas yang terdapat dalam atau yang masih dibutuhkan oleh masing-masing agregat yang akan dipakai. Dengan menggunakan Pers. 2.2, 2.3, dan 2.4, didapat koreksi proporsi campuran untuk air sebesar:

$$\begin{aligned} &= B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\ &= 170 - (1,64 - 1,31) \times \frac{661,26}{100} - (0,66 - 0,81) \times \frac{1283,64}{100} \\ &= 169,74 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Dan dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat halus sebesar:

$$\begin{aligned} &= C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} \\ &= 661,26 + (1,64 - 1,31) \times \frac{661,26}{100} \\ &= 663,44 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Serta dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat kasar sebesar:

$$\begin{aligned} &= D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\ &= 1283,64 + (0,66 - 0,81) \times \frac{661,26}{100} \\ &= 1282,64 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

4.7.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 48 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 $\frac{1}{3}$ 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", $\frac{3}{4}$ ", $\frac{3}{8}$ ", dan no. 4, lalu semen, lalu dimasukan kembali air sebanyak $\frac{2}{3}$ dari jumlah air yang di tetapkan dibiarkan bahan-bahan tersebut ini 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 masukan kedalam cetakan terlebih dahulu dilakukan pengukuran *slump Test*. Setelah itu kemudian adukan beton dimasukkan kedalam cetakan yang telah di sediakan, masukan adukan beton kedalam cetakan dengan menggunakan sendok aduk, sekop. Setiap pengambilan campuran dari pan harus dapat mewakili keseluruhan dari adukan tersebut, isi $\frac{1}{3}$ cetakan dengan adukan lalu di lakukan pepadatan dengan cara di rojok/tusuk dengan batang besi yang berdiameter 16 mm, dengan jumlah tusukan 25 kali, hal ini terus dilakukan untuk $\frac{2}{3}$ dan $\frac{3}{3}$ 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.

4.8. 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 dapat dilihat pada Tabel 4.19 dan 4.20. Pada tabel ini dijelaskan nilai *slump* pada masing masing pencetakan beton. Seperti yang kita ketahui, perencanaan *slump* pada *Mix Design* adalah 30 – 60 mm. Penelitian ini melakukan dua kali pencetakan benda uji, sehingga nilai *slump*nya berbeda. Hal ini dikarenakan molen yang tersedia di laboratorium tidak sanggup menahan beban total dari semua agregat, semen dan air.

Tabel 4.37: *Slump Test* Pada Beton Binjai FAS 0.35, 0.45 dan 0.55

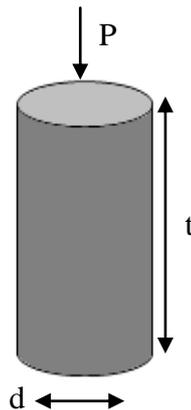
Binjai		Beton Fas 0,35	Beton Fas 0,45	Beton Fas 0,55
	Benda Uji	28 Hari	28 Hari	28 Hari
	I	4	3,8	3,6
Slump	II	4	3,8	3,6
(cm)	III	4	3,8	3,6
	IV	4	3,8	3,6
	V	3,8	4	3,8
	VI	3,8	4	3,8
	VII	3,8	4	3,8
	VIII	3,8	4	3,8

Tabel 4.38: *Slump Test* Pada Beton Langkat FAS 0.35, 0.45 dan 0.55

Langkat		Beton Fas 0,35	Beton Fas 0,45	Beton Fas 0,55
	Benda Uji	28 Hari	28 Hari	28 Hari
	I	5	4,5	4
Slump	II	5	4,5	4
(cm)	III	5	4,5	4
	IV	5	4,5	4
	V	4,5	5	4,5
	VI	4,5	5	4,5
	VII	4,5	5	4,5
	VIII	4,5	5	4,5

4.9. Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan menggunakan mesin tekan dengan kapasitas 2500 KN, benda uji yang akan dites adalah berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm seperti pada Gambar 4.19 dan jumlah benda uji 48 buah, dengan pengelompokan benda uji sesuai dengan variasi campurannya.



Gambar 4.19: 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.

4.9.1. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat beton berumur 28 hari seperti yang telah dijelaskan diatas. Hasil dari kuat tekan beton dapat dilihat pada Tabel 4.21 ,4.22,4.23,4.24,4.25, dan 4.26.

Tabel 4.39: Pengujian Kuat tekan beton umur 28 hari Langkat FAS 0,35

Benda Uji	Beban Tekan (P) (kg)	$A = 176,71\text{cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83$ MPa	Rata – rata (MPa)
Kuat tekan beton umur 28 hari Langkat 0,35			
I	90000	61,37	62,27
II	88500	60,34	
III	87000	59,32	
IV	86500	58,98	
V	98000	66,82	
VI	96000	65,46	
VII	93000	63,41	
VIII	91500	62,39	

Tabel 4.40 : Pengujian Kuat tekan beton umur 28 hari Langkat FAS 0,45

Benda Uji	Beban Tekan (P) (kg)	$A = 176,71\text{cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83$ MPa	Rata – rata (MPa)
Kuat tekan beton umur 28 hari Langkat 0,45			
I	87000	59,32	56,47
II	85500	58,29	
III	84000	57,28	
IV	88500	60,34	
V	87000	59,32	
VI	78000	53,19	
VII	77500	52,84	
VIII	75000	51,14	

Tabel 4.41 : Pengujian Kuat tekan beton umur 28 hari Langkat FAS 0,55

Benda Uji	Beban Tekan (P) (kg)	$A = 176,71\text{cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83$ MPa	Rata – rata (MPa)
Kuat tekan beton umur 28 hari Langkat 0,55			
I	85500	58,29	51,14
II	84000	57,28	
III	75000	51,14	
IV	72000	49,09	
V	70500	48,07	
VI	73500	50,12	
VII	70500	48,07	
VIII	69000	47,05	

Tabel 4.42: Pengujian Kuat tekan beton umur 28 hari Binjai FAS 0,35

Benda Uji	Beban Tekan (P) (kg)	$A = 176,71\text{cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83$ MPa	Rata – rata (MPa)
Kuat tekan beton umur 28 hari Binjai 0,35			
I	90000	61,37	57,28
II	84000	57,28	
III	85500	58,29	
IV	88500	60,34	
V	87000	59,32	
VI	84000	57,28	
VII	78000	53,19	
VIII	75000	51,14	

Tabel 4.43 : Kuat tekan beton umur 28 hari Binjai FAS 0,45

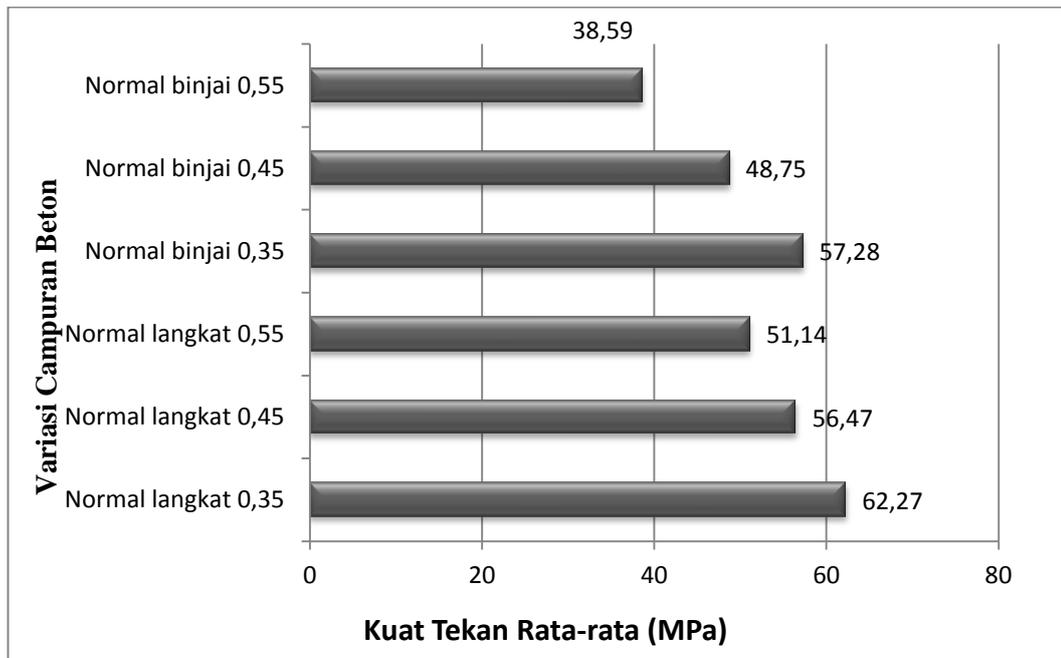
Benda Uji	Beban Tekan (P) (kg)	$A = 176,71\text{cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83$ MPa	Rata – rata (MPa)
Kuat tekan beton umur 28 hari Binjai 0,45			
I	75000	51,14	48,75
II	72000	49,09	
III	73500	50,12	
IV	74500	50,79	
V	71500	48,75	
VI	70500	48,07	
VII	69000	47,05	
VIII	66000	44,99	

Tabel 4.44 : Kuat tekan beton umur 28 hari Binjai FAS 0,55

Benda Uji	Beban Tekan (P) (kg)	$A = 176,71\text{cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83$ MPa	Rata – rata (MPa)
Kuat tekan beton umur 28 hari Binjai 0,55			
I	60000	40,91	38,59
II	66000	44,99	
III	63000	42,95	
IV	60000	40,91	
V	52500	35,79	
VI	54000	36,81	
VII	55500	37,84	
VIII	51000	34,78	

Berdasarkan hasil kuat tekan beton, didapat nilai kuat tekan beton Langkat umur 28 hari dengan FAS 0.35, 0.45, dan 0.55 adalah berturut-turut 62.27 MPa, 56.47 MPa dan 51.14 MPa. Sedangkan nilai kuat tekan beton Binjai umur 28 hari dengan FAS 0.35, 0.45, dan 0.55 adalah berturut-turut 57.28 MPa, 48.75 MPa dan 38.59 MPa. Penelitianbeton ini memenuhi persyaratan karena nilai kuat tekan beton Langkat umur 28 hari dan nilai kuat tekan Binjai umur 28 hari yang di hasil kan mencapai nilai kuat tekan rata-rata yang ditargetkan.

Dari data-data kuat tekan beton yang sudah diperoleh pada tabel 4.39 ,4.40 ,4.41 ,4.42 ,4.43 dan 4.44 dapat dibuat menjadi grafik perbandingan kuat tekan beton rata-rata dapat di lihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.20: Grafik kuat tekan beton pada umur 28 hari.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah di lakukan maka di dapat:

1. Perbandingan Campuran:

- Agregat Halus Langkat dengan FAS 0,35 yaitu:

Semen	Air	Agregat Halus	Agregat Kasar
485,71	169,03	584,95	1181,19
1	0,35	1,18	2,41
• Agregat Halus Langkat dengan FAS 0,45 yaitu:			
Semen	Air	Agregat Halus	Agregat Kasar
377,77	168,87	630,57	1217,40
1	0,45	1,66	3,22
• Agregat Halus Langkat dengan FAS 0,55 yaitu:			
Semen	Air	Agregat Halus	Agregat Kasar
309,09	168,59	692,50	1225,35
1	0,55	2,24	3,96
• Agregat Halus Binjai dengan FAS 0,35 yaitu:			
Semen	Air	Agregat Halus	Agregat Kasar
485,71	169,85	585,79	1184,54
1	0,35	1,20	2,44
• Agregat Halus Binjai dengan FAS 0,45 yaitu:			
Semen	Air	Agregat Halus	Agregat Kasar
377,77	169,54	696,86	1181,61
1	0,45	1,83	3,13
• Agregat Halus Binjai dengan FAS 0,55 yaitu:			
Semen	Air	Agregat Halus	Agregat Kasar
309,09	169,74	663,44	1282,64
1	0,55	2,13	4,15

2. Kebutuhan agregat halus untuk masing-masing FAS

- Agregat Halus Langkat FAS 0,35 = 7,7798 kg
- Agregat Halus Langkat FAS 0,45 = 8,3865 kg
- Agregat Halus Langkat FAS 0,55 = 9,2089 kg
- Agregat Halus Binjai FAS 0,35 = 7,7908 kg
- Agregat Halus Binjai FAS 0,45 = 9,2678 kg
- Agregat Halus Binjai FAS 0,55 = 8,8237 kg

3. Hasil f_c' untuk tiap FAS

- Hasil f_c' agregat halus Langkat pada FAS 0,35 adalah 62,27 MPa
- Hasil f_c' agregat halus Langkat pada FAS 0,45 adalah 56,47 MPa
- Hasil f_c' agregat halus Langkat pada FAS 0,55 adalah 51,14 MPa
- Hasil f_c' agregat halus Binjai pada FAS 0,35 adalah 57,28 MPa
- Hasil f_c' agregat halus Binjai pada FAS 0,45 adalah 48,75 MPa
- Hasil f_c' agregat halus Binjai pada FAS 0,55 adalah 38,59 MPa

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan pengaruh perbedaan Faktor Air Semen (FAS) pada campuran beton menggunakan agregat halus dari sungai di Langkat didapat lebih tinggi sedangkan agregat halus dari sungai di Binjai didapat lebih rendah.
2. Berdasarkan hasil dari kuat tekan yang didapat maka pada campuran agregat halus dari sungai di Langkat dengan kuat tekan pada Faktor Air Semen (FAS) 0.35, 0.45, dan 0.55 berturut – turut adalah 62.27 MPa, 56.47 MPa dan 51.14 MPa sedangkan pada penggunaan agregat halus dari sungai di Binjai dengan kuat tekan pada Faktor Air Semen (FAS) 0.35, 0.45 dan 0.55 berturut-turut adalah 57.28 MPa, 48,75 MPa, dan 38,59 MPa.
3. Nilai F_c' maksimum yang didapat lebih tinggi pada agregat halus sungai di Langkat yaitu 62,27 MPa daripada agregat halus sungai di Binjai.

5.2 Saran

1. Lebih baik menggunakan agregat halus dari sungai di Langkat untuk campuran beton karena berdasarkan penelitian yang telah di lakukan.
2. Perlu di lakukan pengujian pada umur benda uji beton 14 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Dinas Pekerjaan Umum.(1990).*Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal* (SK SNI T-15-1990-03). Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan:Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum.(2000).*Metode Pengujian Kadar Air Agregat* (SNI 03-2834-2000). Pusjatan-Balitbang PU: Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum (2002).*Pengertian Pasir ditinjau dari asalnya*.(SNI 03-6861.1.2002). Pusjatan-Balitbang PU:Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum.(2000).*Metode Pengujian Kadar Air Agregat Kasar dan Halus* (SNI 03-2834-2000). Pusjatan-Balitbang PU: Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum (2000)*Cara Uji Kadar Lumpur Kasar dan Halus*(SNI 03-2834-2000). Pusjatan-Balitbang PU: Indonesia
- Dinas Pekerjaan Umum (2000) *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar dan Halus*(SNI 03-2834-2000). Pusjatan-Balitbang PU: Indonesia
- Dinas Pekerjaan Umum (2000) *Cara Uji Berat Isi Kasar dan Halus*(SNI 03-2834-2000). Pusjatan-Balitbang PU: Indonesia
- Dinas Pekerjaan Umum (2000)*Cara Uji Analisa Saringan Kasar dan Halus*(SNI 03-2834-2000). Pusjatan-Balitbang PU: Indonesia
- Dinas Pekerjaan Umum (2000). *Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles* (SNI 03-2834-2000). Pusjatan-Balitbang PU: Indonesia
- Dinas Pekerjaan Umum. (2000).*Cara Uji Slump Beton* (SNI 03-2834-2000). Pusjatan-Balitbang PU: Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum (1971)*Peraturan Beton Bertulang Indonesia* (PBI-1971) Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum: Indonesia.
- American Society for Testing and Materials C150 (1985)*Standards Specification For Portland Cement*.Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials C33 (1982,1985,1986)*Standards Specification For Aggregates*.Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials C 29 *Standards test for bulk density (unit weight) and voids in aggregate*.Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials C39 (1993) *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*.Philadelphia: ASTM.
- Hardiyanto.2007.*Pengertian Beton*. Yogyakarta:Graha ilmu.
- Murdock dan Brook.)(1979,1999).*Bahan dan Praktek Beton*,Jakarta:Erlangga.

- Arizki,Rosie.dkk.2015.*Pengaruh FAS Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Agregat Yang berasal Dari Sungai Ranoyopo Dan Lelema*.Manado.
- Raina.1988.*Concrete for Contruction Facts & Practice*, Tata McGraw Hill. New Delhi.
- Nawy,E.G.(1990). *Beton bertulang: suatu pendekatan dasar*, PT. Eresco, Bandung.
- Tjokrodikuljo,K.1996.*Teknologi Beton Untuk Teknik sipil*.Yogjakarta:Erlangga.
- Mulyono.(2004,2007).Teknologi Beton.Yogyakarta: Andi
- Tjokrodikuljo, K. (2007) *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro.

LAMPIRAN

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	-	Satu set saringan untuk agregat ukuran # 67 (diameter agregat antara ukuran 25 mm – 2,38 mm) Berat minimum contoh: 10 kg
-	25,00	1	
-	19,10	$\frac{3}{4}$	
-	12,50	$\frac{1}{2}$	
-	9,50	$\frac{3}{8}$	
No. 4	4,76	-	Berat minimum contoh: 10 kg
No. 8	2,38	-	
-	12,50	$\frac{1}{2}$	Satu set saringan untuk agregat ukuran # 8 (diameter agregat antara ukuran 100 mm – 19 mm) Berat minimum contoh: 2,5 kg
-	9,50	$\frac{3}{8}$	
No.4	4,76	-	
No.8	2,38	-	
No.16	1,19	-	

Tabel L2: Satu set saringan agregat halus.

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

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

Umur Beton	Faktor	Umur Beton	Faktor
3	0,400	23	0,964
4	0,463	24	0,971
5	0,525	25	0,979
6	0,588	26	0,986
7	0,650	27	0,993
8	0,683	28	1,000
9	0,718	35	1,023
10	0,749	36	1,026
11	0,781	45	1,055
12	0,814	46	1,058
13	0,847	50	1,071
14	0,880	51	1,074
15	0,890	55	1,087
16	0,900	56	1,090
17	0,910	65	1,119
18	0,920	66	1,123
19	0,930	90	1,200
20	0,940	350	1,342
21	0,950	360	1,347
22	0,957	365	1,350

Tabel L4: Perbandingan kekuatan beton pada beberapa 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 1 : Agregat Kasar yang di gunakan Batu Pecah Binjai.





Gambar 3 : Agregat Halus yang di gunakan Pasir Binjai.



Gambar 4: Agregat Halus yang di gunakan Pasir Langkat.



Gambar 5: Semen yang di gunakan Semen Portland Pozzolan (PPC) Tipe I.



Gambar 6: Proses pencampuran agregat.



Gambar 7 : Slump Test



Gambar 8 : Perendaman benda uji selama 28 hari



Gambar 9: Pengujian kuat tekan beton yang menggunakan pasir Binjai 75 T pada umur 28 hari



Gambar 10: Pengujian kuat tekan beton yang menggunakan pasir Langkat 78 T pada umur 28 hari



Gambar 11 : Pengujian kuat tekan beton yang menggunakan pasir Binjai 84 T pada umur 28 hari.



Gambar 12 : Pengujian kuat tekan beton yang menggunakan pasir Langkat 87 T pada umur 28 hari.



Gambar 13 : Pengujian kuat tekan beton yang menggunakan pasir Binjai 85.5 T pada umur 28 hari.



Gambar 14 : Pengujian kuat tekan beton yang menggunakan pasir Langkat 93 T pada umur 28 hari.



Gambar 15 : Pengujian kuat tekan beton yang menggunakan pasir Binjai 90 T pada umur 28 hari.



Gambar 16 : Pengujian kuat tekan beton yang menggunakan pasir Langkat 96 T pada umur 28 hari.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap : RAIHAN MULIA
Panggilan : RAIHAN
Tempat/ Tanggal Lahir : Matangglumpang Dua, 25 Agustus 1993
Jenis Kelamin : Perempuan
Alamat : Jln. Alfalah 4 no.
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : M. Hasan Harun, S.Pd
Ibu : Suryati Ismail
No. Hp : 0821- 6043-2482
Email : m.raihan.hh@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1407210181
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jln. Kaptan Muchtar Basri BA. No. 3 Medan

20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
1	Sekolah Dasar	SD NEGERI 28 PEUSANGAN	2006
2	SMP	SMP NEGERI 1 PEUSANGAN	2009
3	SMA	SMA NEGERI 3 BANDA ACEH	2012
4	Melanjutkan Kuliah Di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2014.		



TUGAS AKHIR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUCHTAR BASRI, BA NO.3 TELP : (061) 6622400 Ext. 12 MEDAN 20238

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : RAIHAN MULIA
NPM : 1407210181
JUDUL : EVALUASI AGREGAT HALUS LANGKAT TERHADAP
AGREGAT HALUS BINJAI PADA FAS BERBEDA.

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	10-02-18	* CEK DATA U/MIX DESIGN! * CARI STANDARD PEMERIKSAAN! * UJIAN PEMERIKSAAN MATERIAL!	
2.	15-02-18	* BUAT MIX DESIGN! * PROPORSI MATERIAL!	
3.	23-02-18	* LENGKAPI MIX DESIGN! (6 VARIASI). * CEK PROPORSI MASING ² VARIASI	
4.	27-02-18	* CEK MIX DESIGN U/KOREKSI! - LANGKAT (FAS = 0,35). - BINJAI + LANGKAT (FAS = 0,45). - LANGKAT (FAS = 0,55).	
5.	05-03-18	* BUAT B. UJI U/ 28 HR! (KESEWUHAN). * PROPORSI, CEK KEMBALI!	

DOSEN PEMBIMBING I

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



TUGAS AKHIR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUCHTAR BASRI, BA NO.3 TELP : (061) 6622400 Ext. 12 MEDAN 20238

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : RAIHAN MULIA
NPM : 1407210181
JUDUL : EVALUASI AGREGAT HALUS LANGKAT TERHADAP
AGREGAT HALUS BINJAI PADA FAS BERBEDA.

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
6.	24-4-'18	* CEK & PERBAIKI TABULASI DATA !	
7	25-7-'18	* LANJUT BAB IV ! * PERBAIKI GRAFIK & PEMBAHASAN ! * KESIMPULAN ADALAH JAWABAN DARI TUJUAN, PERBAIKI ! * SARAN, JAWABAN KESIMPULAN !	
8.	01-08-'18	ACC !, SELESAI ! SIAP U/ DISEMUKARKAN !	

DOSEN PEMBIMBING I

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



TUGAS AKHIR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUCHTAR BASRI, BA NO.3 TELP : (061) 6622400 Ext. 12 MEDAN 20238

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : RAIHAN MULIA
NPM : 1407210181
JUDUL : EVALUASI AGREGAT HALUS LANGKAT TERHADAP AGREGAT HALUS BINJAI PADA FAS BEREDA.

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	2 Juni 2018	<ul style="list-style-type: none">- Tolong jurnal disiapkan utk referensi penelitian- Dokumentasi dilengkapi dgn data lokasinya.- Ikuti sistematika penulisan yg standart penulisan skripsi.- Penelitian di data resmi dgn SNI-tebaru	

DOSEN PEMBIMBING II

(Sri Prafanti ST.MT)



TUGAS AKHIR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUCHTAR BASRI, BA NO.3 TELP : (061) 6622400 Ext. 12 MEDAN 20238

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : RAIHAN MULIA
NPM : 1407210181
JUDUL : EVALUASI AGREGAT HALUS LANGKAT TERHADAP AGREGAT HALUS BINJAI PADA FAS BEREDA.

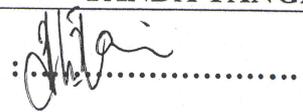
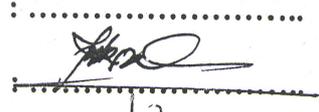
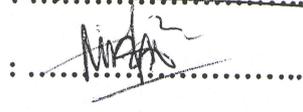
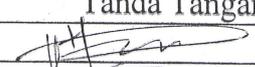
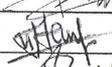
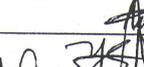
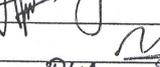
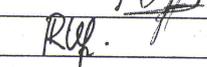
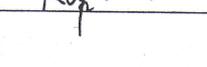
NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	7-7-2018	<ul style="list-style-type: none">- Perbaiki Data yg diketik lebih rapi- Masukkan dalam Bagian lampiran- Data Grafik di beri tanda warna- orrnal dirapikan- lanjutkan penulisan zero kesalahan- lanjutkan di seminar	

DOSEN PEMBIMBING II

(Sri Prafanti ST.MT)

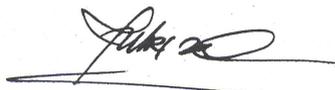
**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2018 – 2019**

Peserta Seminar
 Nama : Raihan Mulia
 NPM : 1407210181
 Judul Tugas Akhir : Evaluasi Agregat Halus Langkat Terhadap Agregat Halus Binjai Pada FAS Berbeda.

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I	: Ir.Ellyza Chairina.M.Si	:	
Pembimbing – II	: Sri Prafanti.S.T.M.T	:
Pembanding – I	: DR.Fahrizal.Z..S.T.M.Sc	:	
Pembanding – II	: Mizanuddin Sitompul.S.T.M.T	:	
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	14072101602	Devita Handa Safitri	
2	1407210209	Sri Wahyunita	
3	1407210124	Adisti	
4	1407210181	Raihan Mulia	
5	1407210095	Aris Alma Wijaya	
6	1507210202P	M. Ardiansyah	
7	1407210021	Topy Shahputra	
8	1107210028	Arjawan	
9	1407210195	M-Yogi Ismayadi	
10	1407210264	Ratna Dewi	

Medan, 03 Dzulhijjah 1439 H
15 Agustus 2018 M

Ketua Prodi. T Sipil


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

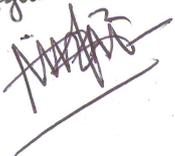
**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Raihan Mulia
NPM : 1407210181
Judul T.Akhir : Evaluasi Agregat Halus Langkat Terhadap Agregat Halus Binjai Pada FAS Berbeda.

Dosen Pembimbing – I : Ir.Ellyza Chairina.M.Si
Dosen Pembimbing – II : Sri Prafanti.S.T.M.T
Doser Pembanding - I : DR.Fahrizal Zulkarnain.S.T.M.Sc
Dosen Pembanding - II : Mizanuddin Sitompul.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
 - ② Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
 - Perbaiki judul
 - Perbaiki rumusan masalah & tujuan
 - Sesuaikan kesimpulan dgn tujuan
 - Cek dan perbaiki penulisan
 - Gambar, Tabel, Pers. harus disujuk pd kalimat
 3. Harus mengikuti seminar kembali sebelumnya
- Perbaikan :
.....
.....
.....
.....

*Acc utu ditandatangani
23 Agustus 2018*


Medan 03 Dzulhijjah 1439H
15 Agustus 2018 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Sipil



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

Dosen Pembanding- II



Mizanuddin Sitompul.S.T.M.T

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

NAMA : Raihan Mulia
NPM : 1407210181
Judul T.Akhir : Evaluasi Agregat Halus Langkat Terhadap Agregat Halus Binjai Pada FAS Berbeda.

Dosen Pembimbing – I : Ir.Eliya Chairina.M.Si
Dosen Pembimbing – II : Sri Prafanti.S.T.M.T
Dosen Pemanding - I : DR.Fahrizal Zulkarnain.S.T.M.Sc
Dosen Pemanding - II : Mizanuddin Sitompul.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain:
 - Perbaiki kelengkapan tulisan pada tiap halaman.
 - Lengkapi studi dalam tulisan & daftar Pustaka
 - koreksi benar.
 - Ganti pada excel & perbaiki
3. Harus mengikuti seminar kembali

Perbaikan :

.....
.....
.....
.....

Araza Syahid disetujui
[Signature] 21/8/2018

Medan 03 Dzulhijjah 1439H
15 Agustus 2018 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Sipil

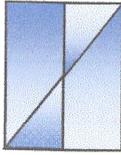
[Signature]

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

Dosen Pemanding- I

[Signature]

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



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	Raihan Mulia

Fine Agregate Passing No. 9.5 mm	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Average
Wt of SSD sample & mold (<i>berat contoh SSD & berat wadah</i>)	1013	994	1004
Wt of SSD sample (<i>berat contoh SSD</i>)	500	500	500
Wt of oven dry sample & mold (<i>berat contoh kering oven & wadah</i>)	1006	985	996
Wt of mold (<i>berat wadah</i>)	519	500	510
Wt of water (<i>berat air</i>)	7	9	8
Wt of oven dry sample (<i>berat contoh kering</i>)	487	485	486
Water content	1,430	1,850	1,640

Medan, 22 Februari 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kept. Muchtar 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	<i>Binjai</i>
Max Dia	4.75 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Raihan mulia

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	482	481	482
Mass of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing, g	18	19	19
Percentage of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing, %	3,60	3,90	3,75

Medan, 22 Februari 2018

DIPERIKSA OLEH

KEPALA LABORATORIUM BETON



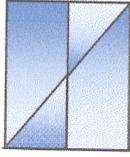
Laboratorium Beton

Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK

UMSU

Jl. Kapten Muktar 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	:	Raihan Mulia

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	494	493	494
Wt of flask + water (<i>berat piknometer penuh air</i>) D	694	688,0	691
Wt of flask + water + sample (<i>berat contoh SSD dalam piknometer penuh air</i>) C	1000	1002	1001
Bulk sp grafitry dry (<i>berat jenis contoh kering</i>) $E/(B+D-C)$	2,55	2,65	2,59
Bulk sp grafitry SSD (<i>berat jenis contoh SSD</i>) $B/(B+D-C)$	2,58	2,69	2,63
Apparent sp grafitry (<i>berat jenis contoh semu</i>) $E/(E+D-C)$	2,63	2,75	2,69
Absortion (<i>penyerapan</i>) $((B-E)/E) \times 100\%$	1,21	1,41	1,31

Medan, 22 Februari 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU

Jl. Kept. Muchtar 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 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	Raihan Mulia
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	19774	20379	21168	20440,33
2	Wt of mold (<i>berat wadah</i>), gr	5300	5300	5300	5300
3	Wt of sample (<i>berat contoh</i>), gr	14474	15079	15868	15140
4	Vol of mold (<i>volume wadah</i>), cm ³	10952,23	10952,23	10952,23	10952,23
5	Unit weight (<i>berat Isi</i>), gr/cm ³	1,322	1,370	1,440	1,377

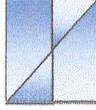
Medan, 22 Februari 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON



LABORATORIUM BETON
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU

Jl. Kapt. Muchtar Basri No. 3 (di samping Gedung Sate) 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



SIEVE ANALYSIS OF FINE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 136 - 84a & ASTM D 448 - 86)	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	Raihan mulia

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	100,00
19.0 (3/4 in)	0	0	0	0,00	0,00	100,00
9.52 (3/8 in)	0	0	0	0,00	0,00	100,00
4.75 (No. 4)	88	86	174	3,41	3,41	96,59
2.36 (No. 8)	299	189	488	9,56	12,98	87,02
1.18 (No.16)	365	364	729	14,29	27,27	72,73
0.60 (No. 30)	601	754	1355	26,60	53,84	46,16
0.30 (No. 50)	660	572	1232	24,15	78,00	22,00
0.15 (No. 100)	411	409	820	16,07	94,08	5,92
Pan	176	126	302	5,92	100	0
Total	2600	2500	5100	100		

$$\text{Fines Modulus (FM)} = \frac{269,58}{100} = 2,70$$

Good gradation class :
 $2.6 \leq FM \leq 2.7$
zona gradasi

Medan, 22 Februari 2018

DIPERIKSA OLEH

KEPALA LABORATORIUM BETON

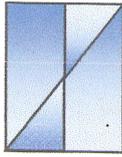


Laboratorium Beton

Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU

Jl. Kapt. Muchtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Elyza 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	Langkat
Max Dia	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Raihan Mulia

Fine Agregate Passing No. 9.5 mm	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Average
Wt of SSD sample & mold (<i>berat contoh SSD & berat wadah</i>)	999	1012	1006
Wt of SSD sample (<i>berat contoh SSD</i>)	500	500	500
Wt of oven dry sample & mold (<i>berat contoh kering oven & wadah</i>)	987	1001	994
Wt of mold (<i>berat wadah</i>)	499	512	506
Wt of water (<i>berat air</i>)	12	11	12
Wt of oven dry sample (<i>berat contoh kering</i>)	488	489	489
Water content	2,459	2,249	2,300

Medan, 22 Februari 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kapt. Muchtar 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	Langkat
Max Dia	4.75 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Raihan mulia

Fine Agregate Passing No. 9.5 mm	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Average
Original dry mass of sample, g	500	500	500
Dry mass of sample after washing, g	485	482	484
Mass of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing, g	15	18	17
Percentage of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing, %	3,00	3,60	3,30

Medan, 22 Februari 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton

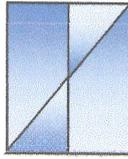
Prodi Sipil

FAKULTAS TEKNIK

UMSU

Jl. Kapt. Muchtar 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	:	Langkat
Max Dia	:	4.75 mm
Project	:	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	:	Raihan Mulia

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	694	698,0	696
Wt of flask + water + sample (<i>berat contoh SSD dalam piknometer penuh air</i>) C	998	1004	1001
Bulk sp grafitry dry (<i>berat jenis contoh kering</i>) $E/(B+D-C)$	2,50	2,53	2,51
Bulk sp grafitry SSD (<i>berat jenis contoh SSD</i>) $B/(B+D-C)$	2,55	2,57	2,56
Apparent sp grafitry (<i>berat jenis contoh semu</i>) $E/(E+D-C)$	2,62	2,64	2,63
Absortion (<i>penyerapan</i>) $((B-E)/E) \times 100\%$	1,83	1,83	1,83

Medan, 22 Februari 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



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	Langkat
Max Dia	4.75 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Raihan Mulia
Diameter & tinggi wadah	d : 24 cm h : 24,2 cm

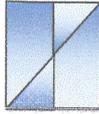
No	Fine Agregate Passing No. 9.5 mm	Sample I	Sample II	Sample III	Rata-rata
1	Wt of sample & mold (<i>berat contoh & wadah</i>), gr	19864	21124	22168	21052,00
2	Wt of mold (<i>berat wadah</i>), gr	5300	5300	5300	5300
3	Wt of sample (<i>berat contoh</i>), gr	14564	15824	16868	15752
4	Vol of mold (<i>volume wadah</i>), cm ³	10952,23	10952,23	10952,23	10952,23
5	Unit weight (<i>berat Isi</i>), gr/cm ³	1,330	1,445	1,540	1,438

Medan, 22 Februari 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. 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



SIEVE ANALYSIS OF FINE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 136 - 84a & ASTM D 448 - 86)	Lab No	:	
	Sampling Date	:	10-Feb-18
	Testing Date	:	10 Februari 2018

Sources Of Sample	Tingkat
Max Dia	40 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Raihan mulia

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	100,00
19.0 (3/4 in)	0	0	0	0,00	0,00	100,00
9.52 (3/8 in)	0	0	0	0,00	0,00	100,00
4.75 (No. 4)	73	78	151	3,22	3,22	95,81
2.36 (No. 8)	145	168	313	9,39	12,89	87,11
1.18 (No.16)	283	184	467	14,44	25,86	74,14
0.60 (No. 30)	430	619	1049	28,97	55,00	45,00
0.30 (No. 50)	410	484	894	23,81	79,83	20,17
0.15 (No. 100)	268	270	538	14,94	94,78	5,33
Pan	91	97	188	5,22	100	0
Total	1700	1900	3600	100		

$$\text{Fines Modulus (FM)} = \frac{271,58}{100} = 2,72$$

Good gradation class :
 $2.6 \leq FM \leq 2.7$
zona gradasi

Medan, 22 Februari 2018

DIPERIKSA OLEH

KEPALA LABORATORIUM BETON

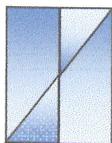


Laboratorium Beton

Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK

UMSU

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



LABORATORIUM BETO
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA
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	Raihan Mulia

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>)	2665	2807	2736,0
Wt of SSD sample (<i>berat contoh SSD</i>)	2200	2300	2250,0
Wt of oven dry sample & mold (<i>berat contoh kering oven & wadah</i>)	2600	2792	2696,0
Wt of mold (<i>berat wadah</i>)	465	507	486,0
Wt of water (<i>berat air</i>)	12	15	13,5
Wt of oven dry sample (<i>berat contoh kering</i>)	2188	2289	2238,5
Water content	0,680	0,650	0,660

Medan, 22 Februari 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton

Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK

UMSU

Jl. Kapt. Muchtar 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	Raihan Mulia

Course Agregate Passing No. 50.8 mm	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Average
Original dry mass of sample, g	3000	3000	3000
Dry mass of sample after washing, g	2987	2983	2985,0
Mass of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing, g	13	17	15,0
Percentage of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing, %	0,43	0,57	0,50

Medan, 22 Februari 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton

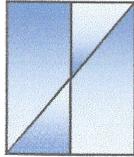
Prodi Sipil

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



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	Raihan Mulia

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	2934	2994	2964
Wt of oven dry sample (<i>berat contoh SSD kering oven 110° C sampai konstan</i>) C	2910	2970	2940
Wt of SSD sample in water (<i>berat contoh jenuh</i>) B	1840	1875	1857,5
Bulk sp grafitry dry (<i>berat jenis contoh kering</i>) C/(A-B)	2,65	2,67	2,66
Bulk sp grafitry SSD (<i>berat jenis contoh SSD</i>) A/(A-B)	2,68	2,65	2,66
Apparent sp grafitry (<i>berat jenis contoh semu</i>) C/(C-B)	2,71	2,71	2,71
Absortion (<i>penyerapan</i>) ((A-C)/C)x100%	0,82	0,80	0,81

Medan, 22 Februari 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kapt. Muchtar 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	Raihan Mulia
Diameter & tinggi wadah	d : 27 cm h : 27 cm

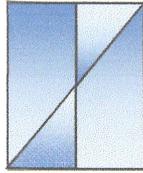
No	Fine Agregate Passing No. 50.8 mm	Sample I	Sample II	Sample III	Rata-rata
1	Wt of sample & mold (<i>berat contoh & wadah</i>), gr	30510	31742	32956	31736
2	Wt of mold (<i>berat wadah</i>), gr	6440	6440	6440	6440
3	Wt of sample (<i>berat contoh</i>), gr	24070	25302	26516	25296
4	Vol of mold (<i>volume wadah</i>), cm ³	15465,21	15465,21	15465,21	15465,21
5	Unit weight (<i>berat Isi</i>), gr/cm ³	1,550	1,630	1,710	1,630

Medan, 22 Februari 2018
 DIPERIKSA OLEH
 KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton
 Prodi Sipil
 FAKULTAS TEKNIK
 UMSU
 Jl. Kapt. Muchtar 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



SIEVE ANALYSIS OF COARSE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 136 - 84a & ASTM D 448 - 86)	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	Raihan Mulia

Sieve Size	Retained Fraction				Cumulative	
	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Total Weight (gr)	%	Retained	Passing
38,1 (1.5 in)	86	87	173	3,04	3,04	96,96
19.0 (3/4 in)	1280	1285	2565	45,00	48,04	51,96
9.52 (3/8 in)	833	923	1756	30,81	78,84	21,16
4.75 (No. 4)	601	605	1206	21,16	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	2800	2900	5700	100		

$$Fines Modulus (FM) = \frac{729,91}{100} = 7,300$$

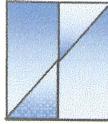
Good gradation class :
 $5.5 \leq FM \leq 7.5$

Medan, 22 Februari 2018
 DIPERIKSA OLEH
 KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton
 Prodi Sipil
 FAKULTAS TEKNIK
 UMSU

Jl. Kapt. Muchtar Basri No. 3 Medan (In 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	Raihan Mulia

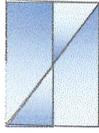
Gradation Tested (<i>gradasi yang diuji</i>)		
Sieve size Retained	Wt of sample before test (<i>berat awal</i>) gr	Wt of sample after test (<i>berat akhir</i>) gr
12,5 (1/2 in)	-	-
9,50 (3/8 in)	-	-
19.1 (3/4 in)	-	1183
4,75 (No 4)	2500	662
2,36 (No 8)	2500	1547
1,18 (No.16)	-	552
0,60 (No.30)	-	-
0.30 (No. 50)	-	-
0.15 (No. 100)	-	-
Pan	-	132
Total	5000	4076
<i>Wt of sample passing No. 12 (berat lolos saringan No. 12)</i>		924
Abrasion (keausan) %		18,480

Medan, 22 Februari 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON



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

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



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



Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton Langkat 0,35
Pemilik Benda Uji : Raihan Mulia
Rencana Mutu Beton : 5,5 Mpa
Bahan Tambah : Normal

Jumlah benda uji : 8 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	1.18	2.41	0.35	5	13-Mar-18	9-Apr-18	12921	12945
2	2	1	1.18	2.41	0.35	5	13-Mar-18	9-Apr-18	12878	12896
3	3	1	1.18	2.41	0.35	5	13-Mar-18	9-Apr-18	12874	12891
4	4	1	1.18	2.41	0.35	5	13-Mar-18	9-Apr-18	12870	12883
5	5	1	1.18	2.41	0.35	4.5	13-Mar-18	9-Apr-18	12976	12988
6	6	1	1.18	2.41	0.35	4.5	13-Mar-18	9-Apr-18	12962	12974
7	7	1	1.18	2.41	0.35	4.5	13-Mar-18	9-Apr-18	12957	12967
8	8	1	1.18	2.41	0.35	4.5	13-Mar-18	9-Apr-18	12953	12975

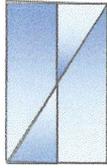
NO	Benda uji	Umur Hari	Beban Tekan (kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian (kg/cm ²)	Estimasi 28 hari (kg/cm ²)	Keterangan
1	1	28	90000	61.37	94.42	oke
2	2	28	88500	60.34	92.84	oke
3	3	28	87000	59.32	91.27	oke
4	4	28	86500	58.98	90.74	oke
4	5	28	98000	66.82	102.8	oke
4	6	28	96000	65.46	100.8	oke
4	7	28	93000	63.41	97.56	oke
4	8	28	91500	62.39	95.99	oke
Kuat Tekan Rata-rata					95.81	

Medan, 24 Juli 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON



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


(E. 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 Langkat 0,45
Pemilik Benda Uji : Raihan Mulia
Rencana Mutu Beton : 41 Mpa

Jumlah benda uji : 8 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	1.66	3.22	0.45	4.5	16-Mar-18	12-Apr-18	12874	12891	
2	2	1	1.66	3.22	0.45	4.5	16-Mar-18	12-Apr-18	12872	12886	
3	3	1	1.66	3.22	0.45	4.5	16-Mar-18	12-Apr-18	12870	12880	
4	4	1	1.66	3.22	0.45	4.5	16-Mar-18	12-Apr-18	12878	12896	
5	5	1	1.66	3.22	0.45	5	16-Mar-18	12-Apr-18	12874	12891	
6	6	1	1.66	3.22	0.45	5	16-Mar-18	12-Apr-18	12780	12792	
7	7	1	1.66	3.22	0.45	5	16-Mar-18	12-Apr-18	12776	12784	
8	8	1	1.66	3.22	0.45	5	16-Mar-18	12-Apr-18	12762	12779	

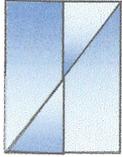
No	Benda Uji	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian (kg/cm ²)	Estimasi 28 hari (kg/cm ²)	Keterangan
1	1	28	87000	59.32	91.26	oke
2	2	28	85500	58.29	89.68	oke
3	3	28	84000	57.27	88.11	oke
4	4	28	88500	60.34	92.83	oke
5	5	28	87000	59.32	91.26	oke
6	6	28	78000	53.18	81.82	oke
7	7	28	77500	52.84	81.29	oke
8	8	28	75000	51.14	78.67	oke
Kuat Tekan Rata-rata					86.87	

Medan, 24 Juli 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
UMSU
Jl. Kapt. Muchtar 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

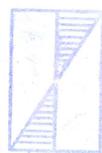


Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton Langkat 0,55
Pemilik Benda Uji : Raihan Mulia
Rencana Mutu Beton : 31 Mpa

Jumlah Benda Uji: 8 buah		Jenis Benda Uji: Silinder 15x30 cm									
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal	Tanggal	Berat (Kg)		
		P.C	Pasir	Kerikil			Cetak	Uji	Cetak	Uji	
1	1	1	2.24	3.96	0.55	4	22-Mar-18	17-Apr-18	12872	12886	
2	2	1	2.24	3.96	0.55	4	22-Mar-18	17-Apr-18	12870	12880	
3	3	1	2.24	3.96	0.55	4	22-Mar-18	17-Apr-18	12762	12779	
4	4	1	2.24	3.96	0.55	4	22-Mar-18	17-Apr-18	12713	12724	
5	5	1	2.24	3.96	0.55	4.5	22-Mar-18	17-Apr-18	12656	12663	
6	6	1	2.24	3.96	0.55	4.5	22-Mar-18	17-Apr-18	12724	12732	
7	7	1	2.24	3.96	0.55	4.5	22-Mar-18	17-Apr-18	12656	12663	
8	8	1	2.24	3.96	0.55	4.5	22-Mar-18	17-Apr-18	12570	12589	

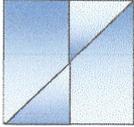
No	Benda Uji	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian (kg/cm ²)	Estimasi 28 hari (kg/cm ²)	Keterangan
1	1	28	85500	58.29	89.68	oke
2	2	28	84000	57.27	88.11	oke
3	3	28	75000	51.14	78.67	oke
4	4	28	72000	49.09	75.52	oke
5	5	28	70500	48.07	73.95	oke
6	6	28	73500	50.11	77.10	oke
7	7	28	70500	48.07	73.95	oke
8	8	28	69000	47.04	72.38	oke
Kuat Tekan Rata- rata					78.67	

Medan, 24 Juli 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



Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton Binjai 0,35
Pemilik Benda Uji : Raihan Mulia
Rencana Mutu Beton : 55 Mpa

Jumlah benda uji: 8 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	1.2	2.44	0.35	4	4-Apr-18	01-May-18	12921	12945
2	2	1	1.2	2.44	0.35	4	4-Apr-18	01-May-18	12870	12880
3	3	1	1.2	2.44	0.35	4	4-Apr-18	01-May-18	12872	12886
4	4	1	1.2	2.44	0.35	4	4-Apr-18	01-May-18	12878	12896
5	5	1	1.2	2.44	0.35	3.8	4-Apr-18	01-May-18	12874	12891
6	6	1	1.2	2.44	0.35	3.8	4-Apr-18	01-May-18	12870	12880
7	7	1	1.2	2.44	0.35	3.8	4-Apr-18	01-May-18	12780	12792
8	8	1	1.2	2.44	0.35	3.8	4-Apr-18	01-May-18	12762	12779

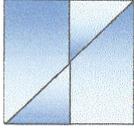
No	Benda Uji	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian (kg/cm ²)	Estimasi 28 hari (kg/cm ²)	Keterangan
1	1	28	90000	61.36	94.40	oke
2	2	28	84000	57.27	88.11	oke
3	3	28	85500	58.29	89.68	oke
4	4	28	88500	60.34	92.83	oke
5	5	28	87000	59.32	91.26	oke
6	6	28	84000	57.27	88.11	oke
7	7	28	78000	53.18	81.82	oke
8	8	28	75000	51.14	78.67	oke
Kuat Tekan Rata-rata					88.11	

Medan, 24 Juli 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON



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

(Ir. Elyza 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 | Binjai 0,45
Pemilik Benda Uji : Raihan Mulia
Rencana Mutu Beton : 41 Mpa

No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji
1	1	1	1.83	3.13	0.45	3.8	7-Apr-18	04-May-18	12762	12779
2	2	1	1.83	3.13	0.45	3.8	7-Apr-18	04-May-18	12713	12724
3	3	1	1.83	3.13	0.45	3.8	7-Apr-18	04-May-18	12724	12732
4	4	1	1.83	3.13	0.45	3.8	7-Apr-18	04-May-18	12759	12766
5	5	1	1.83	3.13	0.45	4	7-Apr-18	04-May-18	12710	12721
6	6	1	1.83	3.13	0.45	4	7-Apr-18	04-May-18	12656	12663
7	7	1	1.83	3.13	0.45	4	7-Apr-18	04-May-18	12570	12589
8	8	1	1.83	3.13	0.45	4	7-Apr-18	04-May-18	12560	12577

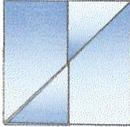
No	Benda Uji	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian (kg/cm ²)	Estimasi 28 hari (kg/cm ²)	Keterangan
1	1	28	75000	51.14	78.67	oke
2	2	28	72000	49.09	75.52	oke
3	3	28	73500	50.11	77.10	oke
4	4	28	74500	50.79	78.15	oke
5	5	28	71500	48.75	75.00	oke
6	6	28	70500	48.07	73.95	oke
7	7	28	69000	47.04	72.38	oke
8	8	28	66000	45.00	69.23	oke
Kuat Tekan Rata-rata					75	

Medan, 24 Juli 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON



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


(Ir. Ellyza Chairina, M.S.i)



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 Binjai 0,55
Pemilik Benda Uji : Raihan Mulia
Rencana Mutu Beton : 31 Mpa

Jumlah Benda Uji: 8 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	2.13	4.15	0.55	3.6	11-Apr-18	08-May-18	12553	12564	
2	2	1	2.13	4.15	0.55	3.6	11-Apr-18	08-May-18	12560	12577	
3	3	1	2.13	4.15	0.55	3.6	11-Apr-18	08-May-18	12559	12575	
4	4	1	2.13	4.15	0.55	3.6	11-Apr-18	08-May-18	12553	12564	
5	5	1	2.13	4.15	0.55	3.8	11-Apr-18	08-May-18	12549	12558	
6	6	1	2.13	4.15	0.55	3.8	11-Apr-18	08-May-18	12550	12561	
7	7	1	2.13	4.15	0.55	3.8	11-Apr-18	08-May-18	12558	12566	
8	8	1	2.13	4.15	0.55	3.8	11-Apr-18	08-May-18	12548	12557	

No	Benda Uji	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian (kg/cm ²)	Estimasi 28 hari (kg/cm ²)	Keterangan
1	1	28	60000	40.91	62.94	oke
2	2	28	66000	45.00	69.23	oke
3	3	28	63000	42.95	66.08	oke
4	4	28	60000	40.91	62.94	oke
5	5	28	52500	35.79	55.07	oke
6	6	28	54000	36.82	56.64	oke
7	7	28	55500	37.84	58.22	oke
8	8	28	51000	34.77	53.50	oke
Kuat Tekan Rata-rata					60.58	

Medan, 24 Juli 2018
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON



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

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)