

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK BIJI SALAK SEBAGAI FILLER
SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON
(Studi Penelitian)**

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

Disusun Oleh:

DEWI SRI RAHAYU
1407210226



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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : DEWI SRI RAHAYU

NPM : 1407210226

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pengaruh penambahan serbuk biji salak sebagai filler semen terhadap kuat tekan beton (Studi Penelitian)

Bidang Ilmu : Struktur.

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

Medan, Mei 2018

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji

(Ir. Ellyza Chairina, M.si)

Dosen Pembimbing II / Penguji

(Sri Prafanti, ST. MT)

Dosen Pembanding I / Penguji

(DR. Fahrizal Zulkarnain, ST, M.Sc)

Dosen Pembanding II / Penguji

(DR. Josef Hadipramana)

Program Studi Teknik Sipil
Ketua,

(DR. Fahrizal Zulkarnain, ST, M.Sc)

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : DEWI SRI RAHAYU

Tempat /Tanggal Lahir: Rimo 2 September 1997

NPM : 1407210226

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

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

“Pengaruh penambahan serbuk biji salak sebagai filler semen terhadap kuat tekan beton”.

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

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta 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, Mei 2018

Saya yang menyatakan,



DEWI SRI RAHAYU

ABSTRAK

PENGARUH PENAMBAHAN SERBUK BIJI SALAK SEBAGAI FILLER SEMEN TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Dewi Sri Rahayu
1407210226
Ir. Ellyza Chairina, MSi
Sri Prafanti, ST, MT

Beton adalah material yang telah banyak digunakan sebagai bahan konstruksi yang pada saat ini sangat umum digunakan. Saat ini berbagai bangunan sudah menggunakan material dari beton. Bahan penyusun beton yang umum digunakan sampai saat ini adalah semen, pasir, kerikil/ batu pecah, dan air. Kualitas beton bergantung pada bahan penyusunnya seperti halnya semen yang sangat mempengaruhi campuran adukan beton karena berfungsi sebagai pengikat agregat pada campuran beton.

Seiring dengan melambungnya harga semen sebagai bahan utama pembuatan beton, maka biaya pembuatan beton menjadi mahal. Untuk itu perlu adanya bahan pengganti semen untuk mengurangi jumlah semen yang diperlukan dalam pembuatan beton. Dalam penelitian ini, bahan tambah sebagai pengganti semen yang digunakan adalah serbuk biji salak karena biji salak mengandung zat selulosa yang biasa bisa meningkatkan nilai kuat tekan. Dalam penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh biji salak ini dan membandingkan hasilnya.

Metode penelitian beton pada penelitian ini yaitu pembuatan beton normal dan beton variasi masing-masing 8 benda uji dan pencampuran beton normal memakai serbuk biji salak dengan persentase 2%, 4% dan 6% dengan jumlah semua 32 benda uji. Kemudian dilakukan perendaman dengan umur beton 7 dan 28 hari, setelah itu kemudian dilakukan uji kuat tekan.

Hasil pengujian yang di peroleh pada penelitian kali ini adalah di mana beton normal memiliki nilai kuat tekan lebih besar dari nilai kuat tekan beton variasi. Akan tetapi beberapa % untuk beton variasi penambahan 2% dan 4% didapat hasil kuat tekan memasuki nilai kuat tekan yang disyaratkan.

Kata kunci: Beton, *filler*, serbuk biji salak, kuat tekan beton.

ABSTRACT

THE INFLUENCE OF THE ADDITION OF THE FILLER SEEDS SALAK AS CEMENT AGAINST COMPRESSIVE STRENGTH CONCRETE

Dewi Sri Rahayu

1407210226

Ir. Ellyza Chairina, MSi

Sri Prafanti, ST, MT

Concrete is material that many used to a construction in this time very general used. In this time various buildings have been using material of concrete. Building materials concrete generally used were cement , sand , gravel / agregat and water. The quality of concrete dependent on the material compiler as cement verry influence a mixture of concrete because function as a binder aggregate on a mixture of concrete.

Along with rising price cement as the eminent ingredient making concrete , so the cost of concrete be expensive. Therefore it needed substitute cement to reduce the number of cement needed in making concrete. In this research , filler for cement used is a salak seeds because salak seeds containing cellulose a substance which can enhance the value of compressive strenght. In this research do to find out how big the influence of salak seeds this and comparing the result.

Research methodology concrete to research this that is making concrete normal and concrete variation each 8 objects the test and mixing concrete normal using the salak seeds with the 2 % , 4 % and 6 % with all concrete total 32 samples test. Then will be soaking the time of concrete 7 and 28 days , then test a compressive strenght .

The results of tests in the experiment on this time is where concrete normal having the value of the compressive strenght were actually greater than the compressive strenght concrete variations. But % concrete variations for the filler 2 % and 4 % be obtained compressive strenght of the required.

Keywords: Concrete, Filler, Seeds Salak, Concrete Compressive Strength.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pengaruh penambahan serbuk biji salak sebagai filler semen terhadap kuat tekan beton” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Ibu Ir. Ellyza Chairina, M.Si selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Sri Prafanti, ST, MT selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain ST,M.Sc selaku Dosen Pembimbing I dan sekaligus ketua prodi teknik sipil, yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak DR. Josef Hadipramana selaku Dosen Pembimbing II dan penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini,
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar ST, MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik sipil kepada penulis.
7. Orang tua penulis: Usuluddin dan Saibah, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.

8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Sahabat-sahabat penulis: Firis ST, Fadlah S.Pd, Trianezki Harahap dan rekan-rekan Teknik Sipil yang telah memberi semangat dan masukan yang sangat berarti.
10. 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, Mei 2018



DEWI SRI RAHAYU

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1.Latar Belakang	1
1.2.Rumusan Masalah	2
1.3.Batasan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Pembahasan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Beton	5
2.2 kepadatan beton	8
2.3 pemadatan beton	9
2.4 material penyusun campuran beton	9
2.4.1 Semen	10
2.4.2 Agregat	11
2.4.3 Air	18
2.4.4 Filler	20
2.4.5 Limbah biji salak	21
2.5 Perencanaan Pembuatan Campuran Beton Standar Menurut SNI 03-2834-2000	22
2.6 <i>Slump Test</i>	32

2.7 Perawatan Beton	33
2.8 Pengujian Kuat Tekan	34
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	37
3.1. Umum	37
3.1.1. Metodologi Penelitian	37
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian	39
3.3. Bahan dan Peralatan	39
3.3.1. Bahan	39
3.3.2. Peralatan	40
3.4. Persiapan Penelitian	40
3.5. Pemeriksaan Agrgat	40
3.6. Pemeriksaan Agregat Halus	40
3.6.1. Kadar Air Agregat Halus	41
3.6.2. Kadar Lumpur Agregat Halus	42
3.6.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	43
3.6.4. Berat Isi Agregat Halus	44
3.6.5. Aalisa Saringan Agregat Halus	45
3.7. Pemeriksaan Agregat Kasar	47
3.7.1. Kadar Air Agregat Kasar	47
3.7.2. Kadar Lumpur Agregat Kasar	48
3.7.3. Berat Jenis Penyerapan Agregat Kasar	49
3.7.4. Berat Isi Agregat Kasar	50
3.7.5. Analisa Saringan Agregat Kasar	51
3.7.6. Keausan Agregat Dengan Mesin <i>Los Angeles</i>	54
3.8. Perencanaan Campuran Beton	55
3.9. Pelaksanaan Penelititan	55
3.9.1. <i>Trial Mix</i>	55
3.9.2. Pembuatan Benda Uji	56
3.9.3. Pengujian <i>Slump</i>	56
3.9.4. Perawatan Beton	56
3.9.5. Pengujian Kuat Tekan	56
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	57

4.1. Perencanaan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>)	57
4.1.1. Metode Pengerjaan <i>Mix Design</i>	66
4.2. Pembuatan Benda Uji	72
4.3. <i>Slump Test</i>	73
4.4. Kuat Tekan Beton	74
4.4.1. Kuat Tekan Beton Normal	75
4.4.2. Kuat Tekan Beton Campuran Serbuk biji salak 2%	76
4.4.3. Kuat Tekan Beton Campuran Serbuk biji salak 4%	75
4.4.4. Kuat Tekan Beton Campuran Serbuk biji salak 6%	77
4.5. Pembahasan	78
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	82
5.1. Kesimpulan	82
5.2. Saran	84
DAFTAR PUSTAKA	83
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi bahan pembentuk beton	5
Tabel 2.2	Batas gradasi agregat halus	14
Tabel 2.3	Batas gradasi agregat kasar	17
Tabel 2.4	Kandungan zat kimia dalam air yang diizinkan	20
Tabel 2.5	Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia	22
Tabel 2.6	Tingkat mutu pekerjaan pembetonan	22
Tabel 2.7	Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton	24
Tabel 2.8	Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus	25
Tabel 2.9	Ketentuan untuk beton yang berhubungan dengan air tanah mengandung sulfat	26
Tabel 2.10	Ketentuan minimum untuk beton bertulang kedap air	28
Tabel 2.11	Rasio kuat tekan beton berbagai umur	34
Tabel 3.1	Data-data hasil penelitian kadar air agregat halus	41
Tabel 3.2	Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat halus	42
Tabel 3.3	Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat halus	43
Tabel 3.4	Data-data hasil penelitian berat isi agregat halus	44
Tabel 3.5	Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat halus	45
Tabel 3.6	Data-data hasil penelitian kadar air agregat kasar	48
Tabel 3.7	Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat kasar	49
Tabel 3.8	Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat kasar	50
Tabel 3.9	Data-data hasil penelitian berat isi agregat kasar	51
Tabel 3.10	Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat kasar	51
Tabel 3.11	Data-data dari hasil pengujian keausan agregat	54
Tabel 4.1	Data-data analisis yang diperoleh saat penelitian	58

Tabel 4.2	Perencanaan campuran beton	59
Tabel 4.3	Hasil perbandingan campuran bahan beton	60
Tabel 4.4	Hasil perbandingan bahan beton untuk 1 benda uji	61
Tabel 4.5	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	61
Tabel 4.6	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	62
Tabel 4.7	Banyak filler serbuk biji salak yang dibutuhkan untuk 1 benda uji	63
Tabel 4.8	perbandingan bahan beton untuk 32 benda uji	65
Tabel 4.9	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 32 benda uji	65
Tabel 4.10	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 32 benda uji	66
Tabel 4.11	Jumlah kadar air bebas yang ditentukan	69
Tabel 4.12	Hasil pengujian nilai <i>slump test</i>	74
Tabel 4.13	Hasil pengujian kuat tekan beton normal	75
Tabel 4.14	Hasil pengujian kuat tekan beton serbuk biji salak 2%	76
Tabel 4.15	Hasil pengujian kuat tekan beton serbuk biji salak 4%	77
Tabel 4.16	Hasil pengujian kuat tekan beton serbuk biji salak 6%	78

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Daerah gradasi pasir kasar	14
Gambar 2.2	Daerah gradasi pasir sedang	15
Gambar 2.3	Daerah gradasi pasir agak halus	15
Gambar 2.4	Daerah gradasi pasir halus	16
Gambar 2.5	Batas gradasi agregat kasar	18
Gambar 2.6	Hubungan faktor air semen dan kuat tekan kubus beton	24
Gambar 2.7	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm	29
Gambar 2.8	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm	29
Gambar 2.9	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm	30
Gambar 2.10	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton	31
Gambar 2.11	Pengaruh jumlah semen terhadap kuat tekan	35
Gambar 3.1	Bagan metodologi penelitian	38
Gambar 3.2	Grafik gradasi agregat halus	46
Gambar 3.3	Grafik gradasi agregat kasar diameter maksimum 40 mm	53
Gambar 4.1	Hubungan faktor air semen dan kuat tekan kubus beton	68
Gambar 4.2	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm	70
Gambar 4.3	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton	71
Gambar 4.4	Beban tekan pada benda uji silinder	74
Gambar 4.5	perbandingan hasil kuat tekan beton normal dan variasi	80

DAFTAR NOTASI

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

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton adalah material yang telah banyak digunakan sebagai bahan konstruksi yang pada saat ini sangat umum digunakan. Saat ini berbagai bangunan sudah menggunakan material dari beton. Pentingnya peranan konstruksi beton menuntut suatu kualitas beton yang memadai. Penelitian- penelitian telah banyak dilakukan untuk memperoleh suatu penemuan alternatif penggunaan konstruksi beton dalam berbagai bidang secara tepat dan efisien, sehingga akan di peroleh mutu beton yang lebih baik.

Hampir pada setiap aspek kehidupan manusia selalu selalu terkait dengan beton baik secara langsung maupun tidak langsung, sebagai contoh adalah jalan dan jembatan yang strukturnya terbuat dari beton, lapangan terbang, pemecah gelombang, bendungan serta gedung. Bahan penyusun beton yang umum digunakan sampai saat ini adalah semen, pasir, kerikil/ batu pecah, dan air. Kualitas beton bergantung pada bahan penyusunnya seperti halnya semen yang sangat mempengaruhi campuran adukan beton karena berfungsi sebagai pengikat agregat pada campuran beton.

Seiring dengan melambungnya harga semen yang adalah bahan utama pembuatan beton, maka biaya pembuatan beton menjadi mahal. Mahalnya biaya pembuatan beton merupakan suatu permasalahan yang perlu dipecahkan guna perkembangan teknologi di bidang konstruksi, khususnya pada biaya pembuatan suatu struktur bangunan. Untuk itu perlu adanya bahan pengganti semen dalam pembuatan beton atau sekedar bahan tambah untuk mengurangi jumlah semen yang diperlukan dalam pembuatan beton, tetapi tidak mengurangi kualitas mutu beton sehingga tetap memenuhi syarat dalam pekerjaan konstruksi.

Dalam penelitian ini, bahan tambah sebagai pengganti semen yang digunakan adalah serbuk biji salak. Penelitian ini dilakukan karena adanya sumber alternatif yang sangat mudah di jumpai di sekitar lingkungan kita seperti halnya limbah buah biji salak yang dianggap sebagai buah-buahan yang hanya dapat dinikmati

daging buah nya saja dan menyisakan limbah yaitu biji salak, selama ini biji salak hanya sebagai limbah yang tidak berguna dan tidak dimanfaatkan. Dengan banyaknya limbah biji salak tersebut dapat diharapkan menekan biaya produksi beton sehingga di dapatkan beton yang murah dan ekonomis.

1.2 Rumusan Masalah

Untuk menghasilkan konstruksi beton yang baik, diperlukan komposisi campuran beton yang baik, Demikian pula dalam Pelaksanaan pekerjaan beton diperlukan ketelitian dan keahlian, sehingga hasilnya bisa menjadi pedoman yang benar. Untuk itu ada beberapa permasalahan di dalam perencanaan dan pengujian dengan judul pengaruh penambahan serbuk biji salak sebagai filler semen terhadap kuat tekan beton adalah sebagai berikut:

1. Apakah serbuk biji salak dapat berpengaruh pada kuat tekan beton.
2. Seberapa besar perbedaan nilai kuat tekan antara beton normal dan beton dengan filler semen serbuk biji salak?

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini, maka permasalahan dibatasi :

1. Melakukan pengujian nilai kuat tekan saja pada beton normal dan beton dengan bahan tambah limbah biji salak, kemudian membandingkan hasilnya.
2. Standarisasi perencanaan campuran adukan beton dalam tugas akhir ini menggunakan metode Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2834-2000).
3. Persentase limbah biji salak yang akan dipergunakan untuk campuran beton.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitaian tugas akhir yang dilakukan sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan serbuk biji salak terhadap kuat tekan beton.
2. Untuk mengetahui hasil persentase perbandingan beton normal dengan beton filler serbuk biji salak.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan latar belakang pada penulisan tugas akhir ini, maka penelitian ini bermanfaat untuk :

1. Sebagai ilmu pengetahuan dan proses pembelajaran mahasiswa serta untuk masukan dan pertimbangan dalam melakukan kajian ilmiah tentang pengaruh serbuk biji salak pada kuat tekan beton.
2. Meningkatkan pemahaman dalam menganalisa data untuk mengetahui nilai kuat tekan beton dengan filler serbuk biji salak dengan persentase yang telah di tentukan yaitu 2%, 4% dan 6%.
3. Untuk mengetahui seberapa kuat pengaruh serbuk biji salak untuk beton.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk penulisan Tugas Akhir dengan judul “Pengaruh penambahan serbuk biji salak sebagai filler semen terhadap kuat tekan beton” ini tersusun dari 5 bab, dan tiap-tiap bab terdiri dari beberapa pokok bahasan dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

1. BAB 1 PENDAHULUAN

Membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika pembahasan.

2. BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Membahas hal-hal berupa teori yang berhubungan dengan judul tugas akhir, dan metode-metode perhitungan yang digunakan.

3. BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini menerangkan tentang tempat dan waktu penelitian, sumber data, teknik pengumpulan data, dan metode analisis data.

4. BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Merupakan hasil penelitian dan pembahasan singkat mengenai hasil penelitian yang digunakan untuk memecahkan masalah dan menarik kesimpulan.

5. BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Dari pembahasan dan analisa data yang telah di dapat, penulis dapat memberikan kesimpulan dan saran yang berkaitan dengan judul tugas akhir ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Beton

Beton didefinisikan sebagai campuran dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, dan air dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah (*admixture atau additive*). Dinas Pekerjaan Umum Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan (DPULPMB) memberikan definisi tentang beton sebagai campuran antara semen portland atau semen hidrolis yang lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan yang membentuk massa padat (SNI 03-2847-2002).

Nugraha (2007), mengungkapkan bahwa pada beton yang baik, setiap butir agregat seluruhnya terbungkus dengan mortar. Demikian pula halnya dengan ruang antar agregat, harus terisi oleh mortar. Jadi kualitas pasta atau mortar menentukan kualitas beton. Semen adalah unsur kunci dalam beton, meskipun jumlahnya hanya 7-15% dari campuran. Beton dengan jumlah semen yang sedikit (sampai 7%) disebut beton kurus (*lean concrete*), sedangkan beton dengan jumlah semen yang banyak disebut beton gemuk (*rich concrete*).

Selain itu, dapat dilihat pada Tabel 2.1 Komposisi bahan pembentuk beton berdasarkan jumlah persentase yang biasanya terdapat pada suatu campuran beton yaitu Pada umumnya, “Beton mengandung rongga udara sekitar 1% - 2%, pasta semen sekitar 11% - 19%, air sekitar 14%-21% dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60% - 75%.

Tabel 2.1: Komposisi / unsur bahan pembentuk beton

Nama Bahan	Jumlah (%)
Agregat kasar dan halus	60 – 75
Semen	11 – 19
Air	14 – 21
Udara	1– 2

Untuk mendapatkan kekuatan yang baik, sifat dan karakteristik dari masing-masing bahan penyusun tersebut perlu dipelajari. Kekuatan beton akan semakin bertambah seiring dengan bertambahnya umur. Berdasarkan standar, karakteristik kuat tekan beton ditentukan ketika beton telah berumur 28 hari, karena kekuatan beton akan naik secara cepat atau linier sampai umur 28 hari. Sifat beton diantaranya mudah diaduk, disalurkan, dicor, dipadatkan dan diselesaikan, tanpa menimbulkan pemisahan bahan susunan adukan dan mutu beton yang disyaratkan oleh konstruksi tetap dipenuhi. Menurut Mulyono (2004) secara umum beton dibedakan kedalam 2 kelompok, yaitu :

a. Beton berdasarkan kelas dan mutu beton.

Kelas dan mutu beton ini, di bedakan menjadi 3 kelas, yaitu :

- 1) Beton kelas I adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan non struktural. Untuk pelaksanaannya tidak diperlukan keahlian khusus. Pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan ringan terhadap mutu bahan-bahan, sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Mutu kelas I dinyatakan dengan B0.
- 2) Beton kelas II adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural secara umum. Pelaksanaannya memerlukan keahlian yang cukup dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Beton kelas II dibagi dalam mutu-mutu standar B1, K 125, K 175, dan K 225. Pada mutu B1, pengawasan mutu hanya dibatasi pada pengawasan terhadap mutu bahanbahan sedangkan terhadap kekuatan tekan tidak disyaratkan pemeriksaan. Pada mutu-mutu K 125 dan K 175 dengan keharusan untuk memeriksa kekuatan tekan beton secara kontinu dari hasil-hasil pemeriksaan benda uji.
- 3) Beton kelas III adalah beton untuk pekerjaan-pekerjaan struktural yang lebih tinggi dari K 225. Pelaksanaannya memerlukan keahlian khusus dan harus dilakukan di bawah pimpinan tenaga-tenaga ahli. Disyaratkan adanya laboratorium beton dengan peralatan yang lengkap serta dilayani oleh tenaga-tenaga ahli yang dapat melakukan pengawasan mutu beton secara kontinu.

- b. Berdasarkan jenisnya, beton dibagi menjadi 6 jenis, yaitu :
- 1) Beton ringan merupakan beton yang dibuat dengan bobot yang lebih ringan dibandingkan dengan bobot beton normal. Agregat yang digunakan untuk memproduksi beton ringan pun merupakan agregat ringan juga. Agregat yang digunakan umumnya merupakan hasil dari pembakaran shale, lempung, slates, residu slag, residu batu bara dan banyak lagi hasil pembakaran vulkanik. Berat jenis agregat ringan sekitar 1900 kg/m³ atau berdasarkan kepentingan penggunaan strukturnya berkisar antara 1440 – 1850 kg/m³, dengan kekuatan tekan umur 28 hari lebih besar dari 17,2 Mpa.
 - 2) Beton normal adalah beton yang menggunakan agregat pasir sebagai agregat halus dan batu pecah sebagai agregat kasar sehingga mempunyai berat jenis beton antara 2200 kg/m³ – 2400 kg/m³ dengan kuat tekan sekitar 15 – 40 Mpa.
 - 3) Beton berat adalah beton yang dihasilkan dari agregat yang memiliki berat isi lebih besar dari beton normal atau lebih dari 2400 kg/m³. Untuk menghasilkan beton berat digunakan agregat yang mempunyai berat jenis yang besar.
 - 4) Beton massa (*mass concrete*) Dinamakan beton massa karena digunakan untuk pekerjaan beton yang besar dan masif, misalnya untuk bendungan, kanal, pondasi, dan jembatan.
 - 5) *Ferro-Cement* adalah suatu bahan gabungan yang diperoleh dengan cara memberikan suatu tulangan yang berupa anyaman kawat baja sebagai pemberi kekuatan tarik dan daktil pada mortar semen.
 - 6) Beton serat (*fibre concrete*) adalah bahan komposit yang terdiri dari beton dan bahan lain berupa serat. Serat dalam beton ini berfungsi mencegah retak-retak sehingga menjadikan beton lebih daktil dari pada beton normal.

Disamping beton memiliki pengelompokkan, beton pun memiliki kelebihan dan kekurangan. Berikut ini kelebihan dan kekurangan dari beton, yaitu :

a. Kelebihan :

- 1) Dapat dengan mudah mendapatkan material dasarnya (*availability*) Agregat dan air pada umumnya bisa didapat dari lokal setempat. Semen pada umumnya juga dapat dibuat didaerah setempat, bila tersedia. Dengan demikian, biaya pembuatan relatif murah karena semua bahan bisa didapat di dalam negeri, bahkan bisa setempat. Bahan termahal adalah semen, yang bisa diproduksi di dalam negeri.
- 2) Kemudahan untuk digunakan (*versatility*)
- 3) Kemampuan beradaptasi (*adaptability*) sehingga beton dapat dicetak dengan betuk dan ukuran berapapun
- 4) Tahan terhadap temperatur tinggi
- 5) Biaya pemeliharaan yang kecil.
- 6) Mampu memikul beban yang berat

b. Kekurangan :

- 1) Berat sendiri beton yang besar, sekitar 2400 kg/m³
- 2) Kekuatan tariknya rendah, meskipun kekuatan tekannya besar
- 3) Beton cenderung untuk retak, karena semen nya hidrolis. Baja tulangan bisa berkarat, meskipun tidak terekspose separah struktur baja
- 4) Kualitasnya sangat tergantung cara pelaksanaan di lapangan. Beton yang baik maupun yang buruk dapat terbentuk dari rumus dan campuran yang sama
- 5) Struktur beton sulit untuk dipindahkan. Pemakaian kembali atau daurulang sulit dan tidak ekonomis. Dalam hal ini struktur baja lebih unggul, misalnya tinggal melepas sambungannya saja.

2.2 Kepadatan Beton

Untuk mendapatkan mutu beton yang baik harus diperhatikan adalah kepadatan beton. Faktor faktor yang mempengaruhi kepadatan beton antara lain:

- a. Gradasi agregat mempengaruhi kepadatan beton serta kuat tekan beton. Agregat kasar yang tidak pecah atau kerikil alami biasanya licin dan bulat

menghasilkan beton yang mempunyai kuat tekan yang relatif rendah dibandingkan dengan beton yang memakai batu pecah

- b. Proporsi campuran yang dimaksud adalah proporsi volume dari bermacam macam bahan pilihan dari campuran beton yang mempengaruhi workabilitas.
- c. Kadar air Faktor kepadatan dikaitkan dengan kadar air beton. Kadar air dalam volume campuran adalah penting menentukan w/c yang sekecil mungkin sehingga pori pori beton semakin kecil.

2.3 Pematatan Beton

Pematatan dapat dilakukan pada beton dalam keadaan segar dan dalam keadaan setting awal. Tujuan pematatan pada beton dalam keadaan segar adalah:

- a. Untuk mengurangi rongga-rongga udara dalam beton, dapat dilakukan dengan penekanan awal (*initial pressure*) sebelum beton mengeras.
- b. Untuk mendapatkan kepadatan beton yang optimal
- c. Pematatan beton dapat dilakukan menggunakan batang penumbuk baja dengan menusukkan pada beton, menggunakan alat getar mekanis (*vibrator*), menggunakan mesin penggetar dan mesin sentrifugal, juga dapat memberikan tekanan awal pada beton segar.
- d. Hal-hal yang perlu diperhatikan saat dilakukan pematatan adalah:
 - Pematatan dilakukan sebelum waktu *setting*, biasanya antara 1 sampai 2 jam tergantung apakah ada pemakaian *admixture*.
 - Alat pematat tidak boleh menggetarkan pembesiannya, karena akan menghilangkan melepaskan kuat lekat antar besi dengan beton yang baru dicor dan memasuki tahap waktu *setting*.
 - Pematatan tidak boleh terlalu lama untuk menghindari bleeding, yaitu naiknya air atau pasta semen ke atas permukaan beton dan meninggalkan agregat di bagian bawah.

2.4 Material Penyusun Campuran Beton

Kualitas beton dapat ditentukan dengan cara pemilihan bahan-bahan pembentuk beton yang baik, perhitungan proporsi yang tepat, cara pengerjaan dan perawatan beton dengan baik, serta pemilihan bahan tambah yang tepat dengan

jumlah optimum yang diperlukan. Bahan pembentuk beton adalah semen, agregat, air, dan biasanya dengan bahan tambah atau pengisi. Berikut akan dijelaskan mengenai ketiga bahan penyusun utama beton tersebut dan bahan pengisi yang saat ini sering digunakan.

2.4.1 Semen

Semen merupakan serbuk yang halus yang digunakan sebagai perekat antara agregat kasar dengan agregat halus. Apabila bubuk halus ini dicampur dengan air selang beberapa waktu akan menjadi keras dan dapat digunakan sebagai pengikat hidrolis. Semen jika dicampur dengan air akan membentuk adukan yang disebut pasta semen, jika dicampur dengan agregat halus (pasir) dan air, maka akan terbentuk adukan yang disebut mortar, jika ditambah lagi dengan agregat kasar(batu pecah) maka akan terbentuk adukan yang biasa disebut beton. Semen bersama air sebagai kelompok aktif sedangkan pasir dan batu pecah sebagai kelompok pasif yang berfungsi sebagai pengisi. Sesuai dengan tujuan pemakaiannya semen Portland dibagi menjadi 5 (lima) tipe, yaitu :

Tipe I :Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan- persyaratan khusus.

Tipe II : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.

Tipe III :Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut kekuatan awal yang tinggi.

Tipe IV :Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi rendah.

Tipe V :Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

Fungsi semen ialah bereaksi dengan air menjadi pasta semen. Pasta semen berfungsi untuk melekatkan butir-butir agregat agar menjadi suatu kesatuan massa yang kompak/padat. Selain itu pasta semen mengisi rongga-rongga antara butir-butir agregat. Walaupun volume semen hanya kira-kira 10% saja dari

volume beton, namun karena merupakan bahan perekat yang aktif dan mempunyai harga yang mahal dari pada bahan dasar beton yang lain perlu diperhatikan/dipelajari secara baik (Tjokoridimulyo, 2007).

Semen terbagi dalam beberapa jenis yaitu:

- a. Semen Abu atau semen *portland* adalah bubuk (*bulk*) berwarna abu kebiru-biruan, dibentuk dari bahan utama batu kapur / gamping dengan kadar Kalsium tinggi yang diolah dalam tanur dengan suhu 1400°C dan dengan tekanan yang tinggi. Semen ini biasa digunakan sebagai perekat untuk memplester. Semen ini berdasarkan persentase kandungan penyusunannya terdiri dari 5 tipe, yaitu tipe I sampai tipe V.
- b. Semen Putih (*gray cement*) adalah semen yang lebih murni dari semen abu dan digunakan untuk pekerjaan penyelesaian (*finishing*), sebagai *filler* atau pengisi. Semen jenis ini dibuat dari bahan utama kalsit (*calcite*) murni.
- c. *Oil Well Cement* atau semen sumur minyak adalah semen khusus yang digunakan dalam proses pengeboran minyak bumi atau gas alam, baik di darat maupun di lepas pantai.
- d. *Mixed* dan *Fly Ash Cement* adalah campuran semen abu dengan *Pozzolan* buatan (*fly ash*). *Pozzolan* buatan (*fly ash*) merupakan hasil sampingan dari pembakaran batu bara yang mengandung *Amorphous Silica*, *Aluminium*, dan *Oksida* lainnya dalam variasi jumlah. Semen ini digunakan sebagai campuran untuk membuat beton, sehingga menjadi lebih keras
- e. Kegunaan *Portland Composite* (PCC) ini secara luas adalah bahan pengikat untuk konstruksi beton umum, pasangan batu bata, beton pra cetak, beton pra tekan, paving block, plesteran dan acian, dan sebagainya. Karakteristik *Portland Composite Cement* (PCC) lebih mudah dikerjakan, kedap air, tahan sulfat, dan tidak mudah retak. Material ini terdiri dari beberapa unsur diantaranya terak, gypsum, dan bahan anorganik.
- f. *Super Portland Pozzolan Composite Cement* (PPC) Kegunaan *super portland pozzolan composite cement* diantaranya adalah sebagai konstruksi beton massa, konstruksi di tepi pantai dan tanah rawa yang harus memiliki ketahanan terhadap sulfat, tahan hidrasi panas sedang, pekerjaan pasangan dan plesteran. Beberapa jenis bangunan yang menggunakan produk ini

diantaranya perumahan, jalan raya, dermaga, irigasi, dan sebagainya. Semen ini merupakan pengikat hidrolis seperti halnya PCC namun terdiri dari campuran terak, gypsum, dan pozzolan.

- g. *Ordinary portland cement (OPC)* adalah semen hidrolis yang di pergunakan secara luas untuk konstruksi umum atau bangunan yang tidak membutuhkan persyaratan khusus. Semen tipe ini memiliki kadar silika yang terbesar diantara tipe PCC dan PPC.

Dari segi kekuatan lekatan yang ada pada semen OPC memiliki kekuatan lebih dari beberapa tipe semen yang di sebutkan diatas. Hal tersebut dikarenakan kandungan silika yang ada pada semen tipe OPC lebih banyak namun, semen tipe OPC ini jarang ditemui langsung dipasaran melainkan harus memesan langsung ke pabrik atau ke provider ready mix yang memiliki batching plan terdekat. Tipe semen yang tersedia di pasaran seringnya yang tipenya PPC.

2.4.2 Agregat

Agregat adalah butiran mineral yang merupakan hasil disintegrasi alami batu-batuan atau juga hasil mesin pemecah batu dengan memecah batu alami. Agregat merupakan salah satu bahan pengisi pada beton, namun demikian peranan agregat pada beton sangatlah penting. Kandungan agregat dalam beton kira- kira mencapai 60% - 75% dari volume beton. Agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian yang penting dalam pembuatan beton.

Penggunaan bahan batuan dalam adukan beton berfungsi :

- a. Menghemat penggunaan semen *Portland*.
- b. Menghasilkan kekuatan yang besar pada betonnya.
- c. Mengurangi susut pengerasan.
- d. Mencapai susunan beton dengan gradasi beton yang baik.
- e. Mengontrol *Workability* adukan beton dengan gradasi bahan batuan yang baik.

Cara membedakan jenis agregat yang paling banyak dilakukan adalah dengan berdasarkan pada ukuran butir-butirannya. Agregat yang mempunyai butir-butir yang besar disebut agregat kasar yang ukurannya lebih kasar dari 4,8 mm.

Sedangkan butir agregat yang kecil disebut agregat halus yang memiliki ukuran lebih kecil dari 4,8 mm. Menurut SK-SNI-T-15- 1990-03 kekasaran pasir dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar dan kasar.

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

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

Berdasarkan ukurannya, agregat ini dapat dibedakan menjadi:

a. Agregat Halus

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

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

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

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

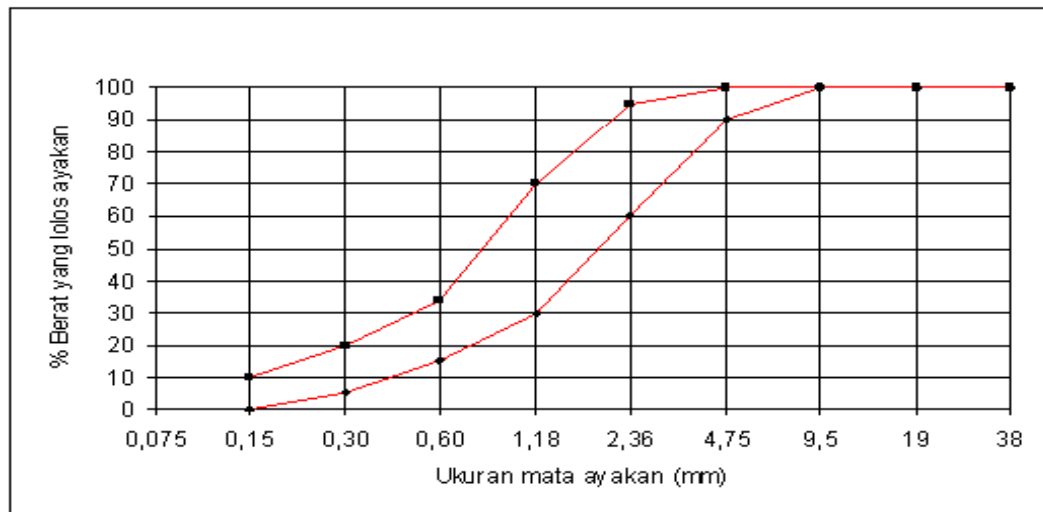
SK. SNI T-15-1990-03 memberikan syarat-syarat untuk agregat halus yang diadopsi dari *British Standard* di Inggris. Agregat halus dikelompokkan dalam empat *zone* (daerah) seperti dalam Tabel 2.2. Tabel tersebut dijelaskan dalam Gambar 2.1 sampai Gambar 2.4 untuk mempermudah pemahaman.

Tabel 2.2 Batas gradasi agregat halus (SK. SNI T-15-1990-03).

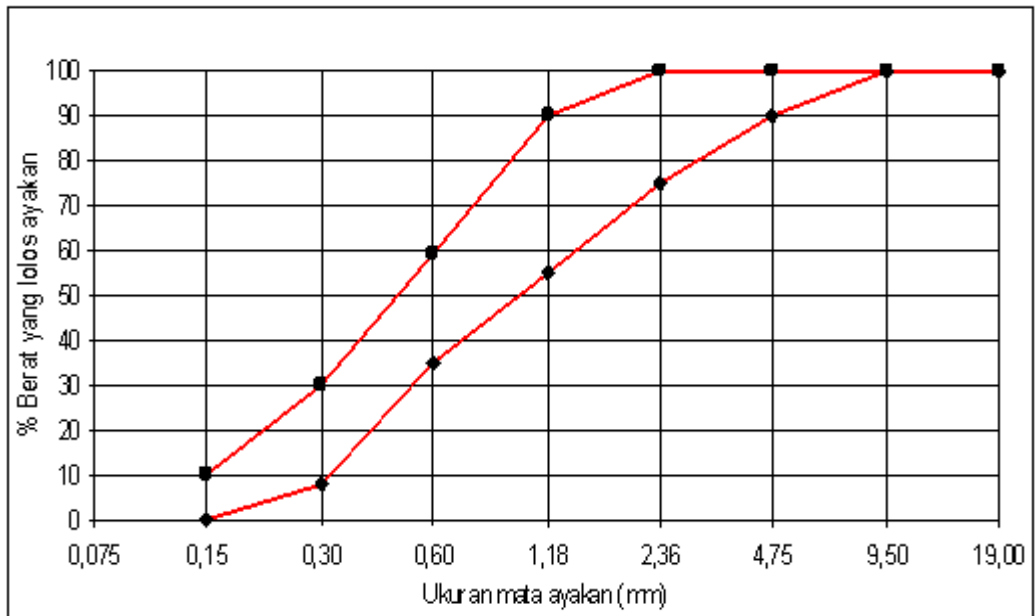
Lubang Ayakan (mm)	No	Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan			
		I	II	III	IV
10	3/8 in	100	100	100	100
4,8	No.4	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	No.8	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	No.16	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	No.30	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	No.50	5-20	8-30	12-40	15-50
0,25	No.100	0-10	0-10	0-10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

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

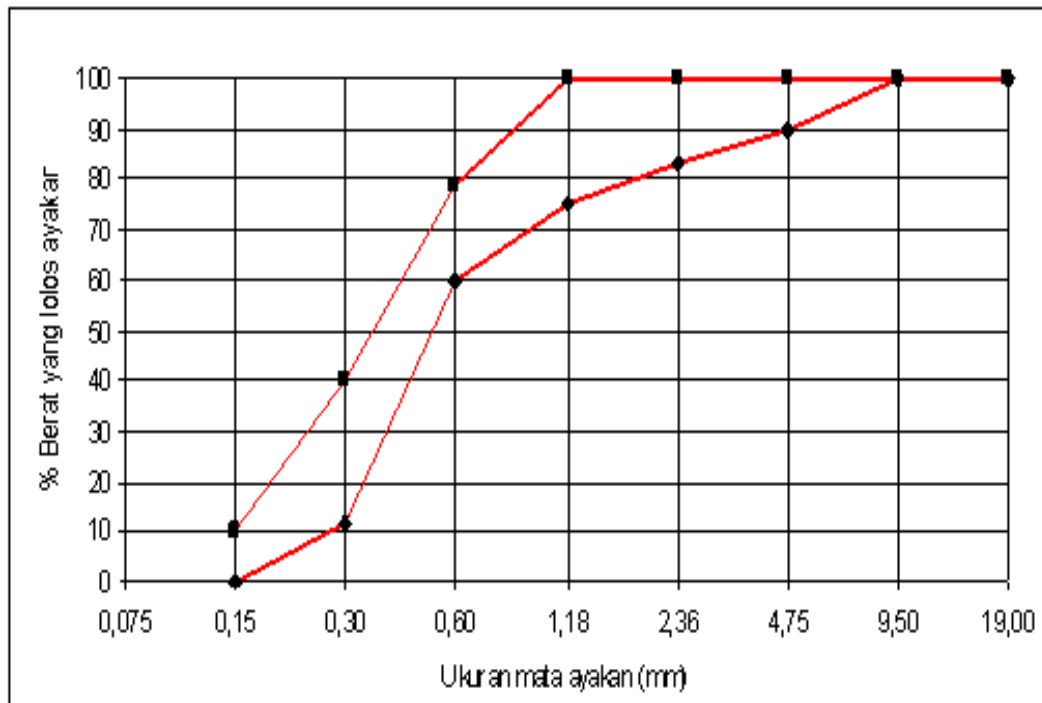
Dari tabel dapat dilihat bahwa untuk daerah gradasi pada agregat tertera pada grafik. Pada daerah gradasi I yaitu pasir kasar dilihat pada gambar 2.1 untuk nomor ayakan 3/8 in atau dengan lubang ayakan 10 mm pada saat di ayak agregat lolos semua yaitu lolos 100 % ,tidak ada yang tertahan. Dan begitu juga dengan daerah gradasi II,III dan IV .



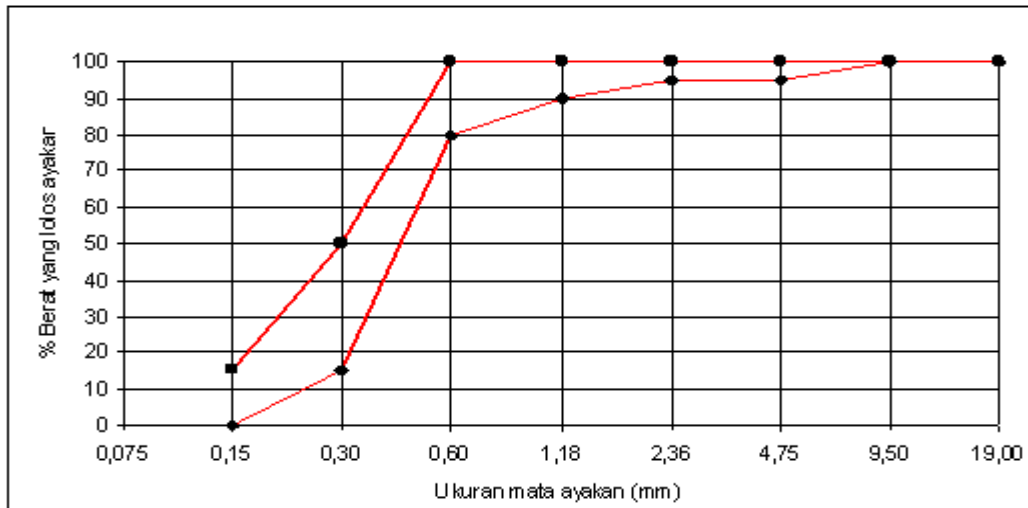
Gambar 2.1: Daerah gradasi pasir kasar (SNI 03-2834-2000).



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



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



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

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.
- b. Agregat Kasar

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

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

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

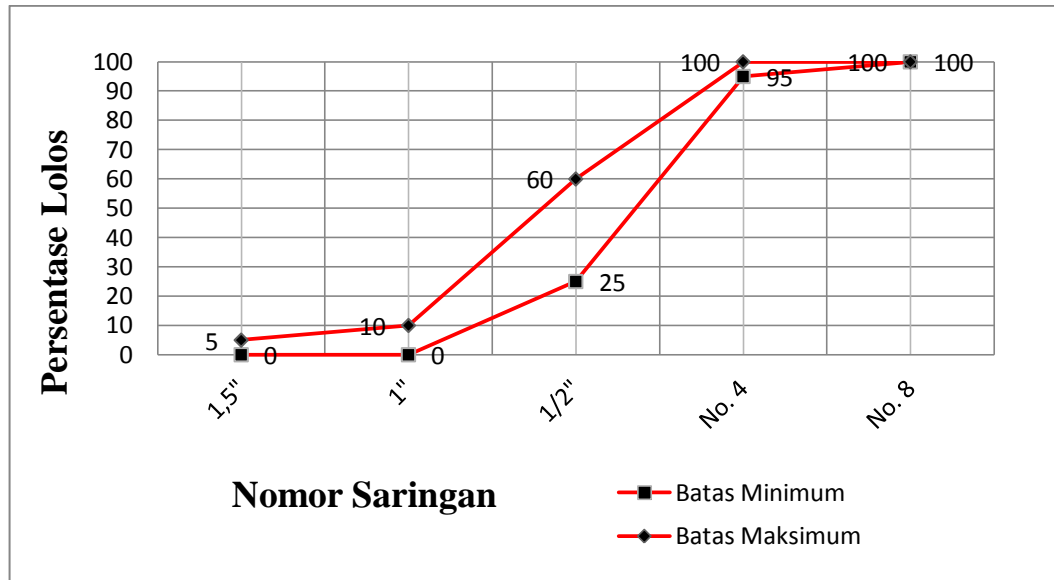
- 3) Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan ayakan harus memenuhi syarat-syarat:
 - a) Sisa diatas ayakan 31,5 mm lebih kurang 0% berat total
 - b) Sisa diatas ayakan 4 mm lebih kurang 90% - 98% berat total
 - c) Selisih antara sisa-sisa komulatif diatas dua ayakan yang berurutan adalah maksimum 60% berat total, minimum 10% berat total.
- 4) Berat butir agregat maksimum tidak boleh lebih dari $\frac{1}{5}$ jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan, $\frac{1}{3}$ dari tebal plat atau $\frac{3}{4}$ dari jarak besi minimum antara tulang-tulangan.

Menurut ASTM C33 (1986), batas gradasi agregat kasar dengan diameter agregat maksimum 37,5 mm dapat dilihat dalam Tabel 2.3. dan dijelaskan melalui Gambar 2.5 agar lebih memudahkan pemahaman.

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

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

Pada tabel di jelaskan bahwa % yang lolos paling banyak pada lubang ayakan 37,5 yaitu no ayakan 1,5 inc, dan untuk saringan $\frac{1}{2}$ inc yang lolos ayakan maksimal nya 60 % lalu untuk saringan no 4 yang lolos ayakan maksimal 100% dan minimal nya 95% begitu juga nomor saringan selanjutnya dapat dilihat pada grafik atau gambar 2.5 di bawah ini:



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

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

- a) Modulus kehalusan.
- b) Berat jenis.
- c) Penyerapan (*Absorpsi*).
- d) Kadar air.
- e) Kadar lumpur.
- f) Berat isi.
- g) Keausan agregat.

2.4.3 Air

Air juga tidak kalah penting dalam pelaksanaan pembuatan campuran beton. Pastinya air merupakan pemersatu proses pencampuran dari agregat dan semen, atau bahkan bahan tambah maupun zat *additive*. Air digunakan pada campuran beton agar terjadi reaksi kimiawi dengan semen untuk membasahi agregat dan untuk melumas campuran agar mudah dalam pengerjaannya. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan-bahan kimia lain, bila dipakai untuk campuran beton maka akan

menurunkan kekuatan beton dan juga dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan.

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

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

Menurut SNI 03-2874-2002, 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 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 2.4 yang menjelaskan tentang konsentrasi maksimum kandungan zat kimia dalam air yang diizinkan:

Tabel 2.4: Kandungan zat kimia dalam air yang diizinkan (Mulyono, 2004).

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

2.4.4 Filler

Filler adalah bahan pengisi sebagai pengganti campuran beton saat pengadukan campuran beton. Secara umum bahan pengisi 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. Pada filler ada 2 jenis bahan filler yaitu additive dan admixture.

Bahan pengisi (Additive) adalah bahan tambah yang ditambahkan pada saat proses pembuatan semen di pabrik, bahan tambah additive yang ditambahkan pada beton untuk meningkatkan kinerja kuat tekan beton. Penambahan additive dilakukan pada beton yang kekurangan agregat halus dan beton dengan kadar semen biasa tetapi perlu dipompa pada jarak yang jauh. Yang termasuk jenis additive adalah pozzolan, fly ash, slag, dan silica fume.

Bahan pengisi (*Admixture*) adalah bahan atau material selain air, semen dan agregat ditambahkan ke dalam beton selama pengadukan. *Admixture* digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik beton.

2.4.5 Limbah biji salak

Menurut Kementerian Pertanian Republik Indonesia (2015), produksi salak di Indonesia dalam 5 tahun terakhir berturut-turut mencapai 749.876 ton (2010), 1.082.115 ton (2011), 1.035.406 ton (2012), 1.030.401 ton (2013), dan 1.118.953 ton (2014). Bagian buah salak yang dapat dimakan sekitar 56-65%, sedangkan limbahnya 35-44% yang terdiri dari biji salak sebesar 25-30%, dan kulit salak 10-14% dari buah salak utuh. Mengingat banyaknya limbah biji salak yang dihasilkan, maka diperlukan suatu inovasi baru untuk mengolah limbah biji salak agar dapat meningkatkan kegunaan dan memberikan nilai tambah (*added value*) bagi limbah biji salak.

Banyak pertumbuhan buah salak di pulau jawa dan sumatera memiliki limbah yang tak terpakai atau terus menerus di buang tanpa adanya pengolahan yang dapat menimbulkan gangguan keseimbangan. Dengan pemanfaatan limbah berarti memberikan nilai tambah pada limbah yang tidak berarti, menjadi bahan yang memiliki nilai tambah.

Dan tidak selamanya limbah terbuang sia-sia, oleh sebab itu saya akan membuat limbah biji salak ini sebagai bahan konstruksi beton yaitu sebagai pengganti sebagian dari semen atau disebut filler semen menjadi beton yang ekonomis. Inovasi dalam pembuatan campuran beton ini dengan mengurangi jumlah semen dan menggantikannya dengan biji salak yang akan diolah menjadi serbuk yang halus nya sama dengan semen yaitu lolos saringan no 200. Dengan persentase yang akan saya gunakan adalah 2%, 4% dan 6% dari jumlah semen yang akan di gunakan pada penelitian pembuatan beton yang akan dilakukan.

Salak adalah sejenis palma dengan nama ilmiah *salacca zalacca*. Didalam biji salak mengandung selulosa dan sebagai tambahan akan kandungan biji salak yakni kadar air sebanyak 54,84% , lemak 0,48 protein 4,22% karbohidrat 38,9% dan kadar abu 1,56% (hardiyanti, 2014).

kadar selulosa dan hemiselulosa apabila ditambahkan pada campuran semen dan pasir pembentuk beton, senyawa ini akan terserap pada permukaan mineral/partikel dan memberikan tambahan kekuatan ikat antar partikel akibat sifat adhesi dan dispersinya, serta menghambat difusi air dalam material akibat sifat hidrofobnya (sifat tak larutnya). Dengan demikian dapat dihasilkan beton yang lebih kuat dan relatif tidak tembus air, yang dapat dipakai sebagai bahan konstruksi untuk tujuan-tujuan khusus Gargulak (2001).

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

Langkah-langkah pokok cara perancangan menurut standar ini ialah:

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

Faktor pengali untuk standar deviasi dengan hasil uji 30 atau lebih dapat dilihat pada Tabel 2.5 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 ($f'_c = m+12$ MPa) dengan nilai tambah $m = 5,6$ (mulyono, 2004).

Tabel 2.5 Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia kurang dari 30 (SNI 03-2834-2000).

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

- 3) Perhitungan nilai tambah (margin) dapat dilihat pada Tabel 2.6

Tabel 2.6 Tingkat mutu pekerjaan pembetonan (Mulyono, 2004).

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

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

Kuat tekan rata-rata perlu diperoleh dengan rumus:

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

dengan:

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

f'_c = kuat tekan yang disyaratkan, MPa

m = nilai tambah, MPa

5) Penetapan jenis semen *portland*

Pada cara ini dipilih semen tipe I.

6) Penetapan jenis agregat

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

7) Penetapan nilai faktor air semen bebas:

Nilai faktor air semen bebas dapat diperoleh dari Gambar 2.6.

8) Faktor air semen maksimum.

9) Penetapan nilai *slump*.

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

10) Penetapan besar butir agregat maksimum.

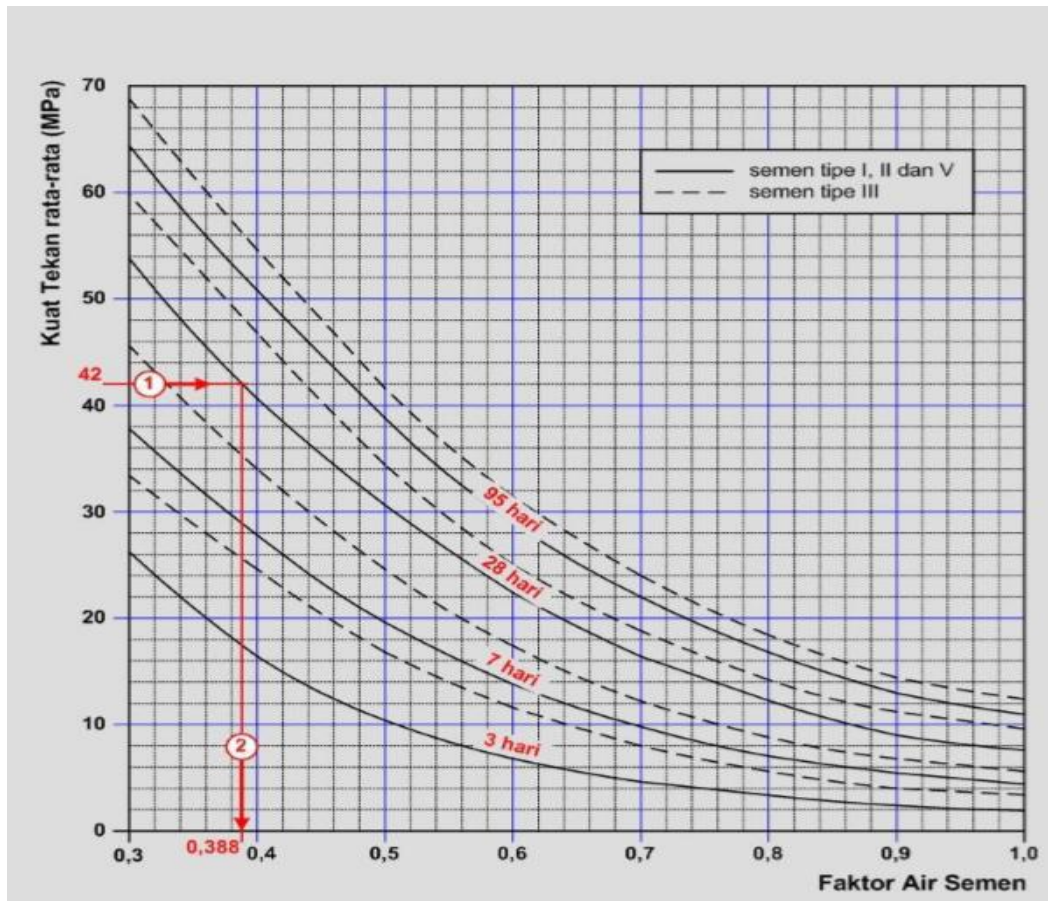
Penetapan besar butir maksimum agregat pada beton standar ada 3, yaitu 10 mm, 20 mm atau 40 mm.

11) Jumlah kadar air bebas

Kadar air bebas ditentukan pada Tabel 2.7 sebagai berikut:

Tabel 2.7 Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton (SNI 03-2834, 2000).

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



Gambar 2.6: Hubungan faktor air semen dan kuat tekan kubus beton (benda uji bentuk silynder)

Agregat campuran (tak pecah dan dipecah), dihitung menurut rumus berikut:

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

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 dihitung dengan:

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

Fas = Faktor air per meter kubik beton

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

14) Menentukan jumlah semen seminimum mungkin. Dapat dilihat pada Tabel 2.9, 2.10, dan 2.11. Dari ketiga tabel tersebut kita dapat mengambil jumlah semen minimum maupun nilai faktor air semen maksimum menurut kondisi beton yang akan dicetak nantinya.

Tabel 2.8: Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus (SNI 03-2834-2000).

Lokasi	Jumlah Semen minimum per m ³ beton (kg)	Nilai faktor Air-Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan:		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,60
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruangan bangunan:		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk ke dalam tanah:		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah		Lihat Tabel 2.10
Beton yang kontinyu berhubungan:		
a. Air tawar		Lihat Tabel 2.11
b. Air laut		

Tabel 2.9 Ketentuan untuk beton yang berhubungan dengan air tanah mengandung sulfat (SNI 03-2834-2000).

Kadar sulfat	Konsentrasi Sulfat sebagai SO ₂			Tipe Semen	Kandungan semen minimum ukuran nominal agregat maksimum (kg/m ³)			F.A. S
	Dalam Tanah		SO ₃ dalam air tanah g/l		Mm	Mm	Mm	
1.	Kurang dari 0,2	Kurang dari 1,0	Kurang dari 0,3	Tipe I dengan atau tanpa Pozolan (15-40%)	80	300	350	0,5
2.	0,2 - 0,5	1,0 - 0,9	0,3 - 1,2	Tipe I dengan atau tanpa Pozolan (15-40%)	290	330	350	0,5
				Tipe I Pozolan (15-40%) atau Semen Portland Pozolan	270	310	360	0,55
				Tipe II atau Tipe V	250	290	340	0,55

Tabel 2.9 Lanjutan.

Kadar sulfat	Konsentrasi Sulfat sebagai SO ₂			Tipe Semen	Kandungan semen minimum ukuran nominal agregat maksimum (kg/m ³)			F.A.S
	Dalam Tanah	SO ₃ dalam air tanah g/l			Mm	Mm	Mm	
3.	0,5 – 1	1,9 - 3,1	1,2 - 2,5	Tipe I Pozolan (15-40%) atau Semen Portland Pozolan	340	380	430	0,45
				Tipe II atau Tipe V	290	330	380	0,50
4.	1,0 - 2,0	3,1 - 5,6	2,5 - 5,0	Tipe II atau Tipe V	330	370	420	0,45
5.	Lebih dari 2,0	Lebih dari 5,6	Lebih dari 5,0	Tipe II atau Tipe V Lapisan Pelindung	330	370	420	0,45

Tabel 2.10: Ketentuan minimum untuk beton bertulang kedap air (SNI 03-2834-2000).

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

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.

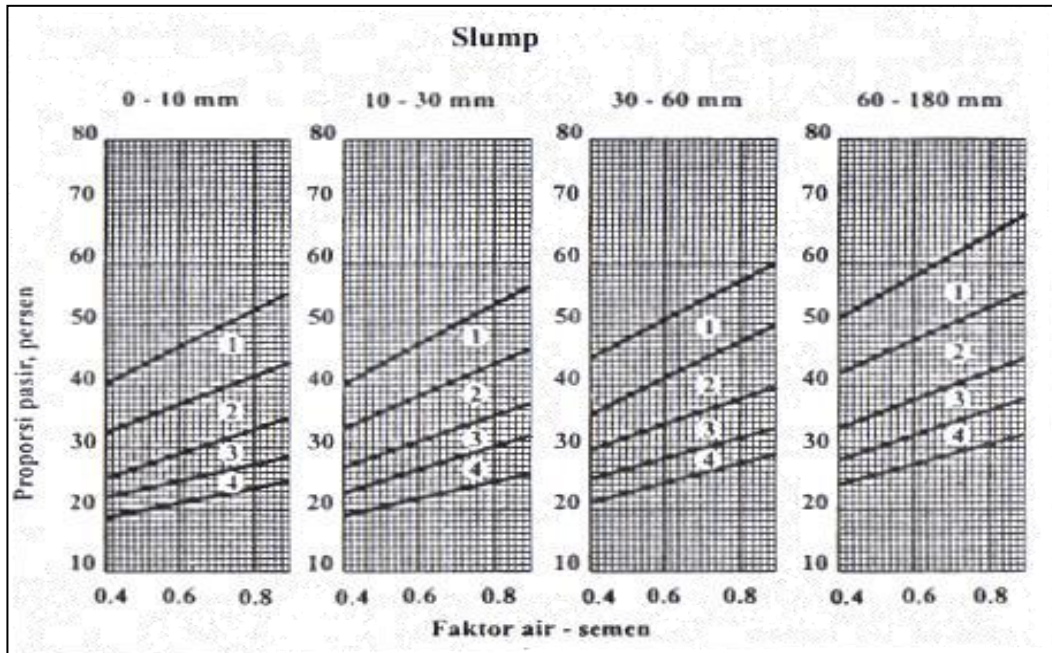
16) Penetapan jenis agregat halus:

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).

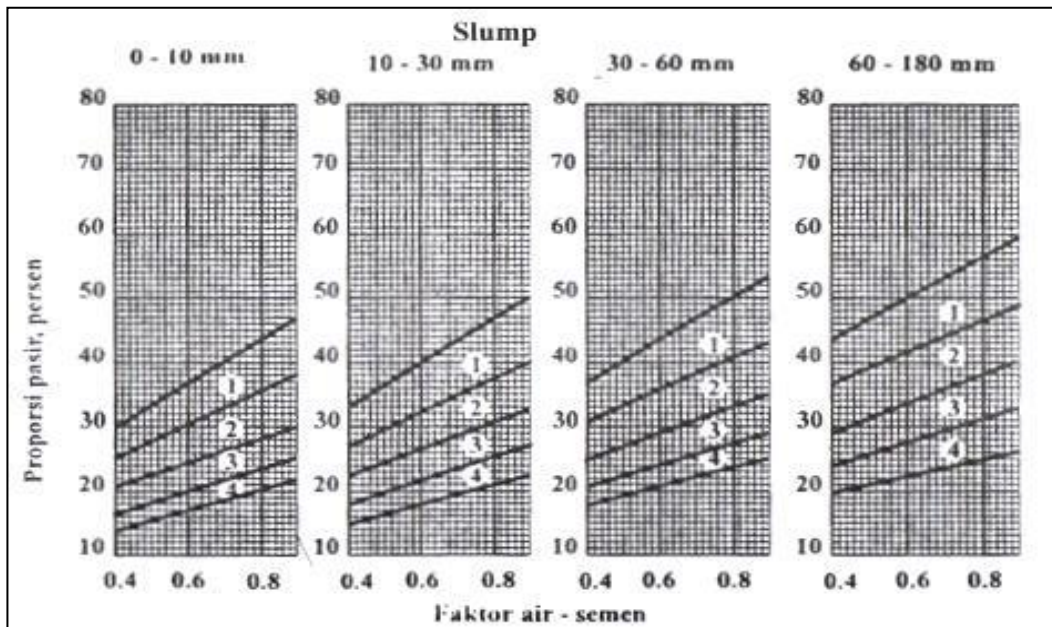
17) Penetapan jenis agregat kasar menurut Gambar 2.5.

18) Proporsi berat agregat halus terhadap agregat campuran.

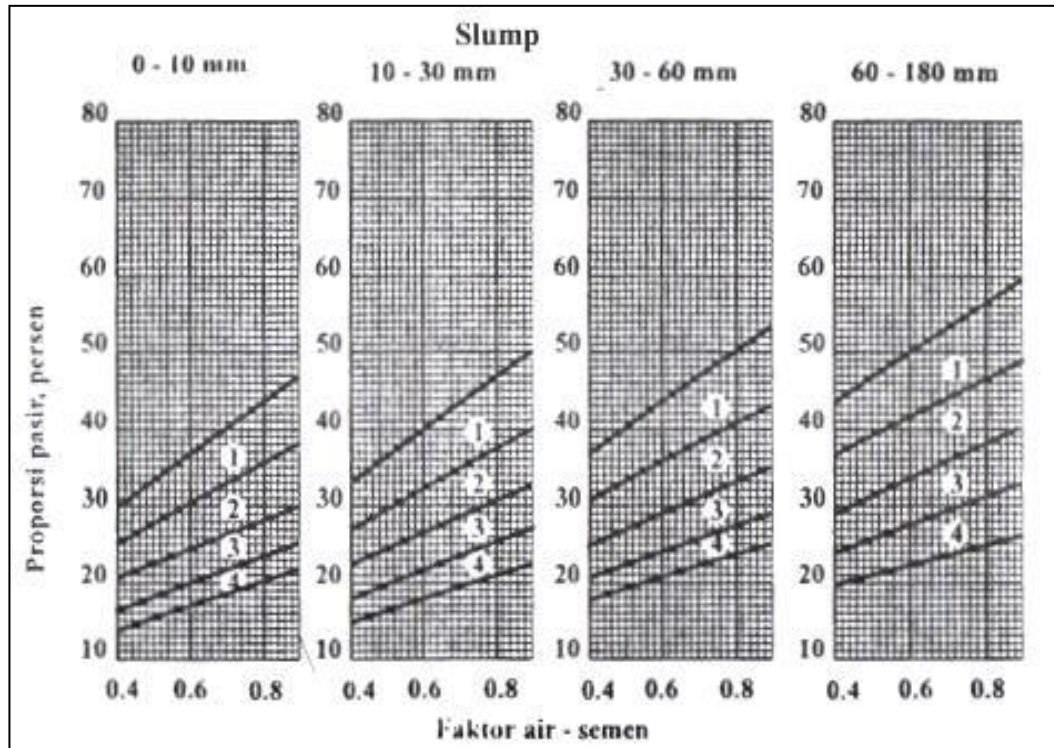
Proporsi berat agregat halus ditetapkan dengan cara menghubungkan kuat tekan rencana dengan faktor air semen menurut slump yang digunakan secara tegak lurus berpotongan yang dapat dilihat pada Gambar 2.7, Gambar 2.8, dan Gambar 2.9.



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



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



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

19) Berat jenis agregat campuran.

Berat jenis agregat campuran dihitung dengan rumus:

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

Dimana:

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

B_{jh} = berat jenis agregat halus

B_{jk} = berat jenis agregat kasar

K_h = persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran.

K_k = persentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran.

20) Perkiraan berat isi beton

Perkiraan berat isi beton diperoleh dari Gambar 2.10.

21) Menghitung kebutuhan berat agregat campuran.

Kebutuhan berat agregat campuran dihitung dengan rumus:

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

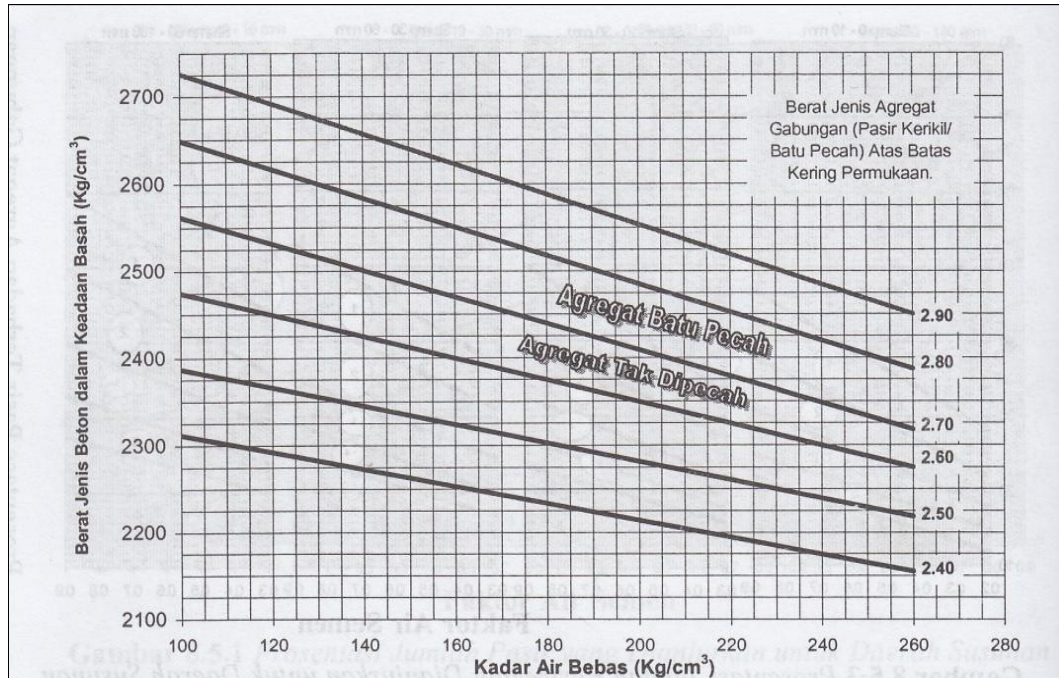
Dengan:

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

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

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

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



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

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

Kebutuhan agregat halus dihitung dengan rumus:

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

Dengan:

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

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

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

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

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 rumus sebagai berikut:

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

$$b. \text{ Agregat halus} = C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} \quad (2.8)$$

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

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 (%)

2.6 Slump Test

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

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

2.7 Perawatan Beton

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

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

a. *Water (Standar Curing)*

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

b. *Exposed Atmosfer*

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

c. *Sealed* atau *wrapping*

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

d. *Steam Curing* (perawatan uap)

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

e. *Autoclave*

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

2.8 Pengujian Kuat Tekan

Kinerja dalam sebuah beton dapat dibuktikan dengan nilai kuat tekan beton. Kuat tekan beton merupakan kemampuan beton untuk menerima beban persatuan luas (Mulyono, 2004). Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton, antara lain :

b. Umur beton

Kuat tekan beton akan bertambah tinggi dengan bertambahnya umur beton. Laju kenaikan kuat tekan beton mula-mula cepat, lama-lama laju kenaikan semakin lambat. Laju kenaikan tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain : faktor air semen, suhu sekeliling beton, semen portland dan faktor lain yang sama dengan faktor-faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton.

Tabel 2.11 Rasio kuat tekan beton berbagai umur

Umurbeton(hari)	3	7	14	21	28	90	365
Semen portland biasa	0,40	0,65	0,88	0,95	1,00	1,20	1,35
Semen portland dengan mutu tinggi	0,55	0,75	0,90	0,95	1,00	1,15	1,20

Sumber : Tjokrodimuljo,(2007:73)

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

Estimasi kuat tekan dilakukan terhadap kuat tekan umur 28 hari:

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

Dimana:

$$f \text{ (estimasi 28 hari)} = \text{kuat tekan estimasi 28 hari (kg/cm}^2\text{)}$$

$$f \text{ (saat pengujian)} = \text{kuat tekan saat pengujian (kg/cm}^2\text{)}$$

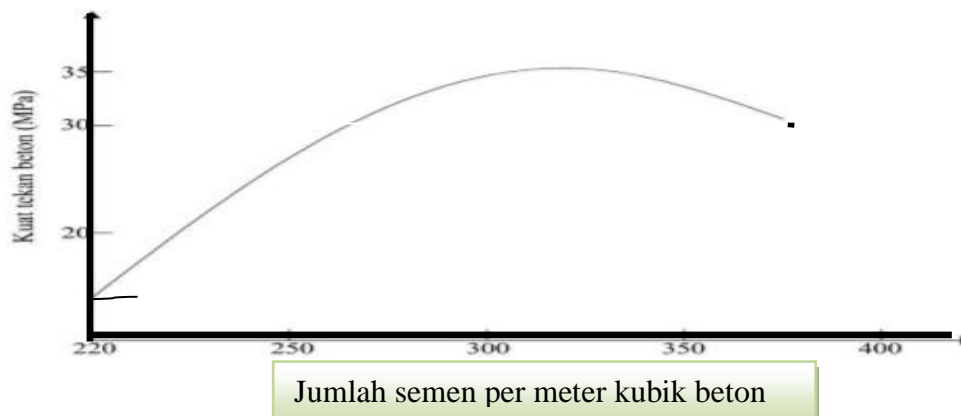
$$\text{koefisien} = \text{koefisien dari umur beton}$$

c. Kepadatan beton

Kekuatan beton berkurang jika kepadatan beton berkurang. Beton yang kurang padat berarti berisi rongga sehingga kuat tekannya berkurang.

d. Jumlah pasta semen

Pasta semen dalam beton berfungsi untuk merekatkan butir-butir agregat. Pasta semen akan berfungsi secara maksimal jika seluruh pori antar butir-butir agregat terisi penuh dengan pasta semen, serta seluruh permukaan butir agregat terselimuti pasta semen. Jika pasta semen sedikit maka tidak cukup untuk mengisi pori-pori antar butir agregat dan tidak seluruh permukaan butir agregat terselimuti pasta semen, sehingga rekatan antar butir kurang kuat dan berakibat kuat tekan beton rendah. Akan tetapi, jika jumlah pasta semen terlalu banyak maka kuat tekan beton lebih didominasi oleh pasta semen, bukan agregat. Karena pada umumnya kuat tekan pasta semen lebih rendah daripada agregat, maka jika terlalu banyak pasta semen kuat tekan beton menjadi lebih rendah. Pengaruh jumlah pasta semen terhadap kuat tekan beton dapat dilihat pada Gambar 2.11



Gambar 2.11 Pengaruh jumlah semen terhadap kuat tekan beton pada faktor air semen sama (Tjokrodinuljo, 2007)

e. Jenis semen

Semen portland untuk pembuatan beton terdiri beberapa jenis. Masing-masing jenis semen portland mempunyai sifat tertentu, misalnya cepat mengeras dan sebagainya, sehingga mempengaruhi juga terhadap kuat tekan betonnya. Sifat

agregat Agregat terdiri atas agregat halus dan agregat kasar. Beberapa sifat agregat yang mempengaruhi kekuatan beton antara lain (Tjokrodimuljo, 2007:75).

f. Sifat agregat

Sifat agregat yang berpengaruh terhadap kekuatan beton adalah kekasaran permukaan dan ukurannya. Pemakaian butir agregat yang terlalu besar akan mengurangi kekuatan beton karena butiran agregat akan mengurangi luas permukaan beton sehingga kelekatan antara butiran agregat kurang kuat.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Umum

Dalam bab ini akan menjelaskan langkah – langkah pelaksanaan penelitian beton selama penelitian berlangsung hingga selesai. Langkah ini terdapat pada bagan alir penelitian yang dapat dilihat pada gambar 3.1 .

3.1.1 Metodologi Penelitian

Metodologi merupakan suatu cara atau langkah yang digunakan untuk memecahkan suatu permasalahan dengan mengumpulkan, mencatat, mempelajari dan menganalisa data yang diperoleh. Sebagai acuan dalam penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari data-data pendukung. Data pendukung diperoleh dari:

a. Data primer

Data yang diperoleh dari hasil perhitungan di laboratorium seperti:

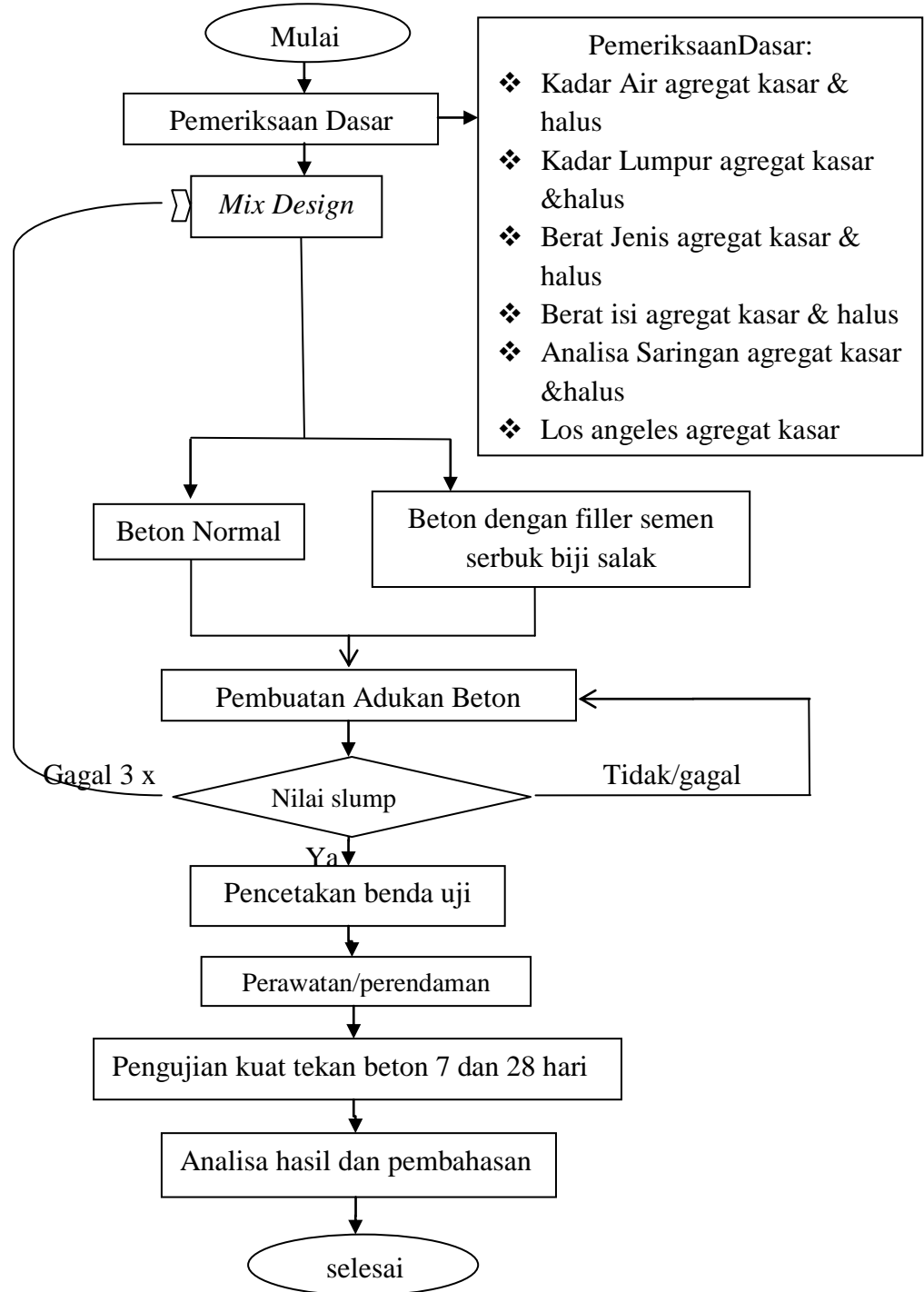
- 1) Pemeriksaan kadar air agregat.
- 2) Pemeriksaan kadar lumpur agregat.
- 3) Berat jenis dan penyerapan.
- 4) Berat isi agregat.
- 5) Analisa saringan agregat.
- 6) Keausan agregat menggunakan mesin los angeles.
- 7) Pemeriksaan berat isi agregat.
- 8) Perbandingan dalam campuran beton (*Mix design*).
- 9) Kekentalan adukan beton segar (*slump*).
- 10) Uji kuat tekan beton.

b. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (*literatur*) dan konsultasi langsung dengan Kepala Laboratorium Beton di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Data

teknis mengenai *aditive*, (SNI-03-2834 2000), ASTM C33 (1985) serta buku-buku atau literatur sebagai penunjang guna untuk memperkuat suatu penelitian yang dilakukan.

Langkah-langkah penelitian yang dilaksanakan dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1: Bagan Alir penelitian

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dimulai pada bulan desember 2017 hingga maret 2018. Penelitian dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.3 Persiapan bahan dan Peralatan

Material penyusun beton disimpan ditempat yang terlindung dari pengaruh cuaca secara langsung sehingga tidak mempengaruhi kualitas material dan disimpan di laboratorium beton fakultas teknik sipil universitas muhammadiyah sumatera utara. Untuk peralatan dilakukan pengecekan kelengkapan peralatan baik peralatan pengujian material, Peralatan pengadukan beton serta perlengkapan pengujian kekuatan beton

3.3.1 Bahan

Komponen bahan pembentuk beton yang digunakan yaitu:

a. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen padang PPC (*Portland Pozzolan Cement*) tipe I dan karena semen PPC ini adalah semen portland dengan pozzolan antara 15 - 40% dan berat campuran dan kandungan $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$ dalam pozzolan minimum 70%, dan semen ini mudah di temukan.

b. Agregat Halus

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

c. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu pecah dengan ukuran 38.1 mm yang diperoleh dari daerah Binjai.

d. Air

Air yang digunakan berasal dari PDAM Tirtanadi Medan.

e. Serbuk biji salak

Diperoleh dengan cara:

- 1) membersihkan biji salak yang tidak digunakan lagi

- 2) Kemudian biji salak tersebut di jemur di bawah sinar matahari
- 3) Setelah biji salak kering lalu biji salak di sangrai sampai warnanya menjadi hitam dan rapuh
- 4) Kemudian biji salak di diamkan pada suhu ruangan
- 5) Menghaluskan biji salak tersebut
- 6) Kemudian biji salak yang sudah halus di saring dengan saringan no 200
- 7) Selesai.

3.3.2 Peralatan

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

- a. Alat-alat pendukung pengujian material.
- b. Timbangan digital.
- c. Alat pengaduk beton (*mixer*).
- d. Alat uji slump test
- e. Cetakan benda uji berbentuk kubus.
- f. Mesin kompres (*compression test*).
- g. Dan lainnya

3.4 Persiapan Penelitian

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

3.5 Pemeriksaan Dasar untuk Agregat

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

3.6 Pemeriksaan Agregat Halus

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan/pemeriksaan diantaranya:

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

3.6.1 Kadar Air Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C70 dan Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang kadar air agregat halus. Dalam pemeriksaan ini dilakukan dengan cara mengambil agregat yang telah SSD sebanyak 500 gr kemudian memasukkan kedalam oven \pm 24 jam, setelah 24 jam agregat dikeluarkan dan ditimbang. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.1 sehingga diketahui kadar air agregat halus yang diperiksa.

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

Pengujian	sample 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-rata
Berat contoh SSD dan berat wadah (W1)	994	993	993,5
Berat contoh SSD	500	500	500
Berat contoh kering oven & wadah (W2)	986	985	493,5
Berat wadah (W3)	494	493	493,5
Berat air (W1-W2)	8	8	8
Berat contoh kering (W2-W3)	492	492	492
Kadar air $((W1-W2)/(W2-W3)) \times 100\%$	1,626	1,626	1,626

Sumber : hasil penelitian

Berdasarkan Tabel 3.1 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar air pada agregat halus yang telah diteliti di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil

UMSU, didapat rata-rata kadar air sebesar 1,626%. Percobaan ini dilakukan sebanyak dua kali pengujian, pada contoh pertama dan kedua mendapatkan nilai kadar air yang sama yaitu :1,626 % memenuhi standar spesifikasi lebih besar dari nilai absobsi >1,318 dan sesuai syarat antara 0,2% - 4% menurut (ASTM C70).

3.6.2 Kadar Lumpur Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-4142-1996 dan Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang kadar lumpur agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.2 sehingga diketahui kadar lumpur agregat halus yang diperiksa.

Tabel 3.2 Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat halus.

Agregat Halus Lolos Saringan No.4	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat contoh kering (gr)	500	500	500
Berat contoh setelah dicuci (gr)	485	482	483,5
Berat Kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (gr)	15	18	16,5
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (%)	3	3,6	3,3

Sumber : hasil penelitian

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Umsu didapat hasil kadar lumpur agregat halus rata-rata sebesar 3,3%. Percobaan ini dilakukan sebanyak dua kali, percobaan pertama nilai kadar air sebesar 3% sedangkan percobaan yang kedua sebesar 3,6% dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu < 5 %. berdasarkan (SNI S-04-1998-F,1998).

3.6.3 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-1970-1990 dan Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang berat jenis dan penyerapan agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.3 sehingga diketahui berat jenis dan penyerapan agregat halus yang diperiksa. Dari hasil penyelidikan di dapat data-data pada Tabel 3.3 sehingga dapat diketahui nilai berat jenis maupun penyerapan (*absorption*) pada agregat halus yang diteliti. Pada tabel terlampir 3 macam berat jenis, yakni berat jenis contoh semu, berat jenis SSD, dan berat jenis contoh semu. Berat jenis agregat terpenuhi apabila nilai Berat Jenis Contoh Kering < Berat Jenis SSD < Berat Jenis Contoh Semu.

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

Pengujian	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat contoh SSD kering permukaan jenuh (B)	500	500	500
Berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan (E)	493	494	493,5
Berat piknometer penuh air (D)	675	680	677,5
Berat contoh SSD dalam piknometer penuh air (C)	977	990	983,5
Berat jenis contoh kering $E/(B+D-C)$	2,489	2,6	2,54
Berat jenis contoh SSD $B/(B+D-C)$	2,525	2,63	2,57
Berat jenis contoh semu $E/(E+D-C)$	2,586	2,68	2,63
Penyerapan $((B-E)/E) \times 100\%$	1,420	1,215	1,318

Sumber : hasil penelitian

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU didapat hasil dari pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus adalah nilai berat jenis contoh SSD rata-rata sebesar 2,57 dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu $Dry < SSD < Semu$ dengan nilai $2,54 < 2,57 < 2,63$ dan penyerapan rata-rata sebesar 1,318% dan hasil tersebut

memenuhi standar berdasarkan standar ASTM C 128 tentang absorpsi yang baik adalah dibawah 2% dan nilai absorpsi agregat halus yang diperoleh telah memenuhi syarat.

3.6.4 Berat Isi Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-4804-1998 dan Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang berat isi agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.4 sehingga diketahui berat isi agregat halus yang diperiksa.

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

No.	Pengujian	Unit	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
1	Berat contoh & wadah	gr	24850	25500	21668
2	Berat wadah	gr	6500	6500	6500
3	Berat contoh	gr	18350	19000	21500
4	Volume wadah	cm ³	15451,16	15451,16	15451,16
5	Berat Isi	gr/cm ³	1,18	1,22	1,39
6	Rata-rata	gr/cm ³	1,26		

Sumber : hasil penelitian

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU didapat hasil berat isi agregat halus rata-rata sebesar 1,26gr/cm³ dan hasil tersebut > 1,2 kg/m³ = 1200 gr/cm³ memenuhi standar spesifikasi berat isi.

3.6.5 Analisa Saringan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-1968-1990 dan Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang tentang analisa saringan agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.5 dan batas gradasi agregat halus pada Gambar 3.2, sehingga diketahui modulus kehalusan agregat halus yang diperiksa.

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

No. Saringan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Total Berat (gr)	%	Tertahan	Lolos
9.50 (No 3/8 in)	0	0	0	0	0	100
4.75 (No. 4)	99	48	147	4,2	4,2	95,8
2.36 (No. 8)	203	126	329	9,4	13,6	86,4
1.18 (No.16)	106	193	299	8,5	22,1	77,9
0.60 (No. 30)	401	351	752	21,5	43,6	56,4
0.30 (No. 50)	650	751	1401	40	83,6	16,4
0.15 (No. 100)	185	217	402	11,5	95,1	4,9
Pan	56	114	170	4,9	100	0,0
Total	1700	1800	3500	100		

Sumber : hasil penelitian

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU pemeriksaan analisa saringan agregat halus, dari hasil pengujian didapat nilai modulus kehalusan agregat yaitu: 2,62 dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu: 2,60 – 2,90 dalam kategori Pasir Sedang dan juga antara 2,3-3,1 memenuhi Standar (ASTM C-136).

Total berat pasir = 3500 gram

a. Persentase berat tertahan rata-rata:

$$\text{No.4} = \frac{147}{3500} \times 100\% = 4,20 \%$$

$$\text{No.8} = \frac{329}{3500} \times 100\% = 9,40 \%$$

$$\begin{aligned}
\text{No.16} &= \frac{299}{3500} \times 100\% = 8,50 \% \\
\text{No.30} &= \frac{752}{3500} \times 100\% = 21,50 \% \\
\text{No.50} &= \frac{1401}{3500} \times 100\% = 40,00 \% \\
\text{No.100} &= \frac{402}{3500} \times 100\% = 11,50 \% \\
\text{Pan} &= \frac{170}{3500} \times 100\% = 4,90 \%
\end{aligned}$$

b. Persentase berat kumulatif tertahan:

$$\begin{aligned}
\text{No.4} &= 0 + 4,20 = 4,20 \% \\
\text{No.8} &= 4,20 + 9,40 = 13,60 \% \\
\text{No.16} &= 13,60 + 8,50 = 21,50 \% \\
\text{No.30} &= 22,10 + 21,50 = 43,60 \% \\
\text{No.50} &= 43,60 + 40,00 = 83,60 \% \\
\text{No.100} &= 83,60 + 11,50 = 95,10 \% \\
\text{Pan} &= 95,10 + 4,90 = 100,00 \%
\end{aligned}$$

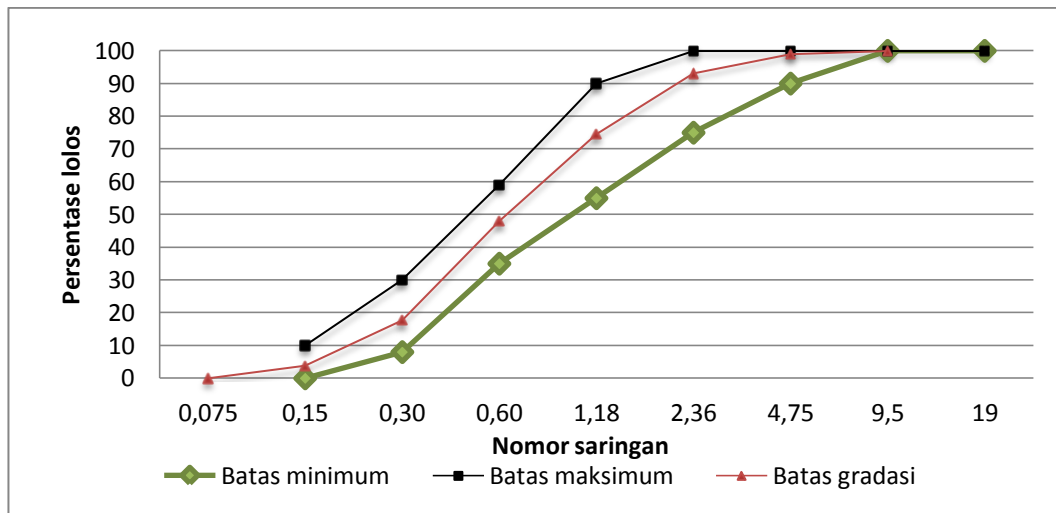
Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 262,373 %

$$\begin{aligned}
\text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \\
&= \frac{262,373}{100} \\
\text{FM} &= 2,62
\end{aligned}$$

c. Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

$$\begin{aligned}
\text{No.4} &= 100 - 4,20 = 95,8 \% \\
\text{No.8} &= 100 - 13,60 = 86,40 \% \\
\text{No.16} &= 100 - 22,10 = 77,90 \% \\
\text{No.30} &= 100 - 43,60 = 56,40 \% \\
\text{No.50} &= 100 - 83,60 = 16,40 \% \\
\text{No.100} &= 100 - 95,10 = 4,90 \%
\end{aligned}$$

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



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

Dari hasil pengujian analisa saringan agregat halus pada Tabel 3.5 diperoleh nilai modulus kehalusan sebesar 2,62 dan dari grafik hasil pengujian diketahui bahwa agregat halus yang diuji termasuk di zona 2 pasir sedang seperti pada Gambar 3.2.

3.7 Pemeriksaan Agregat Kasar

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan/pemeriksaan diantaranya:

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

3.7.1 Kadar Air Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C566 dan Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang kadar air agregat kasar. Dari hasil

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

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

Pengujian	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Rata-rata
Berat contoh SSD & berat wadah (W1)	3002	2549	2775,5
Berat contoh SSD	2500	2100	2300
Berat contoh kering oven & wadah (W2)	2988	2537	2762,5
Berat wadah (W3)	502	449	475,5
Berat air (W1-W2)	14	12	13
Berat contoh kering (W2-W3)	2486	2088	2287
Kadar air $((W1-W2)/(W2-W3)) \times 100\%$	0,563	0,575	0,569

Sumber : hasil penelitian

Berdasarkan hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar yang menggunakan dua sampel yang kemudian dirata-ratakan. Dari hasil pengujian didapat nilai kadar air agregat kasar pada contoh pertama sebesar 0,563%, pada contoh kedua sebesar 0,575%. Sedangkan nilai rata-rata kadar air pada agregat kasar yang diteliti adalah sebesar 0,569% dan hasil tersebut telah memenuhi syarat yang ditetapkan yaitu 0% - 3% menurut standarisasi (ASTM C-566).

3.7.2 Kadar Lumpur Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-4142-1996 dan Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang kadar lumpur agregat kasar. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.7 sehingga diketahui kadar lumpur agregat kasar yang diperiksa, sehingga dapat diketahui seberapa besar kadar lumpur dari agregat kasar yang diperiksa. Pada tabel dijelaskan nilai kadar lumpur

yang didapat dari perbandingan antara berat kotoran agregat kasar yang lolos saringan No. 200 dengan berat kering contoh awal.

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

Agregat Kasar Diameter Maksimum 40mm	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat contoh kering (gr)	3000	3000	3000
Berat contoh setelah dicuci (gr)	2987	2983	2985
Berat Kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (gr)	13	17	15
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (%)	0,433	0,567	0,5

Sumber : hasil penelitian

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU didapat hasil kadar lumpur agregat kasar rata-rata sebesar 0,5% dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu adalah < 1 % memenuhi syarat mutu penggunaan agregat menurut (SII 0052-80).

3.7.3 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-1969-1990 dan Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang berat jenis dan penyerapan agregat kasar. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.8 sehingga diketahui berat jenis dan penyerapan agregat kasar yang diperiksa.

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

Pengujian	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat contoh SSD kering permukaan jenuh (A)	2700	2600	2650
Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan (C)	2671	2580	2625,5
Berat contoh jenuh (B)	1680	1620	1635
Berat jenis contoh kering (C/(A-B))	2,62	2,63	2,63
Berat jenis contoh SSD (A/(A-B))	2,65	2,65	2,65
Berat jenis contoh semu (C/(C-B))	2,69	2,69	2,69
Penyerapan ((A-C)/C)x100%	1,09	0,78	0,94

Sumber : hasil penelitian

Berdasarkan hasil pemeriksaan di dapat data-data pada Tabel 3.8 sehingga dapat diketahui nilai berat jenis maupun penyerapan (*absorbtion*) pada agregat halus yang diteliti. Pada tabel terlampir 3 macam berat jenis, yakni berat jenis contoh semu, berat jenis SSD, dan berat jenis contoh semu. Berat jenis agregat terpenuhi apabila nilai Berat Jenis Contoh Kering < Berat Jenis SSD < Berat Jenis Contoh Semu. Dari percobaan didapat rata-rata nilai berat jenis contoh kering sebesar $2,63 \text{ gr/cm}^3$ < nilai rata-rata berat jenis SSD sebesar $2,65 \text{ gr/cm}^3$, dan < nilai rata-rata berat jenis contoh semu sebesar $2,69 \text{ gr/cm}^3$. Selain berat jenis, pada pemeriksaan ini juga didapat nilai penyerapan pada agregat kasar yang didapat nilai rata-ratanya sebesar 0,94% dan berdasarkan ASTM C 127 nilai ini berada di bawah nilai absorpsi agregat kasar maksimum yaitu sebesar 4%.

3.7.4 Berat Isi Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-4804-1998 dan Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang berat isi agregat kasar. Dari hasil

penelitian didapat data-data pada Tabel 3.9 sehingga diketahui berat isi agregat kasar yang diperiksa.

Tabel 3.9 Data-data hasil penelitian berat isi agregat kasar.

No.	Pengujian	Unit	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
1	Berat contoh & wadah	Gr	30000	31680	32350
2	Berat wadah	Gr	6500	6500	6500
3	Berat contoh	Gr	23500	25180	25850
4	Volume wadah	cm ³	15451,16	15451,16	15465,16
5	Berat Isi	gr/cm ³	1,52	1,63	1,67
6	Rata-rata	gr/cm ³	1,61		

Sumber : hasil penelitian

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU didapat hasil berat isi agregat kasar rata-rata sebesar 1,61gr/cm³. dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu antara 1,4-1,9 menurut (<https://repository.unri.ac.id> 12/03/2018).

3.7.5 Analisa Saringan Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-1968-1990 dan Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang analisa saringan agregat kasar. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.10 sehingga diketahui modulus kehalusan agregat kasar yang diperiksa.

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

No Saringan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Total Berat (gr)	%	Tertahan	Lolos
38,1 (1.5 in)	200	66	266	5,02	5,02	94,98
19.0 (3/4 in)	1052	950	2002	37,77	42,79	57,21
9.52 (3/8 in)	820	930	1750	33,02	75,81	24,19

Tabel 3.10 : lanjutan

No Saringan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Total Berat (gr)	%	Tertahan	Lolos
4,75 (no.4)	728	654	1282	24,19	10,00	0,00
2.36 (No. 8)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
1.18 (No.16)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0.60 (No. 30)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0.30 (No. 50)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0.15 (No. 100)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
Pan	0	0	0	0,00	100	0
Total	2700	2600	5300	100		

Sumber : hasil penelitian

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU pemeriksaan analisa saringan agregat kasar, dari hasil pengujian didapat nilai modulus kehalusan agregat yaitu: 7,27 dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu: 5,00–7,50 dalam kategori kerikil (Batu Pecah) ukuran maksimum 40 mm (tjokrodimulyo,1996).

Total berat batu pecah = 5300gram

a. Persentase berat tertahan rata-rata:

$$1,5 = \frac{266}{5300} \times 100\% = 5,02 \%$$

$$\frac{3}{4} = \frac{2002}{5300} \times 100\% = 37,77 \%$$

$$\frac{3}{8} = \frac{1750}{5300} \times 100\% = 33,02 \%$$

$$\text{No. 4} = \frac{1282}{5300} \times 100\% = 24,19 \%$$

b. Persentase berat kumulatif tertahan:

$$1,5 = 0 + 5,02 = 5,02 \%$$

$$\frac{3}{4} = 5,02 + 37,77 = 57,21 \%$$

$$\frac{3}{8} = 57,21 + 33,02 = 75,81 \%$$

$$\text{No.4} = 75,81 + 24,19 = 100,00 \%$$

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 723

$$\begin{aligned}
 \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \\
 &= \frac{723}{100} \\
 \text{FM} &= 7,23
 \end{aligned}$$

c. Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

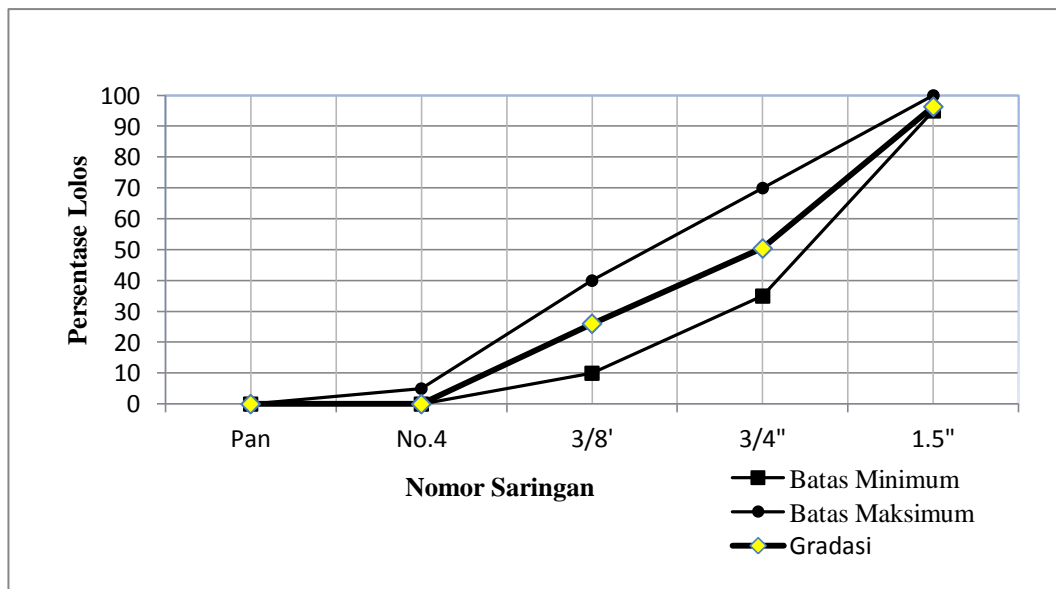
$$1,5 = 100 - 5,02 = 94,98 \%$$

$$\frac{3}{4} = 100 - 37,77 = 57,21 \%$$

$$\frac{3}{8} = 100 - 33,02 = 24,19 \%$$

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

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



Gambar 3.3 Grafik gradasi agregat kasardiameter maksimum 40 mm.

Dari hasil pengujian analisa saringan agregat halus pada Tabel 3.10 diperoleh nilai modulus kehalusan sebesar 7,27 dan dari grafik hasil pengujian diketahui bahwa batas gradasi batu pecah sebagai agregat kasar dengan kriteria berdiameter maksimum 40 mm dapat dilihat pada Gambar 3.3.

3.7.6 Keausan Agregat Dengan Mesin *Los Angeles*

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C33 (1982) serta mengikuti buku panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil UMSU tentang kekerasan agregat dengan Mesin *Los Angeles*.

Dari hasil penelitian didapat data-data sebagai berikut:

- Berat sample sebelum pengujian = 5000gr
- Berat sample setelah pengujian = 4076gr

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

Tabel 3.11 Data-data dari hasil pengujian keausan agregat.

No. Saringan	Berat awal (gr)	Berat akhir (gr)
37,5 (1,5 in)	-	-
19,1 (3/4 in)	-	-
12,5 (1/2 in)	2500	1183
9,50 (3/8 in)	2500	662
4,75 (No. 4)	-	1547
2,36 (No. 8)	-	552
1,18 (No. 16)	-	-
0,60 (No. 30)	-	-
0,30 (No. 100)	-	-
Pan	-	132

Tabel 3.11: Lanjutan.

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

Sumber : hasil penelitian

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

Berdasarkan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU Nilai ketahanan agregat kasar terhadap keausan pada hasil pengujian diatas adalah 18,480% dan hasil tersebut telah memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu lebih kecil dari 50% berdasarkan (SNI 2417:2008).

3.8 Perencanaan Campuran Beton

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

3.9. Pelaksanaan Penelitian

3.9.1. Trial Mix

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

Setelah merencanakan jumlah proporsi bahan dalam pembuatan beton didapat yaitu beton normal dan beton variasi dengan filler semen yaitu serbuk biji salak.

Dan jumlah persentase yang di gunakan dalam pembuatan beton variasi ini adalah 2,4, dab 6 %.

3.9.2 Pembuatan Benda Uji

Benda uji dibuat menggunakan cetakan berbentuk silinder yang berjumlah 32 buah. Proses pembuatan benda uji ditunjukkan dengan gambar pada lampiran.

3.9.3 Pengujian *Slump*

Percobaan slump beton adalah suatu cara untuk mengukur kelecakan adukan beton, yaitu kecairan/kekentalan adukan yang berguna dalam pekerjaan beton. Slump merupakan besarnya nilai keruntuhan beton secara vertikal yang diakibatkan karena beton belum memiliki batas *yield stress* yang cukup untuk menahan berat sendiri karena ikatan antar partikelnya masih lemah sehingga tidak mampu untuk mempertahankan ikatan semulanya. Pemeriksaan *slump* dimaksud untuk mengetahui konsistensi beton dan sifat mudah dikerjakan (*workability*) sesuai dengan syarat yang telah ditetapkan dan cara kerjanya sesuai dengan(SNI 1972 : 2008). Dalam melakukan pengujian ini dan apabila nilai slump yang di dapat tidak sesuai dengan yang direncanakan maka pengujian slump diulang kembali. Apabila pengujian ulang sudah dilakukan lebih dari 3 kali dan tidak juga mendapatkan nilai slump yang di rencanakan maka harus di ulang pada perencanaan pembuatan beton (*mix design*).

3.9.4 Perawatan Beton

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

3.9.5 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian dilakukan menggunakan mesin uji tekan dengan kapasitas 1500 KN. Sebelum ditekan benda uji ditimbang terlebih dahulu untuk dapat mengetahui berat jenis beton. Jumlah sampel pengujian untuk setiap variasi direncanakan sebanyak:

- Beton normal umur 7 hari : 4 buah.
- Beton normal umur 28 Hari : 4 buah.
- Beton variasi 2 % umur 7 hari : 4 buah.
- Beton variasi 2 % umur 28 hari : 4 buah.
- Beton variasi 4 % umur 7 hari : 4 buah.
- Beton variasi 4 % umur 28 hari : 4 buah.
- Beton variasi 6 % umur 7 hari : 4 buah.
- Beton variasi 6 % umur 28 hari : 4 buah

Total : 32 buah

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perencanaan Campuran Beton

Dalam hal ini penulis akan menganalisis data-data yang telah diperoleh saat penelitian berlangsung sehingga didapat campuran beton yang diinginkan. Data tersebut dapat dilihat dari tabel berikut ini:

Tabel 4.1 : Data-data analisis yang diperoleh saat penelitian

Nama percobaan	Satuan	Hasil percobaan
Berat jenis agregat kasar	Gr/cm ³	2,65
Berat jenis agregat halus	Gr/cm ³	2,57
Kadar lumpur agregat kasar	%	0,5
Kadar lumpur agregat halus	%	3,3
Berat isi agregat kasar	Gr/cm ³	1,53
Berat isi agregat halus	Gr/cm ³	1,26
Kadar air agregat kasar	%	0,57
Kadar air agregat halus	%	1,63
FM agregat kasar		7,23
FM agregat halus		2,62
Penyerapan agregat halus	%	0,94
Penyerapan agregat kasar	%	1,32
Nilai slump rencana	mm	30-60
Ukuran agregat maksimum	mm	40

Sumber : Hasil penelitian

Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai diatas tersebut dapat digunakan untuk perencanaan campuran beton (*Mix Design*) dengan kuat tekan disyaratkan sebesar 25 MPa yang terlampir pada tabel 4.1 berdasarkan SNI 03-2834-2000.

Tabel 4.2: Perencanaan campuran beton (SNI 03-2834-2000).

PERENCANAAN CAMPURAN BETON SNI 03-2834-1993					
No.	Uraian	Tabel/Gambar Perhitungan		Nilai	
1	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji cilynder)	Ditetapkan		25 MPa	
2	Deviasi Standar	-		12 MPa	
3	Nilai tambah (margin)	Buku		5,6 MPa	
4	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	1+2+3		42,6 MPa	
5	Jenis semen	Ditetapkan		Tipe I	
6	Jenis agregat: - kasar - halus	Ditetapkan		Batu pecah Binjai	
		Ditetapkan		Pasir alami Binjai	
7	Faktor air-semen bebas	Gambar 4.1		0,45	
8	Faktor air-semen maksimum	Ditetapkan		0,60	
9	Slump	Ditetapkan		30-60 mm	
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan		40 mm	
11	Kadar air bebas	Tabel 4.7		170 kg/m ³	
12	Jumlah semen	11:7		441,56 kg/m ³	
13	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan		441,56 kg/m ³	
14	Jumlah semen minimum	Ditetapkan		275 kg/m ³	
15	Faktor air-semen yang disesuaikan	7		0,45	
16	Susunan besar butir agregat halus	Gambar 3.2		Daerah gradasi zona 2	
17	Susunan agregat kasar atau gabungan	Gambar 3.3		Gradasi maksimum 40 mm	
18	Persen agregat halus Persen agregat kasar	Gambar 4.2		34%	
				66%	
19	Berat jenis relatif, agregat (kering permukaan)	Ditetapkan		2.62	
20	Berat isi beton	Gambar 4.3		2400 kg/m ³	
21	Kadar agregat gabungan	20 - 12 - 11		1788,44 kg/m ³	
22	Kadar agregat halus	18 x 21		608,07 kg/m ³	
23	Kadar agregat kasar	21 - 22		1180,37 kg/m ³	
24	Proporsi campuran	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
		- Tiap m ³	441,56	170	608,07
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,385	1,38	2,67

Tabel 4.2: Lanjutan.

No.	Uraian	Tabel/Gambar		Nilai	
		Perhitungan			
24	Tiap campuran uji 0,005304m ³ (1 cilynder)	2,34	0,902	3,225	6,261
25	Koreksi proporsi campuran				
	- Tiap m ³	441,56	163,74	609,96	1176
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,37	1,38	2,66
	Tiap campuran uji 0,005304m ³ (1 cilynder)	2,34	0,87	3,04	6,41

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

Tabel 4.3 Hasil perbandingan campuran bahan betontiap 1 benda uji dalam 1 m³

Material	Semen	Pasir	Batu pecah	Air
Berat (kg)	441,56	609,96	1176	163,14
Perbandingan	1	1,38	2,66	0,37

a. Untuk benda uji

Menggunakan cetakan cilynder dengan ukuran:

$$\begin{aligned}
 \text{Volume cilynder} &= \pi r^2 t \\
 &= (22/7) \times 7,5^2 \times 30 \\
 &= 5303,57 \text{ cm}^3 \\
 &= 0,005304 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Maka:

1) Semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$\begin{aligned}
 &= \text{Banyak semen} \times \text{Volume 1 benda uji} \\
 &= 441,56 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3 \\
 &= 2,34 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

2) Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$= \text{Banyak pasir} \times \text{Volume 1 benda uji}$$

$$= 609,96 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3$$

$$= 3,24 \text{ kg}$$

3) Kerikil yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$= \text{Banyak kerikil} \times \text{Volume 1 benda uji}$$

$$= 1176 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3$$

$$= 6,24 \text{ kg}$$

4) Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

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

$$= 163,74 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3$$

$$= 0,87 \text{ kg}$$

Perbandingan untuk 1 benda uji dalam satuan kg adalah:

Tabel 4.4 perbandingan bahan beton untuk 1 benda uji (kg)

Material	Semen	Pasir	Batu pecah	Air
Berat (kg)	2,34	3,24	6,24	0,87

Berdasarkan analisa saringan maka didapat berat untuk masing-masing saringan dapat dilihat pada Tabel 4.5 dan 4.6.

Tabel 4.5: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat kerikil	
1,5	5,02	$\frac{5,02}{100}$	x 6,24	0,31
$\frac{3}{4}$	37,77	$\frac{37,77}{100}$	x 6,24	2,36
3/8	33,02	$\frac{33,02}{100}$	x 6,24	2,06
No. 4	24,19	$\frac{24,19}{100}$	x 6,24	1,51
Total				6,24

Berdasarkan Tabel 4.5 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 0,31 kg, saringan 3/4 sebesar 2,36 kg, saringan 3/8 sebesar 2,06 kg dan saringan no 4 sebesar 1,51 kg. Total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 6,24 kg.

Tabel 4.6: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat pasir	
No.4	4,2	$\frac{4,2}{100}$	x 3,24	0,14
No.8	9,4	$\frac{9,4}{100}$	x 3,24	0,30
No.16	8,5	$\frac{8,5}{100}$	x 3,24	0,27
No.30	21,5	$\frac{21,5}{100}$	x 3,24	0,70
No.50	40,0	$\frac{40}{100}$	x 3,24	1,30
No.100	11,5	$\frac{11,5}{100}$	x 3,24	0,37
Pan	4,9	$\frac{4,9}{100}$	x 3,24	0,16
Total				3,24

Berdasarkan Tabel 4.6 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan no 4 sebesar 0,14 kg, saringan no 8 sebesar 0,30 kg, saringan no 16 sebesar 0,27 kg, saringan no 30 sebesar 0,70 kg, saringan no 50 sebesar 1,30 kg, saringan no 100 sebesar 0,37 kg, dan pan sebesar 0,16 kg. Total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 3,24 kg.

b. Bahan *filler* semen

Untuk penggunaan bahan *filler* semen menggunakan serbuk biji salak 2%, 4% dan 6%

1) Serbuk biji salak yang dibutuhkan sebanyak 2% untuk 1 benda uji.

$$\begin{aligned} &= \frac{2}{100} \times \text{Berat semen} \\ &= \frac{2}{100} \times 2,34 \text{ kg} \\ &= 0,047 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka, semen digunakan

$$\begin{aligned} \text{adalah} &= 2,34 - 0,047 \\ &= 2,293 \text{ kg} \end{aligned}$$

2) Serbuk biji salak yang dibutuhkan sebanyak 4% untuk 1 benda uji.

$$\begin{aligned} &= \frac{4}{100} \times \text{Berat semen} \\ &= \frac{4}{100} \times 2,34 \text{ kg} \\ &= 0,094 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka, semen yang digunakan

$$\begin{aligned} \text{adalah} &= 2,340 - 0,094 \\ &= 2,246 \text{ kg} \end{aligned}$$

3) Serbuk biji salak yang dibutuhkan sebanyak 6% untuk 1 benda uji.

$$\begin{aligned} &= \frac{6}{100} \times \text{Berat semen} \\ &= \frac{6}{100} \times 2,34 \text{ kg} \\ &= 0,141 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka, semen yang digunakan

$$\begin{aligned} \text{adalah} &= 2,34 - 0,141 \\ &= 2,199 \text{ kg} \end{aligned}$$

Tabel 4.7: Banyak filler serbuk biji salak sebagai semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji.

Penggunaan Bahan Ganti semen	Berat serbuk biji salak (kg)
2%	0,047
4%	0,094
6%	0,141

Berdasarkan Tabel 4.7 menjelaskan jumlah penggunaan *filler* semen sebesar 2% adalah 0,047 kg jumlah bahan *filler* semen sebesar 4% adalah 0,094 kg, dan jumlah bahan *filler* semen 6% adalah 0,141 kg.

Dalam penelitian ini jumlah benda uji yang akan dibuat adalah sebanyak 32 benda uji yang akan di teliti, untuk jumlah bahan beton normal dan beton variasi untuk umur 7 dan 28 hari adalah:

a. Semen yang dibutuhkan untuk 32 benda uji

1) Untuk beton normal

$$= \text{banyak semen untuk 1 benda uji} \times 8$$

$$= 2,34 \times 8$$

$$= 18,720 \text{ kg}$$

2) Untuk beton bahan *filler* 2%

$$= \text{banyak semen untuk 1 benda uji} \times 8$$

$$= 2,293 \times 8$$

$$= 18,344 \text{ kg}$$

3) Untuk beton bahan *filler* 4%

$$= \text{banyak semen untuk 1 benda uji} \times 8$$

$$= 2,246 \times 8$$

$$= 17,968 \text{ kg}$$

4) Untuk beton bahan *filler* 6%

$$= \text{banyak semen untuk 1 benda uji} \times 8$$

$$= 2,199 \times 8$$

$$= 17,592 \text{ kg}$$

Maka, jumlah semen untuk 32 benda uji adalah:

$$18,720 + 18,344 + 17,968 + 17,592 = 72,624 \text{ kg}$$

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

b. Pasir yang dibutuhkan untuk 32 benda uji

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

$$= 3,24 \times 32$$

$$= 103,68 \text{ kg}$$

c. Batu pecah yang dibutuhkan untuk 32 benda uji

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

$$= 6,24 \times 32$$

$$= 199,68 \text{ kg}$$

d. Air yang dibutuhkan untuk 32 benda uji

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

$$= 0,87 \times 32$$

$$= 27,840 \text{ kg}$$

Perbandingan untuk 32 benda uji dalam satuan kg adalah:

Tabel 4.8 : perbandingan bahan beton untuk 32 benda uji

Material	Semen	Pasir	Batu pecah	Air
Berat (kg)	72,624	103,680	199,680	27,840

Berdasarkan analisa saringan untuk 32 benda uji, maka didapat berat untuk masing-masing saringan pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6.

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

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (Kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat batu pecah	
1,5	5,02	$\frac{5,02}{100}$	x 199,680	10,023
$\frac{3}{4}$	37,77	$\frac{37,77}{100}$	x 199,680	75,419
$\frac{3}{8}$	33,02	$\frac{33,02}{100}$	x 199,680	65,935
No. 4	24,19	$\frac{24,19}{100}$	x 199,680	48,303
Total				199,680

Berdasarkan Tabel 4.9 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan pada 32 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 10,023 kg, saringan $\frac{3}{4}$ sebesar 75,419 kg, saringan $\frac{3}{8}$ sebesar 65,935 kg dan

saringan no 4 sebesar 48,303 kg dan total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 32 benda uji sebesar 199,680 kg.

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

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat pasir	
No.4	4,2	$\frac{4,2}{100}$	x 103,680	4,355
No.8	9,4	$\frac{9,4}{100}$	x 103,680	9,746
No.16	8,5	$\frac{8,5}{100}$	x 103,680	8,813
No.30	21,5	$\frac{21,5}{100}$	x 103,680	22,291
No.50	40	$\frac{40}{100}$	x 103,680	41,472
No.100	11,5	$\frac{11,5}{100}$	x 103,680	11,923
Pan	4,9	$\frac{4,9}{100}$	x 103,680	5,080
Total				103,680

Berdasarkan Tabel 4.9 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 32 benda uji ialah saringan no 4 sebesar 4,355 kg, saringan no 8 sebesar 9,746 kg, saringan no 16 sebesar 8,813 kg, saringan no 30 sebesar 22,291 kg, saringan no 50 sebesar 41,472 kg, saringan no 100 sebesar 11,923 kg, dan pan sebesar 5,080 kg dan total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 32 benda uji sebesar 103,680 kg.

4.1.1 Metode Pengerjaan Mix Design

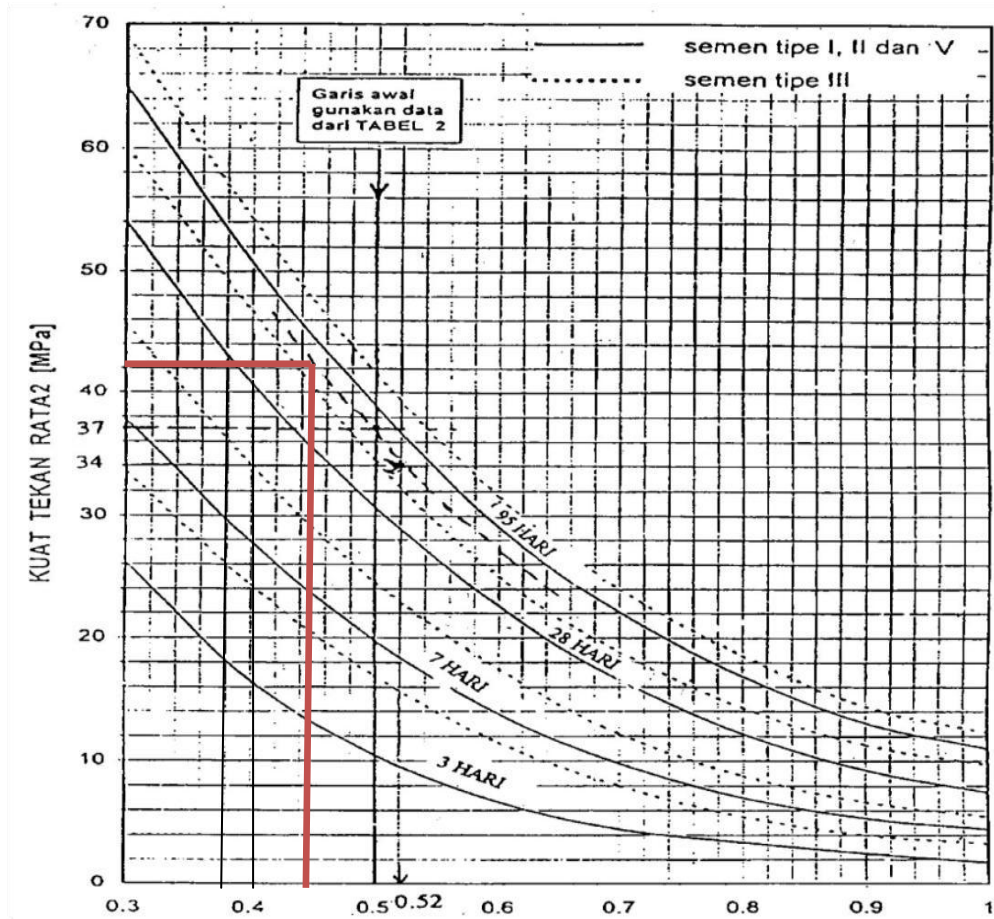
Pelaksanaan Mix Design dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Kuat tekan beton yang disyaratkan sudah ditetapkan 25 MPa untuk umur 28 hari.
2. Menentukan nilai standar deviasi 12 MPa berdasarkan Tabel 2.5.
3. Nilai tambah (margin) 5,6 MPa berdasarkan Tabel 2.6.
4. Kuat tekan rata-rata perlu f'_{cr}
 Kuat tekan rata-rata perlu diperoleh dengan Pers. 2.1.

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

$$f'_{cr} = 25 + 17,6$$

$$= 42,6 \text{ MPa}$$
5. Jenis semen yang digunakan adalah tipe I.
6. Jenis agregat diketahui :
 - a. agregat kasar = batu pecah binjai
 - b. agregat halus alami = pasir binjai
7. Nilai faktor air semen bebas diambil dari titik kekuatan tekan 42,6 MPa tarik garis datar menuju zona 28 hari, lalu tarik garis kebawah yang menunjukkan faktor air semen, seperti pada Gambar 4.1.



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

8. Faktor air semen maksimum dalam hal ini ditetapkan 0.60 berdasarkan Tabel 2.9. Dalam faktor air semen yang diperoleh dari Gambar 4.1 tidak sama dengan yang ditetapkan, untuk perhitungan selanjutnya pakailah nilai faktor air semen yang lebih kecil.
9. Nilai slump ditetapkan setinggi 30-60 mm berdasarkan Gambar 2.7.
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 4.11.

Tabel 4.11: Jumlah kadar air bebas yang ditentukan.

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

Setelah interpolasi memakai Pers. 4.1.

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

Dengan:

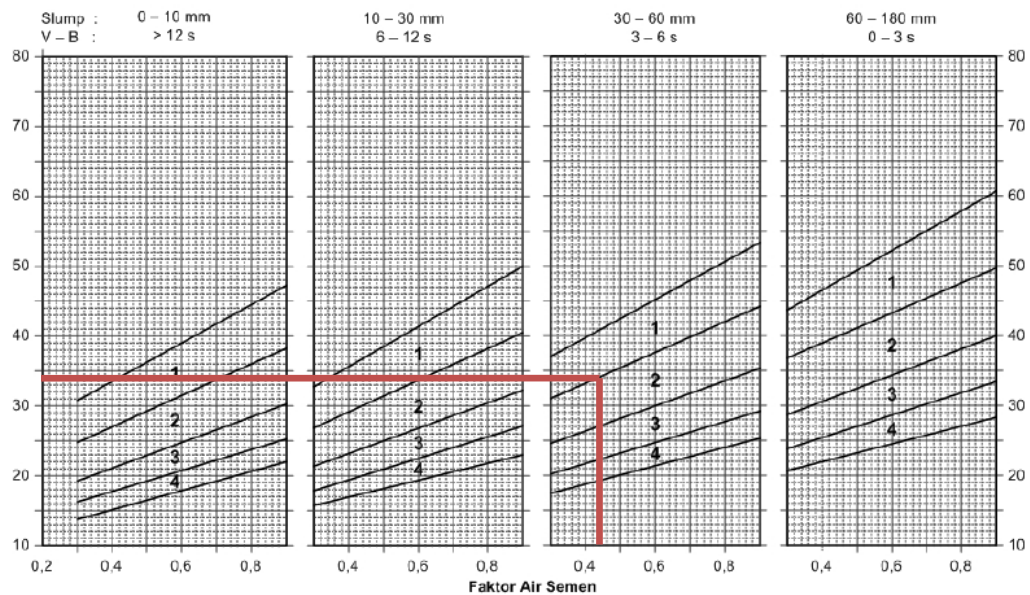
W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

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

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

12. Jumlah semen, yaitu : $170 : 0,45 = 441,56 \text{ kg/m}^3$
13. Jumlah semen maksimum diambil sama dengan poin 12.
14. Jumlah semen minimum ditetapkan 275 kg/m^3 berdasarkan Tabel 2.8. Seandainya kadar semen yang diperoleh dari perhitungan 12 belum mencapai syarat minimum yang ditetapkan, maka harga minimum ini harus dipakai dan faktor air semen yang baru perlu disesuaikan.
15. Faktor air-semen yang disesuaikan: dalam hal ini dapat diabaikan oleh karena syarat minimum kadar semen sudah dipenuhi.
16. Susunan besar butir agregat halus ditetapkan pada gradasi pasir pada Gambar 2.3.
17. Susunan besar butir agregat kasar ditetapkan pada gradasi pasir pada Gambar 2.5.
18. Persen bahan yang lebih halus dari 4,8 mm ini dicari dalam Gambar 2.9 untuk kelompok ukuran butir agregat maksimum 40 mm pada nilai slump 30-60 mm dan nilai faktor air-semen 0,45. 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 03-2834-2000).

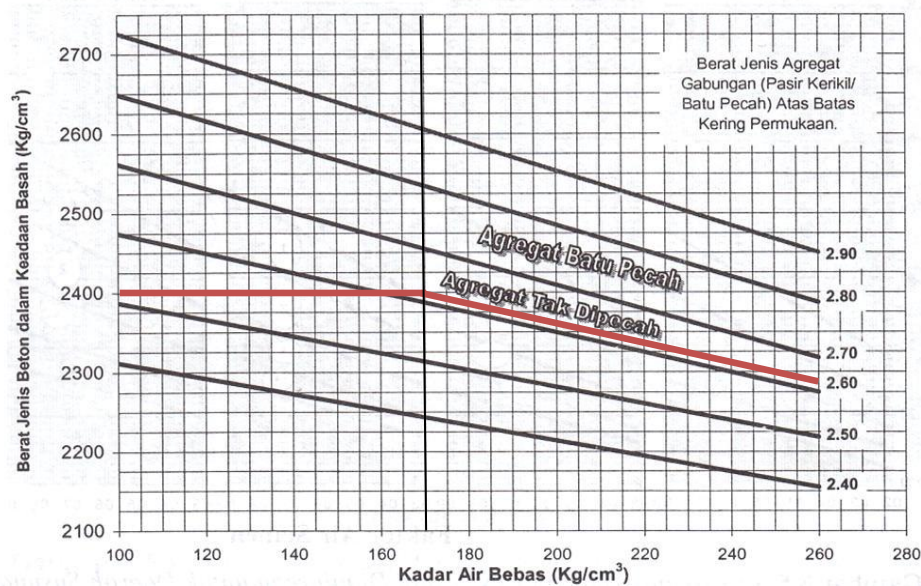
19. Berat jenis relatif agregat adalah berat jenis agregat gabungan, artinya gabungan agregat halus dan agregat kasar. Oleh karena itu agregat halus dalam hal ini merupakan gabungan dari dua macam agregat halus lainnya, maka berat jenis sebelum menghitung berat jenis agregat gabungan antara pasir dan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

Dengan demikian perhitungan berat jenis relatif menjadi sebagai berikut :

- BJ agregat halus = 2,570
- BJ agregat kasar = 2,650
- BJ agregat gabungan Halus dan kasar = $(0,34 \times 2,57) + (0,66 \times 2,65)$
= 2,62

20. Berat isi beton diperoleh dari

21. Gambar 4.3 dengan jalan membuat grafik baru yang sesuai dengan nilai berat jenis agregat gabungan, yaitu 2,62. Titik potong grafik baru tadi dengan tegak yang menunjukkan kadar air bebas (dalam hal ini 170 kg/m^3), menunjukkan nilai berat jenis beton yang direncanakan. Dalam hal ini diperoleh angka 2400 kg/m^3 .



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

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

$$= 2400 - (441,56 + 170) = 1788,44 \text{ kg/m}^3$$
23. Kadar agregat halus = (Persen agregat halus) x (Kadar agregat gabungan)

$$= \frac{34}{100} \times 1788,56 = 608,07 \text{ kg/m}^3$$
24. Kadar agregat kasar = Kadar agregat gabungan - Kadar agregat halus

$$= 1788,56 - 608,07 = 1180,37 \text{ kg/m}^3$$
25. Proporsi campuran dari langkah (1) hingga (23) kita dapatkan susunan campuran beton teoritis.
 untuk tiap m^3 sebagai berikut:
 - Semen = 441,56 kg
 - Air = 170 kg/lt
 - Agregat halus = 608,37 kg
 - Agregat kasar = 1180,37 kg
26. Koreksi proporsi campuran untuk mendapatkan susunan campuran yang sebenarnya yaitu yang akan kita pakai sebagai campuran uji, angka-angka

teoritis tersebut perlu dibenarkan dengan memperhitungkan jumlah air bebas yang terdapat dalam atau yang masih dibutuhkan oleh masing-masing agregat yang akan dipakai. Dengan menggunakan Pers. 2.8, 2.9, dan 2.10, didapat koreksi proporsi campuran untuk air sebesar:

$$\begin{aligned}
 &= B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\
 &= 170 - (1,630 - 1,320) \times \frac{608,07}{100} - (0,57 - 0,94) \times \frac{1180,37}{100} \\
 &= 163,740 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Dan dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat halus sebesar:

$$\begin{aligned}
 &= C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} \\
 &= 608,07 + (1,63 - 1,32) \times \frac{608,07}{100} \\
 &= 609,96 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

Serta dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat kasar sebesar:

$$\begin{aligned}
 &= D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\
 &= 1180,37 + (0,57 - 0,94) \times \frac{1180,37}{100} \\
 &= 1176 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

4.2 Pembuatan Benda Uji

Dalam penelitian ini menggunakan silinder sebagai benda uji dengan ukuran tinggi 30 cm dan jari-jari 7,5cm jumlah benda uji yang di buat adalah sebanyak 32 benda uji.

Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam pembuatan benda uji:

a. Pengadukan beton

Beton diaduk dengan menggunakan mesin pengaduk (*mixer*). Mula-mula sebagian air (kira-kira 75 % dari jumlah air yang ditetapkan) dimasukkan kedalam bejana pengaduk, lalu agregat kasar, 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 pukul–pukul bagian luar cetakan dengan menggunakan palu karet agar udara yang terperangkap didalam adukan dapat keluar, setelah itu ratakan permukaan cetakan dan di tutup dengan kaca untuk menjaga penguapan air dari beton segar. Lepaskan cetakan setelah 20 jam dan jangan lebih dari 48 jam setelah pencetakan.

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.

4.3 Slump Test

Pengujian *slump* dilakukan dengan kerucut abrams dengan cara mengisi kerucut abrams dengan beton segar (setiap pengambilan bahan harus dapat mewakili adukan tersebut) sebanyak 3 lapis, tiap lapis kira–kira 1/3 dari isi kerucut pada tiap lapisan dilakukan penusukan sebanyak 25 kali, tongkat penusuk harus masuk sampai bagian bawah tiap–tiap lapisan setelah pengisian selesai ratakan permukaan kerucut lalu angkat cetakan dengan jarak 300 mm dalam waktu 5 ± 2 detik tanpa gerakan lateral atau torsional. Selesaikan seluruh pekerjaan pengujian dari awal pengisian hingga pelepasan cetakan tanpa

gangguan dalam waktu tidak lebih 2 1/2 menit, ukur tinggi adukan selisih tinggi kerucut dengan adukan adalah nilai dari *slump*.

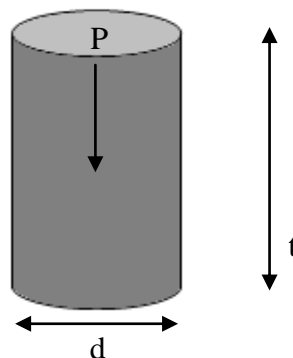
Tabel 4.12: Hasil pengujian nilai *slump*.

	Beton Normal		Beton dan <i>filler</i> semen Serbuk biji salak 2%		Beton dan <i>filler</i> semen Serbuk biji salak 4%		Beton dan <i>filler semen</i> Serbuk biji salak 6%	
	7	28	7	28	7	28	7	28
<i>Slump</i>	4	5	4	5	4,5	4	4	5
(cm)	5	4	4,5	4,5	4	3	5	4

Berdasarkan Tabel 4.12 menjelaskan hasil slump test beton normal, beton dengan *filler* serbuk biji salak 2%, 4%, dan 6% sebesar 3 sampai dengan 5 cm.

4.4 Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 7 dan 28 hari dengan menggunakan mesin tekan dengan kapasitas 1500 KN, benda uji yang akan dites adalah berupa cilynder dengan tinggi 30 cm dan jari-jari 7,5cm dengan benda uji 32 buah, seperti pada Gambar 4.4, dengan pengelompokan benda uji sesuai dengan variasi campurannya.



Gambar.4.4: Beban tekan pada benda uji silynder

Ada beberapa macam cetakan benda uji yang dipakai, diantaranya adalah kubus dengan sisi 15 cm. Serta silinder dengan jari-jari 7,5 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.

4.4.1 Kuat Tekan Beton Normal (saat pengujian)

Pengujian beton normal dilakukan pada saat beton berumur 7 dan 28 hari dengan jumlah benda uji 4 buah. Hasil kuat tekan beton normal 7 hari dan 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13: Hasil pengujian kuat tekan beton normal.

Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A = 176,79\text{cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c/0,65$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 7 hari				
1	41000	27,94	43,01	42,35
2	41500	28,28	43,49	
3	40000	27,26	41,93	
4	39000	26,58	43,49	
Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A = 176,79\text{cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c/1$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 28 hari				
1	52500	35,78	35,78	38,45
2	54500	37,14	37,14	
3	60000	41,00	41,00	
4	58500	39,87	39,87	

Berdasarkan Tabel 4.13 menjelaskan hasil uji kuat tekan beton normal 7 dan 28 hari. Dari 4 benda uji beton normal yang diuji kuat tekannya, maka diperoleh

nilai kuat tekan beton rata-rata sebesar 42,35 MPa pada umur beton 7 hari dan 38,45 MPa untuk umur beton 28 hari.

4.4.2 Kuat Tekan Beton dengan filler Serbuk biji salak 2% (saat pengujian)

Pengujian beton dengan variasi *filler* serbuk biji salak sebesar 2% dilakukan pada saat beton berumur 7 dan 28 hari dengan jumlah benda uji 4 buah. Hasil kuat tekan beton serbuk biji salak 7 hari dan 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14: Hasil pengujian kuat tekan beton serbuk biji salak 2%.

Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A = 176,79\text{cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c/0,65$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 7 hari				
1	41500	28,28	43,51	41,94
2	42000	28,62	44,03	
3	37500	25,57	39,34	
4	39000	26,58	40,89	
Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A = 176,79\text{cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83$ (MPa)	Estimasi faktor umur 28 hari $f'_c/1$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 28 hari				
1	37500	25,57	25,57	25,31
2	34500	23,51	23,51	
3	39000	26,58	26,58	
4	37500	25,57	25,57	

Berdasarkan Tabel 4.14 menjelaskan hasil kuat tekan beton yang telah diberi *filler* serbuk biji salak sebesar 2% didapat kuat tekan rata-rata untuk 7 hari sebesar 41,94 MPa dan 25,31 MPa pada estimasi 28 hari.

4.4.3 Kuat Tekan Beton dengan *filler* Serbuk biji salak 4% (saat pengujian)

Pengujian beton dengan variasi *filler* serbuk biji salak sebesar 4% dilakukan pada saat beton berumur 7 dan 28 hari dengan jumlah benda uji 4 buah. Hasil kuat tekan beton serbuk biji salak 7 hari dan estimasi 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15: Hasil pengujian kuat tekan beton serbuk biji salak 4%.

Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A = 176,79\text{cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c/0,65$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 7 hari				
1	27000	18,40	28,31	31,06
2	28500	19,42	29,88	
3	30000	20,44	31,45	
4	33000	22,49	34,60	
Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A = 176,79\text{cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c/1$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 28 hari				
1	40500	27,60	27,60	29,39
2	37500	25,56	25,56	
3	42000	28,62	28,62	
4	52500	35,78	35,78	

Berdasarkan Tabel 4.15 menjelaskan hasil kuat tekan beton yang telah diberi *filler* serbuk biji salak sebesar 4% didapat kuat tekan rata-rata untuk 7 hari sebesar 31,06 MPa dan 29,39 MPa pada estimasi 28 hari.

4.4.4 Kuat Tekan Beton *filler* Serbuk biji salak 6% (saat pengujian)

Pengujian beton dengan variasi *filler* serbuk biji salak sebesar 6% dilakukan pada saat beton berumur 7 dan 28 hari dengan jumlah benda uji 6 buah. Hasil kuat tekan beton serbuk biji salak 7 hari dan 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.16: Hasil pengujian kuat tekan beton serbuk biji salak 6%.

Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A = 176,79\text{cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c/0,65$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 7 hari				
1	3000	2,04	3,15	2,76
2	3000	2,04	3,15	
3	1500	1,02	1,58	
4	3000	2,04	3,15	
Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A = 176,79\text{cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c/1$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 28 hari				
1	3000	2,04	2,04	2,55
2	4500	3,07	3,07	
3	3000	2,04	2,04	
4	4500	3,07	3,07	

Berdasarkan Tabel 4.16 menjelaskan hasil kuat tekan beton yang telah diberi *filler* serbuk biji salak sebesar 6% didapat kuat tekan rata-rata untuk 7 hari sebesar 2,76 MPa dan 2,55 MPa pada umur 28 hari.

4.5 Pembahasan

Bila dibandingkan kuat tekan beton normal dengan beton yang menggunakan serbuk biji salak, maka dapat dilihat pada beton yang menggunakan serbuk biji salak sebanyak 2%, 4% dan 6% mengalami penurunan, tetapi untuk syarat kuat tekan beton yang memakai serbuk biji salak 2 % dan 4 % memenuhi kuat tekan yang disyaratkan yaitu 25 Mpa. Besar dan persentase penurunan kuat tekan dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini:

- a. Pengisian serbuk biji salak 2%

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai penurunan (umur 7 hari)} &= 42,35 - 41,94 \\ &= 0,41 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$\text{Besar nilai persentasinya} = \frac{0,41}{42,35} \times 100$$

$$= 0,97 \%$$

$$\text{Besar nilai penurunan (umur 28 har)} = 38,45 - 25,31$$

$$= 13,14 \text{ Mpa}$$

$$\text{Besar nilai persentasi nya} = \frac{13,14}{38,45} \times 100$$

$$= 34,17 \%$$

b. Pengisian serbuk biji salak 4%

$$\text{Besar nilai penurunan (umur 7 hari)} = 42,35 - 31,06$$

$$= 11,29 \text{ Mpa}$$

$$\text{Besar nilai persentasi nya} = \frac{11,29}{42,35} \times 100$$

$$= 26,66\%$$

$$\text{Besar nilai penurunan (umur 28 hari)} = 38,45 - 29,39$$

$$= 9,06 \text{ Mpa}$$

$$\text{Besar nilai persentasi nya} = \frac{9,06}{38,45} \times 100$$

$$= 23,56\%$$

c. Pengisian serbuk biji salak 6%

$$\text{Besar nilai penurunan (umur 7 hari)} = 42,35 - 2,76$$

$$= 39,60 \text{ Mpa}$$

$$\text{Besar nilai persentasi nya} = \frac{39,60}{42,35} \times 100$$

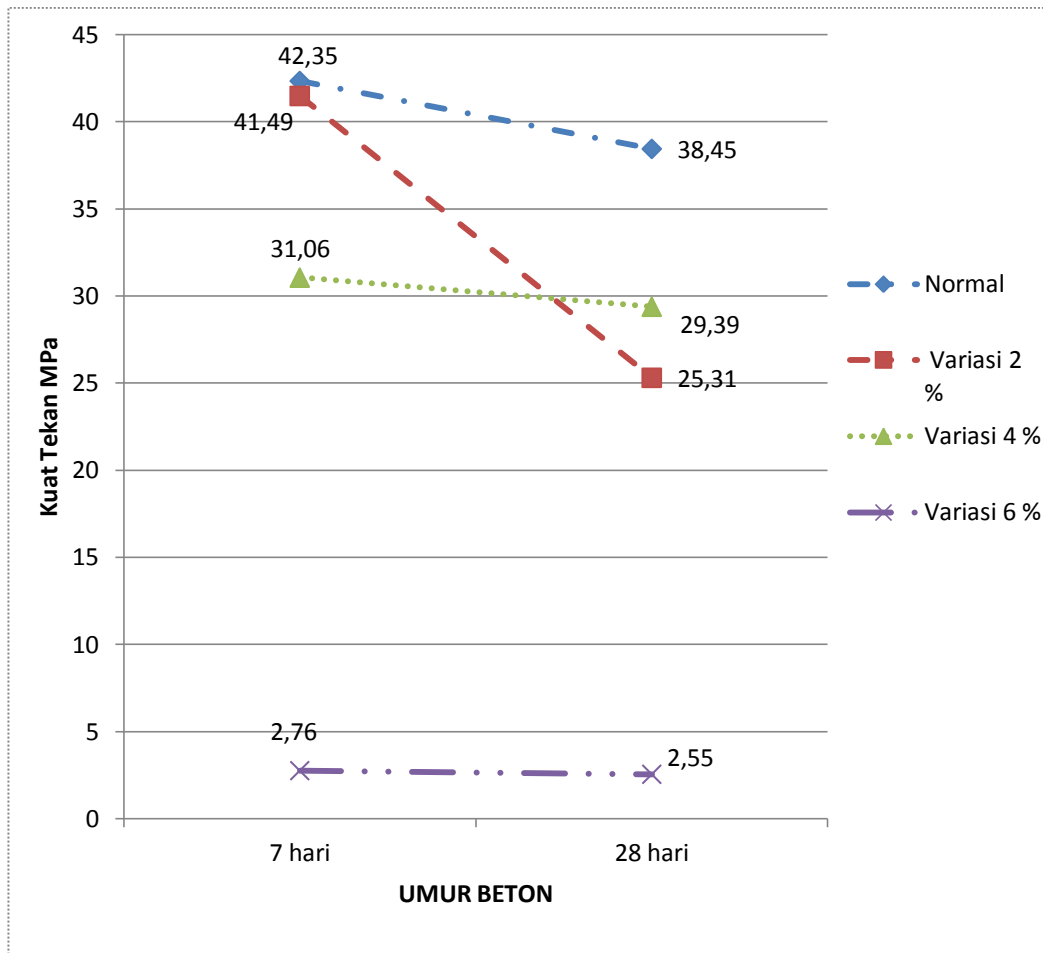
$$= 93,51\%$$

$$\text{Besar nilai penurunan (umur 28 hari)} = 38,45 - 2,55$$

$$= 35,90 \text{ Mpa}$$

$$\text{Besar nilai persentasi nya} = \frac{35,90}{38,45} \times 100$$

$$= 93,37\%$$



Gambar 4.5 perbandingan hasil kuat tekan beton normal dan variasi

Dari hasil diatas kita dapat melihat bahwa besar jumlah penurunan dan persentase penurunan kuat tekan beton pada filler bahan serbuk biji salak 2%, 4%, 6% terjadi perbedaan penurunan yang tidak beraturan kuat tekan pada umur 7 hari dan 28 hari.

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

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

- Dan juga adanya kandungan yang lain pada saat biji salak di sangrai yang mengakibatkan beton ini mengalami penurunan kuat tekan dari nilai kuat tekan beton normal.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan di LABORATORIUM Teknik Sipil UMSU dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan dari data kuat tekan beton yang dihasilkan bahwa kuat tekan beton normal dan kuat tekan beton variasi persen serbuk biji salak yang didapat, yaitu:
 - a. Beton normal didapat kuat tekan beton sebesar 42,35 Mpa pada umur 7 hari dan 38,45 Mpa pada umur 28 hari.
 - b. Beton dengan penambahan serbuk biji salak sebesar 2% didapat kuat tekan sebesar 41,94 MPa pada umur 7 hari dan 25,31 Mpa pada umur 28 hari.
 - c. Beton dengan penambahan serbuk biji salak sebesar 4% didapat kuat tekan sebesar 31,06 MPa pada umur 7 hari dan 29,39 Mpa pada umur 28 hari.
 - d. Beton dengan penambahan serbuk biji salak padi sebesar 6% didapat kuat tekan sebesar 2,76 MPa pada umur 7 hari dan 2,55 pada umur 28 hari.
2. Pengaruh penambahan limbah biji salak terhadap kuat tekan beton normal mengalami penurunan nilai yaitu:
 - a. Variasi 2% dengan nilai penurunan :
 - Pada umur 7 hari = 0,41 MPa
 - Pada umur 28 hari = 13,14 MPa
 - b. Variasi 4% dengan nilai penurunan :
 - Pada umur 7 hari = 11,29 MPa
 - Pada umur 28 hari = 9,06 MPa
 - c. Variasi 6% dengan nilai penurunan :
 - Pada umur 7 hari = 39,60 MPa
 - Pada umur 28 hari = 35,90 Mpa
3. Akibat penambahan serbuk biji salak, memberikan penurunan nilai kuat tekan.

4. Persentasi nilai penurunan karena pengaruh limbah biji salak terhadap kuat tekan yaitu :
 - a. Variasi 2% dengan persentase penurunan :
 - Pada umur 7 hari = 0,97 %
 - Pada umur 28 hari = 34,17 %
 - b. Variasi 4% dengan persentase penurunan :
 - Pada umur 7 hari = 26,66 %
 - Pada umur 28 hari = 23,56 %
 - c. Variasi 6% dengan persentase penurunan :
 - Pada umur 7 hari = 93,51 %
 - Pada umur 28 hari = 93,37 %
5. Komposisi untuk serbuk biji salak belum dapat mencapai nilai kuat tekan yang di targetkan yaitu dapat melebihi nilai kuat tekan beton normal, akan tetapi pada beton variasi 2% dan 4 % di peroleh hasil yang memenuhi persyaratan kuat tekan.

5.2 Saran

1. Pada penelitian ini belum bisa mencapai kuat tekan beton seperti yang diharapkan.
2. Sebaiknya tidak menggunakan serbuk biji salak sebagai filler semen pada pembuatan beton, karena menghasilkan nilai kuat tekan di bawah nilai kuat tekan beton normal.
3. Disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan limbah biji salak sebagai agregat kasar.
4. Pada komposisi campuran, di sarankan untuk melakukan penelitian dengan komposisi campuran yang lebih variasi demi mendapatkan nilai yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Materials C 127 *Standards test method for relative density (specific gravity) and absorption of coarse aggregate*. Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials C 128 *Standards test method for relative density (specific gravity) and absorption of fine aggregate*. Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials C 150 (1985) *Standards Specification For Portland Cement*. Philadelphia: ASTM.
- Aryuni, E, Zulfadli, 1997, *our world in concrete & structure, proceeding of the 22conference* , singapura
- Departemen pertanian 2015 konsumsi buah-buahan di indonesia periode 2010-2014. <http://www.hortikultura.deptan.go.id>. Direktoratjendral hortikultura. Diakses tanggal 5 april 2015.
- Gargulak & Bushar, L.L. & Sengupta. 2001 *Ammoxidized lignosulfonate cement dispersant*, US-Patent:US6,238,475 B1.
- Hardiyanti, yuli 2014.*pemanfaatan limbah biji salaksebagai bahan baku pembuatan cmc*. Universitas Negeri Medan, Medan.
<https://repository.unri.ac.id> 12/03/2018.
- Laboratorium Beton Teknik Sipil. Buku Pedoman Praktikum Beton. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Medan
- Nugraha dan Antoni, 2007, *TEKNOLOGI BETON* dari material pembuatan ke beton kinerja tinggi, C.V Andi offset, Yogyakarta.
- Mulyono, Tri 2004. *Tenologi beton*. Penerbit ANDI. Yogyakarta
- Sagel, Ring, DKK, 1993, *Pedoman pengerjaan beton (Berdasarkan SKSNI T-15-1991-03)*, Erlangga, jakarta.
- SNI 03-2834-2000, *Tata cara pembuatan rencana beton Normal*.
- SNI 03-2847-2002, *Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung* (beta version).
- SNI 03-1968-1990, *Metode pengujian tentang analisis saringan agregat halus dan kasar*.
- SNI 03-1969-1990, *Metode pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar* .

SNI 03-1970-1990, *Metode pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus.*

SNI 03-4804-1998, *Metode pengujian bobot isi dan rongga udara dalam agregat.*

SNI 03-4142-1996, *Metode pengujian jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan no. 200 (0,075 MM).*

SNI 03-1974-1990, *Metode pengujian kuat tekan beton.*

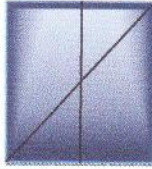
SK SNI T-15-1990-3. *Tata cara pembuatan beton normal.*

SNI 2417 : 2008, *Cara uji keausan agregat dengan mesin abrasi los angeles*

SNI 1972 : 2008, *Cara uji slump test beton*

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

LAMPIRAN



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



PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT HALUS ASTM C566	LAB NO. (No.Surat)	:
	SAMPLING DATE (Tgl. Pengambilan Bhn)	: 26 desember 2017
	TESTING DATE (Tgl. Percobaan)	: 24 januri 2018

Sources Of Sample	Binjai
project	Penelitian tugas akhir
Tested by	Dewi sri rahayu

Pengujian	sample 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-rata
Berat contoh SSD dan berat wadah (W1)	994	993	993,5
Berat contoh SSD	500	500	500
Berat contoh kering oven & wadah (W2)	986	985	493,5
Berat wadah (W3)	494	493	493,5
Berat air (W1-W2)	8	8	8
Berat contoh kering (W2-W3)	492	492	492
Kadar air $((W1-W2)/(W2-W3)) \times 100\%$	1,626	1,626	1,626

Medan, 25 april 2018

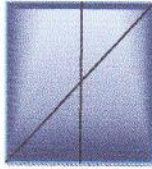
Diperiksa oleh

KEPALA LABORATORIUM BETON



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

(Ir. Ellyza chairina, M.Si)



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



PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS	LAB NO. (No.Surat)	:
	SAMPLING DATE (Tgl. Pengambilan Bhn)	: 26 desember 2017
	TESTING DATE (Tgl. Percobaan)	: 24 januri 2018

Sources Of Sample	Binjai
project	Penelitian tugas akhir
Tested by	Dewi sri rahayu

Agregat Halus Lolos Saringan No.4	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh kering (gr)	500	500	500
Berat contoh setelah dicuci (gr)	485	482	483,5
Berat Kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (gr)	15	18	16,5
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (%)	3	3,6	3,3

Medan, 25 april 2018

Diperiksa oleh

KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton

Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK

UMSU

Jl. Kept. Mukhtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza chairina, M.Si)



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



PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT HALUS	LAB NO. (No.Surat)	:
	SAMPLING DATE (Tgl. Pengambilan Bhn)	: 26 desember 2017
	TESTING DATE (Tgl. Percobaan)	: 24 januri 2018

Sources Of Sample	Binjai
project	Penelitian tugas akhir
Tested by	Dewi sri rahayu

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh SSD keringpermukaan jenuh (B)	500	500	500
Berat contohSSD kering oven 110°C sampai konstan (E)	493	494	493,5
Berat piknometer penuh air (D)	675	680	677,5
Berat contoh SSD dalam piknometer penuh air (C)	977	990	983,5
Berat jenis contoh kering $E/(B+D-C)$	2,489	2,6	2,54
Berat jenis contoh SSD $B/(B+D-C)$	2,525	2,63	2,57
Berat jenis contoh semu $E/(E+D-C)$	2,586	2,68	2,63
Penyerapan $((B-E)/E) \times 100\%$	1,420	1,215	1,318

Medan, 25 april 2018

Diperiksa oleh
KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton
Program Studi
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
Jl. Kapt. Muktar Basri No. 3

(Ir. Ellyza chairina, M.Si)



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



PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT HALUS	LAB NO. (No.Surat)	:
	SAMPLING DATE (Tgl. Pengambilan Bhn)	: 26 desember 2017
	TESTING DATE (Tgl. Percobaan)	: 24 januari 2018

Sources Of Sample	Binjai
project	Penelitian tugas akhir
Tested by	Dewi sri rahayu

No.	Pengujian		Unit	Contoh 1	Contoh 2	Contoh 3
1	Berat contoh & wadah		gr	24850	25500	21668
2	Berat wadah		gr	6500	6500	6500
3	Berat contoh		gr	18350	19000	21500
4	Volume wadah		cm ³	15451,1 6	15451,1 6	15451,1 6
5	Berat Isi	$\frac{3}{4}$	gr/cm ³	1,18	1,22	1,39
6	Rata-rata		gr/cm ³	1,26		

Medan, 25 april 2018

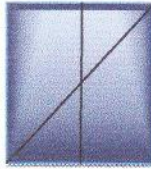
Diperiksa oleh

KEPALA LABORATORIUM BETON



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

(Ir. Ellyza chairina, M.Si)



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



PEMERIKSAAN ANLISA SARINGAN AGREGAT HALUS	LAB NO. (No.Surat)	:
	SAMPLING DATE (Tgl. Pengambilan Bhn)	: 26 desember 2017
	TESTING DATE (Tgl. Percobaan)	: 24 januari 2018

Sources Of Sample	Binjai
project	Penelitian tugas akhir
Tested by	Dewi sri rahayu

SIEIVE SIZE	Individu Ret (Berat Tertahan)	Retained (%) (% Berat Tertahan)	Cum Ret (%) (% Kum. Berat Tertahan)	Cum Passing (% Berat yg Lolos)	Grading Limits (% Passing Spesifikasi)	
					Min	Max
	(gr)	(%)	(%)	(%)		
No.4	99	48	147	4,2	4,2	95,8
No.8	203	126	329	9,4	13,6	86,4
No.16	106	193	299	8,5	22,1	77,9
No.30	401	351	752	21,5	43,6	56,4
No.50	650	751	1401	40	83,6	16,4
No.100	185	217	402	11,5	95,1	4,9
Pan	56	114	170	4,9	100	0,0
total	1700	1800	3500	100		

FM (Modulus Kehalusan) = 2,62

Medan, 25 april 2018

Diperiksa oleh

KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton

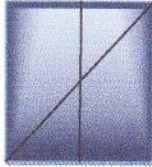
Prodi S

FAKULTAS

2018

Jl. Kapt. Mukhtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza chairina, M.Si)



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



PEMERIKSAAN KADAR AIR AGREGAT KASAR	LAB NO. (No.Surat)	:
	SAMPLING DATE (Tgl. Pengambilan Bhn)	: 26 desember 2017
	TESTING DATE (Tgl. Percobaan)	: 24 januari 2018

Sources Of Sample	Binjai
project	Penelitian tugas akhir
Tested by	Dewi sri rahayu

Pengujian	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-rata
Berat contoh SSD & berat wadah (W1)	3002	2549	2775,5
Berat contoh SSD	2500	2100	2300
Berat contoh kering oven & wadah (W2)	2988	2537	2762,5
Berat wadah (W3)	502	449	475,5
Berat air (W1-W2)	14	12	13
Berat contoh kering (W2-W3)	2486	2088	2287
Kadar air $((W1-W2)/(W2-W3)) \times 100\%$	0,563	0,575	0,569

Medan, 25 april 2018

Diperiksa oleh

KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton

Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Jl. Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza chairina, M.Si)



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



PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR AGREGAT KASAR	LAB NO. (No.Surat)	:
	SAMPLING DATE (Tgl. Pengambilan Bhn)	: 26 desember 2017
	TESTING DATE (Tgl. Percobaan)	: 24 januari 2018

Sources Of Sample	Binjai
project	Penelitian tugas akhir
Tested by	Dewi sri rahayu

Agregat Kasar Diameter Maksimum 40mm	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh kering (gr)	3000	3000	3000
Berat contoh setelah dicuci (gr)	2987	2983	2985
Berat Kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (gr)	13	17	15
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (%)	0,433	0,567	0,5

Medan, 25 april 2018

Diperiksa oleh

KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton

Prodi Sipil

FAKULTAS TEKNIK

201511

Jl. Kapt. Mochtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza chairina, M.Si)



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



PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN PENYERAPAN AGREGAT KASAR	LAB NO. (No.Surat)	:
	SAMPLING DATE (Tgl. Pengambilan Bhn)	: 26 desember 2017
	TESTING DATE (Tgl. Percobaan)	: 24 januri 2018

Sources Of Sample	Binjai
project	Penelitian tugas akhir
Tested by	Dewi sri rahayu

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh SSD kering permukaan jenuh (A)	2700	2600	2650
Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan (C)	2671	2580	2625,5
Berat contoh jenuh (B)	1680	1620	1635
Berat jenis contoh kering (C/(A-B))	2,62	2,63	2,63
Berat jenis contoh SSD (A/(A-B))	2,65	2,65	2,65
Berat jenis contoh semu (C/(C-B))	2,69	2,69	2,69
Penyerapan ((A-C)/C)x100%	1,09	0,78	0,94

Medan, 25 april 2018

Diperiksa oleh

KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS
2015
Jl. Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza chairina, M.Si)



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



PEMERIKSAAN BERAT ISI AGREGAT KASAR	LAB NO. (No.Surat)	:
	SAMPLING DATE (Tgl. Pengambilan Bhn)	: 26 desember 2017
	TESTING DATE (Tgl. Percobaan)	: 24 januari 2018

Sources Of Sample	Binjai
project	Penelitian tugas akhir
Tested by	Dewi sri rahayu

No.	Pengujian	Unit	Contoh 1	Contoh 2	Contoh 3
1	Berat contoh & wadah	Gr	30000	31680	32350
2	Berat wadah	Gr	6500	6500	6500
3	Berat contoh	Gr	23500	25180	25850
4	Volume wadah	cm ³	15451,16	15451,16	15465,16
5	Berat Isi	gr/cm ³	1,52	1,63	1,67
6	Rata-rata	gr/cm ³	1,61		

Medan, 25 april 2018

Diperiksa oleh

KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
2015
Jl. Kapl. Mukhtar Basri No.3 Medan

(Ir. Ellyza chairina, M.Si)



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



PEMERIKSAAN ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR	LAB NO. (No. Surat)	:
	SAMPLING DATE (Tgl. Pengambilan Bhn)	: 26 desember 2017
	TESTING DATE (Tgl. Percobaan)	: 24 januari 2018

Sources Of Sample	Binjai
project	Penelitian tugas akhir
Tested by	Dewi sri rahayu

SIEIVE SIZE	Individu Ret (Berat Tertahan)	Retained (Berat Tertahan)	Cum Ret (Kum. Berat Tertahan)	Cum. Passing (Berat yg Lolos)	Grading Limits (Passing Spesifikasi)	
	(gr)	(%)	(%)	(%)	Min	Max
1.5"	200	66	266	5,02	5,02	94,98
3/4	1052	950	2002	37,77	42,79	57,21
3/8	820	930	1750	33,02	75,81	24,19
No. 4	728	654	1282	24,19	10,00	0,00
No. 8	0	0	0	0,00	100,00	0,00
No. 16	0	0	0	0,00	100,00	0,00
No. 30	0	0	0	0,00	100,00	0,00
No. 50	0	0	0	0,00	100,00	0,00
No. 100	0	0	0	0,00	100,00	0,00
Pan	0	0	0	0,00	100	0
total	2700	2600	5300	100		

FM (Modulus Kehalusan) = 7,23

Medan, 25 april 2018

Diperiksa oleh

KEPALA LABORATORIUM BETON



Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK
Jl. Kapt. Mukhtar Basri No. 3 Medan
(Signature)
(Ir. Ellyza chairina, M.Si)



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



PEMERIKSAAN LOS ANGELES	LAB NO. (No.Surat)	:
	SAMPLING DATE (Tgl. Pengambilan Bhn)	: 26 desember 2017
	TESTING DATE (Tgl. Percobaan)	: 24 januari 2018

Sources Of Sample	Binjai
project	Penelitian tugas akhir
Tested by	Dewi sri rahayu

No. Saringan	Berat awal (gr)	Berat akhir (gr)
37,5 (1,5 in)	-	-
19,1 (3/4 in)	-	-
12,5 (1/2 in)	2500	1183
9,50 (3/8 in)	2500	662
4,75 (No. 4)	-	1547
2,36 (No. 8)	-	552
1,18 (No. 16)	-	-
0,60 (No. 30)	-	-
0,30 (No. 100)	-	-
Pan	-	132
Total	5000	4076
	Berat lolos saringan No. 12	924
	Keausan (%)	18,480%

Medan, 25 april 2018

Diperiksa oleh

KEPALA LABORATORIUM BETON

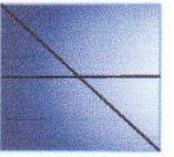


Laboratorium Beton

Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Kapt. Muktar Basri

(Ir. Ellyza chairina, M.Si)



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



Jumlah benda uji beton Normal untuk 7 hari

Jenis benda uji silinder 15 x 30 cm

No	Benda uji	Campuran			fas	Slump	Tanggal cetak	Tanggal uji	Berat	
		pc	pasir	Batu pecah					cetak	uji
1	I	1	1,38	2,66	0,45	4	23/02/2018	2/03/2018	12.851	12.855
2	II	1	1,38	2,66	0,45	4	23/02/2018	2/03/2018	12.722	12.725
3	III	1	1,38	2,66	0,45	5	23/02/2018	2/03/2018	12.661	12.663
4	IV	1	1,38	2,66	0,45	5	23/02/2018	2/03/2018	12.664	12.665

No	Benda uji	Bahan tambah	Umur /hari	Beban tekan (kg)	Estimasi 28 hari (Mpa)	keterangan
1	I	Normal	7	41000	43,01	
2	II	Normal	7	41500	43,49	
3	III	Normal	7	40000	41,93	
4	IV	Normal	7	39000	43,49	
Kuat tekan rata-rata						42,35

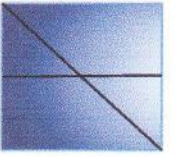
Medan, 25 april 2018

Diperiksa oleh

KEPALA LABORATORIUM BETON

Laboratorium Beton

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



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



Jumlah benda uji beton filler semen 2% untuk 7 hari

Jenis benda uji silinder 15 x 30 cm


No	Benda uji	Campuran			fas	Slump	Tanggal cetak	Tanggal uji	Berat	
		pc	pasir	Batu pecah					cetak	Uji
1	I	1	1,38	2,66	0,45	4	26/02/2018	5/03/2018	12.769	12.770
2	II	1	1,38	2,66	0,45	4	26/02/2018	5/03/2018	12.716	12.718
3	III	1	1,38	2,66	0,45	4,5	26/02/2018	5/03/2018	12.572	12.579
4	IV	1	1,38	2,66	0,45	4,5	26/02/2018	5/03/2018	12.501	12.507

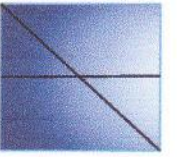
No	Benda uji	Bahan tambah	Umur /hari	Beban tekanan (kg)	Estimasi 28 hari (Mpa)	keterangan
1	I	Filler semen 6%	7	41500	43,51	
2	II	Filler semen 6%	7	42000	44,03	
3	III	Filler semen 6%	7	37500	39,34	
4	IV	Filler semen 6%	7	39000	40,89	
Kuat tekan rata-rata						41,94

Medan, 25 april 2018

Diperiksa oleh

KEPALA LABORATORIUM BETON


Laboratorium Beton
Prodi Sipil
FAKULTAS TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
Ilir. Ellyza Chairina, M.Si)



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



Jumlah benda uji beton filler semen 4% untuk 7 hari

Jenis benda uji silinder 15 x 30 cm

No	Benda uji	Campuran			fas	Slump	Tanggal cetak	Tanggal uji	Berat	
		pc	pasir	Batu pecah					cetak	Uji
1	I	1	1,38	2,66	0,45	4,5	27/02/2018	6/03/2018	12.719	12.721
2	II	1	1,38	2,66	0,45	4,5	27/02/2018	6/03/2018	12.598	12.599
3	III	1	1,38	2,66	0,45	4	27/02/2018	6/03/2018	12.821	12.823
4	IV	1	1,38	2,66	0,45	4	27/02/2018	6/03/2018	12.678	12.679

No	Benda uji	Bahan tambah	Umur /hari	Beban tekan (kg)	Estimasi 28 hari (Mpa)	keterangan
1	I	Filler semen 4%	7	27000	28,31	
2	II	Filler semen 4%	7	28500	29,88	
3	III	Filler semen 4%	7	30000	31,45	
4	IV	Filler semen 4%	7	33000	34,60	
Kuat tekan rata-rata						31,06

Medan, 25 April 2018

Diperiksa oleh

Lab. KEPALIAAN LABORATORIUM BETON

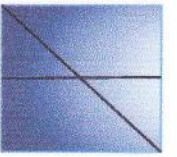
Preodi Sipil

FAKULTAS TEKNIK

2018/2019

Jl. Kapten Mochtar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)



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



Jumlah benda uji beton filler semen 6% untuk 7 hari

Jenis benda uji silinder 15 x 30 cm

No	Benda uji	Campuran			fas	Slump	Tanggal cetak	Tanggal uji	Berat	
		pc	pasir	Batu pecah					cetak	Uji
1	I	1	1,38	2,66	0,45	5	28/02/2018	7/03/2018	12.396	12.397
2	II	1	1,38	2,66	0,45	5	28/02/2018	7/03/2018	12.396	12.399
3	III	1	1,38	2,66	0,45	4	28/02/2018	7/03/2018	12.551	12.554
4	IV	1	1,38	2,66	0,45	4	28/02/2018	7/03/2018	12.326	12.328

No	Benda uji	Bahan tambah	Umur /hari	Beban tekan (kg)	Estimasi 28 hari (Mpa)	keterangan
1	I	Filler semen 6%	7	3000	3,15	
2	II	Filler semen 6%	7	3000	3,15	
3	III	Filler semen 6%	7	1500	1,58	
4	IV	Filler semen 6%	7	3000	3,15	

Medan, 25 april 2018

Diperiksa oleh

KEPALA LABORATORIUM BETON

Laboratorium Beton

Prodi Sipil

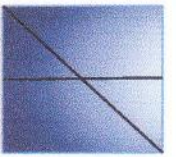
FAKULTAS TEKNIK

UMSI

Jl. Kapten Muktar Basri No. 3 Medan

(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)





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



Jumlah benda uji beton normal untuk 28 hari

Jenis benda uji silinder 15 x 30 cm

No	Benda uji	Campuran			fas	Slump	Tanggal cetak	Tanggal uji	Berat	
		pc	pasir	Batu pecah					cetak	uji
1	I	1	1,38	2,66	0,45	5	01/02/2018	01/03/2018	12.909	12.912
2	II	1	1,38	2,66	0,45	5	01/02/2018	01/03/2018	12.693	12.700
3	III	1	1,38	2,66	0,45	4	03/02/2018	03/03/2018	12.908	12.909
4	IV	1	1,38	2,66	0,45	4	03/02/2018	03/03/2018	12.801	12.804

No	Benda uji	Bahan tambah	Umur /hari	Beban tekan (kg)	Estimasi 28 hari (Mpa)	keterangan
1	I	Normal	28	52500	35,78	
2	II	Normal	28	54500	37,14	
3	III	Normal	28	60000	41,00	
4	IV	Normal	28	58500	39,87	
Kuat tekan rata-rata						38,45

Medan, 25 april 2018

Diperiksa oleh

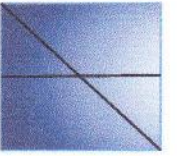
KEPALA LABORATORIUM BETON

Laboratorium Beton



(Ir. Ellyza Chairina, M.Si)

Jl. Kept. Muehri
No. 3 Medan



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



Jumlah benda uji beton filler semen 2% untuk 28 hari

Jenis benda uji silinder 15 x 30 cm

No	Benda uji	Campuran			fas	Slump	Tanggal cetak	Tanggal uji	Berat	
		pc	pasir	Batu pecah					cetak	uji
1	I	1	1,38	2,66	0,45	5	10/02/2018	10/03/2018	12.353	12.354
2	II	1	1,38	2,66	0,45	5	10/02/2018	10/03/2018	12.123	12.123
3	III	1	1,38	2,66	0,45	4,5	10/02/2018	10/03/2018	12.670	12.672
4	IV	1	1,38	2,66	0,45	4,5	10/02/2018	10/03/2018	12.621	12.622

No	Benda uji	Bahan tambah	Umur /hari	Beban tekan (kg)	Estimasi 28 hari (Mpa)	keterangan
1	I	Filler semen 2%	28	37500	25,57	
2	II	Filler semen 2%	28	34500	23,51	
3	III	Filler semen 2%	28	39000	26,58	
4	IV	Filler semen 2%	28	37500	25,57	
Kuat tekan rata-rata						25,31

Medan, 25 april 2018

Diperiksa oleh

KEPALA LABORATORIUM BETON

Laboratorium Beton

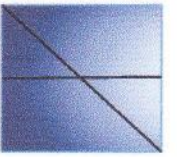
Prodi Sitr

FAKULTAS

7220

Jl. Kapten Muchlis

(Ir. Ellyza chairina, M.Si)



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



Jumlah benda uji beton filler semen 4% untuk 28 hari

Jenis benda uji silinder 15 x 30 cm

No	Benda uji	Campuran			fas	Slump	Tanggal cetak	Tanggal uji	Berat	
		pc	pasir	Batu pecah					cetak	uji
1	I	1	1,38	2,66	0,45	4	12/02/2018	12/03/2018	12.104	12.107
2	II	1	1,38	2,66	0,45	4	12/02/2018	12/03/2018	12.230	12.232
3	III	1	1,38	2,66	0,45	3	12/02/2018	12/03/2018	12.350	12.352
4	IV	1	1,38	2,66	0,45	3	12/02/2018	12/03/2018	12.400	12.404

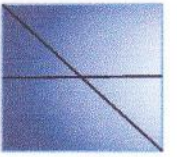
No	Benda uji	Bahan tambah	Umur /hari	Beban tekan (kg)	Estimasi 28 hari (Mpa)	keterangan
1	I	Filler semen 4%	28	40500	27,60	
2	II	Filler semen 4%	28	37500	25,56	
3	III	Filler semen 4%	28	42000	28,62	
4	IV	Filler semen 4%	28	52500	35,78	
Kuat tekan rata-rata						29,39

Medan, 25 april 2018

Diperiksa oleh

KEPALA LABORATORIUM BETON

(Ir. Ellyza chairina, M.Si)



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



Jumlah benda uji beton filler semen 6% untuk 28 hari

Jenis benda uji silinder 15 x 30 cm

No	Benda uji	Campuran			Slump	Tanggal cetak	Tanggal uji	Berat		
		pc	pasir	Batu pecah				cetak	uji	
1	I	1	1,38	2,66	0,45	5	14/02/2018	14/03/2018	12.801	12.806
2	II	1	1,38	2,66	0,45	5	14/02/2018	14/03/2018	12.563	12.564
3	III	1	1,38	2,66	0,45	4	14/02/2018	14/03/2018	12.582	12.582
4	IV	1	1,38	2,66	0,45	4	14/02/2018	14/03/2018	12.669	12.672

No	Benda uji	Bahan tambah	Umur /hari	Beban tekanan (kg)	Estimasi 28 hari (Mpa)	keterangan
1	I	Filler semen 6%	28	3000	2,04	
2	II	Filler semen 6%	28	4500	3,07	
3	III	Filler semen 6%	28	3000	2,04	
4	IV	Filler semen 6%	28	4500	3,07	
Kuat tekan rata-rata						
2,55						

Medan, 25 april 2018

Diperiksa oleh

KEPALA LABORATORIUM BETON
LABORATORIUM Beton

Proff.
FAKULTAS
Jl. Kapten Muechlis

(Ir. Ellyza charma, M.Si)

FOTO DOKUMENTASI





Foto Alat



BAHAN PENELITIAN



Agregat kasar (Batu Pecah Binjai)



Agregat halus (pasir binjai)



Semen padang (bahan pengikat)



Serbuk biji salak





Stelah di lakukn pencampuran (setelah mix)



Tempat perendaman



Pengujian slump test



Hasil slump test





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

Lembar Asistensi

Nama : DEWI SRI RAHAYU

NPM : 1407210226

Judul : Pengaruh penambahan serbuk biji salak sebagai filler semen terhadap kuat tekan beton.

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
1.	27-12-17	* ULANGI PEMERIKSAAN DASAR O/ MIX DESIGN ! . ! * BUAT BAB I + II .	
2.	19-01-18	* CEK HASIL BJ ; KADAR AIR + ANALISA SARINGAN ! * BUAT TREATMENT LIMBAH ! * LANJUTKAN LAPORAN !	
3.	24-01-18	* BUAT MIX DESIGN ! . ! * BUAT PROPORSI B. UJI ! * BUAT / HITUNG O/TAP = B. UJI TAP MATERIAL !	
4.	23-02-18	* BUAT TREATMENT BIJI SALAK ! * BUAT TOLAK UKUR / STANDARD PEMERIKSAAN ! * BACA PEDOMAN PENULISAN TA !	

PEMBIMBING 1

(Ir. ELLYZA CHARINA, Msi.)



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

Lembar Asistensi

Nama : DEWI SRI RAHAYU

NPM : 1407210226

Judul : Pengaruh penambahan serbuk biji salak sebagai filler semen terhadap kuat tekan beton.

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
5	4-04-'18	* LAKSANAKAN PEMBOATAN B. UJI! * CEK HASIL KUAT TEKAN! * TABULASI PERHITUNGAN KUAT TEKAN! * CEK PENGARUH BIJI SALAK!	
6	17-4-'18	* CEK HASIL KUAT TEKAN KEMBALI! * HITUNG PERSENTASI PENURUNAN AKIBAT BIJI SALAK! * PERBAIKI KESIMPULAN (JAWABAN RUJUAN) & SARAN (JAWABAN / SOLUSI DARI KESIMPULAN)!	
7	24-4-'18	* LENGKAPI KESELUROHAN TA!	
6	25-4-'18	* ACC !, SIAP U/DISEMBAHKAN.	

PEMBIMBING 1

(Ir. ELLYZA CHARINA, Msi.)



Lembar Asistensi

Nama : DEWI SRI RAHAYU

NPM : 1407210226

Judul : Pengaruh penambahan serbuk biji salak sebagai filler semen terhadap kuat tekan beton

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
1.	12 April 2018	<ul style="list-style-type: none">- Tolong cari informasi tentang peraturan SNI yang terbaru. (pembuatan beton)- Tolong di perbaiki yang ada di tulis pensil.- Ada ^{buku} lembar praktik di laboratorium → ok- Ada dokumentasi kegiatan praktik / eksperimen dgn benda uji	<p>ok A -</p> <p>ok . f .</p> <p>ok .</p>
2.	17 April 2018	<ul style="list-style-type: none">- Lanjutkan UTK Seminar	<p>ok .</p> <p>ok .</p>

PEMBIMBING II

(SRI PRAFANTI ST.MT)

SURAT PENGAJUAN PEMINJAMAN
PERALATAN LABORATORIUM
OLEH MAHASISWA

Kepada Yth : Bapak/Ibu Ketua Program Studi Teknik Sipil
Bapak/Ibu Kepala Laboratorium Beton
Program Studi Teknik Sipil

Assalamualaikum Wr. Wb.

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : DEWI SRI RAHAYU

NPM : 1407210226

Mengajukan permohonan peminjaman peralatan laboratorium Program Studi Teknik Sipil untuk melakukan pengujian (skripsi/penelitian) di :

Laboratorium : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Waktu peminjaman : Desember 2017-April 2018

Peralatan yang dipinjam : -saringan

- pan

-timbangan

-cetakan pembuatan benda uji

-mesin molen

-alat penguji kuat tekan. dll

Demikian surat ini diperbuat, atas perhatian dan izin memberikan peminjamannya saya ucapkan terima kasih.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Mengetahui
Dosen Pembimbing


Ir. ELLYZA CHAIRINA.Msi

Medan, 29 Januari 2018
Pemohon


DEWISRI RAHAYU

Catatan
Proses penelitian
di Lab. berlaku utl
4 bulan sejak
05-Feb-2018

Menyetujui
Ketua Program Studi Teknik Sipil



(Dr. ADE FAISAL, ST, MSc)

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap :DEWI SRI RAHAYU
Panggilan :DEWI
Tempat, Tanggal Lahir :Rimo, 2 September 1997
Jenis Kelamin :Perempuan
Alamat :JL.gunung sinabung no.30

Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah :USULUDDIN
Ibu :SAIBAH
No. HP :0823-6475-4448
E-mail :rambancin@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa :1407210226
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi :Jl. Kapten Muchtar Basri BA. No. 3 Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
1	Sekolah Dasar	SD NEGERI 2 RIMO	2008
2	SMP	SMPN 1 GUNUNG MERIAH	2011
3	SMA	SMKN 1 GUNUNG MERIAH	2014
4	Melanjutkan Kuliah Di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2014		