

TUGAS AKHIR

**PERBANDINGAN KUAT TEKAN BETON YANG
MEMAKAI AGREGAT KASAR DARI BEBERAPA
LOKASI QUARRY**
(Studi Penelitian)

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

Disusun Oleh:

WAHYUNI
1307210265



PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2017

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Wahyuni

NPM : 1307210265

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Perbandingan Kuat Tekan Beton Yang Memakai Agregat Kasar Dari Beberapa Lokasi Quarry (Studi Penelitian)

Bidang ilmu : Struktur.

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

Medan, Oktober 2017

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji

Ir. Elyza Chairina, M.Si

Dosen Pembimbing II / Peguji

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

Dosen Pembanding I / Penguji

Dr. Ade Faisal, ST, MSc

Dosen Pembanding II / Peguji

Mizanuddin Sitompul, S.T., M.T.



Program Studi Teknik Sipil
Ketua,

Dr. Ade Faisal, ST, MSc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Wahyuni

Tempat /Tanggal Lahir: Kutapanjang / 19 juli 1995

NPM : 1307210265

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil,

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

“Perbandingan Kuat Tekan Beton Yang Memakai Agregat Kasar Dari Beberapa Lokasi Quarry”,

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

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

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

Medan, Oktober 2017

Saya yang menyatakan,


UMSU
KAMPUS
B3AEF328610573
6000
LAPIS RIBU RUPIAH
Wahyuni

ABSTRAK

PERBANDINGAN KUAT TEKAN BETON YANG MEMAKAI AGREGAT KASAR DARI BEBERAPA LOKASI QUARRY (STUDI PENELITIAN)

Wahyuni

1307210265

Ir. Ellyza Chairina, MSi

Tondi Amirsyah Putera, ST, MT

Beton adalah suatu material yang secara harfiah merupakan bentuk dasar dari kehidupan sosial modern. Beton merupakan campuran yang homogen antara semen, air dan agregat yang dibuat dengan perbandingan tertentu. Rata-rata beton adalah mempunyai tegangan hancur tekan yang tinggi serta tegangan hancur tarik yang rendah. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui perbandingan kuat tekan beton dari agregat Binjai dan agregat lainnya, yaitu berasal dari Gayo Lues, Takengon dan Sunggal. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan menggunakan metode SK SNI 03-2834-1993. Setelah penelitian dilakukan didapat nilai kuat tekan rata-rata beton normal Binjai sebesar 49,86 MPa, nilai kuat tekan rata-rata beton normal Gayo Lues sebesar 49,60 MPa, nilai kuat tekan rata-rata beton normal Takengon sebesar 48,58 MPa, dan nilai kuat tekan rata-rata beton normal Sunggal sebesar 46,79 MPa. Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan agregat kasar dari Binjai memiliki kuat tekan yang lebih baik dari pada agregat kasar berasal dari Gayo Lues, Takengon dan Sunggal.

Kata kunci: Kuat tekan, agregat kasar.

ABSTRACT

COMPARATIVE PRESS COMPETENCY WITH RUDE AGGREGATE FROM SEVERAL QUARRY LOCATIONS (RESEARCH STUDY)

Wahyuni

1307210265

Ir. Ellyza Chairina, MSi

Tondi Amirsyah Putera, ST, MT

Concrete is a material that is literally the basic form of modern social life. Concrete is a homogeneous mixture of cement, water and aggregates made by a certain ratio. Characteristic of concrete is to have high compressive stress and low tensile stress. This research is intended to find out the compressive strength ratio of concrete from aggregate Binjai and other aggregates, which are from Gayo Lues, Takengon and Sunggal. This research was conducted at Civil Engineering Laboratory of Muhammadiyah University of North Sumatra by using SK SNI 03-2834-1993. After the research was done, the average compressive strength value of Binjai normal concrete was 49.86 MPa, the average compressive strength value of normal concrete of Gayo Lues was 49.60 MPa, the average compressive strength value of Takengon normal concrete was 48,58 MPa, and the average compressive strength value of Sunggal normal concrete is 46,79 MPa. Based on the results of the research, it can be concluded that the rough aggregate use of Binjai has a better compressive strength than the coarse aggregates derived from Gayo Lues, Takengon and Sunggal.

Keywords: Strong press, rough aggregates.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Perbandingan Kuat Tekan Beton Yang Memakai Agregat Kasar Dari Beberapa Lokasi Quarry” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Ibu Ir. Ellyza Chairina, M.Si selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Pelaksana Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Tondi Amirsyah Putera, 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. Ade Faisal, S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Mizanuddin Sitompul, S.T., M.T. selaku Dosen pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, ST., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.

7. Teristimewa sekali kepada Ibunda tercinta Diah dan Ayahanda H. Bahrin, yang telah bersusah payah membesarkan dengan rasa cinta dan kasih sayang yang tulus.
8. Keluarga Penulis: Adik Baharuddin dan Adik Iliyas Yusuf, yang telah memberi dukungan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
9. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Sahabat-sahabat penulis: Stambuk 013 Siang dibidang Stuktur maupun Transportasi dan teman-teman saya Pungky Gustari, Sri Ulina Sidauruk, Tiara Prillolla, Jubaidah Pasaribu, Rahmat Hidayat, Firmansyah Lubis, Ade Hasmudi, Nur Hayati dan teman-teman yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah banyak membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

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

Medan, Oktober 2016

Wahyuni

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR NOTASI	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar belakang	1
1.2 Permasalahan	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Batasan masalah	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Pembahasan	
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Beton	4
2.2 Material Penyusun Campuran Beton	5
2.2.1 Semen	5
2.2.2 Agregat	9
2.2.3 Air	15
2.3 Perencanaan Pembuatan Campuran Beton Standar Menurut SNI 03-2834-1993	16
2.4 <i>Slump Test</i>	24
2.5 Perawatan Beton	25
2.6 Pengujian Kuat Tekan	26

BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	
3.1	Umum	28
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	30
3.3	Bahan dan Peralatan	30
3.3.1	Bahan	30
3.3.2	Peralatan	30
3.4	Persiapan Penelitian	31
3.4.1	Persiapan	31
3.4.2	Pemeriksaan Agregat	31
3.5	Pemeriksaan Agregat Halus	31
3.5.1	Kadar Air Agregat Halus	31
3.5.2	Kadar Lumpur Agregat Halus	32
3.5.3	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	33
3.5.4	Analisa Saringan Agregat Halus	33
3.5.5	Berat Isi Agregat Halus	36
3.6	Pemeriksaan Agregat Kasar (Kerikil)	37
3.6.1	Kadar Air Agregat Kasar	37
3.6.2	Kadar Lumpur Agregat Kasar	38
3.6.3	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	39
3.6.4	Berat Isi Agregat Kasar	40
3.6.5	Analisa Saringan Agregat Kasar	41
3.6.6	Keausan Agregat dengan Mesin Los Angeles	47
BAB 4	ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	
4.1	Perencanaan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>)	50
4.1.1	Data-Data Campuran Beton	50
4.1.2	Metode Pengerjaan <i>Mix Design</i>	76
4.2	Pembuatan Benda Uji	88
4.3	<i>Slump Test</i>	89
4.4	Kuat Tekan Beton	90
4.4.1	Kuat Tekan Beton Normal	91
4.5	Pembahasan	96

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	98
5.2 Saran	98
DAFTAR PUSTAKA	99
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi bahan pembentukan beton	5
Tabel 2.2	Persyaratan mutu dari sifa-sifat kimia semen	8
Tabel 2.3	Batasan gradasi agregat halus	10
Tabel 2.4	Batasan gradaai agregat kasar	14
Tabel 2.5	Kandungan zat kimia didalam air yang diijinkan	16
Tabel 2.6	Faktor pengali untuk standard deviasi bila data hasil uji yang tersedia kurang dari 30	17
Tabel 2.7	Tingkat mutu pekerjaan pembetonan	17
Tabel 2.8	perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton	18
Tabel 2.9	Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimu untuk berbagai macam pembetona dalam lingkungan	20
Tabel 2.10	Toleransi waktu agar pengujian kuat tekan tidak keluar dari batasan waktu yang telah ditoleransikan	26
Tabel 2.11	Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur	27
Tabel 3.1	Hasil pengujian kadar air agregat halus	31
Tabel 3.2	Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus	32
Tabel 3.3	Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus	33
Tabel 3.4	Hasil pengujian analisa saringan agregat halus	34
Tabel 3.5	Hasil penelitian berat isi agregat halus	36
Table 3.6	Hasil pengujian kadar air agregat kasar	37
Tabel 3.7	Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar	38
Tabel 3.8	Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar	39
Tabel 3.9	Hasil penyelidikan berat isi agregat kasar	41
Tabel 3.10	Hasil penelitian analisa saringan agregat kasar	42
Tabel 3.11	Hasil pengujian keausan agregat	47
Tabel 4.1	Perencanaan campuran beton Binjai	51
Tabel 4.2	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	53

Tabel 4.3	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	54
Tabel 4.4	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 32 benda uji	55
Tabel 4.5	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 32 benda uji	56
Tabel 4.6	Perencanaan campuran beton Gayo Lues	58
Tabel 4.7	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	60
Tabel 4.8	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	60
Tabel 4.9	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 32 benda uji	62
Tabel 4.10	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 32 benda uji	63
Tabel 4.11	Perencanaan campuran beton Takengon	64
Tabel 4.12	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	66
Tabel 4.13	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	67
Tabel 4.14	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 32 benda uji	68
Tabel 4.15	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 32 benda uji	69
Tabel 4.16	Perencanaan campuran beton Sunggal	70
Tabel 4.17	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	72
Tabel 4.18	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	73
Tabel 4.19	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 32 benda uji	74
Tabel 4.20	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap	

	saringan dalam 32 benda uji	75
Tabel 4.21	Jumlah kadar air bebas yang ditentukan	78
Tabel 4.22	Hasil pengujian nilai <i>slump</i>	89
Tabel 4.23	Hasil pengujian kuat tekan beton normal Binjai	91
Tabel 4.24	Hasil pengujian kuat tekan beton normal Gayo Lues	92
Tabel 4.25	Hasil pengujian kuat tekan beton normal Takengon	92
Tabel 4.26	Hasil pengujian kuat tekan beton normal Sunggal	93

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Daerah Gradasi Pasir Kasar	11
Gambar 2.2	Daerah Gradasi Pasir Agak Kasar	12
Gambar 2.3	Daerah Gradasi Pasir Agak Halus	12
Gambar 2.4	Daerah Gradasi Pasir Halus	12
Gambar 2.5	Daerah gradasi agregat kasar	14
Gambar 2.6	Hubungan faktor-air-semen dan kuat tekan silinder beton	19
Gambar 2.7	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm	21
Gambar 2.8	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm	21
Gambar 2.9	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm	22
Gambar 2.10	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton	23
Gambar 3.1	Tahapan singkat penelitian yang dilaksanakan	29
Gambar 3.2	Gradasi Agregat Halus, zona 2 pasir sedang	36
Gambar 3.3	Gradasi Agregat Kasar Diameter Maksimum 40 mm	43
Gambar 3.4	Gradasi Agregat Kasar Diameter Maksimum 40 mm	44
Gambar 3.5	Gradasi Agregat Kasar Diameter Maksimum 40 mm	45
Gambar 3.6	Gradasi Agregat Kasar Diameter Maksimum 40 mm	46
Gambar 4.1	Faktor air semen bebas	77
Gambar 4.2	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm	79
Gambar 4.3	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan Berat beton	80
Gambar 4.4	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton	82
Gambar 4.5	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton	84
Gambar 4.6	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan	

	berat isi beton	86
Gambar 4.7	Beban tekan pada benda uji silinder	90
Gambar 4.8	Kuat tekan beton pada umur 7 hari	94
Gambar 4.9	Kuat tekan beton pada umur 28 hari	95
Gambar 4.10	Kuat tekan beton pada umur 7 hari dan 28 hari	95

DAFTAR NOTASI

		Satuan	
A	=	Luas Penampang	(cm ²)
B _j	=	Berat Jenis	(gr/cm 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)
Ø	=	Diameter	(cm)
Kh	=	Persentase berat agregat halus terhadap agregat Campuran	(%)
Kk	=	Persentase berat agregat kasar terhadap agregat Campuran	(%)

BAB 1

PENDAHULUAN

I.I. Latar Belakang

Beton adalah suatu campuran yang terdiri dari semen, pasir, kerikil, dan air yang mempunyai perbandingan tertentu dan air sebagai bahan pembantu pengerasan yang bila diaduk dengan air tanpa bahan tambahan akan mempunyai massa padat dan mutu tertentu. Beton juga merupakan bahan campuran antara semen, agregat kasar, agregat halus, air dan dengan atau tanpa bahan tambahan (*admixture*) dengan perbandingan tertentu yang akan membentuk beton segar. Penggunaan beton merupakan pilihan utama karena beton merupakan bahan dasar yang mudah dibentuk dengan harga yang relative murah dibandingkan dengan bahan konstruksi lainnya.

Batu split adalah salah satu jenis batu material bangunan yang diperoleh dengan cara membelah atau memecah batu yang berukuran besar menjadi ukuran kecil-kecil. *Batu Split* juga sering disebut dengan nama *batu belah*, karena disesuaikan dengan proses mendapatkannya yaitu dengan cara membelah batu.

Secara umum fungsi utama *batu split* dalam sebagai bahan campuran utama untuk pembuatan beton cor. Selain *batu split*, bahan pembuatan beton cor adalah pasir dan semen. Proses pembuatan beton cor ini adalah dengan mencampur *batu split*, pasir dan semen dengan menggunakan media air. Setelah tercampur maka adonan ini dicetak sesuai dengan peruntukannya. Namun demikian setelah melihat jenis ukuran *batu split*, ternyata fungsinya tidak hanya sebagai bahan campuran beton cor saja tetapi juga berfungsi untuk keperluan yang lain.

Untuk mendapatkan *batu split*, bongkahan batu yang diperoleh dari hasil penambangan akan dibelah dengan mesin penghancur (*crusher machine*). Bongkahan batu yang dihancurkan tersebut akan menghasilkan *batu split* berbagai macam ukuran. Batu yang sudah dihancurkan (*crushed*) tersebut kemudian akan dikelompokkan dan disortir berdasarkan ukurannya.

Berdasarkan kutipan hasil penelitian Reza Adeputra Polli (2015), melakukan penelitian kuat tekan beton dengan variasi agregat yang berasal dari beberapa

tempat di Sulawesi Utara dimana nilai kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing daerah bervariasi tentunya berdasarkan karakteristik daerah itu sendiri. Adapun hasil penelitian yang didapat menggunakan campuran agregat kasar berupa batu pecah dan agregat halus berupa pasir dengan variasi pengujian kuat tekan beton pada umur 3,7,14, dan 28 hari. Dari hasil penelitian Reza Adeputra Polli beton yang menggunakan kerikil pecah dan pasir Klabat yang mendapatkan nilai kuat tekan tertinggi dari semua kombinasi agregat pada umur 28 hari yaitu sebesar 30.74 MPa. Hasil penelitian tersebut juga menunjukkan terjadinya penurunan kuat tekan sebesar 3.33 MPa – 6.47 MPa akibat penggunaan kerikil sungai sebagai agregat kasar pada beton.

Dari uraian diatas, dilakukanlah penelitian dengan membandingkan kuat tekan beton normal yg menggunakan agregat kasar dari Kota Binjai dengan agregat kasar dari Kabupaten Gayo Lues, Kabupaten Aceh Tengah, dan Kecamatan Medan Sunggal. Sehingga dapat mengetahui dari kuat tekan beton dengan umur rencana 7 dan 28 hari.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Bagaimana hasil perbandingan kuat tekan beton menggunakan agregat kasar dari Kota Binjai, Kabupaten Gayo Lues, Kabupaten Aceh Tengah dan Kecamatan Medan Sunggal pada perendaman umur 7 hari dan 28 hari.

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

Membandingkan nilai kuat tekan beton normal yang menggunakan agregat kasar dari Binjai dengan agregat kasar dari Kabupaten Gayo Lues, Kabupaten Aceh Tengah dan Kecamatan Medan Sunggal, pada umur rencana 7 dan 28 hari.

1.4 BATASAN MASALAH

Dalam pembuatan Tugas Akhir penulis membatasi permasalahan dalam pengujian kedalam hal-hal dibawah ini :

1. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan nilai kuat tekan beton dengan campuran agregat kasar yang masing-masing dari 4 (daerah) yang berbeda, setelah perendaman selama 7 dan 28 hari.

2. Penelitian ini menggunakan cetakan silinder ukuran 15 cm x 30 cm dengan sebanyak 4 buah sampel untuk masing-masing variasi.
3. Kuat tekan rencana beton yang dipakai pada penelitian ini sebesar 35 MPa.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Untuk mengetahui apakah dengan menggunakan agregat kasar dari Kota Binjai, Kabupaten Gayo Lues, Kabupaten Aceh Tengah dan Kecamatan Medan Sunggal memiliki nilai kuat tekan beton yang sama atau berbeda dan untuk melihat agregat kasar yang paing baik.

1.6 SISTEM PENULISAN

Sistematika penulisan proposal skripsi ini yaitu:

BAB 1 PENDAHULUAN

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

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

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

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

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

BAB 4 ANALISIS DAN PEMECAHAN MASALAH

Bab ini berusaha menguraikan analisis perhitungan dan pemecahan permasalahan yang ada dalam penelitian ini.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini menguraikan kesimpulan yang diperoleh dari analisis yang telah dilakukan berikut saran-saran dari penulis.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Beton

Dalam konstruksi, beton adalah sebuah bangunan komposit yang terbuat dari material yang terdiri dari campuran semen, air, agregat (kasar dan halus) dan bahan tambahan bila diperlukan. Beton normal ialah beton yang mempunyai berat isi 2200-2500 kg/m³ dengan menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah.

Beton normal dengan kualitas yang baik yaitu beton yang mampu menahan kuat desak/hancur yang diberi beban berupa tekanan dengan dipengaruhi oleh bahan-bahan pembentuk, kemudahan pengerjaan atau *workability*, faktor air semen (f.a.s) dan zat tambahan atau *admixture* bila diperlukan.

Biasanya dipercayai bahwa beton mengering setelah pencampuran dan perletakan. Sebenarnya, beton tidak menjadi padat karena air menguap, tetapi semen berhidrasi mengesem komponen lainnya bersama dan akhirnya membentuk material seperti batu. Beton digunakan untuk membuat perkerasan jalan, jembatan, bangunan, dan lain sebagainya.

Beton sendiri merupakan fungsi dari bahan penyusun yang terdiri dari bahan semen atau *Portland cement*, agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah atau *admixture*. Beton juga mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan bahan konstruksi yang lain, diantaranya mempunyai kuat tekan yang besar, tahan terhadap api, mudah membentuk, tidak diperlukan keahlian khusus dalam pembuatannya, dan bahan bakunya mudah untuk didapat sehingga beton unggul dari biaya.

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. 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. Bahan pembentuk beton adalah semen, agregat dan air, berikut akan dijelaskan mengenai ketiga bahan penyusun utama beton tersebut dan bahan pengisi yang saat ini sering digunakan.

2.2.1. Semen

Semen merupakan bahan hidrolis yang dapat bereaksi secara kimia dengan air, disebut dengan hidrasi, sehingga dapat membentuk material batu padat. Pada umumnya semen untuk bahan bangunan adalah tipe semen *Portland*. Semen ini dibuat dengan cara menghaluskan silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis dan dicampur dengan bahan gips. Semen berfungsi untuk merekatkan butiran-butiran agregat dalam adukan beton agar terjadi susut massa yang padat. Pasta semen adalah campuran antara semen dengan air.

Portland cement (PC) umum pada berbagai tipe (yang memenuhi spesifikasi standar ASTM C 150) dapat digunakan untuk memperoleh campuran beton dengan kekuatan tekan sampai dengan 50 MPa. Untuk mendapatkan kuat tekan yang lebih tinggi saat mempertahankan *workability* yang baik, sangat perlu untuk menggunakan *admixture* yang dikombinasikan dengan semen. Pada kasus tersebut, kompatibilitas semen *admixture* menjadi sebuah hal yang penting.

Pengalaman telah memperlihatkan bahwa, dengan penggunaan tipe *superplasticizer naphthalene sulfonate* atau *melamine sulfonate*, *Portland cement* dengan kadar C_3A dan alkali yang rendah umumnya menghasilkan campuran

beton yang memperlihatkan hilangnya slump tinggi sejalan dengan waktu. Situasi ini telah berubah karena telah dilaporkan bahwa *polyacrylate copolymer*, sebuah generasi baru *superplasticizer*, tidak menyebabkan kehilangan *slump* yang berlebihan pada kebanyakan jenis semen portland maupun semen portland campuran.

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

a). Semen Hidrolis

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

b). Semen Non-Hidrolis

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

1. Semen *Portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker, yang terutama terdiri atas silikat kalsium yang bersifat hidrolis dan bahan tambahan yang digunakan biasanya gips.
2. Semen *Pozolon* adalah semen dengan kandungan silikat tinggi, sedikit kurang kompak (*slightly consolidate*) berbentuk butiran-butiran halus seperti debu vulkanik dan tanah diatom yang memiliki sifat dapat bereaksi dengan kapur dalam larutan bersifat

kalsium silikat hidrat yang tidak mudah larut sehingga bersifat seperti semen yang telah mengalami proses pengerasan.

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

Bahan baku untuk pembuatan semen terdiri atas:

- a. Kapur (CaI)
- b. Silika (SiO₂)
- c. Alumina (Al₂O₃)
- d. Fe₂O₃

Keempatnya bereaksi satu sama lain di dalam membentuk klinker (setelah dipanaskan pada temperatur 1400°C). Klinker tersebut mengandung 4 senyawa kompleks, yaitu:

- *Tricalcium Silicate (C₃S)*
- *Dicalcium Silicate (C₂S)*
- *Tricalcium Aluminate (C₃A)*
- *Tetra Calcium Aluminoferrit (C₄AF)*

Tabel 2.2: Persyaratan mutu dari sifat-sifat kimia semen (ASTM C150, 1985).

Uraian	Tipe Semen				
	I	II	III	IV	V
MgO, % maksimm	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
SO ₃ , % maksimum	-	-	-	-	-
C ₃ A ≤ 8,0 %	3,0	3,0	3,5	2,3	2,3
C ₃ A ≤ 8,0 %	3,5	-	4,5	-	-
Hilang Pijar, % maksimum	3,0	3,0	3,0	2,5	2,5
Bagian tak larut,% maksimum	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Alkali sebagai Na ₂ O, % maksimum	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
C ₂ S, % maksimum	-	-	-	35	-
C ₃ S, % maksimum	-	-	-	40	-
C ₃ A, % maksimum	-	8	15	7	5
C ₃ AF + 2C ₃ A, atau C ₄ AF + C ₂ F, maksimum	-	-	-	-	20
C ₃ S + C ₃ A, % maksimum	-	58	-	-	-

Penjelasan mengenai tipe semen yang disebutkan pada Tabel 2.2 adalah:

1. Semen Portland Tipe I adalah semen Portland untuk penggunaan umum tanpa persyaratan khusus.
2. Semen Portland Tipe II adalah semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan kalor hidrasi sedang.
3. Semen Portland Tipe III adalah semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Semen Portland Tipe IV adalah semen dengan panas hidrasi yang rendah. Jenis ini khusus digunakan untuk penggunaan panas hidrasi serendah-rendahnya.
5. Semen Portland Tipe V adalah semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

2.2.2. Agregat

Agregat merupakan bahan penyusun beton yang dominan, yaitu berkisar antara 60% - 80%, maka sifat-sifat agregat ini mempunyai pengaruh cukup besar terhadap perilaku beton, akan tetapi berpengaruh juga pada ketahanan (*durability*). Mutu agregat harus benar-benar diperhatikan agar didapat mutu beton yang baik. 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 sumbernya, agregat dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

a. Agregat alami

Terbentuk melalui proses alami yaitu proses erosi dan degradasi sehingga membentuk partikel-partikel bulat yang permukaannya licin, agregat alami ini dapat diperoleh dari alam.

b. Agregat yang mengalami proses pengolahan terlebih dahulu

Agregat ini dapat ditemukan didaerah pegunungan dan perbukitan sehingga diperlukan proses pengolahan terlebih dahulu sebelum dapat dipergunakan sebagai agregat campuran beton.

c. Agregat buatan (*Artificial Aggregates*)

Di Indonesia, bahan dasar agregat buatan ini adalah lempung. Berat jenis agregat buatan ini berkisar 0,8 - 1,0 t/m³ sehingga dikenal sebagai agregat ringan buatan.

Agar kekuatan yang diinginkan dapat tercapai, maka dalam pelaksanaan dilapangan, agregat tersebut harus memenuhi syarat-syarat yang telah ditetapkan menurut ASTM C33. Secara umum, agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu:

a. Agregat Halus

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

dengan syarat harus dibersihkan dari lempung atau tanah liat. Agregat halus dan pasir mempengaruhi proses reaksi pada hidrasi semen dalam beton.

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

Maksud penggunaan agregat halus didalam adukan beton adalah:

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

Penilaian terhadap mutu agregat halus dapat ditinjau dari beberapa segi:

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

SK.SNI T-15-1990-03 memberikan syarat-syarat untuk agregat halus yang diadopsi dari *British Standar* di Inggris. Agregat halus dikelompokkan dalam empat zona (daerah) seperti dalam Tabel 2.3. Tabel tersebut dijelaskan dalam Gambar 2.1 - 2.4 untuk mempermudah pemahaman.

Tabel 2.3: 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

Tabel 2.3: Lanjutan.

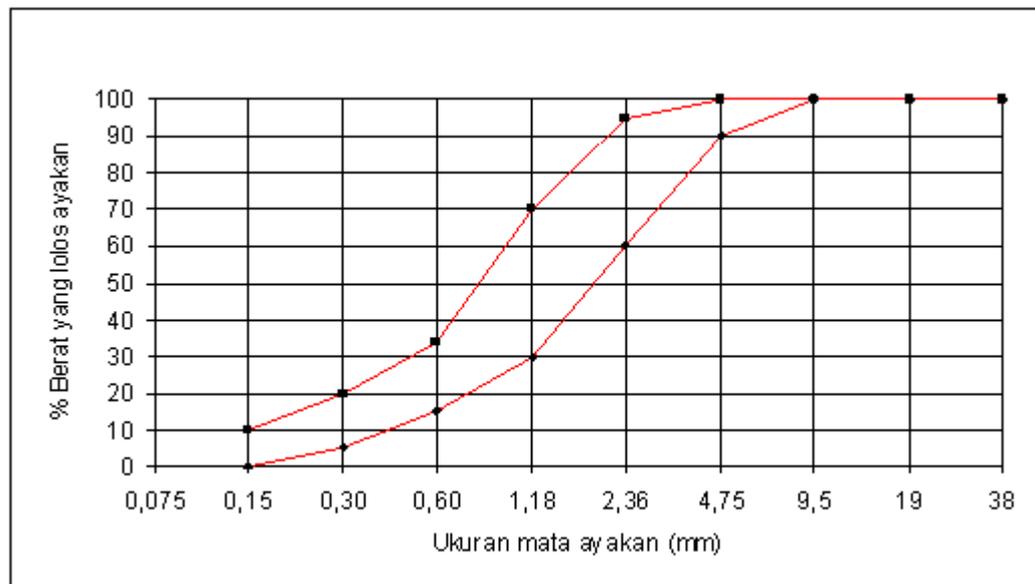
Lubang Ayakan (mm)	No	Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan			
		I	II	III	IV
2,4	No.8	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	No.16	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	No.30	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	No.50	5-20	8-30	12-40	15-50
0,25	No.100	0-10	0-10	0-10	0-15

Keterangan : - Daerah Gradasi I = Pasir Kasar

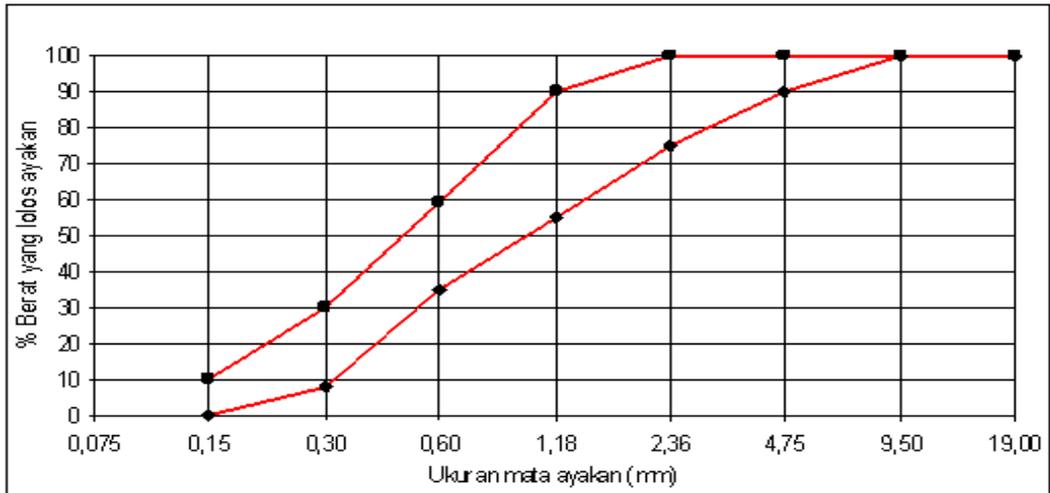
- Daerah Gradasi II = Pasir Agak Kasar

- Daerah Gradasi III = Pasir Agak Halus

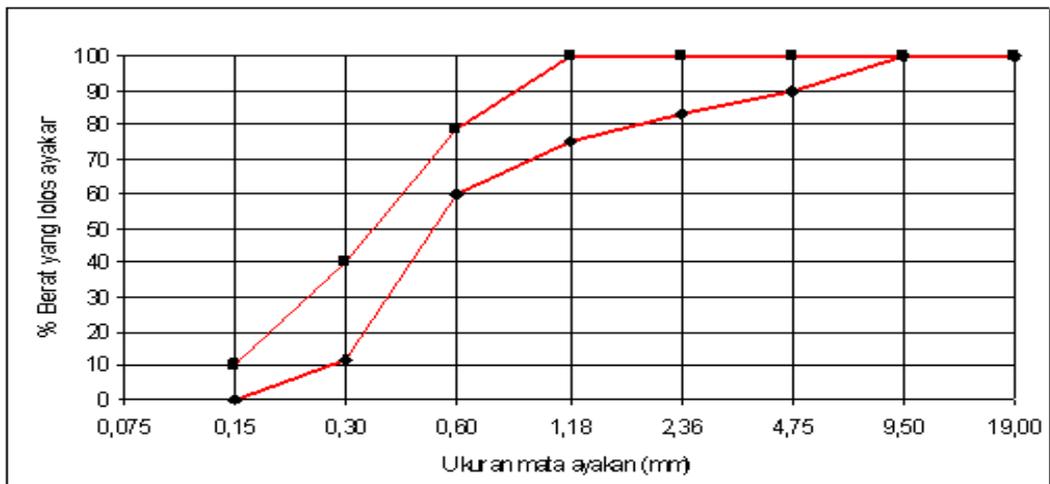
- Daerah Gradasi IV = Pasir Halus



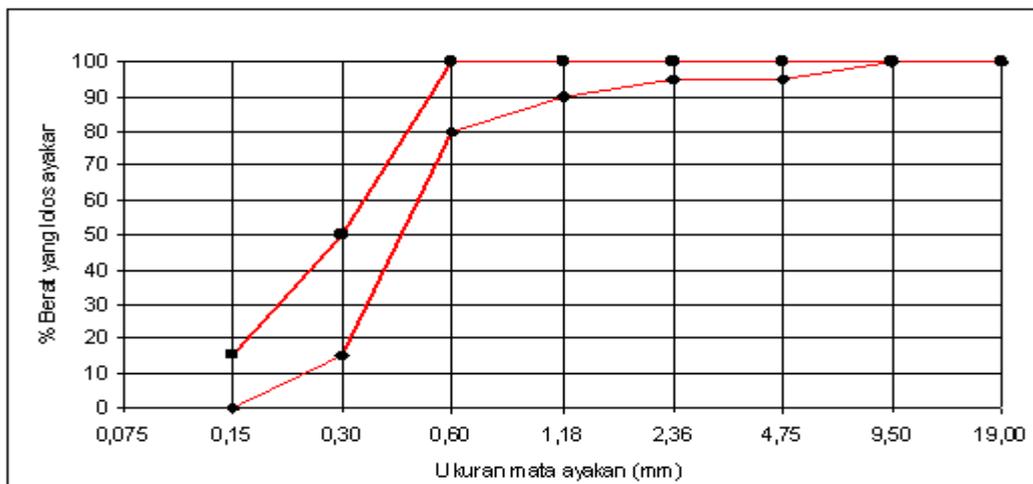
Gambar 2.1: Daerah gradasi pasir kasar (SNI 03-2834-1993).



Gambar 2.2: Daerah gradasi pasir sedang (SNI 03-2834-1993).



Gambar 2.3: Daerah gradasi pasir agak halus (SNI 03-2834-1993).



Gambar 2.4: Daerah gradasi pasir halus (SNI 03-2834-1993).

Pada penelitian ini sesuai dengan standar SNI, agar agregat halus diteliti terhadap:

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

b. Agregat Kasar

Agregat kasar dapat berupa kerikil sebagai hasil gesintergrasi alami dari batu-batuan atau batu pecah yang diperoleh dari pemecah batu. Pada umumnya agregat kasar memiliki ukuran minimum lebih besar dari 4,75 mm.

Agregat kasar memiliki butir-butir kasar yang mengandung butir-butir pipih hanya dapat dipakai apabila jumlah butir-butir pipih tersebut tidak melampaui 20% dari berat agregat seluruhnya. Butir-butir agregat harus bersifat kekal, artinya tidak pecah ataupun hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari atau hujan.

Menurut ASTM C33-85 agregat kasar untuk beton harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

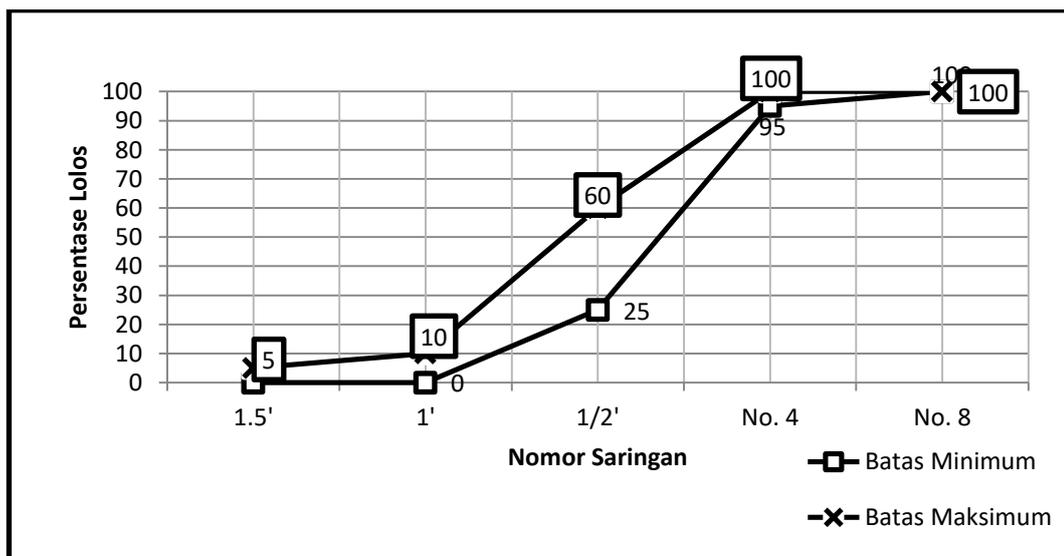
1. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% terhadap berat kering. Apabila kadar lumpur melampaui 1% maka agregat kasar harus dicuci.
2. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat reaktif alkali.
3. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir 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 kumulatif 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 *British Standard (B.S)*, gradasi agregat kasar (kerikil/batu pecah) yang baik sebaiknya masuk dalam batas, batas yang tercantum dalam Tabel 2.3. Tabel tersebut dijelaskan pada Grafik 2.5 untuk mempermudah pemahaman.

Tabel 2.4: Batas Gradasi Agregat Kasar (Panduan Pelaksanaan Praktikum Beton).

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir Lewat Ayakan, Diameter Terbesar 37,5 mm	
	Minimum	Maksimum
37,5 (1,5 in)	0	5
25 (1 in)	0	10
12,5 (½ in)	25	60
4,75 (No. 4)	95	100
2,36 (No. 8)	100	100



Gambar 2.5: Daerah gradasi agregat kasar (ASTM C 33-86).

2.2.3. Air

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

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

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

Proses pengikatan, pengerasan semen atau hidrasi pada beton akan berjalan dengan baik jika menggunakan air yang memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Air harus bersih, tidak berbau, tidak mempunyai rasa, dan dapat dikonsumsi sebagai air minum.
2. Tidak mengandung lumpur, minyak, benda-benda terapung yang dapat dilihat secara visual.
3. Tidak mengandung alkali atau garam-garam yang terlarut dan dapat merusak beton.
4. Tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2gr/lt.
5. Kandungan klorida tidak lebih dari 500 ppm dan senyawa sulfat tidak lebih dari 1000 ppm sebagai SO_4 , dimana ppm adalah singkatan dari *part permillion* yaitu kandungan zat kimia yang masih diperbolehkan.
6. Di analisa secara kimia dan mutunya dievaluasi menurut pemakaian.

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

Pemakaian air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak seluruhnya selesai.

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

Kandungan Unsur kimia	Konsentrasi (Maksimum)
Chloride	
a. Beton prategang	500 ppm
b. Beton bertulang	1000 ppm
Alkali ($\text{Na}_2\text{O} + 0,658 \text{ k}_2\text{O}$)	600 ppm
Sulphate (SO_4)	1000 ppm
Total solid	50000 ppm

2.3. Perencanaan Pembuatan Campuran Beton Standar Menurut SNI 03-2834-1993

Langkah-langkah pokok cara perancangan menurut standar ini ialah:

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

Faktor pengali untuk standar deviasi dengan hasil uji 30 atau lebih dapat dilihat pada Tabel 2.6. pada Tabel ini kita dapat langsung mengambil nilai standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang akan dicetak.

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

Tabel 2.6: Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia kurang dari 30 (SNI 03-2834-1993).

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.

Tabel 2.7: Tingkat mutu pekerjaan pembetonan (Mulyono, 2004).

Tingkat mutu pekerjaan	S (Mpa)
Memuaskan	2,8
Hampir Memuaskan	3,5
Sangat Baik	4,2
Baik	5,7
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 2.6.

8. Faktor air semen maksimum.

9. Penetapan nilai *slump*.

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

10. Penetapan besar butir agregat maksimum.

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

11. Jumlah kadar air bebas

Kadar air bebas ditentukan pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8: Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton (SNI 03-2834, 1993).

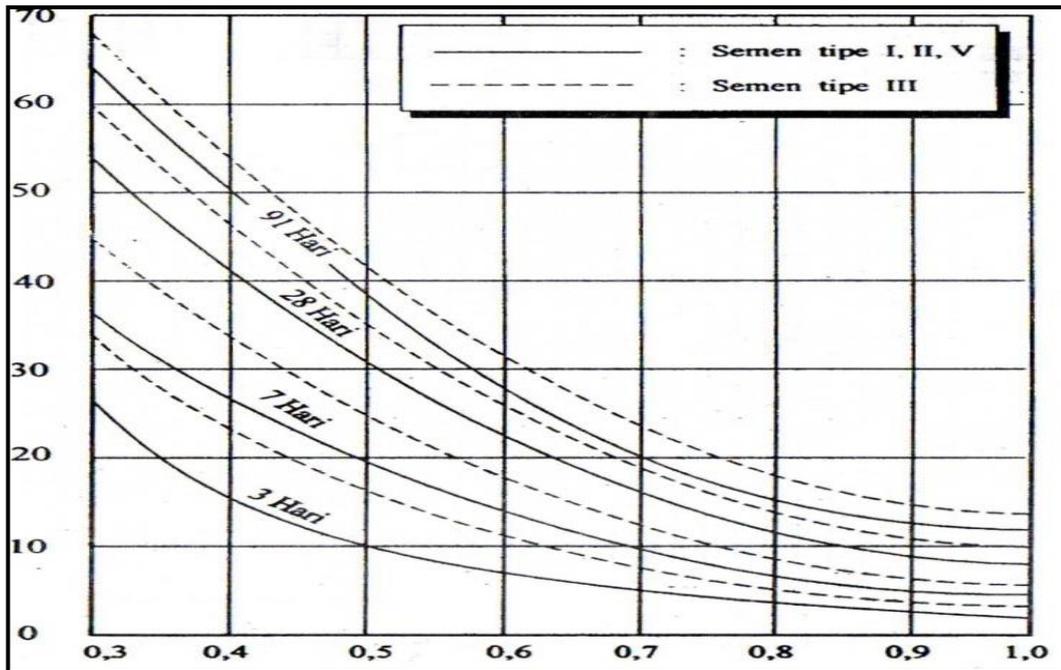
Ukuran Besar Butir Agregat Maksimum (mm)	Jenis Agregat	Slump (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Batu tak di pecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak di pecah	137	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak di pecah	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

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

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

W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar



Faktor air-semen

Gambar 2.6: Hubungan faktor-air-semen dan kuat tekan silinder beton (Mulyono, 2005).

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

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

Fas = Faktor air per meter kubik beton
13. Jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan, dapat diabaikan.
14. Menentukan jumlah semen semimumimum mungkin. Dapat dilihat pada Tabel 2.9.
 Dari tabel tersebut kita dapat mengambil jumlah semen minimum maupun nilai faktor air semen maksimum menurut kondisi beton yang akan dicetak nantinya.

Tabel 2.9: Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus (SNI 03-2834-1993).

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

15. Menentukan faktor air semen yang disesuaikan jika jumlah semen berubah karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan), maka faktor air semen harus diperhitungkan kembali.

16. Penetapan jenis agregat halus:

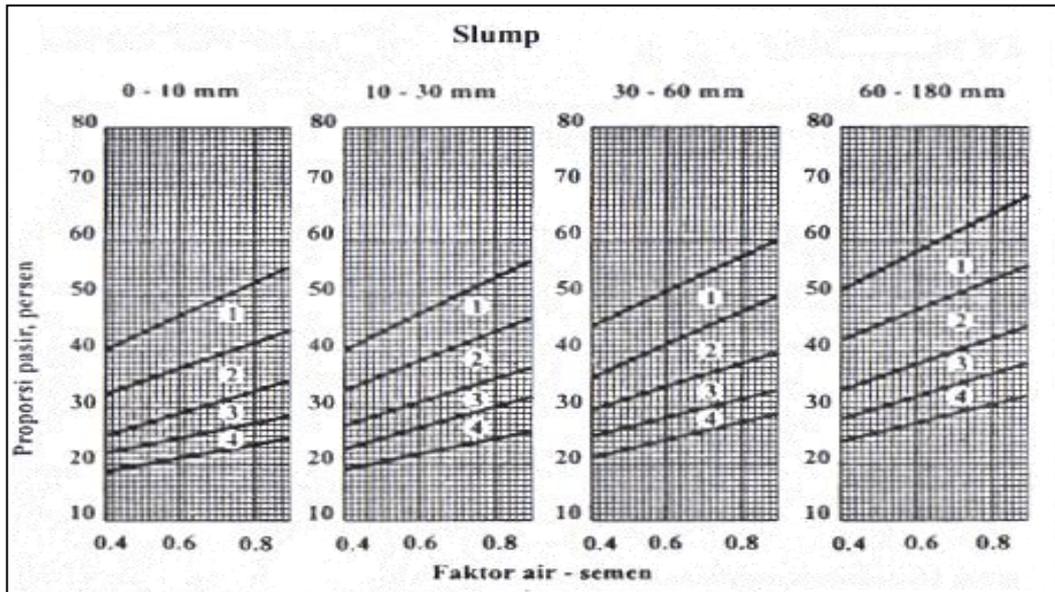
Agregat halus diklasifikasikan menjadi 4 jenis, yaitu pasir kasar (Gambar 2.1) , agak kasar (Gambar 2.2), agak halus (Gambar 2.3) dan pasir halus (Gambar 2.4).

17. Penetapan jenis agregat kasar menurut Gambar 2.5.

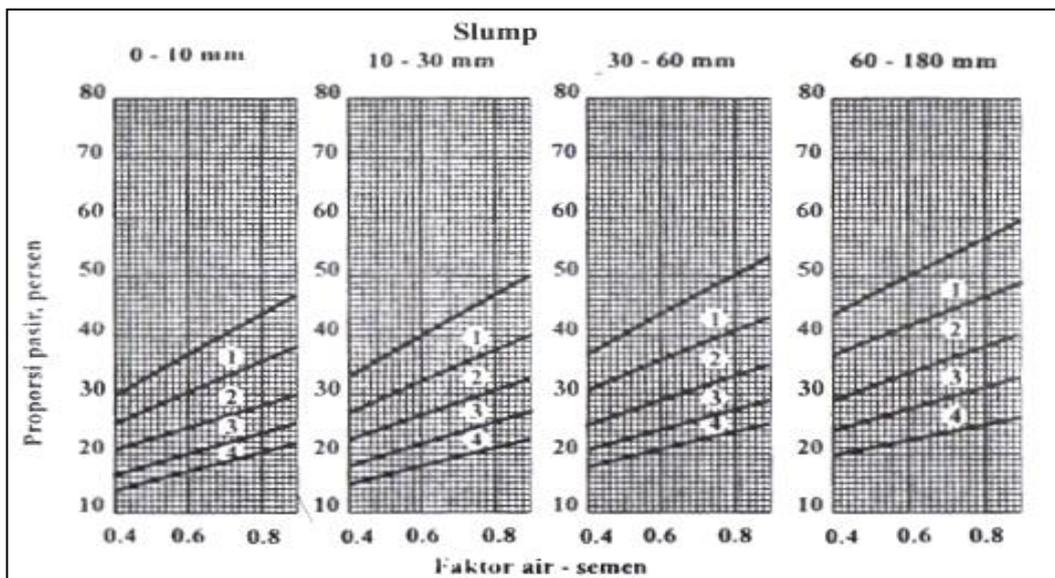
18. Persentase agregat halus terhadap agregat campuran.

Persentase agregat halus ditetapkan dengan cara menghubungkan faktor air semen menurut butir 15 dan daerah susunan butir 16, secara tegak lurus

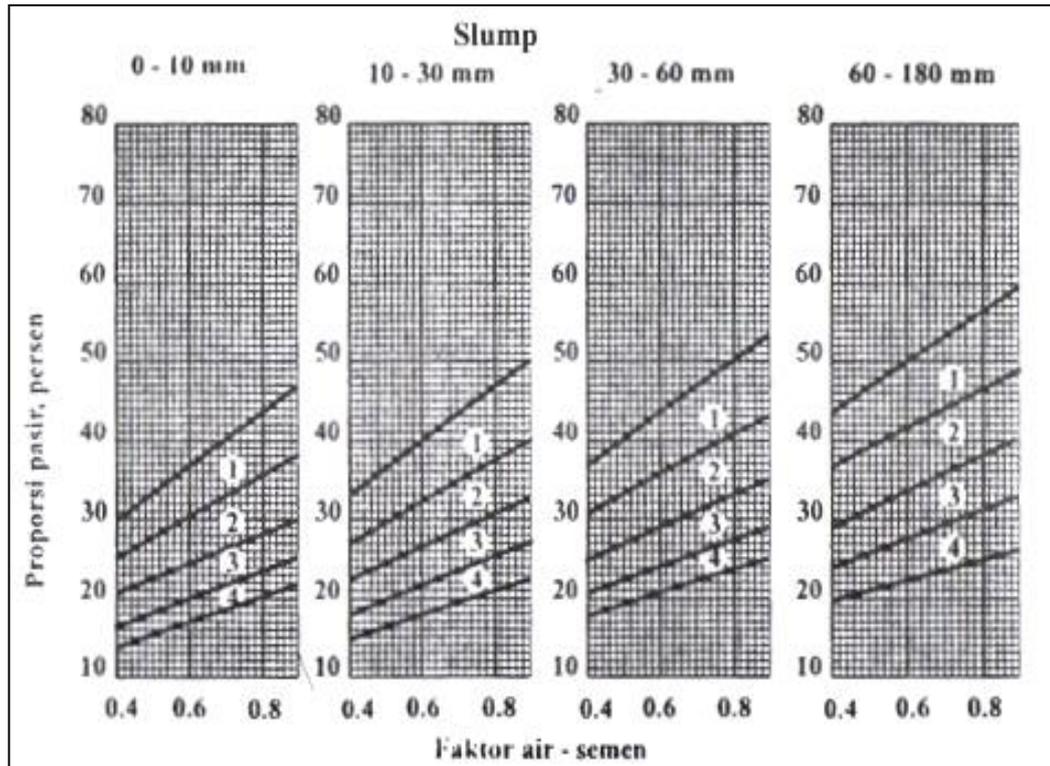
berpotongan dengan mengetahui nilai *slump* menurut butir 9. Dapat dilihat pada Gambar 2.7, Gambar 2.8, dan Gambar 2.9.



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



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



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

19. Berat jenis agregat campuran.

Berat jenis agregat campuran dihitung dengan rumus pers. 2.4:

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

Dimana:

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

B_{jh} = berat jenis agregat halus

B_{jk} = berat jenis agregat kasar

K_h = persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran.

K_k = persentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran.

20. Perkiraan berat isi beton

Perkiraan berat isi beton diperoleh dari Gambar 2.10.

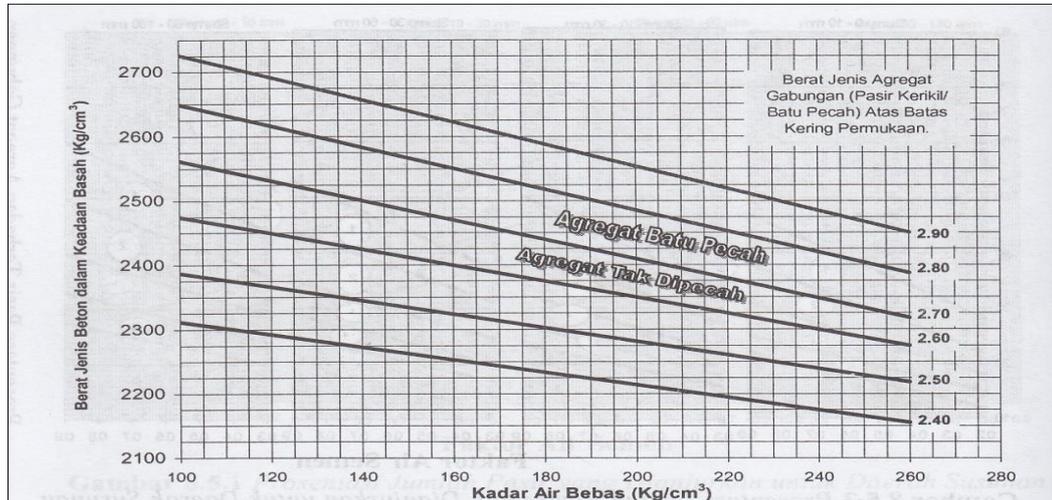
21. Menghitung kebutuhan berat agregat campuran.

Kebutuhan berat agregat campuran dihitung dengan rumus pers. 2.5:

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

Dengan:

- $W_{agr,camp}$ = Kebutuhan berat agregat campuran per meter kubik beton (kg/m^3)
- W_{btn} = Berat beton per meter kubik beton (kg/m^3)
- W_{air} = Berat air per meter kubik beton (kg/m^3)
- W_{smn} = Berat semen per meter kubik beton (kg/m^3)



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

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

Kebutuhan agregat halus dihitung dengan rumus pers. 2.6:

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

Dengan:

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

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

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

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

Dengan :

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

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

24. Proporsi campuran, kondisi agregat dalam kejadian jenuh kering permukaan semen, air, agregat halus dan agregat kasar harus dihitung dalam per m³ adukan.

25. Koreksi proporsi campuran menurut perhitungan

Apabila agregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan proporsi campuran harus dikoreksi terhadap kandungan air dalam agregat. Koreksi proporsi campuran harus dilakukan terhadap kadar air dalam agregat paling sedikit satu kali dalam sehari dan harus dihitung sesuai dengan rumus pers. 2.8, 2.9, dan 2.10:

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

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

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

Dengan:

B adalah jumlah air (kg/m³)

C adalah agregat halus (kg/m³)

D adalah jumlah agregat kasar (kg/m³)

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 (%)

a. *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.

b. 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.

c. Pengujian Kuat Tekan

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

Untuk melakukan pengujian kuat tekan benda uji digunakan alat *Universal Testing Machine*. Beban yang bekerja akan didistribusikan secara merata dan kontinyu melalui titik berat sepanjang sumbu longitudinal dengan tegangan yang dihitung dengan rumus sesuai pers. 2.11:

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

Dimana:

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

P = Beban tekan (kg)

A = Luas penampang (cm^2)

Menurut ASTM C-39 (1993), pengujian kuat tekan beton memiliki toleransi waktu yang telah diatur sedemikian rupa sehingga diharapkan pada saat melakukan pengetesan, tidak melebihi atau kurang dari waktu yang telah ditentukan, sesuai dengan Tabel 2.10.

Tabel 2.10: Toleransi waktu agar pengujian kuat tekan tidak keluar dari batasan waktu yang telah ditoleransikan (ASTM C-39, 1993).

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

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

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

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

Dimana:

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

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

koefisien = koefisien dari umur beton

Koefisien dari umur beton diperoleh dari jumlah hari beton selesai dicetak hingga beton di tes kuat tekannya. Pada Tabel 2.11 dijelaskan beberapa koefisien umur hari pada beton.

Tabel 2.11: Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur (Tjokrodinuljo,2007).

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

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Umum

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

1. Data primer

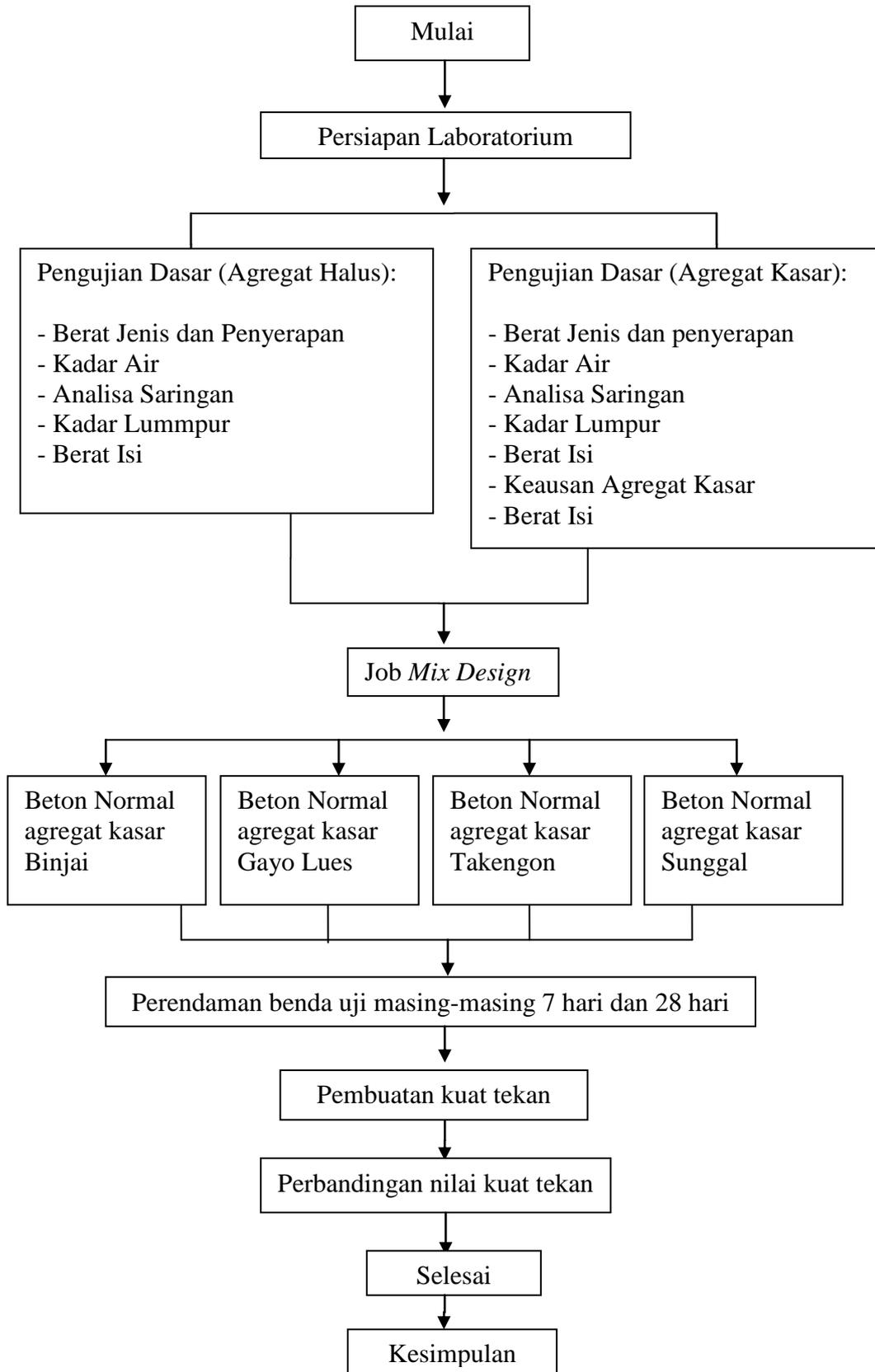
Data yang diperoleh dari hasil perhitungan di laboratorium seperti:

- a. Analisa saringan agregat
- b. Berat jenis dan absorpsi
- c. Pemeriksaan agregat kasar dengan Los Angeles
- d. Pemeriksaan berat isi agregat
- e. Pemeriksaan kadar air agregat
- f. *Mix design* (perbandingan dalam campuran beton)
- g. Kekentalan adukan beton segar (*slump*)
- h. 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 (1993), PBI (Peraturan Beton Indonesia), ASTM C33 (1985) serta buku-buku atau literatur sebagai penunjang guna untuk memperkuat suatu penelitian yang dilakukan.

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



Gambar 3.1: Bagan alir proses pengerjaan beton.

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dimulai pada Maret 2017 hingga Agustus 2017. Penelitian dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Jl.Kaptan Mukhtar Basri No.3 Medan, dengan kelengkapan peralatan laboratorium yang berstandar.

3.3. Bahan dan Peralatan

3.3.1. Bahan

Komponen bahan pembentuk beton yang digunakan yaitu:

a. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Andalas PPC (*Portland Pozzolan Cement*).

b. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang diperoleh dari Binjai.

c. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu pecah yang diperoleh dari daerah Binjai, Kabupaten Gayo Lues, Kabupaten Aceh Tengah dan Kecamatan Medan Sunggal.

d. Air

Air yang digunakan berasal dari PDAM Tirtanadi Medan.

3.3.2. Peralatan

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

1. Satu set saringan untuk agregat halus dan agregat kasar
2. Satu set alat untuk pemeriksaan berat jenis agregat halus dan kasar
3. Timbangan
4. Alat pengaduk beton (*mixer*)
5. Cetakan benda uji berbentuk silinder
6. Alat kuat tekan (*compression*)
7. Mesin *Los Angeles*
8. Satu set alat *Slump test*

3.4. Persiapan Penelitian

3.4.1. Persiapan

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

3.4.2. Pemeriksaan Agregat

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

3.5. Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir)

Penyelidikan ini meliputi beberapa tahapan/pemeriksaan diantaranya :

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

3.5.1. Kadar Air Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C566 tentang kadar air agregat halus. Dari hasil penyelidikan di dapat data-data seperti Tabel 3.1:

Tabel 3.1: Hasil pengujian kadar air agregat halus.

Test / Pengujian	Contoh I (gr)	Contoh II (gr)
<i>Wt. Of SSD sample & Mould</i> (Berat Contoh SSD + Wadah) (W1) gr	874	929
<i>Wt of Oven Dry Sample & Mould</i> (Berat contoh kering oven + berat wadah) (W2) gr	859	913

Tabel 3.1: *Lanjutan.*

Test / Pengujian	Contoh I (gr)	Contoh II (gr)
<i>Wt of Mould</i> (Berat wadah) (W3) gr	174	179
<i>Wt of Water</i> (Berat Air) (W1-W2) gr	15	16
<i>Wt of Oven Dry Sample</i> (Berat contoh kering) (W2-W3) gr	685	734
<i>Water Content</i> (Kadar Air) $(W1-W2)/(W2-W3) \times 100\%$	2.19	2.18
Rata-rata	2.18	

Berdasarkan Tabel 3.1 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar air pada agregat halus yang telah diteliti di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil UMSU, didapat rata-rata kadar air sebesar 2,18%. Percobaan ini dilakukan sebanyak dua kali pengujian, pada contoh pertama, kadar air yang didapat sebesar 2,19%, sedangkan contoh kedua didapat kadar air sebesar 2,18%. Hasil diatas tersebut telah memenuhi standar yang ditentukan yaitu 2% - 20%.

3.5.2. Kadar Lumpur Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C117. Tabel 3.2 menjelaskan hasil penyelidikan Kadar Lumpur Agregat Halus yang rata-ratanya diperoleh sebesar 3,2%. Hasil pengujian tersebut telah memenuhi ketentuan nilai kadar lumpur dalam agregat halus dengan nilai maksimalnya sebesar 5% (PBI, 1971).

Tabel 3.2: Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus.

Agregat Halus Lolos Saringan No.4	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat Kering contoh (gr)	500	500	500
Berat kering contoh setelah dicuci (gr)	483	485	484
Berat kotoran agregat lolos saringan (No.200) setelah dicuci (gr)	17	15	16

Tabel 3.2: *Lanjutan.*

Agregat Halus Lolos Saringan No.4	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Persentase kotoran agregat lolos saringan (No.200) setelah dicuci (%)	3.4	3	3.2

3.5.3. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus

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

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

<i>Fine Agregate Passing No. 4 mm</i>	<i>Sample I</i>	<i>Sample II</i>	<i>Average</i>
(berat contoh SSD kering permukaan jenuh)B	500	500	500
(berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan) E	492	491	492
(Berat piknometer penuh air) D	703	698	701
(berat contoh SSD dalam piknometer penuh air)	1007	1006	1007
Berat jenis contoh kering $E/(B+D-C)$	2.51	2.56	2.53
Berat jenis contoh SSD $B/(B+D-C)$	2.55	2.60	2.58
Berat jenis contoh semu $E/(E+D-C)$	2.62	2.68	2.65
Penyerapan $((B-E)/E) \times 100\%$	1.63	1.83	1.73

3.5.4. Analisa Saringan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C33 tentang analisa saringan agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.5 dan batas

gradasi agregat halus pada Gambar 3.4, sehingga diketahui modulus kehalusan agregat halus yang diperiksa.

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

Nomor Saringan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Berat Total (gr)	%	Tertahan	Lolos
						100
1,5	0	0	0	0.00	0.00	100
$\frac{3}{4}$	0	0	0	0.00	0.00	100
$\frac{3}{8}$	0	0	0	0.00	0.00	100
No. 4	49	56	105	4.68	4.68	95.32
No. 8	82	94	176	7.85	12.53	87.47
No. 16	176	181	357	15.92	28.46	71.54
No. 30	264	275	539	24.04	52.50	47.50
No.50	282	289	571	25.47	77.97	22.03
No. 100	177	180	357	15.92	93.89	6.11
Pan	66	71	137	6.11	100.00	0.00
Total	1096	1146	2242	100		

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

Total berat pasir = 2000 gram

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$\text{No.4} = \frac{20}{2000} \times 100\% = 1,00\%$$

$$\text{No.8} = \frac{118}{2000} \times 100\% = 5,90\%$$

$$\text{No.16} = \frac{370}{2000} \times 100\% = 18,50\%$$

$$\begin{aligned} \text{No.30} &= \frac{532}{2000} \times 100\% = 26,60\% \\ \text{No.50} &= \frac{605}{2000} \times 100\% = 30,25\% \\ \text{No.100} &= \frac{279}{2000} \times 100\% = 13,95\% \\ \text{Pan} &= \frac{76}{2000} \times 100\% = 3,80\% \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

$$\begin{aligned} \text{No.4} &= 0 + 1,00 = 1,00\% \\ \text{No.8} &= 1,00 + 5,90 = 6,90\% \\ \text{No.16} &= 6,90 + 18,50 = 25,40\% \\ \text{No.30} &= 25,40 + 26,60 = 52,00\% \\ \text{No.50} &= 52,00 + 30,25 = 82,25\% \\ \text{No.100} &= 82,25 + 13,95 = 96,20\% \\ \text{Pan} &= 96,20 + 3,80 = 100,00\% \end{aligned}$$

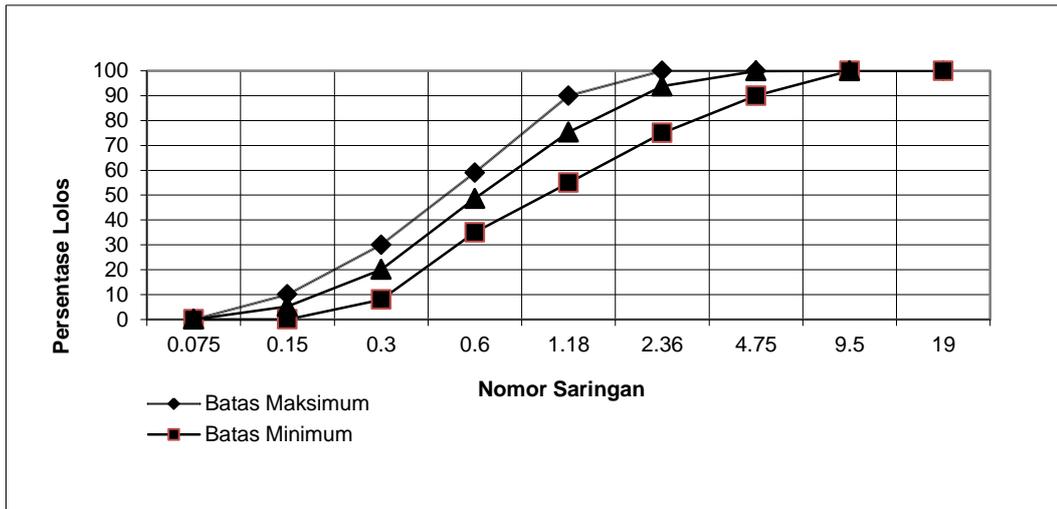
Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 263,75%

FM (Modulus kehalusan)

$$\frac{263,75}{100}$$

- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

$$\begin{aligned} \text{No.4} &= 100 - 1,00 = 99,00\% \\ \text{No.8} &= 100 - 6,90 = 93,10\% \\ \text{No.16} &= 100 - 25,40 = 74,60\% \\ \text{No.30} &= 100 - 52,00 = 48,00\% \\ \text{No.50} &= 100 - 82,25 = 17,75\% \\ \text{No.100} &= 100 - 96,20 = 3,80\% \\ \text{Pan} &= 100 - 100,00 = 0,00\% \end{aligned}$$



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

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

3.5.5. Berat Isi Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C29 tentang berat isi agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.5 sehingga diketahui berat isi agregat halus yang diperiksa.

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

No	Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Contoh 3	Rata-rata
1	Berat contoh & wadah (gr)	19832	20394	21167	20464.33
2	Berat wadah (gr)	5300	5300	5300	5300
3	Berat contoh (gr)	14532	15094	15867	15164
4	Volume wadah (cm ³)	10952.23	10952.23	10952.23	10952.23
5	Berat Isi (gr/cm ³)	1.327	1.378	1.449	1.385

Berdasarkan Tabel 3.5 menjelaskan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU didapat hasil berat isi agregat halus dengan rata-rata sebesar 1,385 gr/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 $> 1,125 \text{ gr/cm}^3$.

3.6. Pemeriksaan Agregat Kasar (Kerikil)

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan / pemeriksaan diantaranya :

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

3.6.1. Kadar Air Agregat Kasar

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

Tabel 3.6: Hasil pengujian kadar air agregat kasar dari masing-masing daerah.

Pengujian	Sampel rata-rata Binjai	Sampel rata-rata Gayo Lues	Sampel rata-rata Takengon	Sampel rata-rata Sunggal
Berat contoh SSD & berat wadah (W1)	3139	3119	3119	3097
Berat contoh SSD	2625	2625	2625	2625
Berat contoh kering oven & wadah (W2)	3123	3102	3105	3083
Berat wadah (W3)	514	494	494	472
Berat air (W1-W2)	16	17	15	14
Berat contoh kering (W2-W3)	2609	2609	2611	2611
Kadar air $((W1-W2)/(W2-W3)) \times 100\%$	0.61	0.63	0.56	0.54

Berdasarkan hasil pengujian Kadar Air Agregat Kasar dengan beberapa tempat yang berasal dari Binjai, Gayo Lues, Takengon dan Sunggal. Adapun data hasil pengujian Kadar Air Agregat Kasar Binjai diperoleh nilai kadar air rata-rata sebesar 0.61%. Dan data hasil pengujian Kadar Air Agregat Kasar Gayo Lues diperoleh nilai kadar air rata-rata 0.63%. Data hasil pengujian Kadar Air Takengon didapat nilai rata-rata 0.56%. Dan data hasil pengujian Kadar Air Sunggal diperoleh nilai rata-rata 0.54%.

3.6.2. Kadar Lumpur Agregat Kasar

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

Tabel 3.7: Data hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar.

Agregat Halus Lolos Saringan No.37,5 mm	Sampel rata-rata Binjai	Sampel rata-rata Gayo Lues	Sampel rata-rata Takengon	Sampel rata-rata Sunggal
Berat Kering contoh (gr)	1500	1500	1500	1500
Berat kering contoh setelah dicuci (gr)	1490	1489.5	1488.0	1492.0
Berat kotoran agregat lolos saringan (No.200) setelah dicuci (gr)	10	10.5	12.0	8.0
Persentase kotoran agregat lolos saringan (No.200) setelah dicuci (%)	0.67	0.70	0.8	0.53

Berdasarkan Tabel 3.7 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar yang diuji dari beberapa daerah 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 agregat Binjai untuk mengambil nilai dari rata-rata pengujian yakni sebesar 0,67%. Percobaan persentase kadar lumpur agregat Gayo Lues untuk nilai rata-rata sebesar 0,70%. Percobaan persentase kadar lumpur agregat Takengon untuk nilai rata-rata sebesar 0,80%. Kemudian percobaan persentase kadar lumpur agregat Sunggal untuk nilai rata-rata sebesar 0,53%. Menurut PBI 1971 hasil pemeriksaan kadar lumpur diatas telah memenuhi syarat yaitu $< 1\%$.

3.6.3. Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar

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

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

Coarse Agregat Passing No.37,5 mm	Sampel rata-rata Binjai	Sampel rata-rata Gayo Lues	Sampel rata-rata Takengon	Sampel rata-rata Sunggal
Berat contoh SSD kering permukaan jenuh (Wt of SSD Sample in air) A (gr)	2625	2625	2625	2625
Berat contoh SSD kering oven 110 ⁰ C sampai konstan (Wt of oven dry sample) C (gr)	2605.5	2606	2608	2605
Berat contoh SSD di dalam air (Wt of SSD sample in water) B (gr)	1656.5	1677.5	1640	1664.5
Berat jenis contoh kering (Bulk sp gravity-sample) $C / (A - B)$ (gr)	2.69	2.75	2.65	2.71

Tabel 3.8: *Lanjutan.*

Coarse Agregat Passing No.37,5 mm	Sampel rata-rata Binjai	Sampel rata-rata Gayo Lues	Sampel rata-rata Takengon	Sampel rata-rata Sunggal
Berat jenis contoh SSD (Bulk sp gravity-SSD) $A / (A - B)$ (gr)	2.71	2.77	2.67	2.73
Berat jenis contoh semu (Apparent sp gravity) $C / (C - B)$ (gr)	2.75	2.81	2.69	2.77
Penyerapan (Absorbtion) $((A-C)/C) \times 100\%$	0.75	0.73	0.65	0.77

Berdasarkan hasil pemeriksaan di dapat data-data pada Tabel 3.8, sehingga dapat diketahui nilai berat jenis maupun penyerapan (*absorbtion*) pada agregat kasar yang diteliti. Dari percobaan didapat nilai rata-rata *absorbtion* berat jenis agregat Binjai sebesar 0.75%. Nilai rata-rata *absorbtion* berat jenis agregat Gayo Lues sebesar 0.73%. Diperoleh nilai rata-rata *absorbtion* berat jenis agregat Takengon sebesar 0.65%. Nilai rata-rata *absorbtion* berat jenis agregat Sunggal sebesar 0.77%.

3.6.4. Berat Isi Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C29 tentang berat isi agregat kasar. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.9 sehingga diketahui berat isi agregat kasar yang diperiksa.

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

No	Pengujian	Sampel rata-rata Binjai	Sampel rata-rata Gayo Lues	Sampel rata-rata Takengon	Sampel rata-rata Sunggal
1	Berat contoh & wadah (gr)	31825	33139	31487	32008
2	Berat wadah (gr)	6440	6440	6440	6440
3	Berat contoh (gr)	24186	26699	25047	25568
4	Volume wadah (cm)	15465.21	15465.21	15465.21	15465.21
5	Berat Isi (gr/cm ³)	1.641	1.726	1.620	1.653

Berdasarkan Tabel 3.9 menjelaskan tentang nilai berat isi agregat kasar Binjai yang rata-ratanya didapat sebesar 1,641 gr/cm³. Nilai berat isi agregat kasar Gayo Lues yang rata-ratanya sebesar 1,726 gr/cm³. Berat si agregat kasar Takengon yang rata-ratanya didapat sebesar 1,620 gr/cm³. Dan nilai berat isi agregat kasar Sunggal yang rata-ratanya sebesar 1,653 gr/cm³.

3.6.5. Analisa Saringan Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C33 tentang analisa saringan agregat halus.

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

<i>Sieve size</i>	Cumulative Agregat Binjai		Cumulative Agregat Gayo Lues		Cumulative Agregat Takengon		Cumulative Agergat Sunggal	
	<i>Retained</i>	<i>Passing</i>	<i>Retained</i>	<i>Passing</i>	<i>Retained</i>	<i>Passing</i>	<i>Retained</i>	<i>Passing</i>
37,5 (1.5 in)	3.41	96.59	11.62	88.38	12.88	87.12	4.31	95.69
2,5 (1 in)	48.77	51.23	53.20	46.80	46.63	53.37	32.63	67.37
1,75 (No. 1/2 in)	76.92	23.08	88.55	11.45	90.46	9.54	80.80	19.20
4,75 (No. 4)	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00
2,36 (No. 8)	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00
1,18 (No.16)	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00
0,60 (No. 30)	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00
0,30 (No. 50)	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00
0,15 (No.100)	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00
Pan	100	0	100	0	100	0	100	0
FM	7.29		7.53		7.50		7.18	

Penjelasan tentang persentase dan kumulatif agregat dari 3 (Tiga) daerah tersebut dijelaskan pada data-data berikut:

1. Analisa Saringan agregat kasar Binjai

Total berat pasir = 5243 gram

- Persentase berat kumulatif tertahan:

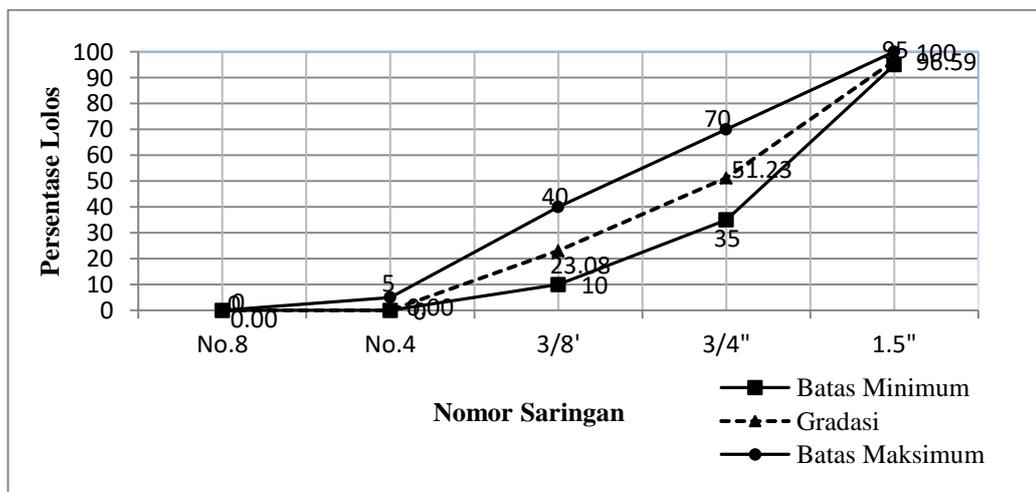
$$\begin{aligned}
 1,5 &= 0 + 3,41 = 3,41\% \\
 3/4 &= 3,41 + 45,35 = 48,76\% \\
 3/8 &= 48,77 + 28,15 = 76,92\% \\
 \text{No.4} &= 76,92 + 23,08 = 100,00\%
 \end{aligned}$$

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 729,11%

$$\begin{aligned}
 \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \\
 &= \frac{729,11}{100} \\
 \text{FM} &= 7.29
 \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

$$\begin{aligned}
 1,5 &= 100 - 3.41 = 96,59\% \\
 3/4 &= 100 - 48,76 = 51,24\% \\
 3/8 &= 100 - 76,92 = 23,08\% \\
 \text{No. 4} &= 100 - 100 = 0\%
 \end{aligned}$$



Gambar 3.3: Gradasi agregat kasar diameter maksimum 40 mm.

2. Analisa Saringan agregat kasar Gayo Lues

Total berat pasir = 5233 gram

- Persentase berat kumulatif tertahan:

1,5	=	0	+	11,62	=	11,62%
¾	=	11,62	+	41,58	=	53,20%
3/8	=	53,20	+	35,35	=	88,55%
No.4	=	88,55	+	11,45	=	100,00%

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 753,37%

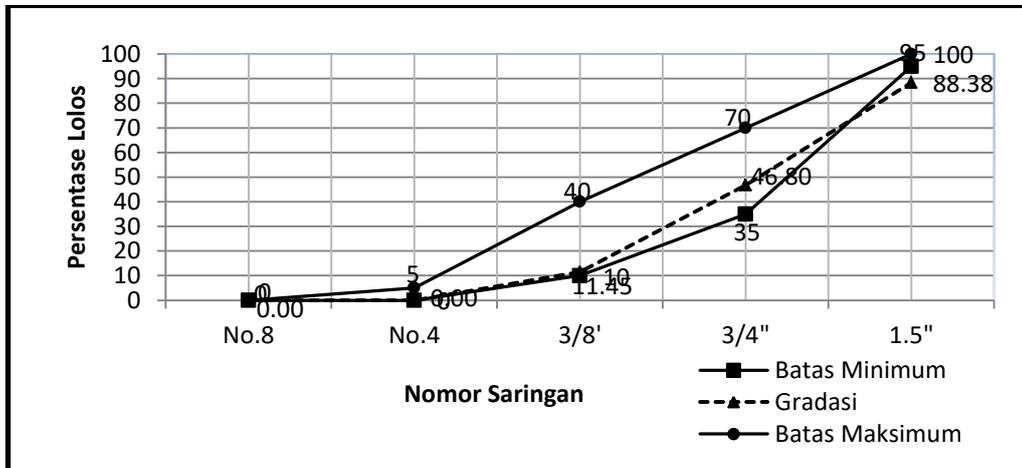
$$FM \text{ (Modulus kehalusan)} = \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100100}$$

$$= \frac{753,37}{100}$$

$$FMFM = 7,532,64$$

- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

1,5	=	100	-	11,62	=	88,38%
¾	=	100	-	53,20	=	46,80%
3/8	=	100	-	88,55	=	11,45%
No.4	=	100	-	100	=	0%



Gambar 3.4: Gradasi agregat kasar diameter maksimum 40 mm.

3. Analisa Saringan agregat kasar Takengon

Total berat pasir = 5241 gram

- Persentase berat kumulatif tertahan:

$$1,5 = 0 + 12,88 = 12,88\%$$

$$3/4 = 12,88 + 33,75 = 46,63\%$$

$$3/8 = 46,63 + 43,83 = 90,46\%$$

$$\text{No.4} = 90,46 + 9,54 = 100,00\%$$

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 749,97

$$\begin{aligned} \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \\ &= \frac{749,97}{100} \end{aligned}$$

$$\text{FM} = 7.50$$

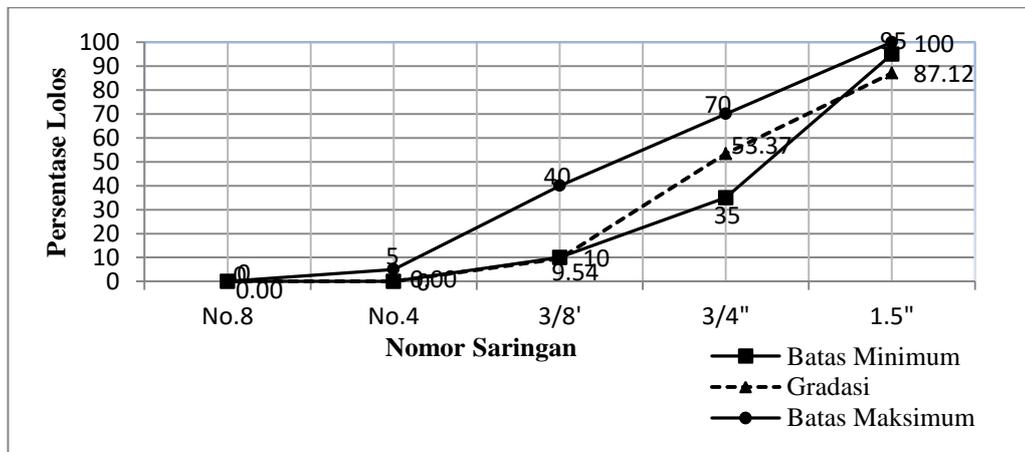
- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

$$1,5 = 100 - 12,88 = 87,12\%$$

$$3/4 = 100 - 46,63 = 53,37\%$$

$$3/8 = 100 - 90,46 = 9,54\%$$

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



Gambar 3.5: Gradasi agregat kasar diameter maksimum 40 mm.

4. Analisa Saringan agregat kasar Sunggal

Total berat pasir = 5240 gram

- Persentase berat kumulatif tertahan:

$$1,5 = 0 + 4,31 = 4,31\%$$

$$3/4 = 4,31 + 28,32 = 32,63\%$$

$$3/8 = 32,63 + 48,17 = 80,80\%$$

$$\text{No.4} = 80,80 + 19,20 = 100,00\%$$

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 717,75%

$$\text{FM (Modulus kehalusan)} = \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100}$$

$$= \frac{717,75}{100}$$

$$\text{FM} = 7.18$$

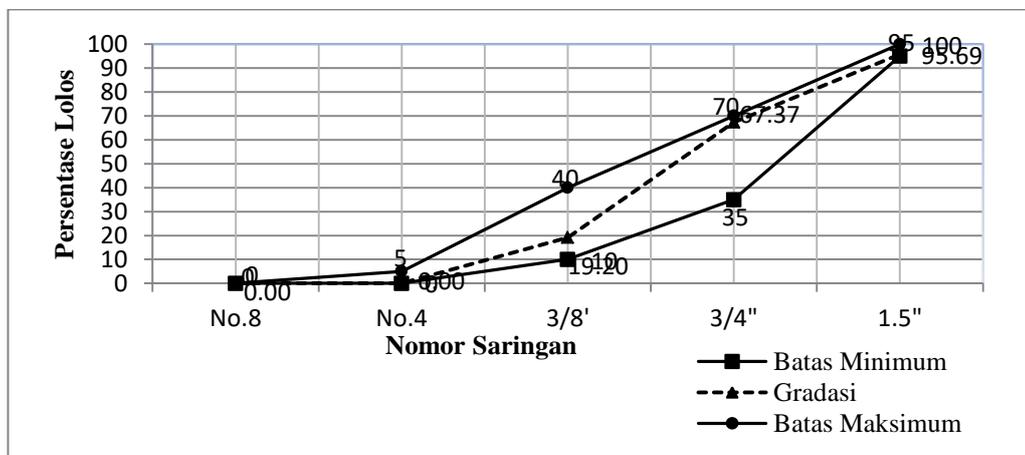
- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

$$1,5 = 100 - 4.31 = 95.69\%$$

$$3/4 = 100 - 32.63 = 67.37\%$$

$$3/8 = 100 - 80.80 = 19.20\%$$

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



Gambar 3.6: Gradasi agregat kasar diameter maksimum 40 mm.

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

3.6.6. Keausan Agregat Dengan Mesin Los Angeles

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C131 tentang kekerasan agregat dengan mesin los angeles.

Dari hasil penelitian didapat data-data sebagai berikut:

- Berat sample sebelum pengujian = 5000 gr

Berat tiap-tiap ayakan tercantum dalam Tabel 3.11. Nilai keausan agregat dari masing-masing tempat yang berasal dari Binjai, Gayo Lues, Takengon dan Sunggal didapatkan dari perbandingan persentase dari berat akhir agregat yang tertahan dengan saringan No. 12 dengan berat awal agregat yang diambil. Percobaan ini dimaksudkan untuk mengetahui berapa besar ketahanan agregat terhadap gesekan.

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

No Saringan	Berat awal (gr)	Berat akhir Binjai (gr)	Berat akhir Gayo Lues (gr)	Berat akhir Takengon (gr)	Berat akhir Sunggal (gr)
12,5 (1/2 in)	2500	1593	1437	1676	1314
9,50 (3/8 in)	2500	551	759	824	676
4,75 (No. 4)	-	964	871	466	811
2,36 (No. 8)	-	411	374	391	463
1,18 (No. 16)	-	-	-	-	-
0,60 (No. 30)	-	-	-	-	-

Tabel 3.11: *Lanjutan.*

No Saringan	Berat awal (gr)	Berat akhir Binjai (gr)	Berat akhir Gayo Lues (gr)	Berat akhir Takengon (gr)	Berat akhir Sunggal (gr)
0,30 (No. 50)	-	-	-	-	-
0,15 (No. 100)	-	-	-	-	-
Pan	-	811	785	785	785
Total	5000	4330	4226	4142	4049
	Berat lolos saringan No. 12	670	774	858	951
	<i>Abrasion</i> (Keausan) (%)	13.400	15.480	17.160	19.020

$$1. \text{ Abrasion Binjai} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \%$$

$$\frac{5000 - 4330}{5000} \times 100 \% = 13,40 \%$$

$$2. \text{ Abrasion Gayo Lues} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \%$$

$$\frac{5000 - 4226}{5000} \times 100 \% = 15,48 \%$$

$$3. \text{ Abrasion Takengon} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \%$$

$$\frac{5000 - 4142}{5000} \times 100 \% = 17,16 \%$$

$$4. \text{ Abrasion Sunggal} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \%$$

$$\frac{5000-4049}{5000} \times 100 \% = 19,02 \%$$

Dari hasil pengujian kekerasan agregat Binjai dengan mesin *Los Angeles* diperoleh nilai abrasi sebesar 13,40 %, dan hasil pengujian kekasaran agregat Gayo Lues adalah sebesar 15,48 %, selanjutnya hasil dari agregat Takengon sebesar 17,16 % dan hasil pengujian dari agregat Sunggal sebesar 19,02%. Nilai tersebut telah memenuhi standar PBI 1971 bahwa nilai keausan agregat tidak lebih dari 50%.

BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Perencanaan Campuran Beton

4.1.1. Data-Data Campuran Beton

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

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

- Berat jenis agregat kasar = 2,70 gram/cm³
- Berat jenis agregat halus = 2,58 gram/cm³
- Kadar lumpur agregat kasar = 0,67 %
- Kadar lumpur agregat halus = 3,2 %
- Berat isi agregat kasar = 1,641 gram/cm³
- Berat isi agregat halus = 1,385 gram/cm³
- FM agregat kasar = 7,29
- FM agregat halus = 2,70
- Kadar air agregat kasar = 0,61 gram/cm³
- Kadar air agregat halus = 2,18 gram/cm³
- Penyerapan agregat kasar = 0,75%
- Penyerapan agregat halus = 1,73%
- Keausan agregat = 13,400 %
- Nilai slump rencana = 30 – 60 mm
- Ukuran agregat max = 40 mm

Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai diatas tersebut dapat digunakan untuk perencanaan campuran beton (*Mix Design*) dengan kuat tekan disyaratkan sebesar 35 MPa yang terlampir pada Tabel 4.1 berdasarkan SNI 03-2834-1993.

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

PERENCANAAN CAMPURAN BETON SNI 03-2834-1993				
No.	Uraian	Tabel/Gambar Perhitungan		Nilai
1	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji kubus)	Ditetapkan		35 MPa
2	Deviasi Standar	-		12 MPa
3	Nilai tambah (margin)	-		5,7 MPa
4	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	1+2+3		52,7 MPa
5	Jenis semen	-		Tipe I
6	Jenis agregat :	Ditetapkan		Batu pecah Binjai
	- kasar - halus	Ditetapkan		Pasir alami Binjai
7	Faktor air-semen bebas	Dihitung		0.319
8	Faktor air-semen maksimum	Dihitung		0.60
9	Slump	Ditetapkan		30-60 mm
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan		40 mm
11	Kadar air bebas	Tabel 4.7		170 kg/m ³
12	Jumlah semen	11:7		532,92 kg/m ³
13	Jumlah semen maksimum	Dihitung		532,92 kg/m ³
14	Jumlah semen minimum	Ditetapkan		275 kg/m ³
15	Faktor air-semen yang d disesuaikan	-		0.319
16	Susunan besar butir agregat halus	Grafik 3.1		Daerah gradasi zona 2
17	Susunan agregat kasar atau gabungan	-		Gradasi maksimum 40 mm
18	Persen agregat halus	Dihitung		31%
19	Berat jenis relatif, agregat (kering permukaan)	Dihitung		2.66
20	Berat isi beton	Dihitung		2437,5 kg/m ³
21	Kadar agregat gabungan	20-12-11		1734,58 kg/m ³
22	Kadar agregat halus	18 x 21		537,72 kg/m ³
23	Kadar agregat kasar	21-22		1196,86 kg/m ³
24	Proporsi campuran	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)

Tabel.4.1: *Lanjutan.*

No.	Uraian	Tabel/Gambar Perhitungan		Nilai	
				Halus	Kasar
	-Tiap m ³	532,92	170	537,721	1196,86
	- Tiap campuran uji m ³	1	0.319	1,009	2.25
	-Tiap campuran uji 0.005304 m ³ (1 silinder)	2,83	0,90	2,85	6,35
25	Koreksi proporsi campuran				
	- Tiap m ³	532,92	169,26	540,14	1195,19
	- Tiap campuran uji m ³	1	0.32	1,06	2,24
	- Tiap campuran uji 0.0034 m ³ (1 silinder)	2,83	0.90	2.86	6,34

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

Semen : Pasir : Batu Pecah : Air
 532,92 kg : 540,14 kg : 1195,19 kg : 169,26 kg
 1 : 1,06 : 2,24 : 0,32

❖ Untuk satu benda uji (kg)

Menggunakan cetakan silinder dengan ukuran :

Tinggi = 30 cm

Diameter = 15 cm

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

Maka:

- Semen yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji
 = banyak semen x Volume 2,5 benda uji
 = 532,92 kg/m³ x 0.01326 m³
 = 7,066 kg

- Pasir yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji
 = banyak semen x Volume 2,5 benda uji
 = $540,14 \text{ kg/m}^3 \times 0.01326 \text{ m}^3$
 = 7,162 kg
- Batu pecah yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji
 = banyak semen x Volume 2,5 benda uji
 = $1195,19 \text{ kg/m}^3 \times 0.01326 \text{ m}^3$
 = 15,848 kg
- Air yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji
 = banyak semen x Volume 2,5 benda uji
 = $169,26 \text{ kg/m}^3 \times 0.01326 \text{ m}^3$
 = 2,244 kg

Perbandingan untuk 2,5 benda uji:

Semen : Pasir : Batu pecah : Air
 7,066 : 7,162 : 15,848 : 2,244

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

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

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	X berat batu pecah	
1,5	3,41	$\frac{3,41}{100}$	X 15,84	0,54
$\frac{3}{4}$	45,36	$\frac{45,36}{100}$	X 15,84	7,18
3/8	28,15	$\frac{28,15}{100}$	X 15,84	4,46
No. 4	23,08	$\frac{23,08}{100}$	X 15,84	3,65
Total				15,84

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 0,54 kg, saringan 3/4 sebesar 7,18 kg, saringan 3/8 sebesar 4,46 kg dan saringan No 4 sebesar 3,65 kg. Total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 15,84 kg.

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

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat pasir	
No.4	4,68	$\frac{4,68}{100}$	x 7,16	0.335
No.8	7,85	$\frac{7,85}{100}$	x 7,16	0.562
No.16	7,85	$\frac{15,92}{100}$	x 7,16	1,140
No.30	24,04	$\frac{24,04}{100}$	x 7,16	1,721
No.50	25,47	$\frac{25,47}{100}$	x 7,16	1.824
No.100	25,92	$\frac{25,92}{100}$	x 7,16	1.139
Pan	6.11	$\frac{6.11}{100}$	x 7,16	0.437
Total				7.16

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 0,335 kg, saringan No 8 sebesar 0,562 kg, saringan No 16 sebesar 1,140 kg, saringan No 30 sebesar 1,721 kg, saringan No 50 sebesar 1,824 kg, saringan No 100 sebesar 1,139 kg, dan pan sebesar 0,437 kg. Total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 7,16 kg.

Untuk jumlah tiap ayakan secara keseluruhan pasir yang dibutuhkan untuk 32 benda uji

- Semen yang dibutuhkan untuk 32 benda uji
 = Banyak semen 1 benda uji x 32
 = 2,83 x 32
 = 90,56 kg
- Pasir yang dibutuhkan untuk 32 benda uji
 = Banyak pasir untuk 1 benda uji x 32
 = 2,86 x 32
 = 91,52 kg
- Batu pecah yang dibutuhkan untuk 32 benda uji
 = Banyak batu pecah untuk 1 benda uji x 32
 = 6,34 x 32
 = 202,88 kg
- Air yang dibutuhkan untuk 32 benda uji
 = Banyak air untuk 1 benda uji x 32
 = 0,90 x 32
 = 28,8 kg

Perbandingan untuk 32 benda uji dalam satuan kg adalah:

Semen : Pasir : Batu pecah : Air
 90,56 : 91,52 : 202,88 : 28,8

Berdasarkan analisa saringan untuk 32 benda uji, maka didapat berat untuk masing-masing saringan pada Tabel 4.4 dan Tabel 4.5.

Tabel 4.4: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 32 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (Kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat batu pecah	
1,5	3.41	$\frac{3.41}{100} \times$	202,88	6,918

Tabel 4.4: Lanjutan.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (Kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat batu pecah	
¾	45,36	$\frac{45,36}{100} \times$	202,88	92,02
3/8	28,15	$\frac{28,15}{100} \times$	202,88	57,11
No. 4	23,08	$\frac{23,08}{100} \times$	202,88	46,82
Total				202,88

Berdasarkan Tabel 4.4 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 32 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 6,918 kg, saringan ¾ sebesar 92,02 kg, saringan 3/8 sebesar 57,11 kg dan saringan No 4 sebesar 46,82 kg dan total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 32 benda uji sebesar 202,88 kg.

Tabel 4.5: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 32 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat pasir	
No.4	4,68	$\frac{4,68}{100} \times$	91,52	4,283
No.8	7,85	$\frac{7,85}{100} \times$	91,52	7,184
No.16	15,92	$\frac{15,92}{100} \times$	91,52	14,56
No.30	24,04	$\frac{24,04}{100} \times$	91,52	22,00
No.50	25,47	$\frac{25,47}{100} \times$	91,52	23,31
No.100	25,92	$\frac{15,92}{100} \times$	91,52	14,56

Tabel 4.5: *Lanjutan.*

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (Kg)
		% berat tertahan	X berat batu pecah	
Pan	6,11	$\frac{6,11}{100}$	x 91,52	5,59
Total				91,52

Berdasarkan Tabel 4.5 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 32 benda uji ialah saringan No 4 sebesar 4,283 kg, saringan No 8 sebesar 7,184 kg, saringan No 16 sebesar 14,56 kg, saringan No 30 sebesar 22,00 kg, saringan No 50 sebesar 23,31 kg, saringan No 100 sebesar 14,56 kg, dan pan sebesar 5,59 kg dan total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 32 benda uji sebesar 91,52 kg.

B. Dari hasil percobaan Gayo Lues didapati data-data sebagai berikut:

- Berat jenis agregat kasar = 2,77 gram/cm³
- Berat jenis agregat halus = 2,58 gram/cm³
- Kadar lumpur agregat kasar = 0,70 %
- Kadar lumpur agregat halus = 3,20 %
- Berat isi agregat kasar = 1,726 gram/cm³
- Berat isi agregat halus = 1,385 gram/cm³
- FM agregat kasar = 7,53
- FM agregat halus = 2,70
- Kadar air agregat kasar = 0,15 gram/cm³
- Kadar air agregat halus = 2,18 gram/cm³
- Penyerapan agregat kasar = 0,73%
- Penyerapan agregat halus = 1,73%
- Keausan agregat = 15,480 %
- Nilai slump rencana = 30 – 60 mm
- Ukuran agregat max = 40 mm

Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai diatas tersebut dapat digunakan untuk perencanaan campuran beton (*Mix Design*) dengan kuat tekan disyaratkan sebesar 35 MPa yang terlampir pada Tabel 4.6 berdasarkan SNI 03-2834-1993.

Tabel 4.6: Perencanaan campuran beton (SNI 03-2834, 1993).

PERENCANAAN CAMPURAN BETON SNI 03-2834-1993					
No.	Uraian	Tabel/Gambar Perhitungan		Nilai	
19	Berat jenis relatif, agregat (kering permukaan)	Dihitung		2.71	
20	Berat isi beton	Dihitung		2462,5 kg/m ³	
21	Kadar agregat gabungan	20-12-11		1759,58 kg/m ³	
22	Kadar agregat halus	18 x 21		545,47 kg/m ³	
23	Kadar agregat kasar	21-22		1214,11 kg/m ³	
24	Proporsi campuran	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
	- Tiap m ³	532,92	170	545,471	1214,11
	- Tiap campuran uji m ³	1	0.319	1,024	2.28
	-Tiap campuran uji 0.005304 m ³ (1 sillinder)	2,83	0,90	2,89	6,44
25	Koreksi proporsi campuran				
	- Tiap m ³	532,92	168,76	547,93	1212,90
	- Tiap campuran uji m ³	1	0.32	1,03	2,28
	- Tiap campuran uji 0.0034 m ³ (1 silinder)	2,83	0.90	2.91	6,43

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

Semen	:	Pasir	:	Batu Pecah	:	Air
532,92 kg	:	547,93 kg	:	1212,90 kg	:	168,76 kg
1	:	1,03	:	2,28	:	0,32

❖ Untuk satu benda uji (kg)

Menggunakan cetakan silinder dengan ukuran :

Tinggi = 30 cm

Diameter = 15 cm

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

Maka:

- Semen yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji
= banyak semen x Volume 2,5 benda uji
= $532,92 \text{ kg/m}^3 \times 0,01326 \text{ m}^3$
= 7,066 kg
- Pasir yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji
= banyak semen x Volume 2,5 benda uji
= $547,93 \text{ kg/m}^3 \times 0,01326 \text{ m}^3$
= 7,265 kg
- Batu pecah yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji
= banyak semen x Volume 2,5 benda uji
= $1212,90 \text{ kg/m}^3 \times 0,01326 \text{ m}^3$
= 16,083 kg
- Air yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji
= banyak semen x Volume 2,5 benda uji
= $168,76 \text{ kg/m}^3 \times 0,01326 \text{ m}^3$
= 2,237 kg

Perbandingan untuk 2,5 benda uji:

Semen :	Pasir	:	Batu pecah :	Air
7,066 :	7,265	:	16,083	: 2,237

Tabel 4.7: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	X berat batu pecah	
1,5	11,62	$\frac{11,62}{100}$	X 16,083	1,868
$\frac{3}{4}$	41,58	$\frac{41,58}{100}$	X 16,083	6,678
$\frac{3}{8}$	35,35	$\frac{35,35}{100}$	X 16,083	5,685
No. 4	11,45	$\frac{11,45}{100}$	X 16,083	1,841
Total				16,08

Berdasarkan Tabel 4.7 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 1,868 kg, saringan $\frac{3}{4}$ sebesar 6,678 kg, saringan $\frac{3}{8}$ sebesar 5,685 kg dan saringan No 4 sebesar 1,841 kg. Total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 16,08 kg.

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

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat pasir	
No.4	4,68	$\frac{4,68}{100}$	x 7,265	0.340
No.8	7,85	$\frac{7,85}{100}$	x 7,265	0.570
No.16	7,85	$\frac{15,92}{100}$	x 7,265	1,156
No.30	24,04	$\frac{24,04}{100}$	x 7,265	1,746
No.50	25,47	$\frac{25,47}{100}$	x 7,265	1.850

Tabel 4.8: *Lanjutan.*

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (Kg)
		% berat tertahan	X berat batu pecah	
No.100	25,92	$\frac{15,92}{100}$	x 7,265	1.156
Pan	6,11	$\frac{6,11}{100}$	x 7,265	0.443
Total				7,26

Berdasarkan Tabel 4.8 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan No 4 sebesar 0,340 kg, saringan No 8 sebesar 0,570 kg, saringan No 16 sebesar 1,156 kg, saringan No 30 sebesar 1,746 kg, saringan No 50 sebesar 1,850 kg, saringan No 100 sebesar 1,156 kg, dan pan sebesar 0,443 kg. Total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 7,26 kg.

Untuk jumlah tiap ayakan secara keseluruhan pasir yang dibutuhkan untuk 32 benda uji

- Semen yang dibutuhkan untuk 32 benda uji
 = Banyak semen 1 benda uji x 32
 = 2,83 x 32
 = 90,56 kg
- Pasir yang dibutuhkan untuk 32 benda uji
 = Banyak pasir untuk 1 benda uji x 32
 = 2,91 x 32
 = 93,12 kg
- Batu pecah yang dibutuhkan untuk 32 benda uji
 = Banyak batu pecah untuk 1 benda uji x 32
 = 6,43 x 32
 = 205,75 kg
- Air yang dibutuhkan untuk 32 benda uji
 = Banyak air untuk 1 benda uji x 32
 = 0,90 x 32

$$= 28,8 \text{ kg}$$

Perbandingan untuk 32 benda uji dalam satuan kg adalah:

$$\begin{array}{ccccccccc} \text{Semen} & : & & \text{Pasir} & : & & \text{Batu pecah} & : & & \text{Air} \\ 90,56 & : & & 93,12 & : & & 205,75 & : & & 28,8 \end{array}$$

Berdasarkan analisa saringan untuk 32 benda uji, maka didapat berat untuk masing-masing saringan pada Tabel 4.9 dan Tabel 4.10.

Tabel 4.9: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 32 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat batu pecah	
1,5	11,62	$\frac{11,62}{100} \times$	205,75	23,90
¾	41,58	$\frac{41,58}{100} \times$	205,75	85,55
3/8	35,35	$\frac{35,35}{100} \times$	205,75	72,73
No. 4	11,45	$\frac{11,45}{100} \times$	205,75	23,55
Total				205,7

Berdasarkan Tabel 4.9 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 32 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 23,90 kg, saringan ¾ sebesar 85,55 kg, saringan 3/8 sebesar 72,73 kg dan saringan No 4 sebesar 23,55 kg dan total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 32 benda uji sebesar 205,7 kg.

Tabel 4.10: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 32 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	X berat pasir	
No.4	4,68	$\frac{4,68}{100}$	X 93,12	4,358
No.8	7,85	$\frac{7,85}{100}$	X 93,12	7,309
No.16	15,92	$\frac{15,92}{100}$	X 93,12	14,82
No.30	24,04	$\frac{24,04}{100}$	X 93,12	22,38
No.50	25,47	$\frac{25,47}{100}$	X 93,12	23,71
No.100	25,92	$\frac{15,92}{100}$	X 93,12	14,82
Pan	6.11	$\frac{6.11}{100}$	X 93,12	6,689
Total				93,1

Berdasarkan Tabel 4.10 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 32 benda uji ialah saringan No 4 sebesar 4,358 kg, saringan No 8 sebesar 7,309 kg, saringan No 16 sebesar 14,82 kg, saringan No 30 sebesar 22,38 kg, saringan No 50 sebesar 23,71 kg, saringan No 100 sebesar 14,82 kg, dan pan sebesar 5,689 kg dan total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 32 benda uji sebesar 93,1 kg.

C. Dari hasil percobaan Takengon didapati data-data sebagai berikut:

- Berat jenis agregat kasar = 2,67 gram/cm³
- Berat jenis agregat halus = 2,58 gram/cm³
- Kadar lumpur agregat kasar = 0,80 %
- Kadar lumpur agregat halus = 3,20 %
- Berat isi agregat kasar = 1,620 gram/cm³

- Berat isi agregat halus = 1,385 gram/cm³
- FM agregat kasar = 7,50
- FM agregat halus = 2,70
- Kadar air agregat kasar = 0,36 gram/cm³
- Kadar air agregat halus = 2,18 gram/cm³
- Penyerapan agregat kasar = 0,65%
- Penyerapan agregat halus = 1,73%
- Keausan agregat = 17,160 %
- Nilai slump rencana = 30 – 60 mm
- Ukuran agregat max = 40 mm

Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai diatas tersebut dapat digunakan untuk perencanaan campuran beton (*Mix Design*) dengan kuat tekan disyaratkan sebesar 35 MPa yang terlampir pada Tabel 4.11 berdasarkan SNI 03-2834-1993.

Tabel 4.11: Perencanaan campuran beton (SNI 03-2834, 1993).

PERENCANAAN CAMPURAN BETON SNI 03-2834-1993					
No.	Uraian	Tabel/Gambar Perhitungan		Nilai	
19	Berat jenis relatif, agregat (kering permukaan)	Dihitung		2.64	
20	Berat isi beton	Dihitung		2402 kg/m ³	
21	Kadar agregat gabungan	20-12-11		1699.08 kg/m ³	
22	Kadar agregat halus	18 x 21		526,72 kg/m ³	
23	Kadar agregat kasar	21-22		1172.37 kg/m ³	
24	Proporsi campuran	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
	- Tiap m ³	532,92	170	526,716	1172,37
	- Tiap campuran uji m ³	1	0.319	0,988	2.20
	-Tiap campuran uji 0.005304 m ³ (1 sillinder)	2,83	0,90	2,79	6,22

Tabel 4.11: *Lanjutan.*

No	Uraian	Tabel/Gambar Perhitungan		Nilai	
25	Koreksi proporsi campuran				
	- Tiap m ³	532,92	168,68	529,08	1171,31
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,32	0,99	2,20
	- Tiap campuran uji 0.0034 m ³ (1 silinder)	2,83	0,89	2,81	6,21

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

$$\begin{array}{rclclcl}
 \text{Semen} & : & \text{Pasir} & : & \text{Batu Pecah} & : & \text{Air} \\
 532,92 \text{ kg} & : & 529,08 \text{ kg} & : & 1171,31 \text{ kg} & : & 168,68 \text{ kg} \\
 1 & : & 0,99 & : & 2,20 & : & 0,32
 \end{array}$$

❖ 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 2,5 benda uji
 = banyak semen x Volume 2,5 benda uji
 = $532,92 \text{ kg/m}^3 \times 0,01326 \text{ m}^3$
 = 7,066 kg
- Pasir yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji
 = banyak semen x Volume 2,5 benda uji
 = $529,08 \text{ kg/m}^3 \times 0,01326 \text{ m}^3$
 = 7,015 kg

- Batu pecah yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji
 = banyak semen x Volume 2,5 benda uji
 = $1171,31 \text{ kg/m}^3 \times 0.01326 \text{ m}^3$
 = 15,531 kg
- Air yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji
 = banyak semen x Volume 2,5 benda uji
 = $168,68 \text{ kg/m}^3 \times 0.01326 \text{ m}^3$
 = 2,236 kg

Perbandingan untuk 2,5 benda uji:

Semen : Pasir : Batu pecah : Air
 7,066 : 7,015 : 15,531 : 2,236

Tabel 4.12: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat batu pecah	
1,5	12,88	$\frac{12,88}{100} \times$	15,531	2,000
$\frac{3}{4}$	33,75	$\frac{33,75}{100} \times$	15,531	5,241
3/8	43,83	$\frac{43,83}{100} \times$	15,531	6,807
No. 4	9,54	$\frac{9,54}{100} \times$	15,531	1,481
Total				15,53

Berdasarkan Tabel 4.12 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 2,000 kg, saringan 3/4 sebesar 5,241 kg, saringan 3/8 sebesar 6,807 kg dan saringan No 4 sebesar 1,481 kg. Total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 15,53 kg.

Tabel 4.13: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat pasir	
No.4	4,68	$\frac{4,68}{100}$	x 7,015	0,328
No.8	7,85	$\frac{7,85}{100}$	x 7,015	0.550
No.16	7,85	$\frac{15,92}{100}$	x 7,015	1,117
No.30	24,04	$\frac{24,04}{100}$	x 7,015	1,686
No.50	25,47	$\frac{25,47}{100}$	x 7,015	1.786
No.100	25,92	$\frac{15,92}{100}$	x 7,015	1.117
Pan	6,11	$\frac{6,11}{100}$	x 7,015	0.428
Total				7,015

Berdasarkan Tabel 4.13 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan No 4 sebesar 0.328 kg, saringan No 8 sebesar 0.550 kg, saringan No 16 sebesar 1,117 kg, saringan No 30 sebesar 1,686 kg, saringan No 50 sebesar 1.786 kg, saringan No 100 sebesar 1.117 kg, dan pan sebesar 0.428 kg. Total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 7,015 kg.

Untuk jumlah tiap ayakan secara keseluruhan pasir yang dibutuhkan untuk 32 benda uji

- Semen yang dibutuhkan untuk 32 benda uji
 $= \text{Banyak semen 1 benda uji} \times 32$
 $= 2,83 \times 32$
 $= 90,56 \text{ kg}$
- Pasir yang dibutuhkan untuk 32 benda uji
 $= \text{Banyak pasir untuk 1 benda uji} \times 32$

$$= 2,81 \times 32$$

$$= 89,92 \text{ kg}$$

- Batu pecah yang dibutuhkan untuk 32 benda uji

$$= \text{Banyak batu pecah untuk 1 benda uji} \times 32$$

$$= 6,21 \times 32$$

$$= 198,72 \text{ kg}$$

- Air yang dibutuhkan untuk 32 benda uji

$$= \text{Banyak air untuk 1 benda uji} \times 32$$

$$= 0,89 \times 32$$

$$= 28,48 \text{ kg}$$

Perbandingan untuk 32 benda uji dalam satuan kg adalah:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Semen} & : & \text{Pasir} & : & \text{Batu pecah} & : & \text{Air} \\ 90,56 & : & 89,92 & : & 198,72 & : & 28,48 \end{array}$$

Berdasarkan analisa saringan untuk 32 benda uji, maka didapat berat untuk masing-masing saringan pada Tabel 4.14 dan Tabel 4.15.

Tabel 4.14: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 32 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	X berat batu pecah	
1,5	12,88	$\frac{12,88}{100}$	X 198,72	25,59
$\frac{3}{4}$	33,75	$\frac{33,75}{100}$	X 198,72	67,06
3/8	43,83	$\frac{43,83}{100}$	X 198,72	87,09
No. 4	9,54	$\frac{9,54}{100}$	X 198,72	18,95
Total				198,7

Berdasarkan Tabel 4.14 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 32 benda uji ialah saringan 1,5

sebesar 25,59 kg, saringan 3/4 sebesar 67,06 kg, saringan 3/8 sebesar 87,09 kg dan saringan No 4 sebesar 18,95 kg dan total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 32 benda uji sebesar 198,7 kg.

Tabel 4.15: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 32 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	X berat pasir	
No.4	4,68	$\frac{4,68}{100}$	X 89,92	4,211
No.8	7,85	$\frac{7,85}{100}$	X 89,92	7,058
No.16	7,85	$\frac{15,92}{100}$	X 89,92	14,31
No.30	24,04	$\frac{24,04}{100}$	X 89,92	21,61
No.50	25,47	$\frac{25,47}{100}$	X 89,92	22,90
No.100	25,92	$\frac{15,92}{100}$	X 89,92	14,31
Pan	6,11	$\frac{6,11}{100}$	X 89,92	5,494
Total				89,92

Berdasarkan Tabel 4.15 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 32 benda uji ialah saringan No 4 sebesar 4,211 kg, saringan No 8 sebesar 7,058 kg, saringan No 16 sebesar 14,31 kg, saringan No 30 sebesar 21,61 kg, saringan No 50 sebesar 22,90 kg, saringan No 100 sebesar 14,31 kg, dan pan sebesar 5,494 kg dan total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 32 benda uji sebesar 89,92 kg.

D. Dari hasil percobaan Sunggal didapati data-data sebagai berikut:

- Berat jenis agregat kasar = 2,73 gram/cm³
- Berat jenis agregat halus = 2,58 gram/cm³
- Kadar lumpur agregat kasar = 0,53 %
- Kadar lumpur agregat halus = 3,20 %
- Berat isi agregat kasar = 1,653 gram/cm³
- Berat isi agregat halus = 1,385 gram/cm³
- FM agregat kasar = 7,18
- FM agregat halus = 2,70
- Kadar air agregat kasar = 0,32 gram/cm³
- Kadar air agregat halus = 2,18 gram/cm³
- Penyerapan agregat kasar = 0,77%
- Penyerapan agregat halus = 1,73%
- Keausan agregat = 19,020 %
- Nilai slump rencana = 30 – 60 mm
- Ukuran agregat max = 40 mm

Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai diatas tersebut dapat digunakan untuk perencanaan campuran beton (*Mix Design*) dengan kuat tekan disyaratkan sebesar 35 MPa yang terlampir pada Tabel 4.16 berdasarkan SNI 03-2834-1993.

Tabel 4.16: Perencanaan campuran beton (SNI 03-2834, 1993).

PERENCANAAN CAMPURAN BETON SNI 03-2834-1993			
No.	Uraian	Tabel/Gambar Perhitungan	Nilai
19	Berat jenis relatif, agregat (kering permukaan)	Ditetapkan	2.68
20	Berat isi beton	Grafik 2.9	2435 kg/m ³
21	Kadar agregat gabungan	20-12-11	1732,08 kg/m ³
22	Kadar agregat halus	18 x 21	53,95 kg/m ³
23	Kadar agregat kasar	21-22	1195,14 kg/m ³

Tabel 4.16: Lanjutan.

No.	Uraian	Tabel/Gambar Perhitungan		Nilai	
		Semen (kg)	Air (kg)	Halus	Kasar
24	Proporsi campuran			Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
	- Tiap m ³	532,92	170	536,946	1195,14
	- Tiap campuran uji m ³	1	0.319	1,008	2.24
	-Tiap campuran uji 0.005304 m ³ (1 silinder)	2,83	0,90	2,85	6,34
25	Koreksi proporsi campuran				
	- Tiap m ³	532,92	170,33	539,36	1192,39
	- Tiap campuran uji m ³	1	0.32	1,01	2,24
	- Tiap campuran uji 0.0034 m ³ (1 silinder)	2,83	0.90	2.86	6,32

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

$$\begin{array}{rclclcl}
 \text{Semen} & : & \text{Pasir} & : & \text{Batu Pecah} & : & \text{Air} \\
 532,92 \text{ kg} & : & 539,36 \text{ kg} & : & 1192,39 \text{ kg} & : & 170,33 \text{ kg} \\
 1 & : & 1,01 & : & 2,24 & : & 0,32
 \end{array}$$

❖ Untuk satu benda uji (kg)

Menggunakan cetakan silinder dengan ukuran :

Tinggi = 30 cm

Diameter = 15 cm

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

Maka:

- Semen yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji
 = banyak semen x Volume 2,5 benda uji
 = 532,92 kg/m³ x 0.01326 m³
 = 7,066 kg

- Pasir yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji
 = banyak semen x Volume 2,5 benda uji
 = $539,36 \text{ kg/m}^3 \times 0.01326 \text{ m}^3$
 = 7,151 kg
- Batu pecah yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji
 = banyak semen x Volume 2,5 benda uji
 = $1192,39 \text{ kg/m}^3 \times 0.01326 \text{ m}^3$
 = 15,811 kg
- Air yang dibutuhkan untuk 2,5 benda uji
 = banyak semen x Volume 2,5 benda uji
 = $170,33 \text{ kg/m}^3 \times 0.01326 \text{ m}^3$
 = 2,258 kg

Perbandingan untuk 2,5 benda uji:

Semen : Pasir : Batu pecah : Air
 7,066 : 7,151 : 15,811 : 2,258

Tabel 4.17: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	X berat batu pecah	
1,5	4,31	$\frac{4,31}{100}$	X 15,811	0,681
$\frac{3}{4}$	28,32	$\frac{28,32}{100}$	X 15,811	4,477
3/8	48,17	$\frac{48,17}{100}$	X 15,811	7,616
No. 4	19,20	$\frac{19,20}{100}$	X 15,811	3,035
Total				15,81

Berdasarkan Tabel 4.17 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 0,681 kg, saringan 3/4 sebesar 4,477 kg, saringan 3/8 sebesar 7,616 kg dan saringan No 4 sebesar 3,035 kg. Total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 15,81 kg.

Tabel 4.18: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat pasir	
No.4	4,68	$\frac{4,68}{100}$	x 7,151	0,334
No.8	7,85	$\frac{7,85}{100}$	x 7,151	0,561
No.16	7,85	$\frac{15,92}{100}$	x 7,151	1,138
No.30	24,04	$\frac{24,04}{100}$	x 7,151	1,719
No.50	25,47	$\frac{25,47}{100}$	x 7,151	1,821
No.100	25,92	$\frac{15,92}{100}$	x 7,151	1,138
Pan	6,11	$\frac{6,11}{100}$	x 7,151	0,436
Total				7,15

Berdasarkan Tabel 4.18 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan No 4 sebesar 0,334 kg, saringan No 8 sebesar 0,561 kg, saringan No 16 sebesar 1,138 kg, saringan No 30 sebesar 1,719 kg, saringan No 50 sebesar 1,821 kg, saringan No 100 sebesar 1,138 kg, dan pan sebesar 0,436 kg. Total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 7,15 kg.

Untuk jumlah tiap ayakan secara keseluruhan pasir yang dibutuhkan untuk 32 benda uji

- Semen yang dibutuhkan untuk 32 benda uji
 = Banyak semen 1 benda uji x 32
 = 2,83 x 32
 = 90,56 kg
- Pasir yang dibutuhkan untuk 32 benda uji
 = Banyak pasir untuk 1 benda uji x 32
 = 2,86 x 32
 = 91,52 kg
- Batu pecah yang dibutuhkan untuk 32 benda uji
 = Banyak batu pecah untuk 1 benda uji x 32
 = 6,32 x 32
 = 221,2 kg
- Air yang dibutuhkan untuk 32 benda uji
 = Banyak air untuk 1 benda uji x 32
 = 0,90 x 32
 = 28,8 kg

Perbandingan untuk 32 benda uji dalam satuan kg adalah:

Semen : Pasir : Batu pecah : Air
 90,56 : 91,52 : 221,2 : 28,8

Berdasarkan analisa saringan untuk 32 benda uji, maka didapat berat untuk masing-masing saringan pada Tabel 4.19 dan Tabel 4.20.

Tabel 4.19: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 32 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	X berat batu pecah	
1,5	4,31	$\frac{4,31}{100}$	X 221,2	9,533

Tabel 4.19: Lanjutan.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	X berat batu pecah	
¾	28,32	$\frac{28,32}{100}$	X 221,2	62,64
3/8	48,17	$\frac{48,17}{100}$	X 221,2	106,5
No. 4	19,20	$\frac{19,20}{100}$	X 221,2	42,47
Total				221,2

Berdasarkan Tabel 4.19 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 32 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 9,533 kg, saringan ¾ sebesar 62,64 kg, saringan 3/8 sebesar 106,5 kg dan saringan No 4 sebesar 42,47 kg dan total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 32 benda uji sebesar 221,2 kg.

Tabel 4.20: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 32 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat pasir	
No.4	4,68	$\frac{4,68}{100}$	x 91,52	4,283
No.8	7,85	$\frac{7,85}{100}$	x 91,52	7,184
No.16	7,85	$\frac{15,92}{100}$	x 91,52	14,56
No.30	24,04	$\frac{24,04}{100}$	x 91,52	22,00
No.50	25,47	$\frac{25,47}{100}$	x 91,52	23,31
No.100	25,92	$\frac{15,92}{100}$	x 91,52	14,56
Pan	6,11	$\frac{6,11}{100}$	x 91,52	5,591

Tabel 4.20: *Lanjutan.*

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus	Berat tertahan (kg)
		% berat tertahan X berat batu pecah	
Total			91,5

Berdasarkan Tabel 4.20 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 32 benda uji ialah saringan No 4 sebesar 4,283 kg, saringan No 8 sebesar 7,184 kg, saringan No 16 sebesar 14,56 kg, saringan No 30 sebesar 22,00 kg, saringan No 50 sebesar 23,31 kg, saringan No 100 sebesar 14,56 kg, dan pan sebesar 5,591 kg dan total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 32 benda uji sebesar 91,52 kg.

4.1.2. Metode Pengerjaan *Mix Design*

- ***Mix Design* agregat Binjai**

Pelaksanaan *Mix Design* dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Kuat tekan beton yang disyaratkan sudah ditetapkan 35 MPa untuk umur 28 hari.
2. Menentukan nilai standar deviasi 12 MPa berdasarkan Tabel 2.6.
3. Nilai tambah (margin) 5,7 MPa berdasarkan Tabel 2.7.
4. Kuat tekan rata-rata perlu f'_{cr}

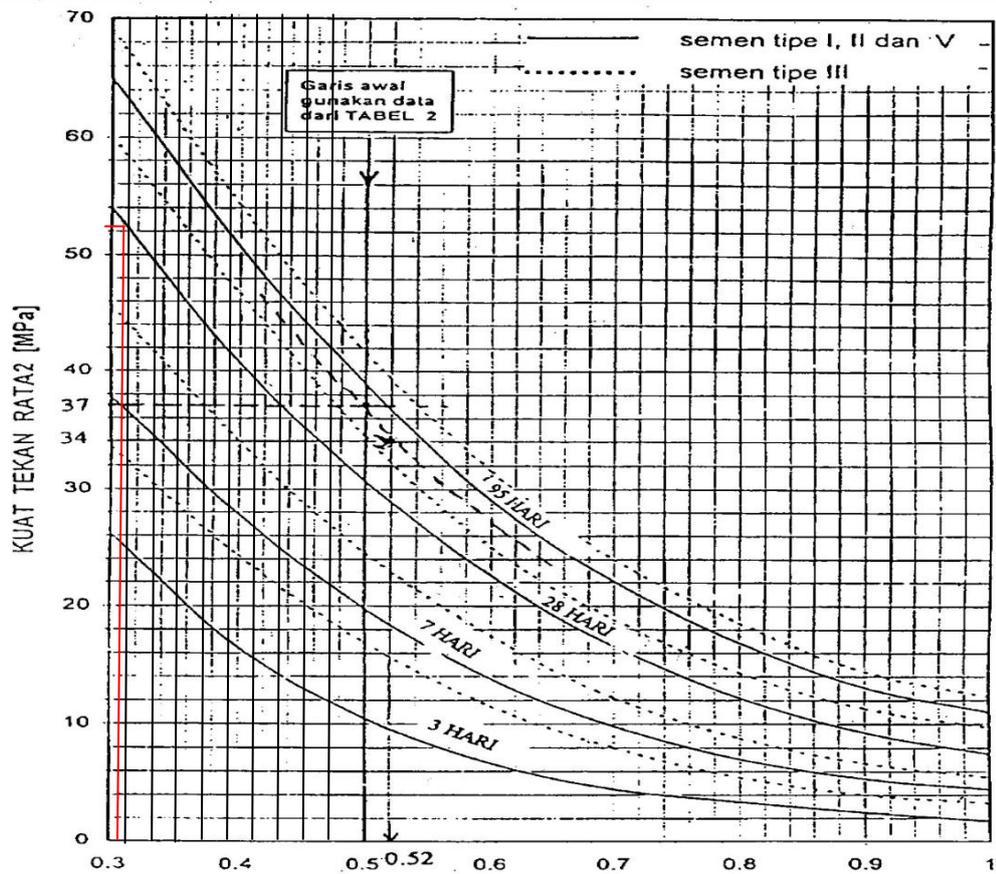
Kuat tekan rata-rata perlu diperoleh dengan Pers. 2.1.

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

$$f'_{cr} = 35 + 12 + 5,7$$

$$= 52,7 \text{ MPa}$$

5. Jenis semen yang digunakan adalah tipe I.
6. Jenis agregat diketahui :
 - agregat kasar = batu pecah
 - agregat halus alami = pasir
7. Nilai faktor air semen bebas diambil dari titik kekuatan tekan 52,7 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 03-2834-1993).

8. Faktor air semen maksimum dalam hal ini ditetapkan 0.319 berdasarkan (Tabel 2.9). Dalam faktor air semen yang diperoleh dari Gambar 4.1 tidak sama dengan yang ditetapkan, untuk perhitungan selanjutnya pakailah nilai faktor air semen yang lebih kecil.
9. Nilai slump ditetapkan setinggi 30-60 mm berdasarkan (Gambar 2.9).
10. Ukuran agregat maksimum ditetapkan 40 mm.
11. Jumlah kadar air bebas ditentukan berdasarkan (Tabel 2.8) yang dibuat untuk agregat gabungan alami atau yang berupa batu pecah seperti Tabel 4.21.

Tabel 4.21: Jumlah kadar air bebas yang ditentukan.

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

Setelah interpolasi memakai Pers. 4.21.

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

Dengan:

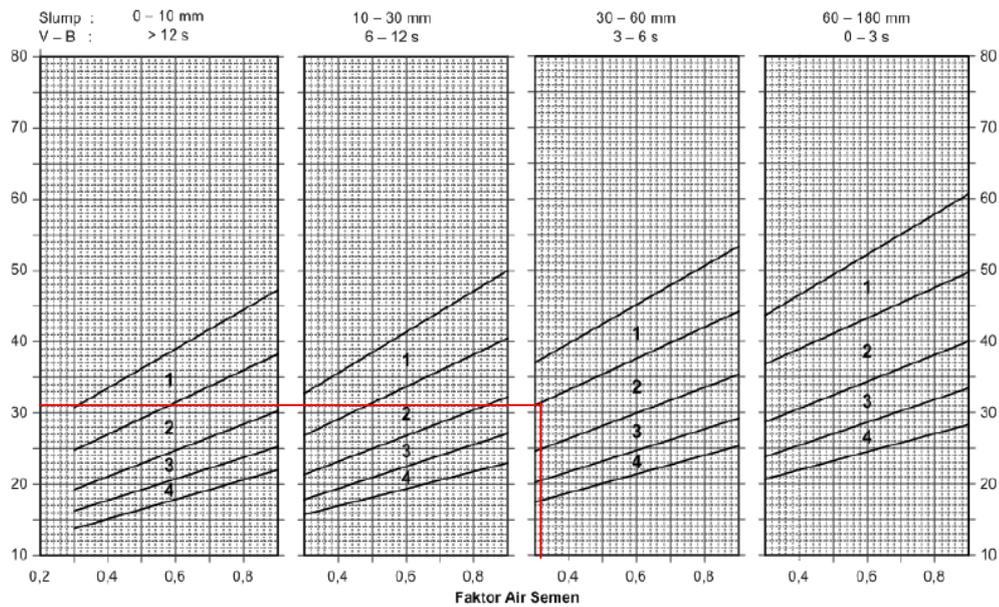
W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

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

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

12. Jumlah semen, yaitu : $170 : 0.319 = 532,92 \text{ kg/m}^3$
13. Jumlah semen maksimum diambil sama dengan poin 12.
14. Jumlah semen minimum ditetapkan 275 kg/m^3 berdasarkan (Tabel 2.9).
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 2.5.
18. Persen bahan yang lebih halus dari 4,8 mm ini dicari dalam Gambar 2.9 untuk kelompok ukuran butir agregat maksimum 40 mm pada nilai slump 30-60 mm dan nilai faktor air-semen 0,319. Bagi agregat halus (pasir) yang termasuk daerah susunan butir No.2 diperoleh harga nilai 31%. Seperti yang dijelaskan pada Gambar 4.2.

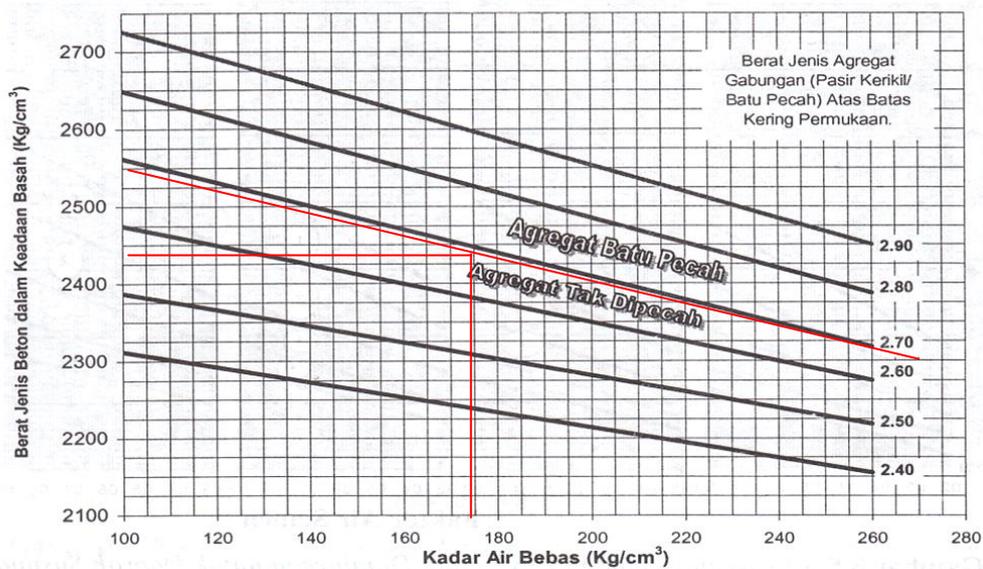


Gambar 4.2: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm (SNI 03-2834, 1993).

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

$$- \text{BJ agregat halus gabungan} = (0,31 \times 2,58) + (0,69 \times 2,7) = 2,66$$

20. Berat isi beton diperoleh dengan cara menarik garis yang sesuai dengan nilai berat jenis agregat gabungan, yaitu 2,66. Titik potong garis yang tegak lurus menunjukkan kadar air bebas, dalam hal ini 170 kg/m^3 ditarik sampai dengan nilai berat jenis beton yang didapat. Kemudian menarik lagi garis horizontal sehingga nilai berat isi beton didapat. Dalam hal ini diperoleh angka $2,4375 \text{ kg/m}^3$, yang dijelaskan seperti Gambar 4.3.



Gambar 4.3: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton (SNI 03-2834-1993).

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

$$= 2437 - (532,92 + 170) = 1734,58 \text{ kg/m}^3$$

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

$$= \frac{31}{100} \times 1734,58 = 537,72 \text{ kg/m}^3$$

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

$$= 1734,58 - 537,72 = 1196,86 \text{ kg/m}^3$$

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

untuk tiap m^3 sebagai berikut:

- Semen = 532,92 kg
- Air = 170 kg/lt
- Agregat halus = 537,72 kg
- Agregat kasar = 1195,86 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. 2.8, 2.9, dan 2.10, didapat koreksi proporsi campuran untuk air sebesar:

$$\begin{aligned}
 &= B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\
 &= 170 - (2,18 - 1,73) \times \frac{537,72}{100} - (0,61 - 0,75) \times \frac{1196,86}{100} \\
 &= 169,25 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Dan dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat halus sebesar:

$$\begin{aligned}
 &= C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} \\
 &= 537,72 + (2,18 - 1,73) \times \frac{537,72}{100} \\
 &= 540,14 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Serta dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat kasar sebesar:

$$\begin{aligned}
 &= D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\
 &= 1196,86 + (0,61 - 0,75) \times \frac{1196,86}{100} \\
 &= 1195,19 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

- **Mix Design agregat Gayo Lues**

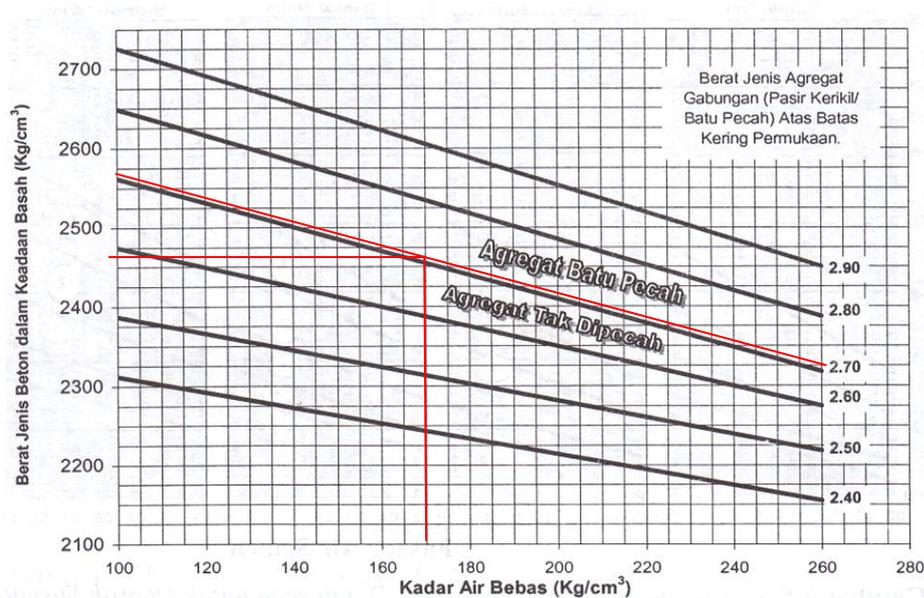
Pelaksanaan *Mix Design* dapat dijelaskan sebagai berikut:

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

$$-BJ \text{ agregat halus gabungan} = (0,31 \times 2,58) + (0,69 \times 2,77) = 2,71$$

20. Berat isi beton diperoleh dengan cara menarik garis yang sesuai dengan nilai berat jenis agregat gabungan, yaitu 2,71. Titik potong garis yang tegak lurus menunjukkan kadar air bebas, dalam hal ini 170 kg/m^3 ditarik

21. sampai dengan nilai berat jenis beton yang didapat. Kemudian menarik lagi garis horizontal sehingga nilai berat isi beton didapat. Dalam hal ini diperoleh angka $2462,5 \text{ kg/m}^3$, yang dijelaskan seperti Gambar 4.4.



Gambar 4.4: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton (SNI 03-2834-1993).

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

$$= 2462,5 - (532,92 + 170) = 1759,58 \text{ kg/m}^3$$

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

$$= \frac{31}{100} \times 1759,58 = 545,47 \text{ kg/m}^3$$

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

$$= 1759,58 - 545,46 = 1214,11 \text{ kg/m}^3$$

25. Proporsi campuran dari langkah (1) hingga (23) kita dapatkan susunan campuran beton teoritis.

untuk tiap m^3 sebagai berikut:

- Semen = 532,92 kg
- Air = 170 kg/lt
- Agregat halus = 545,47 kg

- Agregat kasar = 1214,11 kg

26. 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. 2.8, 2.9 dan 2.10, didapat koreksi proporsi campuran untuk air sebesar:

$$\begin{aligned} &= B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\ &= 170 - (2,18 - 1,73) \times \frac{545,47}{100} - (0,63 - 0,73) \times \frac{1214,11}{100} \\ &= 168,759 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Dan dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat halus sebesar:

$$\begin{aligned} &= C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} \\ &= 545,47 + (2,18 - 1,73) \times \frac{545,47}{100} \\ &= 547,93 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Serta dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat kasar sebesar:

$$\begin{aligned} &= D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\ &= 1214,11 + (0,63 - 0,73) \times \frac{1214,11}{100} \\ &= 1212,9 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

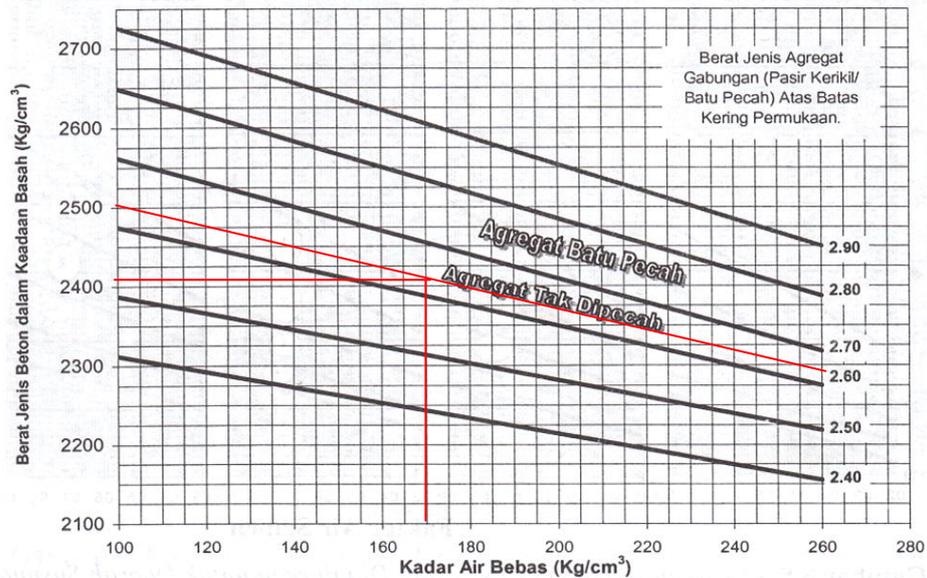
- **Mix Design agregat Takengon**

Pelaksanaan *Mix Design* dapat dijelaskan sebagai berikut:

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

$$- \text{BJ agregat halus gabungan} = (0,31 \times 2,58) + (0,69 \times 2,67) = 2,64$$

20. Berat isi beton diperoleh dengan cara menarik garis yang sesuai dengan nilai berat jenis agregat gabungan, yaitu 2,64. Titik potong garis yang tegak lurus menunjukkan kadar air bebas, dalam hal ini 170 kg/m^3 ditarik sampai dengan nilai berat jenis beton yang didapat. Kemudian menarik lagi garis horizontal sehingga nilai berat isi beton didapat. Dalam hal ini diperoleh angka 2402 kg/m^3 , yang dijelaskan seperti Gambar 4.5.



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

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

$$= 2404 - (532,92 + 170) = 1699,08 \text{ kg/m}^3$$

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

$$= \frac{31}{100} \times 1699,08 = 526,71 \text{ kg/m}^3$$

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

$$= 1699,08 - 526,71 = 1171,37 \text{ kg/m}^3$$

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

untuk tiap m³ sebagai berikut:

- Semen = 532,92 kg
- Air = 170 kg/lt
- Agregat halus = 526,71 kg
- Agregat kasar = 1172,37 kg

25. Koreksi proporsi campuran untuk mendapatkan susunan campuran yang sebenarnya yaitu yang akan kita pakaisebagai 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. 2.8, 2.9, dan 2.10, didapat koreksi proporsi campuran untuk air sebesar:

$$\begin{aligned} &= B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\ &= 170 - (2,18 - 1,73) \times \frac{526,71}{100} - (0,56 - 0,65) \times \frac{1172,37}{100} \\ &= 168,68 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Dan dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat halus sebesar:

$$\begin{aligned} &= C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} \\ &= 526,71 + (2,18 - 1,73) \times \frac{526,71}{100} \\ &= 529,08 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Serta dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat kasar sebesar:

$$\begin{aligned} &= D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\ &= 1172,37 + (0,56 - 0,65) \times \frac{1172,37}{100} \\ &= 1171,31 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

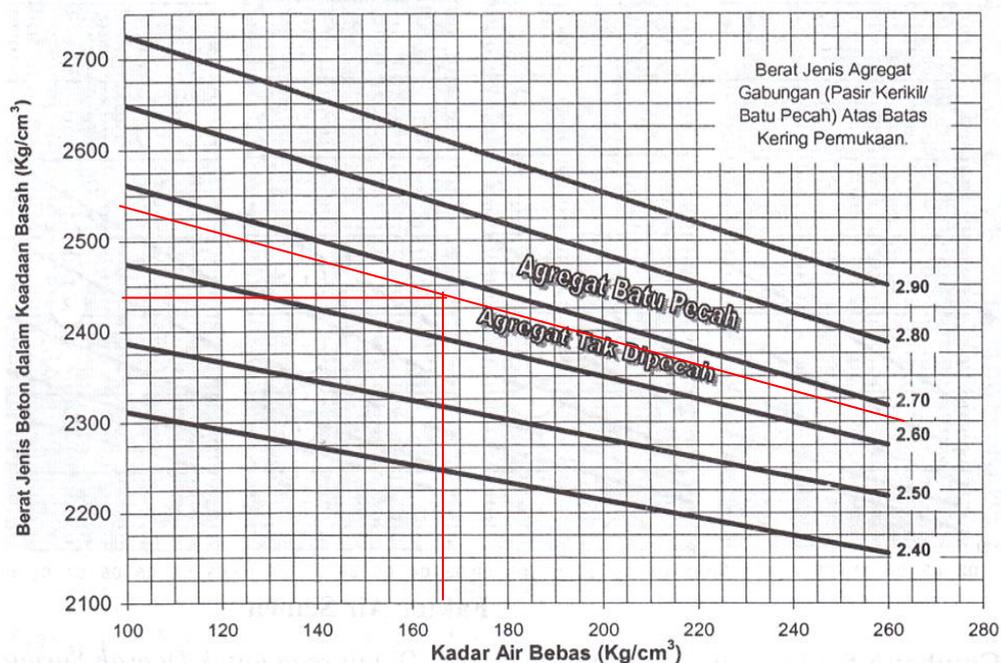
- **Mix Design agregat Sunggal**

Pelaksanaan *Mix Design* dapat dijelaskan sebagai berikut:

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

$$- \text{BJ agregat halus gabungan} = (0,31 \times 2,58) + (0,69 \times 2,73) = 2,68$$

20. Berat isi beton diperoleh dengan cara menarik garis yang sesuai dengan nilai berat jenis agregat gabungan, yaitu 2,68. Titik potong garis yang tegak lurus menunjukkan kadar air bebas, dalam hal ini 170 kg/m^3 ditarik sampai dengan nilai berat jenis beton yang didapat. Kemudian menarik lagi garis horizontal sehingga nilai berat isi beton didapat. Dalam hal ini diperoleh angka 2435 kg/m^3 , yang dijelaskan seperti Gambar 4.6.



Gambar 4.6: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton (SNI 03-2834-1993).

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

$$= 2435 - (532,92 + 170) = 1732,08 \text{ kg/m}^3$$

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

$$= \frac{31}{100} \times 1732,08 = 536,95 \text{ kg/m}^3$$

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

$$= 1732,08 - 536,95 = 1195,14 \text{ kg/m}^3$$

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

untuk tiap m^3 sebagai berikut:

– Semen = 532,92 kg

– Air = 170 kg/lt

– Agregat halus = 536,94 kg

– Agregat kasar = 1195,14 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. 2.8, 2.9 dan 2.10, didapat koreksi proporsi campuran untuk air sebesar:

$$\begin{aligned} &= B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\ &= 170 - (2,18 - 1,73) \times \frac{536,94}{100} - (0,54 - 0,77) \times \frac{1195,14}{100} \\ &= 170,33 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Dan dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat halus sebesar:

$$\begin{aligned} &= C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} \\ &= 536,94 + (2,18 - 1,73) \times \frac{536,94}{100} \\ &= 539,36 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Serta dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat kasar sebesar:

$$\begin{aligned} &= D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\ &= 1195,14 + (0,54 - 0,77) \times \frac{1195,14}{100} \\ &= 1192,39 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

4.2. Pembuatan Benda Uji

Dalam penelitian ini menggunakan silinder sebagai benda uji dengan ukuran tinggi 30 cm diameter 15 cm, jumlah benda uji yang di buat adalah sebanyak 32 benda uji.

Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam pembuatan benda uji :

1. Pengadukan beton

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

2. Pencetakan

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

keluar, setelah itu ratakan permukaan cetakan dan di tutup dengan kaca untuk menjaga penguapan air dari beton segar. Lepaskan cetakan setelah 20 jam dan jangan lebih dari 48 jam setelah pencetakan.

3. Pemeliharaan beton

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

4.3. Slump Test

Pengambilan nilai *slump* dilakukan mengacu kepada SNI 1971-2008 untuk masing–masing campuran baik pada beton normal maupun beton yang menggunakan bahan penambah (*Additive*). Pengujian *slump* dilakukan dengan kerucut abrams dengan cara mengisi kerucut abrams dengan beton segar (setiap pengambilan bahan harus dapat mewakili adukan tersebut) sebanyak 3 lapis, tiap lapis kira–kira 1/3 dari isi kerucut pada tiap lapisan dilakukan penusukan sebanyak 25 kali, tongkat penusuk harus masuk sampai bagian bawah tiap–tiap lapisan setelah pengisian selesai ratakan permukaan kerucut lalu angkat cetakan dengan jarak 300 mm dalam waktu 5 ± 2 detik tanpa gerakan lateral atau torsional. Selesaikan seluruh pekerjaan pengujian dari awal pengisian hingga pelepasan cetakan tanpa gangguan dalam waktu tidak lebih 2 1/2 menit , ukur tinggi adukan selisih tinggi kerucut 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 kita lihat pada Tabel 4.22:

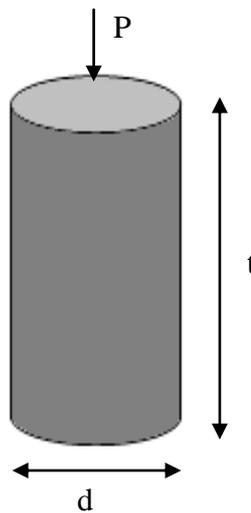
Tabel 4.22: Hasil pengujian nilai *slump*.

	Beton Normal Binjai		Beton Normal Gayo Lues		Beton Normal Takengon		Beton Normal Sunggal	
	7	28	7	28	7	28	7	28
<i>Slump</i>	3,5	4,5	3,5	4	3,5	4	4	4,5
(cm)	3,5	4	4	4	3,5	4,5	4	4

Berdasarkan Tabel 4.22 menjelaskan hasil slump test beton normal agregat Binjai, beton normal agregat Gayo Lues, beton normal agregat Takengon dan beton normal agregat Sunggal sebesar 3,5 sampai dengan 4,5 cm.

4.4. Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 7 dan 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 4.7 dan jumlah benda uji 32 buah, dengan pengelompokan benda uji sesuai dengan variasi agregat.



Gambar 4.7: 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.

4.4.1 Kuat Tekan Beton Normal

Pengujian beton normal dilakukan pada saat beton berumur 7 dan 28 hari seperti yang telah dijelaskan diatas. Hasil dari penyelidikan kuat tekan beton normal dapat dilihat pada Tabel 4.23.

Tabel 4.23: Hasil pengujian kuat tekan beton normal Binjai.

Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	A = 176,71cm ² $f'_c =$ (P/A)/0,83 (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c/0,65$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
		Umur 7 hari		
1	46500	317.04	48.78	48,78
2	40500	276.13	42.48	
3	48000	327.27	50.35	
4	51000	347.27	53.50	
Umur 28 hari				
Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	A = 176,71cm ² $f'_c =$ (P/A)/0,83 (MPa)	Kuat Tekan 28 hari $f'_c/1,00$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
		Umur 28 hari		
1	72000	490.90	49.09	49,86
2	76500	521.58	52.16	
3	75000	511.35	51.14	
4	69000	470.45	47.04	

Tabel 4.24: Hasil pengujian kuat tekan beton normal Gayo Lues.

Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A = 176,71 \text{ cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c/0,65$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 7 hari				
1	46500	317.04	48.78	48.25
2	40000	272.72	41.96	
3	48000	327.27	50.35	
4	49500	337.49	51.92	
Umur 28 hari				
Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A = 176,71 \text{ cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83$ (MPa)	Kuat Tekan 28 hari $f'_c/1,00$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
1	69000	470.45	47.04	49.60
2	72000	490.90	49.09	
3	73500	501.13	50.11	
4	76500	521.58	52.16	

Tabel 4.25: Hasil pengujian kuat tekan beton normal Takengon.

Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A = 176,71 \text{ cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c/0,65$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 7 hari				
1	54000	368.18	56.64	47,86
2	45000	306.81	47.20	
3	40000	272.72	41.96	
4	43500	296.59	45.63	

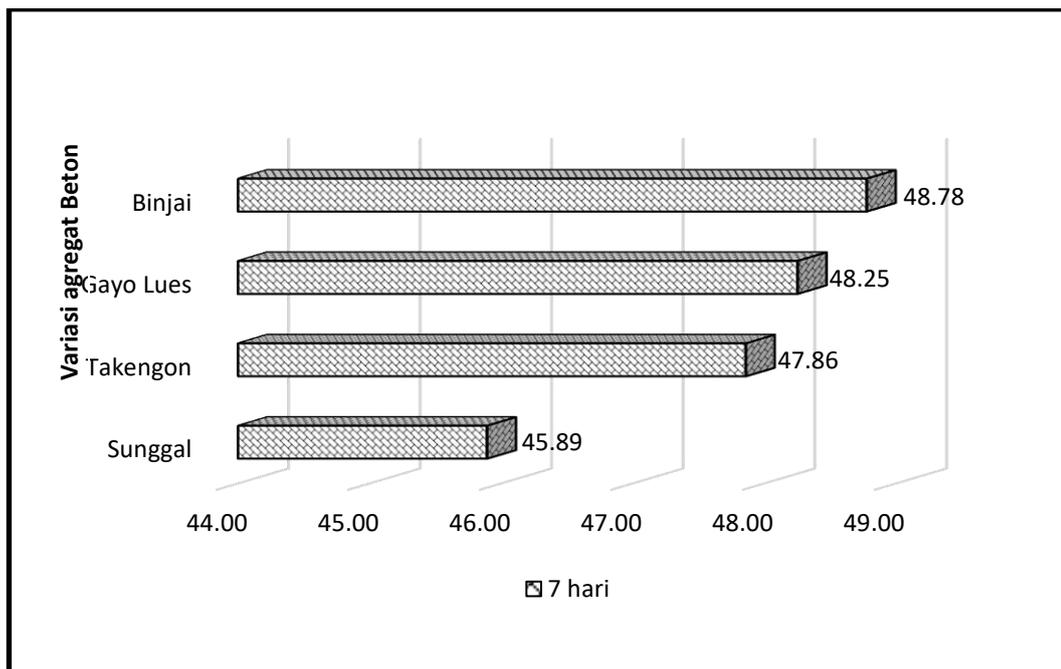
Tabel 4.25: Lanjutan.

Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A = 176,71\text{cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83$ (MPa)	Kuat Tekan 28 hari $f'_c/1,00$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 28 hari				
1	67500	460.22	46.02	48,58
2	66000	449.99	45.00	
3	69000	470.45	47.04	
4	82500	562.49	56.25	

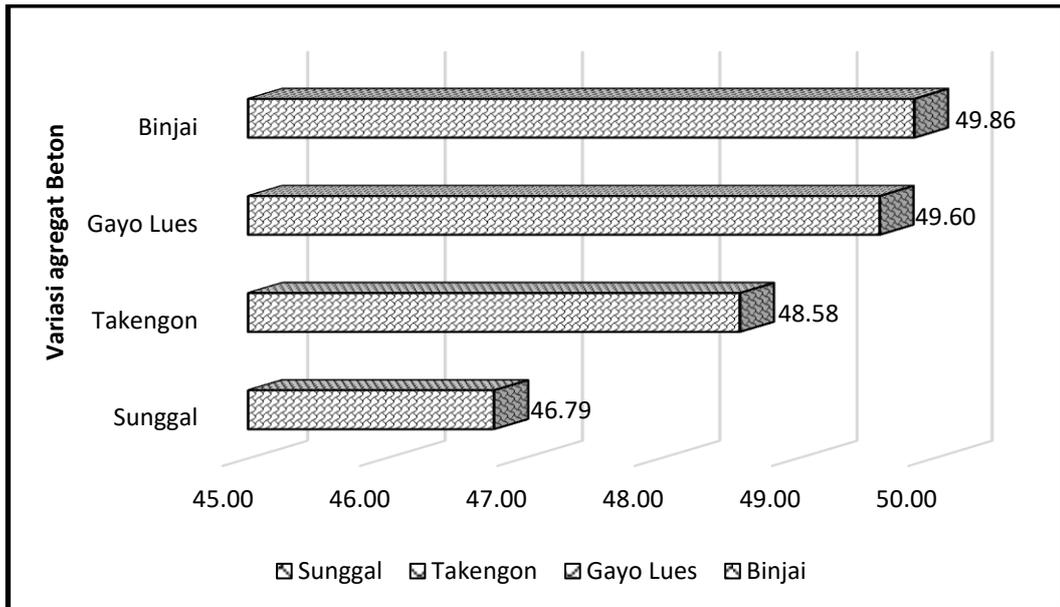
Tabel 4.26: Hasil pengujian kuat tekan beton normal Sunggal.

Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A = 176,71\text{cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c/0,65$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 7 hari				
1	42000	286.36	44.06	45.89
2	45000	306.81	47.20	
3	40000	272.72	41.96	
4	48000	327.27	50.35	
Umur 28 hari				
Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A = 176,71\text{cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83$ (MPa)	Kuat Tekan 28 hari $f'_c/1,00$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
1	64500	439.76	43.98	46.79
2	70500	480.67	48.07	
3	66000	449.99	45.00	
4	73500	501.13	50.11	

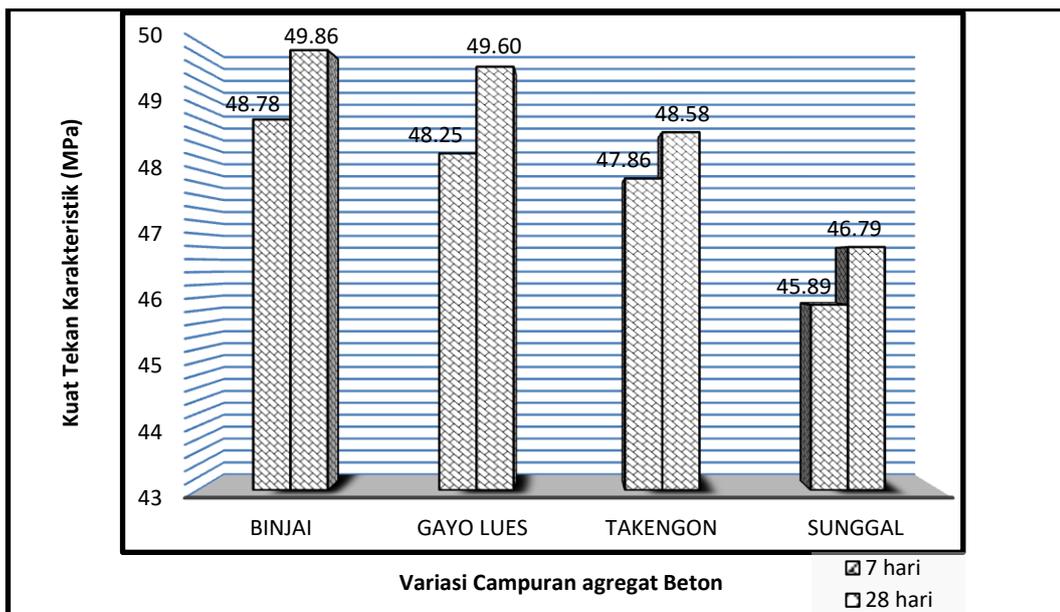
Berdasarkan hasil pada persamaan Tabel 4.23 - 4.27, dan Gambar 4.8, 4.9, didapat nilai kuat tekan beton normal Binjai untuk umur beton 7 hari rata-rata sebesar 48.78 MPa. Sedangkan nilai kuat tekan beton umur 28 hari didapat rata-rata sebesar 49.86 MPa. Hasil kuat tekan beton normal Gayo Lues didapat nilai kuat tekan untuk umur beton 7 hari rata-rata sebesar 48.25 MPa, sedangkan nilai kuat tekan beton umur 28 hari didapat rata-rata 49.60 MPa. Hasil kuat tekan beton normal Takengon didapat nilai kuat tekan untuk umur beton 7 hari rata-rata 47.86 MPa, sedangkan nilai kuat tekan beton umur 28 hari didapat rata-rata 48.58 MPa. Dan Hasil kuat tekan beton normal Sunggal didapat nilai kuat tekan untuk umur beton 7 hari rata-rata 45.89 MPa, sedangkan nilai kuat tekan beton umur 28 hari didapat rata-rata 46.79 MPa. Penelitian beton normal ini memenuhi persyaratan karena nilai kuat tekan umur beton 28 hari yang dihasilkan melebihi dari nilai kuat tekan rencana sebesar 35 MPa.



Gambar 4.8: Kuat tekan beton pada umur 7 hari.



Gambar 4.9: Kuat tekan beton pada umur 28 hari.



Gambar 4.10: Kuat tekan beton pada umur 7 hari dan 28 hari.

Dari hasil kuat tekan beton antara beton yang menggunakan agregat kasar dari daerah binjai dengan beton yang menggunakan agregat kasarnya masing-masing dari tiga daerah antara lain Gayo Lues, Takengon, dan Sunggal maka dapat diketahui nilai kuat tekan beton tertinggi terdapat pada beton yang menggunakan agregat kasar dari daerah Binjai sedangkan nilai kuat tekan beton tertinggi urutan

2,3 dan 4 dimiliki oleh daerah Gayo Lues, Takengon dan Sunggal. Hal tersebut menunjukkan bahwa agregat kasar dari masing-masing daerah juga memiliki pengaruh yang berbeda pada nilai kuat tekan beton.

4.5. Pembahasan

Bila dibandingkan kuat tekan beton normal Binjai dengan beton yang menggunakan agregat kasar dari Gayo Lues, Takengon dan sunggal. Persentase penurunan kuat tekan dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini:

➤ Beton Normal Sunggal

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai penurunan (umur 7 hari)} &= \frac{45,89 - 48,78}{48,78} \times 100\% \\ &= -5,92\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai penurunan (umur 28 hari)} &= \frac{46,79 - 49,86}{49,86} \times 100\% \\ &= -6,15\% \end{aligned}$$

➤ Pengisian Normal Takengon

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai penrunan (umur 7 hari)} &= \frac{47,86 - 48,78}{48,78} \times 100\% \\ &= -1,88\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai penurunan (umur 28 hari)} &= \frac{48,58 - 49,86}{49,86} \times 100\% \\ &= -2,56\% \end{aligned}$$

➤ Pengisian Normal Gayo Lues

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai penurunan (umur 7 hari)} &= \frac{48,25 - 48,78}{48,78} \times 100\% \\ &= -1,08\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai penurunan (umur 28 hari)} &= \frac{49,60 - 49,86}{49,86} \times 100\% \\ &= -0,52\% \end{aligned}$$

Maka, berdasarkan data yang telah dikumpulkan mengenai penurunan kuat tekan beton, dapat dilihat perbandingan mengenai besar persentase penurunan yang ditunjukkan pada data-data tersebut.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Dari hasil Pengujian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan dari data-data kuat tekan beton pada umur 7 hari dan 28 hari.

1. Hasil kuat tekan beton yang menggunakan agregat kasar dari Binjai didapat nilai kuat tekan rata-rata untuk 7 hari estimasi 28 hari sebesar 48,78 MPa dan 49,86 MPa pada umur 28 hari, Gayo Lues untuk 7 hari estimasi 28 hari sebesar 48,25 MPa dan 49,60 MPa pada umur 28 hari, Takengon untuk 7 hari estimasi 28 hari sebesar 47,86 MPa dan 48,58 MPa pada umur 28 hari, Sunggal untuk 7 hari estimasi 28 hari sebesar 45,89 MPa dan 46,79 MPa pada umur 28 hari.

5.2. SARAN

1. Pada penelitian selanjutnya dapat dikembangkan lagi untuk dilakukan perbandingan daerah lain dari segi kuat tekan betonnya
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengujian kuat lentur dan daya serap air pada beton dari ke empat daerah tersebut
3. Dibutuhkan ketelitian dalam setiap tahap pengujian untuk memperoleh hasil yang maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam dkk. Pengertian beton. diambil dari [http/ /syailfulbeton..blogspot.co .id/2011 /II/beton .html?m=1](http://syailfulbeton.blogspot.co.id/2011/II/beton.html?m=1)
- American Society for Testing and Materials C 33 (1982, 1986) *Standards Specification For Agregates*. Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials C 39 (1993) *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*. Philadelphia: ASTM.
- DinasPekerjaanUmum (2004) *Semen Portland (SNI 15-2049-2004)* pusjatan – BalitbangPU,Indonesia
- Dinas Pekerjaan Umum (1971) *Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI-1971)* Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum. Indonesia.
- 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 (1993) *Metode Pengujian Kadar Air Agregat (SNI 03-2834-1993)*. Pusjatan-Balitbang PU. Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum (1993) *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SNI 03-2834-1993)*. Pusjatan-Balitbang PU. Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum (1996) *Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan No. 200 (0,075 Mm) (SNI 03-4142-1996)*. Pusjatan-Balitbang PU.
- Dinas Pekerjaan Umum (2002) *Tata cara perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*. (SNI 03-2847-2002). Pusjatan-Balitbang PU. Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum (2008) *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar (SNI 1969:2008)*. Pusjatan-Balitbang PU.
- Dinas Pekerjaan Umum (2008) *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat halus (SNI 1969:2008)*. Pusjatan-Balitbang PU.
- Dinas Pekerjaan Umum (2008). *Cara Uji Keausan Agregat DenganMesin Abrasi Los Angeles (SNI 2147:2008)*. Pusjatan-Balitbang PU.

- Dinas Pekerjaan Umum (2008) *Cara Uji Slump Beton (SNI 1972:2008)*. Pusjatan-Balitbang PU. Indonesia.
- Dipopusodo, Istimawan. 1994. *Struktur beton bertulang*. Jakarta: Gramedia pustaka utama.
- Sutikno (2003) *Pengelolaan Ekosistem Pantai dan Pulau-pulau Kecil Dalam Perspektif Geografis*. Proc. Seminar Nasional Pengelolaan Ekosistem Pantai dan Pulau-pulau Kecil Dalam Konteks Negara Kepulauan. Badan Penerbit Fakultas Geografi UGM. Yogyakarta.
- Karwur, H. Y. Dkk. (2013) *Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambah Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Parsial Semen*, Jurnal Sipil Statik Vol. 1, 276-281.
- Laboratorium Beton Teknik Sipil. *Buku Pedoman Praktikum Beton*. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Medan.
- Murdock, L. J. dan Brook, K. M. (1991) *Bahan dan Praktek Beton*, Erlangga, Jakarta.
- Nawy, E. G. (1990) *Beton bertulang: suatu pendekatan dasar*, PT. Eresco, Bandung.
- Nawy, E. G. (1996) *Beton prategang*, PT. Erlangga, Jakarta.
- Polii, Reza Adeputra. 2015. *Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Agregat Yang Berasal Dari Beberapa Tempat Di Sulawesi Utara*. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Parrot, L. J. (1988) *A Literature Review of High Strength Concrete Properties*. British Cement Association (BCA). Wexham Springs.
- Raina, V.K. (1989) *Concrete for Contruction Facts & Practice*, Tata McGraw Hill. New Delhi.
- Tjokrodimulyo, K. (2007) *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Biro.
- Wahyudi, G. & Rahim, S. A. (1999) *Struktur Beton Bertulang*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Winter, G. & Nilson, A. H. (1993) *Design of concrete structures*. McGraw Hill Book Company Inc. New York.

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: 35 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	-	
No. 8	2,38	-	Satu set saringan untuk agregat ukuran # 8 (diameter agregat antara ukuran 100 mm – 19 mm) Berat minimum contoh: 2,5 kg
-	12,50	$\frac{1}{2}$	
-	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 pada 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 ϕ 15 x 30 cm	0,83

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



Gambar L1: Material agregat kasar yang akan digunakan.



Gambar L2: Material agregat halus yang akan digunakan.



Gambar L3: Semen Padang Tipe 1 PPC.



Gambar L4: Batu Gayo Lues.



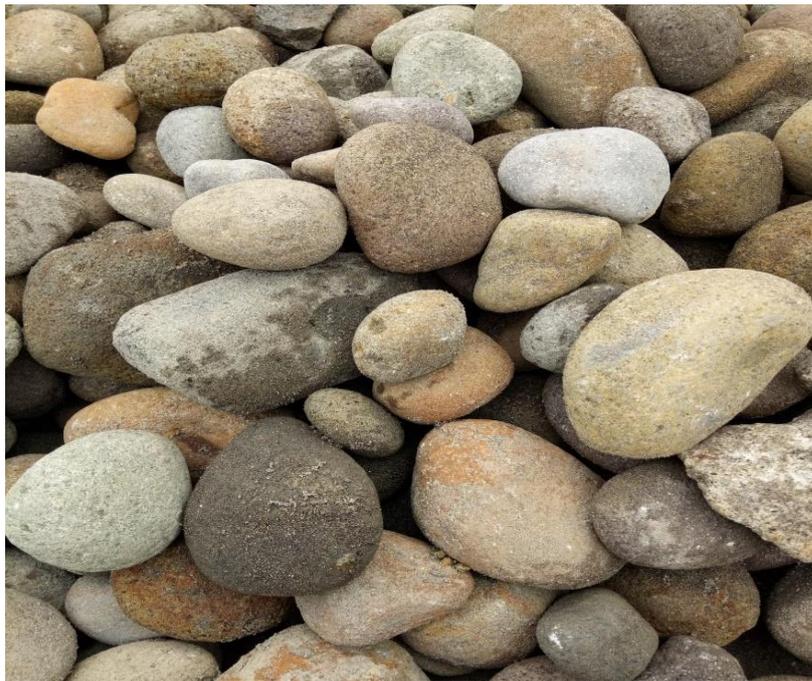
Gambar L5: Proses pemecahan batu Gayo Lues.



Gambar L6: Batu Takengon.



Gambar L7: Proses pemecahan batu Takengon.



Gambar L8: Batu Sunggal.



Gambar L9: Proses pemecahan batu sunggal.



Gambar L10: Proses pengadukan agregat.



Gambar L11: Hasil pengujian *slump test*.



Gambar L12: Proses perendaman beton.



Gambar L13: Benda uji yang sedang dijemur.



Gambar L14: Beton sebelum di uji.



Gambar L15: Uji kuat tekan beton normal Binjai 28 hari.



Gambar L16: Uji kuat tekan beton normal Gayo Lues 28 hari.



Gambar L17: Uji kuat tekan beton normal Takengon 28 hari.



Gambar L18: Uji kuat tekan beton normal Sunggal 28 hari.



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Wahyuni
Jenis Kelamin : Perempuan
Tempat/Tgl Lahir : Kutapanjang, 19 Juli 1995
Alamat : Kerukunan Kutapanjang kec.Kutapanjang
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : H. Bahrin
Ibu : Diah

JENJANG PENDIDIKAN

- ❖ SD Negeri 1 Kutapanjang : Berijazah Tahun 2007
- ❖ SMP Negeri 1 Kutapanjang : Berijazah Tahun 2010
- ❖ SMA Negeri 1 Kutapanjang : Berijazah Tahun 2013
- ❖ Melanjutkan kuliah di Fakultas Teknik Program Studi Sipil di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tahun 2013 hingga selesai.