

TUGAS AKHIR

**EFEK SERBUK KULIT KERANG DAN ABU AMPAS
TEBU SEBAGAI *FILLER* PADA KUAT TEKAN BETON
(*Studi Penelitian*)**

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

Disusun Oleh:

YASIR ABDULLAH SINAGA
1507210065



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2019**



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Kapten Mucthar Basri No.3 Medan 20238 (061) 6622400

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : Yasir Abdullah Sinaga
NPM : 1507210065
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Efek serbuk kulit kerang dan abu ampas tebu sebagai *filler* pada kuat tekan beton (Studi Penelitian)
Bidang ilmu : Struktur

Disetujui Untuk Disampaikan Kepada
Panitia Ujian

Dosen Pembimbing I

Dr. Fahrizal Zulkarnain

Dosen Pembimbing II

Dr. Josef Hadipramana

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Yasir Abdullah Sinaga

NPM : 1507210065

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Efek Serbuk Kulit Kerang Dan Abu Ampas Tebu Sebagai
Filler Pada Kuat Tekan Beton (Studi Penelitian)

Bidang ilmu : Struktur

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

Medan, September 2019

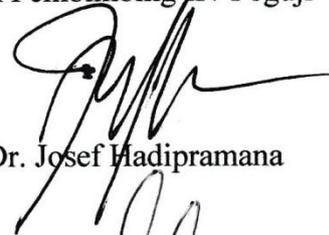
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji



Dr. Fahrizal Zulkarnain

Dosen Pembimbing II / Penguji



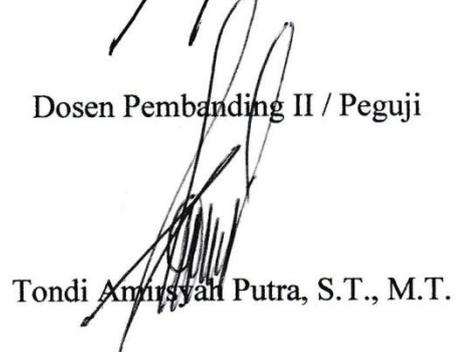
Dr. Josef Hadipramana

Dosen Pembimbing I / Penguji



Dr. Ade Faisal, ST, MSc

Dosen Pembimbing II / Penguji



Tondi Amriyah Putra, S.T., M.T.



Program Studi Teknik Sipil
Ketua,



Dr. Fahrizal Zulkarnain

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Yasir Abdullah Sinaga

Tempat /Tanggal Lahir: Medan, 06 Maret 1996

NPM : 1507210065

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

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

“Efek Serbuk Kulit Kerang Dan Abu Ampas Tebu Sebagai *Filler* Pada Kuat Tekan Beton”.

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

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

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

Medan, September 2019

Saya yang menyatakan,



Yasir Abdullah Sinaga

ABSTRAK

EFEK SERBUK KULIT KERANG DAN ABU AMPAS TEBU SEBAGAI *FILLER* PADA KUAT TEKAN BETON (STUDI PENELITIAN)

Yasir Abdullah Sinaga

1507210065

Dr. Fahrizal Zulkarnain

Dr. Josef Hadipramana

Teknologi beton yang terus berkembang menghasilkan beton mutu tinggi yang menjadi masalah akan kebutuhan beton yang semakin meningkat. Seiring dengan melambungnya harga semen sebagai bahan utama pembuatan beton, maka biaya pembuatan beton menjadi mahal. Mahalnya biaya pembuatan beton merupakan suatu permasalahan yang perlu dipecahkan guna perkembangan teknologi di bidang konstruksi, khususnya pada biaya pembuatan suatu struktur bangunan. Maka dari itu pembuatan campuran beton dengan menekan jumlah penggunaan semen, dapat menjadi salah satu solusi permasalahan tersebut. Telah dibuat beton alternatif dengan limbah industri berupa kulit kerang menjadi sebagian pasir (*filler*) dan abu ampas tebu menjadi sebagian semen (*filler*). Proses pembuatan serbuk kulit kerang yaitu dijemur terlebih dahulu kemudian dihaluskan menggunakan alat penghancur (palu) sehingga dihasilkan serbuk kulit kerang dengan lolos saringan 16 sebagai *filler* agregat halus dan pembuatan abu ampas tebu yaitu dijemur terlebih dahulu kemudian dibakar setelah itu di saring dengan lolos saringan 50 sebagai *filler* semen terhadap kuat tekan beton dengan komposisi penambahan serbuk kulit kerang 7% dan abu ampas tebu 4% dalam waktu perawatan 14 hari dan 28 hari dengan benda uji berbentuk kubus menggunakan metode ASTM dan SNI 03-2834-1993 dengan target kuat tekan 35 MPa. Setelah penelitian dilakukan terjadi peningkatan tertinggi pada kuat tekan beton dengan variasi penambahan abu ampas tebu 4% sebesar 6,83 % atau sebesar 30,41 Mpa dari kuat tekan beton normal dan terjadi penurunan tertinggi pada kuat tekan beton dengan variasi penambahan serbuk kulit kerang 7% sebesar 9.39 % atau sebesar 31,73 Mpa dari kuat tekan beton normal. Dengan demikian dapat ditarik kesimpulan bahwa penambahan abu ampas tebu sebagai *filler* dalam campuran beton dalam batas tertentu dapat menaikkan nilai kuat tekan beton sedangkan penambahan serbuk kulit kerang 7% dapat menurunkan nilai kuat tekan beton.

Kata Kunci: Kulit Kerang, Abu Ampas Tebu, Kuat Tekan Beton.

ABSTRACT

THE EFFECTS OF CONCH SHELL POWDER AND SUGARCANE BAGASSE FINE POWDER AS FILLER IN CONCRETE COMPRESSION STRENGTH (RESEARCH STUDY)

Yasir Abdullah Sinaga

1507210065

Dr. Fahrizal Zulkarnain

Dr. Josef Hadipramana

Technology of concrete that keep growing to produce high quality concrete then being a problem of the increasing demand of concrete. Along the rising price of cement as the main ingredient in making concrete, the cost of making concrete becomes more expensive. The high cost of making concrete is a problem that needs to be solved in order to develop technology of construction, especially in the cost of making a building structure. Therefore the making of concrete mixture by reducing the amount of cement can be one solution of the problem. Alternative concrete has been made with industrial waste in the form of shells into a portion of sands (filler) and sugarcane bagasse into a portion of cement (filler). The process of making conch shell powder is it dried in the sun first and then crushed using a crusher (hammer) so that the shell powder is produced by passing 16 filters as a fine aggregate filler. Then, the making of bagasse fine powder which is dried in the sun first then burned after being filtered through 50 filters as a cement filler to the compressive strength of concrete with the composition of the addition of 7% conch shell powder and 4% bagasse fine powder in 14 days and 28 days treatment time with cube-shaped test specimens using ASTM and SNI 03-2834-1993 with a compressive strength target is 35 MPa. After the research, the highest increase in concrete compressive strength with the addition of 4% bagasse fine powder was 6.83% or 30.41 MPa from normal concrete compressive strength and the highest decrease in concrete compressive strength with addition of 7% conch shell powder was 9.39% or 31.73 MPa of normal concrete compressive strength.. Thus, it can be concluded that the addition of bagasse fine powder (dust) as a filler in a concrete mixture within a certain limit can increase the compressive strength of concrete while adding 7% conch shell powder can reduce the compressive strength of concrete.

Keywords: Conch Shells Powder, Bagasse Fine Powder, Strong concrete press.

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Efek Serbuk Kulit Kerang Dan Abu Ampas Tebu Sebagai *Filler* Pada Kuat Tekan Beton” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Prodi Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Bapak Dr. Josep Hadipramana selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Ade Faisal, ST, MSc selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Tondi Amirsyah Putera, S.T., M.T selaku Dosen pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, ST., M.T selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.

7. Teristimewa sekali kepada Ayahanda Sakban Sinaga dan Ibunda Siti Aisyah yang telah bersusah payah membesarkan dengan rasa cinta dan kasih sayang yang tulus.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Sahabat-sahabat penulis: Stambuk 015 Malam dibidang Stuktur maupun Transportasi dan teman-teman saya, Deni Subagio, S.T., Alamsyah Putra Munthe, Bobby Herwindo, Rayhanatul Fatimah, Dinda Marina Sinaga S.pd, Krisnianda, Rika Irawan. dan teman-teman yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah banyak membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

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

Medan, September 2019



Yasir Abdullah Sinaga

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR NOTASI	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Batasan masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Beton	5
2.2 Material Pembentuk Campuran Beton	8
2.2.1 Semen	8
2.2.2 Air	10
2.2.3 Agregat	10
2.3 Faktor air Semen	11
2.4 Kulit Kerang	11
2.5 Abu Ampas Tebu	12
2.6 Slump Test	13
2.7 Perawatan Beton	14

BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	
3.1	Bagan Alir Penelitian	15
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	19
3.3	Bahan dan Peralatan	19
3.3.1	Bahan	19
3.3.2	Peralatan	19
3.4	Persiapan Penelitian	20
3.5	Pemeriksaan Agregat	20
3.6	Pemeriksaan Agregat Halus	20
3.6.1	Kadar Air Agregat Halus	22
3.6.2	Kadar Lumpur Agregat Halus	23
3.6.3	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	24
3.6.4	Berat Isi Agregat Halus	25
3.6.5	Analisa Saringan Agregat Halus	26
3.7	Pemeriksaan Agregat Kasar	28
3.7.1	Kadar Air Agregat Kasar	30
3.7.2	Kadar Lumpur Agregat Kasar	31
3.7.3	Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	32
3.7.4	Berat Isi Agregat Kasar	33
3.7.5	Analisa Saringan Agregat Kasar	34
3.7.6	Keausan Agregat Dengan Mesin Los Angeles	36
3.8	Metode Pengerjaan <i>Mix Design</i>	38
3.9	Pengujian Kat Tekan	45
BAB 4	ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	
4.1	Perencanaan Campuran Beton	48
4.1.1	Data-Data Campuran Beton	48
4.2	Pembuatan Benda Uji	59
4.3	Penyerapan Air Pada Beton	59
4.3.1	Penyerapan Air Pada Beton Normal	60
4.3.2	Penyerapan Air Pada Beton Pengisi Abu Ampas Tebu	61
4.3.3	Penyerapan Air Pada Beton Pengisi Serbuk Kulit Kerang	62

4.3.4 Penyerapan Air Pada Beton Pengisi Abu Ampas Tebu Dan Pengisi Serbuk Kulit Kerang	63
4.4 <i>Slump Test</i>	65
4.5 Kuat Tekan Beton	66
4.5.1 Kuat Tekan Beton Normal	67
4.5.2 Kuat Tekan Beton Dengan Pengisi Serbuk Kulit Kerang	68
4.5.3 Kuat Tekan Beton Dengan Pengisi Abu Ampas Tebu	69
4.5.4 Kuat Tekan Beton Dengan Pengisi Serbuk Kulit Kerang Dan Abu Ampas Tebu	70
4.6 Pembahasan	74
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	77
5.2 Saran	77
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Unsur- Unsur Beton	5
Tabel 2.2: Jenis-jenis Semen Portland dengan Sifat-sifatnya	9
Tabel 2.3: Kuat Tekan Minimum Semen Portland	10
Tabel 2.4: Batasan kandungan zat kimia air dalam adukan	10
Tabel 2.5: Kandungan Kimia Serbuk Cangkang Kerang	12
Tabel 2.6: Hasil pengujian abu ampas tebu sebelum pembakaran	13
Tabel 2.7: Hasil pengujian abu ampas tebu setelah pembakaran	13
Tabel 3.1: Batas gradasi agregat halus	21
Tabel 3.2: Data-data hasil penelitian kadar air agregat halus	22
Tabel 3.3: Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat halus	23
Tabel 3.4: Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat halus	24
Tabel 3.5: Data-data hasil penelitian berat isi agregat halus	25
Tabel 3.6: Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat halus	26
Tabel 3.7: Batas gradasi agregat kasar	29
Tabel 3.8: Data-data hasil penelitian kadar air agregat kasar	31
Tabel 3.9: Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat kasar	32
Tabel 3.10: Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat kasar	32
Tabel 3.11: Data-data hasil penelitian berat isi agregat kasar	33
Tabel 3.12: Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat kasar	34
Tabel 3.13: Data-data dari hasil pengujian keausan agregat	37
Tabel 3.14: Faktor pengali untuk standar deviasi	38
Tabel 3.15: Tingkat mutu pekerjaan pembetonan	38
Tabel 3.16: Perkiraan kadar air bebas	40
Tabel 3.17: Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen	41
Tabel 3.18: Toleransi waktu agar pengujian kuat tekan tidak keluar dari Batasan waktu yang telah ditoleransikan	45
Tabel 3.19: Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur	46
Tabel 4.1: Perencanaan campuran beton	49
Tabel 4.2: Banyak serbuk kulit kerang dan pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji dan 24 benda uji	51

Tabel 4.3: Banyak abu ampas tebu dan semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji dan 24 benda uji	52
Tabel 4.4: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan Dalam 1 benda uji	53
Tabel 4.5: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan Dalam 1 benda uji	54
Tabel 4.6: Banyak agregat kasar yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 24 benda uji	57
Tabel 4.7: Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan untuk 24 benda uji	58
Tabel 4.8: Hasil pengujian penyerapan air beton normal	60
Tabel 4.9: Hasil pengujian penyerapan air beton pengisi abu ampas tebu	62
Tabel 4.10: Hasil pengujian penyerapan air beton pengisi serbuk kulit kerang	63
Tabel 4.11: Hasil pengujian penyerapan air beton pengisi abu ampas tebu + pengisi serbuk kulit kerang	64
Tabel 4.12: Hasil pengujian nilai <i>slump</i>	66
Tabel 4.13: Hasil pengujian kuat tekan beton normal	68
Tabel 4.14: Hasil pengujian kuat tekan beton dengan bahan pengisi serbuk kulit kerang 7 %	69
Tabel 4.15: Hasil pengujian kuat tekan beton dengan bahan pengisi abu ampas tebu 4 %	70
Tabel 4.16: Hasil pengujian kuat tekan beton dengan bahan pengisi serbuk kulit kerang 7 % dan bahan pengisi abu ampas tebu 4 %	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Bagan Metodologi Penelitian	16
Gambar 3.2	Grafik gradasi agregat halus	28
Gambar 3.3	Grafik batas gradasi agregat kasar	29
Gambar 3.4	Grafik gradasi agregat kasar diameter maksimum 40 mm	36
Gambar 3.5	Hubungan faktor air semen dan kuat tekan kubus beton	39
Gambar 3.6	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm	42
Gambar 3.7	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton	43
Gambar 4.1	Grafik perbandingan hasil penyerapan air pada beton	65
Gambar 4.2	Beban tekan pada benda uji kubus	67
Gambar 4.3	Grafik kuat tekan beton pada umur 14 hari	72
Gambar 4.4	Grafik kuat tekan beton pada umur 28 hari	73
Gambar 4.5	Grafik kuat tekan beton pada umur 14 hari dan 28 hari	73
Gambar 4.6	Grafik besar persentase kenaikan dan penurunan kuat tekan beton 14 hari	75
Gambar 4.7	Grafik besar persentase kenaikan dan penurunan kuat tekan beton 28 hari	76
Gambar 4.8	Perbandingan grafik besar persentase kenaikan dan penurunan kuat tekan beton 14 hari dan 28 hari	75

DAFTAR NOTASI

A	= Luas Penampang	(cm ²)
B	= Jumlah Air	(kg/m ³)
B _{camp}	= Berat Jenis Agregat Campuran	(gr/cm ³)
B _h	= Berat Jenis Agregat Halus	(gr/cm ³)
B _k	= Berat Jenis Agregat Kasar	(gr/cm ³)
B _K	= Berat Contoh Beton Kering Awal	(Kg)
B _O	= Berat Contoh Beton Kering Akhir	(Kg)
C	= Jumlah Agregat Halus	(kg/m ³)
C _a	= Absorsi Agregat Halus	(%)
C _k	= Kandungan Air Agregat Halus	(%)
D	= Jumlah Agregat Kasar	(kg/m ³)
D _a	= Absorsi Agregat Kasar	(%)
D _k	= Kandungan Air Agregat Kasar	(%)
FM	= Modulus Kehalusan	(%)
f _c	= Kuat Tekan	(Mpa)
K _h	= Persentasi Berat Agregat Halus Terhadap Agregat Campuran	(%)
K _k	= Persentasi Berat Agregat Kasar Terhadap Agregat Campuran	(%)
K.T. Var	= Kuat Tekan Variasi	(MPa)
K.T. Nor	= Kuat Tekan Normal	(MPa)
P	=Beban Tekan	(Kg)
W _h	= Perkiraan Jumlah Air Untuk Agregat Halus	(kg/m ³)
W _k	= Perkiraan Jumlah Air Untuk Agregat Kasar	(kg/m ³)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini berkembangnya pembangunan berbanding lurus dengan meningkatnya kebutuhan penggunaan beton sebagai bahan bangunan. Pembangunan akan terus berkembang begitu juga dengan kebutuhan beton selanjutnya dimasa yang akan datang. Beton banyak digunakan pada pembangunan karena mudah dibentuk sesuai dengan keperluan, bahan tidak sulit untuk didapatkan, perawatannya tidak memerlukan banyak biaya dan beton memiliki kuat tekan yang tinggi. Salah satunya pada material pembentuk beton itu sendiri. Hal ini dilakukan dengan cara mencampur bahan-bahan pengganti, baik sebagai agregat kasar, agregat halus, semen dan juga bahan tambahan untuk meningkatkan daya rekat dari bahan pengikat dalam beton/bahan yang digunakan sebagai bahan pengganti tersebut difokuskan dengan memanfaatkan material limbah.

Beton merupakan salah satu bahan bangunan yang masih sangat banyak dipakai dalam pembangunan fisik. Harganya yang relatif murah dan kemudahan dalam pelaksanaannya membuat beton semakin tak tergantikan dalam dunia konstruksi. Namun selain keuntungan yang dimilikinya, beton juga memiliki beberapa kekurangan seperti tegangan tarik yang rendah, daktilitas rendah, dan keseragaman mutu yang bervariasi.

Berbagai cara serta penelitian dilakukan dan terus berkembang dengan tujuan meningkatkan kekuatan beton, salah satunya pada material pembentuk beton itu sendiri. Pada abu ampas tebu memiliki kandungan silika (SiO_2), aluminat (Al_2O_3) dan Ferrit (Fe_2O_3) yang merupakan bahan utama pembentuk semen portland. Abu ampas tebu memiliki ukuran partikel-partikel SiO_2 yang sangat halus memiliki luas permukaan interaksi yang tinggi. Partikel-partikel tersebut berinteraksi dengan bahan-bahan penyusun material sehingga partikel-partikel ini akan mengisi rongga-rongga kosong yang ada pada beton sehingga mengurangi jumlah pori-pori yang ada pada beton. Dengan adanya silika maka porositas beton akan

menjadi lebih kecil, hal ini menyebabkan kekuatan material meningkat (Hatmoko dan Suryadharma, 2014). Abu ampas tebu tersebut diambil dari limbah penjual es tebu yang ampas tebunya dikeringkan kemudian dibakar sehingga menjadi abu kemudian disaring menggunakan ayakan yang lolos saringan 50. Ada peneliti telah mencoba abu ampas tebu sebesar 15 % dari berat semen, menyebabkan peningkatan kuat tekan beton pada umur 28, 56 dan 90 hari masing - masing sebesar 10,66 %, 13,89 %, dan 15,62 % dari beton normal. Dan saya akan mencoba abu ampas tebu sebesar 4%.

Untuk itu penulis menggunakan abu ampas tebu dan kulit kerang dalam campuran beton, untuk mengetahui kuat tekan beton yang dihasilkan dengan bahan abu ampas tebu dan kulit kerang tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian ini dicoba untuk mengambil permasalahan tentang pemanfaatan limbah abu kulit kerang sebagai filler pasir dan abu ampas tebu sebagai filler semen pada campuran beton. Beberapa permasalahan yang muncul antara lain:

1. Bagaimana pengaruh penggunaan abu ampas tebu sebagai campuran semen dan serbuk limbah kulit kerang sebagai campuran pasir dengan jumlah tertentu terhadap kuat tekan beton yang direncanakan?
2. Berapa persen serapan air pada beton yang menggunakan serbuk kulit kerang dan abu ampas tebu sebagai *filler* pada semen dan halus?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Sehubung dengan luasan permasalahan yang ada pada penelitian ini, maka penulis membatasi masalah yang ada. Permasalahan yang akan dibahas oleh penulis pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Kuat tekan rencana beton yang di pakai pada penelitian ini sebesar 35 Mpa.

2. Pengujian kuat tekan beton normal dan beton yang diberikan campuran limbah kulit kerang dan abu ampas tebu sebagai *filler* pada agregat halus dan membandingkan hasilnya setelah perendaman 14 hari dan 28 hari.
3. Pengaruh penggunaan limbah kulit kerang sebagai agregat halus sebanyak 7% dari berat pasir yang tertahan di saringan 30, dengan menggunakan kombinasi abu ampas tebu sebanyak 4% dalam pembuatan beton untuk mengetahui adanya kenaikan atau penurunan kuat tekan pada beton dengan membandingkannya dengan beton normal.
4. Metode untuk perencanaan campuran adukan beton menggunakan metode Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2834-1993).
5. Penelitian ini menggunakan cetakan kubus ukuran 15x15 cm dengan sebanyak 3 buah sempel unuk masing-masing variasi.

1.4 Tujuan Penulisan

Tujuan yang ingin dicapai dari kajian ini adalah:

1. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan kombinasi limbah serbuk kulit kerang dan abu ampas tebu terhadap kuat tekan beton jika dibandingkan dengan beton normal.
2. Untuk mengetahui berapa persen serapan air pada beton yang menggunakan serbuk kulit kerang dan abu ampas tebu sebagai *filler* pada semen dan pasir.

1.5 Batasan Masalah

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

1. Bahan yang digunakan untuk pengujian kuat tekan beton adalah
 - agregat halus (pasir) yang berasal dari Binjai, kulit kerang batu berasal dari Bagan penjual kerang kupas sebagai pengganti sebagian agregat halus,

- Abu ampas tebu berasal dari limbah bekas sebagai campuran semen.
- 2. Untuk pembuatan benda uji dibagi menjadi 3 sampel untuk masing-masing persentase kombinasi serbuk abu ampas tebu dan serbuk kulit kerang yaitu 4% dan 7% jadi total benda uji yang dibuat sebanyak 24 buah.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini yaitu:

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

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

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

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

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan tentang hasil penelitian, permasalahan dan pemecahan masalah selama penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini berisikan kesimpulan yang diperoleh dari analisa yang telah dilakukan dan juga saran-saran dari penulis.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Beton

Beton merupakan ikatan dari material-material pembentuk beton, yaitu terdiri dari campuran agregat (kasar dan halus), semen, air, dan ditambah dengan campuran tertentu apabila dianggap perlu. Bahan air dan semen disatukan akan membentuk pasta semen yang berfungsi sebagai bahan pengikat, sedangkan agregat halus dan agregat kasar sebagai pengisi (Paul Nugraha & Antoni, 2007).

Pada umumnya jika berhubungan dengan tuntutan mutu dan keawetan tinggi yang diinginkan, ada beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dan diperhatikan dalam menghasilkan sebuah beton yang bermutu tinggi, meliputi faktor air semen (FAS), kualitas agregat halus, kualitas agregat kasar, dan penggunaan bahan tambah baik admixture (kimia) maupun aditif (mineral) (Mulyono, 2004).

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

Tabel 2.1: Unsur-unsur beton (Universitas Semarang, 1999).

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

Pada umumnya, “Beton mengandung rongga udara sekitar 1% - 2%, pasta semen (semen dan air) sekitar 25% - 40%, dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60% - 75%” (Mulyono, 2005). Untuk mendapatkan kekuatan yang baik, sifat dan karakteristik dari masing-masing bahan penyusun tersebut perlu dipelajari. Kekuatan beton akan semakin bertambah seiring dengan bertambahnya umur. Berdasarkan standar, karakteristik kuat tekan beton ditentukan ketika beton telah berumur 28 hari, karena kekuatan beton akan naik secara cepat atau linier sampai umur 28 hari. Sifat beton diantaranya mudah diaduk, disalurkan, dicor, dipadatkan dan diselesaikan, tanpa menimbulkan pemisahan bahan susunan adukan dan mutu beton yang disyaratkan oleh konstruksi tetap dipenuhi (Sugiyanto, 2000).

Mutu beton ditentukan oleh banyak faktor antara lain (Sutikno, 2003):

- a. Faktor Air Semen (FAS).
- b. Perbandingan bahan-bahannya.
- c. Mutu bahan-bahannya.
- d. Susunan butiran agregat yang dipakai.
- e. Ukuran maksimum agregat yang dipakai.
- f. Bentuk butiran agregat.
- g. Kondisi pada saat mengerjakan.
- h. Kondisi pada saat pengerasan.

Berdasarkan kekuatan tekan beton dibagi menjadi tiga klasifikasi (Malier, 1992), yaitu:

1. Beton normal, dengan kekuatan tekan kurang dari 50 MPa.
2. Beton kinerja tinggi, dengan kekuatan tekan antara 50 hingga 90 MPa.
3. Beton kinerja sangat tinggi, dengan kekuatan tekan lebih dari 90 MPa.

Klasifikasi tersebut didasarkan pada suatu pendekatan yang umum dipergunakan, yaitu berdasarkan karakteristik kuat tekan beton. Klasifikasi tersebut tidak dapat menjelaskan sifat-sifat sebenarnya dari beton. Beton berkinerja tinggi (beton mutu tinggi) memiliki karakteristik yang lebih baik dibandingkan dengan beton normal.

Adapun parameter-parameter yang paling berpengaruh dalam kekuatan beton adalah:

1. Kualitas semen yang digunakan
2. Proporsi semen terhadap campuran
3. Kekuatan dan kebersihan agregat
4. Interaksi antara pasta semen dengan agregat
5. Pencampuran yang cukup dari bahan-bahan pembentuk beton
6. Penempatan, penyelesaian dan pemadatan beton yang benar
7. Perawatan beton
8. Kualitas pelaksanaannya

Kelebihan dan Kekurangan Beton Dalam keadaan yang mengeras, beton bagaikan batu karang dengan kekuatan tinggi. Dalam keadaan segar, beton dapat dibuat bermacam-macam bentuk, sehingga dapat digunakan untuk membentuk seni arsitektur atau sematamata untuk tujuan dekoratif. Disamping itu beton mempunyai beberapa kekurangan seperti kekuatan fisik tarik yang rendah, memerlukan bekisting dan penumpu saat konstruksi, perbandingan kekuatan terhadap berat yang relatif lebih rendah dan stabilitas volumenya relatif rendah. Beton juga akan memberikan hasil akhir yang bagus jika pengolahan akhir yang dilakukan dengan cara khusus, umpamanya diekspose agregatnya. Selain tahan terhadap api, beton juga tahan terhadap serangan korosi.

Secara umum kelebihan dan kekurangan beton adalah sebagai berikut:

1. Kelebihan:
 - Beton mampu menahan gaya tekan dengan baik, serta mempunyai sifat tahan terhadap korosi dan pembusukan oleh kondisi lingkungan.
 - Beton segar dapat dengan mudah dicetak sesuai dengan keinginan. Cetakan dapat pula dipakai berulang kali sehingga lebih ekonomis.
 - Beton segar dapat disemprotkan pada permukaan beton lama yang retak maupun dapat diisikan kedalam retakan beton dalam proses perbaikan.
 - Beton segar dapat dipompakan sehingga memungkinkan untuk dituang pada tempat-tempat yang posisinya sulit.
 - Beton tahan aus dan tahan bakar, sehingga perawatannya lebih murah.

2. Kekurangan :

- Beton dianggap tidak mampu menahan gaya tarik, sehingga mudah retak. Oleh karena itu perlu di beri baja tulangan sebagai penahan gaya tarik.
- Beton keras menyusut dan mengembang bila terjadi perubahan suhu, sehingga perlu dibuat dilatasi (expansion joint) untuk mencegah terjadinya retakan-retakan akibat terjadinya perubahan suhu.
- Untuk mendapatkan beton kedap air secara sempurna, harus dilakukan dengan pengerjaan yang teliti.
- Beton bersifat getas (tidak daktail) sehingga harus dihitung dan diteliti secara seksama agar setelah dikompositkan dengan baja tulangan menjadi bersifat daktail, terutama pada struktur tahan gempa.

2.2 Material Pembentuk Campuran Beton

Beton pada umumnya tersusun dari tiga bahan penyusun utama, yaitu semen, agregat dan air. Jika diperlukan, bahan tambah dapat ditambahkan untuk mengubah sifat-sifat tertentu dari beton. Berikut akan dijelaskan mengenai ketiga bahan penyusun utama beton tersebut, maupun bahan tambahannya yang saat ini sering digunakan.

2.2.1 Semen

Semen berasal dari kata "*cement*" dan dalam bahasa inggrisnya yaitu pengikat/perekat. Kata *cement* diambil dari kata "*cemenum*" yaitu nama yang diberikan kepada batu kapur yang serbuknya telah dipergunakan sebagai bahan adukan lebih dari 2000 tahun yang lalu di Italia.

Semen adalah salah satu bahan penyusun beton yang mempunyai sifat adhesive maupun kohesif yang berfungsi sebagai pengikat dalam adukan beton. Semen Portland ialah semen hidrolis yang dengan cara menghaluskan klinker terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis, dan gips sebagai bahan pembantu (SNI S-04-1989-F). Ada dua macam semen, yaitu semen hidrolis dan semen non-hidrolis.

Campuran antara semen dan air disebut pasta semen, jika ditambahkan agregat halus disebut mortar, jika ditambahkan lagi dengan agregat kasar akan terbentuk adukan yang biasa disebut beton segar. Berdasarkan (SNI S-04-1989-F) semen Portland dibagi menjadi lima jenis kategori sesuai dengan tujuan pemakaiannya, yaitu:

1. Tipe I

Semen Portland untuk konstruksi umum, yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.

2. Tipe II

Semen Portland untuk konstruksi yang agak tahan terhadap sulfat dan panas hidrasi yang sedang.

3. Tipe III

Semen Portland untuk konstruksi dengan syarat kekuatan awal yang tinggi.

4. Tipe IV

Semen Portland untuk konstruksi dengan syarat panas hidrasi yang rendah.

5. Tipe V

Semen Portland untuk konstruksi dengan syarat sangat tahan terhadap sulfat.

Tabel 2.2: Jenis-jenis Semen Portland dengan Sifat-sifatnya.

Tipe Semen	Sifat Pemakaian	Kadar Senyawa (%)				Kehalusan blaine (m ² /kg)	Kuat 1 hari (kg/cm ²)	Panas hidrasi (J/g)
		C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₃ AF			
I	Umum	50	24	11	8	350	1000	330
II	Modifikasi	42	33	5	13	350	900	250
III	Kekuatan awal tinggi	60	13	9	8	450	2000	500
IV	Panas hidrasi rendah	25	50	5	12	300	450	210
V	Tahan Sulfat	40	40	9	9	350	900	250

Sumber : (Paul Nugraha & Antoni, 2007).

Tabel 2.3: Kuat Tekan Minimum Semen Portland.

Umur	Kuat tekan minimum (kg/cm ²)				
	Tipe I	Tipe II	Tipe III	Tipe IV	Tipe V
1 hari	-	-	125	-	-
3 hari	125	100	250	-	85
7 hari	200	175	-	70	150
28 hari	-	-	-	175	210

Sumber : (Sugianto dkk, 2000).

2.2.2 Air

Dalam pembuatan beton, air menjadi sangat penting, karena air dapat bereaksi dengan semen, yang akan menjadi pasta pengikat agregat. Air juga berpengaruh terhadap kuat tekan beton, karena kelebihan air akan mengakibatkan beton menjadi *bleeding*, yaitu air bersama-sama semen akan naik keatas permukaan adukan beton segar yang baru saja dituang. Hal ini akan menyebabkan kurangnya lekatan antara lapisan-lapisan beton dan membuat menjadi lemah.

Tabel 2.4: Batasan kandungan zat kimia air dalam adukan.

No	Kandungan unsur kimia	Konsentrasi Maksimum (ppm)
1	Chlorida (Cl) :	
	Untuk beton prategang	500
	Untuk beton bertulang	1000
2	Sulfat (SO ₄)	1000
3	Alkali (Na ₂ O+K ₂ O)	600
4	Total Solid	50000

2.2.3 Agregat

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Kira-kira 70 % volume mortar atau beton diisi oleh agregat. Agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar atau beton, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam

pembuatan mortar atau beton. Dari segi ekonomis lebih menguntungkan jika digunakan campuran beton dengan sebanyak mungkin bahan pengisi dan sedikit mungkin jumlah semen. Namun keuntungan dari segi ekonomis harus diseimbangkan dengan kinerja beton baik dalam keadaan segar maupun setelah mengeras SNI 03-2834-1993.

Pengaruh kekuatan agregat terhadap beton begitu besar, karena umumnya kekuatan agregat lebih besar dari kekuatan pasta semennya. Namun kekasaran permukaan agregat berpengaruh terhadap kekuatan beton. Agregat dapat dibedakan berdasarkan ukuran butiran. Agregat yang mempunyai ukuran butiran besar disebut agregat kasar, sedangkan agregat yang berbutir kecil disebut agregat halus SNI 03-2834-1993.

2.3 Faktor Air Semen

Secara umum diketahui bahwa semakin tinggi nilai FAS, semakin rendah mutu kekuatan beton. Namun demikian, nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Ada batas-batas dalam hal ini. Nilai FAS yang rendah akan menyebabkan kesulitan dalam pengerjaan, yaitu kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan yang pada akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun. Umumnya nilai FAS minimum yang diberikan sekitar 0.3 dan maksimum 0.65. Tujuan pengurangan FAS dapat dilakukan untuk mengurangi hingga seminimal mungkin porositas beton yang dibuat sehingga akan dihasilkan beton bermutu tinggi.

2.4 Kulit Kerang

Cangkang kerang yang keras dan mengandung kapur, silica, Mangan oksida, alumina dan lainnya yang baik untuk meningkatkan mutu beton, ditumbuk sampai halus dan disaring dengan saringan yang sesuai, sehingga diperoleh serbuk cangkang kerang mempunyai ukuran yang sama dengan agregat halus (pasir), selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan substitusi agregat halus untuk membuat beton yang kuat dan ekonomis.

Pada penelitian ini penulis menggunakan limbah dari cangkang kerang yang dimanfaatkan sebagai agregat halus yang dipilih dengan melalui proses dari ayakan yang tertahan di saringan 30.

Menurut (Syafpoetri, 2013) limbah kulit kerang berpotensi sebagai bahan pengganti kapur dalam pembuatan semen karena komposisi kimia dalam limbah kulit kerang yang telah mengalami proses pembakaran suhu 700°C menghasilkan kandungan CaO sebesar 67,55%.

Tabel 2.5: Kandungan Kimia Serbuk Cangkang Kerang.

Parameter	Hasil Analisa (%)
CaO	67,55
SiO ₂	1,22
Fe ₂ O ₃	0,011
Al ₂ O ₃	0,11

Sumber : (Bahtiar dan Hidayat, 2005).

Dari penelitian diatas, dapat dilihat bahwa unsur yang paling banyak terkandung dalam serbuk kulit kerang adalah zat kapur (CaO). Hal ini sesuai dengan kandungan CaO yang terdapat pada semen alam yaitu sebesar 31-57% (Mulyono, 2005).

2.5 Abu Ampas Tebu

Abu ampas tebu memiliki kandungan yang sama dengan bahan utama pembentuk semen portland yaitu silika (SiO₂) dan Ferrit (Fe₂O₃) sehingga dapat dijadikan sebagai pozolan yang selain menggantikan sebagian semen juga dapat meningkatkan kekuatan tekan beton.

Pada Tabel 2.6 merupakan hasil pengujian abu ampas tebu sebelum pembakaran.

Tabel 2.6: Hasil pengujian abu ampas tebu sebelum pembakaran (Setiawan, 2006).

Senyawa Kimia	Persentase (%)
SiO ₂	53
Al ₂ O ₃	4,3
Fe ₂ O ₃	7,5
CaO	6,6
Lain-lain	28,6

Dari hasil pembakaran abu ampas tebu pada Tabel 2.6 dapat diketahui bahwa kandungan silika belum memenuhi syarat ASTM yaitu sebesar 70%. Diketahui ampas tebu apabila dibakar pada suhu 600 °C berhasil menaikkan unsur silika (SiO₂), aluminat (Al₂O₃), ferrit (Fe₂O₃) (Wibowo, 2006). Pada Tabel 2.7 merupakan hasil pengujian abu ampas tebu sesudah pembakaran.

Tabel 2.7: Hasil pengujian abu ampas tebu setelah pembakaran (Setiawan, 2006).

Senyawa Kimia	Persentase (%)
SiO ₂	71
Al ₂ O ₃	2,5
Fe ₂ O ₃	8,2
CaO	3,6
Lain-lain	14,7

2.6 Slump Test

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

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

2.7 Perawatan Beton

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

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

1. *Water (Standar Curing)*

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

2. *Exposed Atmosfer*

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

3. *Sealed* atau *wrapping*

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

4. *Steam Curing* (perawatan uap)

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

5. *Autoclave*

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

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian

Penelitian ini menggunakan beberapa metode pengumpulan data primer dan sekunder. Pengumpulan data primer sendiri dilakukan pada agregat yang digunakan, diantaranya adalah pemeriksaan agregat halus berupa pasir alami dan agregat kasar berupa batu pecah.

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

1. Data primer

Data yang diperoleh dari hasil perhitungan di laboratorium seperti:

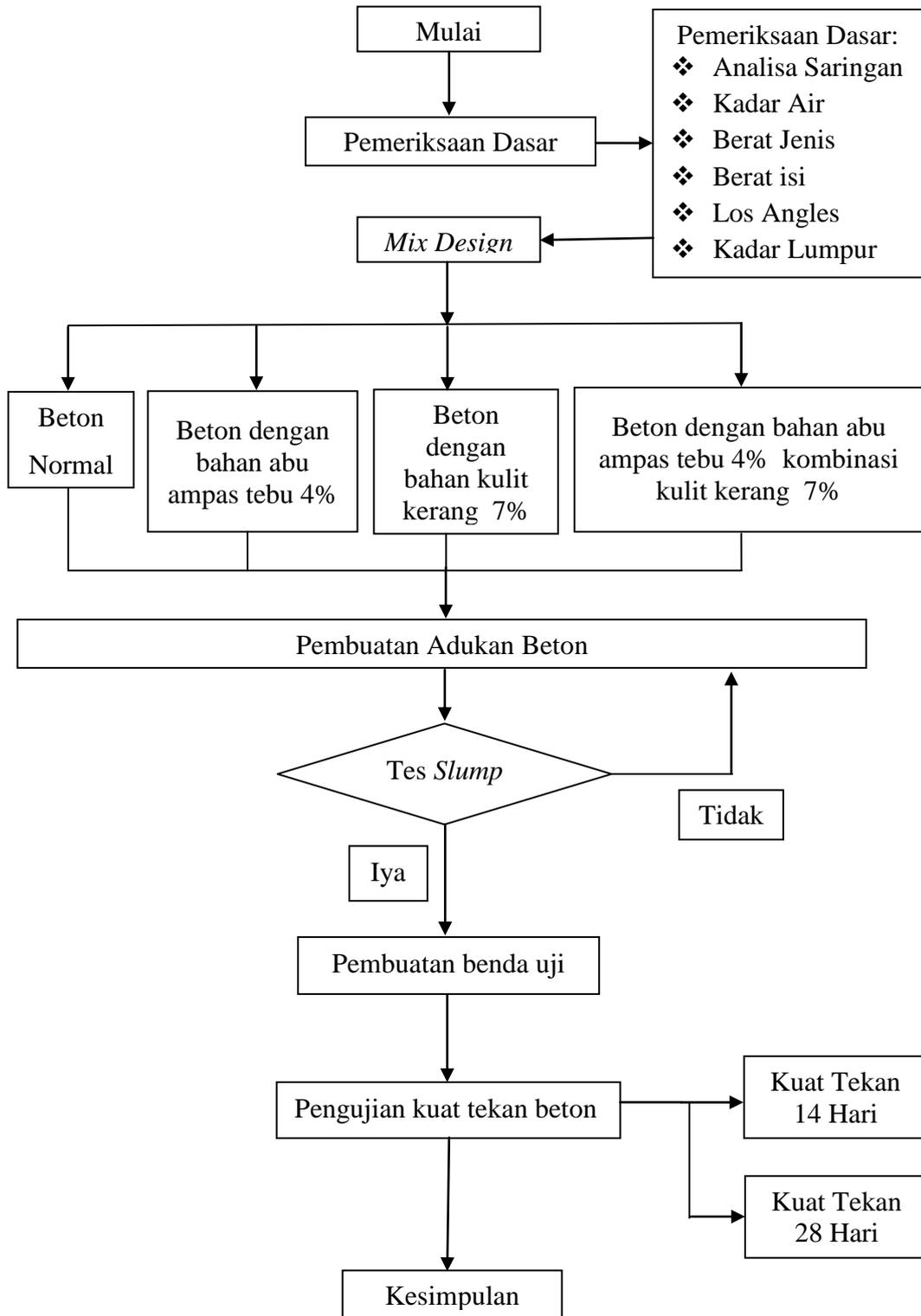
- Analisa saringan agregat.
- Berat jenis dan penyerapan.
- Pemeriksaan kadar air agregat.
- Kadar Lumpur pada agregat halus dan agregat kasar.
- Berat isi pada agregat halus dan agregat kasar.
- Pengujian keausan agregat kasar.

Setelah dilakukan pemeriksaan dasar, langkah selanjutnya adalah membuat perencanaan campuran beton normal (*Job Mix Design*). Setelah mengetahui hasil analisis campuran, ada beberapa pemeriksaan yang dilakukan pada campuran beton, yakni pengujian kekentalan beton segar (*Slump Test*), dan pengujian kuat tekan beton berdasarkan variasi hari yang telah direncanakan.

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 *aditive*, (SNI 03-2834-1993), (PBI 1971), (ASTM C33 1985) serta buku-buku atau literatur sebagai penunjang guna untuk memperkuat suatu penelitian yang dilakukan.

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



Gambar 3.1: Bagan metodologi penelitian.

Pada Gambar 3.1 menunjukkan bagian-bagian berikut:

1. Pemeriksaan Dasar:

- Analisa saringan adalah kegiatan analisa untuk mengetahui distribusi agregat dengan menggunakan ukuran-ukuran agregat saringan standart tertera, yang ditunjukkan dengan lubang saringan.
- Kadar air agregat adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam agregat dengan agregat dalam keadaan yang kering.
- Berat jenis agregat adalah rasio antara massa padat agregat dan massa air dengan volume sama pada suhu yang sama.
- Berat isi atau disebut juga sebagai berat satuan agregat adalah rasio antara agregat dan isi/volume. Berat isi diperlukan dalam perhitungan bahan campuran beton apabila jumlah bahan ditakar dengan ukuran volume.
- Los Angeles adalah untuk menentukan ketahanan agregat kasar terhadap keausan dengan menggunakan mesin Los Angeles.
- Kadar lumpur biasanya tercampur dengan air. Dalam jumlah yang cukup banyak, lumpur dapat mengurangi kekuatan beton. Karena cenderung menghambat hidrasi semen.

2. Kemudian langkah selanjutnya *Mix Design*

Mix Design adalah untuk mendapatkan nilai perbandingan campuran bahan material beton dengan kuat tekan rencana yang sudah ditentukan sehingga campuran bahan dapat dibagi.

3. Pencampuran terhadap beton dengan variasi yang berbeda

- Beton normal.
- Tidak ada pencampuran dibeton normal ini.
- Beton dengan bahan abu ampas tebu 4%.
- Yang dimaksud 4% adalah mengisi agregat halus dengan bahan abu ampas tebu sebanyak 4% sehingga agregat halus dikurangi dengan jumlah abu ampas tebu sebanyak 4%.
- Beton dengan bahan kulit kerang 7%.

- Yang dimaksud 7% adalah mengisi agregat kasar dengan bahan kulit kerang sebanyak 7%.
 - Beton dengan bahan abu ampas tebu 4% kombinasi kulit kerang 7%.
 - Kombinasi ini dilakukan mengisi agregat halus dengan abu ampas tebu sebanyak 4% dan mengisi agregat kasar dengan kulit kerang 7%.
4. Kemudian pembuatan adukan beton dengan mencampurkan semua agregat yang sudah disediakan dengan mencampurkan dimesin molen atau mesin pengaduk. Pembuatan beton ini dilakukan dengan variasi yang berbeda yaitu :
- Beton Normal
 - Beton dengan bahan abu ampas tebu 4%
 - Beton dengan bahan kulit kerang 7%
 - Beton dengan bahan abu ampas tebu 4% kombinasi kulit kerang 7%
- Pembuatan adukan beton juga dilakukan bertahap-tahap sehingga bisa membedakan variasi yang mana saja.
5. Langkah selanjutnya uji *slump test* adalah suatu uji empiris/metoda yang digunakan untuk menentukan konsistensi/kekakuan (dapat dikerjakan atau tidak) dari campuran beton segar (*fresh concrete*) untuk menentukan tingkat *work ability*. Jika belum bisa dikerjakan balik lagi ke pembuatan adukan beton jika sudah lanjut ke pembuatan benda uji.
6. Pembuatan benda uji ini ialah memasukkan campuran beton kedalam cetakan kemudian memukul – mukul cetakan menggunakan kayu sampai gelembung udara keluar agar beton yang dihasilkan tidak berongga, lalu diamkan benda uji selama 24 jam.
7. Langkah selanjutnya rendam selama 14 hari lamanya agar reaksi mineral semen dan air bisa berlangsung dengan baik untuk menghasilkan kekuatan dan daya tahan beton seperti yang direncanakan, setelah 14 hari direndam lakukan uji kuat tekan beton. Begitu juga dengan rendaman 28 hari setelah direndam uji kuat tekan beton.
8. Selanjutnya dapat kesimpulan hasil dari penelitian beton.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dimulai pada bulan 11 Januari 2019 hingga 11 Maret 2019. Penelitian dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.3 Bahan dan Peralatan

3.3.1 Bahan

Komponen bahan pembentuk beton yang digunakan yaitu:

a. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Padang.

b. Agregat Halus

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

c. Agregat Kasar

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

d. Air

Air yang digunakan berasal dari PDAM Tirtanadi Medan.

e. Abu Ampas Tebu

Diperoleh dari penjual air tebu yang ada di kota Medan.

f. Kulit Kerang

Kulit Kerang di ambil dari penjual kerang di pajak kota Medan.

3.3.2 Peralatan

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

a. Satu set saringan untuk agregat halus dan agregat kasar.

Agregat Halus : No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100, Pan

Agregat Kasar : 1,5", 3/4", 3/8", No.4

b. Alat-alat pendukung pengujian material.

c. Timbangan digital.

d. Alat pengaduk beton (*mixer*).

- e. Cetakan benda uji berbentuk kubus.
- f. Mesin kompres (*compression test*).
- g. PAN.
- h. Mesin *Los Angeles*.

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

Menurut (ASTM C33) agregat halus adalah agregat yang mempunyai ukuran butiran berkisar antara 0,075 mm sampai dengan 4,75 mm. Penggunaan agregat halus dapat berupa pasir dari laut dengan syarat harus dibersihkan terlebih dahulu dari pengotoran garam atau klorida ataupun kulit kerang dan pasir yang diperoleh dari penggalian dengan syarat harus dibersihkan dari lempung atau tanah liat.

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

Maksud penggunaan agregat halus didalam adukan beton adalah:

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

Penilaian terhadap mutu agregat halus dapat ditinjau dari beberapa segi:

1. Ada atau tidaknya bahan campuran terkandung di dalam pasir, misalnya pasir yang berasal dari sungai banyak mengandung lumpur dan bahan organik.
2. Butiran pasir harus cukup keras, maksudnya butiran pasir ini tidak hancur atau pecah karena perubahan cuaca.
3. Melakukan analisa saringan untuk mendapatkan agregat halus dengan ukuran yang sesuai.

(SNI 03-2834-1993) memberikan syarat-syarat untuk agregat halus yang diadopsi dari *British Standar* di Inggris. Agregat halus dikelompokkan dalam empat zona (daerah). Yang diketahui Lubang Ayakan dengan ukuran mm misalkan No ayakan 8 ukuran lubang ayakannya 2,36 mm, jika ukuran agregat 2,36 mm sampai 1,18 mm itu masuk ke ukuran ayakan No 8 dan jika persen berat butir yang lewat ayakan 75-100 itu masuk ke Gradasi II seperti dalam Tabel 3.1.

Tabel 3.1: Batas gradasi agregat halus (SNI 03-2834-1993).

Lubang Ayakan (mm)	No	Persen Berat Butir yang Lewat Ayakan			
		I	II	III	IV
9,50	3/8 in	100	100	100	100
4,75	No.4	90-100	90-100	90-100	95-100
2,36	No.8	60-95	75-100	85-100	95-100
1,18	No.16	30-70	55-90	75-100	90-100
0,60	No.30	15-34	35-59	60-79	80-100
0,30	No.50	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	No.100	0-10	0-10	0-10	0-15

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

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan/pemeriksaan diantaranya:

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

3.6.1 Kadar Air Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 566 tentang kadar air agregat halus. Dari hasil penelitian penulis didapat data-data pada Tabel 3.2 sehingga diketahui kadar air agregat halus yang diperiksa Berat contoh SSD dan berat wadah dengan contoh 1 dan 2 (sample 1 dan 2) dapat hasil rata-ratanya, kemudian diperiksa Berat contoh kering *oven* & berat wadah dari contoh 1 dan 2 dapat hasil rata-ratanya, cek Berat wadah dari contoh 1 dan 2 dan dapat rata-ratanya, kemudian periksa berat air dengan rumus (Berat contoh SSD dan berat wadah - Berat contoh kering *oven* & berat wadah) disetiap contoh dan dapat hasil rata-ratanya, kemudian hitung Berat contoh kering (Berat contoh kering *oven* & berat wadah - Berat wadah) dari setiap contoh dan dapat hasil rata-ratanya, dan terakhir hitung kadar airnya. Mencari rata-rata ($\text{contoh1} + \text{contoh2} / 2$).

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

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh SSD dan berat wadah (W1)	500	500	500
Berat contoh kering <i>oven</i> & berat wadah (W2)	589	546	567,5
Berat wadah (W3)	100	57	78,5
Berat Air (W1-W2)	11	11	11
Berat contoh kering (W2-W3)	489	489	489
Kadar Air $((W1-W2)/(W2-W3)) \times 100\%$	2,25	2,25	2,25

Didapat hasil kadar air rata-rata sebesar 2,25%. Percobaan ini dilakukan sebanyak dua kali, percobaan pertama nilai kadar air sebesar 2,25% sedangkan percobaan yang kedua sebesar 2,25% dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu 2,0% – 4,0%.

3.6.2 Kadar Lumpur Agregat Halus

Sesuai dengan ASTM C 117 tentang kadar lumpur agregat halus. Dari hasil penelitian penulis didapat data-data pada Tabel 3.3 sehingga diketahui kadar lumpur agregat halus yang diperiksa Agregat Halus Lolos Saringan No.4 kemudian diketahui Berat contoh kering itu agregat halus (pasir), Berat contoh setelah dicuci maksudnya pasir yang setelah dicuci, Berat Kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci maksudnya kotoran yang lolos disaringan No 200 waktu dicuci, kemudian didapat hasil Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah pencucian. Dan Contoh 1 dan 2 itu adalah contoh sample pasir dan kemudian hasilnya dicari rata-rata dengan rumus $(\text{contoh1} + \text{contoh2} / 2)$.

Tabel 3.3: Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat halus.

Agregat Halus Lolos Saringan No.4	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh kering (gr)	500	500	500
Berat contoh setelah dicuci (gr)	479	483	481
Berat Kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (gr)	21	17	19
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (%)	4,2	3,4	3,8

Didapat hasil kadar lumpur agregat halus rata-rata sebesar 3,8%. Percobaan ini dilakukan sebanyak dua kali, percobaan pertama nilai kadar air sebesar 4,2% sedangkan percobaan yang kedua sebesar 3,4% dan hasil tersebut memenuhi standar PBI 1971 yang telah ditentukan yaitu $< 5 \%$.

3.6.3 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 128 tentang berat jenis dan penyerapan agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.4 sehingga diketahui berat jenis dan penyerapan agregat halus yang diperiksa. Dari hasil penyelidikan di dapat data-data pada Tabel 3.4 sehingga dapat diketahui nilai berat jenis maupun penyerapan (*absorption*) pada agregat halus yang diteliti. Pada tabel terlampir 3 macam berat jenis, yakni berat jenis contoh semu, berat jenis SSD, dan berat jenis contoh semu. Berat jenis agregat terpenuhi apabila nilai Berat Jenis Contoh Kering < Berat Jenis SSD < Berat Jenis Contoh Semu.

Tabel 3.4: Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat halus.

Lolos ayakan No. 4	1	2	Rata-rata
Berat contoh SSD (kering permukaan jenuh) (B)	500	500	500
Berat contoh SSD kering oven (110 ⁰ c) Sampai Konstan (E)	491	492	491,5
Berat Piknometer penuh air (D)	695	697	696
Berat contoh SSD di dalam piknometer penuh air (C)	996	998	997
Berat jenis contoh kering $E / (B + D - C)$	2,47	2,47	2,47
Berat jenis contoh SSD $B / (B + D - C)$	2,51	2,51	2,51
Berat jenis contoh semu $E / (E + D - C)$	2,56	2,56	2,56
Penyerapan (<i>Absorbtion</i>) $[(B - E) / B] \times 100 \%$	1,87	1,63	1,73

Didapat hasil dari pengujian berat jenis dan penyerapan agregat halus adalah nilai berat jenis contoh SSD rata-rata sebesar 2,51 dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu Dry < SSD < Semu dengan nilai 2,49 < 2,51 < 2,69 dan penyerapan rata-rata sebesar 1,73 % . Berdasarkan standar ASTM C 128

tentang absorpsi yang baik adalah dibawah 2% dari nilai absorpsi agregat halus yang diperoleh telah memenuhi syarat.

3.6.4 Berat Isi Agregat Halus

Sesuai dengan ASTM C 29 tentang berat isi agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.5 sehingga diketahui berat isi agregat halus yang diperiksa. Diketahui Berat contoh itu ialah agregat halus atau pasir dan wadah tempat pasir yang akan diuji sampai 3 sample pengujian dan dicari rata-ratanya dengan rumus $(\text{sample1} + \text{sample2} + \text{sample3} / 3)$. Kemudian mencari volume wadah dengan ukuran Diameter 24 cm dan tinggi wadah 24,2 dengan rumus $((\pi) \cdot (d^2) \cdot a) / 4$, dan mencari berat isi (Berat contoh / Volume Wadah) kemudian hasilnya didapat nilai rata-ratanya.

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

No.	Pengujian	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Rata- rata
1	Berat contoh & wadah	19786	20345	21117	20416
2	Berat wadah	5300	5300	5300	5300
3	Berat contoh	14486	15045	15817	15116
4	Volume wadah	10952,23	10952,23	10952,23	10952,23
5	Berat Isi	1,32	1,37	1,44	1,38

Didapat data-data pada Tabel 3.5 sehingga diketahui hasil berat isi agregat halus rata-rata sebesar $1,38 \text{ gr/cm}^3$ dan hasil tersebut memenuhi standar ASTM C 29 yang telah ditentukan yaitu $> 1,2 \text{ kg/m}^3 = 1200 \text{ gr/cm}^3$, dan diketahui hasil Volume wadah dengan rata-ratanya 10952,23.

3.6.5 Analisa Saringan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 33 tentang analisa saringan agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.6 dan batas gradasi agregat halus pada Gambar 3.2, sehingga diketahui modulus kehalusan agregat halus yang diperiksa.

Tabel 3.6: Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat halus.

Nomor Saringan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Berat Total (gr)	%	Tertahan	Lolos
No. 4	143	36	179	7,17	7,17	92,83
No. 8	46	79	125	5,01	12,18	87,82
No. 16	129	167	296	11,86	24,04	75,96
No. 30	352	256	608	24,36	48,40	51,60
No.50	488	278	766	30,69	79,09	20,91
No. 100	299	123	422	16,91	95,99	4,01
Pan	43	57	100	4,00	100,00	0,00
Total	1500	996	2496	100		

Berdasarkan Tabel 3.6 menjelaskan pemeriksaan analisa saringan agregat halus ini menggunakan nomor saringan yang telah ditentukan SNI 03-2834-1993, yang nantinya akan dibuat grafik zona gradasi agregat yang didapat dari nilai kumulatif agregat. Apakah agregat yang dipakai termasuk zona pasir kasar, sedang, agak halus, atau pasir halus. Penjelasan nilai kumulatif agregat didapat dari penjelasan berikut ini:

Total berat pasir = 3300 gram

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$\text{No.4} = \frac{179}{2496} \times 100\% = 7,17 \%$$

$$\text{No.8} = \frac{125}{2496} \times 100\% = 5,01 \%$$

$$\text{No.16} = \frac{296}{2496} \times 100\% = 11,86 \%$$

$$\text{No.30} = \frac{608}{2496} \times 100\% = 24,36 \%$$

$$\text{No.50} = \frac{766}{2496} \times 100\% = 30,69 \%$$

$$\begin{aligned} \text{No.100} &= \frac{422}{2496} \times 100\% = 16,91 \% \\ \text{PAN} &= \frac{100}{2496} \times 100\% = 4,00 \% \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

$$\begin{aligned} \text{No.4} &= 0 + 7,17 = 7,17 \% \\ \text{No.8} &= 7,17 + 5,01 = 12,18 \% \\ \text{No.16} &= 12,18 + 11,86 = 24,04 \% \\ \text{No.30} &= 24,04 + 24,36 = 48,40 \% \\ \text{No.50} &= 48,40 + 30,69 = 79,09 \% \\ \text{No.100} &= 79,09 + 16,91 = 96,00 \% \\ \text{Pan} &= 96,00 + 4,00 = 100 \% \end{aligned}$$

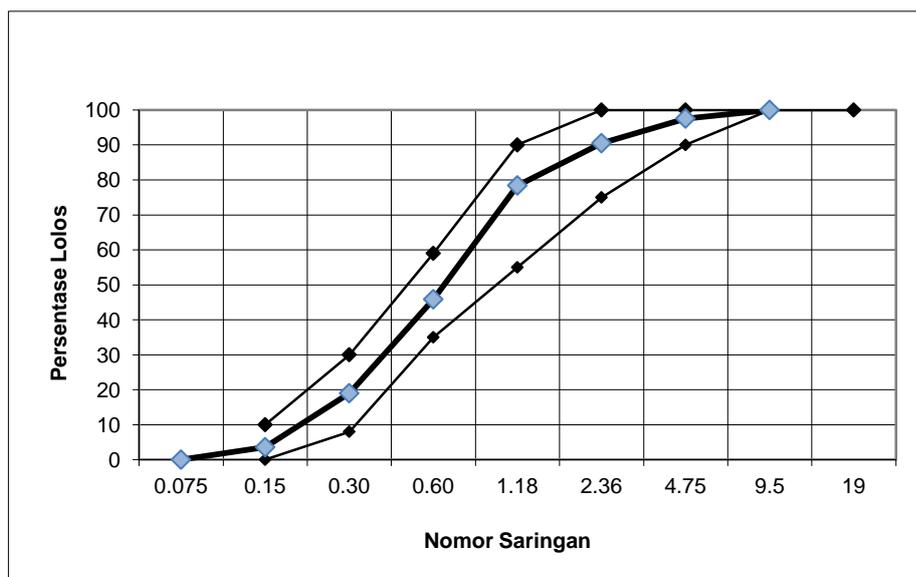
Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 266,88 %

$$\begin{aligned} \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \\ &= \frac{266,88}{100} \\ \text{FM} &= 2,66 \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

$$\begin{aligned} \text{No.4} &= 100 - 7,17 = 92,83 \% \\ \text{No.8} &= 100 - 12,18 = 87,82 \% \\ \text{No.16} &= 100 - 24,04 = 75,96 \% \\ \text{No.30} &= 100 - 48,40 = 51,60 \% \\ \text{No.50} &= 100 - 79,09 = 20,91 \% \\ \text{No.100} &= 100 - 96,00 = 4 \% \\ \text{Pan} &= 100 - 100 = 0,00 \% \end{aligned}$$

Pada Gambar 3.2 Grafik gradasi agregat halus menunjukkan hasil pengujian analisa saringan agregat halus diperoleh nilai modulus kehalusannya dan diketahui juga masuk ke zona berapa.



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

Dari hasil pengujian analisa saringan agregat halus diperoleh nilai modulus kehalusan sebesar 2,66 dan dari grafik hasil pengujian diketahui bahwa agregat halus yang diuji termasuk di zona 2 pasir sedang seperti pada Gambar 3.2.

3.7 Pemeriksaan Agregat Kasar

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

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

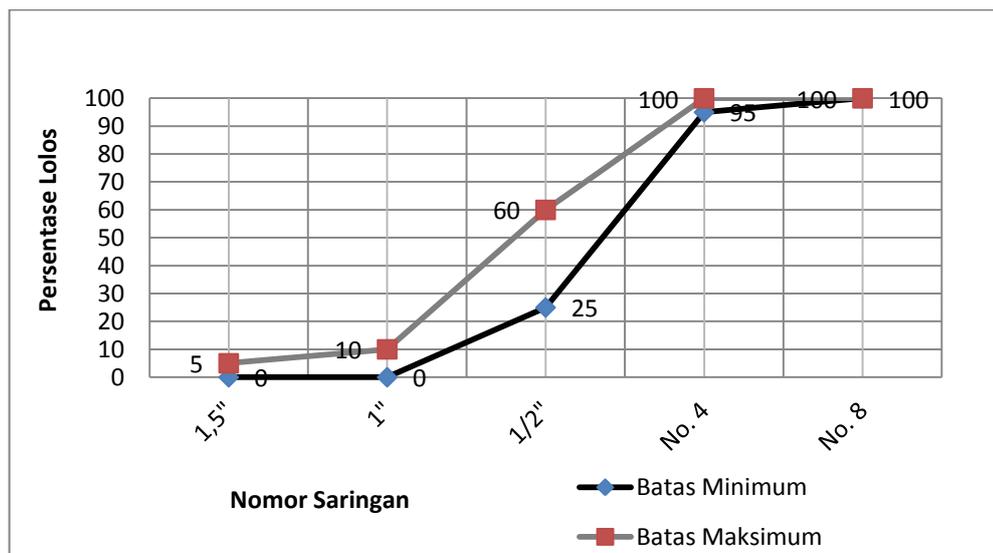
1. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% terhadap berat kering. Apabila kadar lumpur melampaui 1% maka agregat kasar harus dicuci.
2. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat reaktif alkali.
3. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan ayakan harus memenuhi syarat-syarat:

- a. Sisa diatas ayakan 31,5 mm lebih kurang 0% berat total.
 - b. Sisa diatas ayakan 4 mm lebih kurang 90% - 98% berat total.
 - c. Selisih antara sisa-sisa komulatif diatas dua ayakan yang berurutan adalah maksimum 60% berat total, minimum 10% berat total.
4. Berat butir agregat maksimum tidak boleh lebih dari 1/5 jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan, 1/3 dari tebal plat atau 3/4 dari jarak besi minimum antara tulang-tulangan.

Menurut ASTM C33 (1986), batas gradasi agregat kasar dengan diameter agregat maksimum 37,5 mm dapat dilihat dalam Tabel 3.7.

Tabel 3.7: Batas gradasi agregat kasar ASTM C33 (1986).

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



Gambar 3.3: Grafik batas gradasi agregat kasar.

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

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

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan/pemeriksaan diantaranya:

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

3.7.1 Kadar Air Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 566 tentang kadar air agregat kasar. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.8 sehingga diketahui kadar air agregat kasar yang diperiksa Berat contoh SSD dan berat wadah dengan contoh 1 dan 2 (sample 1 dan 2) lalu hasil rata-ratanya dapat dihitung ($\text{contoh1} + \text{contoh2} / 2$), kemudian diperiksa Berat contoh kering *oven* & berat wadah dari contoh 1 dan 2 dapat hasil rata-ratanya, cek Berat wadah dari contoh 1 dan 2 dan lalu hasil rata-ratanya dapat dihitung ($\text{contoh1} + \text{contoh2} / 2$), kemudian periksa berat air dengan rumus (Berat contoh SSD dan berat wadah - Berat contoh kering *oven* & berat wadah) disetiap contoh lalu dan hasil rata-ratanya dapat dihitung ($\text{contoh1} + \text{contoh2} / 2$), kemudian hitung Berat contoh kering (Berat contoh kering *oven* & berat wadah - Berat wadah) dari setiap contoh dan lalu hasil rata-ratanya dapat dihitung ($\text{contoh1} + \text{contoh2} / 2$), dan terakhir hitung kadar airnya dicontoh1 dan 2 setelah itu hitung juga hasil rata-ratanya.

Tabel 3.8: Data-data hasil penelitian kadar air agregat kasar.

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh SSD dan berat wadah (W1)	1100	1100	1100
Berat contoh kering oven & berat wadah (W2)	1093	1095	1094
Berat wadah (W3)	100	100	100
Berat Air (W1-W2)	7	5	6
Berat contoh kering (W2-W3)	993	995	994
Kadar Air $((W1-W2)/(W2-W3)) \times 100\%$	0,705	0,502	0,603

Berdasarkan Tabel 3.8 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 0,705%, pada contoh kedua sebesar 0,502%. Sedangkan nilai rata-rata kadar air pada agregat kasar yang diteliti adalah sebesar 0,603% dan hasil tersebut telah memenuhi syarat yang ditetapkan yaitu 0,6% - 0,65%.

3.7.2 Kadar Lumpur Agregat Kasar

Sesuai dengan ASTM C 117 tentang kadar lumpur agregat kasar. Pada tabel 3.9 dijelaskan nilai kadar lumpur yang didapat dari perbandingan antara berat kotoran agregat kasar yang lolos saringan No 200 dengan berat kering contoh awal. Agregat Kasar Lolos Saringan No 4 kemudian diketahui Berat contoh kering itu agregat Kasar (Batu Pecah), Berat contoh setelah dicuci maksudnya batu pecah yang setelah dicuci, Berat Kotoran agregat lolos saringan No 200 setelah dicuci maksudnya kotoran yang lolos disaringan No 200 waktu dicuci, kemudian didapat hasil Persentase kotoran agregat lolos saringan No 200 setelah pencucian. Dan Contoh 1 dan 2 itu adalah contoh sample pasir dan kemudian hasilnya dicari rata-rata dengan rumus $(\text{contoh1} + \text{contoh2} / 2)$.

Tabel 3.9: Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat kasar.

Agregat Kasar Diameter Maksimum 40mm	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh kering (gr)	1600	1600	1600
Berat contoh setelah dicuci (gr)	1589	1588	1588,5
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci(gr)	11	12	11,5
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci(%)	0,69	0,75	0,72

Berdasarkan hasil pemeriksaan didapat hasil kadar lumpur agregat kasar rata-rata sebesar 0,72%. Menurut PBI 1971 hasil pemeriksaan kadar lumpur pada Tabel 3.9 telah memenuhi syarat <1% .

3.7.3 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 127 tentang berat jenis dan penyerapan agregat kasar. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.10 sehingga diketahui berat jenis dan penyerapan agregat kasar yang diperiksa. Dari hasil penyelidikan di dapat data-data pada Tabel 3.4 sehingga dapat diketahui nilai berat jenis maupun penyerapan (*absorption*) pada agregat kasar yang diteliti. Pada tabel terlampir 3 macam berat jenis, yakni berat jenis contoh semu, berat jenis SSD, dan berat jenis contoh semu. Berat jenis agregat terpenuhi apabila nilai Berat Jenis Contoh Kering < Berat Jenis SSD < Berat Jenis Contoh Semu.

Tabel 3.10: Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat kasar.

Pengujian	1	2	Rata-rata
Berat contoh (SSD) kering permukaan jenuh A	2000	2000	2000
Berat contoh (SSD) kering oven (1100) Sampai Konstan C	1985	1986	1985,5
Berat contoh (SSD) di dalam air B	1262	1258	1260

Tabel 3.10: *Lanjutan.*

Pengujian		1	2	Rata-rata
Berat jenis contoh kering	$C / (A - B)$	2,69	2,68	2,68
Berat jenis contoh SSD	$A / (A - B)$	2,71	2,70	2,70
Berat jenis contoh semu	$C / (C - B)$	2,75	2,73	2,74
Penyerapan	$[(A - C) / C] 100\%$	0,76	0,70	0,73

Didapat hasil dari pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar adalah nilai berat jenis contoh SSD rata-rata sebesar 2,70 dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu $Dry < SSD < Semu$ dengan nilai $2,69 < 2,71 < 2,74$. Sedangkan penyerapan rata-rata sebesar 0,75%. Berdasarkan ASTM C 127 nilai ini berada dibawah nilai absorsi agregat kasar maksimum yaitu sebesar 4%.

3.7.4 Berat Isi Agregat Kasar

Sesuai dengan ASTM C 29 tentang berat isi agregat kasar. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.11 sehingga diketahui berat isi agregat kasar yang diperiksa. Diketahui Berat contoh itu ialah agregat kasar atau batu pecah dan wadah tempat batu pecah yang akan diuji sampai 3 sample pengujian dan dicari rata-ratanya dengan rumus $(sample1 + sample2 + sample3 / 3)$. Kemudian mencari volume wadah dengan ukuran Diameter 24 cm dan tinggi wadah 24,2 dengan rumus $((\pi) \cdot (d^2) \cdot a) / 4$, dan mencari berat isi (Berat contoh / Volume Wadah) kemudian hasilnya didapat nilai rata-ratanya.

Tabel 3.11: Data-data hasil penelitian berat isi agregat kasar.

No.	Pengujian	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Rata- rata
1	Berat contoh & wadah	30516	31757	32914	31729
2	Berat wadah	6400	6400	6400	6400

Tabel 3.11: *Lanjutan.*

No.	Pengujian	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Rata- rata
3	Berat contoh	24116	25357	26514	25329
4	Volume wadah	15458,99	15458,99	15458,99	15458,99
5	Berat Isi	1,56	1,64	1,72	1,64

Berdasarkan hasil pemeriksaan didapat hasil berat isi agregat kasar rata-rata sebesar $1,64 \text{ gr/cm}^3$ dan hasil tersebut memenuhi standar ASTM C 29 yang telah ditentukan yaitu $> 1,125\text{gr}$.

3.7.5 Analisa Saringan Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 136 tentang analisa saringan agregat kasar. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.12 sehingga diketahui modulus kehalusan agregat kasar yang diperiksa.

Tabel 3.12: Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat kasar.

Nomor Saringan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Berat Total (gr)	%	Tertahan	Lolos
1,5	119	120	239	4,16	4,16	95,84
$\frac{3}{4}$	900	1280	2180	37,91	42,07	57,93
$\frac{3}{8}$	700	1501	2201	38,28	80,35	19,65
No. 4	831	299	1130	19,65	100,00	0,00
No. 8	0	0	0	0,00	100,00	0,00
No. 16	0	0	0	0,00	100,00	0,00
No. 30	0	0	0	0,00	100,00	0,00
No.50	0	0	0	0,00	100,00	0,00
No. 100	0	0	0	0,00	100,00	0,00
Pan	0	0	0	0,00	100	0,00
Total	2550	3200	5750	100		

Berdasarkan Tabel 3.12, didapatkan nilai kumulatif agregat dan modulus kehalusan agregat kasar yang diperoleh dari persentase jumlah keseluruhan kumulatif tertahan agregat. Percobaan ini dilakukan dua kali, nomor saringan yang dipakai diambil berdasarkan metode ASTM C33 (1986), yang pada pengerjaan *Job Mix Design* nantinya dimodifikasi agar sesuai dengan tata cara perencanaan campuran beton menurut SNI 03-2834-1993. Penjelasan tentang persentase dan kumulatif agregat dijelaskan sebagai berikut:

Total berat batu pecah = 5750 gram

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$\begin{aligned}
 1,5 &= \frac{239}{5750} \times 100\% = 4,16 \% \\
 \frac{3}{4} &= \frac{2180}{5750} \times 100\% = 37,91 \% \\
 \frac{3}{8} &= \frac{2201}{5750} \times 100\% = 38,28 \% \\
 \text{No. 4} &= \frac{1130}{5750} \times 100\% = 19,65 \%
 \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

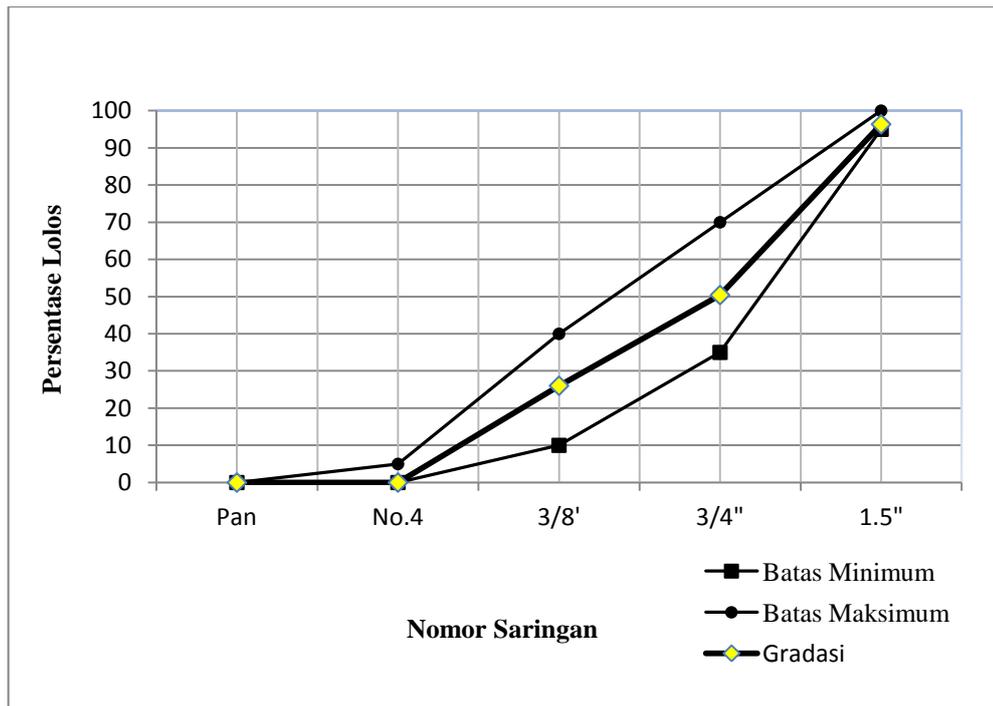
$$\begin{aligned}
 1,5 &= 0 + 4,16 = 4,16 \% \\
 \frac{3}{4} &= 4,16 + 37,91 = 42,07 \% \\
 \frac{3}{8} &= 42,07 + 38,28 = 80,35 \% \\
 \text{No.4} &= 80,35 + 19,65 = 100,00 \%
 \end{aligned}$$

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 726,57

$$\begin{aligned}
 \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \\
 &= \frac{726,57}{100} \\
 \text{FM} &= 7,27
 \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

1,5	=	100	-	5,32	=	94,68	%
$\frac{3}{4}$	=	100	-	38,32	=	61,68	%
$\frac{3}{8}$	=	100	-	73,38	=	26,62	%
No.4	=	100	-	100	=	0,00	%



Gambar 3.4: Grafik gradasi agregat kasar diameter maksimum 40 mm.

Dari hasil pengujian analisa saringan agregat halus diperoleh nilai modulus kehalusan sebesar 7,17 dan dari grafik hasil pengujian diketahui bahwa batas gradasi batu pecah sebagai agregat kasar dengan kriteria berdiameter maksimum 40 mm dapat dilihat pada Gambar 3.4.

3.7.6 Keausan Agregat Dengan Mesin *Los Angeles*

Sesuai dengan ASTM C 131 tentang kekerasan agregat dengan Mesin *Los Angeles*.

Dari hasil penelitian didapat data-data sebagai berikut:

- Berat sample sebelum pengujian = 5000 gr

- Berat sample setelah pengujian = 4118 gr

Berat tiap-tiap ayakan tercantum dalam Tabel 3.13. 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 3.13: Data-data dari hasil pengujian keausan agregat.

No. Saringan	Berat awal (gr)	Berat akhir (gr)
37,5 (1,5 in)	-	-
19,1 (3/4 in)	-	-
12,5 (1/2 in)	2500	727
9,50 (3/8 in)	2500	1033,6
4,75 (No. 4)	-	623
2,36 (No. 8)	-	913,6
1,18 (No. 16)	-	-
0,60 (No. 30)	-	-
0,30 (No. 50)	-	-
0,15 (No. 100)	-	-
Pan	-	820,8
Total	5000	4118
Berat lolos saringan No. 12		882
<i>Abrasion (Keausan) (%)</i>		17,64%

$$\begin{aligned} \text{Keausan} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{5000 - 4118}{5000} \times 100\% = 17,64\% \end{aligned}$$

Nilai ketahanan agregat kasar terhadap keausan pada hasil pengujian diatas adalah 17,64% dan hasil tersebut telah memenuhi standar PBI (1971) yang telah ditentukan yaitu lebih kecil dari 50%.

3.8 Perencanaan Pembuatan Campuran Beton Standar Menurut SNI 03-2834-1993

Langkah-langkah pokok cara perancangan menurut standar ini ialah:

1. Kuat tekan beton yang disyaratkan sudah ditetapkan 35 MPa untuk umur 28 hari.
2. Faktor pengali untuk standar deviasi dengan hasil uji < 30 dapat dilihat pada Tabel 3.14. pada tabel ini kita dapat langsung mengambil nilai standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang akan dicetak.

$$\text{Nilai deviasi} = f'_c + 12 \quad (3.1)$$

Tabel 3.14: Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia (SNI 03-2834-1993).

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

3. Nilai tambah (margin) 5,6 MPa berdasarkan Tabel 3.15.

$$\text{Nilai tambah (m)} = f'_c + 5,6 \quad (3.2)$$

Tabel 3.15: 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

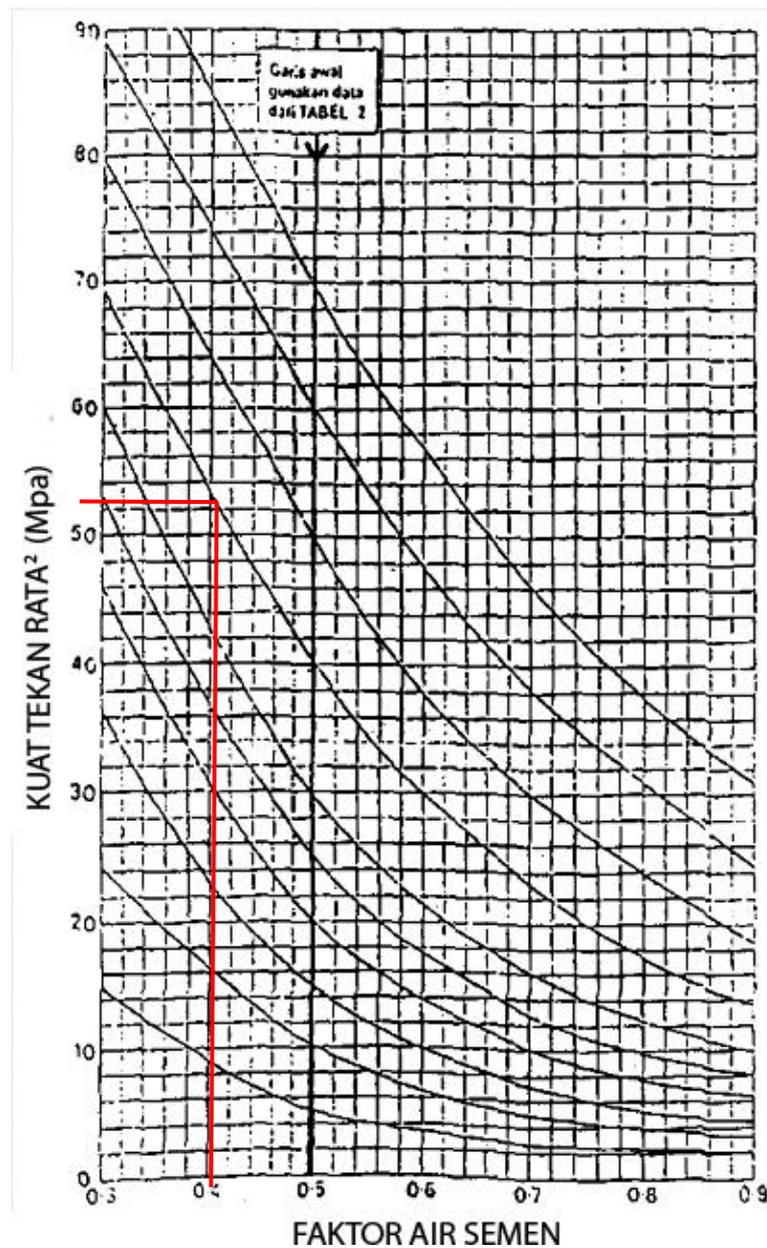
4. Menentukan kuat tekan rata-rata yang ditargetkan :

$$f'_{cr} = f'_c + \text{nilai deviasi} + m \quad (3.3)$$

$$f'_{cr} = 35 + 12 + 5,6$$

$$f'_{cr} = 52,6 \text{ MPa}$$

5. Jenis Semen yang digunakan adalah PPC Tipe I.
6. Jenis agregat diketahui:
 - Agregat halus alami = Pasir (Binjai)
 - Agregat kasar = Batu Pecah (Binjai)
7. Nilai faktor air semen bebas diambil dari titik kekuatan tekan 0,405 MPa tarik garis datar menuju zona 28 hari, lalu tarik garis kebawah yang menunjukkan faktor air semen, seperti pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5: Hubungan faktor air semen dan kuat tekan kubus beton (SNI 03-2834-1993).

8. Faktor air semen maksimum dalam hal ini ditetapkan 0,60.

Dalam faktor air semen yang diperoleh dari Gambar 3.5 tidak sama dengan yang ditetapkan, untuk perhitungan selanjutnya memakai harga faktor air semen yang lebih kecil.

9. *Slump* ditetapkan setinggi 30-60 mm.

10. Ukuran agregat maksimum: Ditetapkan 40 mm

11. Jumlah kadar air bebas ditentukan berdasarkan Tabel 3.16 yang dibuat untuk agregat gabungan alami atau yang berupa batu pecah seperti berikut :

Tabel 3.16: Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton (SNI 03-2834-1993).

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

$$\text{Kadar air bebas} = \frac{2}{3}W_h + \frac{1}{3}W_k \quad (3.4)$$

$$\text{Kadar air bebas} = \frac{2}{3} 160 + \frac{1}{3} 190$$

$$\text{Kadar air bebas} = 170 \text{ Kg/m}^3$$

dengan:

W_h = adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus dan

W_k = adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

12. Jumlah semen, yaitu: $170 : 0,405 = 419,75 \text{ kg/m}^3$

13. Nilai jumlah semen maksimum diambil sama dengan poin 12.

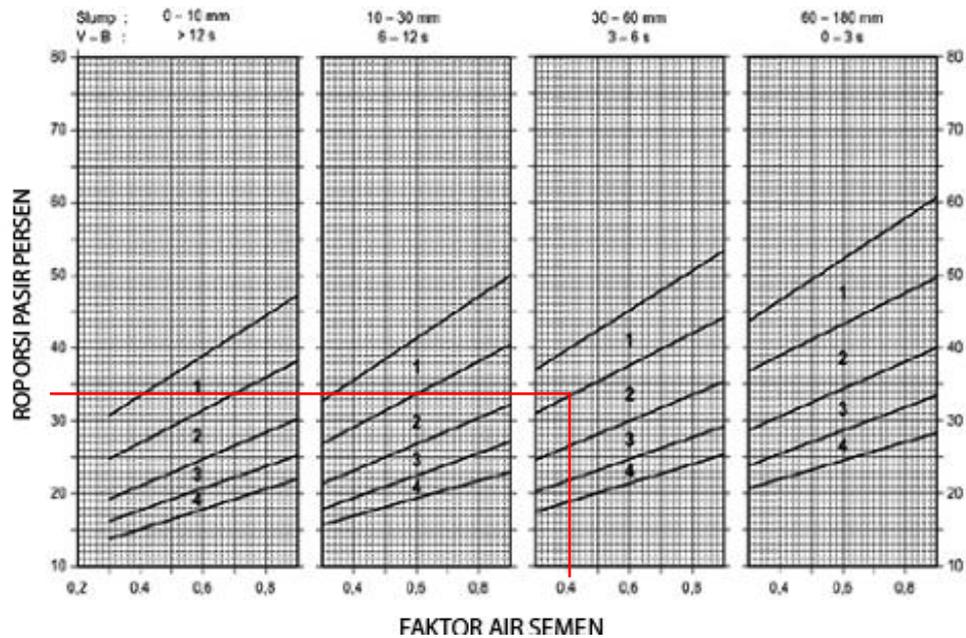
14. Jumlah semen minimum ditetapkan 275 kg/m^3 (Tabel 3.17), jika kadar semen yang diperoleh dari perhitungan butir 12 belum mencapai syarat

minimum yang ditetapkan, maka harga minimum ini harus dipakai dan faktor air semen yang baru perlu disesuaikan.

Tabel 3.17: Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus (SNI 03 - 2834 - 1993).

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

15. Faktor air semen yang disesuaikan, dalam hal ini dapat diabaikan oleh karena syarat minimum kadar semen sudah dipenuhi.
16. Susunan besar butir agregat butir halus ditetapkan pada gradasi pasir pada Gambar 3.2.
17. Susunan besar butir agregat butir kasar ditetapkan pada gradasi kerikil pada Gambar 3.4.
18. Persen bahan yang lebih halus dari 4,8 mm ini untuk kelompok ukuran butir agregat maksimum 40 mm pada nilai slump 30-60 mm dan nilai faktor air-semen 0,405. Bagi agregat halus (pasir) yang termasuk daerah susunan butir No.2 diperoleh harga nilai 36 %. Seperti yang dijelaskan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm (SNI 03-2834-1993).

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

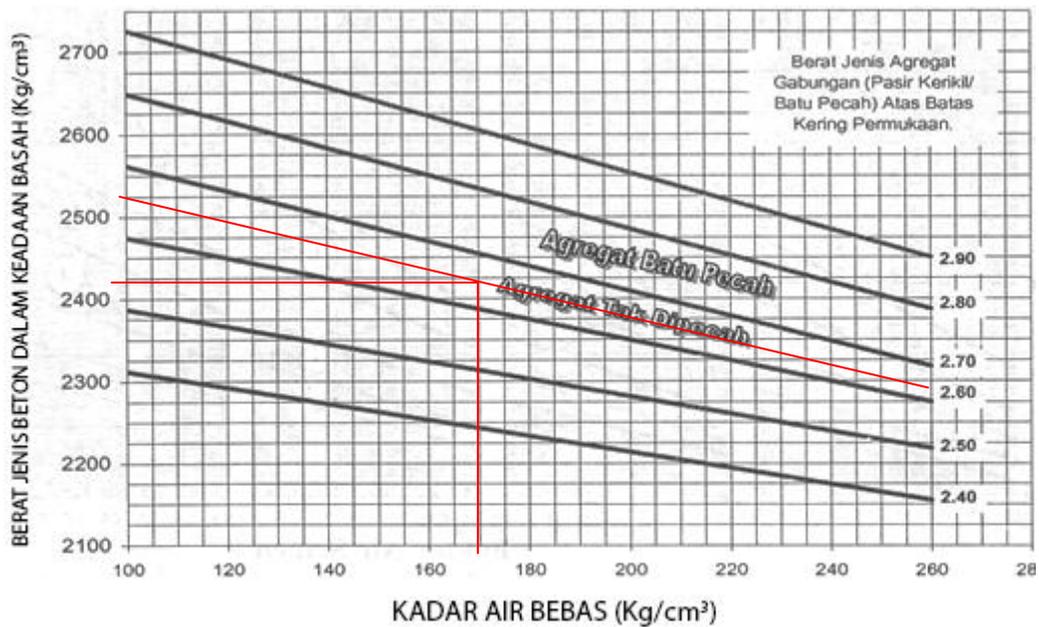
Dengan demikian perhitungan berat jenis relatif menjadi sebagai berikut :

– BJ agregat halus = 2,51

– BJ agregat kasar = 2,70

– BJ agregat gabungan halus dan kasar = $(33,5\% \times 2,51) + (66,5\% \times 2,70)$
= 2,64

20. Berat isi beton diperoleh dengan cara menarik garis yang sesuai dengan nilai berat jenis agregat gabungan, yaitu 2,64. Titik potong garis yang tegak lurus menunjukkan kadar air bebas, dalam hal ini 170 kg/m^3 ditarik sampai dengan nilai berat jenis beton yang didapat. Kemudian menarik lagi garis horizontal sehingga nilai berat isi beton didapat. Dalam hal ini diperoleh angka 2420 kg/m^3 , yang dijelaskan seperti Gambar 3.7.



Gambar 3.7: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton (SNI 03-2834-1993).

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

$$= 2420 - (419,75 + 170) = 1830,25 \text{ kg/m}^3$$

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

$$= 33,5\% \times 1830,25 = 613,13 \text{ kg/m}^3$$

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

$$= 1830,25 - 613,13 = 1217,12 \text{ kg/m}^3$$

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

untuk tiap m^3 sebagai berikut:

– Semen = 419,75 kg

– Air = 170 kg/lt

– Agregat halus = 613,13 kg

– Agregat kasar = 1217,12 kg

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

$$\bullet \text{ Air} = B - (C_k - C_a) \times C / 100 - (D_k - D_a) \times D / 100 \quad (3.5)$$

$$\bullet \text{ Agregat halus} = C + (C_k - C_a) \times C / 100 \quad (3.6)$$

$$\bullet \text{ Agregat kasar} = D + (D_k - D_a) \times D / 100 \quad (3.7)$$

Dengan :

B = jumlah air (kg/m^3)

C = jumlah agregat halus (kg/m^3)

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

C_a = absorpsi air pada agregat halus (%)

C_k = kadar air agregat halus (%)

D_a = absorpsi air pada agregat kasar (%)

D_k = kadar air agregat kasar (%)

maka, diperoleh nilai koreksi :

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Air} &= B - (C_k - C_a) \times C / 100 - (D_k - D_a) \times D / 100 \\ &= 170 - (2.25 - 1.73) \times 613,13 / 100 - (0.603 - 0.73) \times \\ &\quad 1217,12 / 100 \\ &= 168.36 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Agregat halus} &= C + (C_k - C_a) \times C / 100 \\ &= 613,13 + (2.25 - 1.73) \times 613,13 / 100 \\ &= 616,32 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \text{ Agregat kasar} &= D + (D_k - D_a) \times D / 100 \\ &= 1217,12 + (0.603 - 0.73) \times 1217,12 / 100 \\ &= 1215,57 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

3.9 Pengujian Kuat Tekan

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

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

$$f \text{ (saat pengujian)} = \frac{P}{A} \quad (3.8)$$

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 3.18.

Tabel 3.18: 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 kuta tekan dapat destimasi dengan cara membagi hasil kuat tekan pada umur tertentu dibagi dengan koefesien kuat tekan sesuai jumlah umur pengujian.

Estimasi kuat tekan dilakukan terhadap kuat tekan umur 28 hari:

$$f(\text{estimasi 28 hari}) = \frac{f(\text{saat pengujian})}{\text{koefisien}} \quad (3.9)$$

Dimana:

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

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

koefisien = koefisien dari umur beton

Koefisien dari umur beton diperoleh dari jumlah hari beton selesai dicetak hingga beton di tes kuat tekannya. Pada Tabel 3.19 dijelaskan beberapa koefisien umur hari pada beton.

Tabel 3.19: Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur (Tjokrodinuljo, 2007).

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

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan beton, yaitu:

1. Faktor air semen (FAS) dan kepadatan

Faktor air semen (fas) adalah perbandingan berat antara air dan semen Portland di dalam campuran adukan beton. Umumnya nilai FAS minimum yang diberikan sekitar 0.4 dan maksimum 0.65. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hampir untuk semua tujuan, beton yang mempunyai faktor air semen minimal dan cukup untuk memberikan *workabilitas* tertentu yang dibutuhkan untuk pemadatan yang sempurna tanpa pekerjaan pemadatan yang berlebihan, merupakan beton yang terbaik (Murdock dan Brooks, 1979).

Fungsi dari faktor air semen yaitu:

- a. Untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan.
- b. Sebagai pelicin campuran kerikil, pasir dan semen agar lebih mudah dalam pencetakan beton.

Kekuatan beton tergantung pada perbandingan faktor air semennya. Semakin tinggi nilai FAS, semakin rendah mutu kekuatan beton, namun demikian, nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi.

2. Umur beton

Kuat tekan beton akan bertambah sesuai dengan bertambahnya umur beton tersebut. Perbandingan kuat tekan beton pada berbagai umur Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971.

3. Jenis dan jumlah semen

Jenis semen berpengaruh terhadap kuat tekan beton, sesuai dengan tujuan penggunaannya. Jenis-jenis semen dapat sesuai SNI 03-2834-1993.

4. Sifat agregat

Sifat agregat yang paling berpengaruh terhadap kekuatan beton adalah:

- Kekasaran permukaan: pada agregat dengan permukaan kasar akan terjadi ikatan yang baik antara pasta semen dengan agregat tersebut.
- Kekerasan agregat kasar.
- Gradasi agregat.

Setelah dilakukan pengujian oleh Gemelly Katrina Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya Jl. Raya Prabumulih KM 32 Indralaya, Sumatera Selatan terhadap sampel dengan *Compression Testing Machine* maka didapatkan nilai kuat tekan beton. Dari hasil yang diperoleh bahwa variasi persentase kombinasi abu ampas tebu dan kulit kerang sebesar 8%+9% menunjukkan kuat tekan beton yang signifikan, dimana nilai kuat tekannya paling optimum. Untuk kombinasi juga mengalami peningkatan namun tidak terlalu jauh dengan beton normal, sedangkan 12%+13% terjadi penurunan kuat tekan beton normal.

BAB 4

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Perencanaan Campuran Beton

4.1.1 Data-Data Campuran Beton

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

Dari hasil percobaan didapati data-data sebagai berikut:

Dari hasil percobaan Binjai didapati data-data sebagai berikut :

– Berat jenis agregat kasar	=	2,70 gram/cm ³
– Berat jenis agregat halus	=	2,51 gram/cm ³
– Kadar lumpur agregat kasar	=	0,72 %
– Kadar lumpur agregat halus	=	3,8 %
– Berat isi agregat kasar	=	1,64 gram/cm ³
– Berat isi agregat halus	=	1,38 gram/cm ³
– FM agregat kasar	=	7.27
– FM agregat halus	=	2.66
– Kadar air agregat kasar	=	0,603 gram/cm ³
– Kadar air agregat halus	=	2,25 gram/cm ³
– Penyerapan agregat kasar	=	0.73 %
– Penyerapan agregat halus	=	1.73 %

Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai diatas tersebut dapat digunakan untuk perencanaan campuran beton (*Mix Design*) dengan kuat tekan disyaratkan sebesar 35 MPa yang terlampir pada Tabel 4.1 berdasarkan (SNI 03-2834-1993). Sehingga pada perencanaan campuran beton diketahui berapa nilai perbandingan campuran bahan material beton setiap bahan seperti pasir, batu pecah, semen dan juga air. Pada tabel semua bahan sudah diketahui berapa banyak bahan yang akan diperlukan disaat pembuatan benda uji nantinya.

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

Perencanaan campuran beton SNI 03-2834-1993			
No.	Uraian	Tabel/Gambar Perhitungan	Nilai
1	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji kubus)	Ditetapkan	35 Mpa
2	Deviasi standar	-	12 Mpa
3	Nilai tambah (margin)	-	5,6 Mpa
4	kuat tekan rata-rata yang ditargetkan	1+2+3	52,6
5	Jenis semen	-	Tipe I
6	Jenis agregat :		
	- Halus	Ditetapkan	Pasir alami Binjai
	- Kasar	Ditetapkan	Batu pecah Binjai
7	Faktor air semen bebas	Gambar 3.5	0,405
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 3.16	170
12	Jumlah semen	11:07	419,75
13	jumlah semen maksimum	Ditetapkan	419,75
14	jumlah semen minimum	Ditetapkan	275
15	Faktor air semen yang d disesuaikan	-	0,405
16	Susunan besar butir agregat halus	Gambar 3.2	Daerah gradasi zona 2

Tabel 4.1: *Lanjutan.*

No.	Uraian	Tabel/Gambar Perhitungan		Nilai	
17	Susunan agregat kasar atau gabungan	Gambar 3.4		Gradasi maksimum 40 mm	
18	Persen agregat halus	Gambar 3.6		33,5 %	
19	Berat jenis relatif, agregat (kering permukaan)	Ditetapkan		2.64	
20	Berat isi beton	Gambar 3.7		2420	
21	kadar agregat gabungan	20-(12-11)		1830,25	
22	Kadar agregat halus	18 x 21		613,13	
23	Kadar agregat kasar	21-22		1217,11	
24	Proporsi campuran	semen (kg)	Air (kg)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
	Tiap m ³	419,75	170	613,13	1217,11
	Tiap campuran uji m ³	1	0,405	1,46	2,90
Tiap campuran uji 0,003375 m ³ (1 kubus)	1,42	0,57	2,07	4,11	
25	Koreksi proporsi campuran				
	Tiap m ³	419,75	168,35	616,32	1215,53
	Tiap campuran uji m ³	1	0,40	1,47	2,90
	Tiap campuran uji 0,003375 m ³ (1 kubus)	1,42	0,57	2,08	4,10

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

Semen	:	Pasir	:	Batu pecah	:	Air
419,75	:	616,32	:	1215,53	:	168,394
1	:	1,47	:	2,90	:	0,40

➤ Bahan pengisi pasir

Untuk penggunaan bahan pengisi menggunakan serbuk kulit kerang sebanyak 7% dapat dilihat pada Tabel 4.2.

- Serbuk yang dibutuhkan sebanyak 7% untuk 1 benda uji
 = persentase campuran x berat pasir

$$= \frac{7}{100} \times 2,08$$

$$= 0,146 \text{ kg}$$

Maka, pasir yang digunakan untuk 1 buah benda uji adalah sebanyak

$$= 2,08 - 0,146$$

$$= 1,93 \text{ kg}$$

Tabel 4.2: Banyak serbuk kulit kerang dan pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji dan 24 benda uji.

Variasi Campuran	Berat kulit kerang (kg)	Berat pasir	Berat Pasir Untuk 1 Benda Uji (kg)	Berat Pasir Untuk 12 Benda Uji (kg)
Normal	0	2,08	2,08	24,96
7% kulit kerang	0,146	2,08	1,93	23,16

➤ Bahan pengisi semen

Untuk penggunaan bahan pengisi menggunakan abu ampas tebu sebanyak 4% dapat dilihat pada Tabel 4.3.

- Abu yang dibutuhkan sebanyak 4% untuk 1 benda uji
 = persentase campuran x berat semen

$$= \frac{4}{100} \times 1,42 = 0,057 \text{ kg}$$

Maka, semen yang digunakan untuk 1 buah benda uji adalah sebanyak

$$= 1,42 - 0,057$$

$$= 1,36 \text{ kg}$$

Tabel 4.3: Banyak abu ampas tebu dan semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji dan 24 benda uji.

Variasi Campuran	Berat ampas tebu (kg)	Berat Semen	Berat Semen Untuk 1 Benda Uji (kg)	Berat Semen Untuk 12 Benda Uji (kg)
Normal	0	1,42	1,42	17,04
4% ampas tebu	0,057	1,42	1,36	16,32

Berdasarkan Tabel 4.2 dan 4.3 menjelaskan jumlah penggunaan bahan pengisi serbuk kulit kerang dan pasir sebesar 7 % adalah 0,146 kg untuk berat serbuk kulit kerang dan 1,93 kg untuk berat pasir, dan bahan pengisi abu ampas tebu dan semen sebesar 4 % adalah 0,057 kg untuk berat abu ampas tebu dan 1,36 kg untuk berat semen.

a. Untuk satu benda uji (kg)

Menggunakan cetakan kubus dengan ukuran:

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

$$\text{Volume Kubus} = \text{Sisi} \times \text{Sisi} \times \text{Sisi}$$

$$= 15 \times 15 \times 15$$

$$= 3375 \text{ cm}^3$$

$$= 0,003375 \text{ m}^3$$

Maka:

- Semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

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

$$= 419,75 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3$$

$$= 1,42 \text{ kg}$$

- Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 = Banyak pasir x Volume 1 benda uji
 = $616,32 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3$
 = 2,08 kg
- Kerikil yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 = Banyak kerikil x Volume 1 benda uji
 = $1215,53 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3$
 = 4,10 kg
- Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 = Banyak air x Volume 1 benda uji
 = $168,394 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3$
 = 0,57 kg

Perbandingan untuk 1 benda uji dalam satuan kg adalah:

$$\begin{array}{ccccccccc} \text{Semen} & : & & \text{Pasir} & : & & \text{Batu pecah} & : & & \text{Air} \\ 1,42 & : & & 2,08 & : & & 4,10 & : & & 0,57 \end{array}$$

Berdasarkan analisa saringan maka didapat berat untuk masing-masing saringan pada Tabel 4.4. dan Tabel 4.5.

Tabel 4.4: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor saringan	% tertahan	Rumus			Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ tertahan}}{100}$	X	berat batu pecah	
1,5	4,16	$\frac{4,16}{100}$	X	4,10	0.171
3/4	37,91	$\frac{37,91}{100}$	X	4,10	1.554

Tabel 4.4: *Lanjutan.*

Nomor saringan	% tertahan	Rumus			Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ tertahan}}{100}$	X	berat batu pecah	
3/8	38,28	$\frac{38,28}{100}$	X	4,10	1,569
No.4	19,65	$\frac{19,65}{100}$	X	4,10	0,806
Total					4.10

Berdasarkan Tabel 4.4 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 0,171 kg, saringan 3/4 sebesar 1,554 kg, saringan 3/8 sebesar 1,569 kg dan saringan no 4 sebesar 0,806 kg. Total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 4,10 kg.

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

Nomor saringan	% tertahan	Rumus			Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ tertahan}}{100}$	x	berat pasir	
No.4	7,17	$\frac{7,17}{100}$	x	2,08	0.149
No.8	5,01	$\frac{5,01}{100}$	x	2,08	0.104
No.16	11,86	$\frac{11,86}{100}$	x	2,08	0.247
No.30	24,36	$\frac{24,36}{100}$	x	2,08	0.507

Tabel 4.5: *Lanjutan.*

Nomor saringan	% tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ tertahan}}{100}$	x berat pasir	
No.50	24,36	$\frac{24,36}{100}$	x 2,08	0,638
No.100	16,91	$\frac{16,91}{100}$	x 2,08	0,352
PAN	4,00	$\frac{4,00}{100}$	x 2,08	0,083
Total				2.08

Berdasarkan Tabel 4.5 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan no 4 sebesar 0,149 kg, saringan no 8 sebesar 0,104 kg, saringan no 16 sebesar 0,247 kg, saringan no 30 sebesar 0,507 kg, saringan no 50 sebesar 0,638 kg, saringan no 100 sebesar 0,352 kg dan pan sebesar 0,083 kg. Total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 2,08 kg.

b. Beton normal dengan bahan pengisi serbuk kulit kerang 7%

Untuk penggunaan bahan pengisi serbuk kulit kerang sebesar 7 % dari berat pasir

- Serbuk kulit kerang yang dibutuhkan sebanyak 7 % untuk 1 benda uji

$$\begin{aligned}
 &= \frac{7}{100} \quad \times \quad \text{Berat pasir untuk 1 benda uji} \\
 &= \frac{7}{100} \quad \times \quad 2,08 \text{ kg} \\
 &= 0.15 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

maka, berat serbuk kulit kerang yang dibutuhkan untuk 1 benda uji adalah

$$= 0.15 \text{ kg}$$

c. Beton normal dengan bahan pengisi abu ampas tebu 4 %

Untuk penggunaan bahan pengisi abu ampas tebu 4 % dari berat semen

- Abu ampas tebu yang dibutuhkan sebanyak 4 % untuk 1 benda uji

$$\begin{aligned}
&= \frac{4}{100} \quad \times \quad \text{Berat semen untuk 1 benda uji} \\
&= \frac{4}{100} \quad \times \quad 1,42 \text{ kg} \\
&= 0.06 \text{ kg}
\end{aligned}$$

maka, berat abu ampas tebu yang dibutuhkan untuk 1 benda uji adalah

$$= 0.06 \text{ kg}$$

- d.** Beton dengan bahan pengisi serbuk kulit kerang 7 % dan dengan bahan pengisi abu ampas tebu 4 %

Untuk penggunaan bahan pengisi serbuk kulit kerang 7 % dari berat pasir dan juga bahan pengisi abu ampas tebu 4 % dari berat semen adalah:

- Bahan pengisi serbuk kulit kerang sebesar 7 % sebanyak 0.15 kg
- Bahan pengisi abu ampas tebu sebesar 4 % sebanyak 0.06 kg

Berdasarkan data diatas menjelaskan jumlah penggunaan bahan pengisi serbuk kulit kerang sebesar 7 % adalah 0.15 kg dan untuk penggunaan bahan pengisi abu ampas tebu sebesar 4 % adalah 0.06 kg.

Untuk jumlah tiap ayakan secara keseluruhan pasir yang dibutuhkan untuk 24 benda uji

- Semen yang dibutuhkan untuk 24 benda uji

$$= \text{Banyak semen 1 benda uji} \times 24$$

$$= 1,42 \times 24$$

$$= 34,08 \text{ kg}$$

- Pasir yang dibutuhkan untuk 24 benda uji

$$= \text{Banyak pasir untuk 1 benda uji} \times 24$$

$$= 2,08 \times 24$$

$$= 49,92 \text{ kg}$$

- Batu pecah yang dibutuhkan untuk 24 benda uji

$$= \text{Banyak batu pecah untuk 1 benda uji} \times 24$$

$$= 4,10 \times 24$$

$$= 98,4 \text{ kg}$$

- Air yang dibutuhkan untuk 24 benda uji
 = Banyak air untuk 1 benda uji x 24
 = 0,57 x 24
 = 13,68 kg

Perbandingan untuk 24 benda uji dalam satuan kg adalah:

Semen : Pasir : Batu pecah : Air
 34,08 : 49,92 : 98,4 : 13,68

Berdasarkan analisa saringan untuk 24 benda uji, maka didapat berat untuk masing-masing saringan pada Tabel 4.6 dan Tabel 4.7

Tabel 4.6: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 24 benda uji.

Nomor saringan	% tertahan	Rumus		Berat tertahan (Kg)
		$\frac{\% \text{ tertahan}}{100}$	x berat batu pecah	
1,5	4,16	$\frac{4,16}{100}$	x 98,4	4,09
3/4	37,91	$\frac{37,91}{100}$	x 98,4	37,30
3/8	38,28	$\frac{38,28}{100}$	x 98,4	37,67
No. 4	19,65	$\frac{19,65}{100}$	x 98,4	19,34
Total				98,4

Berdasarkan Tabel 4.6 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 24 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 4,09 kg, saringan 3/4 sebesar 37,30 kg, saringan 3/8 sebesar 37,67 kg dan saringan No 4 sebesar 19,34 kg dan total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 24 benda uji sebesar 98,4 kg.

Tabel 4.7: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 24 benda uji.

Nomor saringan	% tertahan	Rumus			Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ tertahan}}{100}$	x	berat pasir	
No.4	7,17	$\frac{7,17}{100}$	x	49,92	3,58
No.8	5,01	$\frac{5,01}{100}$	x	49,92	2,50
No.16	11,86	$\frac{11,86}{100}$	x	49,92	5,92
No.30	24,36	$\frac{24,36}{100}$	x	49,92	12,16
No. 50	30,69	$\frac{30,69}{100}$	x	49,92	15,32
No.100	16,91	$\frac{16,91}{100}$	x	49,92	8,44
Pan	4,00	$\frac{4,00}{100}$	x	49,92	2,00
Total					49,92

Berdasarkan Tabel 4.7 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 24 benda uji ialah saringan no 4 sebesar 3,58 kg, saringan no 8 sebesar 2,50 kg, saringan no 16 sebesar 5,92 kg, saringan no 30 sebesar 12,16 kg, saringan no 50 sebesar 15,32 kg, saringan no 100 sebesar 8,44 kg dan pan sebesar 2,00 kg dan total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 24 benda uji sebesar 49,92 kg.

4.2 Pembuatan Benda Uji

Dalam penelitian ini menggunakan kubus sebagai benda uji dengan ukuran tinggi 15 cm dan lebar 15 cm, jumlah benda uji yang di buat adalah sebanyak 24 benda uji.

Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam pembuatan benda uji :

1. Pengadukan beton

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

2. Pencetakan

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

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

3. Pemeliharaan beton

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

4.3 Penyerapan Air Pada Beton

Pengujian penyerapan air dilakukan pada saat beton berumur 14 dan 28 hari dengan benda uji yang akan dites adalah berupa kubus dengan diameter 15 cm dan tinggi 15 cm dan jumlah benda uji 24 buah dan sesuai pengelompokan variasi campurannya. Pengujian penyerapan air dilakukan agar dapat gambaran penyerapan air yang terjadi pada beton.

4.3.1 Penyerapan Air Pada Beton Normal

Pengujian penyerapan air beton normal dilakukan pada umur 14 dan 28 hari setelah pencetakan. Hasil penyerapan air beton normal dapat di lihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8: Hasil pengujian penyerapan air beton normal.

Benda uji	Bahan tambah	Jumlah air yang di serap beton (Kg)	Penyerapan air pada beton (%)
Penyerapan air pada beton normal 14 hari			
1	Beton normal	0,01001	1,00
2	Beton normal	0,00428	0,43

Tabel 4.8: *Lanjutan.*

Benda uji	Bahan tambah	Jumlah air yang di serap beton (Kg)	Penyerapan air pada beton (%)
3	Beton normal	0,00534	0,53
Rata-rata			0,65
Penyerapan air pada beton normal 28 hari			
1	Beton normal	0,01148	1,15
2	Beton normal	0,01080	1,08
3	Beton normal	0,01214	1,21
Rata-rata			1,15

Berdasarkan hasil penyerapan air beton normal, didapat nilai penyerapan air untuk umur beton 14 hari rata-rata sebesar 0,65%. Sedangkan nilai penyerapan air pada beton umur 28 hari didapat rata-rata sebesar 1,15%.

4.3.2 Penyerapan Air Pada Beton Pengisi Abu Ampas tebu 4%

Hasil dari penyelidikan penyerapan air pada beton pengisi abu ampas tebu 4% dapat dilihat pada Tabel 4.9. Tabel ini menjelaskan tentang nilai penyerapan air pada beton pengisi abu ampas tebu 4% pada saat umur beton 14 hari rata-rata adalah 0,65%. Sedangkan pada pengujian penyerapan air pada umur beton 28 hari rata-rata didapat sebesar 0,96%. Dari kesimpulan di atas di dapat bahwasanya penyerapan air pada beton 14 hari sama banyaknya dari pada penyerapan air pada beton normal 14 hari. Sedangkan untuk penyerapan air pada beton 28 hari lebih kecil beton normal 28 hari.

Tabel 4.9: Hasil pengujian penyerapan air beton pengisi abu ampas tebu 4%.

Benda uji	Bahan tambah	Jumlah air yang di serap beton (Kg)	Penyerapan air pada beton (%)
Penyerapan air pada beton abu ampas tebu 4% pada umur 14 hari			
1	Abu ampas tebu 4%	0,00648	0,65
2	Abu ampas tebu 4%	0,00622	0,62
3	Abu ampas tebu 4%	0,00676	0,68
Rata-rata			0,65
Penyerapan air pada beton abu ampas tebu 4% pada umur 28 hari			
1	Abu ampas tebu 4%	0,00911	0,91
2	Abu ampas tebu 4%	0,00964	0,96
3	Abu ampas tebu 4%	0,00995	0,99
Rata-rata			0,96

4.3.3 Penyerapan Air Pada Beton Pengisi Serbuk Kulit Kerang 7%

Hasil dari penyelidikan penyerapan air pada beton pengisi serbuk kulit kerang 7% dapat dilihat pada Tabel 4.10. Tabel ini menjelaskan tentang nilai penyerapan air pada beton pengisi serbuk kulit kerang 7% pada saat umur beton 14 hari rata-rata adalah 2.13%. Sedangkan pada pengujian penyerapan air pada umur beton 28 hari rata-rata didapat sebesar 1,29%. Dari kesimpulan di atas di dapat bahwasanya penyerapan air pada beton 14 hari lebih besar dari pada penyerapan air pada beton normal 14 hari. sedangkan untuk penyerapan air pada beton 28 hari lebih besar dari beton normal 28 hari.

Tabel 4.10: Hasil pengujian penyerapan air beton pengisi serbuk kulit kerang 7%.

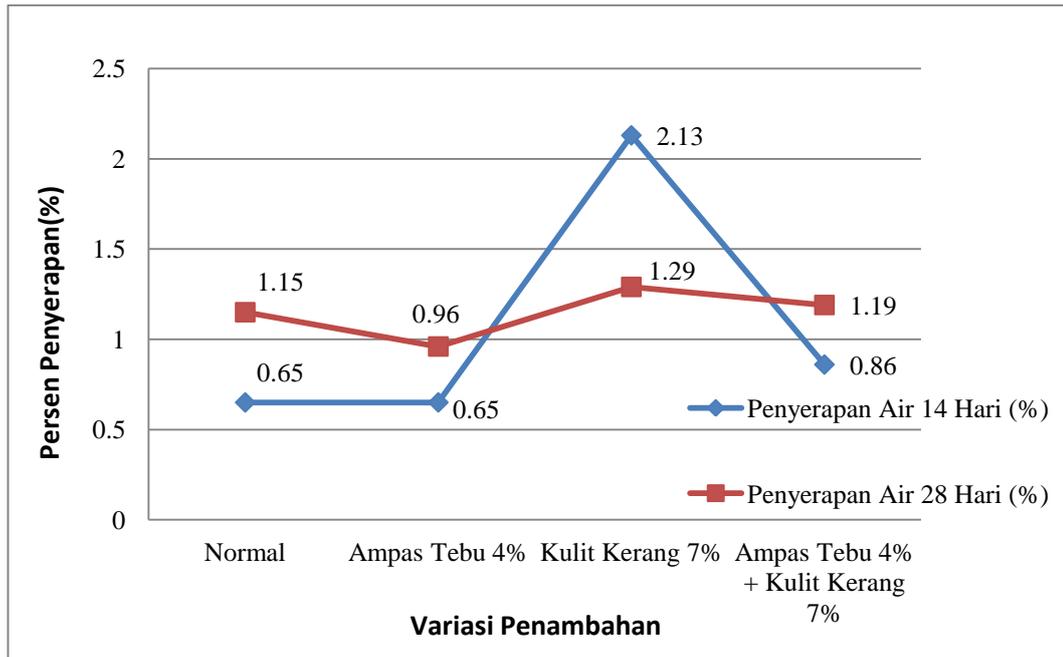
Benda uji	Bahan tambah	Jumlah air yang di serap beton (Kg)	Penyerapan air pada beton (%)
Penyerapan air pada beton pengisi serbuk kulit kerang 7% pada umur 14 hari			
1	Serbuk kulit kerang 7%	0,02680	2,68
2	Serbuk kulit kerang 7%	0,02405	2.40
3	Serbuk kulit kerang 7%	0,01316	1.32
Rata-rata			2.13
Penyerapan air pada beton pengisi serbuk kulit kerang 7% pada umur 28 hari			
1	Serbuk kulit kerang 7%	0,0134	1,34
2	Serbuk kulit kerang 7%	0,01197	1,20
3	Serbuk kulit kerang 7%	0,01344	1,34
Rata-rata			1,29

4.3.4 Penyerapan Air Pada Beton Pengisi Abu Ampas tebu 4% + Pengisi Serbuk Kulit Kerang 7%

Hasil dari penyelidikan penyerapan air pada beton pengisi abu ampas tebu 4% + pengisi serbuk kulit kerang 7% dapat dilihat pada Tabel 4.11. Tabel ini menjelaskan tentang nilai penyerapan air pada beton pengisi abu ampas tebu 4% + pengisi serbuk kulit kerang 7% pada saat umur beton 14 hari rata-rata adalah 0,86%. Sedangkan pada pengujian penyerapan air pada umur beton 28 hari rata-rata didapat sebesar 1,19%. Dari kesimpulan di atas di dapat bahwasanya penyerapan air pada beton 14 hari lebih besar dari pada penyerapan air pada beton normal 14 hari. sedangkan untuk penyerapan air pada beton 28 hari lebih besar dari beton normal 28 hari.

Tabel 4.11: Hasil pengujian penyerapan air beton pengisi abu ampas tebu 4% + pengisi serbuk kulit kerang 7%.

Benda uji	Bahan tambah	Jumlah air yang di serap beton (Kg)	Penyerapan air pada beton (%)
Penyerapan air pada beton abu ampas tebu 4% + serbuk kulit kerang 7% pada umur 14 hari			
1	Abu ampas tebu 4% + serbuk kulit kerang 7%	0,00582	0,58
2	Abu ampas tebu 4% + serbuk kulit kerang 7%	0,00816	0,82
3	Abu ampas tebu 4% + serbuk kulit kerang 7%	0,01179	1,18
Rata-rata			0,86
Penyerapan air pada beton abu ampas tebu 4% + serbuk kulit kerang 7% pada umur 28 hari			
1	Abu ampas tebu 4% + serbuk kulit kerang 7%	0,01174	1,17
2	Abu ampas tebu 4% + serbuk kulit kerang 7%	0,01180	1,18
3	Abu ampas tebu 4% + serbuk kulit kerang 7%	0,01214	1,21
Rata-rata			1,19



Gambar 4.1: Grafik perbandingan hasil penyerapan air pada beton.

Dari hasil grafik perbandingan penyerapan air dapat dilihat bahwa penambahan kulit kerang semakin tinggi penyerapan yang terjadi, namun dengan penambahan abu ampas tebu penyerapan air pada beton semakin menurun. Kandungan karbon yang tinggi menyebabkan penyerapan yang terjadi juga tinggi, penyerapan tertinggi terjadi pada variasi beton dengan pengisi serbuk kulit kerang 7% sebesar 2,13% untuk beton umur 28 hari dan 1,29% untuk beton umur 7 hari.

4.4 Slump Test

Slump test merupakan cara untuk mengetahui konsistensi dan kemudahan pengerjaan beton (*workability*). Pengambilan nilai *slump* dilakukan mengacu kepada SNI 1972-2008 untuk masing–masing campuran baik pada beton normal maupun beton yang menggunakan bahan pengisi. Pengujian *slump* dilakukan dengan kerucut abrams dengan cara mengisi kerucut abrams dengan beton segar (setiap pengambilan bahan harus dapat mewakili adukan tersebut) sebanyak 3 lapis, tiap lapis kira–kira 1/3 dari isi kerucut pada tiap lapisan dilakukan penusukan sebanyak 25 kali, tongkat penusuk harus masuk sampai bagian bawah tiap–tiap lapisan setelah pengisian selesai ratakan permukaan kerucut lalu angkat cetakan dengan jarak 300 mm dalam waktu 5 ± 2 detik tanpa gerakan lateral atau

torsional. Selesaikan seluruh pekerjaan pengujian dari awal pengisian hingga pelepasan cetakan tanpa gangguan dalam waktu tidak lebih 2 1/2 menit, ukur tinggi adukan selisih tinggi kerucut dengan adukan adalah nilai dari *slump*.

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk melihat *workability* (tingkat kemudahan pengerjaan) dari campuran beton segar adalah dengan pengujian *Slump*, dari slump test ini tau kekentalan campuran beton yang sudah dibuat, seperti yang dapat kita lihat pada Tabel 4.12:

Tabel 4.12: Hasil pengujian nilai *slump*.

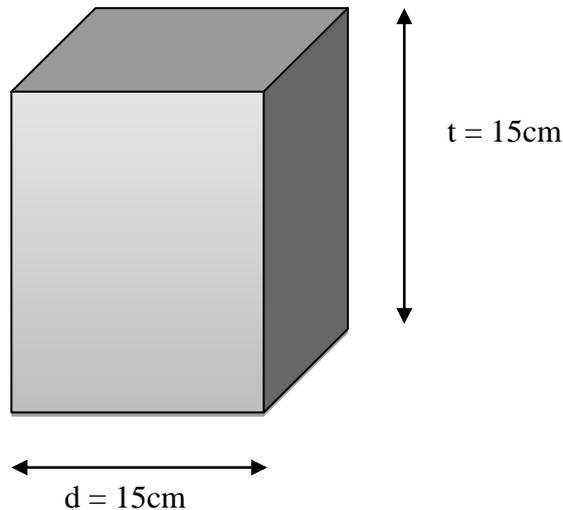
	Beton Normal		Beton dengan pengisi serbuk kulit kerang 7%		Beton dengan pengisi abu ampas tebu 4%		Beton dengan pengisi serbuk kulit kerang 7% dan dengan pengisi abu ampas tebu 4%	
Hari	14	28	14	28	14	28	14	28
<i>Slump</i> (cm)	4	3	3,5	3,9	3,2	3,5	4	3,5

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.

4.5 Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 14 dan 28 hari dengan menggunakan mesin tekan dengan kapasitas 1500 KN, benda uji yang akan dites adalah berupa kubus dengan lebar 15 cm dan tinggi 15 cm seperti pada

Gambar 4.2 dan jumlah benda uji 24 buah, dengan pengelompokan benda uji sesuai dengan variasi campurannya.



Gambar 4.2: Beban tekan pada benda uji kubus.

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.

4.5.1 Kuat Tekan Beton Normal

Pengujian beton normal dilakukan setelah perendaman beton selama 14 dan 28 hari lamanya agar reaksi mineral semen dan air bisa berlangsung dengan baik untuk menghasilkan kekuatan dan daya tahan beton seperti yang direncanakan. Hasil dari penyelidikan kuat tekan beton normal dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13: Hasil pengujian kuat tekan beton normal.

Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	A= 225 cm ² $f'_c = (P/A)$ (MPa)	Estimasi 14 hari $f'_c/0,88$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 14 hari				
1	63000	280,00	31,82	35,02
2	76000	337,78	38,38	
3	69000	306,67	34,85	
Umur 28 hari				
1	81000	360,00	36,00	36,89
2	88500	393,33	39,33	
3	79500	353,33	35,33	

Berdasarkan hasil kuat tekan beton normal, didapat nilai kuat tekan untuk umur beton 14 hari rata-rata sebesar 35,02 MPa, sedangkan nilai kuat tekan beton umur 28 hari didapat rata-rata sebesar 36,89 MPa. Penelitian beton normal ini memenuhi persyaratan karena nilai kuat tekan umur beton 14 hari dan 28 hari yang dihasilkan melebihi dari nilai kuat tekan rencana sebesar 35 MPa.

4.5.2 Kuat Tekan Beton dengan Pengisi Serbuk Kulit Kerang 7 %

Pengujian beton dengan bahan pengisi serbuk kulit kerang 7 % dilakukan pada saat beton berumur 14 dan 28 hari seperti yang telah dijelaskan diatas. Hasil dari penyelidikan kuat tekan beton dengan bahan pengisi serbuk kulit kerang 7 % dapat dilihat pada Tabel 4.14. Tabel ini menjelaskan tentang nilai kuat tekan pada beton dengan bahan pengisi serbuk kulit kerang 7 % pada saat umur beton 14 hari rata-rata adalah 31,73 Mpa, Sedangkan pada pengujian kuat tekan umur beton 28

hari rata-rata didapat sebesar 33,85 MPa. Dari hasil tersebut kita dapat mengambil kesimpulan bahwa penggunaan bahan pengisi serbuk kulit kerang 7 % dapat menurunkan kuat tekan beton, karena kuat tekan rencana adalah sebesar 35 MPa.

Tabel 4.14: Hasil pengujian kuat tekan beton dengan bahan pengisi serbuk kulit kerang 7 %.

Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A = 225 \text{ cm}^2$ $f'_c = (P/A)$ (MPa)	Estimasi 14 hari $f'_c / 0,88$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 14 hari				
1	59000	262,22	29,80	31,73
2	64000	284,44	32,32	
3	65500	291,11	33,08	
Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A = 225 \text{ cm}^2$ $f'_c = (P/A)$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c / 1,00$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 28 hari				
1	77500	344,44	34,44	33,85
2	79000	351,11	35,11	
3	72000	320,00	32,00	

4.5.3 Kuat Tekan Beton dengan Pengisi Abu Ampas Tebu 4 %

Pengujian beton dengan bahan pengisi abu ampas tebu 4 % dilakukan pada saat beton berumur 14 dan 28 hari seperti yang telah dijelaskan diatas. Hasil dari penyelidikan kuat tekan beton dengan bahan pengisi abu ampas tebu 4 % dapat dilihat pada Tabel 4.15. Tabel ini menjelaskan tentang nilai kuat tekan pada beton dengan bahan pengisi abu ampas tebu 4 % pada saat umur beton 14 hari rata-rata

adalah 36,11 Mpa, Sedangkan pada pengujian kuat tekan umur beton 28 hari rata-rata didapat sebesar 39,41 MPa. Dari hasil tersebut kita dapat mengambil kesimpulan bahwa penggunaan bahan pengisi abu ampas tebu 4 % dapat menaikkan kuat tekan beton, karena kuat tekan rencana adalah sebesar 35 MPa.

Tabel 4.15: Hasil pengujian kuat tekan beton dengan bahan pengisi abu ampas tebu 4 %.

Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A= 225 \text{ cm}^2$ $f'_c= (P/A)$ (MPa)	Estimasi 14 hari $f'_c/0,88$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 14 hari				
1	72500	322,22	36,62	36,11
2	73000	324,44	36,87	
3	69000	306,67	34,85	
Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A= 225 \text{ cm}^2$ $f'_c= (P/A)$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c/1,00$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 28 hari				
1	91000	404,44	40,44	39,41
2	88000	391,11	39,11	
3	87000	386,67	38,67	

4.5.4 Kuat Tekan Beton dengan Pengisi Serbuk Kulit Kerang 7 % dan dengan Beton Pengisi Abu Ampas Tebu 4 %

Pengujian beton dengan bahan pengisi serbuk kulit kerang sebesar 7 % dan dengan bahan pengisi abu ampas tebu 4 % dilakukan pada saat beton berumur 14 dan 28 hari seperti yang telah dijelaskan. Hasil dari penyelidikan kuat tekan beton

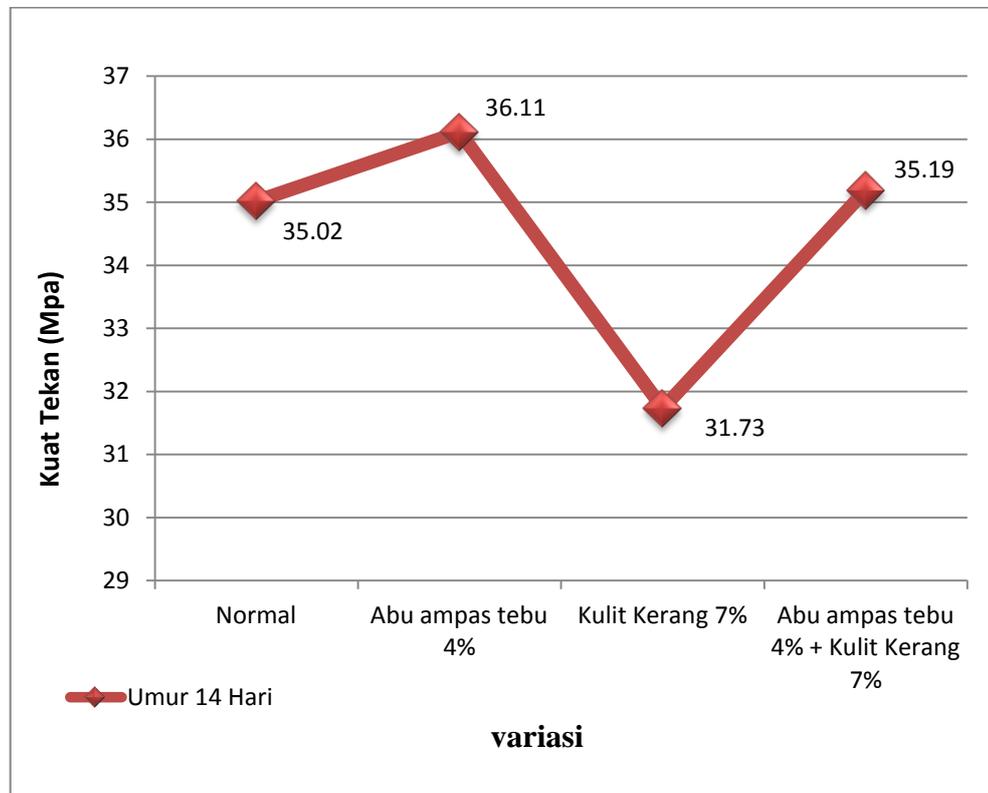
ini dapat dilihat pada Tabel 4.16. Tabel ini menjelaskan tentang nilai kuat tekan pada beton dengan bahan pengisi serbuk kulit kerang sebesar 7 % dan dengan bahan pengisi abu ampas tebu 4 % pada saat umur beton 14 hari rata-rata adalah 35,19 Mpa, Sedangkan pada pengujian kuat tekan umur beton 28 hari rata-rata didapat sebesar 37,26 MPa. Dari hasil tersebut kita dapat mengambil kesimpulan bahwa penggunaan bahan pengisi serbuk kulit kerang sebesar 7 % dan dengan bahan pengisi abu ampas tebu 4 % dapat menaikkan kuat tekan beton, karena kuat tekan rencana adalah sebesar 35 MPa.

Tabel 4.16: Hasil pengujian kuat tekan beton dengan bahan pengisi serbuk kulit kerang 7 % dan bahan pengisi abu ampas tebu 4 %.

Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A = 225 \text{ cm}^2$ $f'_c = (P/A)$ (MPa)	Estimasi 14 hari $f'_c / 0,88$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 14 hari				
1	72000	320,00	36,36	35,19
2	69000	306,67	34,85	
3	68000	302,22	34,34	
Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A = 225 \text{ cm}^2$ $f'_c = (P/A)$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c / 1,00$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
Umur 28 hari				
1	86000	382,22	38,22	

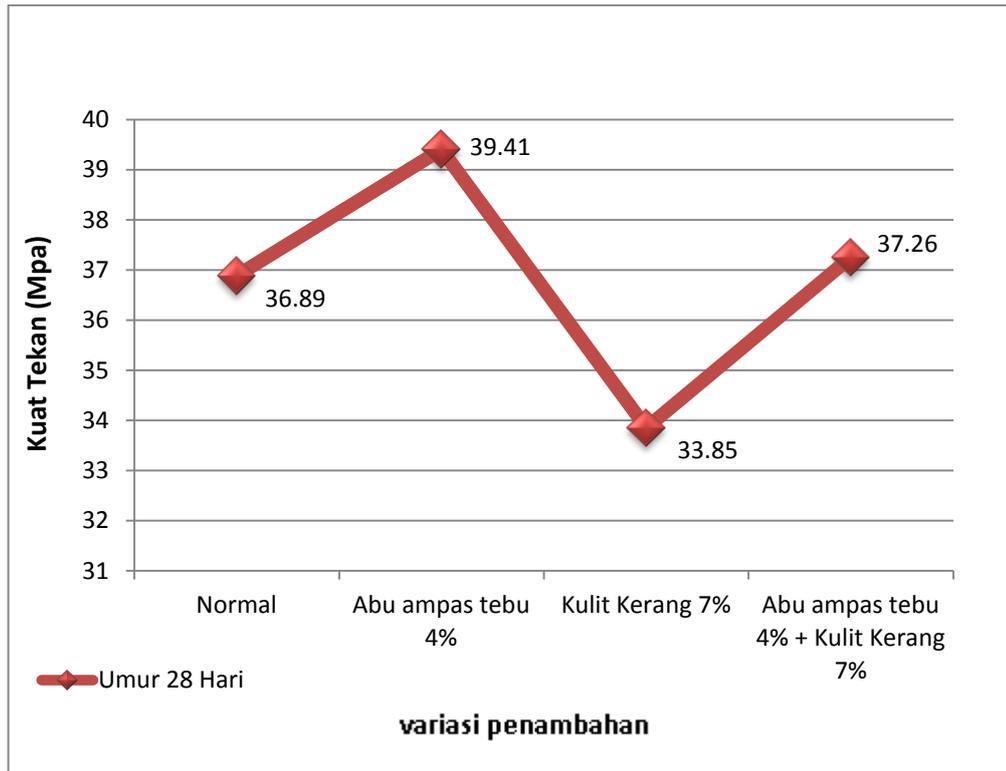
Tabel 4.16: *Lanjutan.*

Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	$A = 225 \text{ cm}^2$ $f'_c = (P/A)$ (MPa)	Estimasi 28 hari $f'_c / 1,00$ (MPa)	f'_c rata-rata (MPa)
2	84500	375,56	37,56	37,26
3	81000	360,00	36,00	

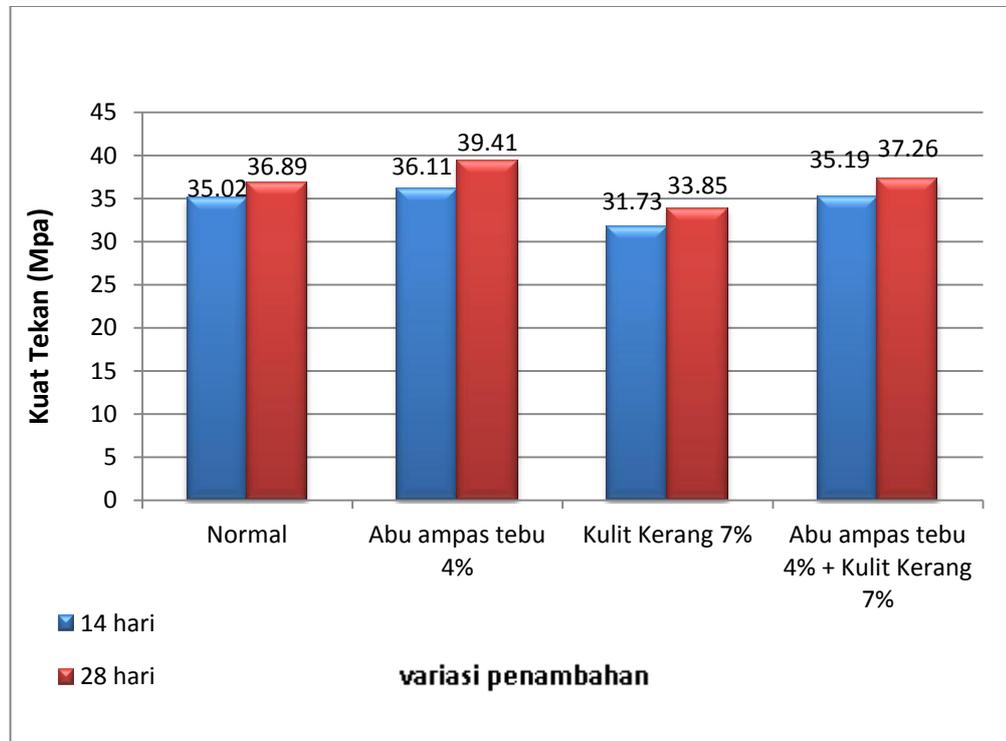


Gambar 4.3: Grafik kuat tekan beton pada umur 14 hari.

Untuk kombinasi Abu ampas tebu dengan kulit kerang mengalami kenaikan sedikit dan lebih dominan naik dari pada turun dikarenakan kedua variasi memiliki silika dan zat kapur yang tinggi sehingga dapat meningkatkan kekuatan tekan beton.



Gambar 4.4: Grafik kuat tekan beton pada umur 28 hari.



Gambar 4.5: Grafik kuat tekan beton pada umur 14 hari dan 28 hari.

Dari Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 dapat dilihat pada Gambar 4.5 bahwa persentase kuat tekan beton dengan bahan pengisi serbuk kulit kerang 7 % terjadi penurunan pada umur 14 hari dan 28 hari dan dengan bahan pengisi abu ampas tebu 4 % terjadi kenaikan pada umur 14 hari dan 28 hari.

4.6 Pembahasan

Apabila kita membandingkan antara nilai kuat tekan akhir beton normal dengan beton yang menggunakan bahan pengisi serbuk kulit kerang atau dengan bahan pengisi abu ampas tebu, maka dapat kita lihat adanya peningkatan nilai kuat tekan pada beton yang menggunakan bahan pengisi. Persentase peningkatannya dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini:

- Beton dengan bahan pengisi abu ampas tebu 4%

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai kenaikan (umur 14 hari)} &= \frac{36,11 - 35,02}{35,02} \times 100\% \\ &= 3,11 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai kenaikan (umur 28 hari)} &= \frac{39,41 - 36,89}{36,89} \times 100\% \\ &= 6,83 \% \end{aligned}$$

- Beton dengan bahan pengisi serbuk kulit kerang 7 %

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai penurunan (umur 14 hari)} &= \frac{31,73 - 35,02}{35,02} \times 100\% \\ &= -9,39 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai penurunan (umur 28 hari)} &= \frac{33,85 - 36,89}{36,89} \times 100\% \\ &= -8,24 \% \end{aligned}$$

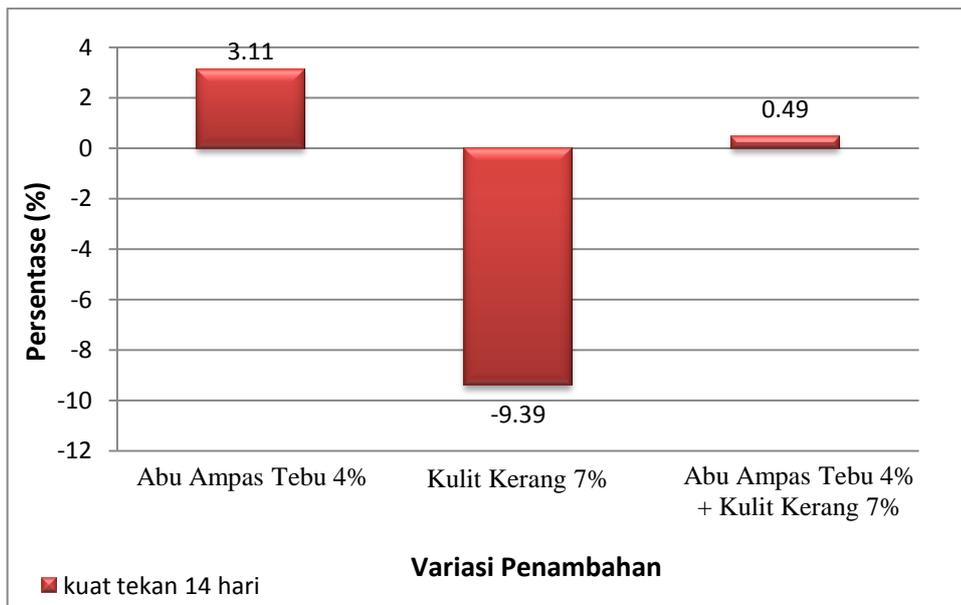
- Beton dengan bahan pengisi serbuk kulit kerang 7 % dan dengan bahan pengisi abu ampas tebu 4 %

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai kenaikan (umur 14 hari)} &= \frac{35,19 - 35,02}{35,02} \times 100\% \end{aligned}$$

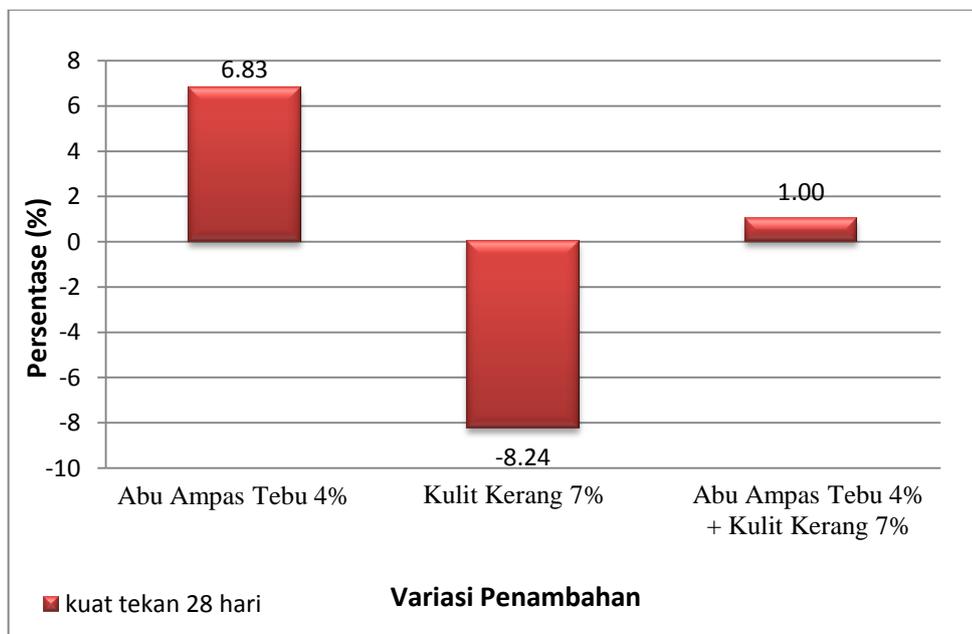
$$= 0,49 \%$$

$$\text{Besar nilai kenaikan (umur 28 hari)} = \frac{37,26 - 36,89}{36,89} \times 100\%$$

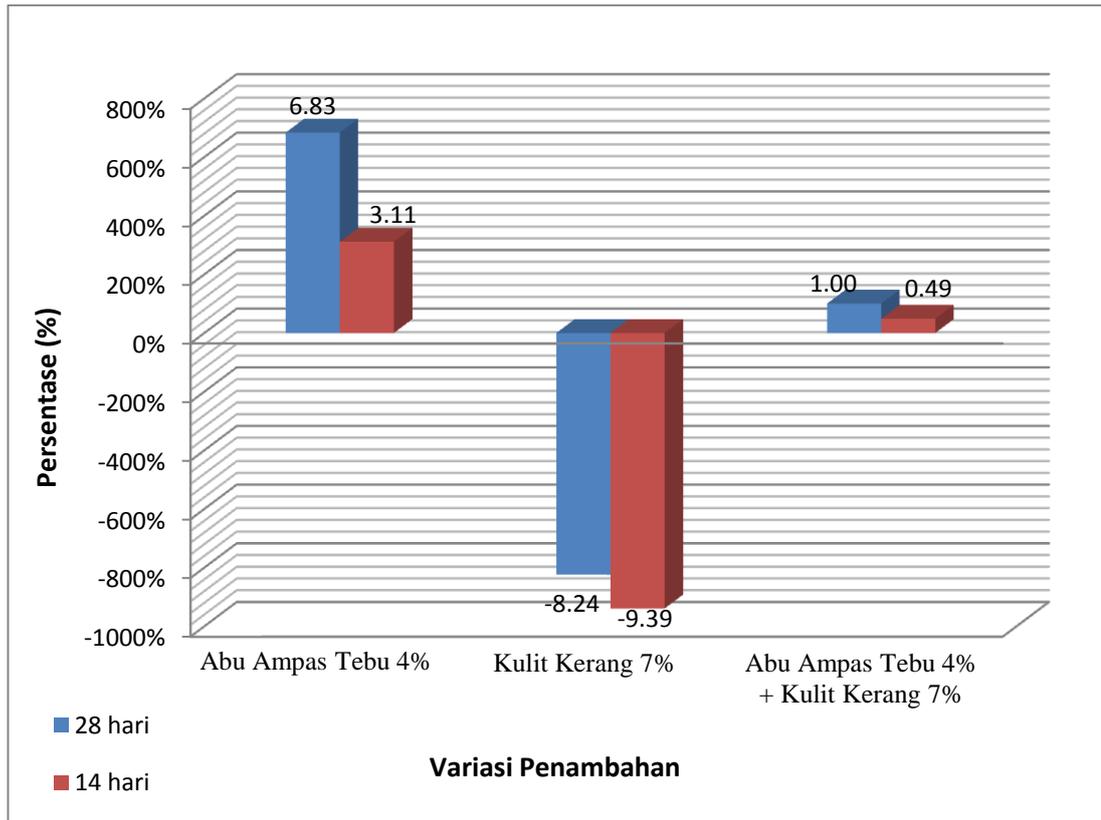
$$= 1,00 \%$$



Gambar 4.6: Grafik besar persentase kenaikan dan penurunan kuat tekan beton 14 hari.



Gambar 4.7: Grafik besar persentase kenaikan dan penurunan kuat tekan beton 28 hari.



Gambar 4.8: Perbandingan grafik besar persentase kenaikan dan penurunan kuat tekan beton 14 hari dan 28 hari.

Dari hasil diatas dapat dilihat bahwa persentase peningkatan kuat tekan beton dengan bahan pengisi serbuk kulit kerang 7 % dan dengan bahan pengisi abu ampas tebu 4 % terjadi perbedaan kenaikan dan penurunan kuat tekan yang cukup signifikan pada umur 14 hari dan 28 hari. Namun kenaikan yang paling tinggi terjadi pada variasi beton dengan bahan pengisi abu ampas tebu 4 % sebesar 6,83 % pada umur 28 hari dan penurunan yang paling tinggi terjadi pada variasi beton dengan bahan pengisi serbuk kulit kerang 7 % sebesar -9,39 % pada umur 14 hari.

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

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

BAB 5

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

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

1. Berdasarkan data pengujian kuat tekan beton yang diperoleh dari tugas akhir ini, variasi kuat tekan maksimum terjadi pada bahan pengisi abu ampas tebu 4 % untuk variasi 14 hari sebesar 36,11 MPa. Untuk kuat tekan maksimum terjadi pada bahan pengisi abu ampas tebu 4 % untuk variasi 28 hari sebesar 39,41 MPa.
2. Berdasarkan dari data penyerapan beton pada umur 14 hari adalah :
 - a. Penambahan (*Filler*) serbuk kulit kerang 7% didapati penyerapan air sebesar 2,13%.
 - b. Penambahan (*Filler*) abu ampas tebu 4% didapati penyerapan air sebesar 0,65%.
 - c. Penambahan (*Filler*) serbuk kulit kerang 7% dan abu ampas tebu 4% didapati penyerapan air 0,86%.

Sedangkan dari data penyerapan beton pada umur 28 hari adalah :

- a. Penambahan (*Filler*) serbuk kulit kerang 7% didapati penyerapan air sebesar 1,29%.
- b. Penambahan (*Filler*) abu ampas tebu 4% didapati penyerapan air sebesar 0,96%.
- c. Penambahan (*Filler*) serbuk kulit kerang 7% dan abu ampas tebu 4% didapati penyerapan air 1,19%.

5.2. Saran

1. Dari hasil penelitian beton dengan campuran serbuk kulit kerang mengalami penurunan disarankan tidak menggunakan material ini.

2. Diharapkan agar dalam melakukan penelitian, perlengkapan peralatan di dalam LAB yang kita gunakan lebih memadai agar hasil dari penelitian beton dapat dilakukan secara maksimal.
3. Perlu dilakukan penelitian pengaruh abu ampas tebu sebagai *filler* semen dan serbuk kulit kerang sebagai *filler* pasir dengan perbandingan yang berberda guna mengetahui apakah dengan campuran semakin banyak, kuat tekan beton juga akan semakin besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Afranita, G, Anita, S, & Hanifah, T. A. (2014). Potensi abu cangkang kerang darah, *01(01)*, 1–5.
- American Society for Testing and Materials C33 (1982, 1986) *Standards Specification For Agregates*, Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials C39 (1993) *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens*, Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials C150 (1985) *Standards Specification For Portland Cement*, Philadelphia: ASTM.
- ASTM C-128 *Standart test method for materials, Specific gravity and absorbtion of fine aggregate*, Annual Books of ASTM Standards, USA, 2002.
- ASTM C-29. *Test Method for Bulk Density (Unit Weight) and Voids in Aggregate*. United States.
- ASTM C-117. *Test Method for Materials Finer than 75-m (No. 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing*. United States.
- ASTM C-566 & ASTM C-556. *Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying*. United States.
- Annual book of ASTM *Standart, Destignation C 136, "Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates."*
- Bahtiar, R., Hidayat, W. 2005. Pengaruh Penggantian Sebagian Semen (PC) Dengan Serbuk Kulit Kerang terhadap Kuat Desak Beton. Skripsi Jurusan Teknik Sipil FTSP. Yogyakarta: Unversitas Islam Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum (1993) *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SNI 03-2834-1993)*. Pusjatan-Balitbang PU. Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum (1971) *Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI-1971)*. Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum. Indonesia.
- Hatmoko dan Suryadharma. 2014. "Efek Rasio Kapur-Abu Ampas Tebu Pada Kuat Tekan Bebas Tanah Ekspansif."

- Indonesia, Standar Nasional, and Badan Standardisasi Nasional. 2008. "Cara Uji Slump Beton."
- Malier. *Pembuatan Ultra High Strength Concrete Dengan Material Lokal*. 1992, pp. 1–8.
- Murdock, L. J. dan Brook, et al. *Bahan Dan Praktek Beton; Diterjemahkan Oleh Ir. Stephanus Hendarko*. Erlangga, 1999.
- Mushar, P. (2017). Analisis Pengaruh Metode Perawatan Beton (Dry and Wet Curing) terhadap Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton dengan Perkuatan Serat Baja (kawat bendrat), (1), 87–90.
- Mulyono, T. 2005. *Teknologi Beton*. Andi. Yogyakarta.
- Mulyono, Tri. 2004. *Teknologi Beton*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Nurwaji Wibowo. (2006). Pemakaian Abu Ampas Tebu Dengan Variasi Suhu Sebagai Substitusi Parsial Semen Dalam Campuran Beton. *Rofikotul Karimah & Yusuf Wahyudi*, 2.
- Paul Nugraha & Antoni. (2007). Pengaruh AbuTebang Sebagai Bahan Pengganti Semen Pada Beton Beragregat Halus Bottom Ash. *Kevin Lincolen*, 33.
- Rompas, G. P, Pangouw, J. D., Pandaleke, R, & Mangare, J. B. (2013). Pengaruh Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Parsial Semen Dalam Campuran Beton Ditinjau Terhadap Kuat Tarik Lentur Dan Modulus Elastisitas.
- Sari, Rosie Arizki Intan, Steenie E. Wallah, and Reky S. Windah. 2015. "Pengaruh Jumlah Semen Dan Fas Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Agregat Yang Berasal Dari Sungai." *Jurnal Sipil Statik*.
- Semarang, Universitas. 1999. *Stuktur Beton*. Semarang; Universitas Semarang.
- Setiawan. (2006). Analisa Kuat Tekan Beton Dan Penyerapan Air Kombinasi Filler Abu Ampas Tebu Dan Botol Kaca Subtitusi Pasir. *Reza Suhwandi Harahap*.
- SK SNI S-04-1989-F. "Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A (Bahan Bangunan Bukan Logam)." *SK SNI S-04-1989-F*, edited by Badan Standardisasi Nasional, 1989.
- Sugiyanto. *Bahan Bangunan I (Buku Ajar)*. Edited by Universitas Teknik, 2000.

Sutikno, 2003, Panduan Praktek Beton, Universitas Negeri Surabaya.

Syafpoetri, N. A.; Olivia, M.; Darmayanti, L. 2013. Pemanfaatan Abu Kulit Kerang (Anadara Grandis) untuk Pembuatan Ekosemen. Jurnal Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Riau. Pekanbaru.

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

LAMPIRAN

Tabel L1: Satu set saringan agregat kasar.

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

Tabel L2: Satu set saringan agregat halus.

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

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

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

Tabel L4: Perbandingan kekuatan beton pada beberapa beberapa benda uji.

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

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



Gambar L1: Material agregat yang dikumpulkan.



Gambar L2: Agregat yang sedang di saring.



Gambar L3: Limbah kulit kerang sebelum di haluskan.



Gambar L4: Hasil kulit kerang yang sudah di haluskan.



Gambar L5: Benda uji sedang dijemur.



Gambar L6: Benda uji setelah dites kuat tekan.



Gambar L7: Limbah ampas tebu sebelum dibakar.



Gambar L8: Limbah ampas tebu setelah dibakar.



Gambar L9: Proses pengujian *slump*.



Gambar L10: Benda uji sedang ditimbang.



Gambar L11: Hasil proses uji tekan pada beton.



Gambar L12: Proses kuat tekan beton.



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

SIEVE ANALYSIS TEST (Percobaan Analisa Saringan) (ASTM C 136 - 84a)	Lab No : _____
	Sampling Date : 11 Januari 2019
	Testing Date : 13 Januari 2019

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	4.75 mm
Description Of Sample	Agregat Halus
Tested By	Yasir Abdullah Sinaga

Sieve Size	Retained Fraction				Cumulative	
	Sample 1 (gr)	Sample 2 (gr)	Total Weight (gr)	%	Retained	Passing
9.50 (No 3/8 in)	0	0	0	0	0	100
4.75 (No. 4)	143	36	179	7.17	7.17	92.83
2.36 (No. 8)	46	79	125	5.01	12.18	87.82
1.18 (No.16)	129	167	296	11.86	24.04	75.96
0.60 (No. 30)	352	256	608	24.36	48.40	51.60
0.30 (No. 50)	488	278	766	30.69	79.09	20.91
0.15 (No. 100)	299	123	422	16.91	95.99	4.01
Pan	43	57	100	4.01	100.00	0.00
Total	1500	996	2496	100		

$$Fines Modulus (FM) = \frac{266.87}{100} = 2.67$$

Medan, Februari 2019
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON


(Dr. Josef Hadipramana)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

SIEVE ANALYSIS TEST (Percobaan Analisa Saringan) (ASTM C 136 - 84a & ASTM D 448 - 86)	Lab No	:	
	Sampling Date	:	11 Januari 2019
	Testing Date	:	13 Januari 2019

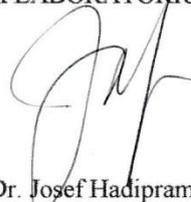
Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	38.1 mm
Description Of Sample	Agregat Kasar
Tested By	Yasir Abdullah Sinaga

Sieve Size	Retained Fraction				Cumulative	
	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Total Weight	%	Retained	Passing
38,1 (1.5 in)	119	120	239	4.16	4.16	95.84
19.0 (3/4 in)	900	1280	2180	37.91	42.07	57.93
9.52 (3/8 in)	700	1501	2201	38.28	80.35	19.65
4.75 (No. 4)	831	299	1130	19.65	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	2550	3200	5750	100		

$$\text{Fines Modulus (FM)} = \frac{726.57}{100} = 7.27$$

Good gradation class :
 $5.5 \leq FM \leq 7.5$

Medan, Februari 2019
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON


(Dr. Josef Hadipramana)



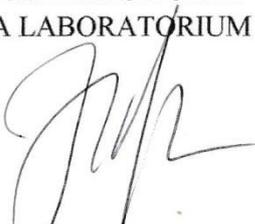
LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

WATER CONTENT TEST (Percobaan Kadar Air) ASTM C 566	Lab No : _____
	Sampling Date : 11 Januari 2019
	Testing Date : 13 Januari 2019

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	38.1 mm
Description Of Sample	Agregat Halus
Tested By	Yasir Abdullah Sinaga

Fine Agregate Passing No. 9.5 mm	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Average
Wt of SSD sample & mold (<i>berat contoh SSD & berat wadah</i>)	600	557	579
Wt of SSD sample (<i>berat contoh SSD</i>)	500	500	500
Wt of oven dry sample & mold (<i>berat contoh kering oven & wadah</i>)	589	546	568
Wt of mold (<i>berat wadah</i>)	100	57	79
Wt of water (<i>berat air</i>)	11	11	11
Wt of oven dry sample (<i>berat contoh kering</i>)	489	489	489
Water content	2.25	2.25	2.25

Medan, Februari 2019
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON


(Dr. Josef Hadipramana)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

WATER CONTENT TEST (Percobaan Kadar Air) ASTM C 566	Lab No : _____
	Sampling Date : 11 Januari 2019
	Testing Date : 13 Januari 2019

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	38.1 mm
Description Of Sample	Agregar Kasar
Tested By	Yasir Abdullah Sinaga

Course Agregate Passing No. 50.8 mm	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Average
Wt of SSD sample & mold (<i>berat contoh SSD & berat wadah</i>)	1100	1100	1100
Wt of SSD sample (<i>berat contoh SSD</i>)	1000	1000	1000
Wt of oven dry sample & mold (<i>berat contoh kering oven & wadah</i>)	1093	1095	1094
Wt of mold (<i>berat wadah</i>)	100	100	100
Wt of water (<i>berat air</i>)	7	5	6
Wt of oven dry sample (<i>berat contoh kering</i>)	993	995	994
Water content	0.70	0.50	0.60

Medan, Februari 2019
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON


(Dr. Josef Hadipramana)



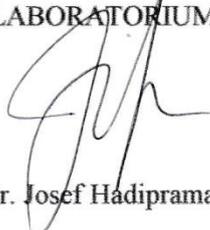
LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

SPECIFIC GRAVITY AND ABSORPTION OF FINE AGGREGATE (Percobaan Berat Jenis dan Absorpsi) (ASTM C 128 - 88)	Lab No : _____
	Sampling Date : 11 Januari 2019
	Testing Date : 13 Januari 2019

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	4.75 mm
Description Of Sample	Agregat Halus
Tested By	Yasir Abdullah Sinaga

Fine Agregate Passing No. 9.5 mm	Sample 1	Sample 2	Average
Wt of SSD sample in air (<i>berat contoh SSD kering permukaan jenuh</i>) B	500	500	500
Wt of oven dry sample (<i>berat contoh SSD kering oven 110° C sampai konstan</i>) E	491	492	491.5
Wt of flask + water (<i>berat piknometer penuh air</i>) D	695	697	696.0
Wt of flask + water + sample (<i>berat contoh SSD dalam piknometer penuh air</i>) C	996	998	997.0
Bulk sp grafity dry (<i>berat jenis contoh kering</i>) $E/(B+D-C)$	2.47	2.47	2.47
Bulk sp grafity SSD (<i>berat jenis contoh SSD</i>) $B/(B+D-C)$	2.51	2.51	2.51
Apparent sp grafity (<i>berat jenis contoh semu</i>) $E/(E+D-C)$	2.58	2.58	2.58
Absortion (<i>penyerapan</i>) $((B-E)/E) \times 100\%$	1.83	1.63	1.73

Medan, Februari 2019
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON


(Dr. Josef Hadipramana)



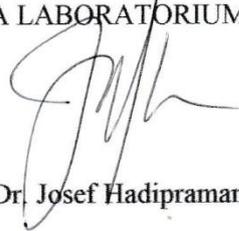
LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

SPECIFIC GRAVITY AND ABSORPTION OF COARSE AGGREGATE (Percobaan Berat Jenis dan Absorpsi) (ASTM C 127 - 88)	Lab No	:	
	Sampling Date	:	11 Januari 2019
	Testing Date	:	13 Januari 2019

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	38.1 mm
Description Of Sample	Agregat Kasar
Tested By	Yasir Abdullah Sinaga

Course Agregate Passing No. 50.8 mm	Sample I	Sample II	Average
Wt of SSD sample in air (<i>berat contoh SSD kering permukaan jenuh</i>) A	2000	2000	2000
Wt of oven dry sample (<i>berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan</i>) C	1985	1986	1985.5
Wt of SSD sample in water (<i>berat contoh jenuh</i>) B	1262	1258	1260
Bulk sp grafity dry (<i>berat jenis contoh kering</i>) $C/(A-B)$	2.69	2.68	2.68
Bulk sp grafity SSD (<i>berat jenis contoh SSD</i>) $A/(A-B)$	2.71	2.70	2.70
Apparent sp grafity (<i>berat jenis contoh semu</i>) $C/(C-B)$	2.75	2.73	2.74
Absortion (<i>penyerapan</i>) $((A-C)/C) \times 100\%$	0.76	0.70	0.73

Medan, Februari 2019
DIPERIKSA, OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON


(Dr. Josef Hadipramana)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

UNIT WEIGHT OF COARSE AGREGATE TEST (Percobaan Berat Isi Agregat) (ASTM C 29)	Lab No	:	
	Sampling Date	:	11 Januari 2019
	Testing Date	:	13 Januari 2019

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	4.75 mm
Description Of Sample	Agregat Halus
Tested By	Yasir Abdullah Sinaga
Diameter & tinggi wadah	d : 24 cm h : 24.2 cm

No	Course Agregate Passing No. 50.8 mm	Sample I	Sample II	Sample III	Average
1	Wt of sample & mold (<i>berat contoh & wadah</i>), gr	19786	20345	21117	20416
2	Wt of mold (<i>berat wadah</i>), gr	5300	5300	5300	5300
3	Wt of sample (<i>berat contoh</i>), gr	14486	15045	15817	15116
4	Vol of mold (<i>volume wadah</i>), cm ³	10952.23	10952.23	10952.23	10952.23
5	Unit weight (<i>berat Isi</i>), gr/cm ³	1.32	1.37	1.44	1.38

Medan, Februari 2019
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON

(Dr. Josef Hadipramana)



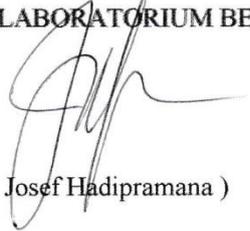
LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

UNIT WEIGHT OF COARSE AGREGATE TEST (Percobaan Berat Isi Agregat) (ASTM C 29)	Lab No : _____
	Sampling Date : 11 Januari 2019
	Testing Date : 13 Januari 2019

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	38.1 mm
Description Of Sample	Agregat Kasar
Tested By	Yasir Abdullah Sinaga
Diameter & tinggi wadah	d : 24 cm h : 24.2 cm

No	Course Agregate Passing No. 50.8 mm	Sample I	Sample II	Sample III	Average
1	Wt of sample & mold (<i>berat contoh & wadah</i>), gr	30516	31757	32914	31729
2	Wt of mold (<i>berat wadah</i>), gr	6440	6440	6440	6440
3	Wt of sample (<i>berat contoh</i>), gr	24076	25317	26474	25289
4	Vol of mold (<i>volume wadah</i>), cm ³	15465.21	15465.21	15465.21	15465.21
5	Unit weight (<i>berat Isi</i>), gr/cm ³	1.56	1.64	1.71	1.64

Medan, Februari 2019
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON


(Dr. Josef Hadipramana)



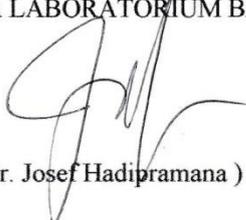
LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

RESISTANCE TO DEGRADATION OF COARSE AGGREGATE (Percobaan Keausan Agregat) (ASTM C 131 - 89 & ASTM C 535 - 89)	Lab No : _____
	Sampling Date : 11 Januari 2019
	Testing Date : 13 Januari 2019

Sources Of Sample	Binjai
Max Diameter	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Yasir Abdullah Sinaga

Gradation Tested (<i>gradasi yang diuji</i>)		
Sieve zize Retained	Wt of sample before test (<i>berat awal</i>) gr	Wt of sample after test (<i>berat akhir</i>) gr
37,5 (1.5 in)	-	-
25 (1 in)	-	-
19.1 (3/4 in)	-	-
12.5 (1/2 in)	2500	727
9.50 (No. 3/8 in)	2500	1033.6
4.75 (No.4)	-	623
2.36 (No. 8)	-	913.6
0.30 (No. 50)	-	-
0.15 (No. 100)	-	-
Pan	-	820.8
Total	5000	4118
<i>Wt of sample passing No. 12 (berat lolos saringan No. 12)</i>		882
Abrasion (<i>keausan</i>) %		17.64

Medan, Februari 2019
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON


(Dr. Josef Hadipramana)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

MATERIAL FINER THAN 75-mm (No. 200) IN MINERAL AGGREGATE BY WASHING (Percobaan Kadar Lumpur) ASTM C 117 - 90	Lab No : _____
	Sampling Date : 11 Januari 2019
	Testing Date : 13 Januari 2019

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	4.75 mm
Description Of Sample	Agregat Halus
Tested By	Yasir Abdullah Sinaga

Fine Agregate Passing No. 9.5 mm	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Average
Original dry mass of sample, g	500	500	500
Dry mass of sample after washing, g	479	483	481.0
Mass of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing, g	21	17	19.0
Percentage of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing, %	4.2	3.4	3.8

Medan, Februari 2019
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON


(Dr. Josef Hadipramana)



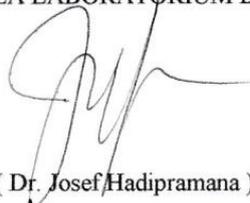
LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

MATERIAL FINER THAN 75-mm (No. 200) IN MINERAL AGGREGATE BY WASHING (Percobaan Kadar Lumpur) ASTM C 117 - 90	Lab No : _____
	Sampling Date : 11 Januari 2019
	Testing Date : 13 Januari 2019

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	38.1 mm
Description Of Sample	Agregat Kasar
Tested By	Yasir Abdullah Sinaga

Course Agregate Passing No. 50.8 mm	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Average
Original dry mass of sample, g	1600	1600	1600
Dry mass of sample after washing, g	1589	1588	1588.5
Mass of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing, g	11	12	11.5
Percentage of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing, %	0.69	0.75	0.719

Medan, Februari 2019
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON


(Dr. Josef Hadipramana)



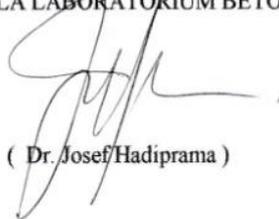
LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton
Pemilik Benda Uji : Yasir Abdullah Sinaga
Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Rencana Mutu Beton : 35 Mpa

Jumlah Benda Uji: 3 buah			Jenis Benda Uji: kubus 15 x 15 cm							
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji
1	I	1.42	2.08	4.1	0.57	4	22-Jan-19	05-Feb-19	8409	8494
2	II	1.42	2.08	4.1	0.57	4	22-Jan-19	05-Feb-19	8368	8404
3	III	1.42	2.08	4.1	0.57	4	22-Jan-19	05-Feb-19	8377	8422

No	Benda Uji	Bahan Ganti	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian	Estimasi 14 hari (Mpa)	Keterangan
1	I	-	14	63000	280.00	31.82	35.02
2	II	-	14	76000	337.78	38.38	
3	III	-	14	69000	306.67	34.85	

Medan, Agustus 2019
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON


(Dr. Josef Hadiprama)



LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton
Pemilik Benda Uji : Yasir Abdullah Sinaga
Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Rencana Mutu Beton : 35 MPa

Jumlah Benda Uji: 3 buah			Jenis Benda Uji: kubus 15x15 cm							
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji
1	I	1.36	2.08	4.1	0.57	3,2	24-Jan-19	07-Feb-19	8122	8175
2	II	1.36	2.08	4.1	0.57	3,2	24-Jan-19	07-Feb-19	8149	8200
3	III	1.36	2.08	4.1	0.57	3,2	24-Jan-19	07-Feb-19	8224	8280

No	Benda Uji	Bahan Pengisi	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian	Estimasi 14 hari (Mpa)	Keterangan
1	I	Abu Ampas Tebu 4%	14	72500	322.22	36.62	36.11
2	II		14	73000	324.44	36.87	
3	III		14	69000	306.67	34.85	

Medan, Agustus 2019
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON

(Dr. Josef Hadiprama)



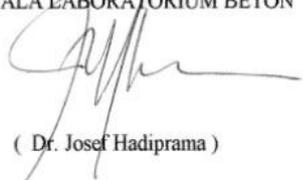
LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton
Pemilik Benda Uji : Yasir Abdullah Sinaga
Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Rencana Mutu Beton : 35 Mpa

Jumlah Benda Uji: 3 buah					Jenis Benda Uji: kubus 15x15 cm					
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji
1	I	1.42	1.93	4.1	0.57	3	25-Jan-19	08-Feb-19	8169	8394
2	II	1.42	1.93	4.1	0.57	3	25-Jan-19	08-Feb-19	8237	8440
3	III	1.42	1.93	4.1	0.57	3	25-Jan-19	08-Feb-19	8320	8431

No	Benda Uji	Bahan Pengisi	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian	Estimasi 14 hari (Mpa)	Keterangan
1	I	Kulit Kerang 7%	14	59000	262.22	29.80	31.73
2	II		14	64000	284.44	32.32	
3	III		14	65500	291.11	33.08	

Medan, Agustus 2019
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON


(Dr. Josef Hadiprama)



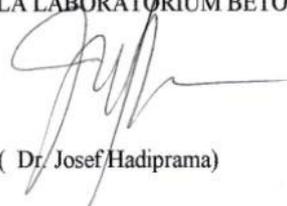
LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton
Pemilik Benda Uji : Yasir Abdullah Sinaga
Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Rencana Mutu Beton : 35 MPa

Jumlah Benda Uji: 3 buah		Jenis Benda Uji: kubus 15x15 cm								
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji
1	I	1.22	1.9	4.1	0.57	3.7	26-Jan-19	09-Feb-19	8363	8412
2	II	1.22	1.9	4.1	0.57	3.7	26-Jan-19	09-Feb-19	8260	8328
3	III	1.22	1.9	4.1	0.57	3.7	26-Jan-19	09-Feb-19	8133	8230

No	Benda Uji	Bahan Pengisi	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian	Estimasi 14 hari (Mpa)	Keterangan
1	I	Abu Ampas Tebu 4% + Kulit Kerang 7%	14	72000	320.00	36.36	35.19
2	II		14	69000	306.67	34.85	
3	III		14	68000	302.22	34.34	

Medan, Agustus 2019
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON


(Dr. Josef Hadiprama)



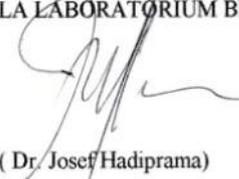
LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton
Pemilik Benda Uji : Yasir Abdullah Sinaga
Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Rencana Mutu Beton : 35 MPa

Jumlah Benda Uji: 3 buah			Jenis Benda Uji: kubus 15x15 cm							
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji
1	I	1.36	2.08	4.1	0.57	3.9	18-Jan-19	15-Feb-19	8160	8235
2	II	1.36	2.08	4.1	0.57	3.9	18-Jan-19	15-Feb-19	8013	8091
3	III	1.36	2.08	4.1	0.57	3.9	18-Jan-19	15-Feb-19	8357	8441

No	Benda Uji	Bahan Pengisi	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian	Estimasi 28 hari (Mpa)	Keterangan
1	I	Abu Ampas Tebu 4%	28	91000	404.44	40.44	39.41
2	II		28	88000	391.11	39.11	
3	III		28	87000	386.67	38.67	

Medan, Agustus 2019
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON


(Dr. Josef Hadiprama)



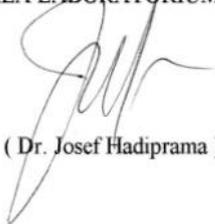
LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton
Pemilik Benda Uji : Yasir Abdullah Sinaga
Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Rencana Mutu Beton : 35 MPa

Jumlah Benda Uji: 3 buah		Jenis Benda Uji: kubus 15 x 15 cm								
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji
1	I	1.42	1.93	4.1	0.57	3.5	19-Jan-19	16-Feb-19	8320	8433
2	II	1.42	1.93	4.1	0.57	3.5	19-Jan-19	16-Feb-19	8333	8434
3	III	1.42	1.93	4.1	0.57	3.5	19-Jan-19	16-Feb-19	8294	8407

No	Benda Uji	Bahan Pengisi	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian	Estimasi 28 hari (Mpa)	Keterangan
1	I	Kulit Kerang 7%	28	77500	344.44	34.44	33.85
2	II		28	79000	351.11	35.11	
3	III		28	72000	320.00	32.00	

Medan, Agustus 2019
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON


(Dr. Josef Hadiprama)



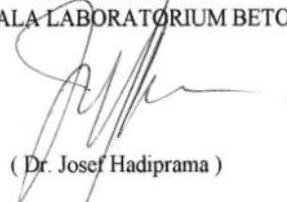
LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton
Pemilik Benda Uji : Yasir Abdullah Sinaga
Proyek : Penelitian Tugas Akhir
Rencana Mutu Beton : 35 MPa

Jumlah Benda Uji: 3 buah					Jenis Benda Uji: Kubus 15x15 cm					
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji
1	I	1.22	1.9	4.1	0.57	3.5	21-Jan-19	18-Feb-19	8165	8262
2	II	1.22	1.9	4.1	0.57	3.5	21-Jan-19	18-Feb-19	8206	8304
3	III	1.22	1.9	4.1	0.57	3.5	21-Jan-19	18-Feb-19	8139	8239

No	Benda Uji	Bahan Pengisi	Umur hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian	Estimasi 28 hari (Mpa)	Keterangan
1	I	Abu Ampas Tebu 4% + Kulit Kerang 7%	28	86000	382.22	38.22	37.26
2	II		28	84500	375.56	37.56	
3	III		28	81000	360.00	36.00	

Medan, Agustus 2019
DIPERIKSA OLEH
KEPALA LABORATORIUM BETON


(Dr. Josef Hadiprama)

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Yasir Abdullah Sinaga
NPM : 1507210065
Judul T.Akhir : Efek Serbuk Kulit Kerang Dan Abu Ampas Debu Sebagai Filler Pada Kuat tekan Beton.

Dosen Pembimbing – I : DR.Fahrizal Zulkarnain.S.T.M.Sc
Dosen Pembimbing – II : DR.Josef Hadipramana
Dosen Pembanding - I : DR.Ade Faisal.S.T.M.Sc
Dosen Pembanding - II : Tondi Amirsyah.P.S.T.M.T

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

.....*.....*perbaiki: tumpukan*.....
.....*.....*Gambar 4.6 dll. harap dijelaskan lebih lanjut kenapa dominasi limbah tebu.*.....

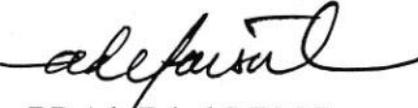
3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

all telah diperbaiki!
ade faisal 03/08/19

Medan 26 Dzulhijjah 1440H
27 Agustus 2019 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Sipil


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

Dosen Pembanding- I

DR.Ade Faisal.S.T.M.Sc

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Yasir Abdullah Sinaga
NPM : 1507210065
Judul T.Akhir : Efek Serbuk Kulit Kerang Dan Abu Ampas Debu Sebagai Filler Pada Kuat tekan Beton.

Dosen Pembimbing – I : DR.Fahrizal Zulkarnain.S.T.M.Sc
Dosen Pembimbing – II : DR.Josef Hadipramana
Dosen Pembanding - I : DR.Ade Faisal.S.T.M.Sc
Dosen Pembanding - II : Tondi Amirsyah.P.S.T.M.T

KEPUTUSAN

- Au Sign Disidangle*
19-2019
CTM: A.P.)
1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
 2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :
 - * *Menyusun* *perbaikan* *lebih* *jelas* *lagi*
 - * *Penelitian* *antar* *silabus* *dan* *non* *silabus* *lebih* *mayor* *lebih*
 - * *Tinjauan* *perpustakaan* *kitab* *dalam* *referensi* *dan* *daftar* *perpustakaan*
 - * *Keampuhan* *dan* *tujuan* *tidak* *menyumbang*
 3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :
.....
.....
.....
.....

Medan 26 Dzulhijjah 1440H
27 Agustus 2019 M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Sipil



Fahrizal Zulkarnain.S.T.M.Sc

Dosen Pembanding- II



Tondi Amirsyah .P.S.T.M.T



TUGAS AKHIR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
Jl. Kapten Mucthar Basri No.3 Medan 20238

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : YASIR ABDULLAH SINAGA
NPM : 1507210065
JUDUL TUGAS BESAR : EFEK SERBUK KULIT KERANG DAN ABU
AMPAS TEBU SEBAGAI FILLER PADA
KUAT TEKAN BETON

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
1.	20/2/2019	- Tambahan daftar Mendelej pada tiap keluar, khrup pada bab I. - Tambahan jurnal pendamping pada bab II dalam uraian lamp.	
2.	22/2/2019	- Revisi Lem sub dan pada pada bab 2 - Revisi pada bab 3, uraian syarat bahan & cara - lanjut ke bab 4.	
3.	13/3/19	- Revisi format dengan format Mendelej pada setiap bab. - Grafik bert sesuai bab	

PEMBIMBING I

Fahrizal Zulkarnain, S., M.Sc., Ph.D.



TUGAS AKHIR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
Jl. Kapten Mucthar Basri No.3 Medan 20238

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : YASIR ABDULLAH SINAGA
NPM : 1507210065
JUDUL TUGAS BESAR : EFEK SERBUK KULIT KERANG DAN ABU
AMPAS TEBU SEBAGAI FILLER PADA
KUAT TEKAN BETON

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
4.	19/8/2019	-teyaps / perbingahan untuk hij bukan pengujian	
5.	9/7/2019	dat ke sopan	
6.	31/7/2019	Acc untuk disumarkan 	

PEMBIMBING I

Fahrizal Zulkarnain, S., M.Sc., Ph.D.



TUGAS AKHIR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
Jl. Kapten Mucthar Basri No.3 Medan 20238

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : YASIR ABDULLAH SINAGA
NPM : 1507210065
JUDUL TUGAS BESAR : EFEK SERBUK KULIT KERANG DAN ABU
AMPAS TEBU SEBAGAI FILLER PADA
KUAT TEKAN BETON

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
1.	27/2-19	-perbaiki kalimat - latar belakang dibuat sistematis dan mengalir.	
2.	18/6-19	-perbaiki kalimat s.d. latar belakang - tambahkan kalimat agar tidak terjadi GAP antara paragraf	
3.	27/6-19	bab III - perbaiki tabel. - " - Flow chart - " - tulisan, sub tab 3.6 dan - kelaskan tabel 2.4 dan gambar 2.1 s/d gambar 2.4. - perbaiki tabel 3.1.	
4.	27/6-19		

PEMBIMBING II

Dr. Josef Hadipramana



TUGAS AKHIR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
Jl. Kapten Mucthar Basri No.3 Medan 20238

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : YASIR ABDULLAH SINAGA
NPM : 1507210065
JUDUL TUGAS BESAR : EFEK SERBUK KULIT KERANG DAN ABU
AMPAS TEBU SEBAGAI FILLER PADA
KUAT TEKAN BETON

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
4.	25/2 - 19	- Perbaiki margin - beripenjelasan setiap gambar dan tabel.	
5.	27/7 - 19	Bab III ok. - Perbaiki margin dan spasi bab IV perbaiki margin dan spasi - lanjut ke bab I, dan daftar pustaka.	
6.	29/7 - 19	Perbaiki bab III dan IV ok. Bab I ok. Perbaiki daftar pustaka	

PEMBIMBING II

Dr. Josef Hadipramana



TUGAS AKHIR
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
Jl. Kapten Mucthar Basri No.3 Medan 20238

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : YASIR ABDULLAH SINAGA
NPM : 1507210065
JUDUL TUGAS BESAR : EFEK SERBUK KULIT KERANG DAN ABU
AMPAS TEBU SEBAGAI FILLER PADA
KUAT TEKAN BETON

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
7.	15/8-19	<u>Acc.</u> . until summer .	

PEMBIMBING II

Dr. Josef Hadipramana

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DAFTAR DIRI PESERTA

Nana Lengkap : YASIR ABDULLAH SINAGA
Panggilan : YASIR
Tempat/Tanggal Lahir : Medan, 06 MARET 1996
Jenis Kelamin : Laki-laki
Alamat : Jl. Makmur Gg. Sidoharjo, Tembung Psr 7
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : Sakban Sinaga
Ibu : Siti Aisyah
No. HP : 082369862498
E-mail : sinaga.yasir@yahoo.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1507210065
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
1.	Sekolah Dasar	SD INPRES SAMPE CITA
2.	SMP	SMP N 2 KUTALIMBARU
3.	SMA	SMK N 1 PERCUT SEI TUAN
4.	Melanjutkan Kuliah di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2015 sampai selesai.	