

TUGAS AKHIR

**KUAT TEKAN BETON DENGAN VARIASI AGREGAT HALUS YANG
BERASAL DARI BEBERAPA TEMPAT DI SUMATERA UTARA**

(Studi Penelitian)

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

Disusun Oleh :

RAHMAT HIDAYAT

1307210273



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

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : RAHMAT HIDAYAT

NPM : 1307210273

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Agregat Halus Yang Berasal Dari Beberapa Tempat Di Sumatera Utara (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, 25 Oktober 2017

Mengetahui dan menyetujui.

Pembimbing I/Penguji

Pembimbing II/Penguji

Ir. Ellyza Chairina, M.Si.

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

Pembanding I/Penguji

Pembanding II/Penguji

Dr. Ade Faisal, ST., M.Sc.

Mizannudin Sitompul, ST., MT.

Program Studi Teknik Sipil
Ketua Prodi,

Dr. Ade Faisal, S.T., M.Sc

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Rahmat Hidayat
Tempat/tgl. Lahir : Kebun Baru, 07 Oktober 1994
NPM : 1307210273
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik

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

“Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Agregat Halus Yang Berasal Dari Beberapa Tempt Di Sumatera Utara”

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

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

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

Medan, 25 Oktober 2017

Saya yang menyatakan,

Materai
Rp 6000

Rahmat Hidayat

ABSTRAK

KUAT TEKAN BETON DENGAN VARIASI AGREGAT HALUS YANG BERASAL DARI BEBERAPA TEMPAT DI SUMATERA UTARA

Rahmat Hidayat

1307210273

Ir. Ellyza Chairina, MSi

Tondi Amirsyah Putera ST, MT

Beton adalah suatu bahan bangunan yang tersusun dari campuran homogen antara semen, air dan agregat. Perkembangan dibidang material beton ini mengalami kemajuan yang sangat pesat, berbagai inovasi yang dilakukan telah menjadikan beton sebagai salah satu bahan yang memiliki kelebihan dibanding dengan bahan lainnya, antara lain harganya yang relatif murah, memiliki kekuatan yang baik, bahan-bahan penyusun yang mudah di dapat, hasil akhir yang tahan lama, dan tidak mengalami pelapukan. Penelitian Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Agregat Halus Yang Berasal Dari Beberapa Tempat Di Sumatera Utara ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Agregat halus yang digunakan dari beberapa tempat di Sumatera Utara agar mendapatkan hasil beton yang lebih bermutu. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui agregat halus mana yang lebih baik untuk kuat tekan beton normal. Penelitian ini menggunakan metode SNI 03-2834-1993. Setelah penelitian, diketahui beton normal agregat halus Binjai didapat kuat tekan 39,26MPa, agregat halus Langkat didapat kuat tekan 35,63MPa, agregat halus Patumbak didapat kuat tekan 36,30MPa dan agregat halus Sunggal didapat kuat tekan 36,00MPa. Melihat hasil diatas, dapat disimpulkan bahwa agregat halus Binjai memiliki kuat tekan yang paling tinggi dan agregat halus langkat yang memiliki kuat tekan yang paling rendah. Dengan berat jenis relatif agregat halus Binjai 2,56, agregat halus Langkat 2,59, agregat halus Patumbak 2,28 dan Agregat halus Sunggal 2,60.

Kata kunci: Beton, agregat halus, kuat tekan beton.

ABSTRACT

STRONG PRESSURE WITH FINE AGREGATE VARIATION COMES FROM SOME PLACES IN NORTH SUMATERA

Rahmat Hidayat

1307210273

Ir. Ellyza Chairina, MSi

Tondi Amirsyah Putera ST, MT

Concrete is a building material composed of a homogeneous mixture of cement, water and aggregate. The development in the field of concrete material is progressing very rapidly, the various innovations that have made concrete as one of the materials that have advantages compared with other materials, including the relatively cheap price, has a good strength, ingredients that are easy to make, durable finish, and no weathering. Research Strong Power Concerete With Various Aggregate Variation Comes From Some Places In North Sumatera was conducted at the Civil Engineering Laboratory of Muhammadiyah University of North Sumatra. Fine aggregates are used from several places in North Sumatra to get better quality concrete results. The aim of the research is to know which fine aggregate is better for the normal compressive strength of concrete. This research uses SNI 03-2834-1993 method. After the research, known normal concrete aggregate of Binjai obtained compressive strength 39,26MPa, fine aggregate Langkat gained compressive strength 35,63MPa, Patumbak fine aggregate fitted with compressive strength 36,30MPa and fine aggregate Sunggal gained compressive strength 36,00MPa. Looking at the above results, it can be concluded that the fine aggregate of Binjai has the highest compressive strength and the finer aggregate of the most compressive strength. With relative density of Binjai 2.66 fine aggregate, fine aggregate Langkat 2.65, Patumbak fine aggregate 2.59 and Sunggal aggregate of Sole 2.57.

Keywords: Concrete, fine aggregate, concrete compressive strength.

KATA PENGANTAR

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

Adapun judul dari tugas akhir ini adalah "Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Agregat Halus Yang Berasal Dari Beberapa Tempat Di Sumatera Utara" yang diselesaikan selama kurang lebih 6 bulan. Tugas Akhir ini disusun untuk melengkapi syarat menyelesaikan jenjang keserjanaan Strata 1 pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

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

1. Ibu Ir. Ellyza Chairina, M.Si. selaku Dosen Pembimbing - I dalam penulisan Tugas Akhir ini dan juga pelaksana Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Tondi Amirsyah Putera Pulungan, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing - II dalam penulisan Tugas Akhir ini.
3. Bapak DR. Ade Faisal, ST., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing - I dan Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Mizanudin Sitompul ST., MT., selaku Dosen pembimbing – II
5. Bapak Rahmatullah, S.T., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak dan Ibu staf pengajar Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Sukimin dan Ibunda tercinta Sarjem yang telah mengasuh dan membesarkan penulis dengan rasa cinta dan kasih sayang yang tulus.

8. Kakanda penulis Darwan, Rahmat Juliadi dan Kakak penulis Darniati dan Aslani Sari yang telah mengasuh dan membesarkan penulis dengan rasa cinta dan kasih sayang yang tulus dan patner baik penulis Siti Novita Sari.
9. Rekan Teknik Sipil 013 Ade hasmudi, Firmansyah Lubis, Wahyuni, Tiara Prillolla, Pungky Gistari, Sri Ulina Sidauruk dan Jubaidah Pasaribu, Keluarga Besar Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan seluruh teman-teman yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.

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, 25 Oktober 2017

Rahmat Hidayat

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR NOTASI	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB 2 STUDI PUSTAKA	5
2.1. Pengertian Beton	5
2.2. Material Penyusun Campuran Beton	5
2.3.1. Semen	5
2.3.2. Air	7
2.3.3. Agregat	8
2.3.3.1 Agregat Halus	8
2.3.3.2 Agregat Kasar	12
2.3. Perencanaan Pembuatan Campuran Beton Standar Menurut SNI 03-2834-1993	14

2.4. <i>Slump Test</i>	22
2.5. Perawatan Beton	23
2.6. Pengujian Kuat Tekan	24
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1. Umum	27
3.1.1. Metodologi Penelitian	27
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian	29
3.3. Bahan dan Peralatan	29
3.3.1. Bahan	29
3.3.2. Peralatan	29
3.4. Persiapan Penelitian	30
3.5. Pemeriksaan Agregat	30
3.6. Pemeriksaan Agregat Halus	30
3.6.1. Kadar Air Agregat Halus	30
3.6.2. Kadar Lumpur Agregat Halus	31
3.6.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	32
3.6.4. Berat Isi Agregat Halus	33
3.6.5. Analisa Saringan Agregat Halus	34
3.7. Pemeriksaan Agregat Kasar	37
3.7.1. Kadar Air Agregat Kasar	37
3.7.2. Kadar Lumpur Agregat Kasar	38
3.7.3. Berat Jenis Penyerapan Agregat Kasar	38
3.7.4. Berat Isi Agregat Kasar	39
3.7.5. Analisa Saringan Agregat Kasar	40
3.7.6. Keausan Agregat Dengan Mesin <i>Los Angeles</i>	41
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1. Perencanaan Campuran Beton Normal Dengan Agregat Halus Binjai (<i>Mix Design</i>)	43
4.1.1. Metode Pengerjaan <i>Mix Design</i> Agregat Halus Binjai	50
4.2. Perencanaan Campuran Beton Normal Dengan Agregat	

Halus Langkat (<i>Mix Design</i>)	55
4.2.1. Metode Pengerjaan <i>Mix Design</i> Agregat Halus Langkat	62
4.3. Perencanaan Campuran Beton Normal Dengan Agregat Halus Patumbak (<i>Mix Design</i>)	64
4.3.1. Metode Pengerjaan <i>Mix Design</i> Agregat Halus Patumbak	71
4.4. Perencanaan Campuran Beton Normal Dengan Agregat Halus Sunggal (<i>Mix Design</i>)	73
4.4.1. Metode Pengerjaan <i>Mix Design</i> Agregat Halus Sunggal	80
4.5. Pembuatan Benda Uji	82
4.6. <i>Slump Test</i>	83
4.7. Kuat Tekan Beton	84
4.7.1. Kuat Tekan Beton Normal Agregat Halus Binjai	84
4.7.2. Kuat Tekan Beton Normal Agregat Halus Langkat	85
4.7.3. Kuat Tekan Beton Normal Agregat Halus Patumbak	86
4.7.4. Kuat Tekan Beton Normal Agregat Halus Sunggal	87
4.8. Pembahasan	90
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	92
5.1. Kesimpulan	92
5.2. Saran	92
DAFTAR PUSTAKA	94
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi Semen <i>Portland</i>	6
Tabel 2.2	Kandungan zat Kimia yang terkandung dalam air	8
Tabel 2.3	Batas gradasi agregat halus	9
Tabel 2.4	Batas gradasi agregat kasar	13
Tabel 2.5	Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia	15
Tabel 2.6	Tingkat mutu pekerjaan pembetonan	15
Tabel 2.7	Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton	17
Tabel 2.8	Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus	18
Tabel 2.9	Toleransi waktu agar pengujian kuat tekan tidak keluar dari batasan waktu yang telah ditoleransi	25
Tabel 2.10	Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur	26
Tabel 3.1	Data-data hasil penelitian kadar air agregat halus dari beberapa tempat di Sumatera Utara	31
Tabel 3.2	Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat halus dari beberapa tempat di Sumatera Utara	31
Tabel 3.3	Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan	

	agregat halus dari beberapa tempat di Sumatera Utara	32
Tabel 3.4	Data-data hasil penelitian berat isi agregat halus dari beberapa tempat di Sumatera Utara	33
Tabel 3.5	Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat halus dari beberapa tempat di Sumatera Utara	34
Tabel 3.6	Data-data hasil penelitian kadar air agregat kasar	37
Tabel 3.7	Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat kasar	38
Tabel 3.8	Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan Agregat kasar	38
Tabel 3.9	Data-data hasil penelitian berat isi agregat kasar	39
Tabel 3.10	Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat kasar	40
Tabel 3.11	Data-data dari hasil pengujian keausan agregat	42
Tabel 4.1	Perencanaan campuran beton Agregat Halus Binjai	44
Tabel 4.2	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	46
Tabel 4.3	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan Dalam 1 benda uji	47
Tabel 4.4	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 48 benda uji	49
Tabel 4.5	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan Dalam 48 benda uji	49
Tabel 4.6	Jumlah kadar air bebas yang ditentukan	52
Tabel 4.7	Perencanaan campuran beton agregat halus Langkat	56

Tabel 4.8	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	58
Tabel 4.9	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan Dalam 1 benda uji	59
Tabel 4.10	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 48 benda uji	61
Tabel 4.11	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan Dalam 48 benda uji	61
Tabel 4.12	Perencanaan campuran beton Agregat Halus Patumbak	65
Tabel 4.13	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	67
Tabel 4.14	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan Dalam 1 benda uji	68
Tabel 4.15	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 48 benda uji	70
Tabel 4.16	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan Dalam 48 benda uji	70
Tabel 4.17	Perencanaan campuran beton agregat halus Sunggal	74
Tabel 4.18	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	76
Tabel 4.19	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan Dalam 1 benda uji	77

Tabel 4.20	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 48 benda uji	79
Tabel 4.21	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan Dalam 48 benda uji	79
Tabel 4.22	Hasil pengujian nilai <i>slump</i>	84
Tabel 4.23	Hasil pengujian kuat tekan beton normal agregat halus Binjai 14 hari	85
Tabel 4.24	Hasil pengujian kuat tekan beton normal agregat halus Binjai 28 hari	85
Tabel 4.25	Hasil pengujian kuat tekan beton normal agregat halus Langkat 14 hari	86
Tabel 4.26	Hasil pengujian kuat tekan beton normal agregat halus Langkat 28 hari	86
Tabel 4.27	Hasil pengujian kuat tekan beton normal agregat halus Patumbak 14 hari	87
Tabel 4.28	Hasil pengujian kuat tekan beton normal agregat halus Patumbak 28 hari	87
Tabel 4.29	Hasil pengujian kuat tekan beton normal agregat halus Sunggal 14 hari	88
Tabel 4.30	Hasil pengujian kuat tekan beton normal agregat halus Sunggal 28 hari	88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Daerah gradasi pasir kasar	10
Gambar 2.2	Daerah gradasi pasir sedang	11
Gambar 2.3	Daerah gradasi pasir agak halus	11
Gambar 2.4	Daerah gradasi pasir halus	12
Gambar 2.5	Batas gradasi agregat kasar	14
Gambar 2.6	Hubungan faktor air semen dan kuat tekan kubus beton	16
Gambar 2.7	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm	19
Gambar 2.8	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm	19
Gambar 2.9	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm	20
Gambar 2.10	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton	21
Gambar 3.1	Tahapan singkat penelitian yang dilaksanakan	28
Gambar 3.2	Grafik gradasi agregat halus Binjai	35
Gambar 3.3	Grafik gradasi agregat halus Langkat	35
Gambar 3.4	Grafik gradasi agregat halus Patumbak	36
Gambar 3.5	Grafik gradasi agregat halus Sunggal	36
Gambar 3.6	Grafik gradasi agregat kasar diameter maksimum 40 mm	41

Gambar 4.1	Hubungan faktor air semen dan kuat tekan kubus beton	51
Gambar 4.2	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm	53
Gambar 4.3	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton agregat halus Binjai	54
Gambar 4.4	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton agregat halus Langkat	63
Gambar 4.5	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton agregat halus Patumbak	72
Gambar 4.6	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton agregat halus Sunggal	81
Gambar 4.7	Beban tekan pada benda uji kubus	84
Gambar 4.8	Grafik kuat tekan beton pada umur 14 hari	89
Gambar 4.9	Grafik kuat tekan beton pada umur 28 hari	89
Gambar 4.10	Grafik kuat tekan beton pada umur 14 hari dan 28 hari	90

DAFTAR NOTASI

A =Luas Penampang(cm^2)

B_j =Berat Jenis(gr)

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)

θ =Diameter(cm)

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

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

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sebuah bangunan dibuat untuk tempat tinggal atau tempat melakukan aktivitas pekerjaan. Adapun hal-hal umum yang direncanakan dalam pembuatan suatu bangunan atau gedung adalah kekuatan strukturnya terhadap gaya-gaya serta beban-beban yang dipikulnya. Disini beton sebagai bahan yang mendominasi bangunan tersebut haruslah direncanakan dengan sebaik-baiknya guna menghindari segala kemungkinan hal terburuk yang mungkin terjadi.

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, banyak penelitian yang telah dilakukan untuk memperbaiki sifat-sifat beton terutama dari segi kekuatannya menahan beban, daya tahan, keawetan, dan kemudahan pengerjaannya.

Parameter-parameter yang paling mempengaruhi kekuatan beton adalah kualitas semen, proporsi semen terhadap campuran, kekuatan dan kebersihan agregat, pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton, penyelesaian, pemadatan beton dan perawatan beton.

Hal lain yang mendasari pemilihan dan penggunaan beton sebagai bahan konstruksi adalah factor efektifitas dan tingkat efisiensinya. Secara umum bahan pengisi (*filler*) beton terbuat dari bahan-bahan yang mudah diperoleh, mudah diolah (*workability*) dan mempunyai keawetan (*durability*) serta kekuatan (*strenght*) yang sangat diperlukan dalam pembangunan suatu konstruksi.

Perkembangan dunia konstruksi di Indonesia saat ini sangat berdampak pada bertambahnya penggunaan beton sebagai material dalam perkuat struktur, selain itu teknologi pada beton juga selalu mengalami perkembangan yang lebih dinamis. Agregat halus dan kasar disebut sebagai bahan susunan kasar pencampur yang merupakan komponen utama beton (Mulyono, 2005).

Beton yang bermutu baik mempunyai beberapa kelebihan diantaranya mempunyai kuat tekan tinggi, tahan terhadap pengkaratan atau pembusukan oleh kondisi lingkungan, tahan aus, dan tahan terhadap cuaca (panas, dingin, sinar

matahari, hujan). Beton juga mempunyai beberapa kelemahan, yaitu lemah terhadap kuat tarik, mengembang dan menyusut bila terjadi perubahan suhu, sulit kedap air secara sempurna, dan bersifat getas (Tjokrodimuljo, 1996).

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. Adapun hasil penelitian yang didapat dari penelitian tersebut membuktikan hasil kuat tekan dengan pasir Girian 30,42, Klabat 30,74, Ranoyapo 27,85, dan Swangan 27,84, ini membuktikan tidak semua agregat halus memiliki kuat tekan yang sama.

Dengan adanya perbedaan jenis pasir di setiap daerah, penulis dapat mengetahui pasir mana yang lebih baik digunakan sebagai bahan bangunan. Jadi, pemanfaatan pasir biasa lebih efektif misalnya dengan adanya perusahaan-perusahaan *ready mix* yang dapat dibangun walaupun tidak sebesar yang ada sekarang tetapi cukup untuk memenuhi kebutuhan *ready mix* di daerah tersebut dan dapat menghemat biaya transportasi serta menyerap pekerja dari masyarakat sekitar dan para sarjana sehingga mengurangi pengangguran.

1.2. Permasalahan

Pada penelitian ini terdapat permasalahan sebagai berikut:

1. Apakah variasi agregat halus dari Binjai, Langkat, Patumbak dan Sunggal mempengaruhi hasil kuat tekan beton?
2. Bagaimanakah perbandingan kuat tekan beton yang berasal dari Binjai, Langkat, Patumbak dan Sunggal?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi agregat halus yang berasal dari Binjai, Langkat, Patumbak dan Sunggal terhadap hasil kuat tekan beton.

2. Untuk mendapatkan perbandingan nilai kuat tekan dari beton yang menggunakan agregate halus dari Binjai, Langkat, Patumbak dan Sunggal.

1.4. Batasan Masalah

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

1. Pengujian kuat tekan beton dengan agregat kasar yang sama, dan agregat halus yang berbeda dari Binjai, Langkat, Patumbak dan Sunggal yang berbeda setiap benda uji dan membandingkan hasilnya.
2. Penggunaan agregat yang persentasenya sama tetapi membedakan lama pengujian kuat tekannya yaitu pada 14 hari dan 28 hari, dan untuk mengetahui adanya kenaikan atau penurunan kuat tekan beton.
3. Penelitian ini menggunakan cetakan kubus dengan sisi 15cm x 15cm x 15 cm sebanyak 6 buah sampel untuk setiap variasi.
4. Metode untuk perencanaan campuran menggunakan metode Standar Nasional Indonesia (SNI, 03-2834-1993).

1.5. Manfaat Penelitian

Dengan penelitian ini diharapkan masyarakat maupun pihak yang terkait dapat mengetahui komposisi yang akan digunakan, untuk menggunakan agregat halus tersebut sebagai bahan bangunan agar perencanaan yang dibuat sesuai dengan yang diinginkan oleh *engineer* maupun masyarakat umumnya. Manfaat penelitian bagi masyarakat dapat membantu untuk memberikan rekomendasi bagi suatu kebijakan, program yang dicanangkan oleh sebuah dinas atau instansi maupun kelompok masyarakat. Dimana hal tersebut dapat meningkatkan kinerja dari parapelaksana program. Mereka akan lebih yakin untuk bekerja karna telah ada bukti-bukti yang menjurus pada program yang sedang dilaksanakan.

1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika Proposal skripsi ini yaitu:

Bab 1 Pendahuluan

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

Bab 2 Tinjauan Pustaka

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

Bab 3 Metodologi Penelitian

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

Bab ini menguraikan kesimpulan yang diperoleh dari analisis yang telah dilakukan dan juga saran-saran dari penulis.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Beton

Beton secara umum bermanfaat untuk bahan bangunan, baik infrastruktur ataupun hunian. Penyusun beton tersebut antara lain air, semen portland, dan agregat (pasir dan kerikil), dengan bahan tambah ataupun tanpa bahan tambah. Beton yang baik adalah mempunyai kuat tekan, tarik, dan lekat yang tinggi, tahan ausan, tahan cuaca, tahan terhadap zat – zat kimia (terutama sulfat), elastisitasnya (modulus elastis) tinggi, tidak ada pori setelah dilepas cetakannya, tidak banyak air atau rapat air, tidak ada gelembung, apabila dicampur sudah tidak kelihatan campurannya seperti pasir, krikil, semen ataupun air, bisa mengalir adonannya, dan susutan pengerasnya kecil.

a. Kelebihan Beton

- Kekuatan tekannya yang tinggi sehingga beton cocok untuk dipakai sebagai elemen yang terutama memikul gaya tekan.
- Tahan lama karena tidak busuk atau berkarat.
- Daya tahanya yang cukup tinggi terhadap air dan api.
- Kemudahan dalam pembentukannya yaitu dalam keadaan plastis beton dan mudah dibentuk sesuai cetakan atau bekisting.

b. Kekurangan Beton

- Beton merupakan bahan yang getas dan mempunyai tegangan tarik yang rendah.
- Beton juga mempunyai sifat susut yang perlu diperhatikan dalam Perencanaan.

2.2. Material Penyusun Campuran Beton

2.2.1 Semen

Semen Portland adalah semen hidraulis yang dihasilkan dengan cara menghancurkan klinker yang terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat

hidraulis. Klinker adalah gabungan komponen produk semen yang belum diberi bahan tambah lain untuk memperbaiki sifat dari semen.

Pada umumnya semen berfungsi untuk :

1. Sebagai bahan pengikat antara pasir dan kerikil agar berbentuk beton.
2. Mengisi rongga – rongga diantara butir – butir agregat.

Komposisi semen portland dan senyawa yang terkandung didalamnya terlampir pada Tabel 2.1:

Tabel 2.1: Komposisi semen Portland.

Oksida	Kandungan (%)
CaO	60–67
SiO ₂	17 – 25
AL ₂ O ₃	3 – 8
Fe ₂ O ₃	0,5 – 0,6
MgO	0,1 – 4
Alkalis	0,2 – 1,3
SO ₃	1 – 3

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

1. Semen *Portland* Tipe I adalah semen *Portland* umum (*normal Portland cement*) yang digunakan dalam konstruksi beton secara umum dan tidak memerlukan sifat-sifat khusus.
2. Semen *Portland* Tipe II adalah semen *Portland* yang mempunyai panas hidrasi lebih rendah dan keluarnya panas lebih lambat dari pada semen jenis I. Semen ini digunakan pada bangunan drainase dengan sulfat agak tinggi, dinding penahan tanah tebal yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan kalor hidrasi sedang.
3. Semen *Portland* Tipe III adalah semen *Portland* dengan kekuatan awal yang tinggi (*high early strenght Portland cement*). Jenis ini memperoleh kekuatan besar dalam waktu singkat, sehingga dapat digunakan untuk perbaikan bangunan beton yang perlu segera digunakan serta dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
4. Semen *Portland* Tipe IV adalah semen *Portland* dengan panas hidrasi yang rendah (*low heat Portland cement*). Jenis ini merupakan jenis khusus untuk penggunaan yang memerlukan panas hidrasi serendah-rendahnya.

Pertumbuhan kekuatannya lambat. Jenis ini digunakan untuk bangunan beton massa seperti bendungan-bendungan gravitasi tinggi.

5. Semen *Portland* Tipe V adalah semen portland yang tahan Sulfat (*sulfat resisting portland cement*). Jenis ini merupakan jenis khusus yang digunakan hanya untuk bangunan yang terkena Sulfat, seperti di tanah/air yang kadar Alkalinya tinggi.

2.2.2 Air

Air merupakan media pencampur komponen-komponen bahan lainnya. Bersama semen, air bereaksi secara kimiawi melakukan proses hidrasi. Bila air terlalu banyak, pengikatan semen dengan air terhalang, beton akan menjadi porus setelah mengeras namun bila air terlalu sedikit proses hidrasi tidak selesai. Air yang dimaksud disini adalah air yang digunakan sebagai campuran bahan bangunan, harus berupa air bersih dan tidak mengandung bahan-bahan yang dapat menurunkan kualitas beton. Air merupakan bahan penyusun beton yang diperlukan untuk bereaksi dengan semen, yang juga berfungsi sebagai pelumas antara butiran-butiran agregat agar dapat dikerjakan dan dipadatkan. Proses hidrasi dalam beton segar membutuhkan air kurang lebih 25% dari berat semen yang digunakan. Dalam kenyataan, jika nilai faktor air semen kurang dari 35%, beton segar menjadi tidak dapat dikerjakan dengan sempurna, sehingga setelah mengeras beton yang dihasilkan menjadi keropos dan memiliki kekuatan yang rendah. Kelebihan air dari proses hidrasi diperlukan untuk syarat-syarat kekentalan (*consistency*), agar dapat dicapai suatu kelecakan (*workability*) yang baik. Kelebihan air ini selanjutnya akan menguap atau tertinggal di dalam beton yang sudah mengeras, sehingga menimbulkan pori-pori (*capillary poreous*). Menurut (SNI 03-2874-2002), proses pengikatan, pengerasan semen atau hidrasi pada beton akan berjalan dengan baik jika menggunakan air yang memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a. Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan yang merusak seperti bahan yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton dan tulangan.

b. Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau beton yang didalamnya tertanam logam Aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion Klorida dalam jumlah yang membahayakan.

c. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali ketentuan berikut terpenuhi:

Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama.

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

Berikut adalah Tabel 2.2 yang menjelaskan tentang konsentrasi maksimum kandungan zat kimia dalam air yang diizinkan:

Tabel 2.2: Kandungan zat kimia dalam air yang diizinkan (Mulyono, 2005).

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

2.2.3 Agregat

2.2.3.1 Agregat Halus

Agregat halus terdiri dari pasir alam, pasir hasil buatan atau gabungan dari kedua pasir tersebut. Syarat–Syarat Agregat Halus (*SK SNI T-15-1990-03*):

- a. Agregat halus terdiri dari butiran – butiran yang tajam dan keras dengan indeks kekersan ≤ 2.2 .
- b. Butir – butir agregat halus harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hacur oleh pengaruh cuaca, seperti matahari dan hujan.
- c. Sifat kekal, di uji dengan larutan garam sulfat.
- d. Kadar Lumpur tidak boleh melebihi 5 % dari berat pasir, apabila kadar lumpur melebihi 5 % maka pasir sebelum digunakan harus dicuci terlebih dahulu.
- e. Agregat halus tidak boleh mengandung bahan – bahan organis terlalu banyak yang harus dibuktikan dengan percobaan warna Abrams – Herder. Untuk itu bila direndam dalam larutan 3% NaOH, cairan diatas endapan tidak boleh lebih gelap dari warna larutan pembanding. Jika Agregat halus tidak memenuhi percobaan diatas, maka agregat dapat dipakai, asal kekuatan tekan adukan agregat tersebut pada umur 7 dan 28 hari tidak kurang dari 95 % dari kekuatan adukan agregat yang sama tetapi dicuci dahulu dalam larutan 3% NaOH kemudian dicuci hingga bersih dengan air pada umur yang sama.
- f. Susunan besar butir agregat halus mempunyai modulus kehalusan antara 1.5 – 3.8 dan harus terdiri dari butir- butir yang beraneka ragam besarnya. Apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan, harus masuk salah satu dalam daerah susunan butir menurut Zone 1, 2, 3, atau 4 (BS.882) dan harus memenuhi syarat.

Berikut adalah Tabel 2.3 yang menjelaskan batas gradasi agregat halus:

Tabel 2.3: Batas gradasi agregat halus (SK. SNI T-15-1990-03).

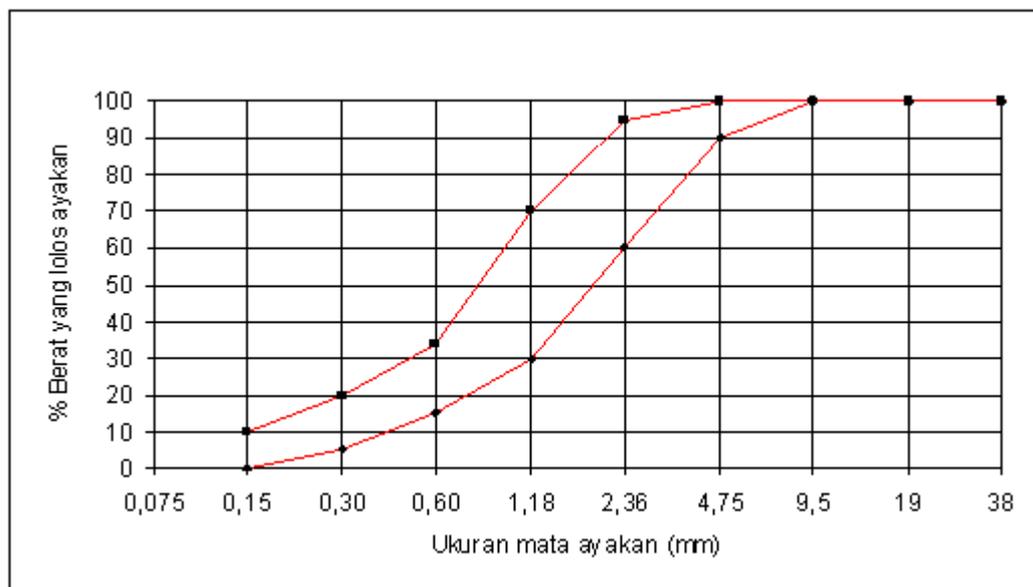
Lubang Ayakan (mm)	No	Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan			
		I	II	III	IV
10	3/8 in	100	100	100	100
4,8	No.4	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	No.8	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	No.16	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	No.30	15-34	35-59	60-79	80-100

Tabel 2.3: *Lanjutan.*

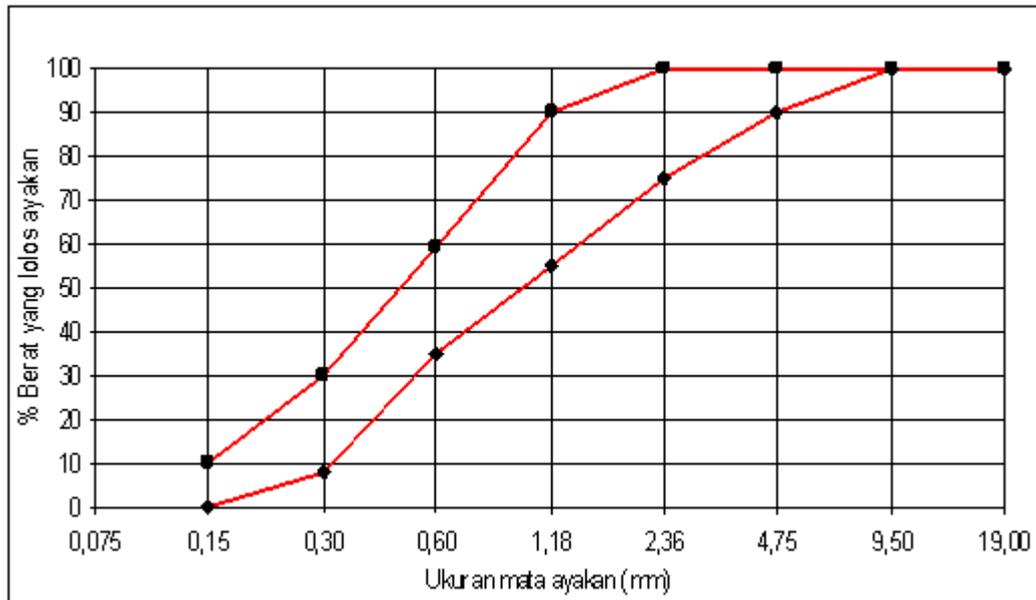
Lubang Ayakan (mm)	No	Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan			
		I	II	III	IV
0,3	No.50	5-20	8-30	12-40	15-50
0,25	No.100	0-10	0-10	0-10	0-15

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

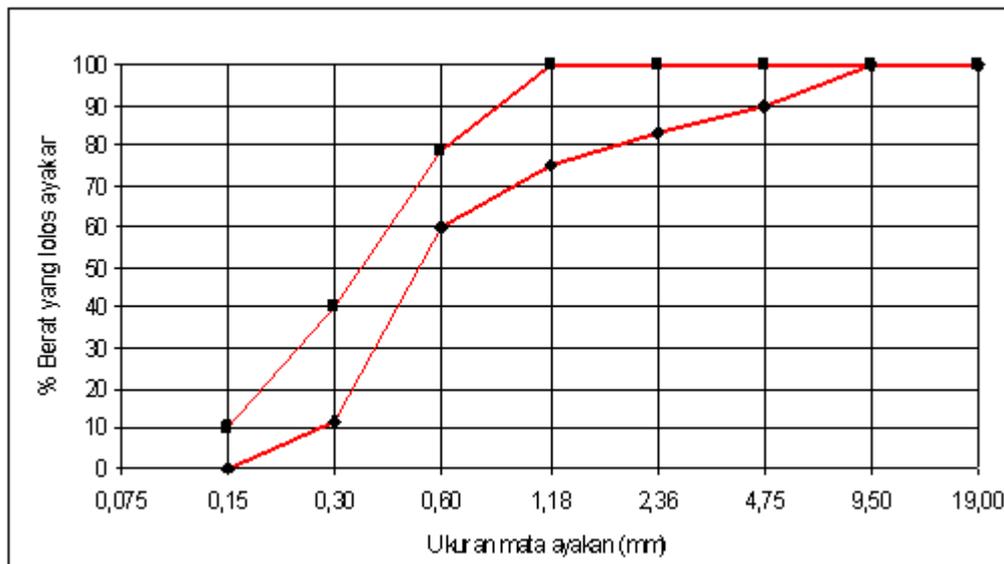
Berikut adalah Gambar 2.1, 2.2, 2.3 dan 2.4 yang menjelaskan daerah gradasi pasir:



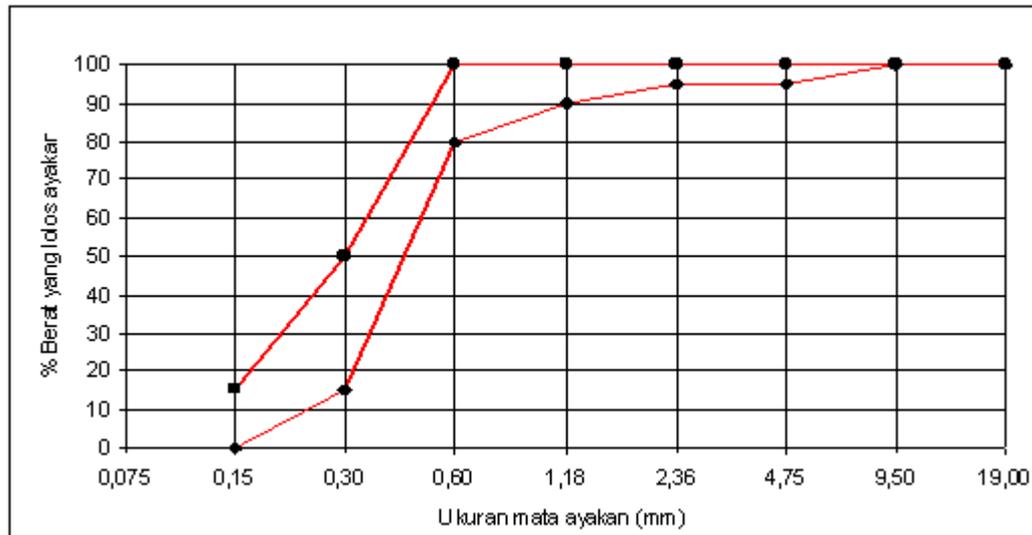
Gambar 2.1: Daerah gradasi pasir kasar (SNI 03-2834-1993).



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).

Pemeriksaan material ini dilaksanakan sesuai dengan standar menurut SNI, agregat halus diteliti terhadap:

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

2.2.3.2 Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan agregat yang semua butirannya tertinggal di atas ayakan 4,75 mm (ASTM C33, 1982), dapat berupa kerikil, pecahan kerikil, batu pecah, granit, atau beton semen hidrolis yang dipecah. Agregat kasar (kerikil/batu pecah) yang akan dipakai untuk membuat campuran beton harus memenuhi persyaratan-persyaratan sebagai berikut:

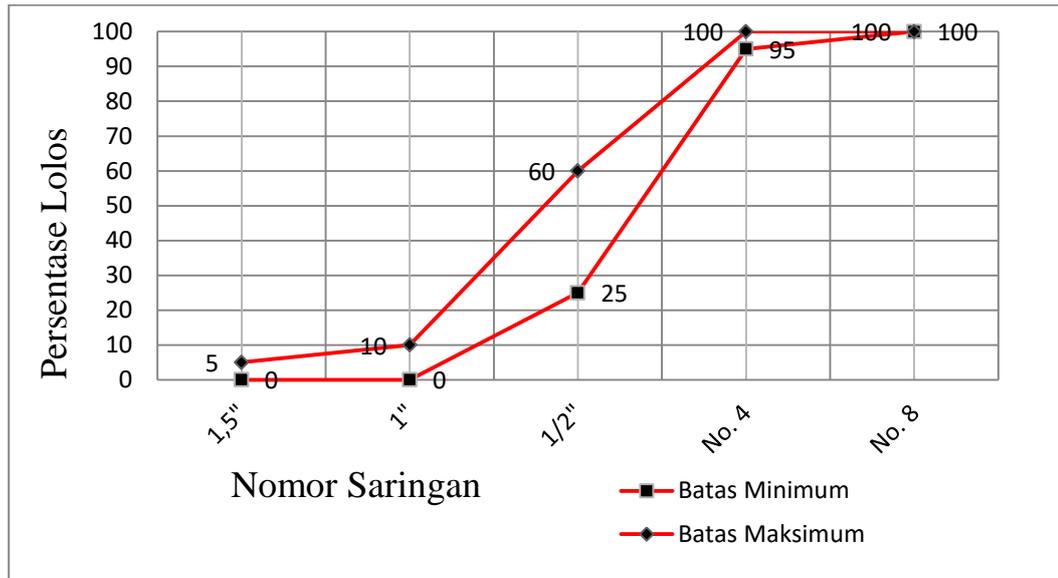
- a. Kerikil atau batu pecah maupun granit harus terdiri dari butir – butir yang keras dan tidak berpori Kadar bagian yang lemah bila diuji dengan goresan batang tembaga maksimum 5%. Kekerasan agregat kasar diperiksa dengan bejana penguji Rudolff dengan beban penguji 20 ton.
- b. Agregat yang mengandung butir-butir pipih hanya dapat dipakai apabila jumlah butir-butir pipih tersebut tidak melebihi 20% dari berat agregat seluruhnya.

- c. Butir – butir agregat kasar harus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca, seperti matahari dan hujan.
- d. Sifat kekal, diuji dengan larutan garamsulfat.
- e. Jika dipakai Natrium Sulfat, bagian hancur maksimum 12%.
- f. Jika dipakai Magnesium Sulfat, bagian hancur maksimum 10%.
- g. Tidak boleh mengandung bahan yang reaktif terhadap alkali.
- h. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% (terhadap berat kering) dan apabila mengandung lebih dari 1%, agregat kasar tersebut harus dicuci.
- i. Agregat kasar harus terdiri dari butir – butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan susunan ayakan yang ditentukan, susunan besar butir mempunyai modulus kehalusan antara 6–7,1 dan harus memenuhi syarat – syarat berikut :
 - Sisa diatas ayakan 38 mm harus maksimum 0% berat.
 - Sisa diatas ayakan 4.8 mm harus berkisar antara 90 dan 98 % berat.
 - Selisih antara sisa – sisa kumulatif diatas 2 ayakan berurutan adalah maksimum 60% dan minimum 100%.

Menurut ASTM C33 (1986), batas gradasi agregat kasar dengan diameter agregat maksimum 37,5 mm dapat dilihat dalam Tabel 2.4 dan disajikan melalui Gambar 2.5 agar lebih memudahkan pemahaman.

Tabel 2.4: Batas gradasi agregat kasar (ASTM C33, 1986).

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



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

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

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

2.3. 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 2.5. 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 ($f'_c + 12$ MPa).

Tabel 2.5: 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	$f'_c + 12$ Mpa
16	1,16
20	1,08
25	1,03
30 atau lebih	1,00

3. Perhitungan nilai tambah (margin).

Tingkat mutu pekerjaan pembetonan dapat dilihat pada Tabel 2.6:

Tabel 2.6: 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 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*.

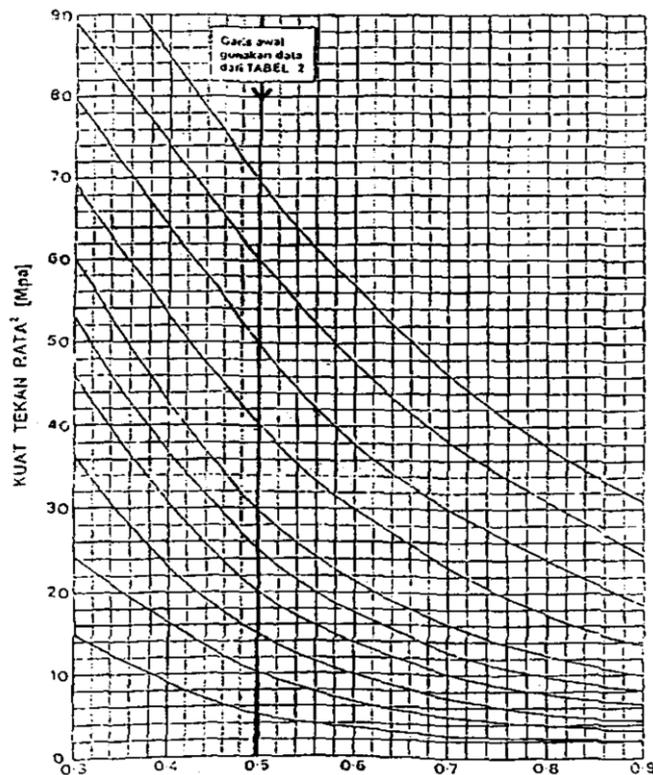
Pada cara ini dipilih semen tipe I.

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 dari grafik yang ditunjukkan pada Gambar 2.6.



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

8. Faktor air semen maksimum.

Persyaratan jumlah semen minimum dari faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus dapat dilihat pada Tabel 2.8.

9. Penetapan nilai *slump*.

Penetapan nilai *slump* dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7: 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

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 2.7.

Agregat campuran (tak pecah dan dipecah), dilihat pada 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.

12. Berat semen yang diperlukan per meter kubik beton dilihat pada Pers. 2.3:

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

F_{as} = Faktor air per meter kubik beton

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

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

Tabel 2.8: 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 didalam ruang bangunan: Keadaan keliling non-khorosif	275	0,65
Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan: Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk ke dalam tanah: Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti.	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.

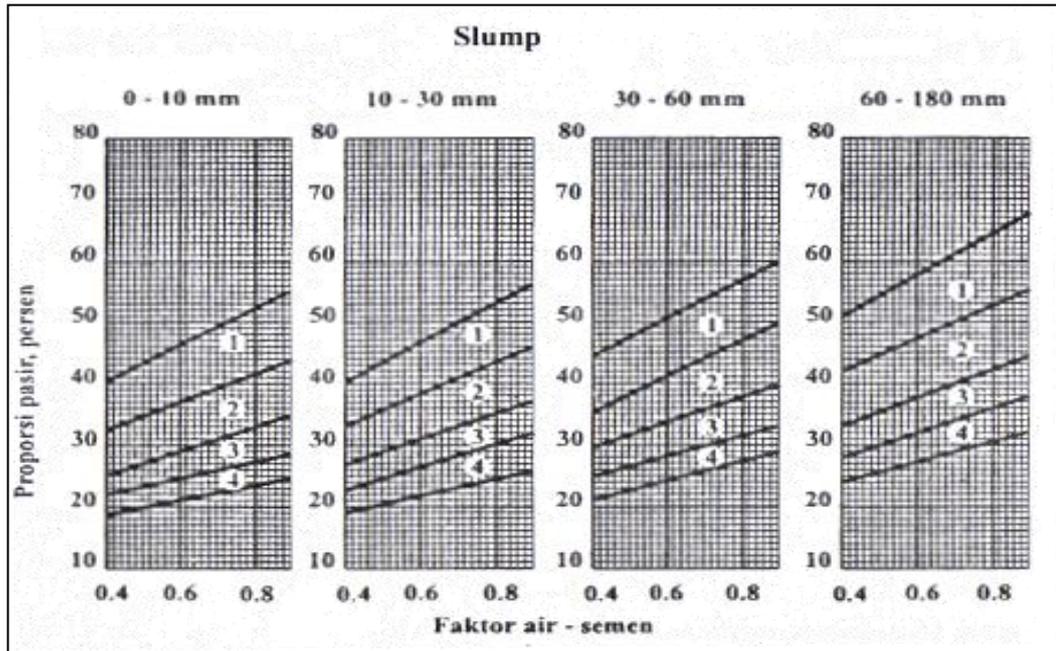
16. Penetapan jenis agregat halus:

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).

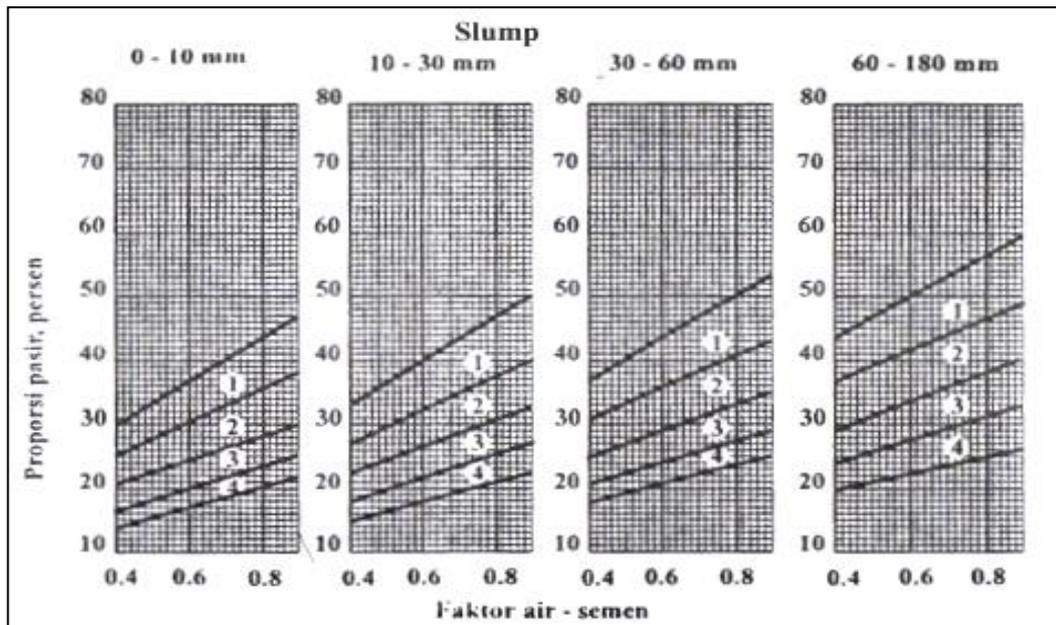
17. Penetapan jenis agregat kasar menurut Gambar 2.5.

18. Proporsi berat agregat halus terhadap agregat campuran.

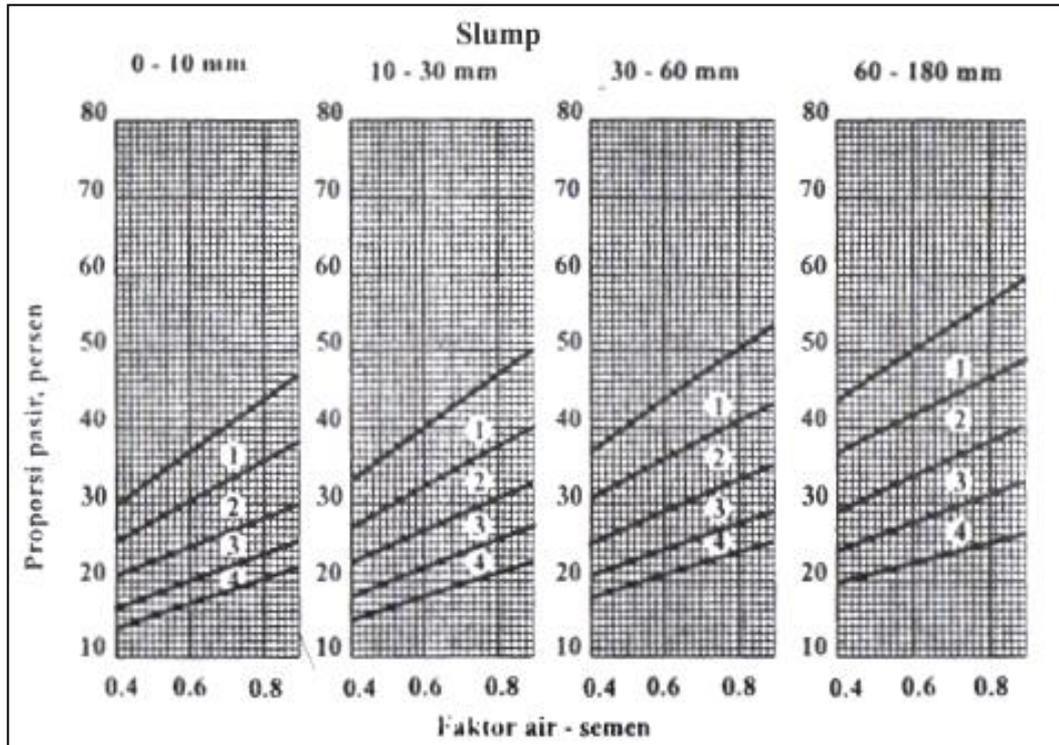
Proporsi berat agregat halus ditetapkan dengan cara menghubungkan kuat tekan rencana dengan faktor air semen menurut slump yang digunakan secara tegak lurus berpotongan yang dapat dilihat pada Gambar 2.7 - 2.9.



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 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

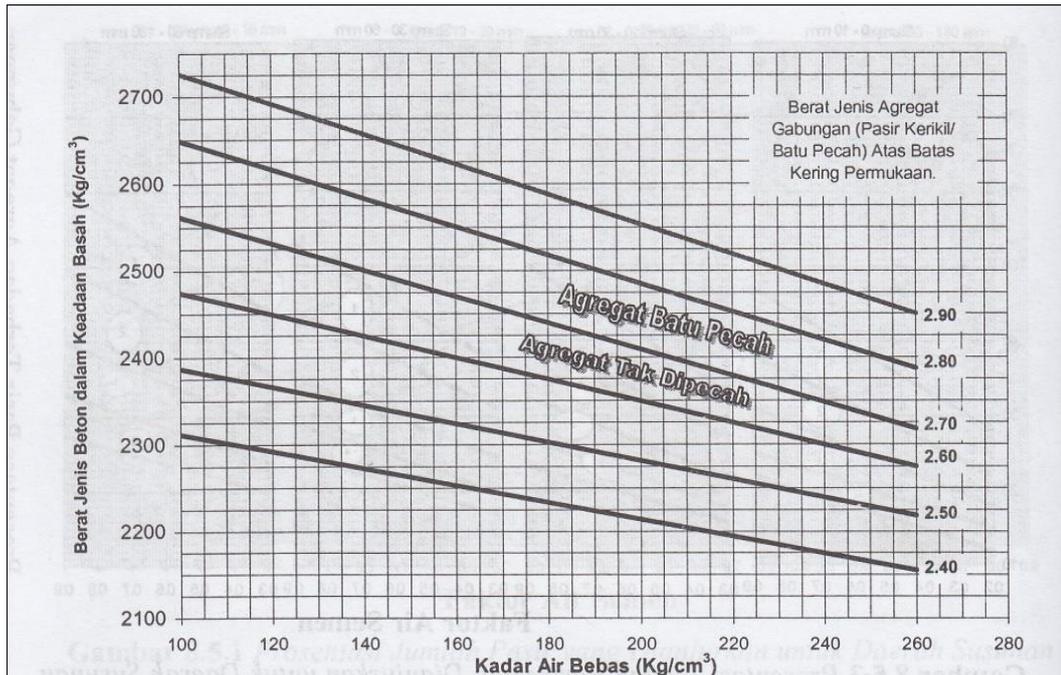
B_{jk} = berat jenis agregat kasar

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.



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

21. Menghitung kebutuhan berat agregat campuran.

Kebutuhan berat agregat campuran dihitung dengan Pers. 2.5:

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

Dengan:

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

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

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

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

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

Kebutuhan agregat halus dihitung dengan Pers. 2.6:

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

Dengan:

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

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

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

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

Dengan :

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

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

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

25. Koreksi proporsi campuran menurut perhitungan

Apabila agregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan proporsi campuran harus dikoreksi terhadap kandungan air dalam agregat. Koreksi proporsi campuran harus dilakukan terhadap kadar air dalam agregat paling sedikit satu kali dalam sehari dan harus dihitung menurut Pers. 2.8 - 2.10:

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

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

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

Dengan:

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

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

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

C_a adalah absorpsi air pada agregat halus (%).

D_a adalah absorpsi agregat kasar (%).

C_k adalah kandungan air dalam agregat halus (%).

D_k adalah kandungan air dalam agregat kasar (%).

2.4. Slump Test

Uji *slump* adalah suatu uji empiris/metode yang digunakan untuk menentukan/kekakuan dari campuran beton untuk menentukan tingkat *workability* nya. Kekakuan dalam suatu campuran beton menunjukkan berapa banyak air yang digunakan. Untuk uji *slump* menunjukkan apakah campuran beton kekurangan, kelebihan, atau cukup air. Dalam suatu adukan/campuran beton, kadar air sangat diperhatikan karena menentukan tingkat *workability* nya atau tidak. Campuran

beton yang terlalu cair akan menyebabkan mutu beton rendah, dan lama mengering. Sedangkan campuran beton yang terlalu kering menyebabkan adalah tidak merata dan sulit untuk dicetak. Uji *slump* mengacu pada SNI 1972-2008 dan ICS 91.100.30. Hasil dari uji slump beton yaitu nilai *slump*. Nilai yang tertera dinyatakan dalam satuan internasional (SI).

Cara uji slump beton ini bertujuan untuk menyediakan langkah kerja bagi para pengguna untuk menentukan slump dari beton semen hidrolis plastis. Cara uji ini memuat ruang lingkup, arti kegunaan, rangkuman dari cara uji, peralatan, langkah kerja, laporan serta ketelitian dan penyimpangan.

Cara pengujiannya dilakukan dengan menggunakan kerucut *abrams*. Cara pengujiannya adalah:

- a. Peralatan uji *slump* yaitu kerucut *abrams*, dengan ukuran diameter diatas 10 cm dan diameter dibawah 30 cm. Tongkat baja dengan panjang 40 cm dan diameter 2 cm.
- b. Kerucut *abrams* diletakkan pada bidang rata dan rata namun tidak menyerap air, biasanya menggunakan alas berupa plat besi.
- c. Isi 1/3 cetakan dengan beton, padatkan dengan batang logam dengan cara merojok. Pastikan besi menyentuh dasar lakukan 25 kali rojokan.
- d. Isi 1/3 bagian berikutnya dengan hal yang sama sebanyak 25 kali rojokan. pastikan besi menyentuh lapisan pertama.
- e. Isi 1/3 bagian berikutnya dengan hal yang sama sebanyak 25 kali rojokan pastikan besi menyentuh lapisan kedua. Setelah terisi penuh kemudian ratakan permukaan benda uji.
- f. Kemudian angkat cetakan perlahan tegak lurus keatas.
- g. Ukur nilai *slump* dengan membalikkan kerucut disebelahnya dengan menggunakan perbedaan tinggi rata-rata dari benda uji.

2.5. Perawatan Beton

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

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 wropping*

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

4. *Steam Curing* (perawatan uap)

Perawatan dengan uap seringkali digunakan untuk untuk beton yang dihasilkan dari pabrik. Temperatur perawatan uap ini 80-150⁰C dengan tekanan udara 76 mm/Hg dalam waktu 24 jam.

5. *Autoclave*

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

2.6. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kekuatan desak beton ditentukan oleh pengaturan dari perbandingan semen, agregat kasar dan halus, air dan berbagai jenis campuran. Perbandingan dari air semen merupakan faktor utama dalam menentukan kekuatan beton. Tes uji kuat tekan bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton karakteristik (kuat tekan maksimum yang dapat diterima oleh beton sampai beton mengalami kehancuran).

Untuk melakukan pengujian kuat tekan benda uji digunakan alat *Universal Testing Machine*. Beban yang bekerja akan didistribusikan secara merata dan

kontinyu melalui titik berat sepanjang sumbu longitudinal dengan tegangan yang dihasilkan dapat dilihat pada Pers. 2.11:

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

Dimana:

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

P = Beban tekan (kg)

A = Luas penampang (cm²)

Menurut ASTM C-39 (1993), pengujian kuat tekan beton memiliki toleransi waktu yang telah diatur sedemikian rupa sehingga diharapkan pada saat melakukan pengetesan, tidak melebihi atau kurang dari waktu yang telah ditentukan, sesuai dengan Tabel 2.9.

Tabel 2.9: Toleransi waktu agar pengujian kuat tekan tidak keluar dari batasan waktu yang telah di toleransikan (ASTM C-39, 1993).

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

Pengujian kuat tekan beton dilakukan umumnya pada umur 14 haridan 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 pada 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 2.10 dijelaskan beberapa koefisien umur hari pada beton.

Tabel 2.10: Koefisien 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

3.1.1. Metodologi Penelitian

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

1. Data primer

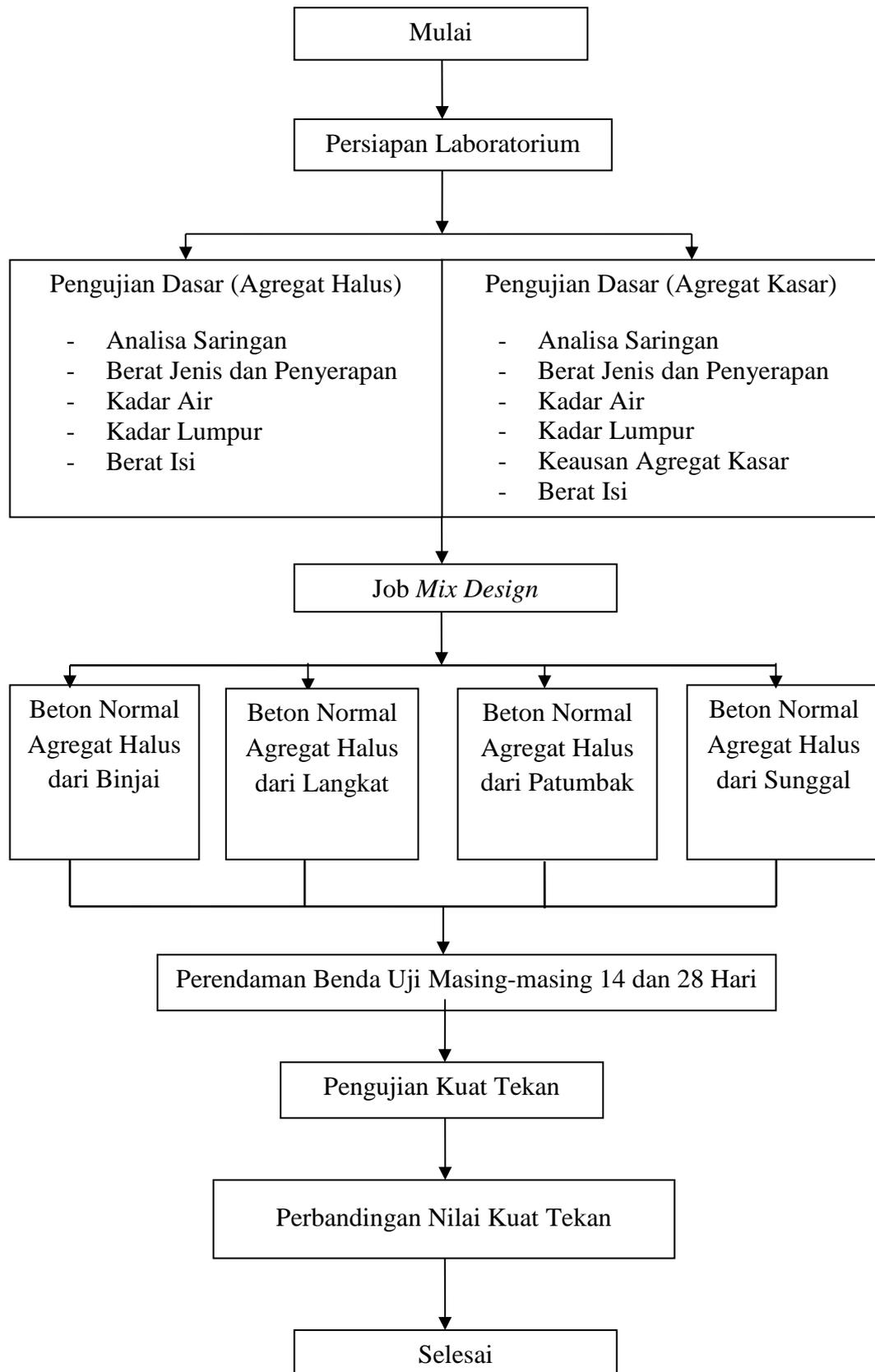
Data yang diperoleh dari hasil perhitungan di laboratorium seperti:

- Analisa saringan agregat
- Berat jenis dan absorpsi
- Pemeriksaan agregat kasar dengan *Los Angeles*
- Pemeriksaan berat isi agregat
- Pemeriksaan kadar air agregat
- Mix design* (perbandingan dalam campuran beton)
- Kekentalan adukan beton segar (*slump*)
- Uji kuat tekan beton

2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton/literatur dan konsultasi langsung dengan dosen pembimbing. 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. Tahapan penelitian yang dilaksanakan.

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

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

3.3. Bahan dan Peralatan

3.3.1. Bahan

Komponen bahan pembentuk beton yang digunakan yaitu:

1. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Padang tipe I PPC.

2. Agregat halus

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang diperoleh dari Binjai, Langkat, Patumbak dan Sunggal dengan cara pengerukan dasar sungai.

3. Agregat kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah kerikil dengan ukuran maksimum 40 mm yang diperoleh dari daerah Binjai.

4. Air

Air yang digunakan berasal dari PDAM Tirtanadi Medan untuk campuran beton.

3.3.2. Peralatan

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

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

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

3.4. Persiapan Penelitian

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.

3.5. Pemeriksaan Agregat

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

3.6. Pemeriksaan Agregat Halus

Penyelidikan ini meliputi beberapa tahapan/pemeriksaan diantaranya :

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

3.6.1 Kadar Air Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM-C556 tentang kadar air agregat halus. Dari hasil penelitian di dapat data-data kadar air dari beberapa tempat di Sumatera Utara dapat dilihat pada Tabel 3.1:

Tabel 3.1: Data hasil pengujian kadar air agregat halus dari beberapa tempat di Sumatera Utara.

Test / Pengujian	Rata-rata Sample Binjai	Rata-rata Sample Langkat	Rata-rata Sample Patumbak	Rata-rata Sample Sunggal
<i>Wt. Of SSD sample & Mould</i> (Berat Contoh SSD + Wadah) (W1) gr	1303,5	1307,5	1307,5	1310,5
<i>Wt of Oven Dry Sample &Mould</i> (Berat contoh kering oven + berat wadah) (W2) gr	1281	1284,5	1283	1286,5
<i>Wt of Mould</i> (Berat wadah) (W3) gr	178,5	182,5	182,5	185
<i>Wt of Water</i> (Berat Air) (W1-W2) gr	22,5	23,5	24	24,5
<i>Wt of Oven Dry Sample</i> (Berat contoh kering) (W2-W3) gr	1125	1125	1125	1125
<i>Water Content</i> (Kadar Air) $(W1-W2)/(W2-W3) \times 100\%$	2,00	2,09	2,13	2,18

Berdasarkan hasil pengujian Kadar Air Agregat Halus Binjai diperoleh nilai kadar air rata-rata sebesar 2,00%, Agregat Halus Langkat sebesar 2,09%, Agregat Halus Patumbak sebesar 2,13%, dan Agreat Halus Sunggal sebesar 2,18%.

3.6.2 Kadar Lumpur Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM-C117. Dari hasil penyelidikan di dapat data-data kadar air di beberapa tempat di Sumatera Utara dapat dilihat pada Tabel 3.2:

Tabel 3.2: Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus dari beberapa tempat di Sumaera Utara.

Agregat Halus Lolos Saringan No.4	Rata-rata Sample Binjai	Rata-rata Sample Langkat	Rata-rata Sample Patumbak	Rata-rata Sample Sunggal
Berat Kering contoh (gr)	500	500	500	500
Berat kering contoh setelah dicuci (gr)	483	483	483,5	482
Berat kotoran agregat lolos saringan (No.200)Setelah dicuci (gr)	17	17	16,5	18

Tabel 3.2: Lanjutan.

Agregat Halus Lolos Saringan No.4	Rata-rata Sample Binjai	Rata-rata Sample Langkat	Rata-rata Sample Patumbak	Rata-rata Sample Sunggal
Persentase kotoran agregat lolos saringan (No.200) setelah dicuci (%)	3,4	3,4	3,3	3,6

Hasil yang didapat dari penyelidikan Kadar Lumpur Agregat Halus Binjai yang rata-ratanya diperoleh sebesar 3,4%, Agregat Halus Langkat 3,4%, Agregat Halus Patumbak 3,2%, Agregat Halus Sunggal 3,6%. Hasil pengujian tersebut telah memenuhi ketentuan nilai kadar lumpur dalam agregat halus dengan nilai maksimalnya sebesar 5% (PBI, 1971).

3.6.3 Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus

Alat ,bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM-C128 tentang berat jenis dan penyerapan agregat halus. Dari hasil penelitian di dapat data-data pengujian dari beberapa tempat di Sumatera Utara dapat dilihat pada Tabel 3.3:

Tabel 3.3: Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus dari beberapa tempat di Sumatera Utara.

<i>Fine Agregate Passing No. 4 mm</i>	Rata-rata Sample Binjai	Rata-rata Sample Langkat	Rata-rata Sample Patumbak	Rata-rata Sample Sunggal
<i>Wt of SSD sample in air (berat contoh SSD kering permukaan jenuh) B</i>	500	500	500	500
<i>Wt of oven dry sample (berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan) E</i>	491,5	495	494	493,5
<i>Wt of flask + water (berat piknometer penuh air) D</i>	699,5	695	7,19	699,5
<i>Wt of flask + water + sample (berat contoh SSD dalam piknometer penuh air) C</i>	1004	1002	983,5	1007
<i>Bulk spgrafity SSD (berat jenis contoh SSD) $B/(B+D-C)$</i>	2,56	2,59	2,28	2,60
<i>Apparent spgrafit y (berat jenis contoh semu) $E/(E+D-C)$</i>	2,63	2,63	2,32	2,65

Tabel 3.3: *Lanjutan.*

<i>Fine Agregate Passing No. 4 mm</i>	Rata-rata Sample Binjai	Rata-rata Sample Langkat	Rata-rata Sample Patumbak	Rata-rata Sample Sunggal
<i>Absortion (penyerapan) ((B-E)/E)x100%</i>	1,73	1,01	1,11	1,32

Hasil yang didapat dari pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus Binjai adalah nilai berat jenis contoh SSD rata-rata sebesar 2,56%, Langkat 2,59%, Patumbak 2,28% dan Sunggal 2,60%, untuk Penyerapan rata-rata Agregat Halus Binjai sebesar 1,73%, Langkat 1,01%, Patumbak 1,11% dan Sunggal 1,32% yang selanjutnya nilai tersebut digunakan untuk persyaratan campuran beton.

3.6.4 Berat Isi Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM-C29 tentang berat isi agregat halus. Dari hasil penelitian di dapat data-data berat isi agregat halus dapat dilihat pada Tabel 3.4:

Tabel 3.4: Data hasil pengujian berat isi agregat halus dari beberapa tempat di Sumatera Utara.

No	Fine Agregate Passing No. 9.5 mm	Rata-rata Sample Binjai	Rata-rata Sample Langkat	Rata-rata Sample Patumbak	Rata-rata Sample Sunggal
1	Wt of sample & mold (<i>berat contoh & wadah</i>),gr	20409	20420	20464,33	20482,33
2	Wt of mold (<i>berat wadah</i>),gr	5300	5300	5300	5300
3	Wt of sample (<i>berat contoh</i>),gr	15109	15127	15164	15182
4	Vol of mold (<i>volume wadah</i>),cm ³	10952,23	10952,23	10952,23	10952,23
5	Unit weight (<i>berat Isi</i>),gr/cm ³	1,380	1,381	1,385	1,386

Pengujian Berat Isi Agregat Halus diperoleh dengan cara membandingkan nilai berat contoh sampel dengan volume wadah sehingga diperoleh nilai berat isi rata-rata Agregat Halus Binjai 1,380gr/cm³, Langkat 1,381gr/cm³, Patumbak 1,385gr/cm³ dan Sunggal 1,386gr/cm³.

3.6.5 Analisa Saringan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM-C33 tentang analisa saringan agregat halus. Dari hasil penelitian di dapat data-data analisa saringan agregat halus dapat dilihat pada Tabel 3.5 dan grafik pada Gambar 3.2-3.5:

Tabel 3.5: Data pengujian analisa saringan dari beberapa tempat di Sumatera Utara.

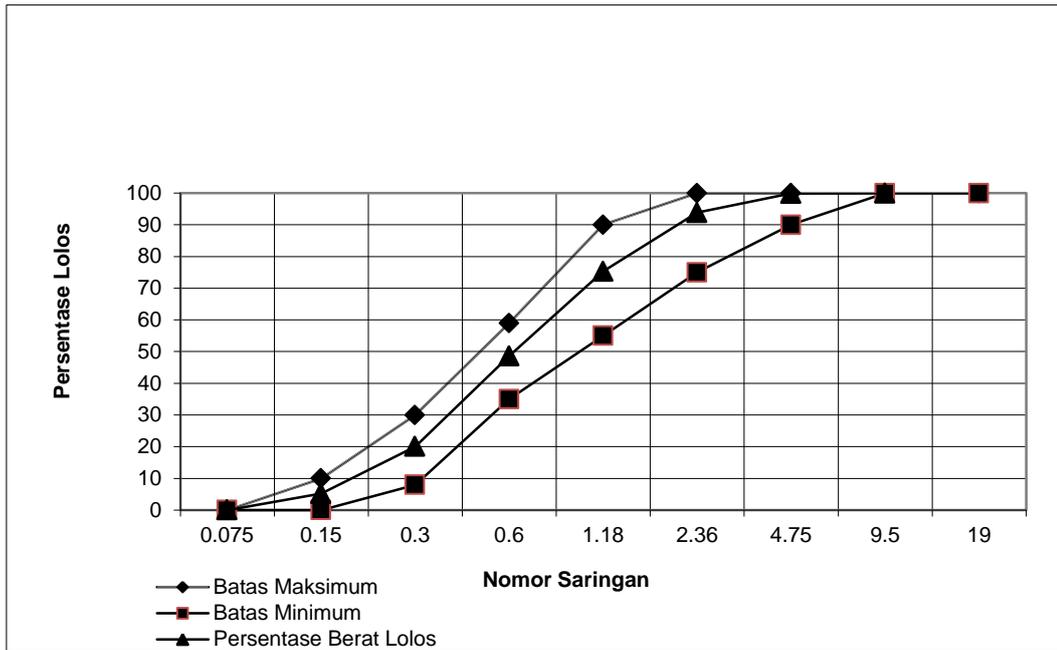
Sieve Size	Retained Fraction			
	Total Weight Sample Binjai	Total Weight Sample Langkat	Total Weight Sample Patumbak	Total Weight Sample Sunggal
9.50 (No 3/8 in)	0	0	0	0
4.75 (No. 4)	227	222	223	226
2.36 (No. 8)	317	328	328	320
1.18 (No.16)	456	450	451	448
0.60 (No. 30)	603	607	610	608
0.30 (No. 50)	698	690	689	692
0.15 (No. 100)	515	473	471	474
Pan	231	265	267	260
Total	3047	3035	3039	3028

FM (Modulus kehalusan) Agregat Halus Binjai= 2,79

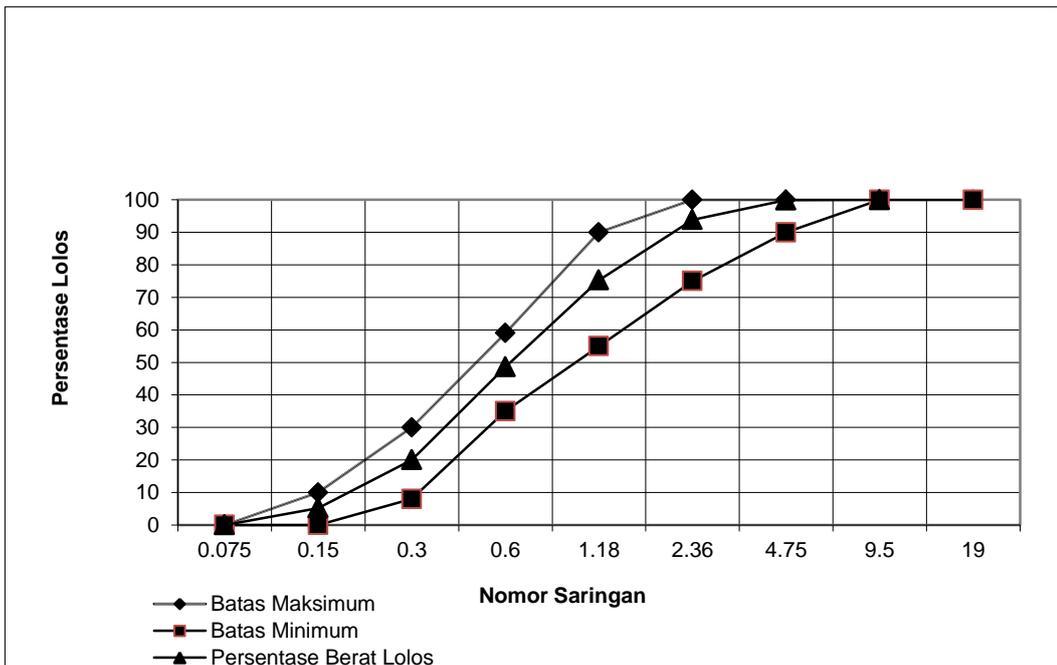
FM (Modulus kehalusan) Agregat Halus Langkat= 2,78

FM (Modulus kehalusan) Agregat Halus Patumbak= 2,78

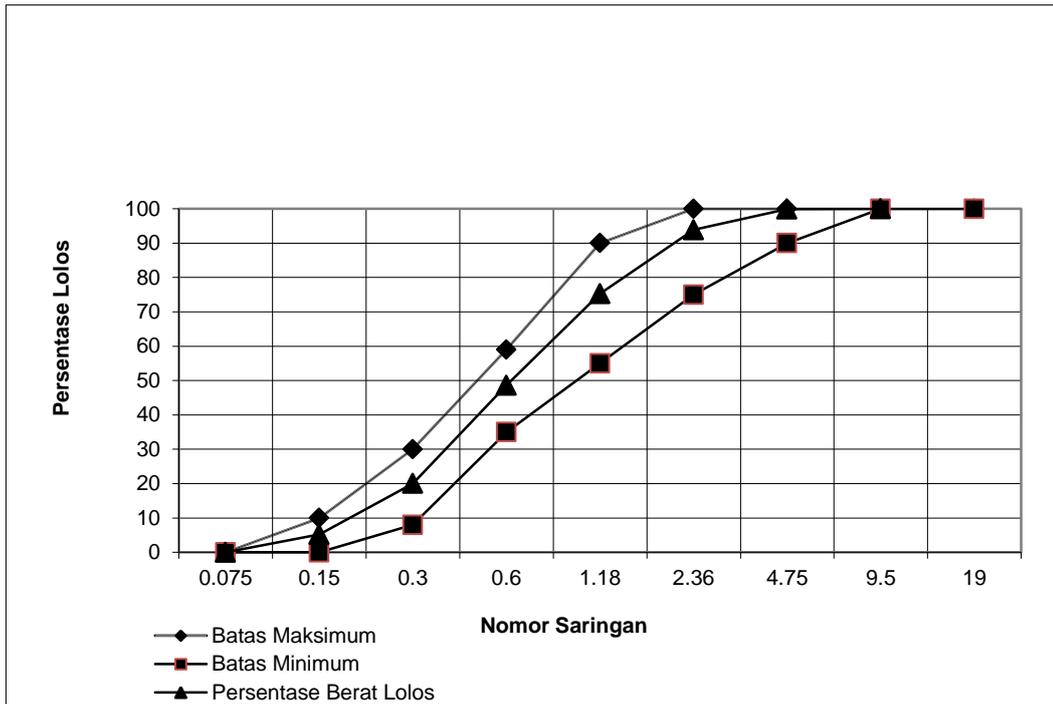
FM (Modulus kehalusan) Agregat Halus Sunggal= 2,78



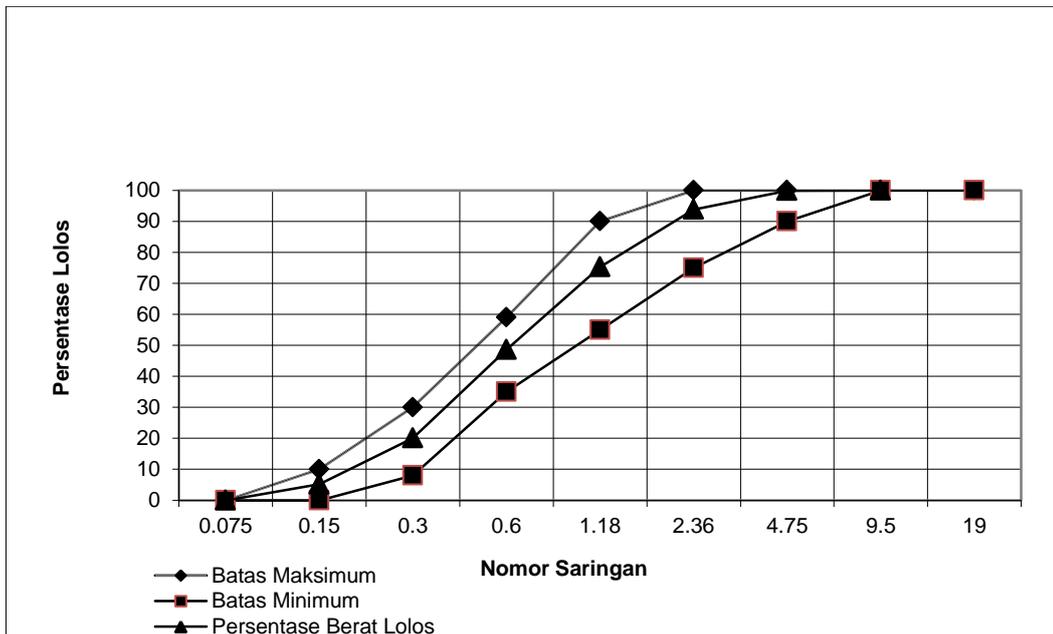
Gambar 3.2: Gradasi agregat halus Binjai (zona 2 pasir sedang).



Gambar 3.3: Gradasi agregat halus Langkat (zona 2 pasir sedang).



Gambar 3.4: Gradasi agregat halus Patumbak (zona 2 pasir sedang).



Gambar 3.5: Gradasi agregat halus Sunggal (zona 2 pasir sedang).

Dari hasil pengujian Analisa Saringan Agregat Halus Binjai diperoleh nilai Modulus Kehalusan sebesar 2,79, Langkat 2,78, Patumbak 2,78, Sunggal 2,78 dan

dari grafik hasil pengujian diketahui bahwa agregat halus yang diuji merupakan Gradasi Agregat Halus untuk Zona 2 pasir sedang.

3.7. Pemeriksaan Agregat Kasar (Kerikil)

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan / pemeriksaan diantaranya :

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

3.7.1 Kadar Air Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan panduan ASTM-C566 tentang kadar air agregat. Dari hasil penelitian di dapat data kadar air agregat kasar pada Tabel 3.6:

Tabel 3.6: Data hasil pengujian kadar air agregat kasar.

Test / Pengujian	Contoh I (gr)	Contoh II (gr)
<i>Wt. Of SSD sample & Mould</i> (Berat Contoh SSD + Wadah) (W1) gr	3512	3595
<i>Wt of Oven Dry Sample &Mould</i> (Berat contoh kering oven + berat wadah) (W2) gr	3492	3576
<i>Wt of Mould</i> (Berat wadah) (W3) gr	512	545
<i>Wt of Water</i> (Berat Air) (W1-W2) gr	20	19
<i>Wt of Oven Dry Sample</i> (Berat contoh kering) (W2-W3) gr	2980	3031
<i>Water Content</i> (Kadar Air) $(W1-W2)/(W2-W3) \times 100\%$	0,67%	0,63%
Rata-rata	0,65 %	

Berdasarkan hasil pengujian Kadar Air Agregat Kasar diperoleh nilai kadar air rata-rata sebesar 0,65%. Dimana percobaan tersebut dilakukan sebanyak dua kali pengujian, pada sampel pertama diperoleh nilai kadar air sebesar 0,67% dan pada sampel kedua nilai kadar airnya sebesar 0,63%.

3.7.2 Kadar Lumpur Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM-C117. Tabel 3.7 menjelaskan hasil penyelidikan Kadar Lumpur Agregat kasar yang rata-ratanya diperoleh sebesar 0,50%. Hasil pengujian tersebut telah memenuhi ketentuan nilai kadar lumpur dalam agregat kasa dengan nilai maksimalnya sebesar 1% (PBI, 1971).

Tabel 3.7: Data hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar.

Agregat Halus Lolos Saringan No.37,5 mm	Contoh I	Contoh II	Rata-rata
Berat Kering contoh (gr)	1800	1800	1800
Berat kering contoh setelah dicuci (gr)	1792	1790	1791
Berat kotoran agregat lolos saringan (No.200) setelah dicuci (gr)	8	10	9
Persentase kotoran agregat lolos saringan (No.200) setelah dicuci (%)	0.44	0.56	0.50

3.7.3 Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar

Alat ,bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM-C128 tentang berat jenis dan penyerapan agregat halus. Dari pengujian Berat Jenis dan penyerapan agregat kasar diperoleh data untuk persyaratan campuran beton seperti nilai berat jenis contoh SSD rata-rata sebesar 2,78 gr dan penyerapan agregat kasar rata-rata sebesar 0,75% dapat dilihat pada Tabel 3.8:

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

<i>Coarse Agregat Passing No.37,5 mm</i>	<i>Sample I</i>	<i>Sample II</i>	<i>Average</i>
Berat contoh SSD kering permukaan jenuh (<i>Wt of SSD Sample in air</i>) A (gr)	3000	3050	3025
Berat contoh SSD kering oven 110 ⁰ C sampai konstan (<i>Wt of oven dry sample</i>) C (gr)	2977	3028	3002,5
Berat contoh SSD di dalam air (<i>Wt of SSD sample in water</i>) B (gr)	1895	1917	1908
Berat jenis contoh kering (<i>Bulk sp gravity-sample</i>) C / (A - B) (gr)	2,69	2,67	2,60

Tabel 3.8: Lanjutan.

<i>Coarse Agregat Passing No.37,5 mm</i>	<i>Sample I</i>	<i>Sample II</i>	<i>Average</i>
Berat jenis contoh SSD (<i>Bulk sp gravity-SSD</i>) $A / (A - B)$ (gr)	2,71	2,69	2,78
Berat jenis contoh semu (<i>Apparent sp gravity</i>) $C / (C - B)$ (gr)	2,75	2,73	2,74
Penyerapan (<i>Absorbtion</i>) $((A-C)/C) \times 100\%$	0,77	0,73	0,75

3.7.4 Berat Isi Agregat Kasar

Alat,bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM-C29 tentang berat isi agregat halus. Dari hasil penyelidikan di dapat data berat isi agregat kasar pada Tabel 3.9.

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

Test / Pengujian	<i>Sample I</i>	<i>Sample II</i>	<i>Sample III</i>	<i>Average</i>
<i>Berat Contoh + Wadah (W1) gr</i>	31136	32188	32967	32097
<i>Berat Wadah (W2) gr</i>	6440	6440	6440	6440
<i>Berat Contoh(W3) = (W1-W2) gr</i>	24696	25748	26527	25657
<i>Volume Wadah (W4) cm^3</i>	15465,21	15465,21	15465,21	15465,21
<i>Berat Isi (Unit Weight) (W3/W4) gr/cm^3</i>	1,597	1,665	1,715	1,659

Pengujian berat isi agregat kasar diperoleh dengan cara membandingkan nilai berat contoh sampel dengan volume wadah sehingga diperoleh nilai berat isi pada pengujian diatas didapat nilai berat isi rata-rata sebesar $1,659 \text{ gr/cm}^3$.

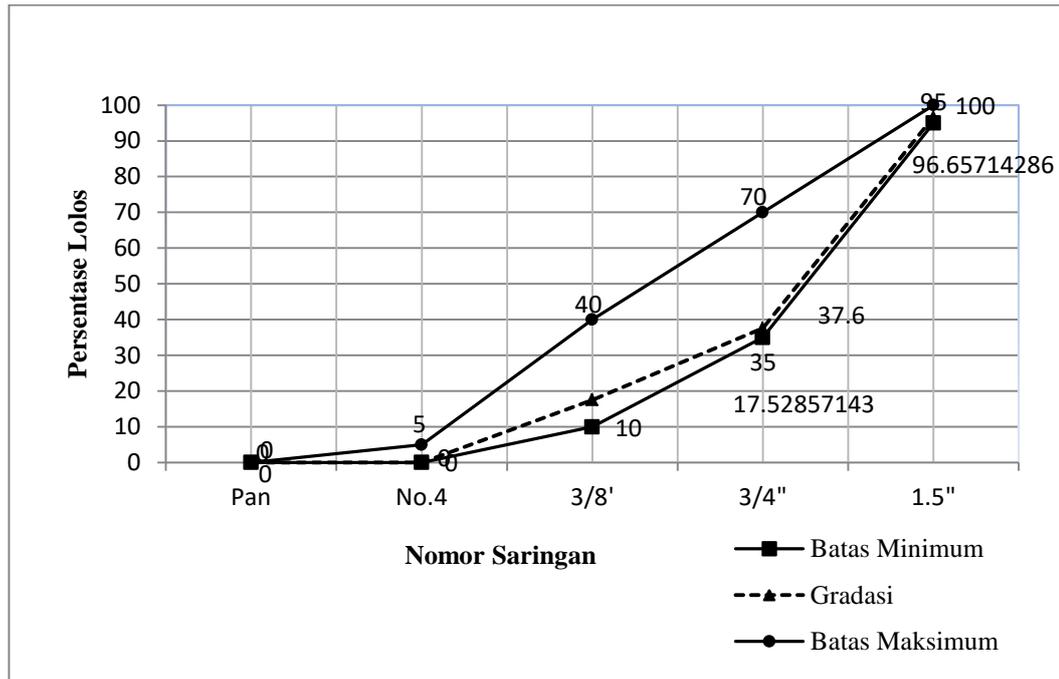
3.7.5 Analisa Saringan Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM-C33 tentang analisa saringan agregat halus. Dari penelitian yang dilakukan didapat data analisa saringan agregat kasar pada Tabel 3.10 dan grafik pada Gambar 3.6.

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

Sieve size	Retained Fraction				Cumulative	
	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Total Weight (gr)	%	Retained	Passing
	37,5 (1.5 in)	0	0	0	0	0
2,5 (1 in)	123	114	339	3.92	3.92	96.08
1,75 (No. 1/2 in)	1276	1268	2519	42.08	46.00	54.00
4,75 (No. 4)	891	927	1914	30.07	76.07	23.93
2,36 (No. 8)	708	739	218	23.93	100.00	0.00
1,18 (No.16)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0,60 (No. 30)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0,30 (No. 50)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0,15 (No.100)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
Pan	0	0	0	0,00	100	0
Total	3048	2998	6046	100		

FM (Modulus kehalusan)= 7,26



Gambar 3.6: Gradasi agregat kasar diameter maksimum 37,5 mm.

Dari hasil pengujian analisa saringan agregat kasar diperoleh nilai Modulus Kehalusan sebesar 7,26 dan dari grafik hasil pengujian menunjukkan nilai tersebut memenuhi ketentuan batas minimum dan maksimum untuk gradasi agregat kasar.

3.7.6 Kekerasan 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 sample setelah pengujian = 4368 gr

Hasil pengujian kekerasan agregat tercantum dalam Tabel 3.11:

Tabel 3.11: Hasil pengujian kekerasan agregat.

<i>Sieve Size</i>	<i>Wt of sample before test (Berat awal) gr</i>	<i>Wt of sample after test (Berat akhir) gr</i>
1/2	1250	1611
3/8	1250	581
4	1250	980
4	1250	411
Pan		785
Total	5000	4368
<i>Wt of passing passing No. 12 (Berat lolos saringan No. 12)</i>		632
<i>Abrasion (Keausan) (%)</i>		12,640%

$$\begin{aligned}
 \text{Abrasion} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \% \\
 &= \frac{5000 - 4368}{5000} \times 100 \% = 12,640 \%
 \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian kekerasan agregat dengan mesin *Los Angeles* diperoleh nilai Abrasi sebesar 12,640% yang selanjutnya tersebut di gunakan untuk pertimbangan proporsi campuran beton.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perencanaan Campuran Beton Normal Dengan Agregat Halus Binjai

Dalam hal ini penulis akan menganalisis data-data yang telah diperoleh saat penelitian berlangsung sehingga didapat campuran beton yang diinginkan.

Dari hasil percobaan didapati data-data sebagai berikut:

- Berat jenis agregat kasar = 2,69 gr/cm³
- Berat jenis agregat halus = 2,60 gr/cm³
- Kadar lumpur agregat kasar = 0,50 gr/cm³
- Kadar lumpur agregat halus = 3,40 gr/cm³
- Berat isi agregat kasar = 1,659 gr/cm³
- Berat isi agregat halus = 1,380 gr/cm³
- FM agregat kasar = 7,26
- FM agregat halus = 2,7
- Kadar air agregat kasar = 0,65%
- Kadar air agregat halus = 2,00%
- Penyerapan agregat kasar = 0,75 %
- Penyerapan agregat halus = 1,73 %
- Nilai *slump* rencana = 30-60 mm
- Ukuran agregat maksimum = 40 mm

Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai dari data-data diatas tersebut dapat digunakan untuk perencanaan campuran beton (*Mix Design*) dengan kuat tekan disyaratkan sebesar 30 MPa yang terlampir pada Tabel 4.1 berdasarkan SNI 03-2834-1993.

Tabel 4.1: Perencanaan campuran beton dengan menggunakan agregat halus Binjai (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		30 MPa	
2	Deviasi Standar	-		12 MPa	
3	Nilai tambah (margin)	-		5,7 MPa	
4	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	1+2+3		47,7 MPa	
5	Jenis semen			Tipe I	
6	Jenis agregat: - kasar - halus	Ditetapkan		Batu pecah Binjai	
		Ditetapkan		Pasir alami Binjai	
7	Faktor air-semen bebas			0,44	
8	Faktor air-semen maksimum	Ditetapkan		0,60	
9	<i>Slump</i>	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		386,364 kg/m ³	
13	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan		386,364 kg/m ³	
14	Jumlah semen minimum	Ditetapkan		275 kg/m ³	
15	Faktor air-semen yang disesuaikan	-		0,44	
16	Susunan besar butir agregat halus	Gambar 3.2		Daerah gradasi zona 2	
17	Susunan agregat kasar atau gabungan	Gambar 3.6		Gradasi maksimum 40 mm	
18	Persen agregat halus	Gambar 4.2		34%	
19	Berat jenis relatif, agregat (kering permukaan)	Ditetapkan		2.65	
20	Berat isi beton	Gambar 4.3		2440 kg/m ³	
21	Kadar agregat gabungan	20-12-11		1883,64kg/m ³	
22	Kadar agregat halus	18 x 21		640,44 kg/m ³	
23	Kadar agregat kasar	21-22		1243,20 kg/m ³	
24	Proporsi campuran - Tiap m ³	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
		386,364	170	640,43	1243,20

Tabel 4.1: *Lanjutan.*

PERENCANAAN CAMPURAN BETON SNI 03-2834-1993					
No.	Uraian	Tabel/Gambar Perhitungan		Nilai	
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,44	1,658	3,22
24	- Tiap campuran uji 0,003375 m ³ (1 kubus)	1,30	0,57	2,16	4,20
25	Koreksi proporsi campuran				
	- Tiap m ³	386,36	170,15	641,53	1241,96
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,44	1,66	3,21
	- Tiap campuran uji 0,003375m ³ (1 kubus)	1,30	0,57	2,16	4,20

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

Semen	:	Pasir	:	Batu pecah	:	Air
386,364	:	640,43	:	1243,20	:	170
1	:	2,16	:	4,20	:	0,57

a. Untuk benda uji

Menggunakan cetakan kubus dengan ukuran:

Sisi = 15 cm
 Volume Kubus = Sisi x Sisi x Sisi
 = 15 x 15 x 15
 = 3375 cm³
 = 0,003375 m³

Maka:

➤ Semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 = Banyak semen x Volume 1 benda uji
 = 386,364 kg/m³ x 0,003375 m³
 = 1,303 kg

- Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 = Banyak pasir x Volume 1 benda uji
 = $640,43 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3$
 = 2,161 kg
- Kerikil yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 = Banyak kerikil x Volume 1 benda uji
 = $1243,20 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3$
 = 4,195 kg
- Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 = Banyak air x Volume 1 benda uji
 = $170 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3$
 = 0,574 kg

Perbandingan untuk 1 benda uji dalam satuan kg adalah:

Semen : Pasir : Batu pecah : Air
 1,303 : 2,161 : 4,195 : 0,574

Berdasarkan analisa saringan diatas maka didapat diperoleh berat untuk masing-masing saringan pada Tabel 4.2 dan 4.3:

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

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat kerikil	
1,5	3,92	$\frac{3,92}{100} \times$	4,195	0,164
3/4	42,08	$\frac{42,08}{100} \times$	4,195	1,765
3/8	30,07	$\frac{30,07}{100} \times$	4,195	1,261
No. 4	23,93	$\frac{23,93}{100} \times$	4,195	1,003
Total				4,195

Berdasarkan Tabel 4.2 menjelaskan bahwa jumlah yang berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 0,164 kg, saringan 3/4 sebesar 1,765 kg, saringan 3/8 sebesar 1,261 kg dan saringan no 4 sebesar 1,003 kg. Total keseluruhan dari agregat kasar yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 4,195 kg.

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

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat pasir	
No.4	7,54	$\frac{7,54}{100}$	x 2,161	0,162
No.8	10,40	$\frac{10,40}{100}$	x 2,161	0,224
No.16	14,97	$\frac{14,97}{100}$	x 2,161	0,323
No.30	19,79	$\frac{19,79}{100}$	x 2,161	0,427
No.50	22,91	$\frac{22,91}{100}$	x 2,161	0,495
No.100	16,90	$\frac{16,90}{100}$	x 2,161	0,365
Pan	7,58	$\frac{7,58}{100}$	x 2,161	0,163
Total				2,161

Berdasarkan Tabel 4.3 menjelaskan bahwa jumlah berat yang tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan no 4 sebesar 0,162 kg, saringan no 8 sebesar 0,224kg, saringan no 16 sebesar 0,323 kg, saringan no 30 sebesar 0,427 kg, saringan no 50 sebesar 0,495 kg, saringan no 100 sebesar 0,365 kg,dan pan sebesar 0,163 kg. Total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 2,161 kg.

Dalam penelitian ini jumlah benda uji yang akan dibuat adalah sebanyak 48 benda uji, banyak bahan yang dibutuhkan untuk 48 benda uji adalah:

- Semen yang dibutuhkan untuk 48 benda uji
 - = Banyak semen 1 benda uji x 48 benda uji
 - = $1,303 \times 48$
 - = 62,544 kg
- Pasir yang dibutuhkan untuk 48 benda uji
 - = Banyak pasir untuk 1 benda uji x 48
 - = $2,161 \times 48$
 - = 103,7 kg
- Pasir tertahan saringan No.100 yang dibutuhkan untuk 48 benda uji
 - Untuk beton normal
 - = Banyak pasir untuk 1 benda uji x 48
 - = $0,365 \times 48$
 - = 17,52 kg

Maka, jumlah pasir tertahan No.100 yang dibutuhkan untuk 48 benda uji adalah:
= 17,52 kg

Sedangkan untuk jumlah tiap ayakan secara keseluruhan pasir yang dibutuhkan untuk 48 benda uji.

- Batu pecah yang dibutuhkan untuk 48 benda uji
 - = Banyak batu pecah untuk 1 benda uji x 48
 - = $4,195 \times 48$
 - = 201,36 kg
- Air yang dibutuhkan untuk 48 benda uji
 - = Banyak air untuk 1 benda uji x 48
 - = $0,574 \times 48$
 - = 27,55 kg

Perbandingan untuk 48 benda uji dalam satuan kg adalah:

Semen	:	Pasir	:	Batu pecah	:	Air
62,544	:	103,7	:	201,36	:	27,55

Berdasarkan analisisaringan untuk 48 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 48 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (Kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	X berat batu pecah	
1,5	3,92	$\frac{3,92}{100}$	X 201,36	7,89
3/4	42,08	$\frac{42,08}{100}$	X 201,36	84,73
3/8	30,07	$\frac{30,07}{100}$	X 201,36	60,54
No. 4	23,93	$\frac{23,93}{100}$	X 201,36	48,18
Total				201,36

Berdasarkan Tabel 4.4 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 48 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 7,89 kg, saringan 3/4 sebesar 84,73 kg, saringan 3/8 sebesar 60,54 kg dan saringan no 4 sebesar 48,18 kg dan total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 48 benda uji sebesar 201,36 kg.

Tabel 4.5: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 48 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat pasir	
No.4	7,54	$\frac{7,54}{100}$	x 103,7	7,81
No.8	10,40	$\frac{10,40}{100}$	x 103,7	10,78
No.16	14,97	$\frac{14,97}{100}$	x 103,7	15,52
No.30	19,79	$\frac{19,79}{100}$	x 103,7	20,52
No.50	22,91	$\frac{22,91}{100}$	x 103,7	23,75

Tabel 4.5: *Lanjutan.*

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat pasir	
No.100	16,90	$\frac{16,90}{100}$	x 103,7	17,52
Pan	7,58	$\frac{7,58}{100}$	x 103,7	7,86
Total				103,7

Berdasarkan Tabel 4.5 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 48 benda uji ialah saringan no 4 sebesar 7,81 kg, saringan no 8 sebesar 10,78 kg, saringan no 16 sebesar 15,52 kg, saringan no 30 sebesar 20,52 kg, saringan no 50 sebesar 23,75 kg, saringan no 100 sebesar 17,52 kg, dan pan sebesar 7,86 kg dan total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 48 benda uji sebesar 103,7kg.

4.1.1. Metode Pengerjaan *Mix Design* Agregat Halus Binjai

Pelaksanaan *Mix Design* dapat dijelaskan sebagai berikut:

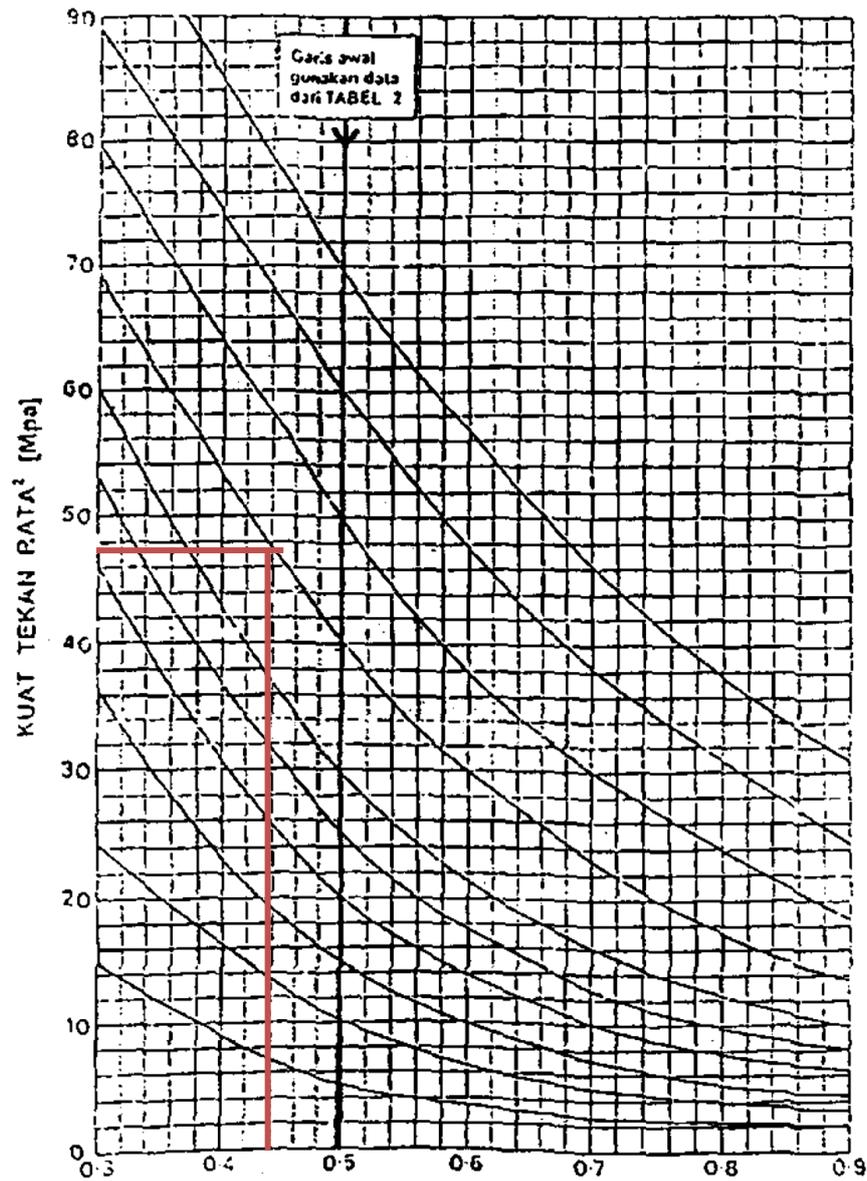
1. Kuat tekan beton yang disyaratkan sudah ditetapkan 30 MPa untuk umur 28 hari.
2. Menentukan nilai standar deviasi 12 MPa berdasarkan Tabel 2.4.
3. Nilai tambah (margin) 5,7 MPa berdasarkan Tabel 2.5.
4. Kuat tekan rata-rata perlu f'_{cr}

Kuat tekan rata-rata:

$$\begin{aligned} f'_{cr} &= 30 + 17,7 \\ &= 47,7 \text{ MPa} \end{aligned}$$

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 47,7 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 kubus beton (SNI 03-2834-1993).

8. Faktor air semen maksimum dalam hal ini ditetapkan 0.60 berdasarkan Tabel 2.6. 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 2.7.
10. Ukuran agregat maksimum ditetapkan 40 mm.
11. Jumlah kadar air bebas ditentukan berdasarkan Tabel 2.7 yang dibuat untuk agregat gabungan alami atau yang berupa batu pecah seperti Tabel 4.6.

Tabel 4.6: Jumlah kadar air bebas yang ditentukan.

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

Dengan:

W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

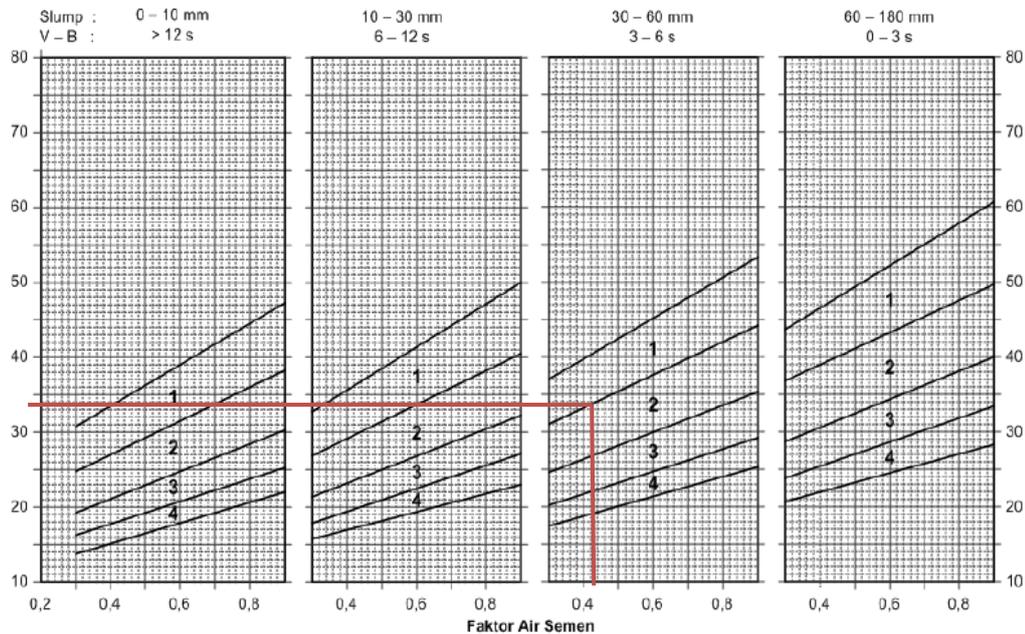
W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

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

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

12. Jumlah semen, yaitu: $170 : 0.44 = 386,363 \text{ kg/m}^3$
13. Jumlah semen maksimum diambil sama dengan poin 12.
14. Jumlah semen minimum ditetapkan 275 kg/m^3 berdasarkan Tabel 2.6. 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 2.1.
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 2.8 untuk kelompok ukuran butir agregat maksimum 40 mm pada nilai *slump* 30-60 mm

dan nilai faktor air-semen 0,44. Bagi agregat halus (pasir) yang termasuk daerah susunan butir No.2 diperoleh harga nilai 34%. 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).

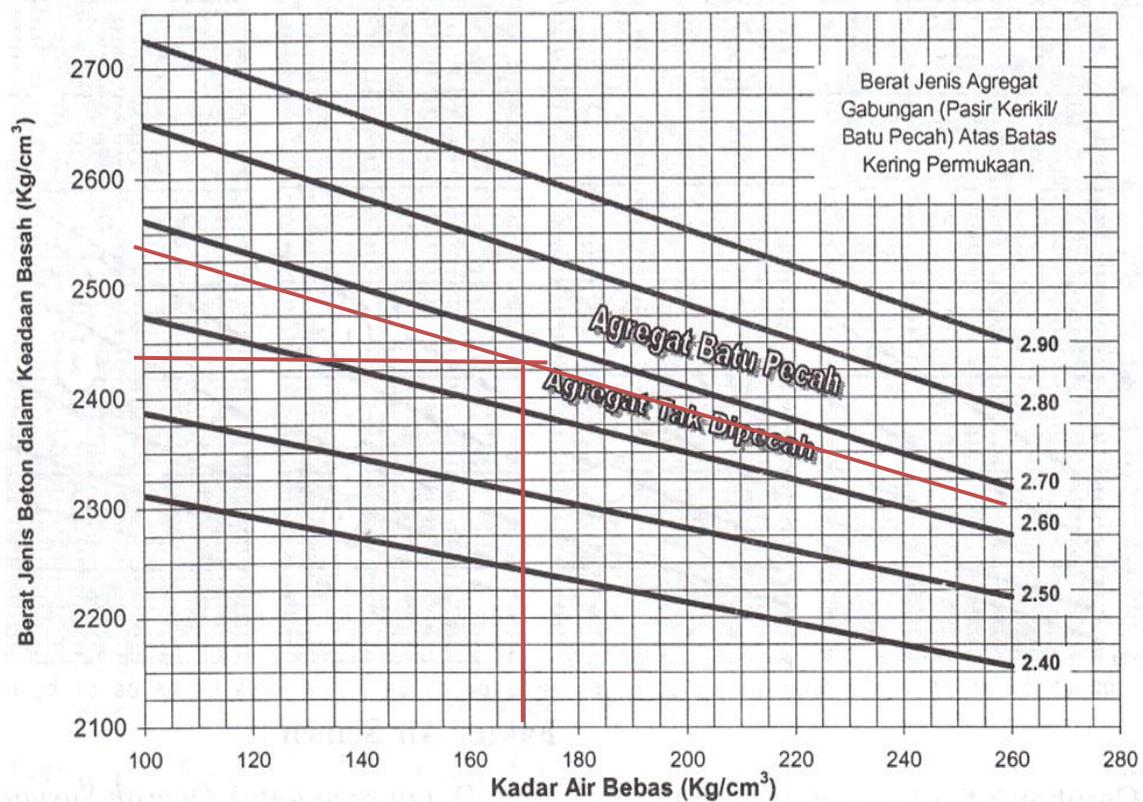
19. Berat jenis relatif agregat adalah berat jenis agregat gabungan, gabungan agregat halus dan agregat kasar. Oleh karena itu agregat halus dalam hal ini merupakan gabungan dari dua macam agregat halus lainnya, maka berat jenis sebelum menghitung berat jenis agregat gabungan antara pasir dan kerikil.

Dengan demikian perhitungan berat jenis relatif menjadi sebagai berikut :

- BJ agregat halus = 2,56
- BJ agregat kasar = 2,70
- BJ agregat gabungan Halus dan kasar = $(0,34 \times 2,56) + (0,66 \times 2,70)$
= 2,65

20. Berat isi beton diperoleh dari Gambar 4.3 dengan jalan membuat grafik baru yang sesuai dengan nilai berat jenis agregat gabungan, yaitu 2,65. Titik potong grafik baru tadi dengan tegak yang menunjukkan kadar air bebas (dalam hal ini

170 kg/m³), menunjukkan nilai berat jenis beton yang direncanakan. Dalam hal ini diperoleh angka 2440 kg/m³.



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

$$21. \text{Kadar agregat gabungan} = (\text{berat isi beton}) - (\text{jumlah kadar semen} + \text{kadar air}) \\ = 2440 - (386,364 + 170) = 1883,64 \text{ kg/m}^3$$

$$22. \text{Kadar agregat halus} = (\text{Persen agregat halus}) \times (\text{Kadar agregat gabungan}) \\ = \frac{34}{100} \times 1883,64 = 640,44 \text{ kg/m}^3$$

$$23. \text{Kadar agregat kasar} = \text{Kadar agregat gabungan} - \text{Kadar agregat halus} \\ = 1883,64 - 640,44 = 1243,20 \text{ kg/m}^3$$

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

untuk tiap m³ sebagai berikut:

- Semen = 386,364 kg
- Air = 170 kg/lt

- Agregat halus= 640,44 kg
- Agregat kasar= 1243,20 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 didapat koreksi proporsi campuran untuk air sebesar:

$$= 170 - (2,15 - 1,63) \times \frac{640,44}{100} - (0,57 - 0,75) \times \frac{1243,20}{100}$$

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

Dan dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat halus sebesar:

$$= 640,44 + (2,15 - 1,63) \times \frac{640,44}{100}$$

$$= 641,53 \text{ kg/m}^3$$

Serta dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat kasar sebesar:

$$= 1243,20 + (0,57 - 0,75) \times \frac{1243,20}{100}$$

$$= 1241,96 \text{ kg/m}^3$$

4.2. Perencanaan Campuran Beton Normal Dengan Agregat Halus Langkat.

Dari hasil percobaan didapati data-data sebagai berikut:

- Berat jenis agregat kasar = 2,69 gr/cm³
- Berat jenis agregat halus = 2,59 gr/cm³
- Kadar lumpur agregat kasar = 0,50 gr/cm³
- Kadar lumpur agregat halus = 3,40 gr/cm³
- Berat isi agregat kasar = 1,659 gr/cm³
- Berat isi agregat halus = 1,448 gr/cm³
- FM agregat kasar = 7,26
- FM agregat halus = 2,7
- Kadar air agregat kasar = 0,65%
- Kadar air agregat halus = 2,09%
- Penyerapan agregat kasar = 0,75 %

- Penyerapan agregat halus = 1,01%
- Nilai *slump* rencana = 30-60 mm
- Ukuran agregat maksimum = 40 mm

Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai dari data – data diatas tersebut dapat digunakan untuk perencanaan campuran beton (*Mix Design*) dengan kuat tekan disyaratkan sebesar 30 MPa yang terlampir pada Tabel 4.7 berdasarkan SNI 03-2834-1993.

Tabel 4.7: Perencanaan campuran beton dengan menggunakan agregat halus Langkat (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		2.66						
20	Berat isi beton	Gambar 4.3		2443 kg/m ³						
21	Kadar agregat gabungan	20-12-11		1885,64 kg/m ³						
22	Kadar agregat halus	18 x 21		641,12 kg/m ³						
23	Kadar agregat kasar	21-22		1244,52 kg/m ³						
24	Proporsi campuran	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)						
				Halus	Kasar					
		- Tiap m ³	386,36	170	641,11	1244,52				
		- Tiap campuran uji m ³	1	0,44	1,659	3,2				
25	Koreksi proporsi campuran	Semen (kg)	Air (kg)	Halus	Kasar					
						- Tiap m ³	1,30	0,57	2,16	4,20
						- Tiap campuran uji 0,003375 m ³ (1 kubus)	1,30	0,57	2,16	4,20
25	Koreksi proporsi campuran	Semen (kg)	Air (kg)	Halus	Kasar					
						- Tiap m ³	386,36	164,32	648,04	1243,28
						- Tiap campuran uji m ³	1	0,43	1,68	3,21
25	Koreksi proporsi campuran	Semen (kg)	Air (kg)	Halus	Kasar					
						- Tiap campuran uji 0,003375m ³ (1 kubus)	1,30	0,57	2,19	4,20
						- Tiap campuran uji 0,003375m ³ (1 kubus)	1,30	0,57	2,19	4,20

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

Semen	:	Pasir	:	Batu pecah	:	Air
386,364	:	648,11	:	1243,28	:	170
1	:	2,19	:	4,20	:	0,57

b. Untuk benda uji

Menggunakan cetakan kubus dengan ukuran:

$$\begin{aligned} \text{Sisi} &= 15 \text{ cm} \\ \text{Volume Kubus} &= \text{Sisi} \times \text{Sisi} \times \text{Sisi} \\ &= 15 \times 15 \times 15 \\ &= 3375 \text{ cm}^3 \\ &= 0,003375 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Maka:

- Semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 - = Banyak semen x Volume 1 benda uji
 - = $386,364 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3$
 - = 1,303 kg
- Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 - = Banyak pasir x Volume 1 benda uji
 - = $648,11 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3$
 - = 2,19 kg
- Kerikil yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 - = Banyak kerikil x Volume 1 benda uji
 - = $1243,28 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3$
 - = 4,20 kg
- Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 - = Banyak air x Volume 1 benda uji
 - = $170 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3$
 - = 0,574 kg

Perbandingan untuk 1 benda uji dalam satuan kg adalah:

Semen : Pasir : Batu pecah : Air
 1,303 : 2,19 : 4,20 : 0,574

Berdasarkan analisa saringan diatas maka didapat diperoleh berat untuk masing-masing saringan pada Tabel 4.8 dan 4.9:

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

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat kerikil	
1,5	3,92	$\frac{3,92}{100} \times$	4,200	0,164
3/4	42,08	$\frac{42,08j}{100} \times$	4,200	1,767
3/8	30,07	$\frac{30,07}{100} \times$	4,200	1,262
No. 4	23,93	$\frac{23,93}{100} \times$	4,200	1,005
Total				4,200

Berdasarkan Tabel 4.8 menjelaskan bahwa jumlah yang berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 0,164 kg, saringan 3/4 sebesar 1,767 kg, saringan 3/8 sebesar 1,262 kg dan saringan no 4 sebesar 1,005 kg. Total keseluruhan dari agregat kasar yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 4,200 kg.

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

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat pasir	
No.4	7,31	$\frac{7,31}{100} \times$	2,163	0,158
No.8	10,81	$\frac{10,81}{100} \times$	2,19	0,23

Tabel 4.9: *Lanjutan.*

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat pasir	
No.16	14,43	$\frac{14,43}{100}$	x 2,19	0,31
No.30	20,00	$\frac{20,00}{100}$	x 2,19	0,43
No.50	22,73	$\frac{22,73}{100}$	x 2,19	0,49
No.100	17,58	$\frac{17,58}{100}$	x 2,19	0,38
Pan	8,73	$\frac{8,73}{100}$	x 2,19	0,18
Total				2,19

Berdasarkan Tabel 4.9 menjelaskan bahwa jumlah berat yang tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan no 4 sebesar 0,158 kg, saringan no 8 sebesar 0,233 kg, saringan no 16 sebesar 0,312 kg, saringan no 30 sebesar 0,432 kg, saringan no 50 sebesar 0,491 kg, saringan no 100 sebesar 0,380 kg dan Pan sebesar 0,188 kg. Total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 2,19 kg.

Dalam penelitian ini jumlah benda uji yang akan dibuat adalah sebanyak 48 benda uji, banyak bahan yang dibutuhkan untuk 48 benda uji adalah:

- Semen yang dibutuhkan untuk 48 benda uji
 - = Banyak semen 1 benda uji x 48 benda uji
 - = 1,303 x 48
 - = 62,544 kg
- Pasir yang dibutuhkan untuk 48 benda uji
 - = Banyak pasir untuk 1 benda uji x 48
 - = 2,19 x 48
 - = 105,12 kg

➤ Pasir tertahan saringan No.100 yang dibutuhkan untuk 48 benda uji

- Untuk beton normal
 - = banyak pasir untuk 1 benda uji x 48
 - = $0,38 \times 48$
 - = 18,24 kg

Maka, jumlah pasir tertahan No.100 yang dibutuhkan untuk 48 benda uji adalah:
= 18,24 kg

Sedangkan untuk jumlah tiap ayakan secara keseluruhan pasir yang dibutuhkan untuk 48 benda uji.

- Batu pecah yang dibutuhkan untuk 48 benda uji
 - = Banyak batu pecah untuk 1 benda uji x 48
 - = $4,200 \times 48$
 - = 201,6 kg
- Air yang dibutuhkan untuk 48 benda uji
 - = Banyak air untuk 1 benda uji x 48
 - = $0,574 \times 48$
 - = 27,55 kg

Perbandingan untuk 48 benda uji dalam satuan kg adalah:

Semen : Pasir : Batu pecah : Air
62,544 : 105,12 : 201,6 : 27,55

Berdasarkan analisisaringan untuk 48 benda uji, maka didapat berat untuk masing-masing saringan pada Tabel 4.10 dan Tabel 4.11:

Tabel 4.10: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 48 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (Kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat batu pecah	
1,5	3,74	$\frac{3,74}{100} \times$	201,6	7,53
3/4	41,60	$\frac{41,60}{100} \times$	201,6	83,86

Tabel 4.10: Lanjutan.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (Kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	X berat batu pecah	
3/8	30,41	$\frac{30,41}{100}$	X 201,6	61,30
No. 4	24,25	$\frac{24,25}{100}$	X 201,6	48,88
Total				201,6

Berdasarkan Tabel 4.10 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 48 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 7,53kg, saringan 3/4 sebesar 83,86kg, saringan 3/8 sebesar 61,30 dan saringan no 4 sebesar 48,88kg dan total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 48 benda uji sebesar 201,6kg.

Tabel 4.11: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 48 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat pasir	
No.4	7,31	$\frac{7,31}{100}$	x 105,12	7,58
No.8	10,81	$\frac{10,81}{100}$	x 105,12	11,28
No.16	14,83	$\frac{14,83}{100}$	x 105,12	15,39
No.30	20,00	$\frac{20,00}{100}$	x 105,12	20,76
No.50	22,73	$\frac{22,73}{100}$	x 105,12	23,59
No.100	15,58	$\frac{15,58}{100}$	x 105,12	16,91
Pan	8,73	$\frac{8,73}{100}$	x 105,12	9,08
Total				105,12

Berdasarkan Tabel 4.11 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 48 benda uji ialah saringan no 4 sebesar 7,58 kg, saringan no 8 sebesar 11,26 kg, saringan no 16 sebesar 15,39 kg, saringan no 30 sebesar 20,76 kg, saringan no 50 sebesar 23,59 kg, saringan no 100 sebesar 16,91 kg dan Pan sebesar 9,08 kg dan total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 48 benda uji sebesar 105,12 kg.

4.2.1. Metode Pengerjaan *Mix Design* Agregat Halus Langkat

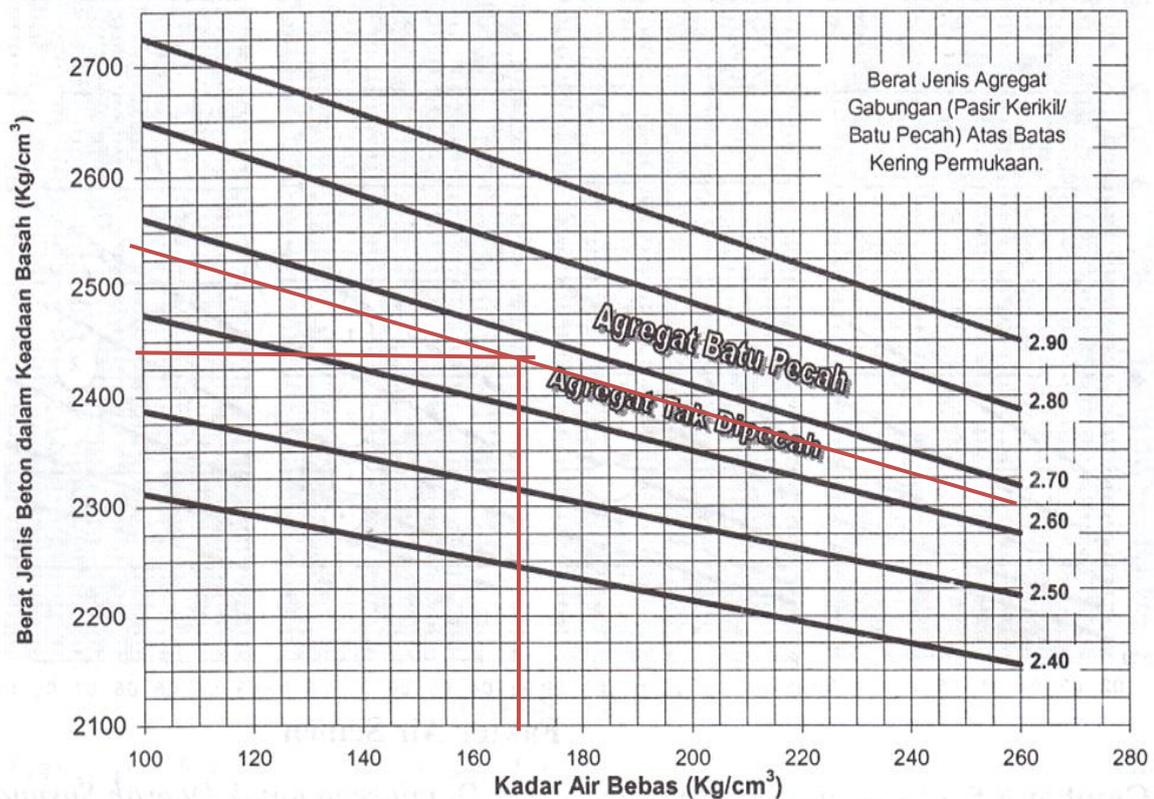
Pelaksanaan *Mix Design* dapat dijelaskan sebagai berikut:

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

Dengan demikian perhitungan berat jenis relatif menjadi sebagai berikut :

- BJ agregat halus = 2,59
- BJ agregat kasar = 2,72
- BJ agregat gabungan Halus dan kasar = $(0,34 \times 2,59) + (0,66 \times 2,72)$
= 2,66

20. Berat isi beton diperoleh dari Gambar 4.4 dengan jalan membuat grafik baru yang sesuai dengan nilai berat jenis agregat gabungan, yaitu 2,66. Titik potong grafik baru tadi dengan tegak yang menunjukkan kadar air bebas (dalam hal ini 170 kg/m^3), menunjukkan nilai berat jenis beton yang direncanakan. Dalam hal ini diperoleh angka 2442 kg/m^3 .



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

$$21. \text{ Kadar agregat gabungan} = (\text{berat isi beton}) - (\text{jumlah kadar semen} + \text{kadar air}) \\ = 2442 - (386,364 + 170) = 1883,64 \text{ kg/m}^3$$

$$22. \text{ Kadar agregat halus} = (\text{Persen agregat halus}) \times (\text{Kadar agregat gabungan}) \\ = \frac{34}{100} \times 1885,64 = 641,12 \text{ kg/m}^3$$

$$23 \text{ Kadar agregat kasar} = \text{Kadar agregat gabungan} - \text{Kadar agregat halus} \\ = 1885,64 - 641,12 = 1244,52 \text{ kg/m}^3$$

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

untuk tiap m^3 sebagai berikut:

- Semen = 386,364 kg
- Air = 170 kg/l
- Agregat halus = 641,12 kg
- Agregat kasar = 1244,52 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. Didapat koreksi proporsi campuran untuk air

$$= 170 - (2,15 - 1,63) \times \frac{641,12}{100} - (0,57 - 0,75) \times \frac{1244,52}{100}$$

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

Dan dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat halus sebesar:

$$= 641,12 + (2,15 - 1,63) \times \frac{641,12}{100}$$

$$= 648,04 \text{ kg/m}^3$$

Serta dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat kasar sebesar:

$$= 1244,52 + (0,57 - 0,75) \times \frac{1244,52}{100}$$

$$= 1243,28 \text{ kg/m}^3$$

4.3. Perencanaan Campuran Beton Normal Dengan Agregat Halus Patumbak

Dari hasil percobaan didapati data-data sebagai berikut:

- Berat jenis agregat kasar = 2,69 gr/cm³
- Berat jenis agregat halus = 2,28 gr/cm³
- Kadar lumpur agregat kasar = 0,50 gr/cm³
- Kadar lumpur agregat halus = 3,30 gr/cm³
- Berat isi agregat kasar = 1,659 gr/cm³
- Berat isi agregat halus = 1,385 gr/cm³
- FM agregat kasar = 7,26
- FM agregat halus = 2,7
- Kadar air agregat kasar = 0,65%
- Kadar air agregat halus = 2,13%
- Penyerapan agregat kasar = 0,75%
- Penyerapan agregat halus = 1,11%

- Nilai *slump* rencana = 30-60 mm
- Ukuran agregat maksimum = 40 mm

Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai dari data – data diatas tersebut dapat digunakan untuk perencanaan campuran beton (*Mix Design*) dengan kuat tekan disyarat kan sebesar 30 MPa yang terlampir pada Tabel 4.12 berdasarkan SNI 03-2834-1993.

Tabel 4.12: Perencanaan campuran beton normal dengan menggunakan agregat halus Patumbak (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		2.57	
20	Berat isi beton	Gambar 4.3		2375 kg/m ³	
21	Kadar agregat gabungan	20-12-11		1818,64kg/m ³	
22	Kadar agregat halus	18 x 21		618,34 kg/m ³	
23	Kadar agregat kasar	21-22		1200,30 kg/m ³	
24	Proporsi campuran	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
	- Tiap m ³	386,364	170	618,33	1200,30
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,44	1,60	3,11
	- Tiap campuran uji 0,003375 m ³ (1 kubus)	1,30	0,57	2,09	4,05
25	Koreksi proporsi campuran				
	- Tiap m ³	386,36	165,26	624,27	1199,10
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,43	1,62	3,10
	- Tiap campuran uji 0,003375m ³ (1 kubus)	1,30	0,57	2,11	4,05

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

Semen	:	Pasir	:	Batu pecah	:	Air
386,364	:	624,27	:	1199,10	:	170
1	:	2,11	:	4,05	:	0,57

a Untuk benda uji

Menggunakan cetakan kubus dengan ukuran:

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

$$\begin{aligned} \text{Volume Kubus} &= \text{Sisi} \times \text{Sisi} \times \text{Sisi} \\ &= 15 \times 15 \times 15 \\ &= 3375 \text{ cm}^3 \\ &= 0,003375 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Maka:

- Semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 - = Banyak semen x Volume 1 benda uji
 - = $386,364 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3$
 - = 1,303 kg
- Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 - = Banyak pasir x Volume 1 benda uji
 - = $624,27 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3$
 - = 2,11 kg
- Kerikil yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 - = Banyak kerikil x Volume 1 benda uji
 - = $1199,10 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3$
 - = 4,051 kg
- Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 - = Banyak air x Volume 1 benda uji
 - = $170 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3$
 - = 0,574 kg

Perbandingan untuk 1 benda uji dalam satuan kg adalah:

Semen : Pasir : Batu pecah : Air
 1,303 : 2,086 : 4,051 : 0,574

Berdasarkan analisa saringan diatas maka didapat diperoleh berat untuk masing-masing saringan pada Tabel 4.13 dan 4.14:

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

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat kerikil	
1,5	3,92	$\frac{3,92}{100} \times$	4,051	0,158
3/4	42,08	$\frac{42,08}{100} \times$	4,051	1,704
3/8	30,07	$\frac{30,07}{100} \times$	4,051	1,218
No. 4	23,93	$\frac{23,93}{100} \times$	4,051	0,969
Total				4,051

Berdasarkan Tabel 4.13 menjelaskan bahwa jumlah yang berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 0,158 kg, saringan 3/4 sebesar 1,704 kg, saringan 3/8 sebesar 1,218 kg dan saringan no 4 sebesar 0,969 kg. Total keseluruhan dari agregat kasar yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 4,051 kg.

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

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat pasir	
No.4	7,34	$\frac{7,34}{100} \times$	2,086	0,153
No.8	10,79	$\frac{10,79}{100} \times$	2,086	0,225

Tabel 4.14: *Lanjutan.*

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat pasir	
No.16	14,84	$\frac{14,84}{100}$	x 2,086	0,309
No.30	20,07	$\frac{20,07}{100}$	x 2,086	0,418
No.50	22,67	$\frac{22,67}{100}$	x 2,086	0,472
No.100	15,50	$\frac{15,50}{100}$	x 2,086	0,323
Pan	8,79	$\frac{8,79}{100}$	x 2,086	0,183
Total				2,086

Berdasarkan Tabel 4.14 menjelaskan bahwa jumlah berat yang tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan no 4 sebesar 0,153 kg, saringan no 8 sebesar 0,225 kg, saringan no 16 sebesar 0,309 kg, saringan no 30 sebesar 0,418 kg, saringan no 50 sebesar 0,472 kg, saringan no 100 sebesar 0,323 kg dan pan sebesar 0,183 kg. Total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 2,086 kg.

Dalam penelitian ini jumlah benda uji yang akan dibuat adalah sebanyak 48 benda uji, banyak bahan yang dibutuhkan untuk 48 benda uji adalah:

- Semen yang dibutuhkan untuk 48 benda uji
 - = Banyak semen 1 benda uji x 48 benda uji
 - = 1,303 x 48
 - = 62,544 kg
- Pasir yang dibutuhkan untuk 48 benda uji
 - = Banyak pasir untuk 1 benda uji x 48
 - = 2,086 x 48
 - = 100,12 kg

➤ Pasir tertahan saringan No.100 yang dibutuhkan untuk 48 benda uji

- Untuk beton normal
 - = banyak pasir untuk 1 benda uji x 48
 - = 0,323 x 48
 - = 15,50 kg

Maka, jumlah pasir tertahan No.100 yang dibutuhkan untuk 48 benda uji adalah:
= 15,50 kg

Sedangkan untuk jumlah tiap ayakan secara keseluruhan pasir yang dibutuhkan untuk 48 benda uji.

- Batu pecah yang dibutuhkan untuk 48 benda uji
 - = Banyak batu pecah untuk 1 benda uji x 48
 - = 4,051 x 48
 - = 194,4 kg
- Air yang dibutuhkan untuk 48 benda uji
 - = Banyak air untuk 1 benda uji x 48
 - = 0,574 x 48
 - = 27,55 kg

Perbandingan untuk 48 benda uji dalam satuan kg adalah:

Semen : Pasir : Batu pecah : Air
62,544 : 100,12 : 194,4 : 27,55

Berdasarkan analisa saringan untuk 48 benda uji, maka didapat berat untuk masing-masing saringan pada Tabel 4.15 dan Tabel 4.16:

Tabel 4.15: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 48 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (Kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat batu pecah	
1,5	3,74	$\frac{3,74}{100} \times$	194,4	7,27
3/4	41,60	$\frac{41,60}{100} \times$	194,4	80,87

Tabel 4.15: *Lanjutan.*

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (Kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	X berat batu pecah	
3/8	30,41	$\frac{30,41}{100}$	X 194,4	59,11
No. 4	24,25	$\frac{24,25}{100}$	X 194,4	47,14
Total				194,4

Berdasarkan Tabel 4.15 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 48 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 7,53kg, saringan 3/4 sebesar 83,86kg, saringan 3/8 sebesar 61,30 dan saringan no 4 sebesar 48,88kg dan total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 48 benda uji sebesar 201,6kg.

Tabel 4.16: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 48 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat pasir	
No.4	7,34	$\frac{7,34}{100}$	x 103,8	7,58
No.8	10,79	$\frac{10,79}{100}$	x 103,8	11,28
No.16	14,84	$\frac{14,84}{100}$	x 103,8	15,39
No.30	20,07	$\frac{20,07}{100}$	x 103,8	20,76
No.50	22,67	$\frac{22,67}{100}$	x 103,8	23,59
No.100	15,50	$\frac{15,50}{100}$	x 103,8	16,91
Pan	8,79	$\frac{8,79}{100}$	x 103,8	9,08
Total				103,8

Berdasarkan Tabel 4.16 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 48 benda uji ialah saringan no 4 sebesar 7,58 kg, saringan no 8 sebesar 11,26kg, saringan no 16 sebesar 15,39 kg, saringan no 30 sebesar 20,76 kg, saringan no 50 sebesar 23,59 kg, saringan no 100 sebesar 16,91 kg, dan pan sebesar 9,08 kg dan total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 48 benda uji sebesar 103,8 kg.

4.3.1. Metode Pengerjaan *Mix Design* Agregat Halus Patumbak

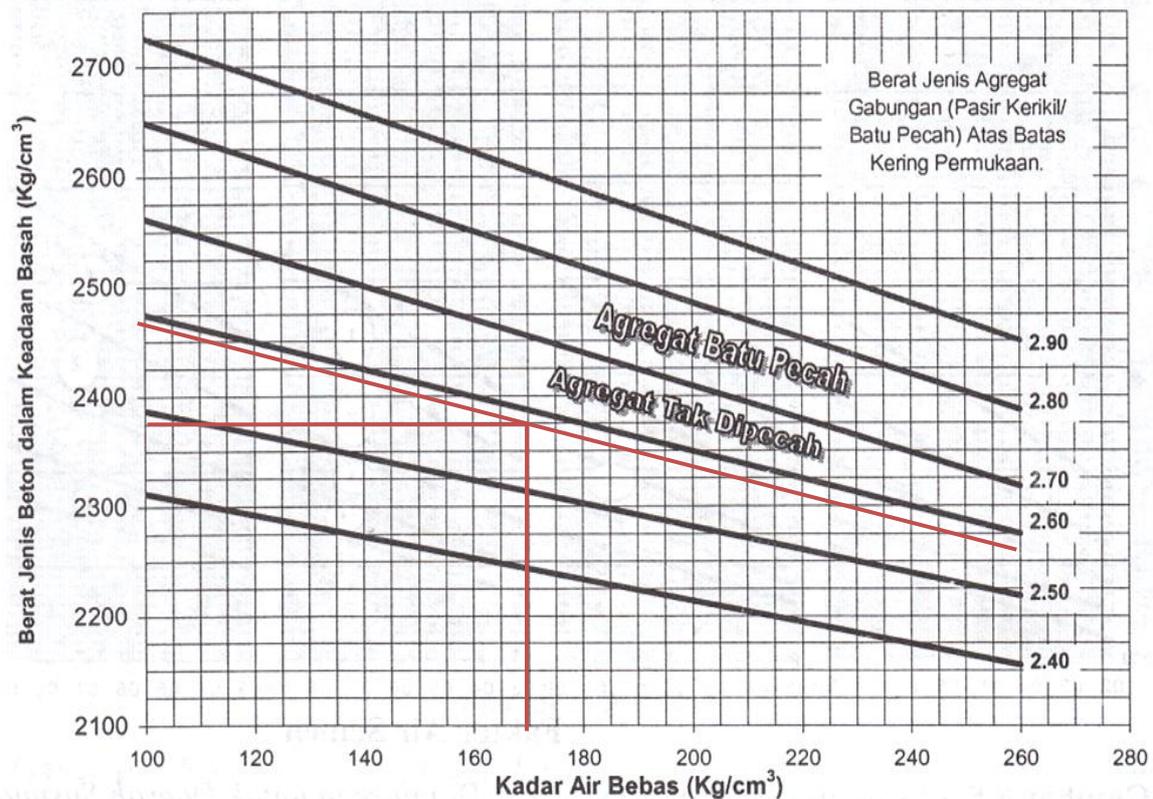
Pelaksanaan *Mix Design* dapat dijelaskan sebagai berikut:

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

Dengan demikian perhitungan berat jenis relatif menjadi sebagai berikut :

- BJ agregat halus = 2,28
- BJ agregat kasar = 2,72
- BJ agregat gabungan Halus dan kasar = $(0,34 \times 2,28) + (0,66 \times 2,72)$
 $= 2,57$

20. Berat isi beton diperoleh dari Gambar 4.6 dengan jalan membuat grafik baru yang sesuai dengan nilai berat jenis agregat gabungan, yaitu 2,57. Titik potong grafik baru tadi dengan tegak yang menunjukkan kadar air bebas (dalam hal ini 170 kg/m^3), menunjukkan nilai berat jenis beton yang direncanakan. Dalam hal ini diperoleh angka 2375 kg/m^3 .



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

$$21. \text{ Kadar agregat gabungan} = (\text{berat isi beton}) - (\text{jumlah kadar semen} + \text{kadar air}) \\ = 2375 - (386,364 + 170) = 1818,64 \text{ kg/m}^3$$

$$22. \text{ Kadar agregat halus} = (\text{Persen agregat halus}) \times (\text{Kadar agregat gabungan}) \\ = \frac{34}{100} \times 1818,64 = 618,33 \text{ kg/m}^3$$

$$24. \text{ Kadar agregat kasar} = \text{Kadar agregat gabungan} - \text{Kadar agregat halus} \\ = 1818,64 - 618,33 = 1200,30 \text{ kg/m}^3$$

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

untuk tiap m^3 sebagai berikut:

- Semen = 386,364 kg
- Air = 170 kg/lt
- Agregat halus = 618,33 kg
- Agregat kasar = 1200,30 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. Didapat koreksi proporsi campuran untuk air.

$$= 170 - (2,15 - 1,63) \times \frac{618,33}{100} - (0,57 - 0,75) \times \frac{1200,30}{100}$$

$$= 165,26 \text{ kg/m}^3$$

Dan dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat halus sebesar:

$$= 618,33 + (2,15 - 1,63) \times \frac{618,33}{100}$$

$$= 624,27 \text{ kg/m}^3$$

Serta dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat kasar sebesar:

$$= 1200,30 + (0,57 - 0,75) \times \frac{1200,30}{100}$$

$$= 1119,10 \text{ kg/m}^3$$

4.4. Perencanaan Campuran Beton Normal Dengan Agregat Halus Sanggal

Dari hasil percobaan didapati data-data sebagai berikut:

- Berat jenis agregat kasar = 2,69 gr/cm³
- Berat jenis agregat halus = 2,60 gr/cm³
- Kadar lumpur agregat kasar = 0,50 gr/cm³
- Kadar lumpur agregat halus = 3,60 gr/cm³
- Berat isi agregat kasar = 1,659 gr/cm³
- Berat isi agregat halus = 1,386 gr/cm³
- FM agregat kasar = 7,26
- FM agregat halus = 2,7
- Kadar air agregat kasar = 0,65%
- Kadar air agregat halus = 2,18%
- Penyerapan agregat kasar = 0,75%
- Penyerapan agregat halus = 1,32%
- Nilai *slump* rencana = 30-60 mm

- Ukuran agregat maksimum = 40 mm

Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai dari data – data diatas tersebut dapat digunakan untuk perencanaan campuran beton (*Mix Design*) dengan kuat tekan disyarat kansebesar 30 MPa yang terlampir pada Tabel 4.17 berdasarkan SNI 03-2834-1993.

Tabel 4.17: Perencanaan campuran beton normal dengan agregat halus Sunggal (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		2.59	
20	Berat isi beton	Gambar4.3		2380 kg/m ³	
21	Kadar agregat gabungan	20-12-11		1823,64kg/m ³	
22	Kadar agregat halus	18 x 21		620,04 kg/m ³	
23	Kadar agregat kasar	21-22		1200,30 kg/m ³	
24	Proporsi campuran	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
	- Tiap m ³	386,364	170	633,63	1230,00
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,44	1,64	3,18
	- Tiap campuran uji 0,003375 m ³ (1 kubus)	1,30	0,57	2,14	4,15
25	Koreksi proporsi campuran				
	- Tiap m ³	386,36	165,34	639,53	1228,77
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,43	1,66	3,18
	- Tiap campuran uji 0,003375m ³ (1 kubus)	1,30	0,56	2,16	4,15

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

Semen	:	Pasir	:	Batu pecah	:	Air
386,364	:	635,34	:	1228,77	:	170
1	:	2,16	:	4,15	:	0,57

a Untuk benda uji

Menggunakan cetakan kubus dengan ukuran:

$$\begin{aligned} \text{Sisi} &= 15 \text{ cm} \\ \text{Volume Kubus} &= \text{Sisi} \times \text{Sisi} \times \text{Sisi} \\ &= 15 \times 15 \times 15 \\ &= 3375 \text{ cm}^3 \\ &= 0,003375 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Maka:

- Semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 - = Banyak semen x Volume 1 benda uji
 - = $386,364 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3$
 - = 1,303 kg
- Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 - = Banyak pasir x Volume 1 benda uji
 - = $635,34 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3$
 - = 2,16 kg
- Kerikil yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 - = Banyak kerikil x Volume 1 benda uji
 - = $1228,77 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3$
 - = 4,151 kg
- Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 - = Banyak air x Volume 1 benda uji
 - = $170 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3$
 - = 0,574 kg

Perbandingan untuk 1 benda uji dalam satuan kg adalah:

Semen : Pasir : Batu pecah : Air
 1,303 : 2,16 : 4,151 : 0,574

Berdasarkan analisa saringan diatas maka didapat diperoleh berat untuk masing-masing saringan pada Tabel 4.18 dan 4.19:

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

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat kerikil	
1,5	3,92	$\frac{3,92}{100} \times$	4,151	0,162
3/4	42,08	$\frac{42,08}{100} \times$	4,151	1,746
3/8	30,07	$\frac{30,07}{100} \times$	4,151	1,248
No. 4	23,93	$\frac{23,93}{100} \times$	4,151	0,993
Total				4,151

Berdasarkan Tabel 4.18 menjelaskan bahwa jumlah yang berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 0,162kg, saringan 3/4 sebesar 1,746kg, saringan 3/8 sebesar 1,248kg dan saringan no 4 sebesar 0,993kg. Total keseluruhan dari agregat kasar yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 4,151kg.

Tabel 4.19: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat pasir	
No.4	7,46	$\frac{7,46}{100} \times$	2,16	0,15
No.8	10,57	$\frac{10,57}{100} \times$	2,16	0,225

Tabel 4.19: *Lanjutan.*

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat pasir	
No.16	14,80	$\frac{14,80}{100}$	x 2,16	0,316
No.30	20,08	$\frac{20,08}{100}$	x 2,16	0,429
No.50	22,85	$\frac{22,85}{100}$	x 2,16	0,488
No.100	15,65	$\frac{15,65}{100}$	x 2,16	0,334
Pan	8,59	$\frac{8,59}{100}$	x 2,16	0,183
Total				2,16

Berdasarkan Tabel 4.19 menjelaskan bahwa jumlah berat yang tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan no 4 sebesar 0,159kg, saringan no 8 sebesar 0,225kg, saringan no 16 sebesar 0,316kg, saringan no 30 sebesar 0,429kg, saringan no 50 sebesar 0,488kg, saringan no 100 sebesar 0,334kg, dan pan sebesar 0,183kg. Total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 2,16kg.

Dalam penelitian ini jumlah benda uji yang akan dibuat adalah sebanyak 48 benda uji, banyak bahan yang dibutuhkan untuk 48 benda uji adalah:

- Semen yang dibutuhkan untuk 48 benda uji
 - = Banyak semen 1 benda uji x 48 benda uji
 - = 1,303 x 48
 - = 62,544 kg
- Pasir yang dibutuhkan untuk 48 benda uji
 - = Banyak pasir untuk 1 benda uji x 48
 - = 2,16 x 48
 - = 103,68 kg

➤ Pasir tertahan saringan No.100 yang dibutuhkan untuk 48 benda uji

- Untuk beton normal
 - = banyak pasir untuk 1 benda uji x 48
 - = 0,334 x 48
 - = 16,03 kg

Maka, jumlah pasir tertahan No.100 yang dibutuhkan untuk 48 benda uji adalah:
= 16,30 kg

Sedangkan untuk jumlah tiap ayakan secara keseluruhan pasir yang dibutuhkan untuk 48 benda uji.

- Batu pecah yang dibutuhkan untuk 48 benda uji
 - = Banyak batu pecah untuk 1 benda uji x 48
 - = 4,151 x 48
 - = 199,2kg
- Air yang dibutuhkan untuk 48 benda uji
 - = Banyak air untuk 1 benda uji x 48
 - = 0,574 x 48
 - = 27,55 kg

Perbandingan untuk 48 benda uji dalam satuan kg adalah:

Semen : Pasir : Batu pecah : Air
62,544 : 103,68 : 199,2 : 27,55

Berdasarkan analisisaringan untuk 48 benda uji, maka didapat berat untuk masing-masing saringan pada Tabel 4.20 dan Tabel 4.21:

Tabel 4.20: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 48 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (Kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat batu pecah	
1,5	3,92	$\frac{3,92}{100} \times$	199,2	7,80
3/4	42,08	$\frac{42,08}{100} \times$	199,2	83,82

Tabel 4.20: *Lanjutan.*

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (Kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	X berat batu pecah	
3/8	30,07	$\frac{30,07}{100}$	X 199,2	59,89
No. 4	23,93	$\frac{23,93}{100}$	X 199,2	47,66
Total				199,2

Berdasarkan Tabel 4.20 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 48 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 7,80 kg, saringan 3/4 sebesar 83,82 kg, saringan 3/8 sebesar 59,86 kg dan saringan no 4 sebesar 47,66 kg dan total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 48 benda uji sebesar 199,2 kg.

Tabel 4.21: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 48 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat pasir	
No.4	7,46	$\frac{7,46}{100}$	x 103,6	7,65
No.8	10,57	$\frac{10,57}{100}$	x 103,6	10,84
No.16	14,80	$\frac{14,80}{100}$	x 103,6	15,18
No.30	20,08	$\frac{20,08}{100}$	x 103,6	20,60
No.50	22,85	$\frac{22,85}{100}$	x 103,6	23,44
No.100	15,65	$\frac{15,65}{100}$	x 103,6	16,05
Pan	8,59	$\frac{8,59}{100}$	x 103,6	8,81
Total				103,6

Berdasarkan Tabel 4.21 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 48 benda uji ialah saringan no 4 sebesar 7,65 kg, saringan no 8 sebesar 10,84 kg, saringan no 16 sebesar 15,18 kg, saringan no 30 sebesar 20,60 kg, saringan no 50 sebesar 23,44 kg, saringan no 100 sebesar 16,05kg,dan pan sebesar 8,81kg dan total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 48 benda uji sebesar 103,6 kg.

4.4.1. Metode Pengerjaan *Mix Design* Agregat Halus Sunggal

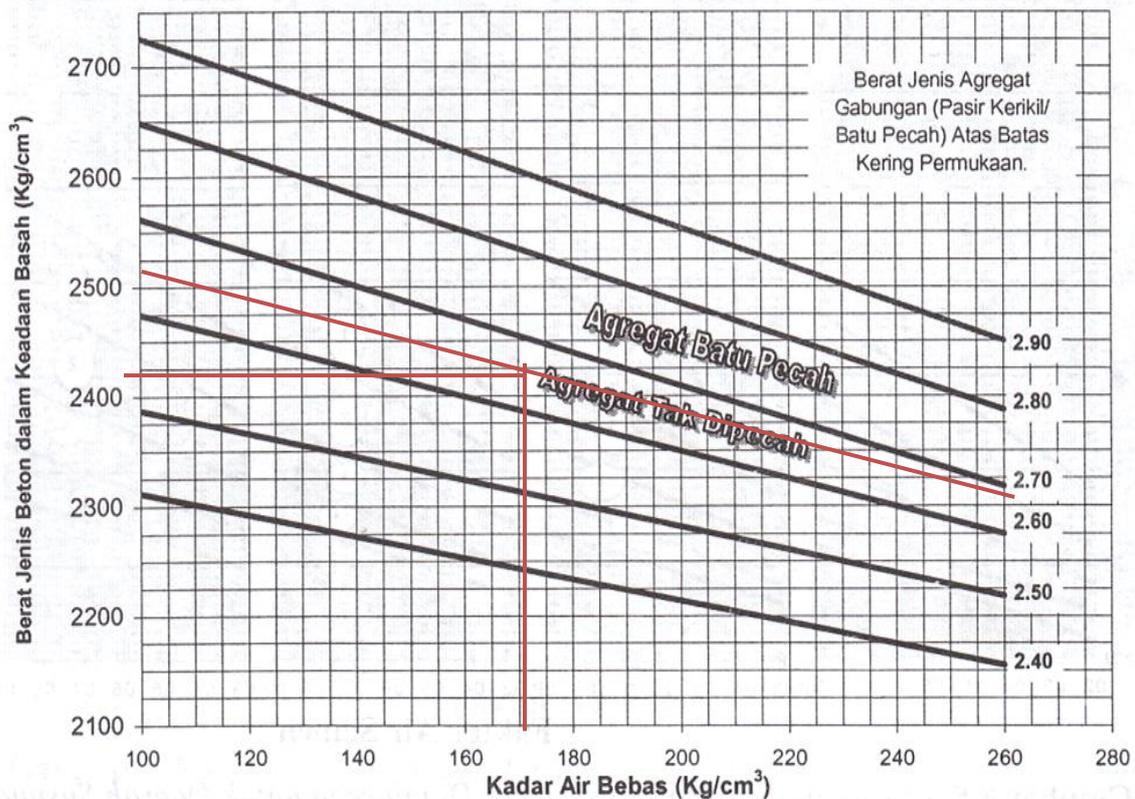
Pelaksanaan *Mix Design* dapat dijelaskan sebagai berikut:

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

Dengan demikian perhitungan berat jenis relatif menjadi sebagai berikut :

- BJ agregat halus = 2,60
- BJ agregat kasar = 2,72
- BJ agregat gabungan Halus dan kasar = $(0,34 \times 2,60) + (0,66 \times 2,72)$
= 2,68

20. Berat isi beton diperoleh dari Gambar 4.6 dengan jalan membuat grafik baru yang sesuai dengan nilai berat jenis agregat gabungan, yaitu 2,68. Titik potong grafik baru tadi dengan tegak yang menunjukkan kadar air bebas (dalam hal ini 170 kg/m^3), menunjukkan nilai berat jenis beton yang direncanakan. Dalam hal ini diperoleh angka 2420 kg/m^3 .



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

$$21. \text{Kadar agregat gabungan} = (\text{berat isi beton}) - (\text{jumlah kadar semen} + \text{kadar air}) \\ = 2420 - (386,364 + 170) = 1863,64 \text{ kg/m}^3$$

$$22. \text{Kadar agregat halus} = (\text{Persen agregat halus}) \times (\text{Kadar agregat gabungan}) \\ = \frac{34}{100} \times 1863,64 = 633,64 \text{ kg/m}^3$$

$$23. \text{Kadar agregat kasar} = \text{Kadar agregat gabungan} - \text{Kadar agregat halus} \\ = 1863,64 - 633,64 = 1230,00 \text{ kg/m}^3$$

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

untuk tiap m^3 sebagai berikut:

- Semen = 386,364 kg
- Air = 170 kg/lt
- Agregat halus = 633,64 kg
- Agregat kasar = 1230,00 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. Didapat koreksi proporsi campuran untuk air.

$$= 170 - (2,15 - 1,63) \times \frac{633,64}{100} - (0,57 - 0,75) \times \frac{1230,00}{100}$$

$$= 165,34 \text{ kg/m}^3$$

Dan dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat halus sebesar:

$$= 633,64 + (2,15 - 1,63) \times \frac{633,64}{100}$$

$$= 639,53 \text{ kg/m}^3$$

Serta dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat kasar sebesar:

$$= 1230,00 + (0,57 - 0,75) \times \frac{1230,00}{100}$$

$$= 1228,77 \text{ kg/m}^3$$

4.5. Pembuatan Benda Uji

Dalam penelitian ini menggunakan kubus sebagai benda uji dengan ukuran sisi 15 cm, jumlah benda uji yang di buat adalah sebanyak 48 benda uji.

Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam pembuatan benda uji:

a. Pengadukan beton

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

b. 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 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 menggunakan 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 padatkan beton dengan menggunakan mesin vibrator, b sampai tidak ada gelembung yang keluar dari beton. Setelah itu ratakan permukaan cetakan dan di tutup dengan kaca untuk menjaga penguapan air dari beton segar. Lepaskan cetakan setelah 24 jam dan jangan lebih dari 48 jam setelah pencetakan.

c. Pemeliharaan beton

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

4.6. *Slump Test*

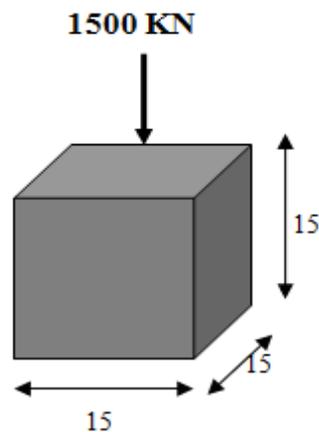
Pengujian *slump* dilakukan dengan kerucut abrams dengan cara mengisi kerucut abrams dengan beton segar sebanyak 3 lapis, tiap lapis kira-kira 1/3 dari isi kerucut pada tiap lapisan dilakukan penusukan sebanyak 25 kali, tongkat penusuk harus masuk sampai bagian bawah tiap-tiap lapisan setelah pengisian 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 $2 \frac{1}{2}$ menit, ukur tinggi adukan selisih tinggi kerucut dengan adukan adalah nilai dari *slump*.

Tabel 4.22: Hasil pengujian nilai *slump*.

	Beton Normal Agregat Halus Binjai		Beton Normal Agregat Halus Langkat		Beton Normal Agregat Halus Patumbak		Beton Normal Agregat Halus Sunggal	
	14	28	14	28	14	28	14	28
<i>Slump</i>	3,5	3,5	3,5	4	3,5	4	3	3,5

4.7. Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 14 dan 28 hari dengan menggunakan mesin tekan dengan kapasitas 1500 KN, benda uji yang akan dites adalah berupa kubus dengan panjang sisi 15 cm dan jumlah benda uji 48 buah, seperti pada Gambar 4.7, dengan pengelompokan benda uji sesuai dengan variasi campurannya.



Gambar.4.7: Beban tekan pada benda uji kubus.

Ada beberapa macam cetakan benda uji yang dipakai, diantaranya adalah kubus dengan sisi 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.

4.7.1. Kuat Tekan Beton Normal Agregat Halus Binjai (saat pengujian)

Pengujian beton normal dilakukan pada saat beton berumur 14 dan 28 hari dengan jumlah benda uji 6 buah. Hasil kuat tekan beton normal 14 hari dan 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.23 dan 4.24:

Tabel 4.23: Hasil pengujian kuat tekan beton normal agregat halus binjai.

Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A= 225\text{cm}^2$ $f'_c= (P/A)$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c/0,88$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 14 hari				
1	63000	28,00	31,82	32,15
2	65000	28,89	32,83	
3	64000	28,44	32,32	
4	65000	28,89	32,83	
5	63000	28,00	31,82	
6	62000	27,56	31,31	

Tabel 4.24: Hasil pengujian kuat tekan beton normal agregat halus binjai.

Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A= 225\text{cm}^2$ $f'_c= (P/A)$ (MPa)	Kuat tekan 28 Hari $f'_c/1,00$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 28 hari				
1	89000	39,56	39,56	39,26
2	88000	39,11	39,11	
3	88000	39,11	39,11	
4	87000	38,67	38,67	
5	89000	39,56	39,56	
6	89000	39,56	39,56	

Berdasarkan hasil uji kuat tekan beton normal 14 dan 28 hari. Dari 6 benda uji beton normal yang diuji kuat tekannya, maka diperoleh nilai kuat tekan beton Agregat Halus Binjai rata-rata sebesar 32,15 MPa dan 39,26 MPa

4.7.2. Kuat Tekan Beton Normal Agregat Halus Langkat (saat pengujian)

Pengujian beton normal dilakukan pada saat beton berumur 14 dan 28 hari dengan jumlah benda uji 6 buah. Hasil kuat tekan beton normal 14 hari dan 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.25 dan 4.26:

Tabel 4.25: Hasil pengujian kuat tekan beton normal agregat halus langkat.

Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	A= 225cm ² $f'_c = (P/A)$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c/0,88$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 14 hari				
1	61000	27,11	30,81	30,92
2	60000	26,67	30,30	
3	63000	28,00	31,82	
4	61000	27,11	30,81	
5	60500	26,89	30,56	
6	62000	27,56	31,31	

Tabel 4.26: Hasil pengujian kuat tekan beton normal agregat halus langkat.

Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	A= 225cm ² $f'_c = (P/A)$ (MPa)	Kuat tekan 28 Hari $f'_c/1,00$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 28 hari				
1	80000	35,56	35,56	35,63
2	80000	35,56	35,56	
3	81000	36,00	36,00	
4	79000	35,11	35,11	
5	82000	36,44	36,44	
6	79000	35,11	35,11	

Berdasarkan hasil uji kuat tekan beton normal 14 dan 28 hari. Dari 6 benda uji beton normal yang diuji kuat tekannya, maka diperoleh nilai kuat tekan beton Agregat Halus Binjai rata-rata sebesar 32,15 MPa dan 35,63 MPa.

4.7.3. Kuat Tekan Beton Normal Agregat Halus Patumbak (saat pengujian)

Pengujian beton normal dilakukan pada saat beton berumur 14 dan 28 hari dengan jumlah benda uji 6 buah. Hasil kuat tekan beton normal 14 hari dan 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.27 dan 4.28:

Tabel 4.27: Hasil pengujian kuat tekan beton normal agregat halus patumbak.

Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	A= 225cm ² $f'_c = (P/A)$ (Mpa)	Estimasi 28 hari $f'_c/0,88$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 14 hari				
1	61000	27,11	30,81	31,02
2	61500	27,33	31,06	
3	63000	28,00	31,82	
4	60500	26,89	30,56	
5	60500	26,89	30,56	
6	62000	27,56	31,31	

Tabel 4.28: Hasil pengujian kuat tekan beton normal agregat halus patumbak.

Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	A= 225cm ² $f'_c = (P/A)$ (MPa)	Kuat tekan 28 Hari $f'_c/1,00$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 28 hari				
1	82000	36,44	36,44	36,30
2	81000	36,00	36,00	
3	82500	36,67	36,67	
4	82000	36,44	36,44	
5	81500	36,22	36,22	
6	81000	36,00	36,00	

Berdasarkan hasil uji kuat tekan beton normal 14 dan 28 hari. Dari 6 benda uji beton normal yang diuji kuat tekannya, maka diperoleh nilai kuat tekan beton Agregat Halus Binjai rata-rata sebesar 31,02 MPa dan 36,30 MPa.

4.7.4. Kuat Tekan Beton Normal Agregat Halus Sunggal (saat pengujian)

Pengujian beton normal dilakukan pada saat beton berumur 14 dan 28 hari dengan jumlah benda uji 6 buah. Hasil kuat tekan beton normal 14 hari dan 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.29 dan 4.30:

Tabel 4.29: Hasil pengujian kuat tekan beton normal agregat halus tunggal.

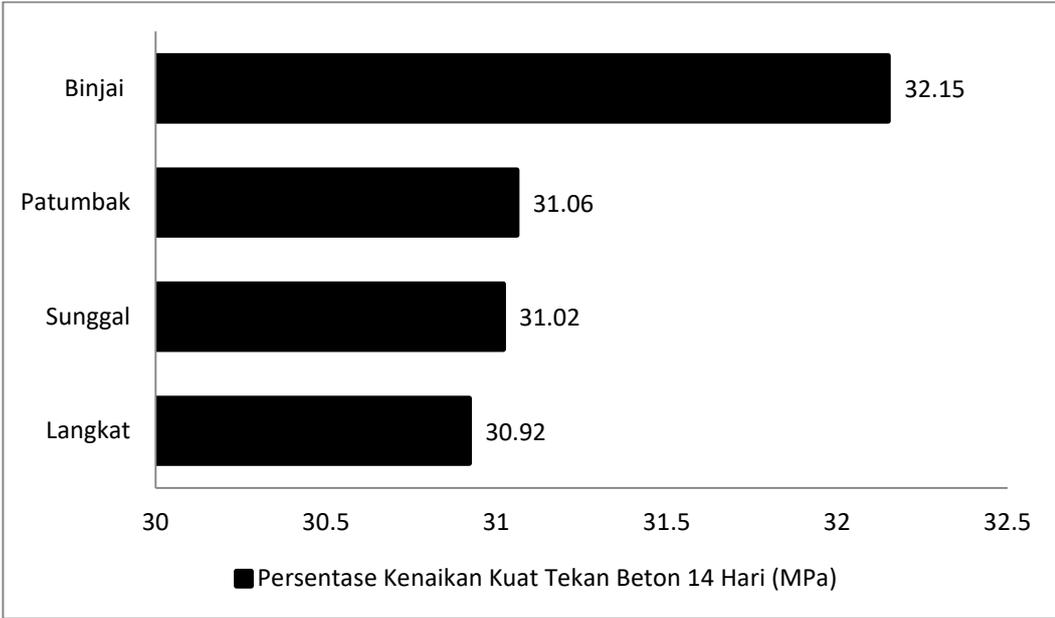
Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	A= 225cm ² $f'_c = (P/A)$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c/0,88$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 14 hari				
1	61000	27,11	30,81	31,06
2	61500	27,33	31,06	
3	63000	28,00	31,82	
4	61000	27,11	30,81	
5	60500	26,89	30,56	
6	62000	27,56	31,31	

Tabel 4.30: Hasil pengujian kuat tekan beton normal agregat halus tunggal.

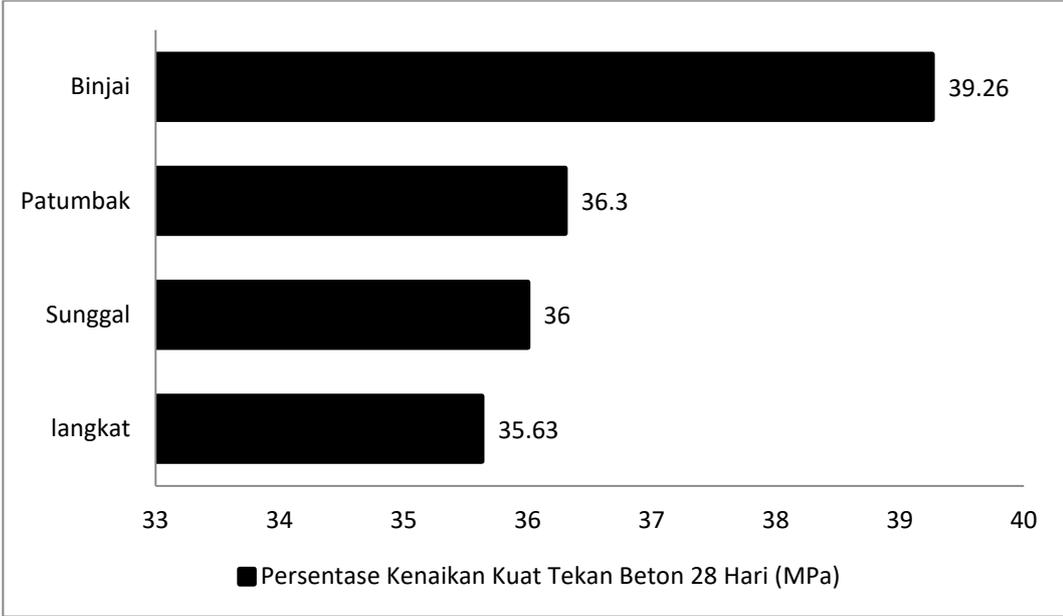
Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	A= 225cm ² $f'_c = (P/A)$ (MPa)	Kuat tekan 28 Hari $f'_c/1,00$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 28 hari				
1	82000	36,44	36,44	36,00
2	81000	36,00	36,00	
3	80000	35,56	35,56	
4	80500	35,78	35,78	
5	81000	36,00	36,00	
6	81500	36,22	36,22	

Berdasarkan hasil uji kuat tekan beton normal 14 dan 28 hari. Dari 6 benda uji beton normal yang diuji kuat tekannya, maka diperoleh nilai kuat tekan beton Agregat Halus Binjai rata-rata sebesar 31,06 MPa dan 36,00 MPa.

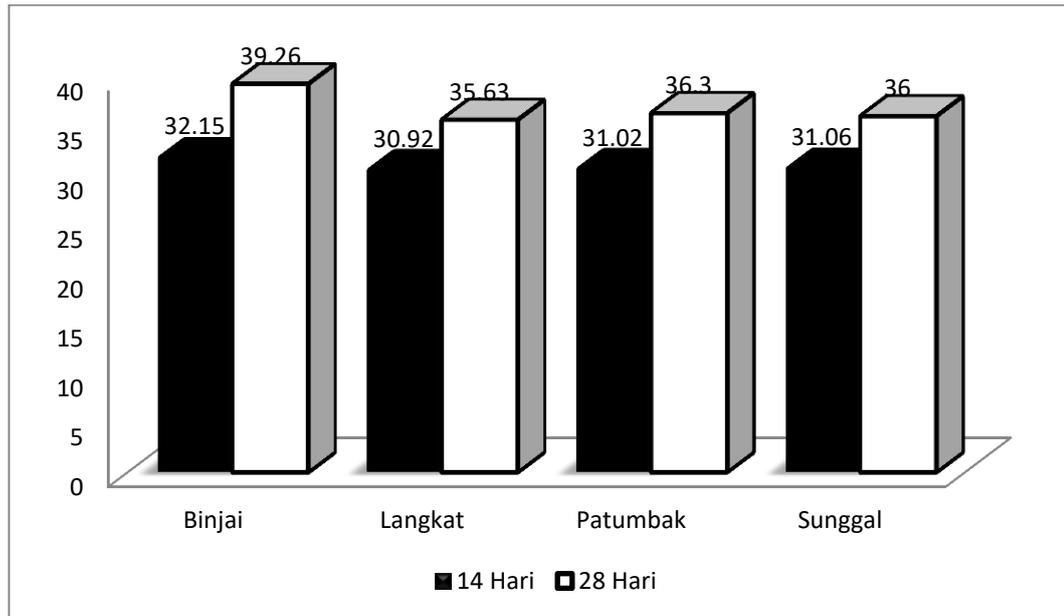
Kenaikan kuat tekan beton normal dengan variasi agregat halus 14 dan 28 hari serta gabungan 14 dan 28 hari dari beberapa tempat di Sumatera Utara dapat dilihat pada Gambar 4.8, 4.9 dan 4.10:



Gambar 4.8: Grafik perbandingan kenaikan kuat tekan beton 14 hari.



Gambar 4.9: Grafik perbandingan kenaikan kuat tekan beton 28 hari.



Gambar 4.10: Grafik perbandingan kenaikan kuat tekan beton 14 dan 28 hari.

4.8. Pembahasan

Hasil kuat tekan beton diatas merupakan kuat tekan beton yang didapat pada saat pengujian, sedangkan untuk mendapatkan hasil kuat tekan beton yang sebenarnya (kuat tekan beton akhir) perlu dilakukan perhitungan dengan memasukkan nilai Standar Deviasi yang telah ditetapkan untuk tiap-tiap variasi.

➤ Agregat Halus Langkat

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai penurunan (umur 14 hari)} &= \frac{30,92 - 32,15}{32,15} \times 100\% \\ &= -3,82\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai penurunan (umur 28 hari)} &= \frac{35,63 - 39,26}{39,26} \times 100\% \\ &= -9,24\% \end{aligned}$$

➤ Agregat Halus Patumbak

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai penurunan (umur 14 hari)} &= \frac{31,02 - 32,15}{32,15} \times 100\% \\ &= -3,51\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai penurunan (umur 28 hari)} &= \frac{36,30 - 39,26}{39,26} \times 100\% \\ &= -7,53\% \end{aligned}$$

➤ Agregat Halus Sunggal

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai penurunan (umur 14 hari)} &= \frac{31,06 - 32,15}{32,15} \times 100\% \\ &= -3,39\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai penurunan (umur 28 hari)} &= \frac{36,00 - 39,26}{39,26} \times 100\% \\ &= -8,30\% \end{aligned}$$

Maka, berdasarkan data yang telah dikumpulkan mengenai kuat tekan beton, dari hasil diatas kita dapat melihat bahwa persentase penurunan perbandingan kuat tekan beton pada agregat halus binjai terhadap agregat halus Langkat, Patumbak dan Sunggal tidak terlalu signifikan, adapun faktor-faktor yang dapat yang mengakibatkan hal ini terjadi antara lain adalah :

1. Hal ini dapat terjadi karena kesalahan pada saat melakukan pencampuran beton/pembuatan benda uji.
2. Kemungkinan adanya kekeliruan (kurangnya ketelitian) dalam pengerjaan.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

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

1. Berdasarkan dari data kuat tekan beton normal argegat halus yang digunakan berpengaruh dengan hasil kuat tekan beton. Karateristik agregat halus yang berbeda menjadi alasan kenapa kuat tekan beton memiliki hasil yang berbeda walaupun dengan perencanaan kuat tekan yang sama. Agregat halus Binjai memiliki kuat tekan beton yang lebih tinggi dibandingkan dengan agregat halus dari Langkat, Patumbak dan Sunggal.
2. Berdasarkan dari data kuat tekan beton yang dihasilkan dengan variasi agregat halus yang berbeda, yaitu:
 1. Beton dengan agregat halus Binjai didapat kuat tekan sebesar 39,26MPa.
 2. Beton dengan agregat halus Patumbak didapat kuat tekan sebesar 36,30MPa.
 3. Beton dengan agregat halus Sunggal didapat kuat tekan sebesar 36,00MPa.
 4. Beton dengan agregat halus Langkat didapat kuat tekan sebesar 35,63MPa.

5.2.Saran

1. Dari hasil penelitian yang didapat, agregat halus yang diuji telah menghasilkan kuat tekan beton yang barvariasi dengan kuat tekan beton yang paling tinggi agregat halus Binjai. Jadi, bagi para *engginer* untuk lebih memilih bahan yang akan digunakan.

2. Perlu dilakukan pengujian lanjutan dengan lebih banyak *sample* yang dicoba untuk lebih mengetahui agregat halus mana yang lebih baik digunakan untuk campuran beton.
3. Dan perlu dilakukan pengujian-pengujian lanjutan didaerah yang lainya seperti didesa yang mulai mengalami perkembangan agar saat memerlukan beton yang bagus mereka telah memilki panduannya.

DAFTAR PUSTAKA

American Society for Testing and Materials C33 (1985,1986) *Standards Specification For Agregates*, Philadelphia: ASTM.

American Society for Testing and Materials C39 (1993) *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Spesimens*, Philadelphia: ASTM.

American Society for Testing and Materials C150 (1986) *Standards Specification For Portland Cement*, Philadelphia: ASTM.

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 (2002) *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal* (SK SNI 03-2847-2002). Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan. Indonesia

Dinas Pekerjaan Umum (1971) *Peraturan Beton Bertulang Indonesia* (PBI-1971). Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum. Indonesia.

Dinas Pekerjaan Umum (1993) *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal* (SNI 03-2834-1993). Pusjatan-Balitbang PU. Indonesia.

Dinas Pekerjaan Umum (2008) *Cara Uji Slump Beton* (SNI 1972-2008). Pusjatan-Balitbang PU. Indonesia.

Dinas Pekerjaan Umum (1990) *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton (SNI-03-1974-1990)*. Pusjatan-Balitbang PU. Indonesia.

Dinas Pekerjaan Umum (1991) *Metode Pengujian Pengambilan Contoh Untuk Campuran Beton Segar (SNI-03-2458-1991)*. Pusjatan-Balitbang PU. Indonesia.

Mulyono, T. (2005) *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi.

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

Poli, Reza Adeputra. 2015. *Kuat Tekan Beton Dengan Variasi Agregat Yang Berasal Dari Beberapa Tempat Di Sulawesi Utara*. Universitas Sam Ratulangi Manado.

Standar Industri Indonesia (1981) *Mutu dan Uji Semen (SII 0013-1981)*, Departemen Perindustrian Republik Indonesia. Indonesia.

LAMPIRAN:

Tabel L1: Satu set saringan agregat kasar

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

Lampiran 2

Tabel L2: Satu set saringan agregat halus

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

Tabel L3: Perbandingan kekuatan beton berbagai umur (hari)

Umur Beton	Faktor	Umur Beton	Faktor
3	0,400	23	0,964
4	0,463	24	0,971
5	0,525	25	0,979
6	0,588	26	0,986
7	0,650	27	0,993
8	0,683	28	1,000
9	0,718	35	1,023
10	0,749	36	1,026
11	0,781	45	1,055
12	0,814	46	1,058
13	0,847	50	1,071
14	0,880	51	1,074
15	0,890	55	1,087
16	0,900	56	1,090
17	0,910	65	1,119
18	0,920	66	1,123
19	0,930	90	1,200
20	0,940	350	1,342
21	0,950	360	1,347
22	0,957	365	1,350

Tabel L4: Perbandingan kekuatan beton pada beberapa beberapa benda uji

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

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



Gambar L1: Material agregat kasar yang akan digunakan.



Gambar L2: Material agregat halus Binjai yang akan digunakan.



Gambar L3: Material agregat halus Langkat yang akan digunakan.



Gambar L4: Material agregat halus Patumbak yang akan digunakan.



Gambar L5: Material agregat halus Sunggal yang akan digunakan.



Gambar L6: Semen Padang Tipe 1 PPC.



Gambar L7: Proses pencampuran agregat.



Gambar L8: Hasil pengujian slump test.



Gambar L9: Proses perendaman benda uji.



Gambar L10: Benda uji yang sedang dijemur.



Gambar L11: Hasil proses uji tekan pada beton.



Gambar L12: Uji kuat tekan beton normal agregat halus Binjai 14 hari 65 T.



Gambar L13: Uji kuat tekan beton normal agregat halus Binjai 28 hari 89 T.



Gambar L14: Uji kuat tekan beton normal agregat halus Langkat 14 hari 63 T.



Gambar L15: Uji kuat tekan beton normal agregat halus Langkat 28 hari 82 T.



Gambar L16: Uji kuat tekan beton normal agregat halus Patumbak 14 hari 63 T.



Gambar L17: Uji kuat tekan beton normal agregat halus Patumbak 29 hari 82 T.



Gambar L18: Uji kuat tekan beton normal agregat halus Sunggal 14 hari 63 T.



Gambar L19: Uji kuat tekan beton normal agregat halus Sunggal 28 hari 82 T.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap :Rahmat Hidayat
Panggilan :Rahmat
Tempat, Tanggal Lahir :Kebun Baru, 07 Oktober 1994
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Alamat :Kebun Baru, Kec, Wih Pesam Kab, Bener Meriah,
NAD (Nanggroe Aceh Darusalam)
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah :Sukimin
Ibu :Sarjem
No. HP :082370532632
E-mail :rahmathidayat.bello@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok :1307210273
Mahasiswa
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan :Jl. Kapten Muchtar Basri BA. No. 3 Medan
Tinggi 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
1	SD	SD NEGERI 03 WIH PESAM	2007
2	SMP	SMP NEGERI 01 WIH PESAM	2010
3	SMA	SMA NEGERI 02 TIMANG GAJAH	2013
4	Melanjutkan Kuliah Di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2013 sampai selesai.		