

TUGAS AKHIR

**EVALUASI FAKTOR AIR SEMEN DENGAN
MEMANFAATKAN BIJI DURIAN SEBAGAI *FILLER*
PADA AGREGAT HALUS
(*Studi Penelitian*)**

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

Disusun Oleh:

**MUHAMMAD YUDHA PRATAMA SIREGAR
1407210122**



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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Muhammad Yudha Pratama Siregar

Tempat /Tanggal Lahir : Medan/ 11 November 1996

NPM : 1407210122

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

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

“Evaluasi Faktor Air Semen dengan Memanfaatkan Biji Durian Sebagai *Filler* pada Agregat Halus”.

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, 28 September 2018



Saya yang menyatakan,

Muhammad Yudha Pratama Siregar

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Yudha Pratama Siregar

NPM : 1407210122

Program Studi : Teknik Sipil

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

Bidang Ilmu : Struktur.

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

Medan, 20 September 2018

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I/Penguji

Ir. Ellyza Chairina, MSi

Dosen Pembimbing II/Penguji

Tondi Amirsyah Putera, ST, MT

Dosen Pembanding I/Penguji

Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, MSc

Dosen Pembanding II/Penguji

Dr. Ade Faisal, ST, MSc



Program Studi Teknik Sipil
Ketua,

Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST, MSc

ABSTRAK

EVALUASI FAKTOR AIR SEMEN DENGAN MEMANFAATKAN BIJI DURIAN SEBAGAI *FILLER* PADA AGREGAT HALUS

Muhammad Yudha Pratama Siregar

1407210122

Ir. Ellyza Chairina, MSi

Tondi Amirsyah Putera, ST, MT

Indonesia adalah negara tropis yang memiliki keanekaragaman buah-buahan dengan durian sebagai salah satu komoditas tanaman buah yang sangat terkenal di Asia tenggara terutama Indonesia. Berdasarkan hal tersebut penelitian kali ini menggunakan biji durian sebagai bahan tambah untuk campuran beton dengan nilai persentase penambahan sebesar 2,5%, 5%, dan 7,5% yang diharapkan dapat memberikan nilai guna dan ekonomis pada limbah yang tidak terpakai. Dengan menggunakan 3 FAS yaitu 0,45, 0,50, dan 0,55 yang bertujuan untuk mengetahui kuat tekan maksimum dari ketiga faktor air semen yang digunakan serta pengaruh penambahan biji durian sebagai bahan tambah pada pasir untuk campuran beton. Adapun hasil penelitian yang diperoleh dari perbandingan beton normal dan beton dengan *filler* biji durian diperoleh kuat tekan optimum pada penambahan *filler* biji durian sebanyak 5% dengan nilai peningkatan 15,78% dengan menggunakan FAS 0,50. Adapun pengaruh penambahan biji durian sebagai *filler* pada agregat halus untuk campuran beton terdapat pada berkurangnya jumlah pasir yang dipakai untuk nomer saringan 50 dalam proses pembuatan beton karena adanya bahan tambah berupa biji durian. Hal ini menyebabkan terjadinya perbedaan jumlah pasir untuk nomer saringan 50 disetiap variasi campurannya semen

Kata kunci: Beton, *filler*, biji durian, FAS, kuat tekan beton.

ABSTRACT

EVALUATION OF CEMENT WATER FACTORS BY USING DURIAN SEEDS AS A FILLER IN FINE AGGREGATE

Muhammad Yudha Pratama Siregar

1407210122

Ir. Ellyza Chairina, MSi

Tondi Amirsyah Putera, ST, MT

Indonesia is a tropical country that has a diversity of fruits with durian as one of the most popular fruit crops in Southeast Asia, especially Indonesia. Based on this research, this time using durian seeds as added material for concrete mixtures with an additional percentage value of 2.5%, 5%, and 7.5% which is expected to provide useful and economical value on unused waste. By using 3 FAS namely 0.45, 0.50, and 0.55 which aims to determine the maximum compressive strength of the three cement water factors used and the effect of adding durian seeds as added material to the sand for concrete mixtures. The results obtained from the comparison of normal and concrete concrete with durian seed filler obtained the optimum compressive strength in the addition of durian seed filler as much as 5% with an increase in value of 15.78% by using FAS 0.50. The effect of adding durian seeds as a filler on fine aggregates for concrete mixtures is found in the reduced amount of sand used for the 50 filter number in the concrete manufacturing process because of the added material in the form of durian seeds. This causes a difference in the amount of sand for the 50 filter number in each variation of the cement mixture

Keywords: Concrete, filler, durian seeds, FAS, concrete compressive strength.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada 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 “Evaluasi Faktor Air Semen dengan Memanfaatkan Biji Durian Sebagai *Filler* pada Agregat Halus” 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, MSi selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Tondi Amirsyah Putera, 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, MSc selaku Dosen Pembimbing I sekaligus Ketua Prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Dr. Ade Faisal, ST, MSc selaku Dosen Pembimbing II, yang telah banyak memberikan koreksi serta masukan kepada penulis.
5. Bapak Munawar Alfansuri 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: Bapak Ahmad Ermansyah Siregar dan Ibu Asmidah Nasution yang telah bersusah payah membesarkan dan memberikan dukungan baik moril maupun materil serta doa-doa terbaik yang tidak putus hingga hari ini.

8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Adik-adikku tersayang Rury Ariska Siregar, dan Daffa Ulhaq Siregar yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Sahabat-sahabat penulis: Nirma Rahmadia, Yuwinda Artika, Retno Sri Ayu Ningsih, Sri Wahyunita, Ridho Noprianto, Reza Suhwandi Harahap, M. Iqbal Hanafi, Yogi Ismayadi dan Keluarga Besar Teknik Sipil B 1 pagi, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.

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, 28 September 2018

Muhammad Yudha Pratama Siregar

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.Tujuan Penelitian	2
1.3.Rumusan Masalah	3
1.4.Batasan Masalah	3
1.5. Sistematika Pembahasan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Pengertian Beton	5
2.2. Semen	6
2.3. Agregat Haus	8
2.3.1. Agregat Halus	8
2.3.2. Agregat Kasar	11
2.4. Air	14
2.5. Limbah Biji Durian	16
2.6. Perencanaan Pembuatan Campuran Beton Standar Menurut SNI 03-2834-2000	18
2.7. <i>Slump Test</i>	30
2.8. Perawatan Beton (<i>curing</i>)	31
2.9. Pengujian Kuat Tekan Beton	32
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	33
3.1. Bagan Alir Penelitian	33
3.1.1. Metodologi Penelitian	33
3.2. Tempat dan Waktu Penelitian	36
3.3. Bahan dan Peralatan	36
3.3.1. Bahan	36
3.3.2. Peralatan	37
3.4. Persiapan Penelitian	37
3.5. Pemeriksaan Agrgat	37

3.6. Pemeriksaan Agregat Halus	37
3.6.1. Kadar Air Agregat Halus	38
3.6.2. Kadar Lumpur Agregat Halus	38
3.6.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	39
3.6.4. Berat Isi Agregat Halus	40
3.6.5. Aalisa Saringan Agregat Halus	41
3.7. Pemeriksaan Agregat Kasar	44
3.7.1. Kadar Air Agregat Kasar	45
3.7.2. Kadar Lumpur Agregat Kasar	45
3.7.3. Berat Jenis Penyerapan Agregat Kasar	46
3.7.4. Berat Isi Agregat Kasar	46
3.7.5. Analisa Saringan Agregat Kasar	48
3.7.6. Keausan Agregat Dengan Mesin <i>Los Angeles</i>	51
3.8. Perencanaan Campuran Beton	52
3.9. Pelaksanaan Penelitian	53
3.9.1. <i>Mix Design</i>	53
3.9.2. Pembuatan Benda Uji	53
3.9.3. Pengujian <i>Slump</i>	53
3.9.4. Perawatan Beton	53
3.9.5. Pengujian Kuat Tekan	53
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	55
4.1. Perencanaan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>)	55
4.1.1. Data-Data Campuran Beton	55
4.2. Pembuatan Benda Uji	65
4.3. <i>Slump Test</i>	66
4.4. Kuat Tekan Beton	67
4.4.1. Kuat Tekan Beton Normal	68
4.4.2. Kuat Tekan Beton Campuran Biji Durian 2,5%	69
4.4.3. Kuat Tekan Beton Campuran Biji Durian 5%	70
4.4.4. Kuat Tekan Beton Campuran Biji Durian 7,5%	71
4.5. Pembahasan	73
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	80
5.1. Kesimpulan	80
5.2. Saran	81
DAFTAR PUSTAKA	82
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi bahan pembentuk beton	6
Tabel 2.2	Jenis semen <i>portland</i> di Indonesia sesuai SII 0013-81	7
Tabel 2.3	Batas gradasi agregat halus	9
Tabel 2.4	Batas gradasi agregat kasar	12
Tabel 2.5	Kandungan zat kimia yang diizinkan	16
Tabel 2.6	Komposisi kimia biji durian	17
Tabel 2.7	Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia	19
Tabel 2.8	Tingkat mutu pekerjaan pembetonan	19
Tabel 2.9	Perkiraan kekuatan tekan (MPa) beton dengan faktor air semen dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia	20
Tabel 2.10	Perkiraan kadar air bebas (Kg/m ³) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton	22
Tabel 2.11	Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus	23
Tabel 2.12	Ketentuan untuk beton yang berhubungan dengan air tanah mengandung sulfat	24
Tabel 2.13	Ketentuan minimum untuk beton bertulang kedap air	26
Tabel 2.14	Toleransi waktu agar pengujian kuat tekan tidak keluar dari batasan waktu yang telah ditoleransi	32
Tabel 3.1	Data-data hasil penelitian kadar air agregat halus	38
Tabel 3.2	Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat halus	39
Tabel 3.3	Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat halus	39
Tabel 3.4	Data-data hasil penelitian berat isi agregat halus	41
Tabel 3.5	Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat halus	41
Tabel 3.6	Data-data hasil penelitian kadar air agregat kasar	45
Tabel 3.7	Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat kasar	46
Tabel 3.8	Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat kasar	46
Tabel 3.9	Data-data hasil penelitian berat isi agregat kasar	48
Tabel 3.10	Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat kasar	49
Tabel 3.11	Data-data dari hasil pengujian keausan agregat	52
Tabel 4.1	Data-data pemeriksaan dasar	55
Tabel 4.2	Perencanaan campuran beton FAS 0,45	56
Tabel 4.3	Perencanaan campuran beton FAS 0,50	57
Tabel 4.4	Perencanaan campuran beton FAS 0,55	58
Tabel 4.5	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan untuk 1 benda uji	60
Tabel 4.6	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan Dalam 1 benda uji	61
Tabel 4.7	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan	62
Tabel 4.8	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan	

	untuk 16 benda uji	63
Tabel 4.9	Banyak semen yang dibutuhkan untuk 48 benda uji	64
Tabel 4.10	Banyak air yang dibutuhkan untuk 48 benda uji	65
Tabel 4.11	Hasil pengujian nilai <i>slump</i>	67
Tabel 4.12	Hasil pengujian kuat tekan beton normal	68
Tabel 4.13	Hasil pengujian kuat tekan beton campuran biji durian 2,5%	69
Tabel 4.14	Hasil pengujian kuat tekan beton campuran biji durian 5%	70
Tabel 4.15	Hasil pengujian kuat tekan beton campuran biji durian 7,5%	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Daerah gradasi pasir kasar	9
Gambar 2.2	Daerah gradasi pasir sedang	10
Gambar 2.3	Daerah gradasi pasir agak halus	10
Gambar 2.4	Daerah gradasi pasir halus	11
Gambar 2.5	Batas gradasi agregat kerikil atau koral Maksimum 10 mm	13
Gambar 2.6	Batas gradasi agregat kerikil atau koral Maksimum 20 mm	13
Gambar 2.7	Batas gradasi agregat kasar	14
Gambar 2.8	Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton	20
Gambar 2.9	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm	26
Gambar 2.10	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm	26
Gambar 2.11	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm	27
Gambar 2.12	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton	28
Gambar 3.1	Tahapan singkat penelitian yang dilaksanakan	34
Gambar 3.1	Tahapan singkat penelitian yang dilaksanakan	34
Gambar 3.2	Grafik gradasi agregat halus (zona 2)	44
Gambar 3.3	Grafik gradasi agregat kasar diameter maksimum 40 mm	51
Gambar 4.1	Beban tekan pada benda uji silinder	67
Gambar 4.2	Grafik kuat tekan beton pada umur 28 hari FAS 0,45	72
Gambar 4.3	Grafik kuat tekan beton pada umur 28 hari FAS 0,50	72
Gambar 4.4	Grafik kuat tekan beton pada umur 28 hari FAS 0,55	73
Gambar 4.5	Persentase perbandingan nilai kuat tekan beton normal dengan beton yang menggunakan <i>filler</i> biji durian FAS 0,55	76
Gambar 4.6	Persentase perbandingan nilai kuat tekan beton normal dengan beton yang menggunakan <i>filler</i> biji durian FAS 0,50	76
Gambar 4.7	Persentase perbandingan nilai kuat tekan beton normal dengan beton yang menggunakan <i>filler</i> biji durian FAS 0,55	76
Gambar 4.8	Penurunan jumlah semen pada setiap variasi campuran	77

DAFTAR NOTASI

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

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Beton merupakan bahan yang banyak digunakan dan menjadi unsur utama pada bangunan. Kelebihan beton antara lain memiliki kuat desak yang tinggi dibanding kuat tariknya, mudah dibentuk, tidak memerlukan perawatan khusus, bahan yang mudah didapat dari alam sekitar, dan lebih awet dibandingkan bahan bangunan lain. Semakin banyak beton digunakan sebagai bahan penyusun struktur beton, maka mendorong penelitian untuk mengembangkan material maupun cara pembuatan beton.

Salah satu penelitian yang dilakukan adalah dengan memanfaatkan berbagai limbah yang terbuang. Diantaranya adalah “Kajian Eksperimental Penggunaan Limbah Biji Karet Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Beton Ringan Kombinasi Pasir Tulung Selapan Dan Conplast Wp 421” oleh Evi Heriyani, mahasiswa jurusan teknik sipil, Universitas Sriwijaya. Hasil dari penelitian diperoleh bahwa pada beton yang menggunakan biji karet memiliki berat yang lebih ringan dibandingkan beton normal yang menggunakan koral. Persentase agregat kasar menggunakan biji karet terhadap kuat tekan beton yaitu 2,5%, 5,0% dan 7,5%. Semakin sedikit penggunaan persentase biji karet kuat tekan beton semakin meningkat dan sebaliknya.

Penggunaan kulit durian yang termasuk limbah terbuang pun pernah diteliti sebagai bahan campuran beton yaitu “Pengaruh Penambahan Serat Kulit Durian Terhadap Kuat Tekan Dan Tarik Belah Pada Mutu Beton K-175” oleh Indra Syahrul Fuad, dkk menghasilkan kesimpulan bahwa dari hasil uji kuat tekan beton, beton dengan penambahan kulit durian 0,5%, 1,0%, dan 1,5% mengalami peningkatan sebesar 2,71%, 3,29%, dan 4,97% dibandingkan beton normal, untuk hasil pengujian kuat tarik belah beton dengan penambahan kulit durian sebanyak 0,5%, 1,0%, dan 1,5% mengalami peningkatan sebesar 6,06%, 4,55%, dan 3,03% dibandingkan beton normal.

Indonesia adalah negara tropis yang memiliki keanekaragaman buah-buahan dengan durian sebagai salah satu komoditas tanaman buah yang sangat terkenal di Asia tenggara terutama Indonesia. Durian tumbuh di sekitar garis khatulistiwa hingga ketinggian 800 mdpl. Dari segi struktur, Durian terdiri dari tiga bagian, yaitu bagian dari daging durian sekitar 20-30%, biji durian sekitar 5-15% dan bagian kulit durian sekitar 60-75% (Untung, 2008). Menurut riset dari Badan Pusat Statistik pada tahun 2011, Indonesia mampu mencapai 1.818.949 ton untuk produksi durian dan tentu saja akan menghasilkan limbah durian baik kulit dan biji durian yang tidak sedikit jumlahnya.

Berdasarkan hal tersebut penulis akan melakukan penelitian pada biji durian sebagai bahan tambah untuk campuran beton dengan nilai persentase penambahan sebesar 2,5%, 5%, dan 7,5% yang diharapkan dapat memberikan nilai guna dan ekonomis pada limbah yang tidak terpakai. Penulis menggunakan 3 faktor air semen yaitu 0,45, 0,50, dan 0,55 yang bertujuan untuk mengetahui kuat tekan maksimum dari ketiga faktor air semen yang digunakan. Dari penelitian yang akan dilakukan, penulis akan mencari tahu pengaruh penambahan biji durian sebagai bahan tambah pada pasir untuk campuran beton.

1.2. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh nilai FAS pada campuran beton dengan biji durian yang bervariasi terhadap kuat tekan beton.
2. Untuk mengetahui kuat tekan beton optimum setelah penambahan campuran biji durian pada umur beton 28 hari.
3. Untuk mengetahui pengaruh penambahan biji durian sebagai filler pada pasir untuk campuran beton.

1.3. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh nilai FAS pada campuran beton dengan biji durian yang bervariasi terhadap kuat tekan beton?

2. Bagaimana kuat tekan beton optimum setelah penambahan biji durian pada umur beton 28 hari?
3. Bagaimana pengaruh penambahan biji durian sebagai filler pada agregat halus untuk campuran beton?

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Metode perancangan campuran adukan beton menggunakan metode SNI (Standar Nasional Indonesia).
3. Kuat tekan rencana sebesar 20 MPa, dengan benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
4. Waktu yang direncanakan untuk kuat tekan beton adalah 28 hari, dengan variasi biji durian sebagai filler sebanyak 2,5%, 5,0%, 7,5% dari berat agregat halus dengan jumlah beton pada masing-masing variasi sebanyak 4 buah.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini antara lain adalah sebagai berikut:

1. Secara akademis sebagai ilmu pengetahuan dan proses belajar untuk bahan masukan serta pertimbangan dalam melakukan kajian ilmiah tentang pengaruh penambahan limbah gipsum pada kuat tekan beton.
2. Secara teoritis meningkatkan pemahaman dalam menganalisa data untuk mengetahui kuat tekan beton dari hasil yang dikaji secara umum.
3. Secara praktis dapat mengetahui seberapa kuat pengaruh penambahan limbah gipsum untuk beton.
4. Dan apabila penelitian berhasil, diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan untuk tahap selanjutnya, baik itu penggunaan pelaksanaan di lapangan maupun dilakukan penelitian lebih lanjut kedepannya.

1.6. Sistematika Penulisan

Untuk penulisan tugas akhir dengan judul “Evaluasi Faktor Air Semen dengan Memanfaatkan Biji Durian Sebagai Filler Pada Agregat Halus” ini tersusun dari 5 bab dan tiap-tiap bab terdiri dari beberapa pokok bahasan dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

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

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

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

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

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

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

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

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

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

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Beton

Beton adalah pencampuran semen *portland*, air dan agregat dengan atau tanpa bahan tambah (*admixture*) tertentu. Material pembentuk beton tersebut dicampur merata dengan komposisi tertentu menghasilkan suatu campuran yang homogen sehingga dapat dituang dalam cetakan untuk dibentuk sesuai keinginan. Campuran tersebut apabila dibiarkan akan mengalami pengerasan sebagai akibat reaksi kimia antara semen dan air yang berlangsung selama jangka waktu panjang atau dengan kata lain campuran beton akan bertambah keras sejalan dengan umurnya.

Bahan tambah ialah bahan selain unsur pokok beton (air, semen dan agregat) yang ditambahkan pada adukan beton, sebelum, segera, atau selama pengadukan beton. Tujuannya ialah mengubah satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau setelah mengeras, misalnya mempercepat pengerasan, menambah encer adukan, menambah kuat tekan, menambah daktilitas, mengurangi sifat getas, mengurangi retak-retak pengerasan dan sebagainya (Tjokrodinuljo, 1995).

Beton yang paling padat dan kuat diperoleh dengan menggunakan jumlah air yang minimal konsisten dengan derajat workabilitas yang dibutuhkan untuk memberikan kepadatan maksimal. Derajat kepadatan harus dipertimbangkan dalam hubungannya dengan cara pemadatan dan jenis konstruksi, agar terhindar dari kebutuhan akan pekerjaan yang berlebihan dalam mencapai kepadatan maksimal (Murdock dan Brook, 1991).

Beton dibentuk dari pencampuran bahan batuan yang diikat dengan bahan perekat semen. Bahan batuan yang digunakan untuk menyusun beton umumnya dibedakan menjadi agregat kasar atau kerikil dan agregat halus atau pasir. Agregat halus dan agregat kasar disebut sebagai bahan susun kasar campuran dan merupakan komponen utama beton.

Karakteristik dan kekuatan beton dapat diperkirakan dan ditentukan dari desain atau perencanaan campuran, material penyusun, serta kontrol kualitasnya

secara umum, komposisi bahan pembentuk beton berdasarkan jumlah persentase yang biasanya terdapat pada suatu campuran beton dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1: Komposisi bahan pembentuk beton (Murdock dan Brook, 1991).

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

2.2. Semen

Empat unsur yang paling penting dalam semen adalah:

1. *Trikalsium silikat* (C_3S) atau $3CaO.SiO_3$
2. *Dikalsium silikat* (C_2S) atau $2CaO.SiO_2$
3. *Trikalsium aluminat* (C_3A) atau $3CaO. Al_2O_3$
4. *Tetrakalsium aluminoforit* (C_4AF) atau $4CaO.Al_2O_3.Fe_2O$

Fungsi semen ialah untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang kompak atau padat, selain itu juga untuk mengisi rongga di antara butiran agregat.

Semen *portland* merupakan bubuk halus yang diperoleh dengan menggiling klinker, yang didapat dari pembakaran suatu campuran yang baik dan merata antara kapur dan bahan-bahan yang mengandung silika, alumina dan oksid besi, dengan batu gips sebagai bahan tambah dalam jumlah yang cukup. Bubuk halus ini bila di campur dengan air, selang beberapa waktu dapat menjadi keras dan digunakan sebagai bahan ikat 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 (kerikil) akan terbentuk adukan yang biasa disebut beton. Dalam campuran beton, semen bersama air sebagai kelompok aktif, sedangkan pasir dan kerikil sebagai kelompok pasif adalah kelompok yang berfungsi sebagai pengisi (Tjokrodimulyo, 1995).

Jenis-jenis semen *portland* yang sering digunakan dalam konstruksi serta penggunaannya dicantumkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2: Jenis semen *portland* di Indonesia sesuai SII 0013-81 (Tjokrodimuljo, 1995).

Jenis semen	Syarat kegunaan
Jenis I	Semen <i>portland</i> untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus seperti disyaratkan pada jenis-jenis lain.
Jenis II	Semen <i>portland</i> yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
Jenis III	Semen <i>portland</i> yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi setelah pengikatan terjadi.
Jenis IV	Semen <i>portland</i> yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.
Jenis V	Semen <i>portland</i> yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

Jika semen *portland* dicampur dengan air, maka komponen kapur dilepaskan dari senyawanya. Banyaknya kapur yang dilepas ini sekitar 20% dari berat semen. Kondisi terburuknya adalah terjadi pemisahan struktur yang disebabkan oleh lepasnya kapur dari semen. Situasi ini dapat dicegah dengan suatu mineral silika seperti pozolan. Mineral yang ditambahkan ini bereaksi dengan kapur bila ada uap air membentuk bahan padat yang kuat yaitu kalsium silikat (Nawy, 1990).

Pozolan adalah bahan yang mengandung silika atau senyawanya dan alumina yang tidak mempunyai sifat mengikat seperti semen, tetapi dalam bentuknya yang halus dan dengan adanya air, senyawa tersebut akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida pada suhu kamar membentuk senyawa yang mempunyai sifat seperti semen (SNI 15-0302-2004).

Fungsi pozolan yaitu memberikan panas hidrasi yang rendah, dan meningkatkan ketahanan terhadap sulfat. Panas hidrasi rendah berarti *hardening*

atau pengerasan lambat. Dengan perlambatan pengerasan beton, maka bahan tambah berbasis gipsum dan semen akan memberikan ikatan (*bond*) yang lebih kuat, sehingga beton lebih padat (kompak), sehingga kinerja kuat tekan beton lebih tinggi.

2.3. Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini menempati sebanyak 60% - 80% dari volume mortar dan beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar atau beton.

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 (SNI T-15-1990-03).

Berdasarkan ukuran besar butirnya, agregat yang dipakai dalam adukan beton dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu agregat halus dan agregat kasar.

2.3.1. Agregat Halus

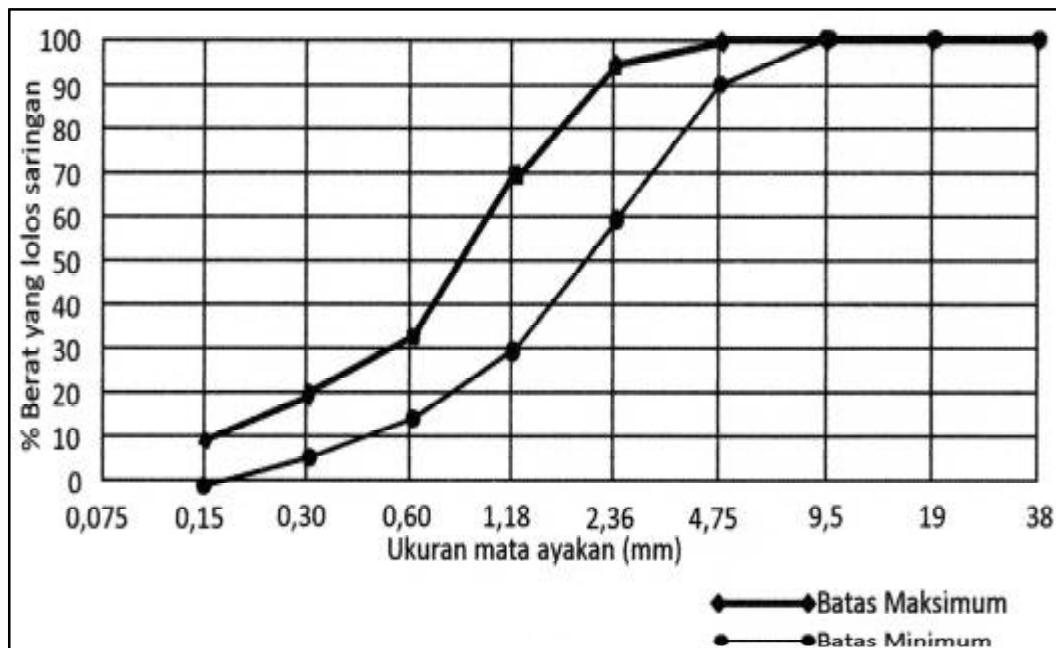
Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butiran sebesar 5 mm. Dalam pemilihan agregat halus harus benar-benar memenuhi persyaratan yang telah ditentukan. Karena sangat menentukan dalam hal kemudahan pengerjaan (*workability*), kekuatan (*strength*) dan tingkat keawetan (*durability*) dari beton yang dihasilkan. Pasir sebagai bahan pembentuk beton bersama semen dan air, berfungsi mengikat agregat kasar menjadi satu kesatuan yang kuat dan padat.

Agregat halus dikelompokkan dalam empat zona (daerah) seperti dalam Tabel 2.3. Tabel tersebut dijelaskan dalam Gambar 2.1 sampai dengan Gambar 2.4 untuk mempermudah pemahaman.

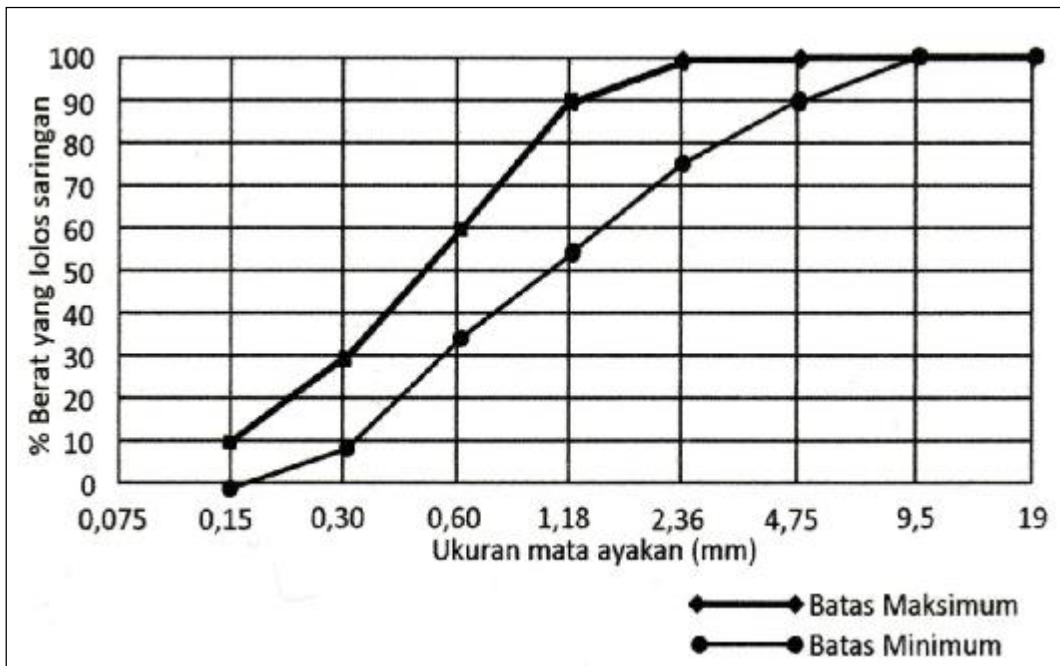
Tabel 2.3: Batas gradasi agregat halus (SNI 03-2834-2000)

Ukuran mata 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

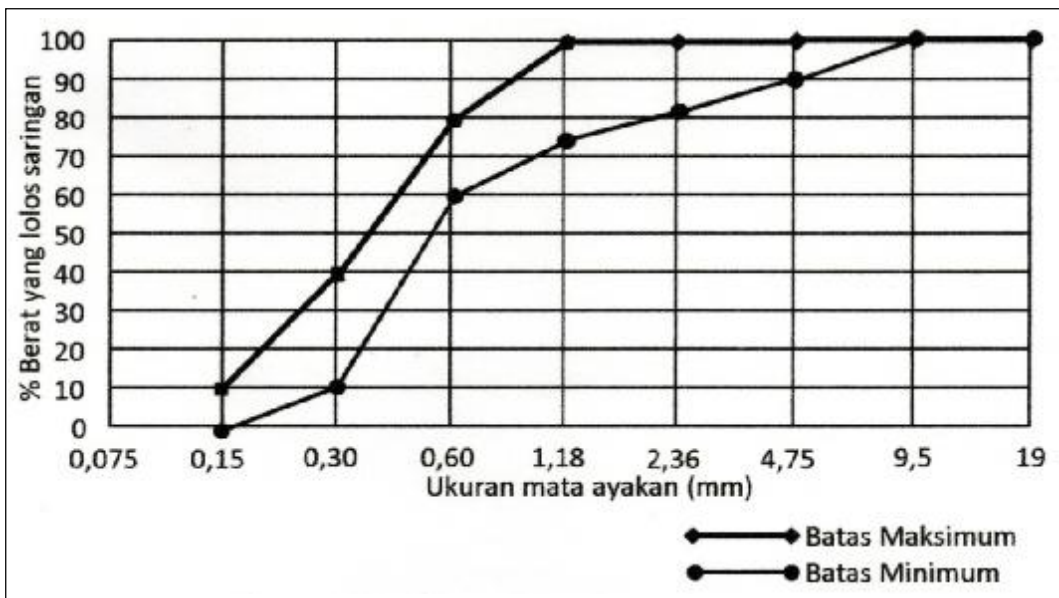
Keterangan: - Daerah gradasi I = Pasir kasar
 - Daerah gradasi II = Pasir sedang
 - Daerah gradasi III = Pasir agak halus
 - Daerah gradasi IV = Pasir halus



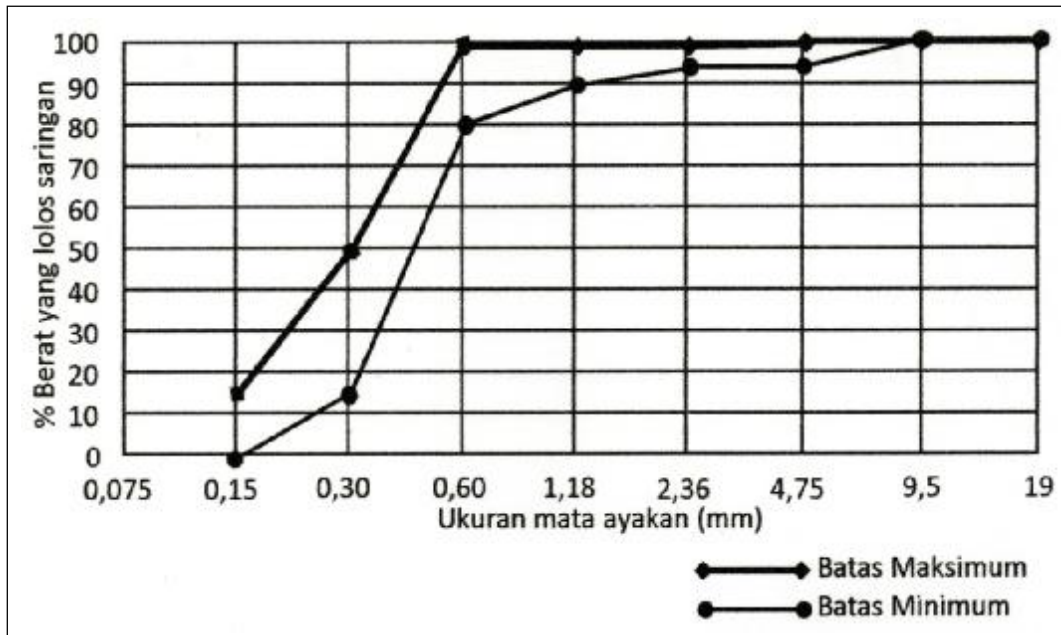
Gambar 2.1: Daerah gradasi pasir kasar.



Gambar 2.2: Daerah gradasi pasir sedang.



Gambar 2.3: Daerah gradasi pasir agak halus.



Gambar 2.4: Daerah gradasi pasir halus.

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

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

2.3.2. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm - 40 mm (SNI 03-2834-2000). Sifat dari agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahanya terhadap disintegrasi beton, cuaca dan efek-efek perusak lainnya. Agregat kasar mineral ini harus bersih dari bahan-bahan organik dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan semen.

Sifat-sifat bahan bangunan sangat perlu untuk diketahui, karena dengan mengetahui sifat dan karakteristik dari bahan tersebut, kita dapat menentukan langkah-langkah yang diambil dalam menangani bahan bangunan tersebut. Sifat-sifat dari agregat kasar yang perlu untuk diketahui antara lain ketahanan (*hardness*), bentuk dan tekstur permukaan (*shape and texture surface*), berat jenis agregat (*specific gravity*), ikatan agregat kasar (*bonding*), modulus halus butir (*finer modulus*), dan gradasi agregat (*grading*).

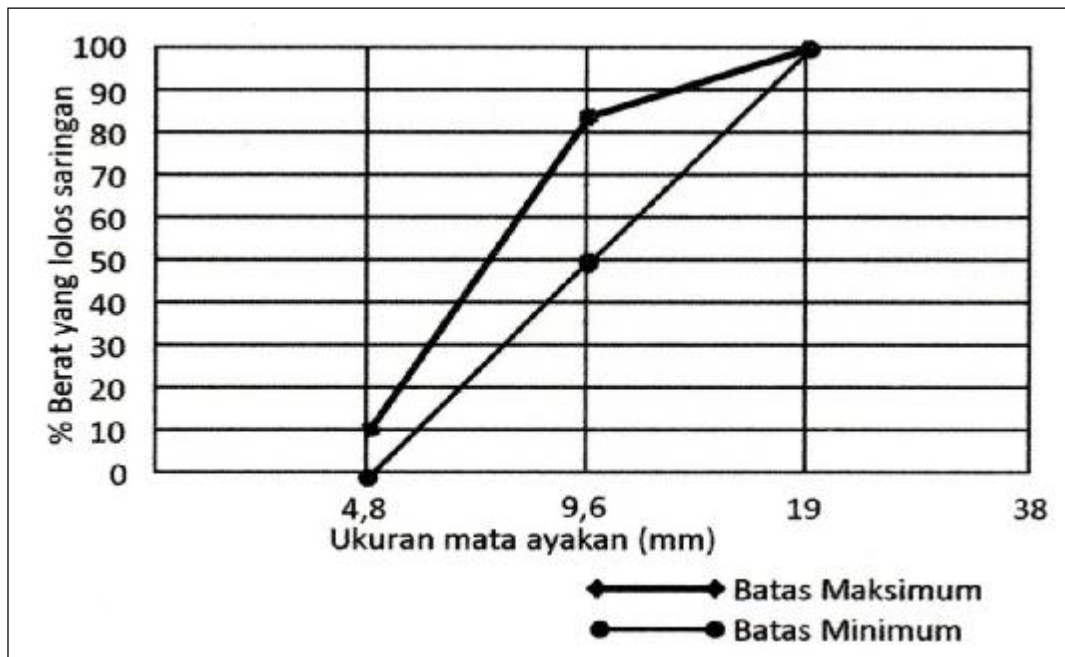
Agregat kasar untuk beton harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% terhadap berat kering. Apabila kadar lumpur melampaui 1% maka agregat kasar harus dicuci.
2. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat reaktif alkali.
3. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan ayakan harus memenuhi syarat-syarat:
 - a. Sisa diatas ayakan 31,5 mm lebih kurang 0% berat total
 - b. Sisa diatas ayakan 4 mm lebih kurang 90% - 98% berat total
 - c. Selisih antara sisa-sisa komulatif diatas dua ayakan yang berurutan adalah maksimum 60% berat total, minimum 10% berat total.
4. Berat butir agregat maksimum tidak boleh lebih dari 1/5 jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan, 1/3 dari tebal plat atau 3/4 dari jarak besi minimum antara tulang-tulangan.

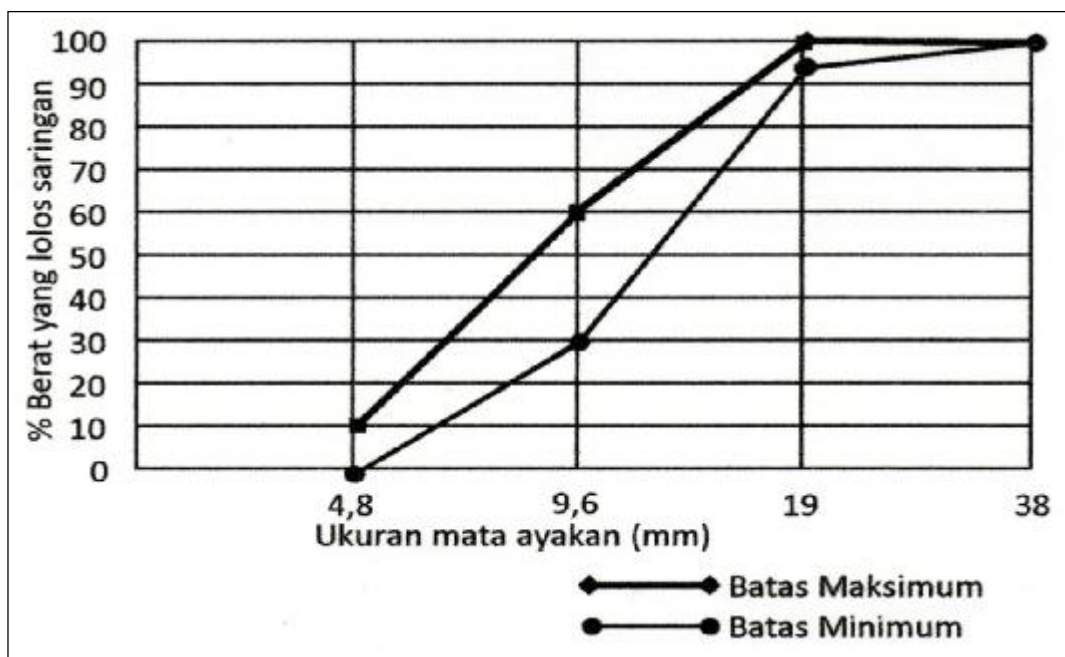
Agregat kasar yang digunakan pada campuran harus memenuhi persyaratan-persyaratan pada Tabel 2.4. Tabel tersebut dijelaskan dalam Gambar 2.5 sampai dengan Gambar 2.7 untuk mempermudah pemahaman.

Tabel 2.4: persyaratan batas-batas susunan besar butir agregat kasar (SNI 03-2834-2000).

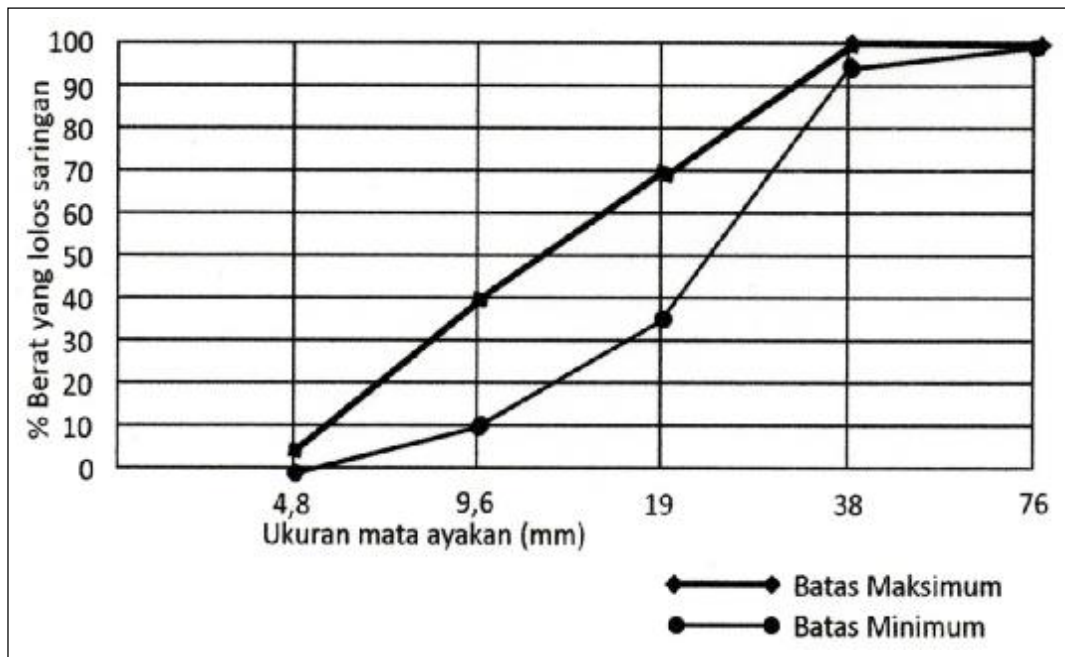
Ukuran mata ayakan (mm)	Persentase berat bagian yang lewat ayakan		
	Ukuran nominal agregat (mm)		
	38 - 4.76	19.0 - 4.76	9.6 - 4.76
38.1	95 - 100	100	
19.0	37 - 70	95 - 100	100
9.52	10 - 40	30 - 60	50 - 85
4.76	0 - 5	0 - 10	0 - 10



Gambar 2.5: Batas gradasi kerikil atau koral maksimum 10 mm.



Gambar 2.6: Batas gradasi kerikil atau koral maksimum 20 mm.



Gambar 2.7: Batas gradasi kerikil atau koral maksimum 40 mm.

Pemeriksaan material agregat kasar ini sesuai dengan standar SNI 03-2834-2000, agregat kasar diteliti terhadap:

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

2.4. 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 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 03-2874-2000, proses pengikatan, pengerasan semen atau hidrasi pada beton akan berjalan dengan baik jika menggunakan air yang memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a. Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan yang merusak seperti bahan yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton dan tulangan.
- b. Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau beton yang didalamnya tertanam logam Aluminium, termasuk air bebas yang terkandung dalam agregat, tidak boleh mengandung ion Klorida dalam jumlah yang membahayakan.
- c. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali ketentuan berikut terpenuhi:
 - Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama.
 - Hasil pengujian pada umur 7 dan 28 hari pada kubus uji mortar yang dibuat dari adukan dengan air yang tidak dapat diminum harus

mempunyai kekuatan sekurangnya sama dengan 90% dari kekuatan benda uji yang dibuat dengan air yang dapat diminum. Perbandingan uji kekuatan tersebut harus dilakukan pada adukan serupa, terkecuali pada air pencampur, yang dibuat dan diuji sesuai dengan Metode uji kuat tekan untuk mortar semen hidrolis (menggunakan spesimen kubus dengan ukuran sisi 50 mm).

Berikut adalah Tabel 2.5 yang menjelaskan tentang konsentrasi maksimum kandungan zat kimia dalam air yang diizinkan:

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

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

2.5. Limbah Biji Durian

Indonesia adalah negara tropis yang memiliki keanekaragaman buah-buahan dengan durian sebagai salah satu komoditas tanaman buah yang sangat terkenal di Asia tenggara terutama Indonesia. Durian tumbuh di sekitar garis khatulistiwa hingga ketinggian 800 m dpl. Dari segi struktur, Durian terdiri dari tiga bagian, yaitu bagian dari daging durian sekitar 20-30 %, biji durian sekitar 5-15 % dan bagian kulit durian sekitar 60-75 % (Untung, 2008). Menurut riset dari Badan Pusat Statistik pada tahun 2011, Indonesia mampu mencapai 1.818.949 ton untuk produksi durian dan tentu saja akan menghasilkan limbah durian baik kulit dan biji durian yang tidak sedikit jumlahnya.

Berdasarkan hal tersebut penulis akan melakukan penelitian pada biji durian sebagai bahan tambah untuk campuran beton yang diharapkan dapat memberikan nilai guna dan ekonomis pada limbah yang tidak terpakai. Adapun sifat kimiawi yang dimiliki biji durian diantaranya:

Tabel 2.6: Komposisi Kimia Biji Durian (*L Ambarita, 2015*).

Komponen	Biji segar dalam 100 gr bahan	Biji yang telah dimasak dalam 100 gr bahan
Kadar air	51,5 gr	51,1 gr
Lemak	0,4 gr	0,2-0,23 gr
Protein	2,6 gr	1,5 gr
Karbohidrat	43,6 gr	46,2 gr
Serat kasar	-	0,7-0,71 gr
Nitrogen	-	0,297 gr
Abu	1,9 gr	1,0 gr
Kalsium	17 mg	39-88,8 mg
Fosfor	68 mg	86,65-87 mg
Zat besi (Fe)	1,0 mg	0,60-64 mg
Sodium	3 mg	-
Potassium	962 mg	-
Beta karoten	250 mg	-
Riboflavin	0,05 mg	0,05-0,052 mg
Thiamin	-	0,03-0,032 mg
Niasin	0,9 mg	0,89-0,9 mg

Biji durian dapat diperoleh pada beberapa daerah yang mempunyai potensi akan adanya buah durian dimana biji durian tersebut menjadi salah satu limbah yang terbengkalai atau tidak dimanfaatkan, yang sebenarnya banyak mengandung nilai tambah. Agar limbah ini dapat dimanfaatkan sebagaimana sifat bahan tersebut dan digunakan dalam waktu yang relatif lama, perlu diproses lebih lanjut, menjadi beberapa hasil yang bervariasi.

Biji durian memiliki kandungan pati yang cukup tinggi. Pati memiliki nama lain yang cukup umum digunakan dan disebut, yaitu amilum. Pati sendiri masih termasuk di dalam jenis karbohidrat kompleks yang tak dapat larut di dalam air. Dengan rupa bubuk putih dan tidak berbau, pati mempunyai rasa tawar. Tumbuhanlah yang menghasilkan pati sebagai bahan utama untuk penyimpanan glukosa yang berlebih yang dimanfaatkan sebagai produk fotosintesis untuk waktu yang lama.

Pati atau amilum dibagi menjadi dua jenis, yakni amilopektin dan amilosa di mana komposisi keduanya tidaklah sama antara satu dengan yang lain. Amilopektin tidaklah mengeluarkan reaksi, sedangkan amilosa pada tes iodine bisa

menghasilkan warna ungu yang cukup pekat. Amilopektin akan memicu adanya sifat lengket, sedangkan amilosa justru yang bersifat keras.

Amilopektin. Tersusun dari monomer α -glukosa atau alfa glukosa, polisakarida satu ini juga diketahui sebagai molekul raksasa yang cukup mudah dijumpai dikarenakan menjadi satu dari dua senyawa yang menyusun pati dan bekerja sama dengan amilosa. Amilopektin berbeda dari amilosa seperti yang sudah dibahas singkat sebelumnya, apalagi kalau dilihat dari segi ciri fisiknya, walaupun memang keduanya disusun dari monomer yang sama. Pada amilopektin ada banyak cabang di setiap 20 mata rantai glukosa di mana 1,4-glikosidik diketahui sebagai ikatannya. Sama halnya seperti amilosa, amilopektin yang tak bisa larut di dalam air ini pembentukannya adalah dari rantai glukosa yang memiliki keterikatan dengan ikatan 1,6-glikosidik.

Amilosa. Polimer ini adalah polisakarida di mana glukosa adalah monomer penyusun polimer dan di setiap monomer terkoneksi dengan ikatan 1,6-glikosidik. Polimer ini tak bercabang dan mirip dengan amilopektin yang berfungsi menjadi bagian penyusun pati. Amilosa berefek keras bagi tepung atau pati dan biasanya dimanfaatkan oleh manusia ketika memasak.

Kandungan glukosa dalam pati biji durian dirasa cukup untuk menambahkan biji durian kedalam campuran beton. Karena bahan tambah berbasis gula merupakan bahan terpilih karena kemampuannya mengikat C-S-H sehingga dapat meningkatkan kekuatan beton dan lebih awet (*durable*).

2.6. 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 dapat dilihat pada Tabel 2.7. Pada tabel ini kita dapat langsung mengambil nilai standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang akan dicetak.

Tabel 2.7: Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia (SNI 03-2834-2000).

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

- Penghitungan nilai tambah/margin (m) ditentukan menggunakan tingkat mutu pekerjaan pembetonan yang dijelaskan pada Tabel 2.8 di bawah ini.

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

Tingkat mutu pekerjaan	S (Mpa)
Memuaskan	2,8
Sangat Baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa Kendali	8,4

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

Kuat tekan rata-rata perlu diperoleh dengan menggunakan Pers. 2.1 di bawah ini:

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

dengan:

f'_{cr} = Kuat tekan rata-rata perlu (MPa).

f'_c = Kuat tekan yang disyaratkan (MPa).

S = Standar deviasi (MPa).

m = Nilai tambah (MPa).

- 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).

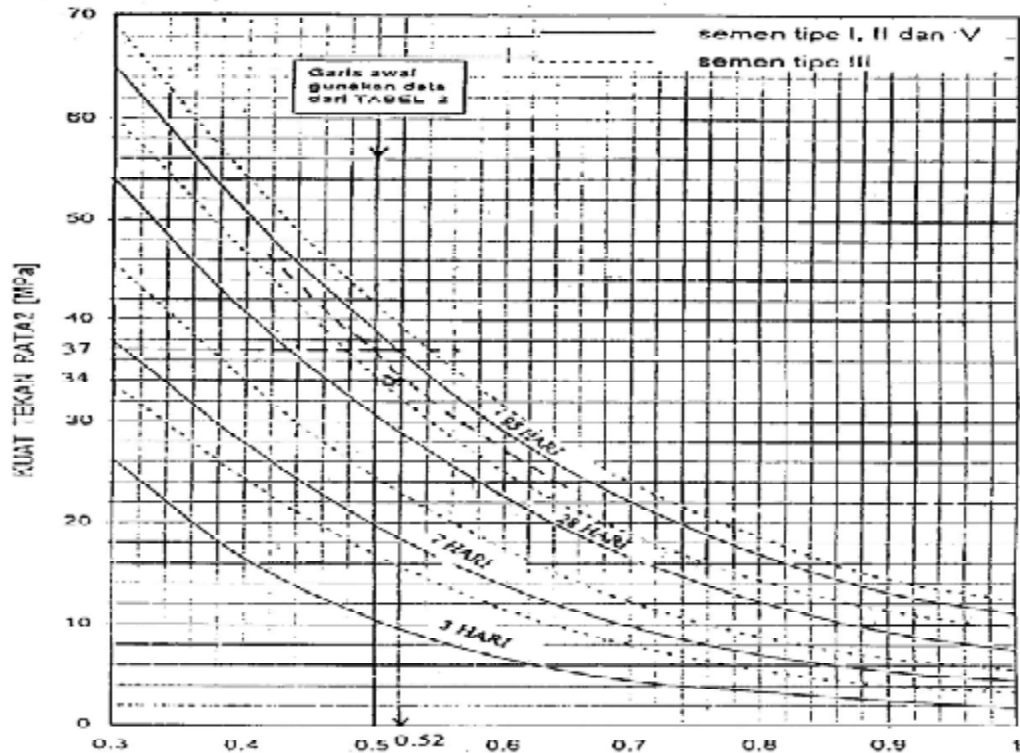
7. Penetapan nilai faktor air semen bebas:

Tabel 2.9: Perkiraan kekuatan tekan (MPa) beton dengan faktor air semen dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia.

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kekuatan tekan (MPa)				Bentuk uji
		Pada Umur (hari)				
		3	7	28	29	Bentuk uji
Semen portland Tipe 1	Batu tak dipecah	17	23	33	40	silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen tahan sulfat Tipe I,II,V	Batu tak dipecah	20	28	40	48	kubus
	Batu pecah	25	32	45	54	
Semen Portland Tipe III	Batu tak dipecah	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecah	25	31	46	53	kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	

Dari tabel 2.9 diketahui untuk jenis agregat kasar, maupun tipe semen untuk kekuatan tekan umur 28 hari yang diharapkan sesuai dengan bentuk benda uji. Harga ini dipakai untuk membuat kurva yang harus diikuti menurut Gambar 2.8 dalam usaha mencari faktor air semen untuk beton yang direncanakan dengan cara berikut ini: Dari titik kekuatan tekan pada umur 28 hari sesuai dengan jenis agregat kasar, jenis semen, dan bentuk benda uji yang digunakan, tarik garis datar hingga memotong garis tengah yang menunjukkan faktor air semen 0,50. Melalui titik potong ini lalu gambarkan kurva yang berbentuk kira-kira sama dengan kurva disebelah atas dan di

sebelah bawahnya (garis putus-putus). Kemudian dari titik kekuatan tekan beton yang dirancang tarik garis datar hingga memotong kurva garis putus-putus tadi. Dari titik potong ini ditarik garis tegak lurus ke bawah hingga memotong sumbu x (absiska) dan baca faktor air semen yang diperoleh.



Gambar 2.8: Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton (Mulyono, 2003).

8. Faktor air semen maksimum dalam hal ini ditetapkan 0,60.
 Dalam hal faktor air semen yang diperoleh dari Gambar 2.8 tidak sama dengan yang ditetapkan. Untuk perhitungan selanjutnya dipakai nilai faktor air semen yang lebih kecil.
9. Penetapan nilai slump.
 Penetapan nilai slump ditentukan, berupa 0-10mm, 10-30mm, 30-60mm atau 60-180 mm.
10. Penetapan besar butir agregat maksimum.
 Penetapan besar butir maksimum agregat pada beton standar ada 3, yaitu 10mm, 20mm atau 40mm.

11. Jumlah kadar air bebas

Kadar air bebas ditentukan pada Tabel 2.10.

Tabel 2.10: 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

Agregat campuran (tak pecah dan dipecah), dihitung dengan menggunakan Pers. 2.2 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 menggunakan Pers. 2.3 di bawah ini:

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

F_{as} = Faktor air per meter kubik beton

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

14. Menentukan jumlah semen semimum mungkin. Dapat dilihat pada Tabel 2.11, 2.12, dan 2.13. Dari ketiga tabel tersebut kita dapat mengambil jumlah semen minimum maupun nilai faktor air semen maksimum menurut kondisi beton yang akan dicetak nantinya.

Tabel 2.11: 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	
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	
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 2.9
Beton yang kontinyu berhubungan:		
a. Air tawar		Lihat Tabel 2.10
b. Air laut		

Tabel 2.12: 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

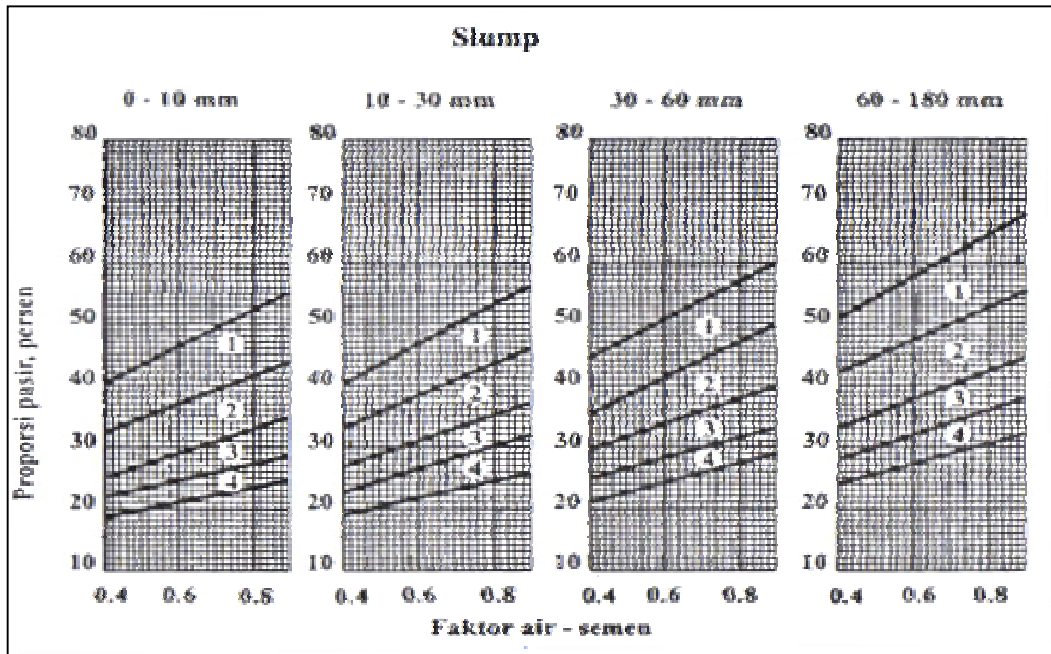
Tabel 2.12: *Lanjutan.*

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

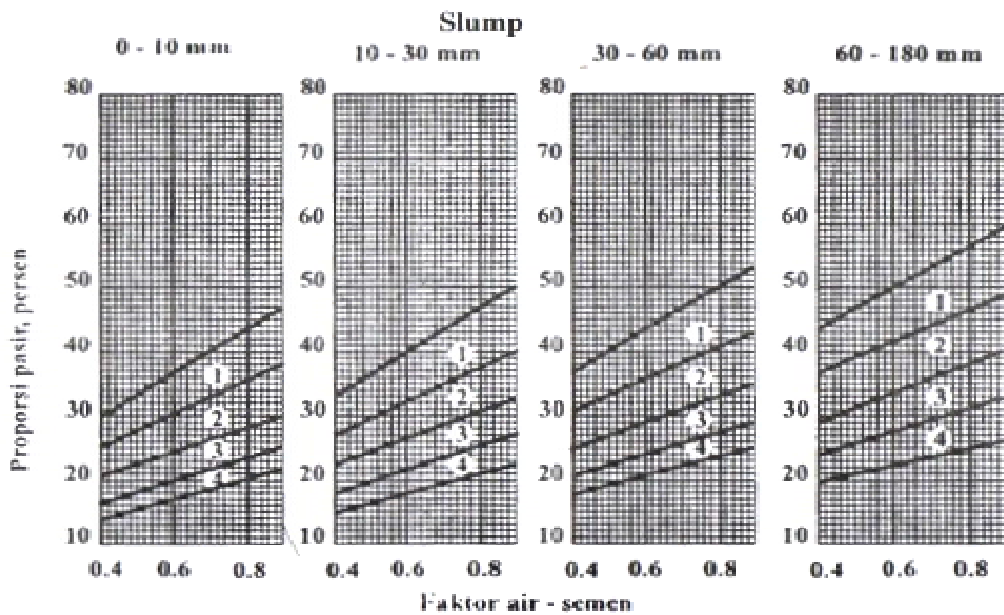
Tabel 2.13: Ketentuan minimum untuk beton bertulang kepad air (SNI 03-2834-2000).

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		

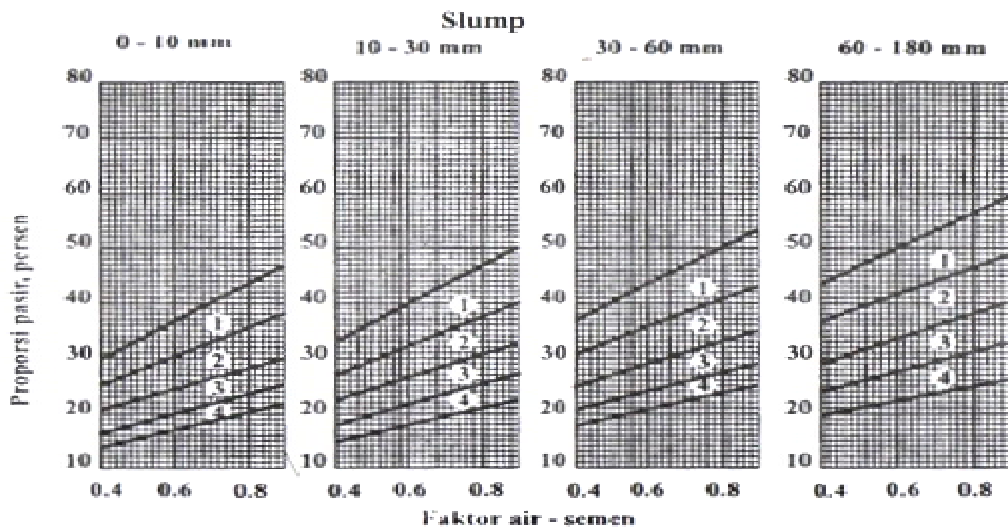
15. Menentukan faktor air semen yang disesuaikan jika jumlah semen berubah karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan), maka faktor air semen harus diperhitungkan kembali.
16. Penetapan jenis agregat halus:
Agregat halus 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 2.2.
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 2.9, Gambar 2.10, dan Gambar 2.11.



Gambar 2.9: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm (SNI 03-2834-2000).



Gambar 2.10: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm (SNI 03-2834-2000).



Gambar 2.11: 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.

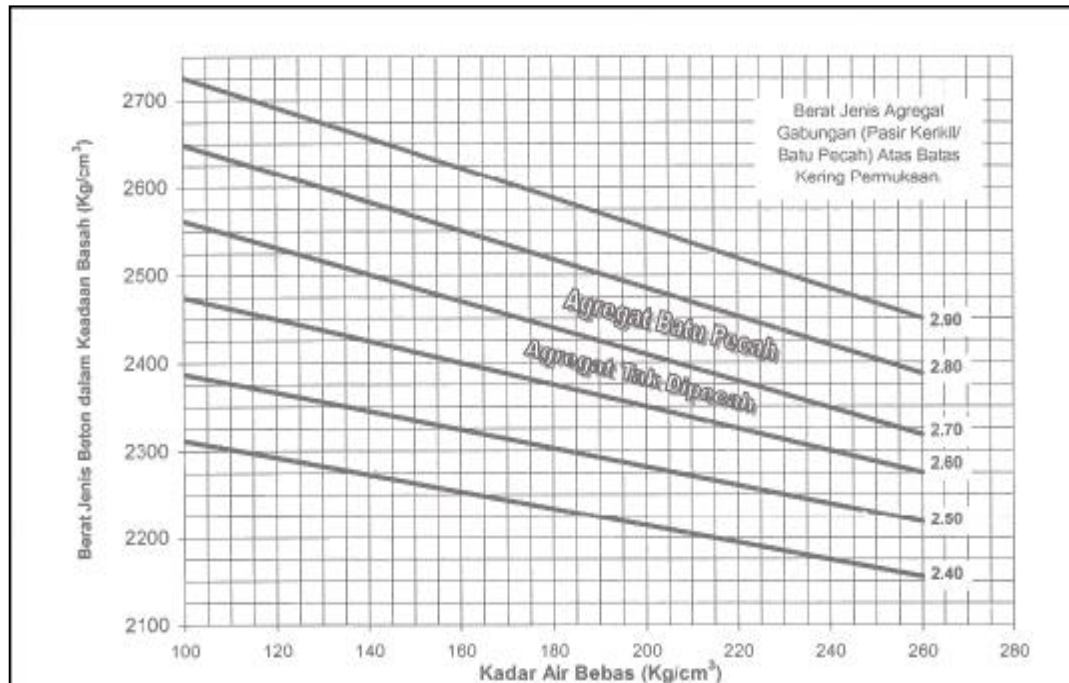
B_{jk} = berat jenis agregat kasar.

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 2.12.



Gambar 2.12: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton (SNI 03-2834-2000).

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).

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 (21) dan (22). Kebutuhan agragat 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. Air
$$= B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100}$$

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

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

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 (%).

2.7. 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.

2.8. Perawatan Beton

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

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

1. *Water (Standar Curing)*

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

2. *Exposed Atmosfer*

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

3. *Sealed* atau *wrapping*

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

4. *Steam Curing* (perawatan uap)

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

5. *Autoclave*

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

2.9. Pengujian Kuat Tekan

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

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

Dimana:

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

P = Beban tekan (kg)

A = Luas penampang (cm^2)

Menurut ASTM C-39 (1993), pengujian kuat tekan beton memiliki toleransi waktu yang telah diatur sedemikian rupa sehingga diharapkan pada saat melakukan pengetesan, tidak melebihi atau kurang dari waktu yang telah ditentukan, sesuai dengan Tabel 2.15.

Tabel 2.14: Toleransi waktu agar pengujian kuat tekan tidak keluar dari batasan waktu yang telah ditoleransikan (ASTM C-39, 1993).

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

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

Estimasi kuat tekan dilakukan terhadap kuat tekan umur 28 hari:

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

Dimana:

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

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

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Bagan Alir Penelitian

3.1.1. Metodologi Penelitian

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

1. Data primer

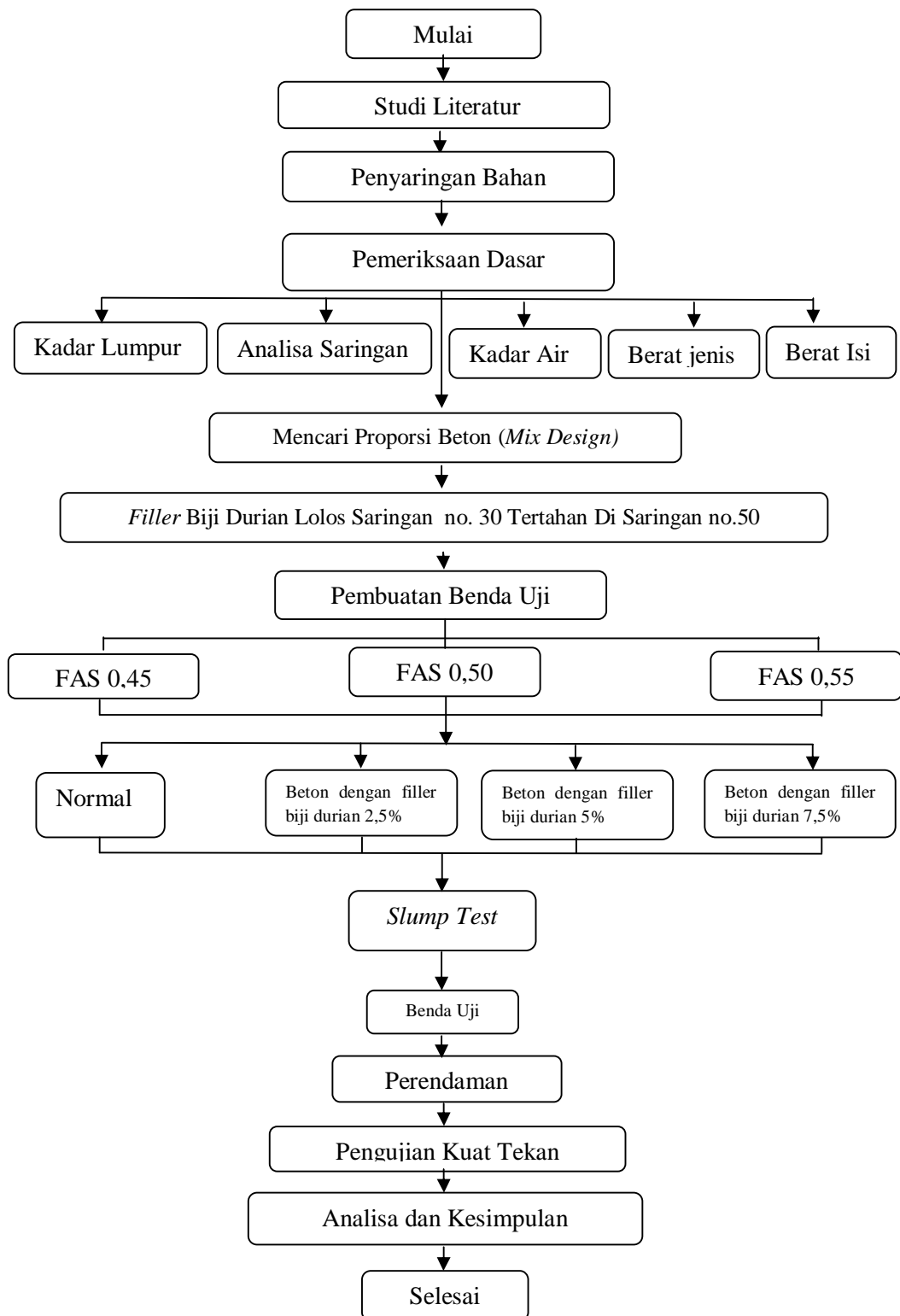
Data yang diperoleh dari hasil perhitungan di laboratorium seperti:

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

2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (literatur) dan konsultasi langsung dengan Kepala Laboratorium Beton di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Data teknis mengenai SNI-03-2834 (1993), PBI (Peraturan Beton Indonesia), ASTM C33 (1985) serta buku-buku atau literatur sebagai penunjang guna untuk memperkuat suatu penelitian yang dilakukan.

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



Gambar 3.1: Tahapan singkat penelitian yang dilaksanakan.

Penelitian dimulai setelah mendapatkan persetujuan secara tertulis dari Ketua prodi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Selanjutnya dilakukan Studi Literatur, seperti mencari referensi pada penelitian terdahulu, informasi kandungan dalam bahan tambahan, nilai persentase yang akan yang digunakan serta acuan dalam melakukan penelitian.

Setelah acuan dalam penelitian ditetapkan yaitu menggunakan SNI 03-2834-2000, mengenai tata cara pembuatan rencana campuran beton normal, selanjutnya dilakukan pemeriksaan dasar yang bertujuan untuk mendapatkan data-data pendukung yang diperoleh dari perhitungan dilaboratorium.

Selanjutnya mencari proporsi beton (*mix design*) sesuai SNI 03-2834-2000, hal ini bertujuan untuk mengetahui proporsi campuran untuk setiap 1 benda uji silinder sesuai dengan faktor-faktor yang disyaratkan guna mencapai kuat tekan yang ditargetkan. *Mix Design* dihitung sebanyak 3 kali karena nilai FAS yang berbeda yaitu 0,45, 0,50, dan 0,55.

Setelah diperoleh proporsi campuran beton kemudian dilakukan penyaringan bahan untuk setiap nomor saringan agregat halus maupun agregat kasar. Penyaringan bahan ini dilakukan untuk memenuhi kebutuhan agregat kasar dan agregat halus yang telah direncanakan dalam *mix design* serta mengacu pada data-data analisa saringan pada pemeriksaan dasar yang lebih dahulu telah dilakukan.

Tahap selanjutnya yaitu, melakukan penyaringan biji durian menggunakan saringan no.30 dan tertahan di no. 50 yang telah terlebih dahulu di keringkan lalu dihaluskan.

Setelah bahan-bahan yang dibutuhkan untuk campuran beton telah diperoleh tahap selanjutnya adalah pembuatan benda uji. Pembuatan benda uji dilakukan sesuai kebutuhan masing-masing FAS yaitu 0,45, 0,50, dan 0,55. Dengan variasi bahan tambahan yang digunakan yaitu beton normal (tanpa bahan tambahan), beton dengan biji durian 2,5%, beton dengan tambahan biji durian 5%, dan beton dengan tambahan biji durian 7,5%. Didalam proses pembuatan beton, setiap adonan terlebih dahulu diuji nilai *slump*. Dimana nilai *slump* yang diperoleh harus memasuki range *slump* yang telah ditetapkan dalam *mix design* yaitu 3-6 cm.

Setelah pengujian *slump* dilakukan, campuran beton selanjutnya dimasukkan kedalam cetakan berbentuk silinder yang telah terlebih dahulu diberi vaselin. Benda uji dapat dilepaskan dari cetakan setelah 24 ± 4 jam dan tidak lebih dari 48 jam dari pencetakan. Selanjutnya dilakukan perendaman sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan sebelumnya yaitu 14 dan 28 hari.

Pada umur mencapai 14 dan 28 hari benda uji kemudian diangkat dari bak perendaman, dan kemudian dilakukan uji kuat tekan beton. Dari hasil pengujian kuat tekan, kita dapat memperoleh data-data yang dibutuhkan sesuai dengan tujuan penelitian.

Dari rangkaian kegiatan penelitian dan data-data kuat tekan serta nilai *slump test* dilakukan analisa data yang selanjutnya dapat diambil kesimpulan. Penelitian selesai dilakukan setelah tujuan dari penelitian didapatkan melalui data-data dan kesimpulan.

3.2. Tempat dan Waktu Penelitian

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

3.3. Bahan dan Peralatan

3.3.1. Bahan

Komponen bahan pembentuk beton yang digunakan yaitu:

a. Semen

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

b. Agregat Halus

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

c. Agregat Kasar

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

d. Air

Air yang digunakan berasal dari PDAM Tirtanadi Medan.

e. Biji durian

Biji durian yang saya gunakan diperoleh dari ucok durian.

3.3.2. Peralatan

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

a. Alat-alat pendukung pengujian material.

b. Timbangan digital.

c. Alat pengaduk beton (*mixer*).

d. Cetakan benda uji berbentuk kubus.

e. Mesin kompres (*compression test*).

3.4. Persiapan Penelitian

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

3.5. Pemeriksaan Agregat

Di dalam pemeriksaan agregat baik agregat kasar maupun agregat halus dilakukan di Laboratorium mengikuti panduan dari SNI 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:

a. Pemeriksaan kadar air.

b. Pemeriksaan kadar lumpur.

- c. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan.
- d. Pemeriksaan berat isi.
- e. Pemeriksaan analisa saringan.

3.6.1. Kadar Air Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 566 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang kadar air agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.1 sehingga diketahui kadar air agregat halus yang diperiksa.

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

Pengujian	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-rata
Berat contoh SSD dan berat wadah (W1)	555	565	560
Berat contoh SSD	500	500	500
Berat contoh kering oven & wadah (W2)	545	554	549
Berat wadah (W3)	55	65	60
Berat air (W1-W2)	11	11	11
Berat contoh kering (W2-W3)	489	489	489
Kadar air $((W1-W2)/(W2-W3)) \times 100\%$	2,249	2,249	2,249

Berdasarkan Tabel 3.1 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar air pada agregat halus yang telah diteliti di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil UMSU, didapat rata-rata kadar air sebesar 2,249%. Percobaan ini dilakukan sebanyak dua kali pengujian, pada contoh pertama, kadar air yang didapat sebesar 2,249%, sedangkan contoh kedua didapat kadar air sebesar 2,249%. Hasil diatas tersebut telah memenuhi standar yang ditentukan yaitu 2%-20%.

3.6.2. Kadar Lumpur Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 117-90 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.2.

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

Pengujian	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-rata
Berat contoh kering : A (gr)	500	500	500
Berat contoh setelah dicuci : B (gr)	478	476	477
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci C (gr)	22	24	23
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (%)	4,4	4,8	4,6

Berdasarkan Tabel 3.2 pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dilakukan dengan mencuci sampel dengan menggunakan air, kemudian disaring dengan menggunakan Saringan No. 200, persentase yang didapat dihitung dari pembagian berat kotoran agregat yang lolos saringan dibagi dengan berat contoh awal contoh, kemudian membuat hasilnya di dalam persentase. Dari percobaan ini didapat persentase kadar lumpur untuk sampel yang pertama sebesar 4,4%, dan sampel kedua sebesar 4,8%. Maka, untuk mengambil nilai kadar lumpur diambil dari rata-rata pengujian yakni sebesar 4,6%.

3.6.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 128-88 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang berat jenis dan penyerapan agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.3 sehingga diketahui berat jenis dan penyerapan agregat halus yang diperiksa.

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

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
-----------	----------	----------	-----------

Berat contoh SSD kering permukaan jenuh (B)	500	500	500
Berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan (E)	491	492	491,5

Tabel 3.3: *Lanjutan.*

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat piknometer penuh air (D)	695	697	696
Berat contoh SSD dalam piknometer penuh air (C)	996	998	997
Berat jenis contoh kering $E/(B+D-C)$	2,467	2,472	2,469
Berat jenis contoh SSD $B/(B+D-C)$	2,512	2,512	2,512
Berat jenis contoh semu $E/(E+D-C)$	2,584	2,575	2,580
Penyerapan $((B-E)/E) \times 100\%$	1,833	1,626	1,729

Berdasarkan Tabel 3.3 menjelaskan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU sehingga dapat diketahui nilai berat jenis maupun penyerapan. Pada Tabel 3.3 terlampir 3 macam berat jenis, yakni berat jenis contoh semu, berat jenis SSD, dan berat jenis contoh semu. Berat jenis agregat terpenuhi apabila nilai Berat Jenis Contoh Kering < Berat Jenis SSD < Berat Jenis Contoh Semu dengan nilai rata-rata $2,469 \text{ gr/cm}^3 < 2,512 \text{ gr/cm}^3 < 2,580 \text{ gr/cm}^3$ dan nilai penyerapan rata-rata sebesar 1,729%. 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 ASTM C 29 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang berat isi agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.4 sehingga diketahui berat isi agregat halus yang diperiksa.

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

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

Berdasarkan Tabel 3.4 menjelaskan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik UMSU didapat hasil berat isi agregat halus dengan rata-rata sebesar 1,332 gr/cm³. Hasil ini didapat dari rata-rata kedua contoh, yang berdasarkan perbandingan nilai berat contoh yang didapat dengan volume wadah yang dipakai dalam percobaan.

3.6.5. Analisa Saringan Agregat Halus

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

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

No. Saringan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Total Berat (gr)	%	Tertahan	Lolos
9.50 (No 3/8 in)	0	0	0	0	0	100
4.75 (No. 4)	88	50	138	6,57	6,57	93,43
2.36 (No. 8)	44	40	84	4,00	10,57	89,43

1.18 (No.16)	173	63	236	11,24	21,81	78,19
0.60 (No. 30)	235	380	615	29,29	51,10	48,90
0.30 (No. 50)	200	310	510	24,29	75,38	24,62

Tabel 3.5: *Lanjutan.*

No Saringan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Total Berat (gr)	%	Tertahan	Lolos
0.15 (No. 100)	217	187	404	19,24	94,62	5,38
Pan	43	70	113	5,38	100,00	0,00
Total	1000	1100	2100	100		

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

Total berat pasir = 2100 gram

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$\text{No.4} = \frac{138}{2100} \times 100\% = 6,57 \%$$

$$\text{No.8} = \frac{84}{2100} \times 100\% = 4,00 \%$$

$$\text{No.16} = \frac{236}{2100} \times 100\% = 11,24 \%$$

$$\text{No.30} = \frac{615}{2100} \times 100\% = 29,29 \%$$

$$\text{No.50} = \frac{510}{2100} \times 100\% = 24,29 \%$$

$$\text{No.100} = \frac{404}{2100} \times 100\% = 19,24 \%$$

$$\text{Pan} = \frac{113}{2100} \times 100\% = 5,38 \%$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

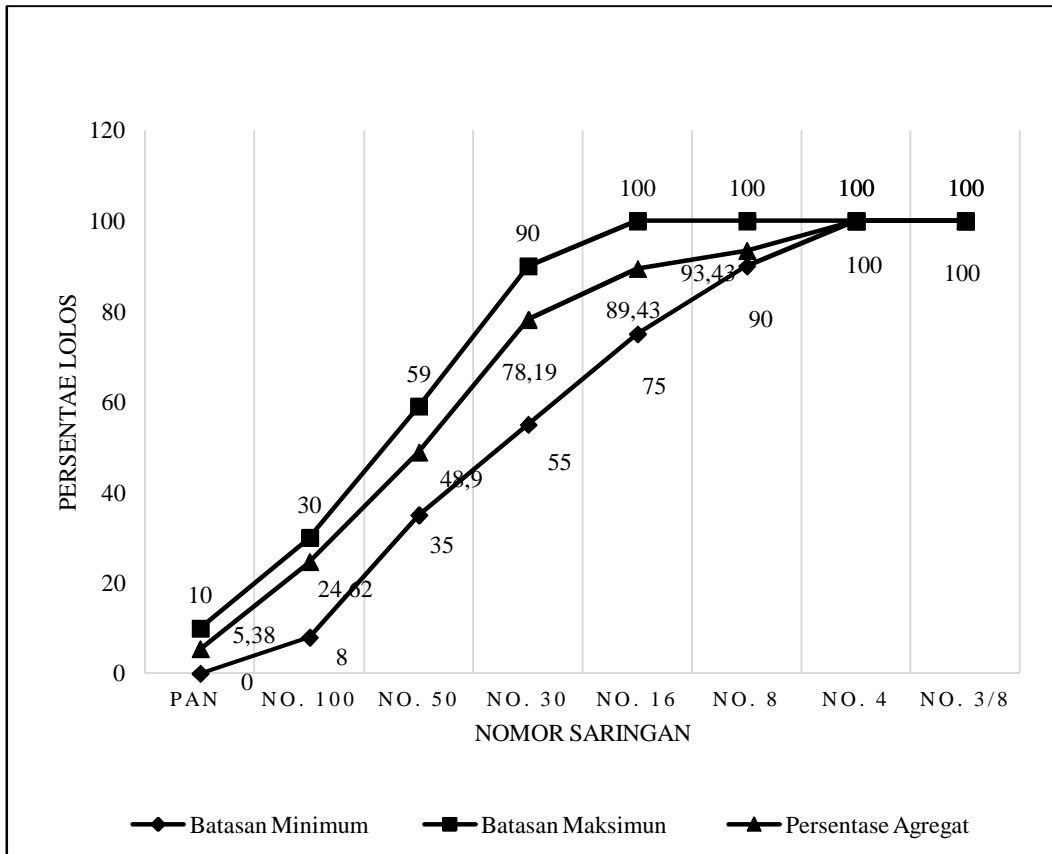
No.4	=	0	+	6,57	=	6,57	%
No.8	=	6,57	+	4,00	=	10,57	%
No.16	=	10,57	+	11,24	=	21,81	%
No.30	=	21,81	+	29,29	=	51,10	%
No.50	=	51,10	+	24,29	=	75,38	%
No.100	=	75,38	+	19,24	=	94,62	%
Pan	=	94,62	+	5,38	=	100,00	%

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 260,05%

$$\begin{aligned}
 \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \\
 &= \frac{260,05}{100} \\
 \text{FM} &= 2,60
 \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

No.4	=	100	-	6,57	=	93,43	%
No.8	=	100	-	10,57	=	89,43	%
No.16	=	100	-	21,81	=	78,19	%
No.30	=	100	-	51,10	=	48,90	%
No.50	=	100	-	75,38	=	24,62	%
No.100	=	100	-	94,62	=	5,38	%
Pan	=	100	-	100,00	=	0,00	%



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

Berdasarkan Gambar 3.2 menjelaskan hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus pada Tabel 3.5 diperoleh nilai modulus kehalusan sebesar 2,60 dan dari grafik hasil pengujian diketahui bahwa agregat halus yang diuji termasuk di zona 2 (pasir sedang) seperti gambar diatas.

3.7. Pemeriksaan Agregat Kasar

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan / pemeriksaan diantaranya:

- a. Pemeriksaan kadar air.
- b. Pemeriksaan kadar lumpur.
- c. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan.
- d. Pemeriksaan berat isi.
- e. Pemeriksaan analisa saringan.

3.7.1. Kadar Air Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 566 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang kadar air agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.6 sehingga diketahui kadar air agregat kasar yang diperiksa.

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

Pengujian	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-rata
Berat contoh SSD & berat wadah (W1)	1181	1249	1215
Berat contoh SSD	1000	1100	1050
Berat contoh kering oven & wadah (W2)	1175	1243	1209
Berat wadah (W3)	181	149	165
Berat air (W1-W2)	6	6	6
Berat contoh kering (W2-W3)	994	1094	1044
Kadar air $((W1-W2)/(W2-W3)) \times 100\%$	0,603	0,548	0,576

Berdasarkan Tabel 3.6 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar yang menggunakan dua sampel yang kemudian dirata-ratakan. Dari hasil pengujian didapat nilai kadar air agregat kasar pada contoh pertama sebesar 0,603%, pada contoh kedua sebesar 0,548%. Sedangkan nilai rata-rata kadar air pada agregat kasar yang diteliti adalah sebesar 0,576% dan hasil tersebut telah memenuhi syarat yang ditetapkan yaitu 0,5% - 1,5%.

3.7.2. Kadar Lumpur Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 117-90 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.7 sehingga diketahui kadar lumpur agregat kasar yang diperiksa.

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

Agregat Kasar Diameter Maksimum 40 mm	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-rata
Berat contoh kering: A (gr)	1000	1000	1000
Berat contoh setelah dicuci: B (gr)	994	993	993,5
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci: C (gr)	6	7	6,5
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (%)	0,6	0,7	0,7

Berdasarkan Tabel 3.7 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar dilakukan dengan mencuci sampel yang menggunakan air, kemudian disaring dengan menggunakan Saringan No. 200, persentase yang didapat dihitung dari pembagian berat kotoran agregat yang lolos saringan dibagi dengan berat contoh awal, kemudian membuat hasilnya di dalam persentase. Dari percobaan ini didapat persentase kadar lumpur untuk sampel yang pertama sebesar 0,6%, dan sampel kedua sebesar 0,7%. Maka, untuk mengambil nilai kadar lumpur diambil dari rata-rata pengujian yakni sebesar 0,7%.

3.7.3. Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 127-88 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang berat jenis dan penyerapan agregat kasar. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.8 sehingga diketahui berat jenis dan penyerapan agregat kasar yang diperiksa.

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

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh SSD kering permukaan jenuh (A)	2000	2100	2050
Berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan (C)	1985	2084	2034,5

Tabel 3.8: *Lanjutan.*

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh jenuh (B)	1252	1312	1282
Berat jenis contoh kering (C/(A-B))	2,653	2,644	2,649
Berat jenis contoh SSD (A/(A-B))	2,673	2,665	2,669
Berat jenis contoh semu (C/(C-B))	2,708	2,699	2,703
Penyerapan ((A-C)/C) x 100%	0,755	0,767	0,761

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 2,649 gr/cm³, nilai rata-rata berat jenis SSD sebesar 2,669 gr/cm³, dan nilai rata-rata berat jenis contoh semu sebesar 2,703 gr/cm³. Selain berat jenis, pada pemeriksaan ini juga didapat nilai penyerapan pada agregat kasar yang didapat nilai rata-ratanya sebesar 0,761%.

3.7.4. Berat Isi Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 29 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang berat isi agregat kasar. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.9 sehingga diketahui berat isi agregat kasar yang diperiksa.

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

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

Berdasarkan Tabel 3.9 menjelaskan tentang nilai berat isi agregat kasar yang rata-ratanya didapat sebesar 1,270 gr/cm³. Nilai berat isi agregat didapatkan dari perbandingan nilai antara berat contoh yang didapat dengan volume wadah yang dipakai dalam penelitian ini. Pada sampel pertama didapat nilai berat isi agregat sebesar 1,614 gr/cm³. Percobaan kedua menghasilkan nilai berat isi agregat sebesar 1,678 gr/cm³. Sedangkan percobaan ke tiga menghasilkan nilai berat isi agregat sebesar 1,607 gr/cm³ dengan rata-rata berat isi sebesar 1,633 dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yang yaitu > 1,125 gr/cm³.

3.7.5. Analisa Saringan Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-2834-2000 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU tentang 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	
	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Total Berat (gr)	%	Tertahan	Lolos
	38,1 (1.5 in)	89	83	172		
19.0 (3/4 in)	600	604	1204	29,37	33,56	66,44
9.52 (3/8 in)	811	734	1545	37,68	71,24	28,76
4.75 (No. 4)	500	679	1179	28,76	100,00	0,00
2.36 (No. 8)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
1.18 (No.16)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0.60 (No. 30)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0.30 (No. 50)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0.15 (No. 100)	0	0	0	0,00	100,00	0,00
Pan	0	0	0	0,00	100	0
Total	2000	2100	4100	100		

Berdasarkan Tabel 3.10, didapatkan nilai kumulatif agregat dan modulus kehalusan agregat kasar yang diperoleh dari persentase jumlah keseluruhan kumulatif tertahan agregat. Penjelasan tentang persentase dan kumulatif agregat dijelaskan sebagai berikut:

Total berat pasir = 4100 gram

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$1,5 = \frac{172}{4100} \times 100\% = 4,20 \%$$

$$\frac{3}{4} = \frac{1204}{4100} \times 100\% = 29,37 \%$$

$$\frac{3}{8} = \frac{1545}{4100} \times 100\% = 37,68 \%$$

$$\text{No. 4} = \frac{1179}{4100} \times 100\% = 28,76 \%$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

$$\begin{aligned}
 1,5 &= 0 + 4,20 = 4,20 \% \\
 \frac{3}{4} &= 4,20 + 29,37 = 33,56 \% \\
 \frac{3}{8} &= 33,56 + 37,68 = 71,24 \% \\
 \text{No.4} &= 71,24 + 28,76 = 100,00 \%
 \end{aligned}$$

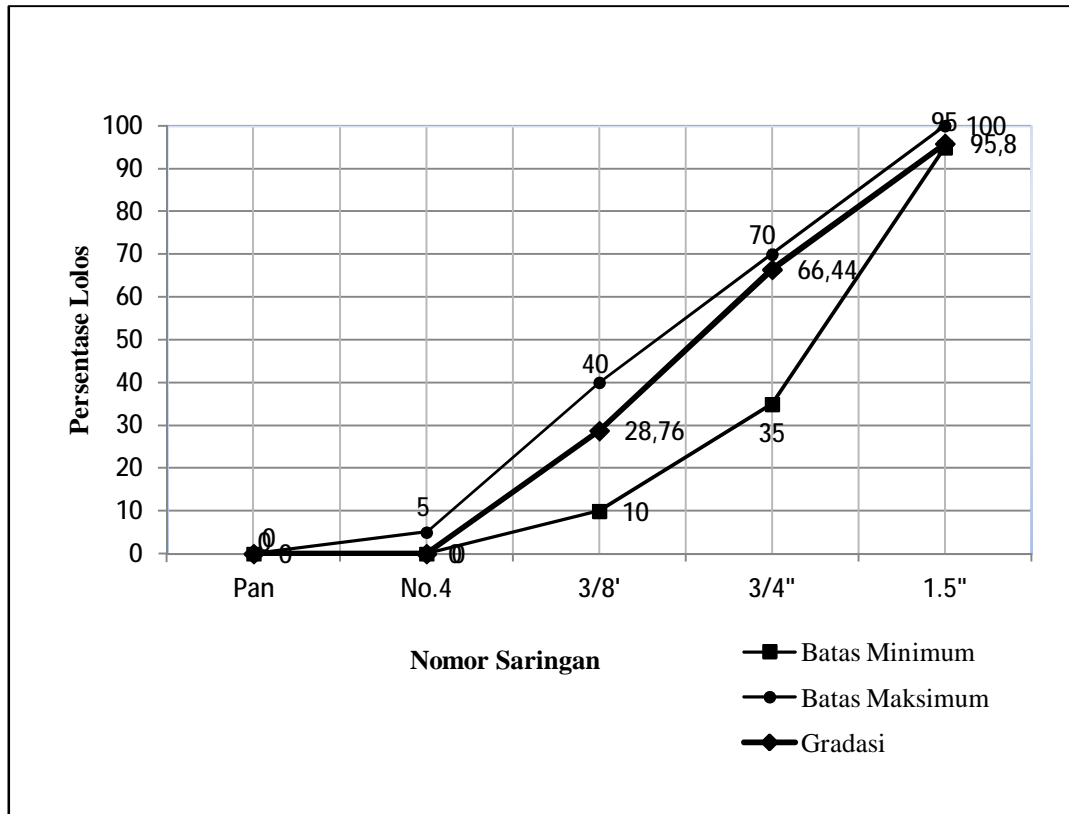
Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 709

$$\begin{aligned}
 \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \\
 &= \frac{709}{100} \\
 \text{FM} &= 7,09
 \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

$$\begin{aligned}
 1,5 &= 100 - 4,20 = 95,80 \% \\
 \frac{3}{4} &= 100 - 33,56 = 66,44 \% \\
 \frac{3}{8} &= 100 - 71,24 = 28,76 \% \\
 \text{No. 4} &= 100 - 100 = 0 \%
 \end{aligned}$$

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 kasar diameter maksimum 40 mm

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

3.7.6. Keausan Agregat Dengan Mesin *Los Angeles*

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 131-89 & ASTM C 535-89 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil UMSU tentang kekerasan agregat dengan Mesin *Los Angeles*.

Dari hasil penelitian didapat data-data sebagai berikut:

- Berat sampel sebelum pengujian = 5000 gr

Berat tiap-tiap ayakan tercantum dalam Tabel 3.11. 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)
12,5 (1/2 in)	2500	1141
9,50 (3/8 in)	2500	1260
4,75 (No. 4)	-	955
2,36 (No. 8)	-	351
1,18 (No. 16)	-	-
0,60 (No. 30)	-	-
0,30 (No. 50)	-	-
0,15 (No. 100)	-	-
Pan	-	178
Total	5000	3885
	Berat lolos saringan No. 12	1115
	<i>Abrasion</i> (Keausan) (%)	22,3%

$$\begin{aligned}
 \textit{Abrasion} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100\% \\
 &= \frac{5000 - 3885}{5000} \times 100\% = 22,3\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil pemeriksaan di dapat pada Tabel 3.11 diketahui bahwa berat akhir setelah melakukan pengujian keausan agregat adalah sebesar 3885 gr dan nilai *abrasion* (keausan) sebesar 22,3%.

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. Mix Design

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

3.9.2. Pembuatan Benda Uji

Benda uji dibuat menggunakan 3 FAS yaitu 0,45, 0,50, dan 0,55 dengan cetakan berbentuk silinder dengan yang berjumlah 48 buah. Proses pembuatan benda uji ditunjukkan dengan gambar pada lampiran.

3.9.3. Pengujian *Slump*

Pengujian *slump* dilakukan berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh SNI 03-2834-1993.

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 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 dengan FAS 0,45 : 4 buah.

- Beton normal dengan FAS 0,50 : 4 buah.
- Beton normal dengan FAS 0,55 : 4 buah.
- Beton variasi 2,5% dengan FAS 0,45 : 4 buah.
- Beton variasi 2,5% dengan FAS 0,50 : 4 buah.
- Beton variasi 2,5% dengan FAS 0,55 : 4 buah.
- Beton variasi 5,0% dengan FAS 0,45 : 4 buah.
- Beton variasi 5,0% dengan FAS 0,50 : 4 buah.
- Beton variasi 5,0% dengan FAS 0,55 : 4 buah.
- Beton variasi 7,5% dengan FAS 0,45 : 4 buah.
- Beton variasi 7,5% dengan FAS 0,50 : 4 buah.
- Beton variasi 7,5% dengan FAS 0,55 : 4 buah.
- Total : 48 buah.

BAB 4

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

4.1.1 Data-Data Campuran Beton

Dalam hal ini penulis ingin menganalisis dari data-data yang telah diperoleh saat penelitian berlangsung sehingga didapat campuran beton yang diinginkan. Dari hasil percobaan didapati data-data seperti yang terlihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4.1: Data-data pemeriksaan dasar

Jenis Data	Nilai
Berat jenis agregat kasar	2,669 gram/cm ³
Berat jenis agregat halus	2,51 gram/cm ³
Kadar lumpur agregat kasar	0,7%
Absorpsi agregat kasar	0,76%
Absorpsi agregat halus	1,72%
Kadar lumpur agregat halus	4,6%
Berat isi agregat kasar	1,633 gram/cm ³
Berat isi agregat halus	1,332 gram/cm ³
FM agregat kasar	7,09
FM agregat halus	2,60
Kadar air agregat kasar	0,57%
Kadar air agregat halus	2,249%
Keausan agregat	22,3%
Nilai slump rencana	30–60 mm
Ukuran agregat max	40 mm
Faktor air semen yang ditetapkan	0,45 ; 0,50 ; 0,55

Maka, dari data-data diatas penulis membuat perencanaan campuran beton (*Mix Design*) yang terbagi menjadi tiga campuran sesuai dengan nilai faktor air semen yaitu FAS 0,45, FAS 0,50, dan FAS 0,55 yang terlampir pada Tabel 4.2, Tabel 4.3, dan Tabel 4.4 sesuai dengan SNI 03-2834-2000. Setelah menganalisa, maka didapat proporsi untuk nilai perbandingan campuran beton per m³ sebesar:

Tabel 4.2: Perencanaan Campuran Beton FAS 0,45, (SNI 03-28334-2000).

No	Uraian	Tabel/Gambar perhitungan	Nilai
1.	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji silinder)	Ditetapkan	24,4 Mpa
2.	Deviasi standart	-	12 Mpa
3.	Nilai tambah (margin)	-	5,6 Mpa
4.	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	1 + 2 + 3	42 Mpa
5.	Jenis semen		PPC Type 1
6.	Jenis agregat: - Kasar - Halus	Ditetapkan Ditetapkan	BatupecahBinjai PasiralamiBinjai
7.	Faktor air semen bebas	Gambar 2.8	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 2.9	170 kg/ m ³
12.	Jumlah semen	11:7	377,8 kg/ m ³
13.	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan	377,8 kg/ m ³
14.	Jumlah semen minimum	Ditetapkan	275 kg/ m ³
15.	Faktor air semen yang disesuaikan	Item 7	0,45
16.	Susunan besar agregat halus	Gambar 3.1	Daerah Gradasi zona 2
17.	Susunan agregat kasar atau gabungan	Gambar 3.2	Gradasi Maksimum 40mm
18.	Persen agregat halus	Gambar 2.11	33%
19.	Berat jenis relatif agregat (jenuh kering permukaan)	Tabel	2,61
20.	Berat isi beton	Gambar 2.12	2400 kg/ m ³

Tabel 4.2: Lanjutan

No	Uraian	Tabel/Gambar perhitungan		Nilai	
21.	Kadar agregat gabungan	20-(12+11)		1852,2 kg/ m ³	
22.	Kadar agregat halus	18 x 21		648,27 kg/ m ³	
23.	Kadar agregat kasar	21-22		1263,93 kg/ m ³	
24.	Proporsi Campuran	Semen (kg)	Air (kg atau lt)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
	- Tiap m ³	377,8	170	648,27	1263,93
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,44	1,71	3,34
	- Tiap benda uji v = 0,0053 m ³ (1 silinder)	2,00	0,901	3,436	6,699
25.	Koreksi proporsi campuran				
	- Tiap m ³	377,8	164,27	651,64	1266,27
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,43	1,72	3,35
	- Tiap benda uji v = 0,0053 m ³ (1 silinder)	2,00	0,871	3,454	6,711

Tabel 4.3: Perencanaan Campuran Beton FAS 0,50 (SNI 03-28334-2000).

No	Uraian	Tabel/Gambar perhitungan	Nilai
1.	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji silinder)	Ditetapkan	19,4 Mpa
2.	Deviasi Standar	-	12 Mpa
3.	Nilai tambah (margin)	-	5,6 Mpa
4.	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	1 + 2 + 3	37 Mpa
5.	Jenis semen		PPC Type 1
6.	Jenis agregat:		
	- Kasar - Halus	Ditetapkan Ditetapkan	Batupecah Binjai Pasir alami Binjai
7.	Faktor air semen bebas	Gambar 2.8	0,5
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 2.9	170 kg/ m ³
12.	Jumlah semen	10:6	340 kg/ m ³

Tabel 4.3: *Lanjutan*

No	Uraian	Tabel/Gambar perhitungan		Nilai	
13.	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan		340 kg/ m ³	
14.	Jumlah semen minimum	Ditetapkan		275 kg/ m ³	
15.	Faktor air semen yang disesuaikan	Item 7		0,5	
16.	Susunan besar agregat halus	Gambar 3.1		Daerah Gradasi zona 2	
17.	Susunan agregat kasar atau gabungan	Gambar 3.2		Gradasi Maksimum 40mm	
18.	Persen agregat halus	Gambar2.11		35%	
19.	Berat jenis relative agregat (jenuh kering permukaan)	Tabel		2,6	
20.	Beratisibeton	Gambar 2.12		2385 kg/ m ³	
21.	Kadar agregat gabungan	20-(12+11)		1875 kg/ m ³	
22.	Kadar agregathalus	18 x 21		656,25 kg/ m ³	
23.	Kadar agregatkasar	21-22		1218,75 kg/ m ³	
24.	Proporsi Campuran	Semen (kg)	Air (kg atau lt)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
	- Tiap m ³	340	170	656,25	1218,75
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,5	1,93	3,58
	- Tiap benda uji v = 0,0053 m ³ (1 silinder)	1,80	0,9	3,47	6,45
25.	Koreksi proporsi campuran				
	- Tiap m ³	340	164,32	659,66	1221,01
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,48	1,94	3,59
	- Tiap benda uji v = 0,0053 m ³ (1 silinder)	1,80	0,87	3,49	6,47

Tabel 4.4: Perencanaan Campuran Beton FAS 0,55 (SNI 03-28334-2000).

No	Uraian	Tabel/Gambar perhitungan	Nilai
1.	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji silinder)	Ditetapkan	13,4 Mpa
2.	Deviasi Standar	-	12 Mpa
3.	Nilai tambah (margin)	-	5,6 Mpa

Tabel 4.4: Lanjutan

No	Uraian	Tabel/Gambar perhitungan		Nilai			
4.	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	1 + 2 + 3		31 Mpa			
5.	Jenis semen			PPC Type 1			
6.	Jenis agregat: - Kasar - Halus	Ditetapkan Ditetapkan		Batu pecah Binjai Pasir alami Binjai			
7.	Faktor air semen bebas	Gambar 2.8		0,55			
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 2.9		170 kg/ m ³			
12.	Jumlah semen	10:6		309,09 kg/ m ³			
13.	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan		309,09 kg/ m ³			
14.	Jumlah semen minimum	Ditetapkan		275 kg/ m ³			
15.	Faktor air semen yang disesuaikan	Item 7		0,55			
16.	Susunan besar agregat halus	Gambar 3.1		Daerah Gradasi zona 2			
17.	Susunan agregat kasar atau gabungan	Gambar 3.2		Gradasi Maksimum 40mm			
18.	Persen agregat halus	Gambar 2.11		37%			
19.	Berat jenis relative agregat (jenuh kering permukaan)	Tabel		2,6			
20.	Berat isi beton	Gambar 2.12		2385 kg/ m ³			
21.	Kadar agregat gabungan	20-(12+11)		1905,91 kg/ m ³			
22.	Kadar agregat halus	18 x 21		705,18 kg/ m ³			
23.	Kadar agregat kasar	21-22		1200,73 kg/ m ³			
24.	Proporsi Campuran	Semen (kg)	Air (kg atau lt)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)			
				Halus	Kasar		
	- Tiap m ³			309,09	170	705,18	1200,73
	- Tiap campuran uji m ³			1	0,55	2,28	3,88
- Tiap benda uji v = 0,0053 m ³ (1 silinder)	1,63	0,90	3,73	6,36			

Tabel 4.4: *Lanjutan*

No	Uraian	Tabel/Gambar perhitungan		Nilai	
25.	Koreksi proporsi campuran				
	- Tiap m ³	309,09	164,10 2	708,84	1202,96
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,53	2,29	3,89
	- Tiap benda uji v = 0,0053 m ³ (1 silinder)	1,63	0,86	3,75	6,37

Berdasarkan analisa saringan maka didapat berat masing–masing saringan untuk 1 benda uji. Untuk agregat kasar terlampir pada Tabel 4.5, sedangkan untuk agregat halus terlampir pada Tabel 4.6. Nilai total berat tertahan didapat dari % berat tertahan dikalikan dengan jumlah total agregat yang didapat dari perbandingan.

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

Saringan	% Tertahan	Berat tertahan (kg)	Total Berat Tertahan
FAS 0,45			
1,5"	4,2	0,282	6,711
3/4"	29,37	1,971	
3/8"	37,68	2,529	
No. 4	28,76	1,930	
FAS 0,50			
1,5"	4,2	0,271	6,468
3/4"	29,37	1,900	
3/8"	37,68	2,437	
No. 4	28,76	1,860	
FAS 0,55			
1,5"	4,2	0,267	6,369
3/4"	29,37	1,870	
3/8"	37,68	2,400	
No. 4	28,76	1,832	

Tabel 4.6: Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda Uji.

Saringan	% Tertahan	Berat tertahan (kg)	Total Berat Tertahan (kg)
FAS 0,45			
3/8"	0	0	3,454
No. 4	6,57	0,227	
No. 8	4,00	0,138	
No. 16	11,24	0,388	
No. 30	29,29	1,012	
No. 50	24,29	0,839	
No. 100	19,24	0,664	
Pan	5,38	0,186	
FAS 0,50			
3/8"	0	0	3,487
No. 4	6,57	0,229	
No. 8	4,00	0,139	
No. 16	11,24	0,392	
No. 30	29,29	1,022	
No. 50	24,29	0,847	
No. 100	19,24	0,671	
Pan	5,38	0,187	
FAS 0,55			
3/8"	0	0	3,751
No. 4	6,57	0,246	
No. 8	4,00	0,15	
No. 16	11,24	0,425	
No. 30	29,29	1,098	
No. 50	24,29	0,910	
No. 100	19,24	0,721	
Pan	5,38	0,201	

Dalam penelitian ini jumlah benda uji yang akan dibuat sebanyak 48 buah. Yang terbagi menjadi 3 bagian FAS, dengan setiap nilai FAS terdiri dari 16 benda uji. Adapun banyak bahan yang di butuhkan untuk pembuatan 48 benda uji pada agregat kasar terlampir pada Tabel 4.7, dan untuk agregat halus terlampir pada Tabel 4.8. Jumlah total agregat tiap saringan didapat dari hasil berat tertahan per saringan per benda uji dikalikan dengan jumlah total benda uji.

Tabel 4.7: Banyak agregat kasar yang di butuhkan untuk tiap saringan

Saringan	Berat tertahan (kg)	Jumlah benda uji	Jumlah total agregat (kg)	Total agregat untuk setiap FAS
FAS 0,45				
1,5"	0,282	16	4,512	
3/4"	1,971	16	31,536	
3/8"	2,529	16	40,464	
No. 4	1,930	16	30,88	
FAS 0,50				
1,5"	0,271	16	4,336	103,488
3/4"	1,900	16	30,4	
3/8"	2,437	16	38,992	
No. 4	1,860	16	29,76	
FAS 0,55				
1,5"	0,267	16	4,272	101,902
3/4"	1,870	16	29,92	
3/8"	2,400	16	38,4	
No. 4	1,832	16	29,31	

Tabel 4.8: Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 16 benda uji

Saringan	Berat tertahan (kg)	Jumlah benda uji	Jumlah total agregat (kg)	Total agregat untuk setiap FAS
FAS 0,45				
3/8"	0	16	0	55,264
No. 4	0,227	16	3,632	
No. 8	0,138	16	2,208	
No. 16	0,388	16	6,208	
No. 30	1,012	16	16,192	
No. 50	0,839	16	13,424	
No. 100	0,664	16	10,624	
Pan	0,186	16	2,976	
FAS 0,50				
3/8"	0	16	0	55,792
No. 4	0,229	16	3,664	
No. 8	0,139	16	2,224	
No. 16	0,392	16	6,272	
No. 30	1,022	16	16,352	
No. 50	0,847	16	13,552	
No. 100	0,671	16	10,736	
Pan	0,187	16	2,992	
FAS 0,55				
3/8"	0	16	0	
No. 4	0,246	16	3,936	
No. 8	0,15	16	2,4	
No. 16	0,425	16	6,8	

Tabel 4.8: *Lanjutan.*

Saringan	Berat tertahan (kg)	Jumlah benda uji	Jumlah total agregat (kg)	Total agregat untuk setiap FAS
FAS 0,55				
No. 30	1,098	16	17,568	60,016
No. 50	0,910	16	14,56	
No. 100	0,721	16	11,536	
Pan	0,201	16	3,216	

Adapun banyak semen yang dibutuhkan untuk 48 benda uji terlampir pada tabel 4.9 di bawah ini.

Tabel 4.9: Banyak semen yang dibutuhkan untuk 48 benda uji.

Banyak semen untuk 1 benda uji (kg)	Jumlah benda uji	Jumlah semen (kg)	Total Jumlah Semen untuk 48 benda uji (kg)
FAS 0,45			86,88
2,00	16	32	
FAS 0,50			
1,80	16	28,80	
FAS 0,55			
1,63	16	26,08	

. Adapun banyak air yang dibutuhkan untuk 48 benda uji terlampir pada tabel 4.10 di bawah ini.

Tabel 4.10: Banyak semen yang dibutuhkan untuk 48 benda uji.

Banyak air untuk 1 benda uji (kg)	Jumlah benda uji	Jumlah air (kg)	Total Jumlah Air untuk 48 benda uji (kg)
FAS 0,45			41,62
0,871	16	13,94	
FAS 0,50			
0,870	16	13,92	
FAS 0,55			
0,860	16	13,76	

4.2 Pembuatan Benda Uji

Penelitian ini menggunakan silinder sebagai benda uji dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, jumlah benda uji yang di buat sebanyak 48 benda uji, yang terdiri dari 3 faktor air semen.

Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam pembuatan benda uji:

1. Pengadukan beton

Pengadukan beton dilakukan dengan menggunakan mesin pengaduk (*mixer*). Mula-mula air kira-kira $\frac{1}{3}$ dari jumlah air yang ditetapkan dimasukkan kedalam bejana pengaduk, lalu di masukan agregat halus dari nomor sarigan paling kecil hingga yang paling besar, lalu di masukan agregat kasar dari 1,5", $\frac{3}{4}$ ", $\frac{3}{8}$ ", dan no. 4, lalu semen, lalu dimasukan kembali air sebanyak $\frac{2}{3}$ dari jumlah air yang di tetapkan dibiarkan bahan-bahan tersebut ini terlihat menyatu terlebih dahulu kemudian, setelah adukan rata, kemudian sisa air yang belum dimasukkan kedalam bejana dimasukkan ke bejana. Pengadukan dilanjutkan sampai warna adukan tampak rata, dan tampak campuran homogen dan sudah tampak kelecakan yang cukup. Setelah beton tercampur merata kemudian adukan beton tersebut dituang ke dalam pan.

2. Pencetakan

Sebelum beton di masukan kedalam cetakan terlebih dahulu dilakukan pengukuran kelecakan (*slump test*). Setelah itu kemudian adukan beton dimasukkan kedalam cetakan yang telah di sediakan, masukan adukan beton

kedalam cetakan dengan menggunakan sendok aduk, sekop. Setiap pengambilan campuran dari pan harus dapat mewakili keseluruhan dari adukan tersebut, isi 1/3 cetakan dengan adukan lalu di lakukan pemadatan dengan cara di rojok/tusuk dengan batang besi yang berdiameter 16 mm, dengan jumlah tusukan 25 kali, hal ini terus dilakukan untuk 2/3 dan 3/3 atau sampai cetakan penuh kemudian pukul–pukul bagian luar cetakan dengan menggunakan palu karet sebanyak 10 sampai 15 kali agar udara yang terperangkap didalam adukan dapat keluar, setelah itu ratakan permukaan cetakan dan di tutup dengan kaca untuk menjaga penguapan air dari beton segar. Lepaskan cetakan setelah 24 ± 4 jam dan tidak lebih dari 48 jam setelah pencetakan.

3. Pemeliharaan beton

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

4. Pembuatan kaping (*capping*)

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

4.3 *Slump Test*

Pengambilan nilai *slump* dilakukan untuk masing–masing campuran baik pada beton normal maupun beton yang menggunakan bahan tambah (*additive & Admixture*). Pengujian *slump* dilakukan dengan kerucut *abrams* dengan cara mengisi kerucut *abrams* dengan beton segar (setiap pengambilan bahan harus dapat mewakili adukan tersebut) sebanyak 3 lapis, tiap lapis kira – kira 1/3 dari isi kerucut pada tiap lapisan dilakukan penusukan sebanyak 25 kali, tongkat penusuk dibiarkan jatuh bebas tanpa dipaksa, setelah pengisian selesai ratakan permukaan kerucut lalu diamkan selama 30 detik setelah itu angkat kerucut dengan cara tegak lurus sampai adukan beton terlepas semua dari cetakan, ukur tinggi adukan selisih tinggi kerucut dengan adukan adalah nilai dari *slump*.

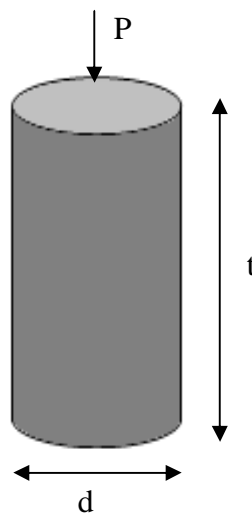
Salah satu cara yang dapat digunakan untuk melihat *workability* (tingkat kemudahan pengerjaan) dari campuran beton segar adalah dengan pengujian *slump*, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.11. Pada tabel ini dijelaskan nilai *slump* pada masing-masing pencetakan beton. Seperti yang kita ketahui, perencanaan *slump* pada *Job Mix Design* adalah 30-60 mm. Penelitian ini melakukan dua kali pencetakan benda uji, sehingga nilai *slump*-nya berbeda. Hal ini dikarenakan molen yang tersedia di laboratorium tidak sanggup menahan beban total dari semua agregat, semen dan air.

Tabel 4.11: Hasil Pengujian Nilai *Slump*

	Beton Normal			Beton campuran biji durian								
				2,5%			5%			7,5%		
FAS	0,45	0,50	0,55	0,45	0,50	0,55	0,45	0,50	0,55	0,45	0,50	0,55
<i>Slump</i>	3	5	5,5	3,5	4,5	5,5	3	3,5	5	5	5,5	6
(cm)	4	5	5	3,5	4,5	4,5	3	4	4	5	5,5	6

4.4 Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan menggunakan mesin tekan dengan kapasitas 2500 KN, benda uji yang akan dites adalah berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm seperti pada Gambar 4.4 dan jumlah benda uji 48 buah, dengan pengelompokan benda uji sesuai dengan variasi campurannya.



Gambar 4.1: Beban tekan pada benda uji silinder

Ada beberapa macam cetakan benda uji yang dipakai, diantaranya adalah kubus dengan panjang 15 cm, lebar 15 cm, dan tinggi 15 cm. Serta silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Perbedaannya terletak pada perhitungan untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton yang didapat setelah diuji. Yakni faktor untuk kubus adalah 1, sedangkan faktor dari silinder adalah 0,83.

Pengujian terhadap kuat tekan beton dilakukan untuk mendapatkan gambaran mutu beton tersebut. Semakin tinggi kekuatan struktur yang dikehendaki semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan. Jadi pengujian kuat tekan ini merupakan pembuktian dari hasil perbandingan *Mix Design* yang dibuat berdasarkan mutu rencana.

4.4.1 Kuat Tekan Beton Normal

Pengujian beton normal dilakukan pada saat beton berumur 28 hari. Hasil dari penyelidikan kuat tekan beton normal dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12: Hasil pengujian kuat tekan beton normal umur rencana 28 hari

Benda Uji	Bahan tambah	Beban tekan (P) (kg)	$A = 176,71 \text{ cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Fas 0,45				
I	Normal	49500	33,75	33,24
II	Normal	49500	33,75	
III	Normal	47500	32,39	
IV	Normal	48500	33,07	
Fas 0,50				
I	Normal	40500	27,61	29,15
II	Normal	42000	28,64	
III	Normal	43500	29,66	
IV	Normal	45000	30,68	
Fas 0,55				
I	Normal	39000	26,59	27,10
II	Normal	34500	23,52	
III	Normal	42000	28,64	
IV	Normal	43500	29,66	

Berdasarkan hasil kuat tekan beton normal, didapat nilai kuat tekan rata-rata untuk umur beton 28 hari dengan FAS 0,45 sebesar 33,24 Mpa, FAS 0,50 sebesar 29,15, dan FAS 0,55 sebesar 27,10.

4.4.2 Kuat Tekan Beton Campuran Biji Durian 2,5%

Pengujian beton campuran biji durian 2,5% dilakukan pada saat beton berumur 28 hari diatas. Hasil dari penyelidikan kuat tekan beton campuran biji durian 2,5% dapat dilihat pada Tabel 4.13. Tabel ini menjelaskan tentang nilai kuat tekan rata-rata pada beton campuran biji durian sebesar 2,5% dengan FAS 0,45 adalah 35,11, FAS 0,50 adalah 31,45 dan FAS 0,55 adalah 28,12

Tabel 4.13: Hasil pengujian kuat tekan beton campuran biji durian 2,5%

Benda Uji	Bahan tambah	Beban tekan (P) (kg)	A= 176,71cm ² f'c= (P/A)/0,83 (MPa)	f'c rata-rata (MPa)
Fas 0,45				
I	Biji Durian 2,5%	52000	35,45	35,11
II	Biji Durian 2,5%	51000	34,77	
III	Biji Durian 2,5%	52000	35,45	
IV	Biji Durian 2,5%	51000	34,77	
Fas 0,50				
I	Biji Durian 2,5%	45000	30,68	31,45
II	Biji Durian 2,5%	48000	32,73	
III	Biji Durian 2,5%	45000	30,68	
IV	Biji Durian 2,5%	46500	31,70	
Fas 0,55				
I	Biji Durian 2,5%	39000	26,59	28,12
II	Biji Durian 2,5%	39000	26,59	
III	Biji Durian 2,5%	42000	28,64	
IV	Biji Durian 2,5%	45000	30,68	

4.4.3 Kuat Tekan Beton Biji Durian 5%

Pengujian beton campuran biji durian 5% dilakukan pada saat beton berumur 28 hari. Hasil dari penyelidikan kuat tekan beton campuran biji durian 5% dapat dilihat pada Tabel 4.14. Tabel ini menjelaskan tentang nilai kuat tekan rata-rata pada beton campuran biji durian sebesar 2,5% dengan FAS 0,45 adalah 36,73 FAS 0,50 adalah 33,75 dan FAS 0,55 adalah 30,17.

Tabel 4.14: Hasil pengujian kuat tekan beton campuran biji durian 5%

Benda Uji	Bahan tambah	Beban tekan (P) (kg)	$A = 176,71 \text{ cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Fas 0,45				
I	Biji Durian 5%	54500	37,16	36,73
II	Biji Durian 5%	53500	36,48	
III	Biji Durian 5%	53000	36,14	
IV	Biji Durian 5%	54500	37,16	
Fas 0,50				
I	Biji Durian 5%	52500	35,79	33,75
II	Biji Durian 5%	54000	36,82	
III	Biji Durian 5%	46500	31,70	
IV	Biji Durian 5%	45000	30,68	
Fas 0,55				
I	Biji Durian 5%	43500	29,66	30,17
II	Biji Durian 5%	40500	27,61	
III	Biji Durian 5%	45000	30,68	
IV	Biji Durian 5%	48000	32,73	

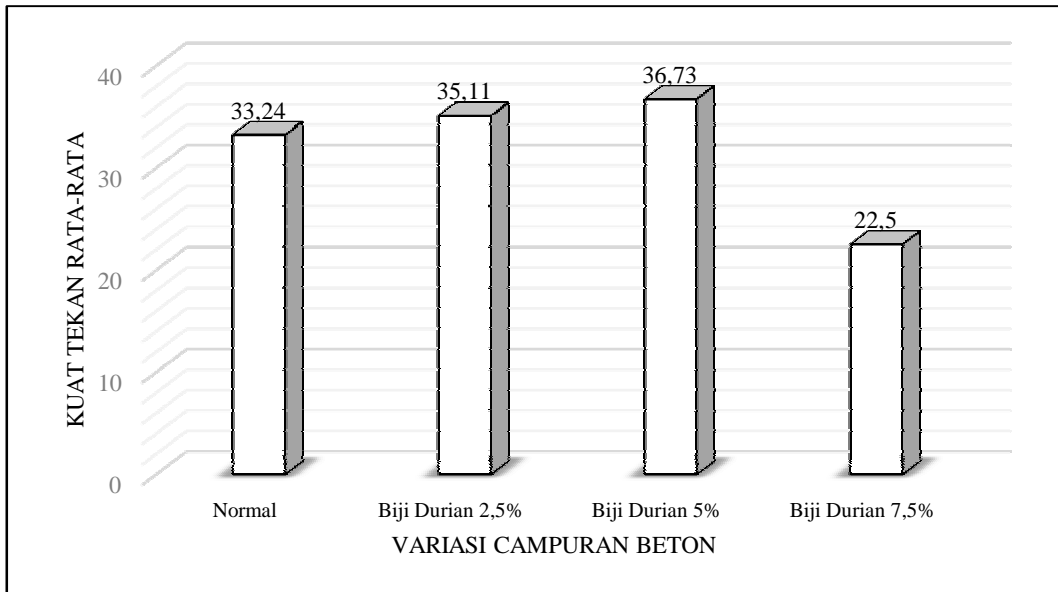
4.4.3 Kuat Tekan Beton Campuran Biji Durian 7,5 %

Pengujian beton campuran biji durian 7,5% dilakukan pada saat beton berumur 28 hari. Hasil dari penyelidikan kuat tekan beton campuran biji durian 7,5% dapat dilihat pada Tabel 4.15. Tabel ini menjelaskan tentang nilai kuat tekan rata-rata pada beton campuran biji durian sebesar 2,5% dengan FAS 0,45 adalah 36,73 FAS 0,50 adalah 33,75 dan FAS 0,55 adalah 30,17.

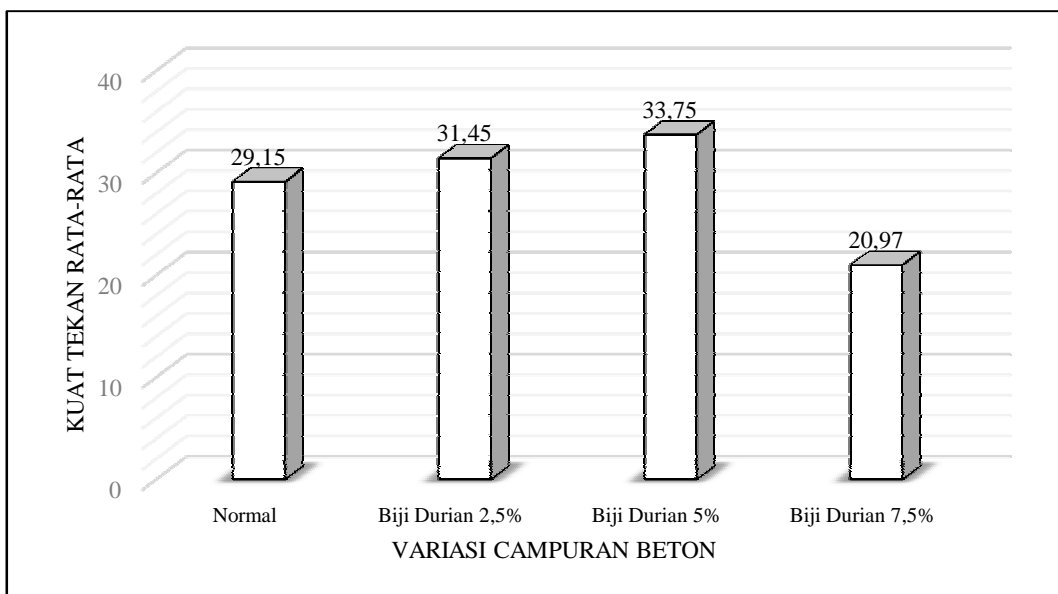
Tabel 4.15: Hasil pengujian kuat tekan beton campuran biji durian 7,5%

Benda Uji	Bahan tambah	Beban tekan (P) (kg)	$A = 176,71 \text{ cm}^2$ $f'_c = (P/A)/0,83$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Fas 0,45				
I	Normal	33000	22,50	22,50
II	Normal	31500	21,48	
III	Normal	34500	23,52	
IV	Normal	33000	22,50	
Fas 0,50				
I	Normal	28500	19,43	20,97
II	Normal	30000	20,45	
III	Normal	31500	21,48	
IV	Normal	33000	22,50	
Fas 0,55				
I	Normal	25500	17,39	18,92
II	Normal	27000	18,41	
III	Normal	28500	19,43	
IV	Normal	30000	20,45	

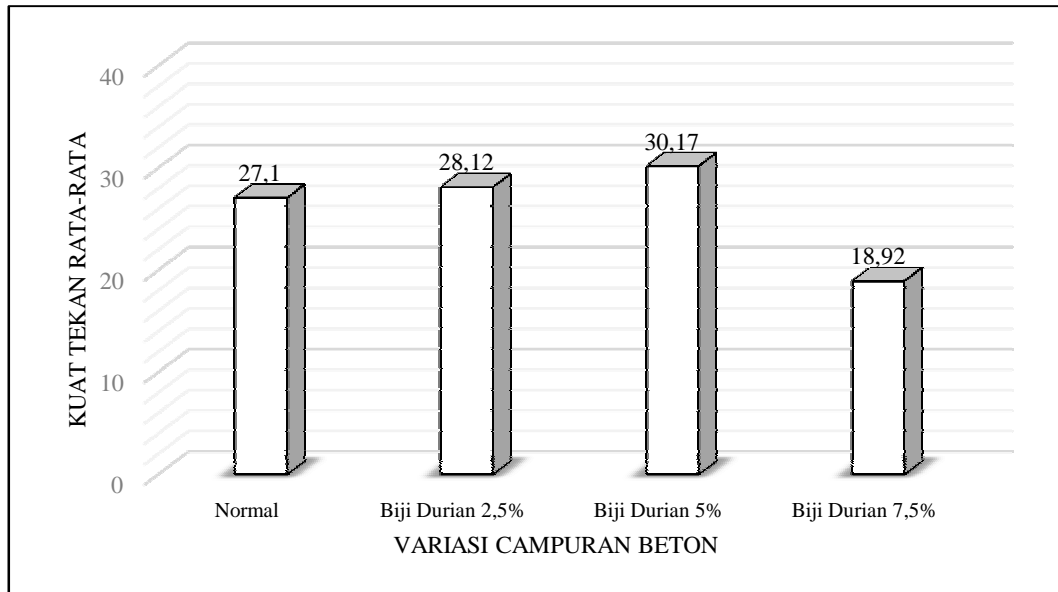
Dari hasil uji kuat tekan diperoleh data nilai kuat tekan untuk setiap variasi campuran dengan nilai FAS yang berbeda seperti yang terlampir pada Gambar 4.2, Gambar 4.3, dan Gambar 4.4 di bawah ini.



Gambar 4.2: Grafik kuat tekan beton umur 28 hari FAS 0,45.



Gambar 4.3: Grafik kuat tekan beton umur 28 hari FAS 0,50.



Gambar 4.4: Grafik kuat tekan beton umur 28 hari FAS 0,55.

Dari gambar-gambar di atas kita bisa melihat nilai kuat tekan pada setiap variasi campuran pada masing-masing nilai faktor air semen.

4.5 Pembahasan

Apabila kita membandingkan antara nilai kuat tekan akhir beton normal dengan beton yang menggunakan bahan tambah biji durian 2,5%, 5%, 7,5% untuk masing-masing nilai faktor air semen, maka dapat kita lihat adanya peningkatan dan penurunan nilai kuat tekan pada beton yang menggunakan bahan penambah pada setiap persente variasi. Persentase peningkatannya dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini:

▼ Penambahan Biji Durian 2,5%

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai peningkatan untuk FAS 0,45} &= \frac{35,11 - 33,24}{33,24} \times 100\% \\ &= 5,62\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai peningkatan untuk FAS 0,50} &= \frac{31,45 - 29,15}{29,15} \times 100\% \\ &= 7,89\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai peningkatan untuk FAS 0,55} &= \frac{28,12 - 27,10}{27,10} \times 100\% \\ &= 3,76\% \end{aligned}$$

▼ Penambahan Biji Durian 5%

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai peningkatan untuk FAS 0,45} &= \frac{36,73 - 33,24}{33,24} \times 100\% \\ &= 10,50\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai peningkatan untuk FAS 0,50} &= \frac{33,75 - 29,15}{29,15} \times 100\% \\ &= 15,78\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai peningkatan untuk FAS 0,55} &= \frac{30,17 - 27,10}{27,10} \times 100\% \\ &= 11,33\% \end{aligned}$$

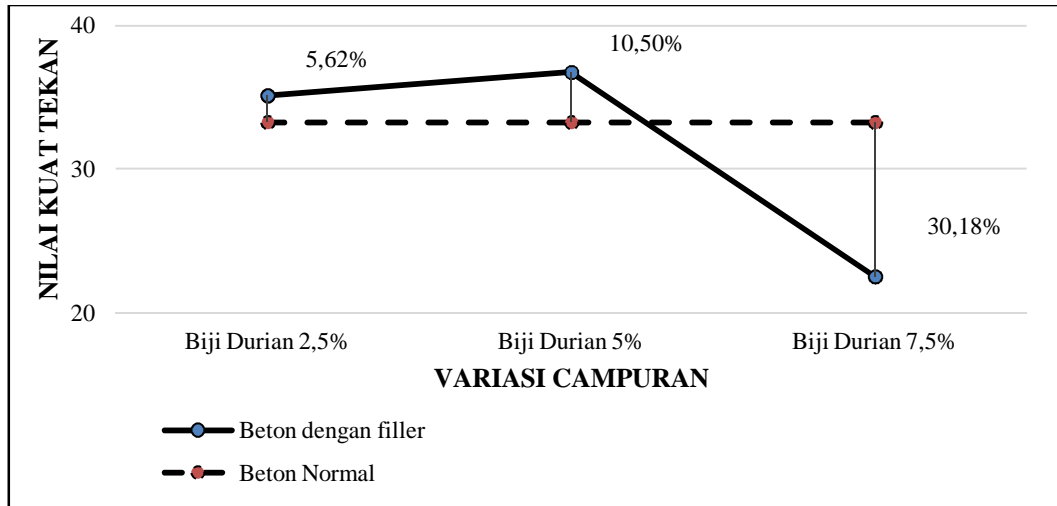
▼ Penambahan Biji Durian 7,5%

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai penurunan untuk FAS 0,45} &= \frac{22,50 - 33,24}{33,24} \times 100\% \\ &= -32,31\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai penurunan untuk FAS 0,50} &= \frac{20,97 - 29,15}{29,15} \times 100\% \\ &= -28,06\% \end{aligned}$$

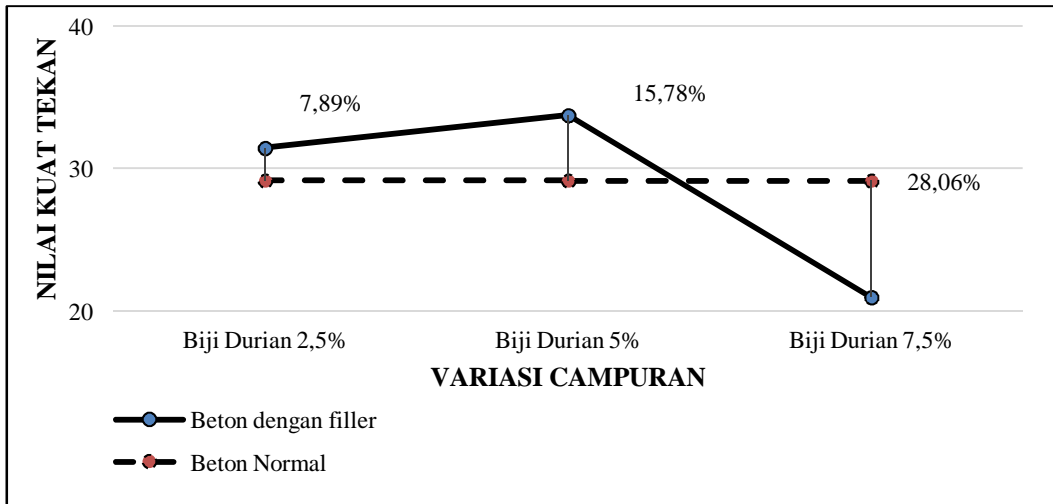
$$\begin{aligned} \text{Besar nilai penurunan untuk FAS 0,55} &= \frac{18,92 - 27,10}{27,10} \times 100\% \\ &= -30,18\% \end{aligned}$$

Dari hasil di atas kita dapat melihat bahwa persentase peningkatan kuat tekan pada nilai FAS 0,45 dengan penambahan biji durian mengalami peningkatan kuat tekan pada penambahan 2,5%-5% sebesar 5,62%-10,50%. Namun pada penambahan 7,5% mengalami penurunan kuat tekan sebesar 30,18%. Seperti yang terlihat pada Gambar 4.5 di bawah.

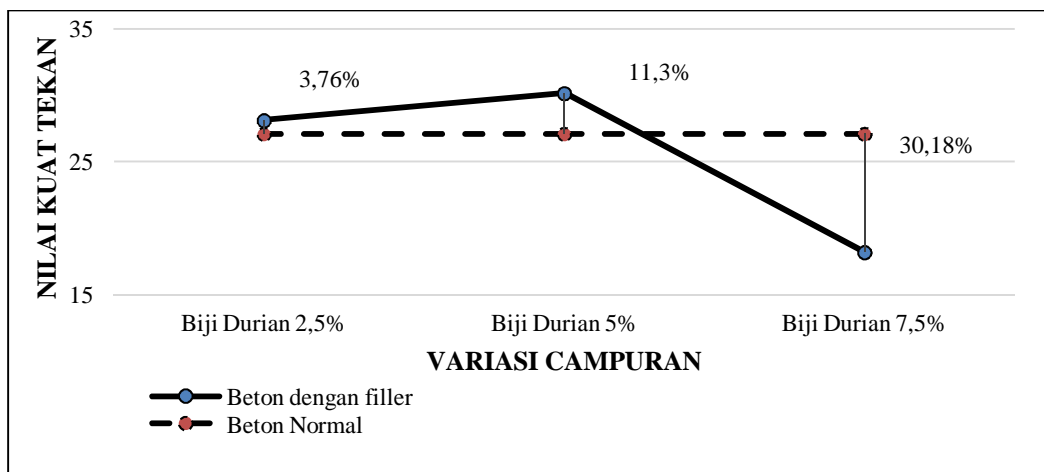


Gambar 4.5: Persentase perbandingan nilai kuat beton normal dengan beton yang menggunakan *filler* biji durian dengan FAS 0,45

Hal yang sama juga terjadi pada beton dengan FAS 0,50 dan FAS 0,55. Dimana peningkatan kuat tekan beton berada pada penambahan 2,5%-5% dan mengalami penurunan pada penambahan 7,5%. Untuk FAS 0,50 peningkatan terjadi sebesar 7,89%-15,78%, dan mengalami penurunan kuat tekan sebesar 28,06% (Gambar 4.6). Sedangkan FAS 0,55 kenaikan terjadi sebesar 3,76%-11,3% dan penurunan sebesar 30,18% (Gambar 4.7).

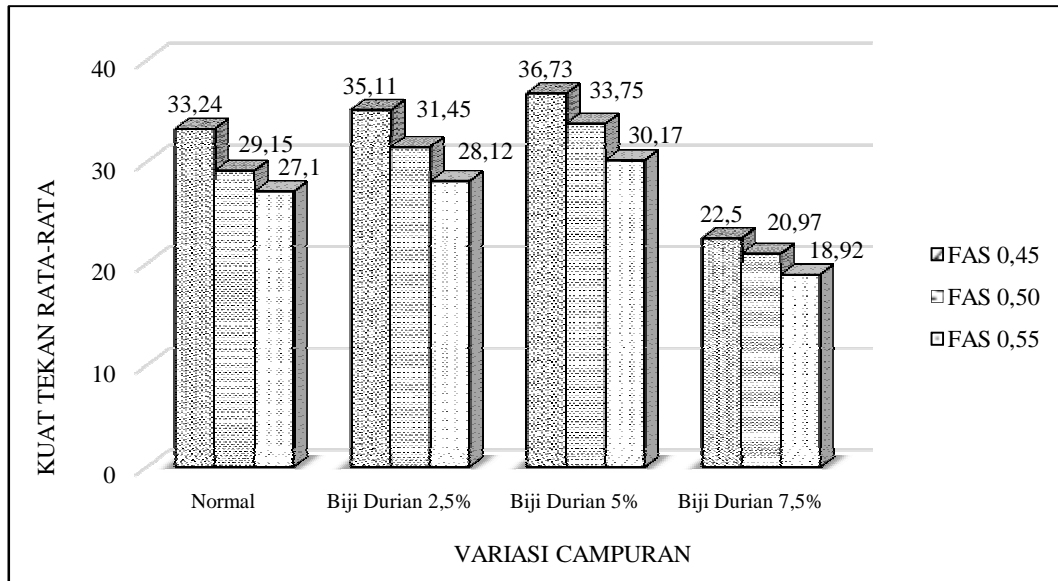


Gambar 4.6: Persentase perbandingan nilai kuat beton normal dengan beton yang menggunakan *filler* biji durian pada FAS 0,50.



Gambar 4.7: Persentase perbandingan nilai kuat beton normal dengan beton yang menggunakan *filler* biji durian pada FAS 0,55.

Dari data-data yang telah diperoleh dapat dilihat juga bahwa variasi optimal penambahan biji durian sebagai *filler* pada agregat halus terhadap kuat tekan beton terdapat pada variasi penambahan sebanyak 5%, seperti yang terlihat pada Gambar 4.8 di bawah ini.



Gambar 4.8: Perbandingan nilai kuat tekan beton untuk setiap variasi campuran.

Dari Gambar 4.8 selain terjadi peningkatan kuat tekan untuk penambahan variasi campuran 2,5%-5% juga terjadi penurunan kuat tekan pada penambahan 7,5%. Penurunan kuat tekan ini bisa terjadi karena bahan tambah yang digunakan dalam campuran sebagai *filler* pada agregat halus merupakan bahan organik. Bahan organik dengan persentase yang tinggi dalam penelitian ini 7,5% menyebabkan semen dan agregat tidak tercampur dengan baik, serta menyebabkan pengeringan menjadi lebih lama. Semen dan agregat yang tidak saling mengikat sempurna satu sama lainnya mempengaruhi kuat tekan yang dihasilkan. Sehingga diperoleh kuat tekan yang di bawah dari target rencana kuat tekan rata-rata.

Adapun pengaruh penambahan biji durian sebagai *filler* pada agregat halus untuk campuran beton terlihat pada berkurangnya jumlah agregat halus yang lolos saringan no.30 dan tertahan di saringan no.50 dalam proses pembuatan benda uji. Hal ini dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini:

1. FAS 0,45

- Jumlah agregat halus = 651,67 gr
- Volume cetakan 1 benda uji = 0,0053
- Analisa saringan no.50 = 24,29
- Jumlah agregat halus untuk 1 benda uji = $651,67 \times 0,0053$

- = 3,454 kg
- Jumlah agregat halus no.50 untuk 1 benda uji = $(24,29/100) \times 3,454$
= 0,839 kg

Maka, banyaknya *filler* yang dibutuhkan dalam 1 benda uji adalah sebagai berikut:

- Penambahan *filler* biji durian sebanyak 2,5% = $0,839 \times (2,5/100)$
= 0,021 kg
- Penambahan *filler* biji durian sebanyak 5% = $0,83 \times (5/100)$
= 0,042 kg
- Penambahan *filler* biji durian sebanyak 7,5% = $0,83 \times (7,5/100)$
= 0,062 kg

Adapun jumlah agregat halus pada saringan no.50 yang dibutuhkan dalam 1 benda uji adalah sebagai berikut:

- Penambahan *filler* biji durian sebanyak 2,5% = $0,83 - 0,021$
= 0,809 kg
- Penambahan *filler* biji durian sebanyak 5% = $0,83 - 0,042$
= 0,788 kg
- Penambahan *filler* biji durian sebanyak 7,5% = $0,83 - 0,062$
= 0,768 kg

2. FAS 0,50

- Jumlah agregat halus = 659,66 gr
- Volume cetakan 1 benda uji = 0,0053
- Analisa saringan no.50 = 24,29
- Jumlah agregat halus untuk 1 benda uji = $659,66 \times 0,0053$
= 3,49 kg
- Jumlah agregat halus no.50 untuk 1 benda uji = $(24,29/100) \times 3,49$
= 0,847 kg

Maka, banyaknya *filler* yang dibutuhkan dalam 1 benda uji adalah sebagai berikut:

- Penambahan *filler* biji durian sebanyak 2,5% = $0,847 \times (2,5/100)$
= 0,021 kg

- Penambahan *filler* biji durian sebanyak 5% = $0,847 \times (5/100)$
= 0,042 kg
- Penambahan *filler* biji durian sebanyak 7,5% = $0,847 \times (7,5/100)$
= 0,063 kg

Adapun jumlah agregat halus pada saringan no.50 yang dibutuhkan dalam 1 benda uji adalah sebagai berikut:

- Penambahan *filler* biji durian sebanyak 2,5% = $0,847 - 0,021$
= 0,826 kg
- Penambahan *filler* biji durian sebanyak 5% = $0,847 - 0,042$
= 0,805 kg
- Penambahan *filler* biji durian sebanyak 7,5% = $0,847 - 0,063$
= 0,784 kg

3. FAS 0,50

- Jumlah agregat halus = 708,85 gr
- Volume cetakan 1 benda uji = 0,0053
- Analisa saringan no.50 = 24,29
- Jumlah agregat halus untuk 1 benda uji = $708,85 \times 0,0053$
= 3,756 kg
- Jumlah agregat halus no.50 untuk 1 benda uji = $(24,29/100) \times 3,756$
= 0,912 kg

Maka, banyaknya *filler* yang dibutuhkan dalam 1 benda uji adalah sebagai berikut:

- Penambahan *filler* biji durian sebanyak 2,5% = $0,912 \times (2,5/100)$
= 0,023 kg
- Penambahan *filler* biji durian sebanyak 5% = $0,912 \times (5/100)$
= 0,046 kg
- Penambahan *filler* biji durian sebanyak 7,5% = $0,912 \times (7,5/100)$
= 0,068 kg

Adapun jumlah agregat halus pada saringan no.50 yang dibutuhkan dalam 1 benda uji adalah sebagai berikut:

- Penambahan *filler* biji durian sebanyak 2,5% = $0,912 - 0,023$
= 0,889 kg

- Penambahan *filler* biji durian sebanyak 5% = 0,912 – 0,046
= 0,866 kg
- Penambahan *filler* biji durian sebanyak 7,5% = 0,912 – 0,068
= 0,844 kg

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

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

1. Berdasarkan hasil dari pengujian, pengaruh Faktor air semen sebesar 0,45 pada beton normal, menghasilkan nilai kuat tekan sebesar 33,24 Mpa, Faktor air semen sebesar 0,50 menghasilkan kuat tekan 29,15 Mpa, dan Faktor air semen sebesar 0,55 menghasilkan kuat tekan 27,10 Mpa. Sedangkang pada beton dengan penambahan *filler* biji durian 2,5% diperoleh kuat tekan sebesar 35,11 MPa untuk Faktor air semen sebesar 0,45 sedangkan Faktor air semen sebesar 0,50 diperoleh kuat tekan sebesar 31,45 dan Faktor air semen sebesar 0,55 diperoleh kuat tekan sebesar 28,12 MPa. Penambahan *filler* biji durian 5% diperoleh kuat tekan sebesar diperoleh kuat tekan sebesar 36,73 MPa untuk Faktor air semen sebesar 0,45 sedangkan Faktor air semen sebesar 0,50 diperoleh kuat tekan sebesar 33,75 dan Faktor air semen sebesar 0,55 diperoleh kuat tekan sebesar 30,17 MPa. Penambahan *filler* biji durian 7,5% diperoleh nilai kuat tekan sebesar diperoleh kuat tekan sebesar 22,50 MPa untuk Faktor air semen sebesar 0,45 sedangkan Faktor air semen sebesar 0,50 diperoleh kuat tekan sebesar 20,97 dan Faktor air semen sebesar 0,55 diperoleh kuat tekan sebesar 18,92 MPa
2. Berdasarkan dari data perbandingan beton normal dan beton dengan *filler* biji durian diperoleh kuat tekan optimum pada penambahan *filler* biji durian sebanyak 5% dengan nilai peningkatan sebesar 15,78% dena menggunakan FAS 0,50.
3. Berdasarkan data yang diperoleh pengaruh penambahan biji durian sebagai *filler* pada agregat halus untuk campuran beton terdapat pada berkurangnya jumlah pasir yang dipakai untuk nomer saringan 50 dalam

proses pembuatan beton karena adanya bahan tambah berupa biji durian. Hal ini menyebabkan terjadinya perbedaan jumlah pasir untuk nomer saringan 50 disetiap variasi campurannya semen.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan pengujian lanjutan untuk pengujian kuat tarik dan lentur akibat pengaruh penambahan biji durian dalam campuran beton.
2. Perlu dilakukan pengujian kandungan biji durian terhadap kualitas beton mutu tinggi.
3. Alat-alat yang digunakan untuk penelitian agar lebih diperhatikan kelengkapannya, sebaiknya alat dikalibrasi dan dilakukan perawatan sehingga dapat meningkatkan ketelitian dalam proses pengujian kuat tekan yang dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee 211, “*Guide for Selecting Proportions for Normal Heavyweight, and Mass Concrete (ACI 211.1-91)*”, American Concrete Institute, Detroit Michigan, 1993.
- American Society for Testing and Materials C 127, “*Standards test method for relative density (specific gravity) and absorption of coarse aggregate*”, ASTM, Philadelphia.
- American Society for Testing and Materials C 128, “*Standards test method for relative density (specific gravity) and absorption of fine aggregate*”, ASTM. Philadelphia.
- American Society for Testing and Materials C 136, “*Standards test method for sieve analysis of fine and coarse aggregates*”, ASTM, Philadelphia.
- American Society for Testing and Materials C 150, “*Standards Specification For Portland Cement*”, ASTM, Philadelphia, 1985.
- American Society for Testing and Materials C 29, “*Standards test for bulk density (unit weight) and voids in aggregate*”, ASTM, Philadelphia.
- American Society for Testing and Materials C 33, “*Standards Specification For Agregates*”, ASTM, Philadelphia, 1986.
- American Society for Testing and Materials C 39, “*Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*”, ASTM. Philadelphia. 1993.
- Dinas Pekerjaan Umum, “*Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI-1971)*”, Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum. Indonesia, 1971.
- Dinas Pekerjaan Umum, “*Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat halus (SNI 1969:2008)*”, Pusjatan-Balitbang PU, Indonesia, 2008.

- Dinas Pekerjaan Umum, “*Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar (SNI 1969:2008)*”, Pusjatan-Balitbang PU, Indonesia, 2008.
- Dinas Pekerjaan Umum, “*Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles (SNI 2147:2008)*”, Pusjatan-Balitbang PU, Indonesia, 2008.
- Dinas Pekerjaan Umum, “*Cara Uji Slump Beton (SNI 1972:2008)*”, Pusjatan-Balitbang PU, Indonesia, 2008.
- Dinas Pekerjaan Umum, “*Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan No. 200 (0,075 Mm) (SNI 03-4142-1996)*”, Pusjatan-Balitbang PU, Indonesia, 1996.
- Dinas Pekerjaan Umum, “*Metode Pengujian Kadar Air Agregat (SNI 03-2834-1993)*”, Pusjatan-Balitbang PU, Indonesia, 1993.
- Dinas Pekerjaan Umum, “*Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SK SNI T-15-1990-03)*”, Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Indonesia, 1990.
- Dinas Pekerjaan Umum, “*Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SNI 03-2834-1993)*”, Pusjatan-Balitbang PU, Indonesia, 1993.
- Dinas Pekerjaan Umum, “*Tata cara perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. (SNI 03-2847-2002)*”, Pusjatan-Balitbang PU, Indonesia, 2002.
- Douglas, R. W, “*A history of glass making*”, GT Foulis & Co Ltd, London, 1972.
- Edward G. Nawy, (alih bahasa : Bambang Suryoatmono), “*Beton Bertulang : Suatu Pendekatan Dasar*”, PT. Eresco, Bandung, 1990.
- Fuad, Indra Syahrul, dkk, “*Pengaruh penambahan serat kulit durian terhadap kuat tekan dan tarik belah pada mutu beton K-175*”, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Hariyani, Evi, “*Kajian Eksperimental Penggunaan Limbah Biji Karet Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Beton Ringan Kombinasi Pasir Tulung Selapan Dan Conplast Wp 421*”, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan, 2014.
- Kardiyono, Tjokrodimuljo, “*Teknologi Beton*”, Nafiri, Yogyakarta, 1996.

L. J. Parrot, “*A Literature Review* Winter, G. & Nilson, A. H, “*Design of concrete structures*”, McGraw Hill Book Company Inc, New York, 1993.

Murdock, L. J. & Brook, K. M, (alih bahasa : Stepanus Hendarko), 1991, “*Bahan dan Praktek Beton*”, Erlangga, Jakarta, 1991

Tjokrodimuljo, K, “*Teknologi Beton*”, Biro, Yogyakarta, 2007.

Untung, O, “*Durian untuk Komersial dan Hobi*”, Penebar Swadaya, Jakarta, 2008.

LAMPIRAN

LAMPIRAN:

Tabel L1: Satu set saringan agregat kasar.

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

Tabel L2: Satu set saringan agregat halus.

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

Tabel L3: Perbandingan kekuatan beton pada berbagai umur (hari).

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

Tabel L4: Perbandingan kekuatan beton pada beberapa benda uji.

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

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



Gambar L.1. Material agregat halus dan kasar yang digunakan.



Gambar L.2. Semen Padang Tipe 1 PPC.



Gambar L.3. biji durian setelah ditumbuk



Gambar L.4. biji durian setelah dilakukan penyaringan lolos saringan no. 50



Gambar L.5. Pengujian nilai *slump*



Gambar L.6. Benda uji normal



Gambar L.7. Benda uji dengan bahan tambah



Gambar L.8. Pengujian kuat tekan



Gambar L.9. Nilai beban tekan untuk salah satu benda uji berumur 28 hari



Gambar L.10. Nilai beban tekan untuk salah satu benda uji berumur 7 hari

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap : Muhammad Yudha Pratama Siregar
Panggilan : Yudha
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 11 November 1996
Jenis Kelamin : Laki - Laki
Alamat : Jalan Gurilla Gg. Melati No. 7 Medan
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : Ahmad Ermansyah Siregar
Ibu : Asmidah Nasution
No. HP : 081370985741
E-mail : pratamayd1996@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1407210122
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 TAMAN HARAPAN MEDAN	2008
2	SMP	SMP NEGERI 12 MEDAN	2011
3	SMA	SMA NEGERI 3 MEDAN	2014
4	Melanjutkan Kuliah Di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2014 sampai selesai.		