

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN SERAT SERABUT KELAPA
DAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI PENGGANTI PASIR
TERHADAP KUAT TARIK PADA BETON BERSERAT
(Studi Penelitian)**

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

Disusun Oleh:

ALPRIDA GINTING
1507210080



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



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan 20238 Telp. (061) 6623301
Website: <http://www.umsu.ac.id> Email: rektor@umsu.ac.id

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Alprida Ginting

Npm : 1507210080

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Serat Serabut Kelapa Dan Abu Sekam
Padi Sebagai Pengganti Pasir Terhadap Kuat Tarik Pada Beton
Berserat

Bidang Ilmu : Struktur

Disetujui Untuk Disampaikan Kepada
Panitia Ujian

Medan, 28 September 2019

Pembimbing I

Dr. Josef Hadipramana

Pembimbing II

Dr. Fahrizal Zulkarnain

Unggul | Cerdas | Terpercaya

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Alprida Ginting

NPM : 1507210080

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Serat Serabut Kelapa Dan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Pasir Terhadap Kuat Tarik Pada Beton Berserat (Studi Penelitian)

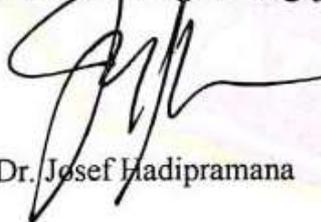
Bidang ilmu : Struktur

Telah berhasil dipertahankan dihadapan 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, 28 September 2019

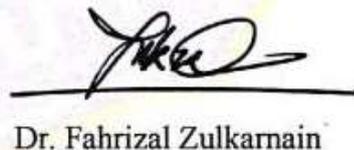
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji



Dr. Josef Hadipramana

Dosen Pembimbing II/Penguji



Dr. Fahrizal Zulkarnain

Dosen Pembanding I / Penguji



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

Dosen Pembanding II/Penguji



Rizki Efrida, 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 : Alprida Ginting

Tempat / Tanggal Lahir: Rate Besi, 15 Agustus 1996

NPM : 1507210080

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

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

"Pengaruh Penambahan Serat Serabut Kelapa Dan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Pasir Terhadap Kuat Tarik Pada Beton Berserat"

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

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

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

Medan, 28 September 2019

Saya yang menyatakan,



Alprida Ginting

ABSTRAK

PENGARUH PENAMBAHAN SERAT SERABUT KELAPA DAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI PENGGANTI PASIR TERHADAP KUAT TARIK PADA BETON BERSERAT.

Alprida Ginting

1507210080

Dr. Josef Hadipramana

Dr. Farizal Zurkarnain

Beton telah mengalami perkembangan dan kemajuan yang sangat pesat karena memiliki kelebihan dibandingkan dengan bahan lainnya. Kelebihannya itu seperti memiliki kekuatan pada tekan yang baik. Tetapi dari kelebihan yang didapat, beton memiliki kelemahan seperti lemahnya kuat tarik yang dihasilkan beton. Dengan demikian pada penelitian ini di pilih serat dari serabut kelapa sebagai bahan tambah dan abu sekam padi sebagai pengganti pasir dalam campuran beton. Tujuannya adalah untuk mengetahui pengaruh kekuatan tarik dari pemakaian serat serabut kelapa dan abu sekam padi terhadap campuran beton. Serat serabut kelapa dipilih karena secara visual memiliki kekuatan atau kualitas yang tinggi dan teksturnya yang halus dengan ukuran 5 cm dan abu sekam padi berbentuk butiran yang halus, padat, dan bulat yang mengandung silika yang bersifat *pozzolan*. Variasi komposit penambahan serat serabut kelapa pada campuran beton adalah 2% dan abu sekam padi pada campuran 10%, 20%, dan 30% dari berat pasir. Kekuatan tarik belah beton umur 28 hari beton normal; beton serat serabut kelapa 2% + abu sekam padi 10%; beton serat serabut kelapa 2% + abu sekam padi 20%, beton serat serabut kelapa 2% + abu sekam padi 30% berturut-turut adalah 3,064 MPa; 2,970 MPa; 3,300 MPa; 3,112 MPa. Pengaruh penggunaan serat serabut kelapa dan abu sekam padi terhadap kuat tarik belah beton pada hasil penelitian yaitu terjadinya peningkatan nilai kuat tarik belah beton terhadap beton normal. Maka pemanfaatan serat serabut kelapa dengan ukuran 3 cm sebanyak 2% dan abu sekam padi sebanyak 20% dari berat pasir yang dicampurkan pada beton normal direkomendasikan untuk digunakan.

Kata kunci : Beton, Beton Serat, Serat Serabut Kelapa, Abu Sekam Padi, Kuat Tarik Beton.

ABSTRACT

THE EFFECT OF ADDITION OF COCONUT FIBER AND RICE HUSK ASH AS A REPLACEMENT OF SAND TO THE STRENGTH OF ATTRACTION IN HEAVY CONCRETE.

Alprida Ginting

1507210080

Dr. Josef Hadipramana

Dr. Farizal Zurkarnain

Concrete has experienced very rapid development and progress because it has advantages compared to other materials. Its superiority is like having good compressive strength. But from the strengths obtained, concrete has disadvantages such as the weak tensile strength produced by concrete. Thus in this study selected fibers from coconut fibers as added material and rice husk ash as a substitute for sand in concrete mixtures. The aim is to determine the effect of the tensile strength of the use of coconut fiber fibers and rice husk ash on the concrete mixture. Coconut fiber fibers were chosen because they visually have high strength or quality and the texture is smooth with a size of 5 cm and rice husk ash is fine, dense, and round containing silica which is pozzolanic. Composite variations in the addition of coconut fiber fibers in the concrete mixture are 2% and rice husk ash in the mixture of 10%, 20%, and 30% by weight of sand. Concrete tensile strength of 28 days old concrete is normal; 2% coconut fiber fiber concrete + 10% rice husk ash; 2% coconut fiber fiber concrete + 20% rice husk ash, 2% coconut fiber fiber concrete + 30% rice husk ash are 3,064 MPa; 2,970 MPa; 3,300 MPa; 3,112 MPa. The effect of the use of coconut fiber fibers and rice husk ash on the tensile strength of concrete in the study results is an increase in the value of the tensile strength of concrete to normal concrete. So the use of coconut fiber fibers with a size of 3 cm by 2% and as much as 20% of rice husk ash from the weight of sand mixed in normal concrete is recommended for use.

Keywords: Concrete, Fiber Concrete, Coconut Fiber Fibers, Rice Husk Ash, Concrete Tensile Strength.

KATA PENGANTAR

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

Adapun judul dari Tugas Akhir ini adalah “Pengaruh Penambahan Serat Serabut Kelapa Dan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Pasir Terhadap Kuat Tarik Pada Beton Berserat”. Tugas Akhir ini disusun untuk melengkapi syarat menyelesaikan jenjang kesarjanaan Strata S1 pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

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

1. Bapak Dr. Josef Hardipramana selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji dalam penulisan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Farizal Zulkarnain selaku Dosen Pembimbing II dan Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Dr. Ade Faisal selaku Dosen Pembimbing I dalam penulisan Tugas Akhir ini dan Wakil Dekan-I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Ibu Rizki Efrida, S.T, M.T. selaku Pembimbing II dalam penulisan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak dan Ibu staf pengajar dan Biro Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Terimakasih yang teristimewa sekali kepada almarhum Ayahanda tercinta Rahmat Ali Ginting dan Ibunda tercinta Juliati Barus yang telah bersusah payah mendidik dan membiayai saya serta menjadi penyemangat saya serta senantiasa mendoakan saya sehingga penulis dapat menyelesaikan studinya.

8. Terimakasih buat adik saya Raju Doanta Ginting, Sella Gracia Ginting yang telah menjadi motivasi saya hingga selesainya Tugas Akhir ini.
9. Terimakasih buat saudara Teknik, HMJ, HMS FT UMSU yang telah menjadi motivasi saya hingga selesainya Tugas Akhir ini.
10. Kepada sahabat-sahabat saya Azura, Desy Liansa, Maimuna Zebua, Riska Diana, Wulan Rahayu Harahap, lidya Mega Rizky Soesanto, Dinda Karnelia Ujung, Sherly Agustein, Riki Irfandi, Dinda Salita Siagian, Clara Claudia Christy Thomas, Ahas, Dullah, Hadi, anwar, kelas Teknik Sipil A1 pagi dan Seluruh teman-teman yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu terimakasih atas dukungan dan kerjasamanya selama ini.

Saya menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan.

Akhir kata saya mengucapkan terima kasih dan rasa hormat yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini. Semoga Tugas Akhir bisa memberikan manfaat bagi kita semua terutama bagi penulis dan juga bagi teman-teman mahasiswa Teknik Sipil khususnya, Amin.

Medan, 28 September 2019
Penulis

Alprida Ginting
1507210080

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR NOTASI	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	4
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Ruang Lingkup Penelitian	4
1.4. Tujuan Penelitian	5
1.5. Manfaat Penelitian	5
1.6. Sistematika Penulisan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Pengertian Beton	7
2.2. Pengertian Beton Berserat	10
2.3. Material Pembentuk Campuran Beton	10
2.3.1. Semen <i>Portland</i>	12
2.3.2. Agregat	14
2.3.2.1. Agregat Halus	15
2.3.2.2. Agregat Kasar	18
2.3.2.3. Air	20
2.4. Serat Serabut Kelapa	22
2.5. Abu Sekam Padi	25
2.5.1. Perencanaan Pembuatan Campuran Beton Standar Menurut SNI 03- 2834-2000	26
	ix

2.6	<i>Slump Test</i>	26
2.7	Perawatan Beton	27
2.8	Pengujian Kuat Tekan	28
2.9	Pengujian Kuat Tarik Beton	31
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		33
3.1.	Umum	33
3.1.1.	Metodologi Penelitian	34
3.2.	Pelaksanaan Penelitian	36
3.2.1.	Waktu dan Tempat Penelitian	36
3.2.2.	Rancangan Penelitian	37
3.3.	Persiapan Alat dan Bahan	37
3.3.1.	Bahan	37
3.3.2.	Peralataan	38
3.4.	Persiapan penelitian	38
3.5.	Pemeriksaan Agregat	39
3.6.	Pemeriksaan Agregat Halus	39
3.6.1.	Pemeriksaan Kadar Air	39
3.6.2.	Pemeriksaan Kadar Lumpur	40
3.6.3.	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	41
3.6.4.	Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus	41
3.6.5.	Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus	42
3.7.	Pemeriksaan Agregat Kasar	45
3.7.1.	Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar	45
3.7.2.	Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar	45
3.7.3.	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	46
3.7.4.	Berat Isi Agregat Kasar	47
3.7.5.	Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar	47
3.7.6.	Pemeriksaan Keausan Agregat Dengan Mesin <i>Los Angeles</i>	50
3.8.	Serat Serabut kelapa	51
3.9.	Abu Sekam Padi	51
3.10.	Perencanaan campuran Beton	51
3.11.	Pelaksanaan penelitian	52

3.11.1. <i>Mix Design</i>	52
3.11.2. Pembuatan Benda Uji	63
3.11.3. Pengujian <i>Slump</i>	63
3.11.4. Perawatan Beton	63
3.11.5. Pengujian Kuat Tekan	63
3.11.6. Pengujian Kuat Tarik Belah	64
BAB 4 ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	65
4.1 Perencanaan Campuran Beton	65
4.2 Pembuatan Benda Uji	78
4.3 <i>Slump Test</i>	79
4.4. Kuat Tekan	81
4.4.1. Kuat Tekan Beton Normal (Saat Pengujian)	82
4.4.2. Kuat Tekan Serat Serabut kelapa 2% dan Abu Sekam Padi 10% (Saat Pengujian)	82
4.4.3. Kuat Tekan Serat Serabut kelapa 2% dan Abu Sekam Padi 20% (Saat Pengujian)	83
4.4.4. Kuat Tekan Serat Serabut kelapa 2% dan Abu Sekam Padi 30% (Saat Pengujian)	83
4.5. Pembahasan	85
4.6. Kuat Tarik Belah Belah Beton	85
4.6.1. Kuat Tarik Belah Beton Normal (saat pengujian)	85
4.6.2. Kuat Tarik Belah Beton Serat Serabut Kelapa 2% dan Abu Sekam Padi 10% (Saat Pengujian)	86
4.6.3. Kuat Tarik Belah Beton Serat Serabut Kelapa 2% dan Abu Sekam Padi 20% (Saat Pengujian)	86
4.6.4. Kuat Tarik Belah Beton Serat Serabut Kelapa 2% dan Abu Sekam Padi 30% (Saat Pengujian)	87
4.7. Pembahasan Kuat Tarik Belah	88
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	91
5.1 Kesimpulan	91
5.2 Saran	91
DAFTAR PUSTAKA	93
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	: Unsur pembentuk beton	8
Tabel 2.2	: Macam Serat	11
Tabel 2.3	: Pembagian semen menurut pengerjaannya (PT. Wijaya Karya, 2005)	13
Tabel 2.4	: Komposisi tipe standar semen portland (PT. Wijaya Karya, 2005)	13
Tabel 2.5	: Pengaruh sifat agregat pada sifat beton (Paul Nugraha dan Antoni, 2007)	14
Tabel 2.6	: Batas gradasi agregat halus (SNI 03-2834, 2000)	17
Tabel 2.7	: Batas gradasi agregat kasar (SNI 03-2834, 2000)	19
Tabel 2.8	: Kandungan zat kimia dalam air yang diizinkan (Mulyono, 2005)	22
Tabel 2.9	: Mengajukan Agar Pengujian Kuat Tekan Tidak Keluar dari Batasan Waktu yang Telah Ditoleransikan (ASTM C-39, 1993)	29
Tabel 2.10	: Koefisien Perbandingan Kekuatan Tekan Beton pada Berbagai Umur (Tjokrodinuljo, 2007)	30
Tabel 2.11	: Hubungan antara umur beton dan kuat tekan beton	31
Tabel 3.1	: Data-data hasil penelitian kadar air halus	39
Tabel 3.2	: Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat halus	40
Tabel 3.3	: Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat halus	41
Tabel 3.4	: Data-data hasil penelitian berat isi agregat halus	41
Tabel 3.5	: Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat halus	42
Tabel 3.6	: Data-data hasil penelitian kadar air agregat kasar	45
Tabel 3.7	: Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat kasar	46
Tabel 3.8	: Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat kasar	46
Tabel 3.9	: Data-data hasil penelitian berat isi agregat kasar	47
Tabel 3.10	: Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat kasar	48
Tabel 3.11	: Hasil Pengujian Kekerasan Agregat	53
Tabel 3.12	: Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia (SNI 03-2834, 2000)	52

Tabel 3.13 : Tingkat mutu pekerjaan pembetonan (Mulyono, 2004)	52
Tabel 3.14 : Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton (SNI 03-2834, 2000).	54
Tabel 3.15 : Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus (SNI 03-2834, 2000).	55
Tabel 3.16 : Ketentuan untuk beton yang berhubungan dengan air tanah mengandung sulfat (SNI 03-2834, 2000).	56
Tabel 3.17 : Ketentuan minimum untuk beton bertulang kedap air (SNI 03-2834- 2000).	57
Tabel 3.18 : Jumlah variasi sampel pengujian beton.	63
Tabel 3.19 : Jumlah variasi sampel pengujian beton.	64
Tabel 4.1 : Data-data hasil tes dasar	65
Tabel 4.2 : Perencanaan campuran beton (SNI 03-2834-1993).	66
Tabel 4.3 : Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam benda uji	68
Tabel 4.4 : Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam	70
Tabel 4.5 : Banyak serat serabut kelapa yang dibutuhkan untuk 1 benda uji silinder.	71
Tabel 4.6 : Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 12 benda uji.	72
Tabel 4.7 : Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 12 benda uji.	74
Tabel 4.8 : Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.	74
Tabel 4.9 : Banyak agregat kasar yang di butuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.	74
Tabel 4.10 : Banyak serat serabut kelapa yang dibutuhkan untuk 1 benda uji silinder.	75
Tabel 4.11 : Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam benda uji.	77
Tabel 4.12 : Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	78
Tabel 4.13 : Hasil pengujian nilai <i>slump</i> pada kuat tekan beton	80
Tabel 4.14 : Hasil pengujian nilai <i>slump</i> pada kuat tarik belah beton	81
Tabel 4.15 : Hasil pengujian kuat tekan beton normal 28 hari	82

Tabel 4.16 : Hasil pengujian kuat tekan beton dengan Serat Serabut Kelapa 2% dan Abu Sekam Padi 10%	83
Tabel 4.17 : Hasil pengujian kuat tekan beton dengan Serat Serabut Kelapa 2% dan Abu Sekam Padi 20%	83
Tabel 4.18 : Hasil pengujian kuat tekan beton dengan Serat Serabut Kelapa 2% dan Abu Sekam Padi 30%	84
Tabel 4.19 : Hasil nilai rata rata kuat tekan beton normal dan beton serat serabut kelapa + abu sekam padi umur 28 hari	84
Tabel 4.20 : Pengujian kuat tarik belah beton silinder normal 28 hari.	86
Tabel 4.21 : Hasil pengujian kuat tarik belah beton dengan Serat Serabut Kelapa 2% dan Abu Sekam Padi 10%	86
Tabel 4.22 : Hasil pengujian kuat tarik belah beton dengan Serat Serabut Kelapa 2% Dan Abu Sekam Padi 20%	87
Tabel 4.23 : Hasil pengujian kuat tarik belah beton dengan Serat Serabut Kelapa 2% dan Abu Sekam Padi 30%	87
Tabel 4. 24: Hasil nilai rata rata kuat tarik beton normal dan beton Serat Kelapa + Abu Sekam Padi Umur 28 Hari	Serabut 88
Tabel 4.25 : Hasil Perbandingan nilai kuat tekan rata rata dan kuat tarik rata rata pada beton normal dan beton Serat Serabut Kelapa Abu Sekam Padi umur 28 hari	rata + 89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	: Daerah Gradasi Pasir Sedang (SNI 03-2834, 2000)	18
Gambar 2.2	: Batas gradasi agregat kasar (SNI 03-2834, 2000)	20
Gambar 2.3	: Serat Sabut kelapa (a) sebelum alkalisasi (b) sesudah alkalisasi	24
Gambar 2.4	: Bentuk-bentuk slump (1) ideal, (2) geser, (3) runtuh	27
Gambar 3.1	: Tahapan singkat penelitian yang dilaksanakan	34
Gambar 3.2	: Grafik gradasi agregat halus (zona 2 pasir sedang)	44
Gambar 3.3	: Grafik gradasi agregat kasar diameter maksimum 40 mm	49
Gambar 3.4	: Hubungan faktor-air-semen dan kuat tekan silinder beton (SNI 03- 2834,2000)	54
Gambar 3.5	: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm (SNI 03-2834, 2000)	58
Gambar 3.6	: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm (SNI 03-2834, 2000)	58
Gambar 3.7	: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm (SNI 03-2834, 2000)	59
Gambar 3.8	: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton (SNI 03-2834, 2000)	60
Gambar 3.9	: Beben Tekan pada benda Uji Silinder	63
Gambar 3.10	: Beban Tarik Belah Pada Benda Uji Silinder	64

DAFTAR NOTASI

$f'c$	= kuat tekan beton pada umur 28 hari yang didapat dari benda uji	(MPa)
P	= gaya tekan aksial dinyatakan dalam newton	(kg)
A	= luas penampang	[cm^2]
f_t	= kuat belah beton	(N/m)
D	= Diameter silinder	(mm)
L_s	= tinggi silinder	(mm)
FM	= modulus kehausan	
$f_{estimasi\ 28\ hari}$	= kuat tekan umur 28 sesuai dengan hari pengujian	(kg/cm ²)
f_{cr}	= kuat tekan rata rata	(MPa)
f_c	= kuat tekan yang disyaratkan	(MPa)
M	= nilai tambah	(MPa)
B_j	= berat jenis	(g/cm ³)
W_h	= perkiraan jumlah air untuk agregat halus	(kg/m ³)
W_k	= perkiraan jumlah air untuk agregat kasar	(kg/m ³)
FAS	= faktor air semen per meter kubik beton	
$B_j\ campuran$	= berat jeni campuran	(gr)
B_{jh}	= berat jenis agregat halus	(gr)
B_{jk}	= berat jenis agregat kasar	(gr)
K_h	= persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran	(%)
K_k	= persentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran	(%)
$W_{agr\ campuran}$	= kebutuhan berat agregat campuran per meter kubik beton	(kg/m ³)
W_{beton}	= berat beton per meter kubik beton	(kg/m ³)
W_{air}	= berat air per meter kubik beton	(kg/m ³)
W_{semen}	= berat semen per meter kubik	(kg/m ³)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Dalam perkembangan zaman peradaban manusia khususnya dalam hal pembangunan, yang semakin hari semakin pesat berpengaruh pada kebutuhan dari manusia yang bermacam ragam. Salah satunya adalah kebutuhan konstruksi seperti rumah tinggal, perkantoran, rumah sakit, apartemen, dan bangunan lainnya. Bahan material yang paling sering digunakan pada konstruksi ialah beton.

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. Semen dan air berinteraksi secara kimiawi untuk mengikat partikel-partikel agregat tersebut menjadi suatu massa padat (Angjaya, dkk. 2013).

Semen dan air menyatu dan akan berinteraksi secara kimiawi untuk mengikat partikel-partikel agregat tersebut menjadi suatu masa yang padat. Beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi sejumlah material pembentuknya. Maka dari itu perlu dibicarakan fungsi dari masing-masing komponen tersebut sebelum mempelajari beton secara keseluruhan. Dengan cara demikian seorang perencana dan seorang ahli bahan dapat mengembangkan pemilihan material yang layak untuk digunakan dan menentukan komposisinya sehingga diperoleh beton yang sesuai dengan yang diinginkan, memenuhi kekuatan yang disyaratkan oleh perencana dan memenuhi persyaratan *serviceability* (Nawy, 1985).

Menurut Tjokrodimuljo (2007) seperti diketahui beton adalah suatu bahan yang mempunyai kekuatan yang tinggi terhadap tekan, tetapi sebaliknya mempunyai kekuatan relatif sangat rendah terhadap tarik. Karena kekurangan yang demiliknya maka diperlukan pengetahuan yang cukup luas, seperti mengenali sifat bahan dasarnya, cara pembuatannya, cara evaluasi dan variasi

cara pembuatannya, cara evaluasi dan variasi bahan tambahannya agar dapat meningkatkan fungsinya beton itu sendiri menjadi lebih baik. Pentingnya suatu konstruksi beton untuk memikirkan suatu kualitas beton yang baik dan memenuhi persyaratan. Banyak penelitian telah dilakukan untuk memperoleh suatu penemuan alternatif penggunaan konstruksi beton dalam berbagai bidang secara tepat dan efisien, sehingga akan diperoleh mutu beton yang lebih baik.

Agar dapat merancang kekuatannya dengan baik, artinya dapat memenuhi kriteria aspek ekonomi (rendah dalam biaya) dan memenuhi aspek teknik. (memenuhi kekuatan struktur), seorang perencana beton harus mampu merancang campuran beton yang memenuhi kriteria. Perancangan beton harus memenuhi kriteria perancangan standar yang berlaku. Peraturan dan tata cara perancangan tersebut antara lain adalah ASTM, ACI, JIS ataupun SNI. Selain hal tersebut, beton yang direncanakan harus memenuhi kereteria antara lain, tahan lama atau awet (*durability*), murah (*aspecteconomic cost*) dan tahan haus (SNI 2493:2011, 2011). Kuat tarik adalah suatu sifat yang penting yang mempengaruhi perambatan dan ukuran dari retak di dalam struktur.

Kuat Tarik Belah Suatu perkiraan kasar nilai kuat tarik beton normal hanya berkisar antara 9%-15% dari kuat tekannya. Suatu nilai pendekatan yang umum dilakukan dengan menggunakan modulus of rupture yaitu tegangan tarik beton yang timbul pada pengujian hancur balok beton polos sebagai pengukur kuat tarik sesuai teori elastisitas (Dipohusodo, 1994). Gaya P bekerja pada kedua sisi silinder sepanjang L dan gaya ini disebarkan seluas selimut silinder ($\pi.D.L$) secara berangsur-angsur pembebanan dinaikkan sehingga tercapai nilai maksimum dan silinder pecah terbelah oleh gaya tarik horizontal. Untuk memperbaiki kekurangan tersebut ada beberapa cara untuk mengatasinya antara lain dengan menambahkan serat didalam campuran beton baik itu penggunaan serat alami ataupun serat buatan dengan kombinasi abu sekam padi sebagai pengganti bahan alternative yang potensial yaitu pasir.

Beton beserat menjadi solusi dari salah satu kekurangan lain dari beton yaitu kekuatan tarik yang rendah dan bersifat getas (*brittle*). Suhendro (1991) mengatakan bahwa dalam perencanaan struktur, beton dianggap hanya mampu memikul tegangan tekan walau sesungguhnya beton mampu menahan tegangan

tarik sebesar 27 kg/m². Penambahan serat memperbaiki sifat-sifat struktural beton. Serat bersifat mekanis sehingga tidak akan bereaksi secara kimiawi dengan bahan pembentuk beton lainnya. Serat membantu mengikat dan menyatukan campuran beton setelah terjadinya pengikatan awal dengan pasta semen. Pasta beton akan semakin kokoh atau stabil dalam menahan beban karena aksi serat (*fiber bridging*) yang saling mengikat disekelilingnya (Suhardirman, 2011).

Dengan demikian diharapkan kemampuan beton untuk mendukung tegangan-tegangan internal (aksial, belah, dan geser) akan meningkat, sehingga beton tahan terhadap cuaca, iklim dan temperatur yang biasanya terjadi pada beton dengan permukaannya yang luas. Ada pun jenis yang digunakan dalam penelitian beton serat ialah berupa serat alam (*natural fibre*) yang diambil dari kulit kelapa.

Menurut Suhardiyono (1999), serabut kelapa adalah bahan beserat dengan ketebalan sekitar 5 cm, merupakan bagian terluar dari buah kelapa. Buah kelapa sendiri terdiri atas serabut 35%, tempurung 12%, daging buah 28%, dan air buah 25%. Adapun sabut kelapa terdiri atas 78% dinding sel dan 22,2% rongga. Salah satu cara mendapatkan serat dari sabut kelapa yaitu dengan ekstraksi menggunakan mesin. Serat yang dapat diekstraksi diperoleh 40% serabut berbulu dan 60% serat matras. Dari 100 gram serabut yang diabstrasikan diperoleh sekam 70 bagian, serat matras 18 bagian, dan serat berbulu 12 bagian. Dari segi teknis sabut kelapa memiliki sifat-sifat yang menguntungkan, antara lain mempunyai panjang 15-30 cm, tahan terhadap serangan mikroorganisme, pelapukan dan pekerjaan mekanis (gosokan dan pukulan) dan lebih ringan dari serat lain.

Komponen material dari beton yang sangat sering digunakan ialah pasir. Pasir adalah butiran-butiran mineral keras dan tajam berukuran 0,075 – 5 mm, jika terdapat butiran-butiran lebih kecil dari 0,063 mm tidak lebih dari 5% berat. Namun kebutuhan akan pasir yang semakin banyak mengakibatkan harganya yang cukup mahal. Sehingga perlulah dilakukan penelitian agar mengganti abu sekam padi menjadi pasir pada campuran beton beserat.

ASP (Abu Sekam Padi) merupakan limbah dari penggilingan padi yang tidak termanfaatkan secara optimal oleh masyarakat, ASP merupakan sumber silica (SiO₂) yang tinggi yaitu sebesar 93% dan hampir sama dengan kandungan silica

yang terdapat pada *microsilica* pada pabrik (Swamy, 1989) sehingga bersifat *pozzolanic*.

Untuk itu peneliti memanfaatkan limbah serat sabut kelapa sebagai bahan penguat tarik terhadap beton dan abu sekam padi yang memiliki kandungan pozzolan yang cukup tinggi sehingga dapat menggantikan penggunaan pasir. Disamping harganya lebih murah, serat sabut kelapa dan abu sekam padi juga tidak sulit untuk didapatkan. Peneliti menggunakan benda uji beton dan menggunakan benda uji silinder dengan ukuran tinggi 30 cm dan diameter 15 cm untuk mengetahui kuat tekan dan kuat tarik beton. Dengan variasi yang digunakan untuk penelitian ini ASP 0%, 10%, 20%, dan 30 % terhitung dari berat pasir dan serat sabut kelapa 2% terhitung dari volume benda uji. Dan umur pengujian yang digunakan adalah 28 hari.

1.2. Rumusan Masalah

Pada penelitian ini dicoba untuk mengambil permasalahan mengenai pengaruh penambahan serat sarabut kelapa dan abu sekam padi sebagai penganti pasir terhadap kuat tarik beton. Beberapa permasalahan yang muncul antara lain:

1. Apakah kehadiran serat serabut kelapa dengan variasi komposit 0,10%, 20%, 30% dan asp 2% berpengaruh pada beton yang disyaratkan ?
2. Bagaimana pengaruh pemakaian serat serabut kelapa dengan variasi komposit 0, 10%, 20%, 30% dan asp 2% pada kuat tarik beton ?

1.3. Ruang Lingkup Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat maka ruag lingkup penelitian diberi batasan penelitian yang dikaji pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bahan tambah yang digunakan pada campuran beton ini adalah serat serabut kelapa dari Binjai dab asp dari Namu Rambe.
2. Metode pembuatan sampel beton SNI 03-2834-2002 “Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal”.

3. Metode pengujian kuat tarik beton SNI 03-1974-1990 “Metode Pengujian Kuat Tarik Beton”.
4. Serat sabut kelapa yang ditambahkan 2% dari volume benda uji dan ASP dengan variasi 0%, 10%, 20%, dan 30%, dari volume berat pasir.
5. Sebelum dilakukan pencampuran pada pencetakan beton, serat sabut kelapa harus dilakukan *treatment* yang berupa pemisah antara kulit buah kelapa dan serat yang kemudian dipotong per 3 cm dan ASP yang ditimbang berdasarkan volume wadah pasir.
6. Penelitian ini menggunakan cetakan silinder dengan ukuran tinggi 30 cm × diameter 15 cm dengan test kuat tarik belah beton pada umur 28 hari.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui bagaimana pengaruh serat serabut kelapa dengan variasi komposit 0, 10%, 20%, 30% dan asp 2% berpengaruh pada beton yang disyaratkan .
2. Mengetahui bagaimana pengaruh serat serabut kelapa dengan variasi komposit 0, 10%, 20%, 30% dan asp 2% berpengaruh pada kuat tarik beton berserat.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk memenuhi persyaratan tugas akhir dan dapat memberikan kontribusi dalam bidang praktisi akademi, ilmu pengetahuan dalam bidang konstruksi dengan membuat variasi campuran serat sabut kelapa dan abu sekam padi sebagai pengganti pasir pada beton sehingga dapat membuat beton yang lebih ekonomis namun tidak mengurangi kekuatan beton tersebut.

1.6. Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan skripsi ini penulis membagi beberapa materi yang akan disampaikan kedalam beberapa bab, yakni :

BAB 1 PENDAHULUAN

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

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

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

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

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

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

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

BAB 5 ANALISA DAN PEMBAHASAN

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

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Beton

Beton merupakan campuran antara Portland atau semen hiraulik lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambah yang membentuk massa pada (Surya Sebayang, 2000). Beton terbentuk dari pengerasan campuran semen, pasir, kerikil dan air. Saat ini banyak penelitian diarahkan kepada pembuatan beton dengan mutu tinggi, mutu beton tergantung pada kuat tekan. Untuk menghasilkan beton dengan mutu yang tinggi diperlukan control kualitas bahan yang cukup ketat.

Penggunaan material buatan (batu pecah) dengan tingkat kekerasan dan gradasi yang sudah terseleksi dengan sendirinya melalui stone crusher serta permukaan yang lebih kasar di harapkan bisa meningkatkan daya ikat dengan material pembentuk beton lainnya sehingga mutu beton yang di harapkan dapat tercapai. Selain itu, parameter yang mempengaruhi kekuatan tekan beton, diantaranya adalah kualitas bahan-bahan penyusunnya, rasio air semen yang rendah dan kepadatan yang tinggi pula.

Beton segar yang dihasilkan dengan memperhatikan parameter tersebut biasanya sangat kaku, sehingga sulit dibentuk atau dikerjakan terutama pada pengerjaan pemadatan (Wahyudi & Bambang Edison, S.Pd, MT dan Anton Ariyanto, 2003).

Struktur beton tersusun dari beberapa material komposit. Sebagai material komposit, sifat beton sangat tergantung pada sifat unsur penyusunnya. Beton terdiri dari campuran yang dipilih dari bahan yang mengikat seperti kapur atau semen, agregat halus dan kasar, air dan diadonan (untuk memproduksi beton dengan sifat khusus). Dalam pencampuran beton, air dan semen membentuk perekat atau matriks yang mana sebagai tambahan mengisi kekosongan agregat halus, melapisi permukaan agregat halus dan kasar, serta mengikat mereka bersama-sama. Matriks biasanya 22-34 % dari total volume (Duggal, 2008).

Dalam konstruksi, beton dibentuk oleh bahan penyusun yang terdiri dari bahan campuran semen, agregat kasar (batu pecah atau kerikil), agregat halus, air, udara dan bahan tambah dari zat kimia hingga limbah yang tidak ada nilai jualnya dengan perbandingan persentase tertentu. Beton normal ialah beton yang mempunyai berat isi 2200-2500 kg/m³ dengan menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah.

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

Campuran bahan-bahan pembentuk beton harus ditetapkan sedemikian rupa sehingga menghasilkan beton basah yang mudah dikerjakan, memenuhi kekuatan tekan rencana setelah mengeras dan cukup ekonomis (Mulyono, 2005). Secara proporsi, komposisi unsur pembentuk beton terdapat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1: Unsur pembentuk beton.

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

Seperti yang terlihat pada Tabel 2.1 pada umumnya, beton mengandung rongga udara sekitar 1%-2%, semen 7-15%, air 14-21% dan agregat (agregat halus dan agregat kasar) sekitar 60%-75% (Mulyono, 2005).

Beton pada umumnya digunakan untuk membuat perkerasan jalan, struktur bangunan, pondasi, jalan, jembatan penyebrangan, struktur parkir dan sebagainya. Hal ini dikarenakan beton memiliki berbagai macam keuntungan, antara lain:

- a. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
- b. Mampu memikul beban yang berat.
- c. Biaya pemeliharaan yang kecil.

Dalam pembuatan beton normal, langkah-langkah pekerjaannya meliputi :

- a. Pemeriksaan sifat bahan dasar.
- b. Penentuan kekuatan beton yang di inginkan.
- c. Perencanaan campuran adukan beton.
- d. Percobaan campuran adukan beton.
- e. Pengendalian (pemantauan dan evaluasi) selama pekerjaan pembetonan.

Adapun kelebihan dari penggunaan beton yaitu:

- a. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
- b. Mampu memikul beban yang berat
- c. Tahan terhadap temperatur yang tinggi
- d. Biaya pemeliharaan yang kecil

Adapun kekurangan dari penggunaan beton yaitu:

- a. Bentuk yang telah dibuat sulit diubah.
- b. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi.
- c. Beban yang berat.
- d. Daya pantul suara yang besar.
- e. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak. Oleh karena itu, perlu diberi baja tulangan atau tulang kasa.

Berdasarkan kuat tekan beton dibagi menjadi tiga klasifikasi (Mailler,1992), yaitu:

- a. Beton normal, dengan kuat tekan kurang dari 50 Mpa.
- b. Beton kinerja tinggi, dengan kuat tekan antara 50 Mpa hingga 90 Mpa.
- c. Beton kinerja sangat tinggi, dengan kekuatan lebih dari 90 Mpa.

Klasifikasi tersebut menjelaskan bahwa beton berkinerja tinggi sangat tinggi (beton mutu sangat tinggi) memiliki karakteristik yang lebih baik dibandingkan dengan beton kinerja tinggi dan beton normal.

Sedangkan terhadap isi beton dapat diklasifikasikan pada tiga kategori umum. (Mehta, 1986), yaitu:

- a. Beton Ringan (*Light Weight Concrete/LWC*)

Beton ringan mempunyai berat 1800 kg/m^3 . Pada beton ini terdapat banyak sekali agregat yang diterapkan misalnya agregat sintesis (agregat alam) yang diproses atau dibentuk sehingga berubah karakteristik mekanisnya.

b. Beton Normal (*Normal Weight Concrete*)

Beton yang mempunyai berat 2200 - 2500 kg/m³ dan mengandung pasir, kerikil alam dan batu pecah sebagai agregat.

c. Beton Berat (*Heavy Weight Concrete*)

Beton ini selalu digunakan sebagai pelindung terhadap radiasi yang beratnya > 3200 kg/m³.

2.2. Pengertian Beton Berserat

Beton serat merupakan campuran beton dengan penambahan material berupa serat, baik sintetis maupun alami, bertujuan untuk memperbaiki karakteristik beton. Beton serat adalah bahan komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan lain yang berupa serat. Serat dalam beton ini berfungsi mencegah retak-retak sehingga menjadikan beton lebih daktil dari pada beton biasa. Jenis serat yang dapat digunakan dalam beton serat dapat berupa serat alami atau serat buatan.

Serat alami umumnya terbuat dari bermacam-macam tumbuhan. Karena sifat umumnya mudah menyerap dan melepaskan air, serat alami mudah lapuk sehingga tidak dianjurkan digunakan pada beton bermutu tinggi atau untuk penggunaan khusus. Yang termasuk serat alam antara lain rami, ijuk, sabut kelapa dan lain-lain.

Serat buatan umumnya dibuat dari senyawa-senyawa polimer. Mempunyai ketahanan tinggi terhadap perubahan cuaca. Mempunyai titik leleh, kuat tarik, dan kuat lentur tinggi. Digunakan untuk beton bermutu tinggi dan yang akan digunakan secara khusus.

ACI (*American Concrete Institute*) memberikan definisi beton serat yaitu suatu konstruksi yang tersusun dari bahan semen, agregat halus, agregat kasar serta sejumlah kecil serat (*fiber*). Banyak sifat-sifat beton yang dapat diperbaiki dengan penambahan serat, diantaranya adalah ketahanan *impact*, kuat tarik dan kuat lentur, ketahanan terhadap kelelahan, ketahanan terhadap susut, ketahanan abrasi, ketahanan terhadap pecahan (*fragmentation*), dan ketahanan terhadap pengelupasan (*spalling*). Variasi serat, baik serat alami maupun buatan dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2: Macam Serat

Type	Diameter, 0,001 in	Spesific Grafiti	E Ksi x 1000	Kuat Tarik ksi
Baja				
HaighTansile	4 - 40	7,8	29	20 - 250
stainless	0,4 - 13	7,8	23,2	300
Gelas	0,4 - 5	2,5 – 2,7	10,44 – 11,6	360 - 500
Polymer				
Polypropylene	20 - 160	0,9	0,5	90 - 110
Polyester	0,40 - 3	1,38	1,45 - 25	80 - 170
Amarid	0,4 - 47	1,44	9 - 17	525
Asbestos	0,0008 – 1,2	2,6 – 3,4	23,8 – 28,4	29 - 500
Carbon	0,3 – 0,35	1,9	33,4 – 55,1	260 - 380
Alami				
Kayu	0,8 - 47	-	1,89 – 3,77	41 - 82
Sisal	<8	1,5	1,45 – 5,8	44 – 131
Serabut Kelapa	4 - 16	1,12 – 1,15	2,76 – 3,77	17 - 73
Bambu	2 - 16	1,5	4,79 – 5,8	51 -73
Polyethylene	1 - 40	0,96	0,725 - 25	29 - 435
Rumput Gajah	17	-	0.716	26

Dalam sifat fisik beton, penambahan serat menyebabkan perubahan terhadap sifat beton tersebut. Dibandingkan dengan beton yang bermutu sama tanpa serat, maka beton dengan serat membuatnya menjadi lebih kaku sehingga memperkecil nilai slump serta membuat waktu ikat awal lebih cepat juga. Sedangkan dalam sifat mekanisnya, penambahan serat sampai batas optimum umumnya meningkatkan kuat tarik dan kuat lentur, tetapi menurunkan kekuatan tekan. Untuk mendapatkan hasil terbaik dianjurkan menggunakan rasio 50 – 100 di mana

jika diambil diameter serat 1 mm, panjangnya berkisar 50 – 100 mm. Material serat alami dapat diperoleh dengan harga yang terjangkau dan tingkat penggunaan energinya rendah dengan memanfaatkan teknologi dan sumber daya lokal. Penggunaan serat alami sebagai salah satu bentuk untuk memperkuat beton adalah hal yang sangat menarik untuk diimplementasikan di wilayah yang belum maju, bila material konstruksi konvensional tidak langsung tersedia atau harganya yang terlalu mahal (*Cement and Concrete Institute, 2001*).

2.3. Material Pembentuk Campuran Beton

Material yang digunakan pada campuran beton yang dipakai sebagai bahan penyusun utama yaitu semen, agregat kasar, agregat halus dan air dan bila mana diperlukan dapat menambahkan bahan tambah dengan persentase tertentu. Pada campuran ini, akan digunakan serat serabut kelapa sebagai bahan tambah dan asp penganti pasir. Dalam pembuatan campuran beton, material yang digunakan harus mempunyai kualitas yang baik dan memenuhi syarat yang telah ditentukan sehingga menghasilkan beton yang mempunyai kuat tarik yang tinggi. Material-material yang akan digunakan antara lain:

2.3.1. Semen Portland

Semen yang digunakan yaitu *portland cement* salah satu bahan yang digunakan dalam penelitian ini. Pentingnya penggunaan semen dalam kemudahan pengerjaan (*kuat tarik*) karena material semen dalam beton sangat penting dikarenakan semen sebagai bahan pengikat dalam pembuatan beton. Semen merupakan abu halus seperti tepung yang dapat mengeras jika dicampur dengan air akan membentuk adukan yang disebut pasta semen, jika juka dicampur dengan agregat halus (pasir) dan air, maka akan membentuk adukan yang disebut mortal, jika ditambah lagi dengan agregat kasar (kerikil) maka akan membentuk adukan yang biasa disebut beton semen dan air sebagai kelompok aktif sedangkan pasir dan kerikil sebagai kelompok pasif berfungsi sebagai pengisi (Wahyudi & Bambang Edison, S.Pd, MT dan Anton Ariyanto, 2003). Perubahan bentuk benda cair menjadi benda padat terjadi akibat proses hidrasi yang terjadi pada semen. Reaksi hidraulis semen adalah cepat pada awalnya,

kemudian semakin lambat. Semen bila dicampur dengan air akan menghasilkan pasta yang plastis dan lecah (*workable*). Semen hidraulis ini tahan terhadap air (*water resistance*) dan stabil di dalam air setelah mengeras atau membentuk benda padat. Karena beton terbuat dari agregat yang diikat bersama oleh pasta semen yang mengeras maka kualitas semen sangat mempengaruhi kualitas beton. Pasta semen halnya seperti lem, jika lem semakin tebal, maka tentu semakin kuat. Namun jika terlalu tebal juga tidak menjamin perekatan yang baik. Pada umumnya semen untuk bahan bangunan adalah tipe semen Portland.

Semen di bagi menjadi lima bagian menurut jenis pengerjaannya, diantaranya yaitu:

Tabel 2. 3: Pembagian semen menurut pengerjaannya (PT. Wijaya Karya, 2005).

Type PC	Syarat penggunaan	Pemakaian
I	Kondisi biasa, tidak memerlukan persyaratan khusus.	Perkerasan jalan, gedung, jembatan biasa dan kostruksi tanpa serangan sulfat.
II	Serangan sulfat konsentrasi sedang.	Bangunan tepi laut, dam, bendungan, irigasi dan beton massa.
III	Kekuatan awal tinggi	Jembatan dan pondasi dengan beban berat.
IV	Panas hidrasi rendah.	Pengecoran yang menuntut panas hidrasi rendah dan diperlukan setting time yang lama.
V	Ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.	Bangunan dalam lingkungan asam, tangki bahan kimia dan pipa bawah tanah.

Ada empat senyawa kimia yang utama dari semen Portland antara lain Trikalsium Silikat (C3S), Dikalsium Silikat (C2S), Trikalsium Aluminat (C3A), Tetrakalsium Aluminoforit (C4AF). Berikut perkiraan komposisi berbagai tipe standar semen Portland.

Tabel 2. 4: Komposisi tipe standar semen portland (PT. Wijaya Karya, 2005).

Type	Tricalcium Silicate (C3S) %	Dicalcium Silicate (C2S) %	Tricalcium Aluminate (C3A) %	Tetracalcium Aluminoferrite (C4AF) %	Air Permeability specific surface m ² /kg
I	42-65	10-30	0-17	6-18	300-400
II	35-60	15-35	0-8	6-18	280-380
III	45-70	10-30	0-15	6-18	450-600
IV	20-30	50-55	3-6	8-15	280-320
V	40-60	15-40	0-5	10-18	290-350

C3S (*alite*) dan C2S (*balite*) adalah senyawa yang memiliki sifat perekat. C3A adalah senyawa yang paling reaktif. C4AF dan lainnya (*darinoksida alumina* dan besi) berfungsi sebagai katalisator (*fluxing agents*) yang menurunkan temperatur pembakaran dalam kiln untuk pembentukan kalsium silikat. Proses pembakaran di dalam kiln disebut klinkering. Kiln berbentuk silinder baja dilapisi bata tahan api (*refractory brick*) yang sedikit dimiringkan, diputar pada 60-200 putaran perjam. Semen disimpan harus ditempat yang benar-benar kering. Udara yang lembab dapat juga menyebabkan semen menjadi kaku seperti halnya semen yang bercampur dengan air. Jika semen di simpan di tempat yang benar-benar kedap udara atau terhindar dari udara yang lembab maka semen dapat bertahan untuk waktu yang lama.

2.3.2. Agregat

Agregat menempati 70-75% dari volume total volume beton maka kualitas agregat mempengaruhi terhadap kualitas beton. Dengan agregat yang baik, beton dapat dikerjakan (*workable*), kuat, tahan lama (*durable*) dan ekonomis. Berikut pengaruh sifat agregat pada sifat beton:

Tabel 2. 5: Pengaruh sifat agregat pada sifat beton (Paul Nugraha dan Antoni, 2007).

Sifat agregat	Pengaruh pada	Sifat beton
Bentuk, tekstur, gradasi.	Beton cair	Kelecekan pengikatan, dan pengerasan
Sifat fisik, sifat kimia, mineral.	Beton keras	Kekuatan, kekerasan, ketahanan (<i>durability</i>)

Ada dua peraturan yang berlaku. Pertama, SII 0052-80 “Mutu dan Cara Uji Agregat Beton”. Kedua PBI 89 menyebutkan ASTM C33 “Standard Specification For Concret Agregate”. Gradasi adalah pembagian ukuran butir-butir agregat. Pembagian ini dilakukan dengan cara menyusun ayakan dari ayakan paling besar di bagian paling atas kemudian berurutan ke yang terkecil. Agregat yang akan di ayak diletakkan di bagian teratas ayakan. Setelah diletakkan, kemudian melakukan getaran pada agregat. Berat agregat yang tertahan pada setiap ayakan

dicatat dan dihitung persentasenya. Persentase kumulatif tertahan dan persentase kumulatif lolos kemudian dihitung.

Tujuan penggunaan agregat pada campuran beton umumnya adalah sebagai sumber kekuatan dari beton, menghemat semen, memperkecil tingkat penyusutan beton, mencapai kepadatan beton yang maksimal dan memperoleh *workability* yang baik. Dari sisi ekonomi, agregat lebih murah harganya, oleh karena itu disarankan untuk menggunakan agregat ini sebanyak mungkin agar beton yang dihasilkan ekonomis. Disamping itu pemakaian banyak agregat juga dapat mengurangi penyusutan akibat mengerasnya (mengeringnya) beton dan dapat juga mengurangi ekspansi akibat panas. Pembagian agregat dibagi menjadi dua macam, yaitu agregat halus dan agregat kasar.

2.3.2.1. Agregat Halus

Agregat umumnya menempati 70% sampai 80% dari volume beton sehingga memiliki pengaruh penting terhadap sifat-sifat beton. Selain penggunaannya sebagai pengisi yang ekonomis, agregat umumnya menghasilkan beton dengan stabilitas dimensi yang lebih baik dan tahan aus. Pada *workability* perbandingan antara berat agregat halus dan agregat kasar pada campuran beton diperlukan untuk memperoleh gradasi agregat campuran yang baik. Perbandingan agregat halus yang baik adalah perbandingan yang dapat masuk ke dalam kurva standar seperti yang terdapat pada Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton. Proporsi berat agregat halus terhadap berat agregat total diperoleh berdasarkan: butir maksimum agregat kasar, nilai *slump*, faktor air semen, dan daerah gradasi agregat halus. Berat agregat kasar diperoleh dari berat agregat total dikurangi berat agregat halus. Terlalu tinggi nilai perbandingan volume antara agregat kasar terhadap agregat halus dapat mengakibatkan segregasi dan *workability* yang rendah, campuran kasar dan tidak mudah dalam penyelesaian. Sebaliknya, terlalu banyak agregat halus menyebabkan *workability* tinggi, tetapi campuran yang kelebihan pasir membuat rendah daya tahan beton (Ginting et al., 2003). Sifat yang paling penting dari suatu agregat halus ialah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, porositas dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan

terhadap agresi kimia, serta ketahanan terhadap penyusutan (Limun, 1971). Agregat halus dijadikan alternatif penambahan kekuatan beton membentuk beton yang lebih bermutu. Agregat halus dan dengan ukuran yang bervariasi, maka volume pori beton menjadi kecil. Hal ini disebabkan butiran yang lebih kecil akan mengisi pori antara butiran yang lebih besar, sehingga pori-porinya menjadi sedikit dan beton memiliki kemampuan yang tinggi.

Selain itu, gradasi agregat juga merupakan faktor yang harus diperhatikan dalam pembuatan campuran beton, karena akan berpengaruh terhadap sifat-sifat workabilitas adukan tersebut. Susunan untuk butiran (gradasi) yang baik akan dapat menghasilkan kepadatan (*density*) (Purwati, A, S. As'ad, 2014). Perbandingan berat agregat halus mempengaruhi berat volume beton (Ginting et al., 2003). Menurut SNI 03-2834-2000 agregat halus merupakan agregat yang semua butirannya menembus ayakan berlubang 4,75 mm yang biasanya disebut pasir. Jenis agregat ini dapat dibedakan lagi menjadi:

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

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

Maksud penggunaan agregat halus didalam adukan beton adalah:

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

Dari bentuk fisiknya, agregat halus mempunyai butiran yang tajam, keras dan butirannya tidak mudah pecah karena cuaca. Pengambilan sumber agregat halus dapat ditemukan pada sungai, galian dan laut. Hasil penghancuran batu pecah juga disebut sebagai agregat halus. Namun untuk beton, agregat dari laut tidak diperbolehkan kecuali ada penanganan khusus.

Gradasi agregat halus sebaiknya sesuai dengan spesifikasi SNI 03-2834-2000, yaitu:

1. Mempunyai butiran yang halus.

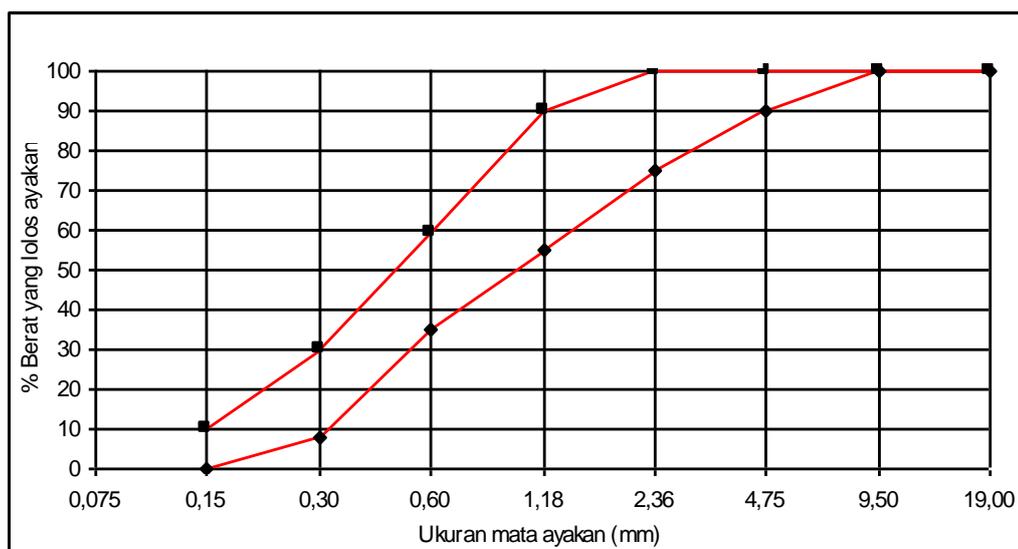
2. Tidak mengandung lumpur lebih dari 5%.
3. Tidak mengandung zat organik lebih dari 0,5%. Untuk beton mutu tinggi dianjurkan dengan modulus kehalusan 3,0 atau lebih.
4. Gradasi yang baik dan teratur (diambil dari sumber yang sama).

Ukuran yang sesuai dengan SNI 03-2834-2000 memberikan syarat-syarat untuk agregat halus. Agregat halus dikelompokkan dalam empat zona (daerah) seperti dalam Tabel 2.3 dan dijelaskan melalui Gambar 2.1 hingga Gambar 2.4 untuk mempermudah pemahaman.

Tabel 2. 6: Batas gradasi agregat halus (SNI 03-2834, 2000).

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

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



Gambar 2. 1: Daerah Gradasi Pasir Sedang (SNI 03-2834, 2000).

Pemeriksaan dasar ini dilaksanakan sesuai dengan standar menurut SNI 03-2834-2000 agregat halus diteliti terhadap:

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

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

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

2.3.2.2. Agregat Kasar

Dalam kuat tarik Agregat kasar berfungsi sebagai pengisi volume rongga yang berkurang. Agregat kasar sangat penting dalam pencampuran beton karena akan menghasilkan beton yang padat sehingga membuat beton kuat terhadap pembebanan. Pemilihan batas gradasi kerikil atau koral diameter maksimum 37,5 mm sangat berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Agregat kasar merupakan agregat yang semua butirannya tertinggal di atas ayakan 4,75 mm (SNI 03-2834, 2000), yang biasanya disebut kerikil. Material ini merupakan hasil disintegrasi alami batuan atau hasil dari industri pemecah batu. Butir-butir agregat harus bersifat kekal, artinya tidak pecah ataupun hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari atau hujan.

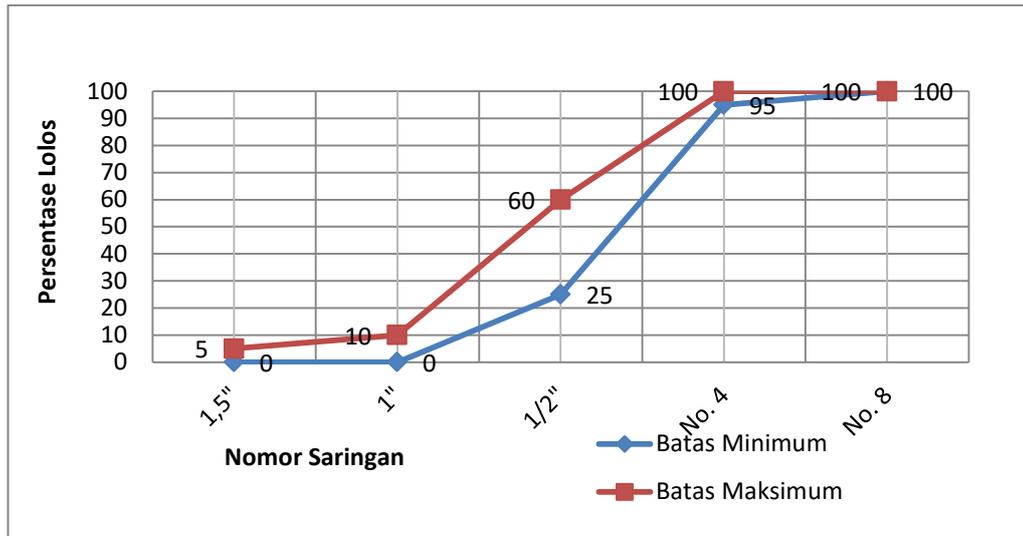
Menurut (SNI 03-2834, 2000) agregat kasar untuk beton harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

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 (SNI 03-2834, 2000) batas gradasi agregat kasar dengan diameter agregat maksimum 37,5 mm dapat dilihat dalam Tabel 2.7 dan dijelaskan melalui Gambar 2.2 agar lebih memudahkan pemahaman.

Tabel 2. 7: Batas gradasi agregat kasar (SNI 03-2834, 2000).

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 2. 2: Batas gradasi agregat kasar (SNI 03-2834, 2000).

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

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

2.3.3. Air

Salah satu hal yang penting di perhatikan dalam perancangan air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan (*workability*) dalam pekerjaan beton. Pasta terbentuk dari campuran semen dan air. Tujuan utama penggunaan air adalah agar terjadi reaksi hidrasi pada semen. Air yang digunakan adalah air tawar yang dapat diminum, yang telah diolah di perusahaan air minum maupun tanpa diolah, tidak berbau, tidak berasa, tidak mengandung minyak dan tidak berwarna. Air yang mengandung kotoran yang Jumlah air optimum adalah jumlah air pada satu rancangan campuran beton yang menghasilkan tingkat kemudahan pengecoran

yang sesuai dengan tuntutan (dinyatakan dengan *slump*). Berikut pengaruh jumlah air terhadap sifat campuran beton (PT. Wijaya Karya, 2005):

- a. Jika jumlah air lebih kecil dari jumlah air optimum.
 - 1) Dalam batas tertentu kuat tekan akan naik.
 - 2) Pengecoran lebih sulit.
 - 3) Daya pelumasan material oleh air berkurang (ditunjukkan oleh nilai *slump* yang lebih kecil).
 - 4) Proses pengecoran dituntut lebih singkat dan diperlukan pemadatan ekstra agar didapat beton yang tidak keropos.
- b. Jika jumlah air lebih besar dari jumlah air optimum.
 - 1) Kuat tekan beton akan turun.
 - 2) Pengecoran lebih mudah.
 - 3) Bias terjadi segregasi (pemisahan butiran).
 - 4) Cenderung terjadi penyusutan (air kelebihan akan menguap meninggalkan pori-pori beton).

Pemakaian air yang berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai, sedangkan air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak seluruhnya selesai. Sebagai akibatnya beton yang akan dihasilkan akan berkurang kekuatannya. Kandungan zat kimia dalam air yang diizinkan dapat di lihat pada Tabel 2.8 agar lebih memudahkan pemahaman.

Tabel 2. 8: Kandungan zat kimia dalam air yang diizinkan (Mulyono, 2005).

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

Proporsi air yang sedikit akan memberikan kekuatan yang tinggi pada beton, tetapi kelecekan beton atau daya kerjanya menjadi berkurang. Sedangkan proporsi air yang agak besar dapat memberikan kemudahan pada waktu pelaksanaannya,

tetapi kekuatan hancur beton akan menjadi rendah. Proporsi air ini dinyatakan dalam Faktor Air Semen (*water cement ratio*) atau yang sering kita singkat dengan FAS, yaitu angka yang menyatakan perbandingan antara berat air dibagi dengan berat semen dalam adukan beton tersebut. Beton untuk konstruksi gedung biasanya memiliki nilai rasio semen sebesar 0,45 hingga 0,65. Dengan rasio tersebut dapat dihasilkan beton yang kedap air, namun mutu beton tetap dipengaruhi cara pemadatan dan daya kerjanya.

2.4. Serat Sabut Kelapa

Serat serabut kelapa yang kasar mengakibatkan ikatan antara serat serabut kelapa dengan pasta semen menjadi lebih kuat sehingga pada saat proses pembebanan, permukaan beton yang mulai retak dan mengalami kehancuran serat serabut kelapa masih mengikat pasta semen dan sulit terlepas (Maryani, 2015).

Menurut Suhardiyono (1999), serabut kelapa adalah bahan berserat dengan ketebalan sekitar 5 cm, merupakan bagian terluar dari buah kelapa. Buah kelapa sendiri terdiri atas serabut 35%, tempurung 12%, daging buah 28%, dan air buah 25%. Adapun sabut kelapa terdiri atas 78% dinding sel dan 22,2% rongga. Salah satu cara mendapatkan serat dari sabut kelapa yaitu dengan ekstraksi menggunakan mesin. Serat yang dapat diekstraksi diperoleh 40% serabut berbulu dan 60% serat matras. Dari 100 gram serabut yang diekstraksi diperoleh sekam 70 bagian, serat matras 18 bagian, dan serat berbulu 12 bagian. Dari segi teknis sabut kelapa memiliki sifat-sifat yang menguntungkan, antara lain mempunyai panjang 15-30 cm, tahan terhadap serangan mikroorganisme, pelapukan dan pekerjaan mekanis (gosokan dan pukulan) dan lebih ringan dari serat lain. Menurut Soroushian dan Bayasi (1987) serta menurut Tjokrodinuljo (1996), bahwa gelas/kaca bisa dijadikan material serat pada adukan beton. Secara visual baik kaca maupun sabut kelapa apabila dilebur performanya tidak jauh berbeda, yaitu berbentuk serpihan yang keras. Sehingga karakteristiknya pun diperkirakan sama. Maka secara logika, sabut kelapa jika dijadikan material serat pengaruhnya akan sama atau bahkan lebih tinggi daripada kaca. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor antara lain sebagai berikut.

1. Kekuatan dan keuletan sabut kelapa lebih tinggi daripada kaca (kaca lebih getas daripada sabut kelapa). Kekuatan dan keuletan yang tinggi umumnya mengakibatkan modulus elastisitas tinggi, sehingga akan menghasilkan beton dengan modulus elastisitas tinggi pula.
2. Sabut kelapa mempunyai tekstur permukaan serat yang lebih kasar dari pada kaca, sehingga ikatannya dengan pasta semen akan lebih kuat untuk dapat mengisi rongga pada beton. Sabut kelapa mengandung unsur kalium sebesar 10,25%, sehingga dapat menjadi alternatif sumber kalium organik dari alam. Kalium pada tanaman kelapa akan berfungsi membentuk batang yang lebih kuat, memperkuat perakaran sehingga tanaman lebih tahan roboh, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit serta dapat membuat serat sabut kelapa menjadi lebih berisi dan padat. Menurut lambat melintasi matrik dengan demikian regangan retakan ultimit komposit meningkat drastis dibandingkan beton tanpa serat. Mutu serat ditentukan oleh warna, persentase kotoran, kadar air, dan proporsi berat antar serat panjang dan serat pendek. Serat sabut kelapa yang bermutu tinggi berwarna cerah cemerlang dengan persentase berat kotoran tidak lebih dari 2% dan tidak mengandung lumpur. Sebagaimana diketahui, Indonesia yang dikenal sebagai produsen buah kelapa terbesar di dunia dengan luas areal kebun kelapa 3,8 juta hektar, memiliki produksi rata-rata 15,5 milyar butir/tahun atau setara dengan 3,02 juta ton kopra, 3,75 juta ton air, 0,75 juta ton arang tempurung, 1,8 juta ton serat sabut, dan 3,3 juta ton debu sabut (Mahmud & Yulius, 2004).

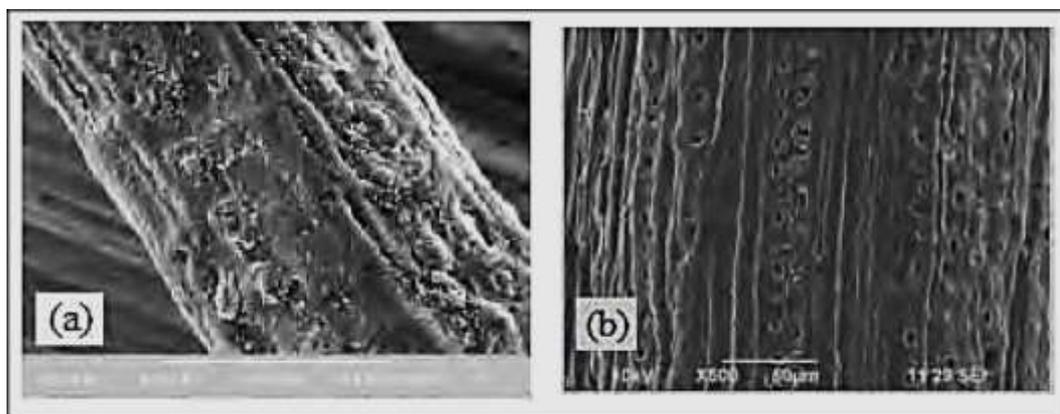
Hal ini terbukti dengan industri pengolahan buah kelapa di Indonesia umumnya masih terfokus kepada pengolahan hasil daging buah sebagai hasil utama, sedangkan industri yang mengolah hasil samping buah (by-product) seperti air, sabut, dan tempurung kelapa masih secara tradisional dan bersekala kecil, padahal potensi ketersediaan bahan baku untuk membangun industri pengolahannya masih sangat besar (Mahmud dan Ferry, 2005).

Dari kenyataan yang ada tersebut, menimbulkan pencemaran lingkungan berupa limbah, yang dalam konteks ini berupa sabut kelapa. Maka dari itu, pemanfaatan sabut kelapa sebagai bahan tambahan dalam campuran beton

memiliki prospek yang sangat baik di masa depan, yaitu selain meningkatkan kuat lentur beton, juga dapat mengurangi pencemaran lingkungan yang ada di Indonesia.

Menurut (Asassutjarita et al, 2007) serat sabut kelapa terdiri dari 16.8% Hemiselulosa, 68.9% Selulosa dan 32.1% Lignin.

Penelitian yang dilakukan oleh (Karthikeyan et al, 2013) melakukan pengujian *Scanning Electron Microscopy* (SEM) pada serat sabut kelapa yang ditunjukkan pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3: Serat Sabut kelapa (a) sebelum alkalisasi (b) sesudah alkalisasi.

Pada Gambar 2.3. (a) dan (b) menunjukkan serat sabut kelapa sebelum dan sesudah dilakukan *alkali treatment*. Dari Gambar 2.3.(a) dapat dilihat permukaan dari serat sabut kelapa diselimuti dengan berbagai lapisan yang diantaranya adalah pektin, lignin, dan kotoran. Permukaan serat yang kasar dan memiliki tekstur yang tidak beraturan. Setelah dilakukan *alkali treatment*, sebagian besar komposisi lignin dan pektin dihilangkan yang menghasilkan permukaan yang lebih kasar yang dapat dilihat pada Gambar 2.3.(b) permukaan serat yang kasar dan memiliki tekstur yang tidak beraturan. Terlihatlah bagaimana perbedaan tekstur serat serabut kelapa apabila diberikan alkalisasi dan tidak

2.5. Abu Sekam Padi

Abu sekam padi diperoleh dari pembakaran kulit padi. Warna abu sekam padi dari putih keabu-abuan sampai hitam, warna ini tergantung dari sumber sekam

padi dan suhu pembakaran. Abu sekam padi merupakan bahan buangan dari padi yang mempunyai sifat khusus yaitu mengandung senyawa kimia yang bersifat pozzolan Abu sekam padi adalah sejenis abu terbang yang merupakan sisa pembakaran batu bata atau tembikar. Secara visual abu sekam padi adalah material berwarna abu-abu dengan bentuk butiran yang halus, padat dan bulat.

Abu sekam padi merupakan bahan buangan dari padi yang mempunyai sifat khusus yaitu mengandung senyawa kimia yang bersifat pozzolan, yaitu mengandung silika (SiO_2). Pozzolan tersebut tidak memiliki peran sebagai perekat seperti semen, akan tetapi dalam kondisi halus jika bereaksi dengan air dan kapur pada suhu normal akan menjadi suatu massa padat yang tidak dapat larut dalam air. Kandungan SiO_2 (*Silica*) dalam abu sekam padi dapat mencapai sekitar 80% dan biasanya dikategorikan sebagai pozzolan reaktif. Abu sekam padi yang ditumbuk akan didapatkan ukuran partikel yang tepat karena ukuran partikel abu sekam padi mempengaruhi *workability* dan kekuatan beton. Silika adalah senyawa kimia yang dominan pada abu sekam padi, kandungan silika pada abu sekam padi lebih tinggi bila dibanding dengan tumbuhan lain, namun ada beberapa syarat yang harus diperhatikan dalam abu sekam padi seperti, kadar silika harus mencapai batas minimal 70%, selain itu abu sekam padi yang digunakan harus lolos ayakan No. 200 (transition zone) antar butiran dapat meningkatkan daya lekat antar butiran sehingga dapat meningkatkan kuat tekan beton.

2.5.1. Perencanaan Pembuatan Campuran Beton Standar Menurut SNI 03-2834 - 2000

Perencanaan pembuatan campuran beton normal ini dilakukan sesuai dengan ketentuan SNI 03-2834-2002itung menurut rumus sebagai berikut :

2.6. *Slump Test*

Pengujian kelecakan beton (*workability*) adalah pengujian campuran beton segar dalam hal kemudahan dalam pengerjaan atau pemadatan. Pengujian ini sangat berperan penting dalam kualitas beton nantinya, maka dari itu perlu adanya pengujian kelecakan pada beton segar baik dilapangan maupun di laboratorium.

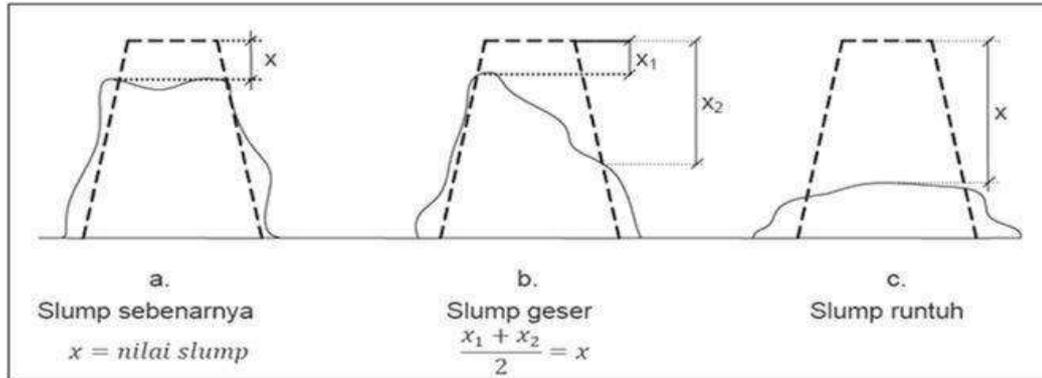
Adukan beton dikatakan mudah pengerjaannya bila nilai *slump* tersebut masih dalam batas nilai *slump* rencana (Anonim, 2008).

Slump test adalah pengujian paling sering digunakan karena memiliki cara yang paling sederhana. Karenanya kelecakan beton segar sering diidentikkan dengan nilai *slump*-nya dalam satuan sentimeter (cm). Pengambilan nilai *slump* ini dilakukan pada masing-masing campuran beton standar maupun beton yang menggunakan bahan tambah *admixture* atau bahan tambah *additive*. *Admixture* adalah bahan tambah kimiawi yang dapat mengubah sifat beton secara kimia. Sedangkan *additive* adalah bahan tambah yang hanya berfungsi sebagai *filler* dan tidak mengubah sifat secara kimiawi.

Peralatan yang diperlukan untuk melakukan uji *slump test* adalah kerucut *slump* dengan tinggi 30 cm dengan diameter atas 10 cm dan bawah 20 cm (ASTM C143). Batang baja penumbuk dengan ukuran diameter 16 mm dan panjang 60 cm dengan ujung berbentuk seperti peluru. Dasar bujur sangkar yang kedap air dengan lebar 50 cm. Sekop kecil, *float* baja, penggaris dan kain lap pembersih juga adalah peralatan untuk melakukan uji *slump test*.

Terdapat tiga macam kemungkinan bentuk penurunan (*slump*) yang ditemui saat pelaksanaan uji *slump*, yaitu:

1. *Slump* ideal, terjadi apabila kerucut beton mengalami penurunan yang seimbang di setiap sisinya.
2. *Slump* geser, terjadi apabila sebagian kerucut beton meluncur ke bawah di sepanjang bidang miring. Apabila bentuk ini ditemui, maka pengujian *slump* harus diulang, dan jika bentuk penurunan ini tetap terjadi, maka kohesifitas campuran beton kurang baik.
3. *Slump* runtuh, dapat terjadi pada campuran beton normal yang kurang kohesif. Ketiga jenis bentuk penurunan (*slump*) beton segar dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2. 4: Bentuk-bentuk *slump* (1) ideal, (2) geser, (3) runtuh.

Menurut PT. Wijaya Karya (2005), kemudahan pengerjaan (*workability*) umumnya dinyatakan dalam besaran nilai *slump* (cm) dan dipengaruhi oleh:

1. Jumlah air yang dipakai dalam campuran adukan beton. Semakin banyak air maka beton akan mudah untuk dikerjakan.
2. Penambahan semen. Jika semen ditambah dalam campuran beton, air juga harus ditambah agar FAS (faktor air semen) tetap, maka beton dapat dengan mudah dikerjakan.
3. Gradasi campuran pasir dan kerikil. Gradasi agregat yang digunakan adalah gradasi yang disarankan dalam peraturan agar campuran adukan beton akan mudah untuk dikerjakan.
4. Pemakaian butir maksimum kerikil yang dipakai.
5. Pemakaian butir-butir batuan yang bulat.

2.7. Perawatan Beton (*Curing*)

Tujuan dari pemeliharaan adalah untuk mencegah terjadinya kehilangan air dalam jumlah besar pada saat bersamaan air yang diperlukan untuk hidrasi tahap awal dan merupakan saat yang kritis. Pencegahan yang dapat dilakukan dengan cara menyiram, merendam, menutupi dengan penutup (Kusnadi, 2010). Pada penelitian ini perawatan dilakukan dengan cara merendam selama 28 hari. 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. *Saeled* atau *wropping*

Perawatan beton dengan cara ini membalut dan menutupi menutupi semua permukaan beton. Beton dilindungi dengan karung basah, film plastic atau kertas perawatan tanah air, 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

2.8. Pengujian Kuat Tekan Beton

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.

Karena sifat utama dari beton adalah sangat kuat jika menerima beban tekan, maka mutu beton pada umumnya hanya ditinjau terhadap kuat tekan beton tersebut. Sifat yang lain seperti kuat tarik, dan modulus elastis beton dapat dikorelasi terhadap kuat tekan beton. Menurut peraturan beton di Indoensia (PBI-1971, diperbaiki dengan SK SNI T-15-1991-03 dan SNI 03-2847-2000), kuat

tekan beton dinotasikan dengan f_c' , yaitu kuat tekan silinder beton yang disyaratkan pada waktu berumur 28 hari.

Mutu beton dibedakan atas 3 macam menurut kuat tekannya, yaitu:

- a. Mutu beton dengan f_c' kurang dari 10 Mpa, digunakan untuk beton non struktural (misalnya: kolom praktis, balok praktis).
- b. Mutu beton dengan f_c' antara 10 Mpa sampai 20 Mpa, digunakan untuk beton struktural (misalnya: balok, kolom, pelat, maupun pondasi).
- c. Mutu beton dengan f_c' sebesar 20 Mpa keatas, digunakan untuk struktur beton yang direncanakan tahan gempa.

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 menggunakan Pers. 2.1.

$$f \text{ (saat pengujian)} = \frac{P}{A} \quad (2.1)$$

Dimana :

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

P = Beban tekan (kg)

A = Luas penampang (cm²)

Tabel 2. 9: Mengajukan 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.

$$f \text{ (estimasi 28 hari)} = \frac{f(\text{saatpengujian})}{\text{koefesien}} \quad (2.2)$$

Dimana :

- f (estimasi 28 hari) = kuat tekan estimasi 28 hari (kg/cm²)
- f (saat pengujian) = kuat tekan saat pengujian (kg/cm²)
- koefesien = koefesien dari umur beton

Tabel 2. 10: Koefesien Perbandingan Kekuatan Tekan Beton pada Berbagai Umur (Tjokrodimuljo, 2007).

Umur (hari)	7	14	21	28
Koefisien	0,65	0,88	0,95	1.00

Beberapa faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton yaitu:

- a. Pengaruh faktor air semen terhadap kuat tekan beton. Pada gambar hubungan antara Faktor air semen dan kuat tekan silinder beton. Tampak bahwa makin besar nilai fas, makin rendah kuat tekan beton yang dihasilkan. Sebaliknya, makin kecil nilai fas, semaik tinggi pula kuat tekan beton yang dihasilkan.
- b. Pengaruh umur terhadap kuat tekan beton. Kuat tekan beton akan bertambah sesuai dengan bertambahnya umur beton tersebut. Karena beton ini termasuk bahan yang sangat awat (ditinjau dari segi pemakaiannya), maka sebagai standar kuat tekan ditetapkan pada waktu beton berumur 28 hari. Menurut PBI-1971, hubungan antara umur dan kekuatan tekan beton dapat dilihat pada Tabel 2.11.

Tabel 2. 11: Hubungan antara umur beton dan kuat tekan beton.

Umur beton (hari)	Kuat tekan beton (%)
3	40
7	65
14	88
21	95
28	100
90	120
365	135

2.9. Pengujian Kuat Tarik Beton

Kuat tarik merupakan salah satu parameter penting kekuatan beton bentuk pengujian untuk menentukan ketahanan geser dari komponen struktur yang terbuat dari komponen struktur yang terbuat dari beton. Benda uji untuk kuat tarik ini berbentuk Silinder. Pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji tekan. Standart ini menetapkan cara uji lentur beton dengan dua titik pembebanan (SNI 03-2491, 2002).

Kuat tarik beton adalah nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton berbentuk silinder yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji. Prosedur pengujian kuat tarik beton dilakukan dengan mengikuti standar SNI 03-2491-2002, benda uji berbentuk silinder berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm yang diberi tekanan (P) dari sisi samping benda uji sampai benda uji dalam keadaan retak atau terbelah dengan cara pengujian standar dengan mesin uji.

Gaya P bekerja pada kedua sisi silinder sepanjang L dan gaya ini disebarkan seluas selimut selinder ($\pi \cdot D \cdot l$). Secara berangsur-angsur pembebanan dinaikan sehingga tercapai nilai maksimum dan silinder pecah terbelah oleh gaya tarik horizontal. Dari pembebanan maksimum yang diberikan, kekuatan tarik belah dihitung berdasarkan.

$$f_t = \frac{2P}{\pi \cdot L_s \cdot D} \quad (2.3)$$

Dengan :

- Ft = Kuat belah beton (N/mm²)
- P = Beban maksimum yang diberikan (N)
- D = Diameter silinder (mm)
- Ls = Tinggi silinder (mm)

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Umum

3.1.1. Metodologi Penelitian

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

1. Data primer

Data yang diperoleh dari hasil perhitungan di laboratorium seperti:

- a. Analisa saringan agregat.
- b. Berat jenis dan penyerapan.
- c. Pemeriksaan kadar air agregat.
- d. Pemeriksaan kadar lumpur agregat.
- e. Pemeriksaan berat isi agregat.
- f. Perbandingan dalam campuran beton (*Mix design*).
- g. Kekentalan adukan beton segar (*Slump*).
- h. Pengujian Kuat Tekan Beton.
- i. Pengujian Kuat Tarik beton.

2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (literatur). Data teknis mengenai SNI-03-2834 (2002), PBI (Peraturan Beton Indonesia), ASTM (*American Society for Testing and Materials*), (1985) serta buku-buku atau literatur sebagai penunjang guna untuk memperkuat suatu penelitian yang dilakukan. Konsultasi dengan dosen pembimbing secara langsung serta alumni asisten laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara sebagai penunjang guna untuk memperkuat suatu penelitian yang dilakukan.

Berdasarkan bagan metodologi penelitian pada Gambar 3.1. diatas, maka proses penelitian ini dimulai setelah proposal untuk tugas akhir dinyatakan ACC oleh prodi. Setelah itu mulailah melakukan penelitian di Laboratorium UMSU, dengan melakukan tes dasar. Sebelum tes dasar dilakukan, penyediaan agregat

kasar dan halus terlebih dahulu. Agregat yang digunakan ialah agregat yang berasal dari Binjai, dimana agregat kasar adalah batu pecah dan agregat halus adalah pasir.

Tes dasar dimulai dengan melakukan penjemuran pasir agar kondisinya SSD. Pemeriksaan dasar meliputi kadar air untuk agregat kasar dan agregat halus, kadar lumpur untuk agregat kasar dan agregat halus, berat jenis agregat kasar dan agregat halus, berat isi untuk agregat kasar dan agregat halus, analisa saringan untuk agregat kasar dan agregat halus, serta keausan agregat untuk agregat kasar sesuai buku panduan Praktikum Beton Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

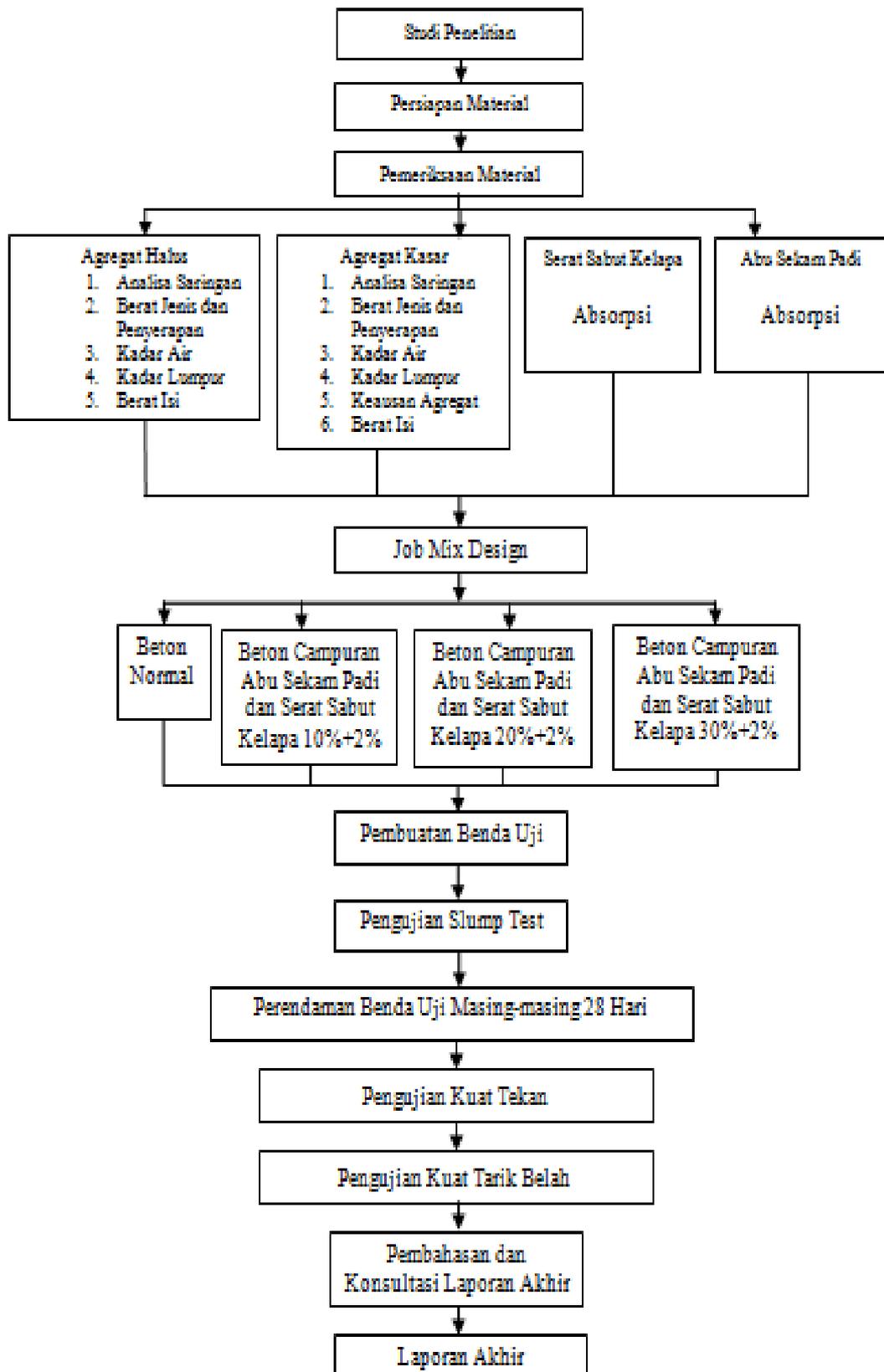
Proses untuk pemeriksaan dasar sekitar \pm 1 minggu. Setelah pemeriksaan dasar dilakukan, hasil yang didapat diasistensikan kepada pembimbing I, fix oleh pembimbing, maka mulailah memasuki proses *Mix Design*. Maka pembimbing I, melihat kandungan apa saja yang akan dibuat campuran beton, kemudian pembimbing menetapkan mutu dari beton yang disyaratkan sebesar 23 Mpa. Setelah itu dilakukanlah pembuatan *Mix Design* dengan mutu beton yang disyaratkan. Dan pemilihan bentuk dari beton yaitu menggunakan silinder ukuran 30 x 15 cm.

Setelah *Mix Design* dinyatakan ACC oleh pembimbing I maka, dihitung kebutuhan untuk agregat kasar, agregat halus, semen dan air, untuk beton normal, beton dengan *serat serabut kelapa 2% dan abu sekam padi 10%*, *serat serabut kelapa 2% dan abu sekam padi 20%*, *serat serabut kelapa 2% dan abu sekam padi 30%*. Setelah data telah dinyatakan benar, maka mulai persiapan pembuatan adukan beton, dengan mulai menjemur agregat halus agar kondisinya SSD agar mudah disaring. Kemudian setelah kering, disaring dan dipisahkan menurut saringan untuk agregat halus yaitu No. 4,8,16,30,50 dan 100. Sedangkan untuk agregat kasar dilakukan penyucian batu, dikarenakan lumpur yang sangat banyak. Setelah itu dijemur, dan disaring juga menurut saringan agregata kasar, yaitu 1/5", 3/4", 3/8", dan No.4. Dan mempersiapkan bahan tambah serat serabut kelapa dan abu sekam padi. Yang pertama dilakukan adalah mengambil abu sekam padi hasil pembakaran dari kilang padi yang berada di daerah langkat dan serat serabut kelapa dari daerah binjai lalu seratnya dipotong sepanjang 3 cm. Setelah semua bahan

yang diperlukan untuk pembuatan adukan beton tersedia, maka dilakukan pembuatan adukan beton untuk beton normal dan beton variasi yang berjumlah 24 buah. Didalam proses pembuatan adukan beton terdapat proses tes *slump*, dimana proses ini dilakukan dengan menggunakan *metal sandcone mold* ukuran tinggi 30 cm, dan diameter 15 cm. Tes ini dilakukan untuk mengetahui apakah *slump* yang didapat sudah sesuai dengan yang direncanakan, jika sudah sesuai, maka adukan sudah sesuai dengan *Mix Design*. Jika *slump* yang didapat belum sesuai, adukan dimasukkan kembali kedalam molen, diaduk kembali hingga adukan benar-benar merata, kemudian dilakukan kembali tes *slump*.

Setelah adukan telah melewati uji *slump* maka dilakukan pencetakan adukan beton, dengan memasukkan adukan ke dalam cetakan silinder. Kemudian adukan dibiarkan selama ± 24 jam, dengan ditutupi dengan kaca yang telah diolesi vaselin agar agregat lain tidak masuk ke dalam beton. Setelah ± 24 jam, maka beton dibuka dari cetakan kubus. Kemudian ditimbang nilainya, dicatat dan ditandai dengan menggunakan tipeks atau spidol putih. Setelah itu beton dilakukan perawatan didalam bak berisi air selama 28 hari untuk beton normal dan variasi.

Setelah waktu perendaman selesai, 28 hari, maka diangkatlah setelah direndam 28 hari. Maka dilakukan penjemuran sampai beton kering. Kemudian dilakukanlah pengujian kuat tekan beton dengan alat *Compression test* dan pengujian kuat tarik belah dengan alat *Splitting Test*. Setelah semua benda uji umur 28 hari, maka didapatlah hasil dari penelitian yang menjadi data untuk proses pelaksanaan bab 4 tugas akhir. Setelah itu membuat hasil didalam tugas akhir dan membuat kesimpulan, sehingga selesailah proses pembuatan beton.



Gambar 3. 1: Tahapan singkat penelitian yang dilaksanakan.

3.2. Pelaksanaan Penelitian

3.2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

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

3.2.2. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Rencana penelitian ini menggunakan persentase 0% , 10%, 20% dan 30% abu sekam padi dari berat pasir dan persentase 2% serat sabut kelapa dari volume benda uji. Benda uji beton yang dibuat berbentuk silinder untuk pengujian kuat tekan beton, jumlah sampel penelitian 12 buah dengan umur 28 hari dengan rincian sebagai berikut:

- a. 3 buah sampel beton normal pada umur 28 hari
- b. 3 buah sampel beton serat sabut kelapa 2% + abu sekam padi 10% dengan variasi 3 FAS pada umur 28 hari
- c. 3 buah sampel beton serat sabut kelapa 2% + abu sekam padi 20% dengan variasi 3 FAS pada umur 28 hari
- d. 3 buah sampel beton serat sabut kelapa 2% + abu sekam padi 30% dengan variasi 3 FAS pada umur 28 hari

Dan pembuatan 12 buah benda uji berbentuk silinder untuk pengujian kuat tarik beton ukuran 30 cm x 15 cm dengan pesentase serat sabut kelapa yang sama pada pembuatan benda uji kuat tarik beton, dengan perincian sebagai berikut:

- a. 3 buah sampel beton normal pada umur 28 hari.
- b. 3 buah sampel beton serat sabut kelapa 2% + asp 10% pada umur 28 hari.
- c. 3 buah sampel beton serat sabut kelapa 2% + asp 20% pada umur 28 hari.
- d. 3 buah sampel beton serat sabut kelapa 2% + asp 30% pada umur 28 hari.

3.3. Persiapan Bahan Dan Alat

3.3.1. Bahan

Komponen bahan pembentuk beton yang digunakan yaitu:

a. Semen.

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

b. Agregat Halus.

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

c. Agregat Kasar.

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

d. Air.

Air yang digunakan berasal dari PDAM Tirtanadi Medan.

e. Abu Sekam Padi (asp).

Abu sekam padi diambil dari limbah pertanian yang sudah melewati proses pembakaran.

g. Serat Sabut Kelapa

Serat sabut kelapa yang diambil dari daerah binjai.

3.3.2. Peralatan

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

1. Saringan Agregat.

Saringan agregat yang digunakan antara lain saringan No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, dan No.100 untuk agregat halus sedangkan saringan 1^{1/2}" , 3/4" , 3/8" dan No.4 untuk agregat kasar

2. Alat pendukung pengujian material

3. Timbangan digital.

4. Alat pengaduk beton (*mixer*).

5. Cetakan benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

6. Palu karet digunakan untuk pemadatan saat pembuatan benda uji.
7. Mesin kompres (*Compression Test*).
8. Mesin uji kuat tarik (*Splitting Test*).

3.4. Persiapan Penelitian

Setelah seluruh material yang diperoleh telah sampai lokasi, maka material dipisahkan menurut jenisnya untuk mempermudah dalam tahapan-tahapan penelitian dan juga agar material tidak tercampur dengan bahan-bahan yang lain sehingga mempengaruhi kualitas material. Material dibersihkan dari lumpur, dan mengadakan penjemuran pada material yang basah.

3.5. Pemeriksaan Agregat

Di dalam pemeriksaan agregat baik agregat kasar maupun agregat halus dilakukan di Laboratorium mengikuti panduan dari ASTM tentang pemeriksaan agregat dan SNI sebagai panduan pembuatan beton.

3.6. Pemeriksaan Agregat Halus

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan/pemeriksaan diantaranya:

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

3.6.1. Pemeriksaan Kadar Air

Pengujian kadar air ini berfungsi sebagai koreksi terhadap pemakaian air untuk campuran beton yang disesuaikan dengan kondisi agregat dilapangan. Kadar air dalam agregat dapat mempengaruhi factor air semen (FAS) untuk campuran beton yang mempengaruhi kuat tekannya beton (Pemeriksaan dilakukan di Laboraturium Beton Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Dari hasil pemeriksaan didapat data-data pada Tabel 3.1

Tabel 3. 1: Data-data hasil penelitian kadar air halus.

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat mula-mula (W1)	500	500	500
Berat kering oven (W2)	489	490	489,5
Berat Air (W3)	11	10	10,5
Kadar Air (%)	2,249	2,041	2,145

Berdasarkan Tabel 3.1 pemeriksaan kadar air agregat halus rata-rata yang dilakukan sebesar 2,145%. Dari 2 data percobaan yang dilakukan pengujian dengan berat masing-masing 500 gr, maka didapatkan persentase kadar air pada percobaan pertama sebesar 2,249% sedangkan pada percobaan kedua sebesar 2,041% dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu 2,0% - 20,0%.

3.6.2. Pemeriksaan Kadar Lumpur

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 117. Hasil dari kadar lumpur dapat dilihat pada Tabel 3.2 di bawah ini.

Tabel 3. 2: Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat halus.

Pemeriksaan	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-rata (gr)
Berat contoh bahan kering	500	500	500
Berat contoh kering setelah Dicuci	485	482	483,5
Berat contoh bahan lolos saringan No.200setelah dicuci C (gr)	15	18	16,5
Persentase kotoran contoh bahan lolos saringan No.200setelah dicuci (%)	3	3,6	3,3

Berdasarkan Tabel 3.2 pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dilakukan dengan mencuci sampel dengan menggunakan air, kemudian disaring dengan menggunakan saringan No. 200, persentase yang didapat dihitung dari pembagian berat kotoran agregat yang lolos saringan dibagi dengan berat contoh awal contoh,

kemudian membuat hasilnya di dalam persentase. Dari percobaan ini didapat persentase kadar lumpur untuk sampel yang pertama sebesar 3%, dan sampel kedua sebesar 3,6%. Maka, untuk mengambil nilai kadar lumpur diambil dari rata-rata pengujian yakni sebesar 3,3%. Jumlah persentase tersebut telah memenuhi persyaratan berdasarkan PBI 1971 yaitu <5%.

3.6.3. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI ASTM C 128. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.3. 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 dengan nilai rata-rata 2,527 gr/cm³ < 2,571 gr/cm³ < 2,643 gr/cm³ dan nilai penyerapan rata-rata sebesar 1,730%. Berdasarkan standar ASTM C 128 tentang absorpsi yang baik adalah dibawah 2% dan nilai absorpsi agregat halus yang diperoleh telah memenuhi syarat.

Tabel 3. 3: Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat halus.

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh SSD	500	500	500
Berat kering oven	492	491	491,5
Berat piknometer penuh air	674	674	674
Berat contoh SSD di dalam: piknometer penuh air	979	980	980
Berat jenis contoh kering	2,523	2,531	2,527
Berat jenis contoh SSD	2,564	2,577	2,571
Berat jenis contoh semu	2,631	2,654	2,643
<i>Absorption</i>	1,626	1,833	1,730

3.6.4. Pemeriksaan Berat Isi Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 29. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.4 sehingga diketahui berat isi agregat halus yang diperiksa.

Tabel 3. 4: Data-data hasil penelitian berat isi agregat halus.

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Contoh 3	Rata-rata
Berat contoh dan wadah (gr)	18780	18670	18670	18745
Berat wadah (gr)	5440	5440	5440	5440
Berat contoh (gr)	13340	13270	13230	13305
Volume wadah (cm ²)	15465,214	15465,214	15465,214	15465,214
Berat isi (gr/cm ³)	1,159	1,165	1,169	1,162

Berdasarkan Tabel 3.4 menjelaskan hasil pemeriksaan yang dilakukan didapat hasil berat isi agregat halus dengan rata-rata sebesar 1,162 gr/cm³. Hasil ini didapat dari rata-rata ketiga contoh, yang berdasarkan perbandingan nilai berat contoh yang didapat dengan volume wadah yang dipakai dalam percobaan. Hasil dari percobaan tersebut telah memenuhi standar yang ditetapkan yaitu >1,125 gr/cm³.

3.6.5. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 33. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.5 dan batas gradasi agregat halus pada Gambar 3.2, sehingga diketahui modulus kehalusan agregat halus yang diperiksa.

Berdasarkan Tabel 3.5 menjelaskan pemeriksaan analisa saringan agregat halus ini menggunakan nomor saringan yang telah ditentukan berdasarkan SNI 03-2834-2000, yang nantinya akan dibuat grafik zona gradasi agregat yang didapat dari nilai kumulatif agregat.

Tabel 3. 5: Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat halus.

Nomor Ayakan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	contoh 1 (gr)	contoh 2 (gr)	total (gr)	(%)	Tertahan	Lolos
					(%)	(%)
38,1 (1.5 in)	0	0	0	0,000	0,000	100,000
19.0 (3/4 in)	0	0	0	0,000	0,000	100,000

Tabel 3.5: Lanjutan.

9.52 (3/8 in)	0	0	0	0,000	0,000	100,000
4.75 (No. 4)	7	16	23	1,045	1,045	98,955
2.36 (No. 8)	77	114	191	8,682	9,727	90,273
1.18 (No.16)	189	227	416	18,909	28,636	71,364
0.60 (No. 30)	279	314	593	26,955	55,591	44,409
0.30 (No. 50)	294	335	629	28,591	84,182	15,818
0.15 (No. 100)	141	169	310	14,091	98,273	1,727
Pan	13	25	38	1,727	100,000	0,000
Total	1000	1200	2200	100,000		

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 = 2200 gram

- Persentaseberatertahan rata-rata:

$$\text{No.4} = \frac{23}{2200} \times 100\% = 1,045 \%$$

$$\text{No.8} = \frac{191}{2200} \times 100\% = 8,682 \%$$

$$\text{No.16} = \frac{416}{2200} \times 100\% = 18,909 \%$$

$$\text{No.30} = \frac{593}{2200} \times 100\% = 26,955 \%$$

$$\text{No.50} = \frac{629}{2200} \times 100\% = 28,519 \%$$

$$\text{No.100} = \frac{310}{2200} \times 100\% = 14,091 \%$$

$$\text{Pan} = \frac{38}{2200} \times 100\% = 1,727 \%$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

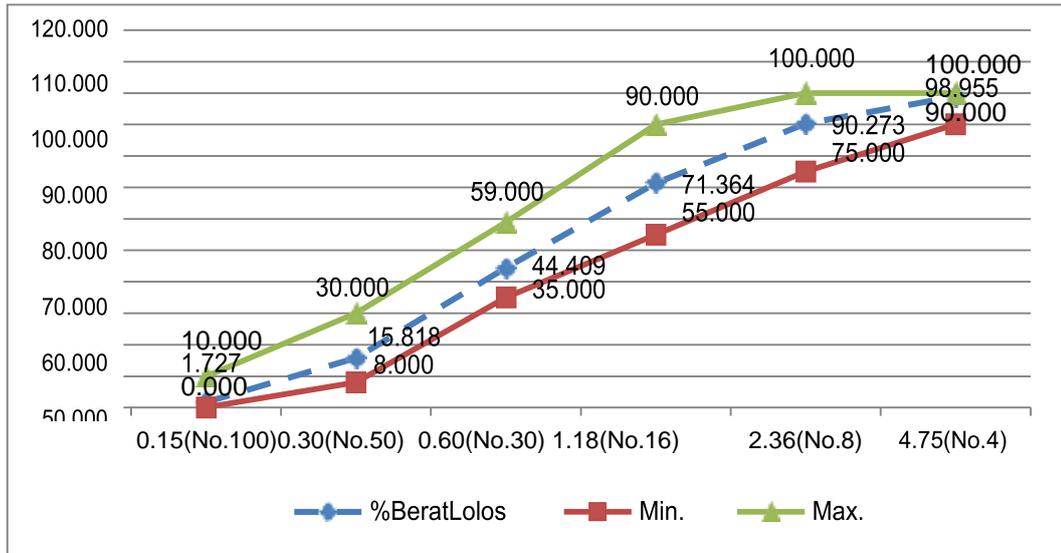
No. 4	=0	+ 1,045	= 1,045 %.
No. 8	= 1,045	+ 8,682	= 9,727 %.
No. 16	= 9,727	+ 18,909	= 28,636 %.
No. 30	= 28,636	+ 26,955	= 55,591 %.
No. 50	= 55,591	+ 28,591	= 84,182 %.
No. 100	= 84,182	+ 14,091	= 98,273 %.
Pan	= 98,273	+ 1,727	= 100 %.

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 277,455 %

$$\begin{aligned}
 \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \\
 &= \frac{277,455}{100} \\
 \text{FM} &= 2,775
 \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

No. 4	= 100	- 1,045	= 1,045 %.
No. 8	= 100	- 9,727	= 9,727 %.
No. 16	= 100	- 28,636	= 28,636 %.
No. 30	= 100	- 55,591	= 55,591 %.
No. 50	= 100	- 84,182	= 84,182 %.
No. 100	= 100	- 98,273	= 98,273 %.
Pan	= 100	- 100	= 100 %.



Gambar 3. 2: Grafik gradasi agregat halus (zona 2 pasir sedang).

Berdasarkan Gambar 3.2 menjelaskan hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus pada Tabel 3.5 diperoleh nilai modulus kehalusan sebesar 2,775 dan dari grafik hasil pengujian diketahui bahwa agregat halus yang diuji termasuk di zona 2 (pasir sedang) seperti Gambar 3.2.

3.7. Pemeriksaan Agregat Kasar

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan/pemeriksaan diantaranya:

Pemeriksaan kadar air.

Pemeriksaan kadar lumpur.

- Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan.
- Pemeriksaan berat isi.
- Pemeriksaan analisa saringan.
- Keausan agregat dengan mesin *Los Angeles*.

3.7.1. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 566.

Tabel 3. 6: Data-data hasil penelitian kadar air agregat kasar.

Pengujian	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-rata
Berat mula-mula	1000	1000	1000
Berat kering oven	994	994	994
Berat Air	6	6	6
Kadar Air	0,604	0,604	0,604%

Berdasarkan Tabel 3.6 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar air pada agregat kasar didapat rata-rata kadar air sebesar 0,604%. Percobaan ini dilakukan sebanyak dua kali pengujian. Hasil diatas tersebut telah memenuhi standar yang ditentukan yaitu yaitu 0,5% - 1,5%.

3.7.2. Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 117. Berdasarkan Tabel 3.7 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar dilakukan dengan mencuci sampel yang menggunakan air, kemudian disaring dengan menggunakan saringan No. 200, persentase yang didapat dihitung dari pembagian berat kotoran agregat yang lolos saringan dibagi dengan berat contoh awal, kemudian membuat hasilnya di dalam persentase. Dari percobaan ini didapat persentase kadar lumpur untuk sampel yang pertama sebesar 0,733%, dan sampel kedua sebesar 0,8%. Maka, untuk mengambil nilai kadar lumpur diambil dari rata-rata pengujian yakni sebesar 0,767%.

Tabel 3. 7: Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat kasar.

Pengujian	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Average (gr)
Berat contoh kering : A (gr)	1500	1500	1500
Berat contoh setelah dicuci : B (gr)	1488	1489	1488,5
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci C (gr)	11	12	11,5

3.7.3. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 127.

Tabel 3. 8: Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat kasar

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh SSD (A)	2700	2800	2750
Berat kering oven (C)	2679	2780	2730
Berat contoh di dalam air (B)	1705,4	1769,5	1737,5
Berat jenis contoh kering	2,694	2,698	2,696
Berat jenis contoh SSD	2,715	2,717	2,716
Berat jenis contoh semu	2,752	2,751	2,751
<i>Absorption</i> (%)	0,784	0,719	0,752

Berdasarkan hasil pemeriksaan di dapat data-data pada Tabel 3.8 sehingga dapat diketahui nilai berat jenis maupun penyerapan (*absorbtion*) pada agregat halus yang diteliti. Pada Tabel 3.8 terlampir 3 macam berat jenis, yakni berat jenis contoh semu, berat jenis SSD, dan berat jenis contoh semu. Berat jenis agregat terpenuhi apabila nilai Berat Jenis Contoh Kering < Berat Jenis SSD < Berat Jenis Contoh Semu. Dari percobaan didapat rata-rata nilai berat jenis contoh kering sebesar 2,696 gr/cm³, nilai rata-rata berat jenis SSD sebesar 2,716 gr/cm³, dan nilai rata-rata berat jenis contoh semu sebesar 2,751 gr/cm³. Selain berat jenis, pada pemeriksaan ini juga didapat nilai penyerapan pada agregat kasar yang didapat nilai rata-ratanya sebesar 0,752% dan berdasarkan ASTM C 127 nilai ini berada di bawah nilai absorpsi agregat kasar maksimum yaitu sebesar 4%.

3.7.4. Berat Isi Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 29. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.9 sehingga diketahui berat isi agregat kasar yang diperiksa.

Tabel 3. 9: Data-data hasil penelitian berat isi agregat kasar.

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Contoh 3	Rata-rata
Berat contoh dan wadah (gr)	27400	28850	30190	28813
Berat wadah (gr)	5440	5440	5440	5440
Berat contoh (gr)	21960	23410	24750	23373
Volume wadah (cm ³)	15465,214	15465,214	15465,214	15465,21
Berat isi (gr/cm ³)	1,420	1,514	1,600	1,511

Berdasarkan Tabel 3.9 menjelaskan tentang nilai berat isi agregat kasar yang rata-ratanya didapat sebesar 1,511 gr/cm³. Nilai berat isi agregat didapatkan dari perbandingan nilai antara berat contoh yang didapat dengan volume wadah yang dipakai dalam penelitian ini. Pada sampel pertama didapat nilai berat isi agregat sebesar 1,420 gr/cm³. Percobaan kedua menghasilkan nilai berat isi agregat sebesar 1,514 gr/cm³. Sedangkan percobaan ke tiga menghasilkan nilai berat isi agregat sebesar 1,600 gr/cm³ dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yang yaitu > 1,125 gr/cm³.

3.7.5. Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 33. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.10 sehingga diketahui modulus kehalusan agregat kasar yang diperiksa. Berdasarkan Tabel 3.10 dibawah, 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 *Mix Design*. Penjelasan tentang persentase dan kumulatif agregat dijelaskan sebagai berikut: Total berat pasir = 5600 gram

Tabel 3. 10: Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat kasar.

Ukuran ayakan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Contoh I	Contoh II	Total berat	%	Tertahan	Lolos
	(gr)	(gr)	(gr)			
38,1 (1.5 in)	105	143	248	4,429	4,429	95,571
19.0 (3/4 in)	750	813	1563	27,911	32,339	67,661
9.52 (3/8 in)	1026	1087	2113	37,732	70,071	29,929
4.75 (No. 4)	819	857	1676	29,929	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	0	100
<i>Total</i>	2700	2900	5600	100		

Persentase berat tertahan rata-rata:

$$1,5 = \frac{248}{5600} \times 100\% = 4,429 \%$$

$$\frac{3}{4} = \frac{1563}{5600} \times 100\% = 27,911 \%$$

$$\frac{3}{8} = \frac{2113}{5600} \times 100\% = 37,732 \%$$

$$\text{No. 4} = \frac{1676}{5600} \times 100\% = 29,929 \%$$

Persentase berat kumulatif tertahan:

$$1,5 = 0 + 4,429 = 4,429 \%$$

$$\frac{3}{4} = 4,429 + 27,911 = 32,339 \%$$

$$\frac{3}{8} = 32,339 + 37,732 = 70,071 \%$$

$$\text{No.4} = 70,071 + 29,929 = 100,00 \%$$

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 706,839

$$\begin{aligned}
 \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \\
 &= \frac{706,839}{100} \\
 \text{FM} &= 7,068
 \end{aligned}$$

Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

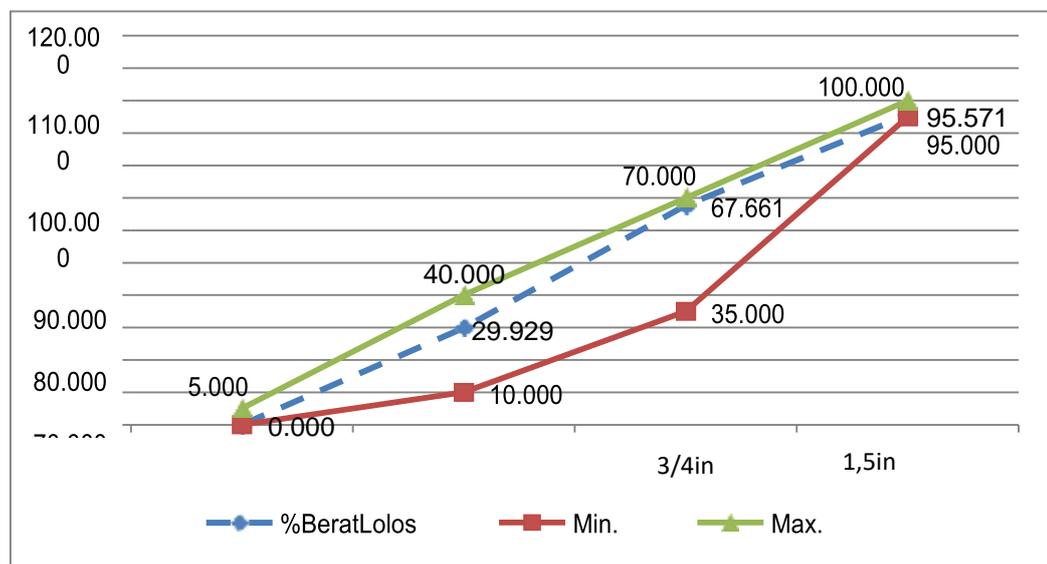
$$1,5 = 100 - 4,429 = 95,571 \%$$

$$\frac{3}{4} = 100 - 32,339 = 67,661 \%$$

$$\frac{3}{8} = 100 - 70,071 = 29,929 \%$$

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

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



Gambar 3. 3: Grafik gradasi agregat kasar diameter maksimum 40 mm.

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

3.7.6. Pemeriksaan Keausan Agregat Dengan Mesin Los Angeles

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C33-1985 serta mengikuti buku panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil UMSU tentang kekerasan agregat dengan mesin los angeles.

Dari hasil penelitian didapat data-data sebagai berikut:

1. Berat sample sebelum pengujian = 5000 gr
2. Berat sample setelah pengujian = 3885 gr
3. Berat tiap-tiap ayakan tercantum dalam Tabel 3.11 berikut:

Tabel 3. 11: Hasil Pengujian Kekerasan Agregat

No. Saringan	Berat Awal (gr)	Berat akhir (gr)
37,5 (1,5 in)	0	0
25 (1 in)	1250	567
19,1 (3/4 in)	1250	976
12,5 (1/2 in)	1250	675
9,50 (3/8 in)	1250	358
4,75 (No. 4)	0	0
2,36 (No. 8)	0	0
1,18 (No. 16)	0	0
0,60 (No. 30)	0	0
0,30 (No. 50)	0	989
0,15 (No. 100)	0	0
Pan	0	612
Total	5000	4177
	Berat lolos saringan No.12	823
	Abrasion (Keausan) (%)	16,46

$$\begin{aligned} \text{Abrasion} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \% \\ &= \frac{5000 - 4177}{5000} \times 100 \% \\ &= 16,46 \% \end{aligned}$$

Dari hasil pengujian Kekerasan Agregat Dengan Mesin Los Angeles diperoleh nilai Abrasi sebesar 16,46 % yang selanjutnya tersebut di gunakan untuk pertimbangan proporsi campuran beton.

3.8. Serat Sabut Kelapa

Pemisahaan atau pengambilan serat sabut kelapa dari kulitnya dilakukan dengan cara manual yaitu menggunakan tangan dengan bantuan sikat yang dibuat dengan paku-paku disusun rapi pada sebuah kayu. Pemisahan ini dilakukan tanpa melalui proses khusus. Kulit kelapa direbahkan diatas susunan paku yang menyerupai bentuk sisir tersebut kemudian disisirkan sampai sabut kelapa terpisah dengan rapi dari kulitnya. Sabut kelapa kemudian diambil dan disimpan di tempat yang kering. Serat sabut kelapa yang akan digunakan campuran beton yaitu serat yang tidak basah, bersih dari kotoran yang menempel dan berukuran 3cm. Ukuran serat sabut kelapa ini diperoleh dari pemotongan serat sabut kelapa yang berukuran panjang.

3.9. Abu Sekam Padi

Abu sekam padi diperoleh dari hasil pembakaran kulit padi dari limbah pabrik penggilingan padi. Warna abu sekam padi dari putih keabu-abuan sampai hitam, warna ini tergantung dari sumber sekam padi dan suhu pembakaran. Abu sekam padi yang digunakan ialah sisa dari produksi pembakaran batu bata.

3.10. Perencanaan Campuran Beton

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

3.11. Pelaksanaan Penelitian

3.11.1. Mix Design

Hal ini menentukan persentase atau komposisi masing-masing komponen material pembentuk beton untuk memperoleh suatu campuran beton yang memenuhi kekuatan dan keawetan yang direncanakan serta memiliki kelecakan yang sesuai dengan mempermudah proses pengerjaan. Langkah-langkah pokok cara perancangan menurut standar ini ialah:

Menentukan kuat tekan beton yang disyaratkan (f'_c) pada umur tertentu. Penghitungan nilai deviasi standar (S). Faktor pengali untuk standar deviasi dengan hasil uji < 30 dapat dilihat pada Tabel 3.12. Pada tabel ini kita dapat langsung mengambil nilai standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang akan dicetak.

Tabel 3. 12: Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia (SNI 03-2834, 2000).

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

- Penghitungan nilai tambah/margin (m) ditentukan menggunakan Pers. 3.1 di bawah ini :

$$m = f'_c + 12 \quad (3.1)$$

Tingkat mutu pekerjaan pembetonan akan dijelaskan pada Tabel 3.13

Tabel 3. 13: Tingkat mutu pekerjaan pembetonan (Mulyono, 2004).

Tingkat mutu pekerjaan	S (Mpa)
Memuaskan	2,8
Hampir Memuaskan	3,5
Sangat Baik	4,2
Baik	5,6

Tabel 3.13: Lanjutan.

Sedang	6,5
Kurang	7,0

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

Kuat tekan rata-rata perlu diperoleh dengan menggunakan Pers. 3.2:

$$f'_{cr} = f'_c + m \quad (3.2)$$

dengan : f'_{cr} = Kuat tekan rata-rata perlu, MPa

f'_c = Kuat tekan yang disyaratkan, MPa

m = Nilai tambah, MPa

5. Penetapan jenis 99 semen portland:

Pada cara ini dipilih semen type I.

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

7. Penetapan nilai faktor air semen bebas:

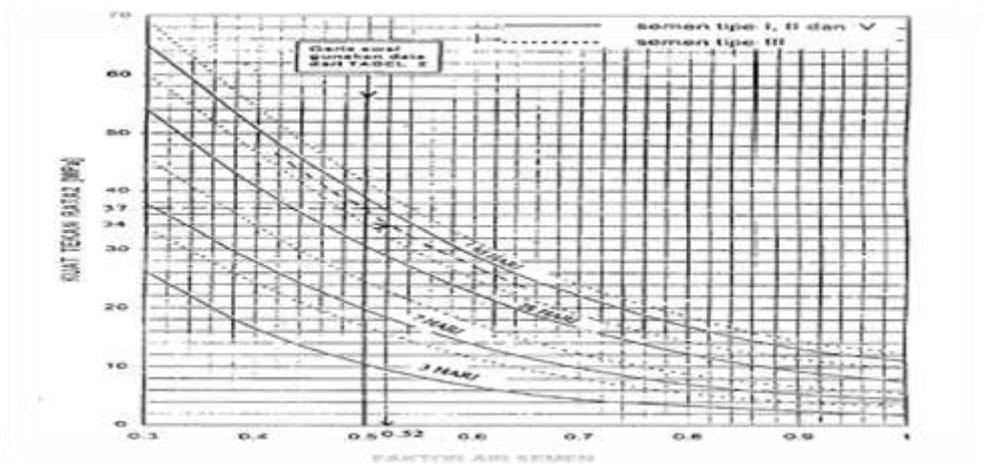
Nilai faktor air semen bebas dapat diambil dari Gambar 2.6 berikut yang menjelaskan tentang hubungan faktor air semen dan kuat tekan beton silinder, (SNI 03-2834-2000):

8. Faktor air semen maksimum.

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

10. Penetapan besar butir agregat maksimum.

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



Gambar 3. 4: Hubungan faktor-air-semen dan kuat tekan silinder beton (SNI 03-2834,2000).

11. Jumlah kadar air bebas

Kadar air bebas ditentukan Tabel 3.14. untuk mempermudah pemahaman.

Tabel 3. 14: Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton (SNI 03-2834, 2000).

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

Agregat campuran (tak pecah dan dipecah), dihitung dengan menggunakan Pers. 3.3.

$$\frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k \quad (3.3)$$

Dimana:

W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

12. Berat semen yang diperlukan per meter kubik beton dihitung dengan menggunakan Pers. 3.4.

$$W_{S_{mn}} = 1/Fas * W \text{ air} \quad (3.4)$$

Dimana:

Fas = Faktor air per meter kubik beton

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

14. Menentukan jumlah semen semimum mungkin. Dapat dilihat pada Tabel 3.15. Dari tabel tersebut kita dapat mengambil jumlah semen minimum maupun nilai faktor air semen maksimum menurut kondisi beton yang akan dicetak nantinya. Dan ketentuan untuk beton yang berhubungan dengan air tanah mengandung sulfat dapat di lihat pada Tabel 3.16, serta ketentuan minimum untuk beton bertulang kedap air dapat di lihat pada Tabel 3.17.

Tabel 3. 15: Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus (SNI 03-2834, 2000).

Lokasi	Jumlah Semen minimum per m ³ beton (kg)	Nilai faktor Air-Semen Maksimum
Beton di dalam ruang bangunan: Keadaan keliling non-korosif Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	275 325	0,60 0,52
Beton di luar ruangan bangunan: Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325 275	0,60 0,60
Beton masuk kedalam tanah: Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah Beton yang kontinyu berhubungan: Air tawar Air laut	325	0,55 Lihat Tabel 2.1 Lihat Tabel 2.12

Tabel 3.16: Ketentuan untuk beton yang berhubungan dengan air tanah mengandung sulfat (SNI 03-2834, 2000).

Kadar sulfat	Konsentrasi Sulfat sebagai SO ₂			Tipe Semen	Kandungan semen minimum ukuran nominal agregat maksimum (kg/m ³)			F.A.S
	Dalam Tanah		SO ₃ dalam air tanah g/l					
1.	Kurang g dari 0,2	Kurang dari 1,0	Kurang dari 0,3	Tipe I dengan atau tanpa Pozolan (15-40%)	80	300	350	0,5
2.	0,2 - 0,5	1,0 - 0,9	0,3 - 1,2	Tipe I dengan atau tanpa Pozolan (15-40%)	290	330	350	0,5
				Tipe I Pozolan (15-40%) atau Semen Portland Pozolan	270	310	360	0,55
3.	0,5 - 1	1,9 - 3,1	1,2 - 2,5	Tipe I Pozolan (15-40%) atau Semen Portland Pozolan	340	380	430	0,45
4.	1,0 - 2,0	3,1 - 5,6	2,5 - 5,0	Tipe II atau Tipe V	330	370	420	0,45
5.	Lebih dari 2,0	Lebih dari 5,6	Lebih dari 5,0	Tipe II atau Tipe V Lapisan Pelindung	330	370	420	0,45

Tabel 3. 17: Ketentuan minimum untuk beton bertulang kedap air (SNI 03-2834-2000).

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

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

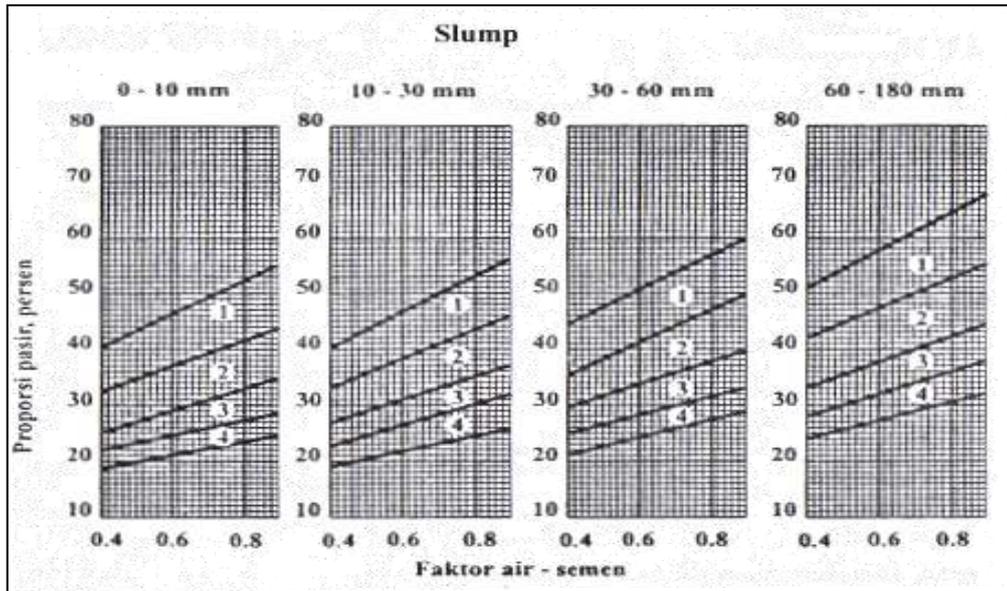
16. Penetapan jenis agregat halus

Agregat halus diklasifikasikan menjadi 4 jenis, yang digunakan yaitu pasir agak halus (Gambar 2.1).

17. Penetapan jenis agregat kasar menurut Gambar 2.2.

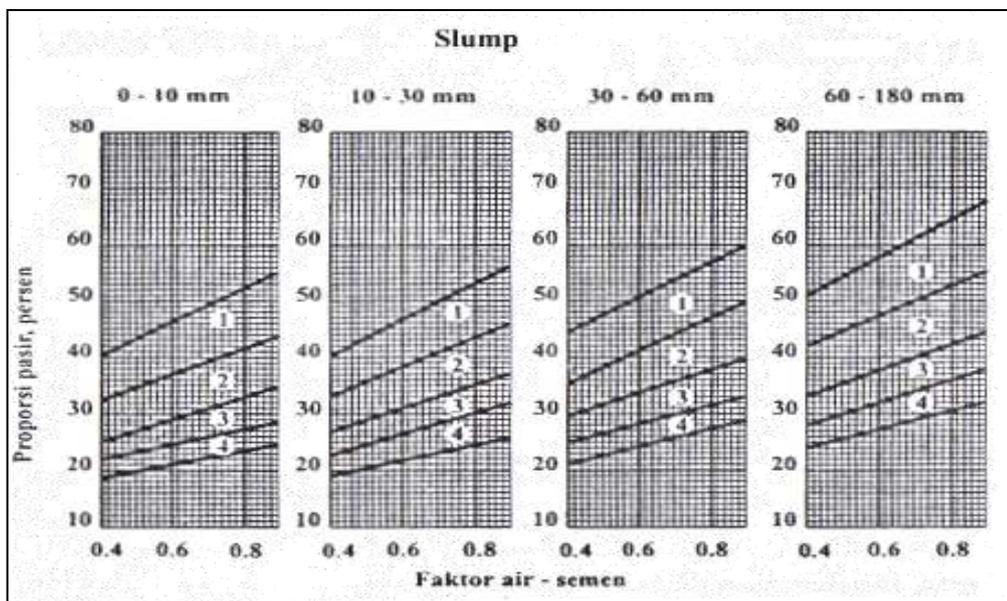
18. Proporsi berat agregat halus terhadap agregat campuran.

Proporsi berat agregat halus ditetapkan dengan cara menghubungkan kuat tekan rencana dengan faktor air semen menurut slump yang digunakan secara tegak lurus berpotongan yang dapat dilihat pada Gambar 3.5. untuk persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm.



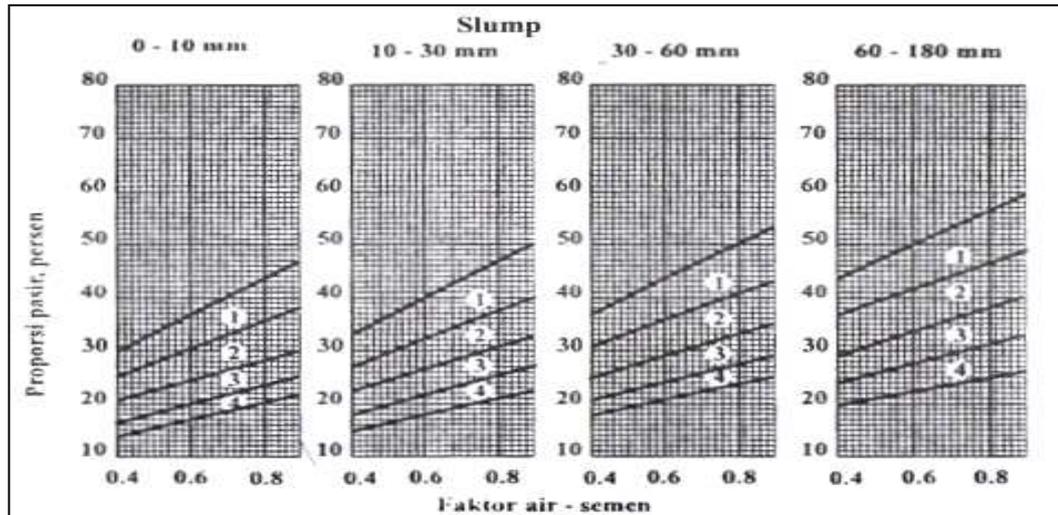
Gambar 3. 5: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 10 mm (SNI 03-2834, 2000).

Jika ukuran butir maksimum sebesar 20 mm dapat dilihat pada Gambar 3.6. untuk mencari proporsi berat agregat halus terhadap agregat campuran.



Gambar 3. 6: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm (SNI 03-2834, 2000).

Jika ukuran butir maksimum sebesar 40 mm dapat dilihat pada Gambar 3.7. untuk mencari proporsi berat agregat halus terhadap agregat campuran.



Gambar 3. 7: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm (SNI 03-2834, 2000).

19. Berat jenis agregat campuran.

Berat jenis agregat campuran dihitung dengan menggunakan Pers. 3.5:

Dengan :

$$b_j \text{ camp} = k_h/100 \times b_{jh} + k_k/100 \times b_{jk} \quad (3.5)$$

Dimana :

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

B_{jh} = berat jenis agregat halus

B_{jk} = berat jenis agregat kasar

K_h = persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran.

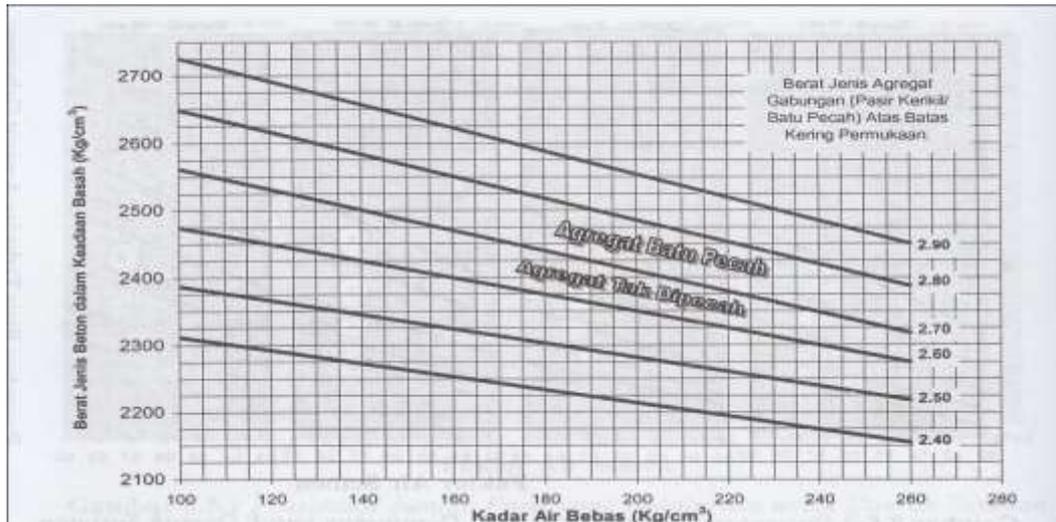
K_k = persentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran.

Berat jenis agregat halus dan agregat kasar diperoleh dari hasil pemeriksaan laboratorium, namun jika belum ada maka dapat diambil sebesar :

B_j = 2,60 untuk agregat tak pecah/alami

B_j = 2,70 untuk agregat pecah.

20. Perkiraan berat beton Perkiraan berat beton diperoleh dari :



Gambar 3. 8: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton (SNI 03-2834, 2000).

21. Dihitung kebutuhan berat agregat campuran.

Kebutuhan berat agregat campuran dihitung dengan menggunakan Pers. 3.6.

$$W_{agr,camp} = W_{btn} - W_{air} - W_{smn} \quad (3.6)$$

Dengan :

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

W_{btn} = Berat beton per meter kubik beton (kg)

W_{air} = Berat air per meter kubik beton (kg)

W_{smn} = Berat semen per meter kubik beton (kg)

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

Kebutuhan agregat halus dihitung dengan menggunakan Pers. 3.7.

$$W_{agr,h} = k_h \times W_{agr,camp} \quad (3.7)$$

Dengan:

k_h = persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran

$W_{agr,camp}$ = kebutuhan berat agregat campuran per meter kubik beton (kg)

23. Hitung berat agregat kasar yang diperlukan, berdasarkan hasil langkah (18) dan (21). Kebutuhan agregat kasar dihitung dengan Pers. 3.8.

$$W_{agr,k} = k_k \times W_{agr,camp} \quad (3.8)$$

Dengan :

K_k = persentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran

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

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

Koreksi proporsi campuran menurut perhitungan. Apabila agregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan proporsi campuran harus dikoreksi terhadap kandungan air dalam agregat. Koreksi proporsi campuran harus dilakukan terhadap kadar air dalam agregat paling sedikit satu kali dalam sehari dan harus dihitung menurut rumus sebagai berikut :

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

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

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

Dengan :

B adalah jumlah air (kg/m³)

C adalah agregat halus (kg/m³)

D adalah jumlah agregat kasar (kg/m³)

C_n adalah absorbs air pada agregat halus (%)

D_a adalah absorpsi agregat kasar (%)

C_k adalah kandungan air dalam agregat halus (%)

D_k adalah kandungan air dalam agregat kasar (%)

3.11.2. Pembuatan Benda Uji

Menggunakan standart SNI 03-2824-2002 “Tata Cara Pembuatan Campuran Beton”. Dengan campuran serat sabut kelapa dan abu sekam padi yang sudah ditentukan.

a. Benda uji pemeriksaan kuat tekan

Benda uji ini berbentuk silinder dengan ukuran 30 x 15 cm berjumlah 12 buah.

1. Beton normal dengan umur 28 hari. Terdapat 3 buah benda uji untuk dapat diambil dari rata-ratanya. Beton normal dengan tambahan serat

sabut kelapa sebanyak 2% dari volume benda uji dan abu sekam padi sebanyak 10% dari berat pasir, dengan umur beton 28 hari. Terdapat 3 buah benda uji untuk dapat diambil dari rata-ratanya.

2. Beton normal dengan tambahan serat sabut kelapa sebanyak 2% dari volume benda uji dan abu sekam padi sebanyak 20% dari berat pasir, dengan umur beton 28 hari. Terdapat 3 buah benda uji untuk dapat diambil dari rata-ratanya. Beton normal dengan tambahan serat sabut kelapa sebanyak 2% dari volume benda uji dan abu sekam padi sebanyak 30% dari berat pasir, dengan umur beton 28 hari. Terdapat 3 buah benda uji untuk dapat diambil dari rata-ratanya.

b. Benda uji pemeriksaan kuat tarik beton.

Benda uji berbentuk silinder dengan ukuran panjang 30 cm, diameter 15 cm, berjumlah 12 buah.

1. Beton normal dengan umur 28 hari. Terdapat 3 buah benda uji untuk dapat diambil dari rata-ratanya. Beton normal dengan tambahan serat sabut kelapa sebanyak 2% dari volume benda uji dan abu sekam padi sebanyak 10% dari berat pasir, dengan umur beton 28 hari. Terdapat 3 buah benda uji untuk dapat diambil dari rata-ratanya.
2. Beton normal dengan tambahan serat sabut kelapa sebanyak 2% dari volume benda uji dan abu sekam padi sebanyak 20% dari berat pasir, dengan umur beton 28 hari. Terdapat 3 buah benda uji untuk dapat diambil dari rata-ratanya.
3. Beton normal dengan tambahan serat sabut kelapa sebanyak 2% dari volume benda uji dan abu sekam padi sebanyak 30% dari berat pasir, dengan umur beton 28 hari. Terdapat 3 buah benda uji untuk dapat diambil dari rata-ratanya.

Maka jumlah benda uji yang akan dibuat sejumlah 12 benda uji berbentuk silinder untuk pengujian kuat tekan dan 12 benda uji berbentuk silinder untuk pengujian *kuat tarik*. Dengan jumlah total benda uji berjumlah 24 benda uji.

3.11.3. Pengujian *Slump*

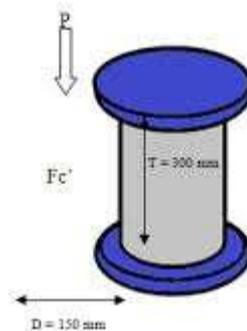
Pengujian *slump* dilakukan berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh SNI 1972:2008.

3.11.4. Perawatan Beton

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

3.11.5. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian dilakukan menggunakan mesin uji tekan dengan kapasitas tertentu. Sebelum ditekan benda uji ditimbang terlebih dahulu untuk dapat mengetahui berat jenis beton. Jumlah sampel pengujian untuk setiap variasi direncanakan sebanyak 12 buah, dapat dilihat pada Tabel 3.18. Dan untuk benda uji dapat dilihat seperti Gambar 3.9.



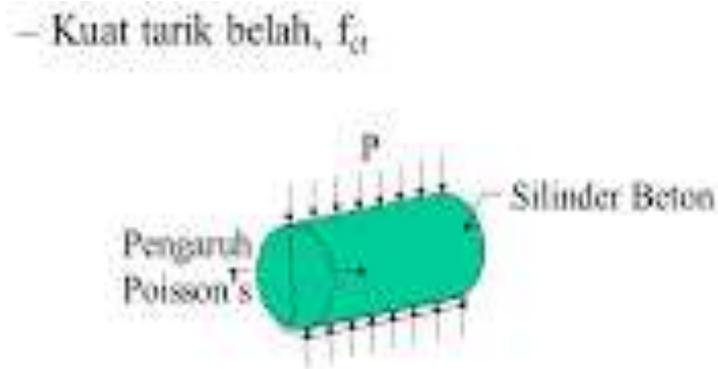
Gambar 3. 9: Beben Tekan pada benda Uji Silinder

Tabel 3. 18: Jumlah variasi sampel pengujian beton.

NO	Variasi Campuran Beton	Jumlah Sampel Pengujian
		28 hari
1.	Beton normal	3 buah
2.	Beton variasi 10% + 2%	3 buah
3.	Beton variasi 20% + 2%	3 buah
4.	Beton variasi 30% + 2%	3 buah
TOTAL		12 buah

3.11.6. Pengujian Kuat Tarik Belah

Pengujian kuat tarik dilakukan setelah penimbangan beton cetak, pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin uji tarik di laboratorium, dan nilai kuat tariknya diperoleh dari pembebanan benda uji yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji ditekan. Untuk pengujian kuat tarik ini menggunakan SNI 03-2491-2002. Jumlah sampel pengujian untuk setiap variasi direncanakan sebanyak 12 buah dapat dilihat pada Tabel 3.19. Dan untuk benda uji dapat dilihat seperti Gambar 3.10.



Gambar 3. 10 : Beban Tarik Belah Pada Benda Uji Silinder

Tabel 3. 19: Jumlah variasi sampel pengujian beton.

NO	Variasi Campuran Beton	Jumlah Sampel Pengujian
		28 hari
1.	Beton normal	3 buah
2.	Beton variasi 10% + 2%	3 buah
3.	Beton variasi 20% + 2%	3 buah
4.	Beton variasi 30% + 2%	3 buah
TOTAL		12 buah

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Perencanaan Campuran Beton

Dalam hal ini penulis akan menganalisis data-data yang telah diperoleh saat penelitian berlangsung sehingga didapat campuran beton yang diinginkan. Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai dari data Tabel 4.1 dibawah ini. tersebut dapat digunakan untuk perencanaan campuran beton (*Mix Design*) dengan kuat tekan disyaratkan sebesar 23 MPa yang terlampir pada Tabel 4.2 berdasarkan SNI 03-2834-1993.

Tabel 4. 1: Data-data hasil tes dasar.

NO	Data Tes Dasar	Nilai
1.	Berat jenis agregat kasar	2,716gr/cm ³
2.	Berat jenis agregat halus	2,571gr/cm ³
3.	Kadar lumpur agregat kasar	0,767 %
4.	Kadar lumpur agregat halus	3,3 %
5.	Berat isi agregat kasar	1,511gr/cm ³
6.	Berat isi agregat halus	1,165gr/cm ³
7.	FM agregat kasar	7,086
8.	FM agregat halus	2,775
9.	Kadar air agregat kasar	0,604 %
10.	Kadar air agregat halus	2,145 %
11.	Penyerapan agregat kasar	0,752 %
12.	Penyerapan agregat halus	1,730 %
13.	Nilai slump rencana	30-60 mm
14.	Ukuran agregat maksimum	40 mm

Tabel 4. 2: Perencanaan campuran beton (SNI 03-2834-1993).

PERENCANAAN CAMPURAN BETON			
SNI 03-2834-1993			
No.	Uraian	Tabel/Gambar	Nilai
		Perhitungan	
1	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji silinder)	Ditetapkan	23 Mpa
2	Deviasi Standar	-	12 Mpa
3	Nilai tambah (margin)	-	4,2 Mpa
4	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	1+2+3	39,2 Mpa
5	Jenis semen		Tipe I
6	Jenis agregat: - kasar	Ditetapkan	Batu pecah Binjai
	- halus	Ditetapkan	Pasir alami Binjai
7	Faktor air-semen bebas	-	0,41
8	Faktor air-semen maksimum	Ditetapkan	0,60
9	Slump	Ditetapkan	30-60 mm
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	40 mm
11	Kadar air bebas	Tabel 4.7	170 kg/m ³
12	Jumlah semen	11:7	414,63 kg/m ³
13	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan	414,63 kg/m ³
14	Jumlah semen minimum	Ditetapkan	275 kg/m ³
15	Faktor air-semen yang disesuaikan	-	0,41
16	Susunan besar butir agregat halus	Gambar 3.2	Daerah gradasi zona 2
17	Susunan agregat kasar atau gabungan	Gambar 3.3	Gradasi maksimum 40 mm
18	Persen agregat halus	Gambar 4.2	31,5 %
19	Berat jenis relatif, agregat (kering permukaan)	-	2,669
20	Berat isi beton	Gambar 4.3	2450,25 kg/m ³
21	Kadar agregat gabungan	20-(12+11)	1865,62 kg/m ³
22	Kadar agregat halus	18 x 21	587,670 kg/m ³
23	Kadar agregat kasar	21-22	1277,95 kg/m ³

Tabel 4. 3: *lanjutan*

No.	Uraian	Tabel/Gambar		Nilai	
		Perhitungan			
24	Proporsi campuran	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
	- Tiap m ³	414,63	170	587,670	1277,95
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,410	1,417	3,082
	- Tiap campuran uji 0,0053 m ³ (1 silinder)	2,19	0,901	3,114	6,773
25	Koreksi proporsi campuran				
	- Tiap m ³	414,63	165,426	590,108	1278,358
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,398	1,423	3,083
	- Tiap campuran uji 0,0053 m ³ (1 silinder)	2,19	0,896	3,127	6,775

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

Semen	:	Pasir	:	Batu pecah	:	Air
414,36	:	590,108	:	1278,358	:	165,426
2,19	:	3,127	:	6,775	:	0,896

a. Untuk satu benda uji (kg)

Menggunakan cetakan kubus dengan ukuran:

Tinggi Silinder = 30 cm = 0,30 m

Diameter Silinder = 15 cm = 0,15 m

Maka, Volume Silinder yaitu :

$$\begin{aligned}
 V \text{ silinder} &= \pi r^2 t \\
 &= \frac{22}{7} \times \left(\frac{0,15}{2}\right)^2 \times 0,30 \\
 &= 0,0053 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Maka:

Semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

= Banyak semen x Volume 1 benda uji

$$= 414,63 \times 0,0053 \text{ m}^3$$

$$= 2,19 \text{ kg}$$

Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

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

$$= 590,108 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$$

$$= 3,127 \text{ kg}$$

Batu pecah yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

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

$$= 1278,35 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$$

$$= 6,775 \text{ kg}$$

Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

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

$$= 165,426 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$$

$$= 0,896 \text{ kg}$$

Perbandingan untuk 1 benda uji dalam satuan kg adalah:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Semen} & : & \text{Pasir} & : & \text{Batu pecah} & : & \text{Air} \\ 2,19 & : & 3,127 & : & 6,775 & : & 0,896 \end{array}$$

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

Tabel 4. 4: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times \text{jumlah agregat kasar}$
1,5"	4,429	0,301
¾"	27,911	1,891
3/8"	37,732	2,556
No. 4	29,929	2,027
Total		6,775

Berdasarkan Tabel 4.2 menjelaskan bahwa jumlah yang berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah

saringan 1,5” sebesar 0,301kg, saringan ¾” sebesar 1,891 kg, saringan 3/8” sebesar 2,556kg dan saringan No.4 sebesar 2,027kg. Total keseluruhan dari agregat kasar yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 6,775 kg.

Tabel 4. 5: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times \text{jumlah agregat halus}$
No.4	1,045	0,033
No.8	8,682	0,271
No.16	18,909	0,591
No.30	26,955	0,843
No.50	28,591	0,895
No.100	14,091	0,440
Pan	1,727	0,054
Total		3,127

Berdasarkan Tabel 4.3 menjelaskan bahwa jumlah berat yang tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan No.4 sebesar 0,033 kg, saringan No.8 sebesar 0,271kg, saringan No.16 sebesar 0,591kg, saringan No.30 sebesar 0,843kg, saringan No.50 sebesar 0,895kg, saringan No.100 sebesar 0,440kg, dan pan sebesar 0,054kg. Total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 3,127kg.

Bahan abu sekam padi sebagai *pengganti* pasir.

- Abu sekam padi

Penggunaan bahan tambah yang digunakan dalam penelitian

menggunakan abu sekam padi sebesar 0 %, 10 %, 20 % dan 30 % dari berat pasir. Berat masing-masing variasi diuraikan sebagai berikut :

Tabel 4. 6: Banyak serat serabut kelapa yang dibutuhkan untuk 1 benda uji silinder.

Persentase banyaknya serat (%)	Banyaknya serat dari berat pasir (gr)
10	312,7
20	625,4
30	938,1

➤ Bahan *tambah serat serabut kelapa*

Untuk penggunaan bahan *tambah serat serabut kelapa* sebanyak 2% akan didapatkan dari volume silender.

Serat serabut kelapa yang dibutuhkan sebanyak 2 % untuk 1 benda uji.

$$= \frac{2}{100} \times \text{volume silinder}$$

$$= \frac{2}{100} \times 0,0053$$

$$= 0,000106 \text{ kg}$$

Dalam penelitian ini jumlah benda uji yang akan dibuat adalah sebanyak 24 benda uji, banyak bahan yang dibutuhkan untuk 24 benda uji adalah:

Semen yang dibutuhkan untuk 12 benda uji

$$= \text{Banyak semen 1 benda uji} \times 12 \text{ benda uji}$$

$$= 2,19 \times 12$$

$$= 26,28 \text{ kg}$$

Pasir yang dibutuhkan untuk 12 benda uji

$$= \text{Banyak pasir untuk 1 benda uji} \times 12$$

$$= 3,127 \times 12$$

$$= 37,524 \text{ kg}$$

Abu sekam padi sebagai pengganti pasir 10%

$$= \text{Banyak abu sekam padi 1 benda uji} \times 3 \text{ benda uji}$$

$$= 0,1042 \times 3$$

$$= 0,3126 \text{ kg}$$

Abu sekam padi sebagai pengganti pasir 20%

$$= \text{Banyak abu sekam padi 1 benda uji} \times 3 \text{ benda uji}$$

$$= 0,2084 \times 3$$

$$= 0,6252 \text{ kg}$$

Abu sekam padi sebagai pengganti pasir 30%

$$= \text{Banyak abu sekam padi 1 benda uji} \times 3 \text{ benda uji}$$

$$= 0,3127 \times 3$$

$$= 0,9381 \text{ kg}$$

$$\text{Jumlah total abu sekam padi} = 0,3126 + 0,6252 + 0,9381 = 1,8759$$

Sehingga banyaknya jumlah pasir yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

$$= \text{jumlah pasir total} - \text{jumlah total abu sekam padi}$$

$$= 37,524 - 1,8759$$

$$= 35,648 \text{ kg}$$

Batu pecah yang dibutuhkan untuk 12 benda uji

$$= \text{Banyak batu pecah untuk 1 benda uji} \times 12$$

$$= 6,775 \times 12$$

$$= 81,3 \text{ kg}$$

Air yang dibutuhkan untuk 12 benda uji

$$= \text{Banyak air untuk 1 benda uji} \times 12$$

$$= 0,896 \times 12$$

$$= 10,752 \text{ kg}$$

Perbandingan untuk 12 benda uji dalam satuan kg adalah:

Semen	:	Pasir	:	Batu pecah	:	Air
26,28	:	35,648	:	81,3	:	10,752

Berdasarkan analisa saringan untuk 12 benda uji, maka didapat berat untuk masing-masing saringan pada Tabel 4.6 dan Tabel 4.7.

Tabel 4. 7: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 12 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times \text{jumlah agregat kasar}$
1,5"	4,429	3,601
¾"	27,911	22,691
3/8"	37,732	30,676
No. 4	29,929	24,333
Total		81,3

Berdasarkan Tabel 4.5 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 12 benda uji ialah saringan 1,5" sebesar 3,601 kg, saringan ¾" sebesar 22,691 kg, saringan 3/8" sebesar 30,676 kg dan saringan No.4 sebesar 24,333 kg dan total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 12 benda uji sebesar 81,3 kg.

Sedangkan untuk berat tertahan setiap saringan untuk agregat halus dilihat berdasarkan Tabel 4.6 dalam 12 benda uji ialah saringan No.4 sebesar 4,01 kg, saringan No.8 sebesar 8,57kg, saringan No.16 sebesar 20,45kg, saringan No.30 sebesar 27,60kg, saringan No.50 sebesar 31,03kg, saringan No.100 sebesar 21,69kg, dan Pan sebesar 4,85kg dan total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 50 benda uji sebesar 118,2 kg.

Tabel 4. 8: .Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 12 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times \text{jumlah agregat halus}$
No.4	1,045	0,372
No.8	8,682	3,095

Tabel 4.8: *Lanjutan*

No.16	18,909	6,740
No.30	26,955	9,608
No.50	28,591	10,193
No.100	14,091	5,024
Pan	1,727	0,616
Total		35,648

b. Untuk satu benda uji (kg)

Menggunakan cetakan silinder dengan ukuran:

- Tinggi = 30 cm = 0,3 m
- Diameter = 15 cm = 0,15 m
- Volume silinder = $\pi r^2 t$
 $= \frac{22}{7} \times \left(\frac{0,15}{2}\right)^2 \times 0,30$
 $= 0,0053 \text{ m}^3$

Maka:

Semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

= Banyak semen x Volume 1 benda uji

= $414,63 \times 0,0053 \text{ m}^3$

= 2,19 kg

Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

= Banyak pasir x Volume 1 benda uji

= $590,108 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$

= 3.127 kg

Batu pecah yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

= Banyak batu pecah x Volume 1 benda uji

= $1278,35 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3$

= 6,775 kg

Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

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

$$= 165,426 \text{ kg/m}^3 \times 0,0053 \text{ m}^3 = 0,896 \text{ kg}$$

Perbandingan untuk 1 benda uji dalam satuan kg adalah:

Semen : Pasir : Batu pecah : Air
 2,19 : 3,127 : 6,775 : 0,896

Berdasarkan analisa saringan maka didapat berat untuk masing–masing saringan untuk 1 benda uji. Untuk agregat halus terlampir pada Tabel 4.9 dan, sedangkan untuk agregat kasar terlampir pada Tabel 4.10. Nilai total berat tertahan didapat dari % berat tertahan dikalikan dengan jumlah total agregat yang didapat dari perbandingan.

Tabel 4. 9: Banyak agregat halus yang di butuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times \text{jumlah agregat halus}$
No.4	1,045	0,033
No.8	8,682	0,271
No.16	18,909	0,591
No.30	26,955	0,843
No.50	28,591	0,895
No.100	14,091	0,440
Pan	1,727	0,054
Total		3,127

Berdasarkan Tabel 4.9 menjelaskan bahwa jumlah berat yang tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan No.4 sebesar 0,033 kg, saringan No.8 sebesar 0,271kg, saringan No.16 sebesar 0,591kg, saringan No.30 sebesar 0,843kg, saringan No.50 sebesar 0,895kg,

saringan No.100 sebesar 0,440kg, dan pan sebesar 0,054kg. Total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 3,127kg.

Tabel 4. 10: Banyak agregat kasar yang di butuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor Saringan	% Berat Tertahan	Berat Tertahan (Kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times \text{jumlah agregat kasar}$
1,5"	4,429	0,301
3/4"	27,911	1,981
3/8"	37,732	2,556
No. 4	29,929	2,027
Total		6,775

Berdasarkan Tabel 4.10 menjelaskan bahwa jumlah yang berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan 1,5" sebesar 0,301kg, saringan ¾" sebesar 1,891 kg, saringan 3/8" sebesar 2,556kg dan saringan No.4 sebesar 2,027kg. Total keseluruhan dari agregat kasar yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 6,775 kg.

➤ Abu sekam padi

Penggunaan bahan tambah yang digunakan dalam penelitian menggunakan abu sekam padi sebesar 0 %, 10 %, 20 % dan 30 % dari berat pasir. Berat masing-masing variasi diuraikan sebagai berikut :

Tabel 4. 11: Banyak serat serabut kelapa yang dibutuhkan untuk 1 benda uji silinder.

Persentase banyaknya serat (%)	Banyaknya serat dari berat pasir (gr)
10	312,7
20	625,4
30	938,1

➤ *Bahan tambah serat serabut kelapa*

Untuk penggunaan bahan *tambah serat serabut kelapa* sebanyak 2% akan didapatkan dari volume silender.

Serat serabut kelapa yang dibutuhkan sebanyak 2 % untuk 1 benda uji.

$$\begin{aligned} &= \frac{2}{100} \times \text{volume silinder} \\ &= \frac{2}{100} \times 0,0053 \\ &= 0,000106 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dalam penelitian ini jumlah benda uji yang akan dibuat adalah sebanyak 24 benda uji, banyak bahan yang dibutuhkan untuk 24 benda uji adalah:

Semen yang dibutuhkan untuk 12 benda uji

$$\begin{aligned} &= \text{Banyak semen 1 benda uji} \times 12 \text{ benda uji} \\ &= 2,19 \times 12 \\ &= 26,28 \text{ kg} \end{aligned}$$

Pasir yang dibutuhkan untuk 12 benda uji

$$\begin{aligned} &= \text{Banyak pasir untuk 1 benda uji} \times 12 \\ &= 3,127 \times 12 \\ &= 37,524 \text{ kg} \end{aligned}$$

Abu sekam padi sebagai pengganti pasir 10%

$$\begin{aligned} &= \text{Banyak abu sekam padi 1 benda uji} \times 3 \text{ benda uji} \\ &= 0,1042 \times 3 \\ &= 0,3126 \text{ kg} \end{aligned}$$

Abu sekam padi sebagai pengganti pasir 20%

$$\begin{aligned} &= \text{Banyak abu sekam padi 1 benda uji} \times 3 \text{ benda uji} \\ &= 0,2084 \times 3 \\ &= 0,6252 \text{ kg} \end{aligned}$$

Abu sekam padi sebagai pengganti pasir 30%

$$\begin{aligned} &= \text{Banyak abu sekam padi 1 benda uji} \times 3 \text{ benda uji} \\ &= 0,3127 \times 3 \\ &= 0,9381 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah total abu sekam padi} = 0,3126 + 0,6252 + 0,9381 = 1,8759$$

Sehingga banyaknya jumlah pasir yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

$$= \text{jumlah pasir total} - \text{jumlah total abu sekam padi}$$

$$= 37,524 - 1,8759$$

$$= 35,648kg$$

Batu pecah yang dibutuhkan untuk 12 benda uji

$$= \text{Banyak batu pecah untuk 1 benda uji} \times 12$$

$$= 6,775 \times 12$$

$$= 81,3 \text{ kg}$$

Air yang dibutuhkan untuk 12 benda uji

$$= \text{Banyak air untuk 1 benda uji} \times 12$$

$$= 0,896 \times 12$$

$$= 10,752 \text{ kg}$$

Perbandingan untuk 12 benda uji dalam satuan kg adalah:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Semen} & : & \text{Pasir} & : & \text{Batu pecah} & : & \text{Air} \\ 26,28 & : & 35,648 & : & 81,3 & : & 10,752 \end{array}$$

Berdasarkan analisa saringan untuk 12 benda uji, maka didapat berat untuk masing-masing saringan pada Tabel 4.12 dan Tabel 4.13.

Tabel 4. 12: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam benda uji.

Nomor Saringan	% Berat Tertahan	Berat Tertahan (Kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times \text{jumlah agregat kasar}$
1,5"	4,429	0,301
3/4"	27,911	1,981
3/8"	37,732	2,556
No. 4	29,929	2,027
Total		6,775

Berdasarkan Tabel 4.12 menjelaskan bahwa jumlah yang berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan 1,5" sebesar 0,301kg, saringan ¾" sebesar 1,891 kg, saringan 3/8" sebesar

2,556kg dan saringan No.4 sebesar 2,027kg. Total keseluruhan dari agregat kasar yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 6,775 kg.

Tabel 4. 13: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor saringan	% berat tertahan	Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times \text{jumlah agregat halus}$
No.4	1,045	0,033
No.8	8,682	0,271
No.16	18,909	0,591
No.30	26,955	0,843
No.50	28,591	0,895
No.100	14,091	0,440
Pan	1,727	0,054
Total		3,127

Berdasarkan Tabel 4.13 menjelaskan bahwa jumlah berat yang tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan No.4 sebesar 0,033 kg, saringan No.8 sebesar 0,271kg, saringan No.16 sebesar 0,591kg, saringan No.30 sebesar 0,843kg, saringan No.50 sebesar 0,895kg, saringan No.100 sebesar 0,440kg, dan pan sebesar 0,054kg. Total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 3,127kg.

4.2.Pembuatan Benda Uji

Dalam penelitian ini menggunakan silinder sebagai benda uji dengan ukuran sisi 15 cm x 30 cm, jumlah benda uji yang dibuat adalah sebanyak 24 benda uji.

Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam pembuatan benda uji:

a. Pengadukan beton.

Beton diaduk menggunakan mesin pengaduk (*mixer*). Untuk penggunaan air, air dibagi menjadi 3 bagian. Pertama tuang air ke dalam mixer 1/3 bagian, kemudian agregat kasar, lalu agregat halus, masukkan 1/3 air lagi, setelah itu masukkan semen, terakhir masukkan 1/3 air terakhir ke dalamnya. Mixer dikondisikan agar campuran teraduk dengan tampak rata dan homogen. Setelah beton tercampur merata kemudian adukan beton tersebut dituang ke dalam pan.

b. Pencetakan.

Sebelum beton dimasukkan kedalam cetakan terlebih dahulu dilakukan pengukuran kelecakan (*slump test*). Setelah itu kemudian adukan beton dimasukkan kedalam cetakan yang telah disediakan, masukkan adukan beton kedalam cetakan dengan menggunakan sekop. Setiap pengambilan dari pan harus dapat mewakili dari adukan tersebut, isi 1/3 cetakan dengan adukan lalu dilakukan pemadatan dengan cara di rojok/tusuk menggunakan batang besi yang berdiameter 16 mm, dengan jumlah tusukan 25 kali, hal ini terus dilakukan untuk 2/3 dan 3/3 atau sampai cetakan penuh kemudian pukul-pukul bagian luar cetakan dengan menggunakan palu karet agar udara yang terperangkap didalam adukan dapat keluar, setelah itu ratakan permukaan cetakan dan ditutup dengan kaca untuk menjaga penguapan air dari beton segar. Lepaskan cetakan setelah \pm 24 jam dan jangan lebih dari 48 jam setelah pencetakan.

c. Pemeliharaan beton.

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

4.3. Slump Test

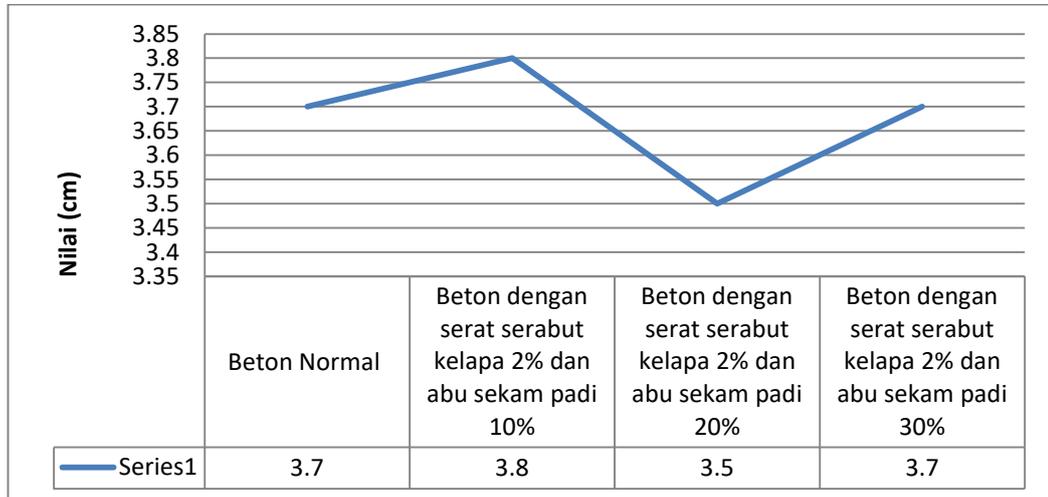
Pengujian *slump* dilakukan dengan kerucut *abrams* dengan cara mengisi kerucut *abrams* dengan beton segar sebanyak 3 lapis, tiap lapis kira-kira 1/3 dari isi kerucut pada tiap lapisan dilakukan penusukan sebanyak 25 kali, tongkat penusuk harus masuk sampai bagian bawah tiap-tiap lapisan setelah pengisian selesai ratakan permukaan kerucut lalu angkat cetakan dengan jarak 300 mm dalam waktu 5 ± 2 detik tanpa gerakan lateral atau torsional. Selesaikan seluruh pekerjaan pengujian dari awal pengisian hingga pelepasan cetakan tanpa gangguan dalam waktu tidak lebih 2,5 menit, ukur tinggi adukan selisih tinggi kerucut dengan adukan adalah nilai dari *slump*.

Tabel 4. 14: Hasil pengujian nilai *slump* pada kuat tekan beton.

	Beton Normal	Beton dengan serat serabut kelapa 2% dan abu sekam padi 10%	Beton dengan serat serabut kelapa 2% dan abu sekam padi 20%	Beton dengan serat serabut kelapa 2% dan abu sekam padi 30%
Hari	28	28	28	28
<i>Slump</i> (cm)	4	3,5	3,5	4
	4	4	3,5	3,5
	3	4	3,5	3,5
Rata-rata	3,7	3,8	3,5	3,7

Berdasarkan Tabel 4.14 menjelaskan perbandingan nilai *slump* antara beton normal, beton dengan *serat serabut kelapa dan abu sekam padi 2%+10%*, beton dengan *serat serabut kelapa dan abu sekam padi 2%,+20%*, beton dengan *searat serabut kelapa 2%+30%* dimana pada beton normal didapatkan nilai *slump* sesuai rencana 3-3,7 cm, sedangkan beton dengan campuran *serat serabut kelapa dan abu sekam padi* mendapatkan hasil *slump* tertinggi antar 3,5-3,8 cm. Untuk beton normal hanya dapat *slump* normal dikarenakan tidak ada campuran bahan kimia *serat serabut kelapa dan abu sekam padi* yang membuat *workability* dari

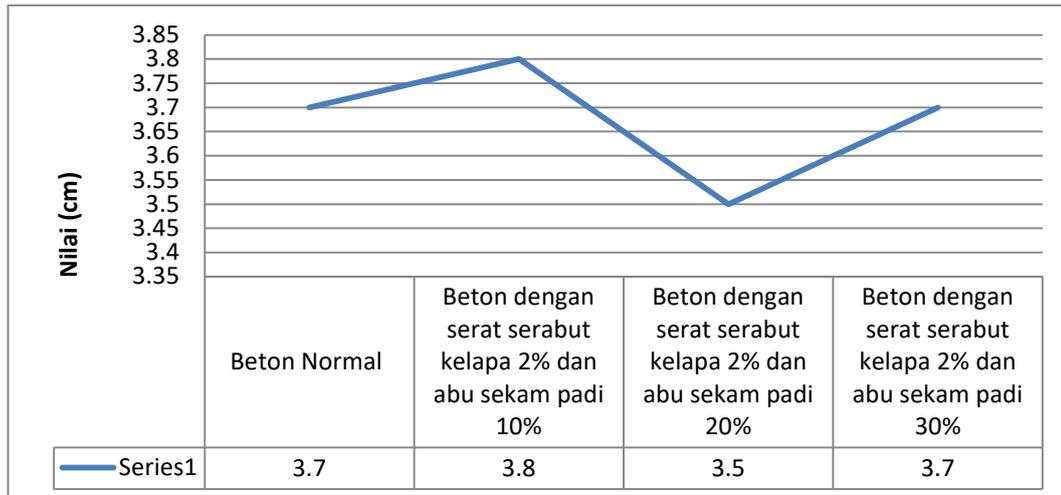
beton naik. Berikut pada Gambar 4.1 dapat dilihat grafik naik dan turunnya nilai *slump*.



Gambar 4. 1: Grafik perbandingan nilai *slump* kuat tekan beton.

Tabel 4. 15: Hasil pengujian nilai *slump* pada kuat tarik belah beton.

	Beton Normal	Beton dengan serat serabut kelapa 2% dan abu sekam padi 10%	Beton dengan serat serabut kelapa 2% dan abu sekam padi 20%	Beton dengan serat serabut kelapa 2% dan abu sekam padi 30%
Hari	28	28	28	28
<i>Slump</i> (cm)	4	3,5	3,5	4
	4	4	3,5	3,5
	3	4	3,5	3,5
Rata-rata	3,7	3,8	3,5	3,7



Gambar 4. 2: Grafik perbandingan nilai *slump* kuat tarik.

4.4. Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan menggunakan mesin tekan dengan kapasitas 1500 KN, benda uji yang akan dites adalah berupa kubus dengan panjang sisi 15 cm dan jumlah benda uji 12 buah, dengan pengelompokan benda uji sesuai dengan variasi campurannya. Ada beberapa macam cetakan benda uji yang dipakai, diantaranya adalah kubus dengan sisi 15 cm. Serta silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Perbedaannya terletak pada perhitungan untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton yang didapat setelah diuji. Yakni faktor untuk kubus adalah 1, sedangkan faktor dari silinder adalah 0,83.

4.4.1. Kuat Tekan Beton Normal (saat pengujian).

Pengujian beton normal dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tekan beton normal 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.16. Berdasarkan Tabel 4.16 menjelaskan hasil uji kuat tekan beton normal 28 hari. Dari 3 masing-masing benda uji beton normal yang diuji kuat tekannya, maka diperoleh nilai kuat tekan beton rata-rata sebesar 25, 2 MPa pada umur beton 28 hari.

Tabel 4. 16: Hasil pengujian kuat tekan beton normal 28 hari.

Benda Uji	Umur Beton (hari)	Beban maksimum (KN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan rata-rata (MPa)
BN-1	28	313	17,3	25,2
BN-2	28	444	25,1	
BN-3	28	448	25,3	

4.4.2. Kuat Tekan Beton Serat Serabut Kelapa 2% dan Abu Sekam Padi 10% (saat pengujian).

Pengujian beton dengan variasi *Serat Serabut Kelapa 2% dan Abu Sekam Padi 10%* dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tekan beton dengan *Serat Serabut Kelapa 2% dan Abu Sekam Padi 10%* 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.17 Berdasarkan Tabel 4.17 menjelaskan hasil kuat tekan beton yang telah *Serat Serabut Kelapa 2% dan Abu Sekam Padi 10%* didapat kuat tekan rata-rata pada umur beton 28 hari sebesar 9,84 Mpa.

Tabel 4. 17: Hasil pengujian kuat tekan beton dengan Serat Serabut Kelapa 2% dan Abu Sekam Padi 10%

Benda Uji	Umur Beton (hari)	Beban maksimum (KN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan rata-rata (MPa)
BV 10	28	126	7,1	9,84
BV 10	28	164	9,2	
BV 10	28	232	13,1	

4.4.3. Kuat Tekan Beton dengan Serat Serabut Kelapa 2% dan Abu Sekam Padi 20% (saat pengujian).

Pengujian beton dengan variasi *Serat Serabut Kelapa 2% dan Abu Sekam Padi 20%* dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tekan beton dengan *Serat Serabut Kelapa 2% dan Abu Sekam*

Padi 20% 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.18. Berdasarkan Tabel 4.18 menjelaskan hasil kuat tekan beton yang telah diberi *Serat Serabut Kelapa 2%* dan *Abu Sekam Padi 20%* didapat kuat tekan rata-rata pada umur beton 28 hari sebesar 27,8 Mpa

Tabel 4. 18: Hasil pengujian kuat tekan beton dengan Serat Serabut Kelapa 2% dan Abu Sekam Padi 20%.

Benda Uji	Umur Beton (hari)	Beban maksimum (KN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan rata-rata (MPa)
BV 30	28	316	17,9	27,8
BV 30	28	440	24,9	
BV 30	28	440	24,9	

4.4.4. Kuat Tekan Beton dengan Serat Serabut Kelapa 2% dan Abu Sekam Padi 30% (saat pengujian).

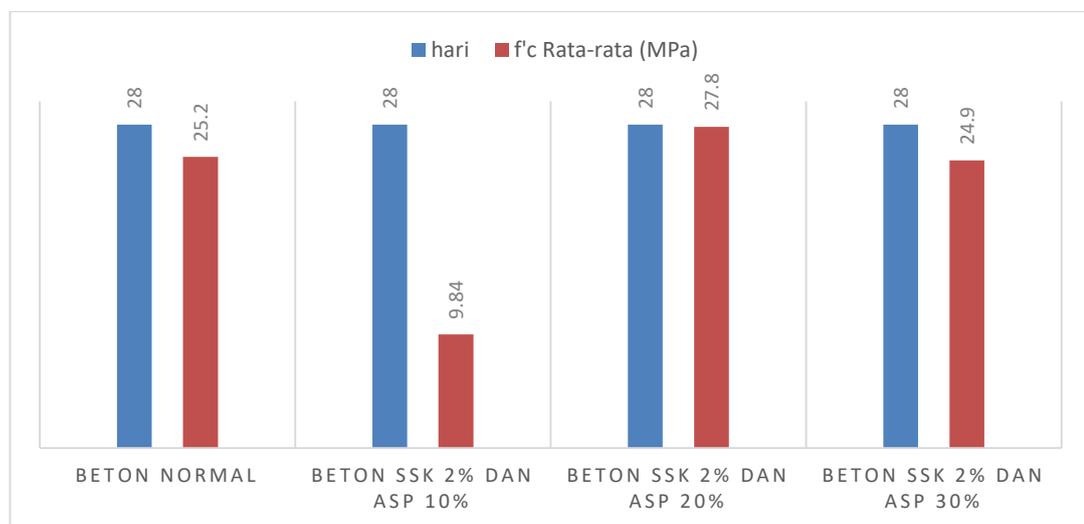
Pengujian beton dengan variasi *Serat Serabut Kelapa 2%* dan *Abu Sekam Padi 30%* dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tekan beton dengan *Serat Serabut Kelapa 2%* dan *Abu Sekam Padi 30%* 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.19. Berdasarkan Tabel 4.19 menjelaskan hasil kuat tekan beton yang telah diberi *Serat Serabut Kelapa 2%* dan *Abu Sekam Padi 30%* didapat kuat tekan rata-rata pada umur beton 28 hari sebesar 24,9 Mpa.

Tabel 4. 19: Hasil pengujian kuat tekan beton dengan Serat Serabut Kelapa 2% dan Abu Sekam Padi 30%.

Benda Uji	Beban tekan (P) (kg)	A= 176,71 cm ² (MPa)	Estimasi 28 hari (MPa)	Kuat Tekan rata-rata (MPa)
1	31600	178,82	17,88	24,9
2	44000	249,00	24,90	
3	44000	249,00	24,90	

Tabel 4.20 : Hasil nilai rata rata kuat tekan beton normal dan beton Serat Serabut Kelapa + Abu Sekam Padi Umur 28 Hari.

	Beton Normal	Beton SSK 2 % dan ASP 10 %	Beton SSK 2 % dan ASP 20 %	Beton SSK 2 % dan ASP 30 %
Hari	28	28	28	28
f'c Rata-rata (Mpa)	25,2	9,84	27,8	24,9



Gambar 4. 3: Grafik Nilai Rata Rata Kuat Tekan Beton Normal Dan Beton Serat Serabut Kelapa + Abu Sekam Padi Umur 28 Hari.

4.5. Pembahasan

Bila dibandingkan kuat tekan beton normal dengan beton yang menggunakan beton dengan campuran serat serabut kelapa dan ASP mengalami Persentase kenaikan kuat tekan dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini:

Penambahan serat serabut kelapa 2% dan asp 10%

$$\begin{aligned}
 \text{Besar nilai kenaikan (umur 28 hari)} &= \frac{9,84 - 25,2}{25,2} \times 100\% \\
 &= 884 \%
 \end{aligned}$$

Penambahan serat serabut kelapa 2% dan asp 20%

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai kenaikan (umur 28 hari)} &= \frac{27,8 - 25,2}{25,2} \times 100\% \\ &= 2,681\% \end{aligned}$$

Penambahan serat serabut kelapa 2% dan asp 30%

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai kenaikan (umur 28 hari)} &= \frac{24,9 - 25,2}{25,2} \times 100\% \\ &= 2,390\% \end{aligned}$$

4.6. Kuat Tarik Belah Beton.

Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan menggunakan mesin *Compression Machine* dan Jig. Jig merupakan alat bantu penandaan garis tengah silinder beton dan sebagai bantalan perata beban. Kekuatan tarik dalam penelitian ini ditentukan dengan menggunakan percobaan belah silinder dimana ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Diberikan beban tegak lurus terhadap sumbu longitudinalnya dengan silinder ditempatkan secara horizontal diatas plat mesin percobaan. Jumlah benda uji 12 buah dengan mengelompokkan benda uji sesuai dengan variasi campurannya.

4.6.1. Kuat Tarik Belah Beton Normal (saat pengujian).

Pengujian beton normal dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tarik belah beton normal. Berdasarkan Tabel 4.20 menjelaskan hasil uji kuat tekan beton normal 28 hari. Dari 3 masing-masing benda uji beton normal yang diuji kuat tekannya, maka diperoleh nilai kuat tekan beton rata-rata sebesar 3,064 MPa pada umur beton 28 hari.

Tabel 4. 20: Pengujian kuat tarik belah beton silinder normal 28 hari.

Silinder 150/300 (mm)		Beban	Kuat Tarik	Rata-Rata
		Maksimum	Belah	
Beton	Benda Uji	(N)	(MPa)	(MPa)
Normal	1	220000	3,112	3,064
	2	220000	3,112	
	3	210000	2,970	

4.6.2. Kuat Tarik Belah Beton Serat Serabut Kelapa 2% dan Abu Sekam Padi 10% (saat pengujian).

Pengujian beton variasi *Serat Serabut Kelapa 2% dan Abu Sekam Padi 10%* dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tarik belah beton dapat dilihat pada Tabel 4.21. Berdasarkan Tabel 4.21 menjelaskan hasil uji kuat tarik belah. Dari 3 masing-masing benda uji beton, maka diperoleh nilai kuat tarik beton rata-rata sebesar 2,970 MPa pada umur beton 28 hari.

Tabel 4. 21: Hasil pengujian kuat tarik belah beton dengan Serat Serabut Kelapa 2% dan Abu Sekam Padi 10%

Silinder 150/300 (mm)		Beban	Kuat Tarik	Rata-Rata
		Maksimum	Belah	
Beton	Benda Uji	(N)	(MPa)	(MPa)
Serat serabut kelapa + asp 10% + 2%	1	210000	2,970	2,970
	2	200000	2,829	
	3	210000	3,112	

4.6.3. Kuat Tarik Belah Beton Serat Serabut Kelapa 2% dan Abu Sekam Padi 20% (saat pengujian).

Pengujian beton variasi *Serat Serabut Kelapa 2% dan Abu Sekam Padi 20%* dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tarik belah beton dapat dilihat pada Tabel 4.22. Berdasarkan Tabel 4.22 menjelaskan hasil uji kuat tarik belah. Dari 3 masing-masing benda uji beton, maka diperoleh nilai kuat tarik beton rata-rata sebesar 3,300 MPa pada umur beton 28 hari.

Tabel 4. 22: Hasil pengujian kuat tarik belah beton dengan Serat Serabut Kelapa 2% Dan Abu Sekam Padi 20%.

Silinder 150/300 (mm)		Beban	Kuat Tarik	Rata-Rata
		Maksimum	Belah	
Beton	Benda Uji	(N)	(MPa)	(MPa)
Serat serabut kelapa+ asp 20% + 2%	1	240000	3,395	3,300
	2	220000	3,112	
	3	240000	3,395	

4.6.4. Kuat Tarik Belah Beton Serat Serabut Kelapa 2% dan Abu Sekam Padi 30% (saat pengujian).

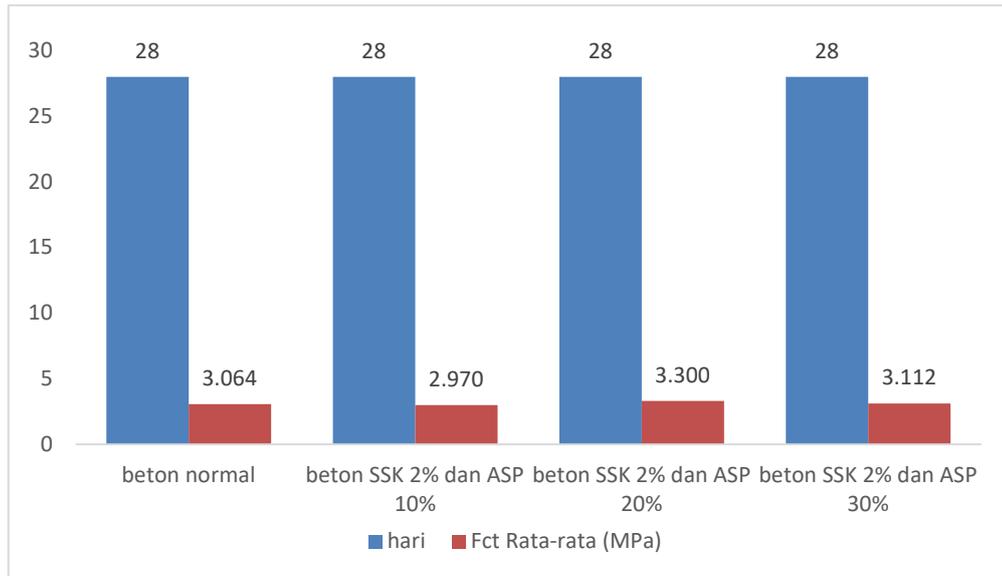
Pengujian beton variasi *Serat Serabut Kelapa 2% dan Abu Sekam Padi 30%* dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tarik belah beton dapat dilihat pada Tabel 4.23. Berdasarkan Tabel 4.23 menjelaskan hasil uji kuat tarik belah. Dari 3 masing-masing benda uji beton, maka diperoleh nilai kuat tarik beton rata-rata sebesar 3,112 MPa pada umur beton 28 hari.

Tabel 4. 23: Hasil pengujian kuat tarik belah beton dengan Serat Serabut Kelapa 2% dan Abu Sekam Padi 30%.

Silinder 150/300 (mm)		Beban	Kuat Tarik	Rata-Rata
		Maksimum	Belah	
Beton	Benda Uji	(N)	(MPa)	(MPa)
Serat serabut kelapa + asp 30% + 2%	1	200000	2,829	3,112
	2	200000	2,829	
	3	260000	3,678	

Tabel 4. 24: Hasil nilai rata rata kuat tarik beton normal dan beton Serat Serabut Kelapa + Abu Sekam Padi Umur 28 Hari.

	Beton Normal	Beton SSK 2 % dan ASP 10 %	Beton SSK 2 % dan ASP 20 %	Beton SSK 2 % dan ASP 30 %
Hari	28	28	28	28
<i>Fct</i> Rata-rata (Mpa)	3,064	2,970	3,300	3,112



Gambar 4. 4: Hasil Nilai Rata Rata Kuat Tarik Beton Normal Dan Beton Serat Serabut Kelapa + Abu Sekam Padi Umur 28 Hari.

4.7. Pembahasan Kuat Tarik Belah Beton

Bila dibandingkan kuat tarik belah beton normal dengan beton yang menggunakan beton dengan campuran serat serabut kelapa dan ASP mengalami Persentase kenaikan kuat tekan dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini:

Penambahan serat serabut kelapa 2% dan asp 10%

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai kenaikan (umur 28 hari)} &= \frac{2,970 - 3,064}{3,064} \times 100\% \\ &= -197,0 \text{ \%} \end{aligned}$$

Penambahan serat serabut kelapa 2% dan asp 20%

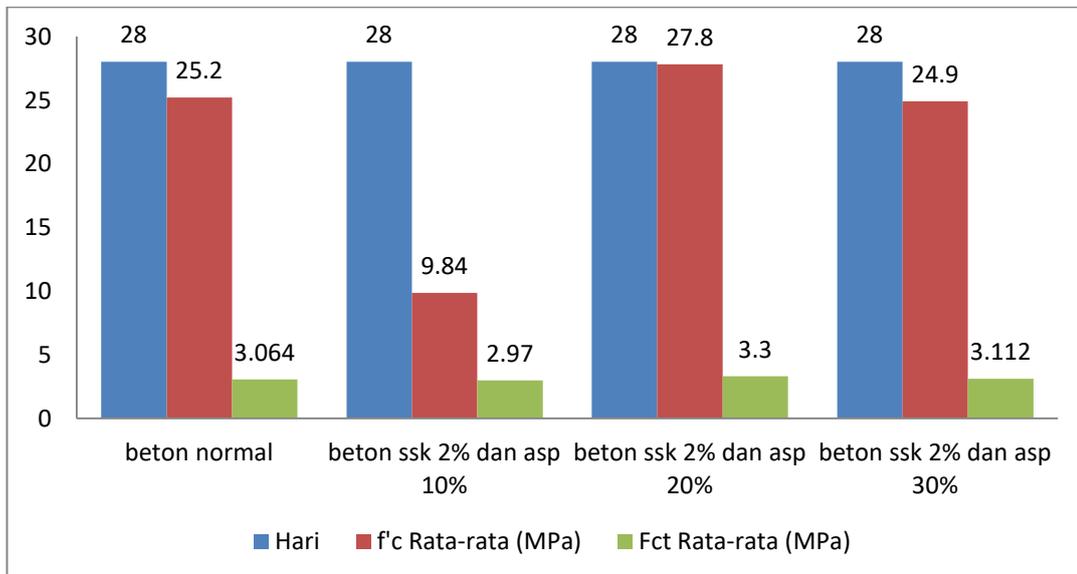
$$\begin{aligned} \text{Besar nilai kenaikan (umur 28 hari)} &= \frac{3,300 - 3,064}{3,064} \times 100\% \\ &= 230,0 \text{ \%} \end{aligned}$$

Penambahan serat serabut kelapa 2% dan asp 30%

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai kenaikan (umur 28 hari)} &= \frac{3,112 - 3,064}{3,064} \times 100\% \\ &= 211,2 \text{ \%} \end{aligned}$$

Tabel 4. 25: Hasil Perbandingan nilai kuat tekan rata rata dan kuat tarik rata rata pada beton normal dan beton Serat Serabut Kelapa + Abu Sekam Padi umur 28 hari.

	Beton Normal	Beton SSK 2 % dan ASP 10 %	Beton SSK 2 % dan ASP 20 %	Beton SSK 2 % dan ASP 30 %
Hari	28	28	28	28
f'_c Rata-rata (Mpa)	25,2	9,84	27,8	24,9
F_{ct} Rata-rata (Mpa)	3,064	2,970	3,300	3,112



Gambar 4. 5: Hasil Perbandingan Nilai Kuat Tekan Rata Rata Dan Kuat Tarik Rata Rata Pada Beton Normal Dan Beton Serat Serabut Kelapa + Abu Sekam Padi Umur 28.

Dari grafik diatas maka dapat disimpulkan hasil perbandingan nilai kuat tekan rata- rata dan kuat tarik rata – rata pada beton normal dan benton serat serabut kelapa + abu sekam padi pada umur 28 hari. Nilai rata – rata tertinggi pada kuat tekan dan kuat tarik sama – sama berada pada beton serat serabut kelapa 2% dan abu sekam padi 20%.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Berdasarkan dari data kuat tekan beton yang dihasilkan bahwa variasi komposit serat serabut kelapa dan asp dapat mempengaruhi mutu beton yang disyaratkan. Beton dengan penambahan serat serabut kelapa sebanyak 2% dan asp 20% dari berat pasir menghasilkan kuat tekan sebesar 27,8 MPa sedangkan kuat tekan beton yang disyaratkan sebesar 23 MPa pada umur 28 hari. Pada campuran ini dihasilkan kuat tekan yang terbaik antara campuran variasi komposit serat serabut kelapa dan asp yang lainnya.
2. Penambahan variasi komposit serat serabut kelapa dan asp pada campuran beton menghasilkan pengaruh kekuatan tarik beton. Berdasarkan dari data kuat tarik beton umur 28 hari yang dihasilkan bahwa variasi komposit serat serabut kelapa dan asp dapat mempengaruhi mutu beton yang didapat, yaitu:
 - a. Beton tanpa penambahan serat serabut kelapa dan asp menghasilkan kuat tarik sebesar 3,064 MPa.
 - b. Beton dengan penambahan serat serabut kelapa dan asp dari pasir sebanyak 10% menghasilkan kuat tarik sebesar 2,970 MPa.
 - c. Beton dengan penambahan serat serabut kelapa dan asp dari pasir sebanyak 20% menghasilkan kuat tarik sebesar 3,300 MPa.
 - d. Beton dengan penambahan serat serabut kelapa dan asp dari pasir sebanyak 30% menghasilkan kuat tarik sebesar 3,112 MPa.

5.2. Saran

1. Dari hasil penelitian kuat tekan yang didapat, campuran dengan menggunakan serat serabut kelapa dan asp pada setiap variasinya komposit meningkat tetapi pada penambahan serat serabut kelapa 2% dan asp 10% menghasilkan nilai lebih rendah dari penambahan serat serabut kelapa 2% dan asp 20% sehingga perlu dilakukan pengujian-pengujian lanjutan untuk variasi penambahan serat serabut kelapa dan asp lebih banyak dengan pengerjaan campuran beton yang sebaik-baiknya.
2. Berbeda dengan hasil kuat tekan yang didapat, pada kekuatan tarik beton menghasilkan mutu beton yang semakin meningkat dengan adanya penambahan variasi komposit yang terus bertambah. Maka hal ini menginformasikan bahwa pemanfaatan limbah seperti serat serabut kelapa dapat berguna untuk meningkatkan mutu beton dan disarankan untuk menggunakan serat serabut kelapa ini sebagai bahan penambah kekuatan tarik beton.

DAFTAR PUSTAKA

- (Winter, 1993). *Universitas Sumatera Utara* 7. 1.
- Dipohusodo, 1994. (*George Winter, 1993*). 3, 2.
- SNI 2493:2011. Tata cara pembuatan dan perawatan benda uji beton di laboratorium. *Standar Nasional Indonesia*, 23. Retrieved from www.bsn.go.id
- Suhardirman, 2011. *Beton Dengan Campuran Serat Serabut Kenapa (Studi Penelitian)* (suhardirman, 2011). 2.
- Swamy, 1986. (1989). *Pengaruh Penggunaan Bahan Tambahan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan dan Workabilitas Beton* (swamy, 1986). (September),3.
- Tjokrodinuljo, 2007.. *ke unggulan dan kelemahan beton tjokrodinuljo, 2007*. 2. (*surya sbayang, 2000*). 52(15), 1.
- Anonim. (2008). Cara Uji Slump Beton. *Badan Standar Nasional Indonesia*.
- Asassutjarita et al, 2007. *Pengaruh Proses Alkalisasi Dengan Sodium Hidroksida Terhadap Serat Sabut Kelapa Pada Kuat Tekan Dan Lentur Beton*. 1.
- Ginting et al., 2003. *Workability Factor (WF) adalah persentase agregat gabungan yang melewati saringan No 8 (2 , 36 mm). Kuat tekan beton meningkat dengan peningkatan Workability Factor (WF) sampai batas tertentu , setelah itu kekuatan mulai menurun secara terbalik . Ha. (0274)*.
- Kusnadi, A. (2010). *mampu menahan tarik 27 kg/m* (sjuhendro, 1991). (1).
- Limun, K. (1971). *Pengaruh nilai kekasaran permukaan agregat kasar terhadap kuat tekan beton*. 13–20.
- Mahmud dan Ferry, 2005. *padahal potensi ketersediaan bahan baku ketersediaan bahan baku untuk membangun industri pengolahannya masih sangat besar*. XX(1990), `1.
- Mahmud, Z., & Yulius, D. A. N. (2004). *Prospek Pengolahan Hasil Samping Buah Kelapa*. (1).
- Maryani, (2015). ISSN : 2087-1244 (Print) Volume 6 No . 4 Desember 2015 Computer , Mathematics and Engineering Applications ComTech Computer ,

Mathematics and Engineering Applications. *Comtech Issn 2087-1244*, 6(4), 523–1204.

Mulyono, 2005. *Beton Dengan Campuran Serat Serabut Kelapa (Studi Penelitian)*.

Purwati, A, S. As'ad, 2014. *Pengaruh Ukuran Butiran Agregat Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Kinerja Tinggi Grade 80*. 2(2), 58–63.

SNI 03-2491-2002. *Metode pengujian kuat tarik belah beton*.

SNI 03-2834. (2000). *Menurut SNI 03-2834-2000*. (2), 151–169.

Wahyudi, T., & Bambang Edison, S.Pd, MT dan Anton Ariyanto, M. E. (2003).

LAMPIRAN



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

WATER CONTENT TEST FOR CONCRETE MATERIAL ASTM C 566	Lab No
	Sampling Date 20 Februari 2019
	Testing Date 22 Februari 2019

Sources Of Sample	Brjari
Max Dia	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Alprida Gusting

Fine Aggregate Passing No. 9.5 mm	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Average
Wt of SSD sample & mold (berat contoh SSD & berat wadah)	713	730	722
Wt of SSD sample (berat contoh SSD)	500	500	500
Wt of oven dry sample & mold (berat contoh kering oven & wadah)	702	720	711
Wt of mold (berat wadah)	213	230	222
Wt of water (berat air)	11	10	11
Wt of oven dry sample (berat contoh kering)	489	490	490
Water content	2,249	2,041	2,145

Medan, 12 Juli 2019
Disetujui Oleh
Dosen Pembimbing I


(Dr. Josef Hadipriatna)



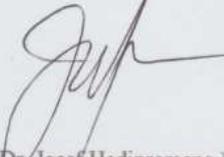
LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

MATERIAL FINER THAN 75-mm (No. 200) IN MINERAL AGGREGATE BY WASHING FOR CONCRETE MATERIAL ASTM C 117 - 90	Lab No	:	
	Sampling Date	:	20 Februari 2019
	Testing Date	:	22 Februari 2019

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	4.75 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Alprida Ginting

Fine Agregate	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Average
Original dry mass of sample, g	500	500	500
Dry mass of sample after washing, g	485	482	483,5
Mass of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing, g	15	18	16,5
Percentage of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing, %	3	3,6	3,3

Medan, 12 Juli 2019
Diperiksa Oleh
Dosen Pembimbing I


(Dr. Josef Hadipramana)



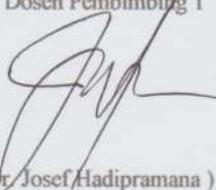
LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

MATERIAL FINER THAN 75-mm (No. 200) IN MINERAL AGGREGATE BY WASHING FOR CONCRETE MATERIAL ASTM C 117 - 90	Lab No : _____
	Sampling Date : 20 Februari 2019
	Testing Date : 22 Februari 2019

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Alprida Ginting

Course Agregate	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Average
Original dry mass of sample, g	1500	1500	1500
Dry mass of sample after washing, g	1489	1488	1488,5
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, %	0,73	0,80	0,77

Medan, 12 Juli 2019
Diperiksa Oleh
Dosen Pembimbing 1


(Dr. Josef Hadipramana)



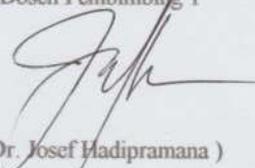
LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

RESISTANCE TO DEGRADATION OF COARSE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 131 - 89 & ASTM C 535 - 89)	Lab No :	
	Sampling Date :	07 Maret 2019
	Testing Date :	07 Maret 2019

Sources Of Sample	Binjai
Max Diameter	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Alprida Ginting

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)	1250	567
19.1 (3/4 in)	1250	976
12.5 (1/2 in)	1250	675
9.50 (No. 3/8 in)	1250	358
4.75 (No.4)	-	-
2.36 (No. 8)	-	-
0.30 (No. 50)	-	989
0.15 (No. 100)	-	-
Pan	-	612
Total	5000	4177
<i>Wt of sample passing No. 12 (berat lolos saringan No. 12)</i>		823
Abrasion (keausan) %		16,460

Medan, 12 Juli 2019
Diperiksa Oleh
Dosen Pembimbing 1


(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 OF COARSE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 136 - 84a & ASTM D 448 - 86)	Lab No	:	
	Sampling Date	:	06 Maret 2019
	Testing Date	:	08 Maret 2019

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Alprida Ginting

Sieve Size	Retained Fraction				Cumulative	
	Sample 5 (gr)	Sample 6 (gr)	Total Weight	%	Retained	Passing
38,1 (1.5 in)	105	143	248	4,43	4,43	95,57
19,0 (3/4 in)	750	813	1563	27,91	32,34	67,66
9,52 (3/8 in)	1026	1087	2113	37,73	70,07	29,93
4,75 (No. 4)	819	857	1676	29,93	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	2700	2900	5600	100		

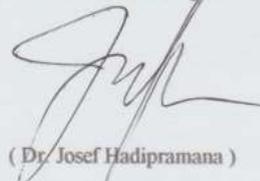
$$\text{Fines Modulus (FM)} = \frac{706,84}{100} = 7,07$$

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

Medan, 12 Juli 2019

Diperiksa Oleh

Dosen Pembimbing 1



(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 OF FINE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 136 - 84a)	Lab No	:	
	Sampling Date	:	04 Maret 2019
	Testing Date	:	04 Maret 2019

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	4.75 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Alprida Ginting

Sieve Size	Retained Fraction				Cumulative	
	Sample 13 (gr)	Sample 14 (gr)	Total Weight	%	Retained	Passing
9.50 (No 3/8 in)	0	0	0	0	0	100
4.75 (No. 4)	7	16	23	1,045	1,05	98,95
2.36 (No. 8)	77	114	191	8,682	9,73	90,27
1.18 (No.16)	189	227	416	18,909	28,64	71,36
0.60 (No. 30)	279	314	593	26,955	55,59	44,41
0.30 (No. 50)	294	335	629	28,591	84,18	15,82
0.15 (No. 100)	141	169	310	14,091	98,27	1,73
Pan	13	25	38	1,727	100,00	0,00
Total	1000	1200	2200	100,00		

$$\text{Fines Modulus (FM)} = \frac{277,45}{100} = 2,77$$

Good gradation class :

fine 2.2 < FM < 2.6
medium 2.6 < FM < 2.9
coarse 2.9 < FM < 3.2

Medan, 12 Juli 2019
Diperiksa Oleh
Dosen Pembimbing 1


(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 FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 128 - 88)	Lab No : _____
	Sampling Date : 23 Februari 2019
	Testing Date : 23 Februari 2019

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	4.75 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Alprida Ginting

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	492	491	492
Wt of flask + water (<i>berat piknometer penuh air</i>) D	674	674	674
Wt of flask + water + sample (<i>berat contoh SSD dalam piknometer penuh air</i>) C	979	980	980
Bulk sp grafity dry (<i>berat jenis contoh kering</i>) $E/(B+D-C)$	2,52	2,53	2,53
Bulk sp grafity SSD (<i>berat jenis contoh SSD</i>) $B/(B+D-C)$	2,56	2,58	2,57
Apparent sp grafity (<i>berat jenis contoh semu</i>) $E/(E+D-C)$	2,63	2,65	2,64
Absortion (<i>penyerapan</i>) $((B-E)/E) \times 100\%$	1,63	1,83	1,73

Medan, 12 Juli 2019

Diperiksa Oleh
Dosen Pembimbing I

(Dr. Josef Hadipramana)

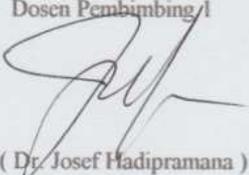


LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

SPECIFIC GRAVITY AND ABSORPTION OF COARSE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 127 - 88)	Lab No : _____
	Sampling Date : 23 Februari 2019
	Testing Date : 23 Februari 2019

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Alprida Ginting

Course Agregate Passing No. 50.8 mm	Sample 11	Sample 12	Average
Wt of SSD sample in air (<i>berat contoh SSD kering permukaan jenuh</i>) A	2700	2800	2750
Wt of oven dry sample (<i>berat contoh SSD kering oven 110° C sampai konstan</i>) C	2679	2780	2729,5
Wt of SSD sample in water (<i>berat contoh jenuh</i>) B	1705,4	1769,5	1737,45
Bulk sp grafity dry (<i>berat jenis contoh kering</i>) $C/(A-B)$	2,69	2,70	2,70
Bulk sp grafity SSD (<i>berat jenis contoh SSD</i>) $A/(A-B)$	2,71	2,72	2,72
Apparent sp grafity (<i>berat jenis contoh semu</i>) $C/(C-B)$	2,75	2,75	2,75
Absortion (<i>penyerapan</i>) $((A-C)/C) \times 100\%$	0,78	0,72	0,75

Medan, 12 Juli 2019
Diperiksa Oleh
Dosen Pembimbing I

(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 FINE AGREGATE TEST FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 29)	Lab No	:	
	Sampling Date	:	25 Februari 2019
	Testing Date	:	26 Februari 2019

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	4.75 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Alprida Ginting
Diameter & tinggi wadah	d : 27 cm h : 27 cm

No	fine Agregate Passing No. 50.8 mm	Sample I	Sample II	Sample III	Average
1	Wt of sample & mold (<i>berat contoh & wadah</i>), gr	18780	18710	18670	18745
2	Wt of mold (<i>berat wadah</i>), gr	5440	5440	5440	5440
3	Wt of sample (<i>berat contoh</i>), gr	13340	13270	13230	13305
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	1,159	1,165	1,169	1,164

Medan, 12 Juli 2019
Diperiksa Oleh
Dosen Pembimbing I


(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 FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 29)	Lab No	:	
	Sampling Date	:	25 Februari 2019
	Testing Date	:	26 Februari 2019

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Alprida Ginting
Diameter & tinggi wadah	d : 27 cm h : 27 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	27400	28850	30190	28813,33
2	Wt of mold (<i>berat wadah</i>), gr	5440	5440	5440	5440
3	Wt of sample (<i>berat contoh</i>), gr	21960	23410	24750	23373
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	1,42	1,51	1,60	1,51

Medan, 12 Juli 2019
Diperiksa Oleh
Dosen Pembimbing I


(Dr. Josef Hadipramana)



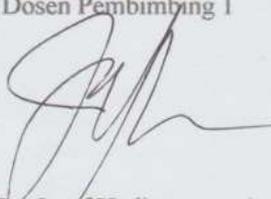
LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238

WATER CONTENT TEST FOR CONCRETE MATERIAL ASTM C 566	Lab No : _____
	Sampling Date : 20 Februari 2019
	Testing Date : 22 Februari 2019

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Alprida Ginting

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>)	1984	1943	1963,5
Wt of SSD sample (<i>berat contoh SSD</i>)	1000	1000	1000,0
Wt of oven dry sample & mold (<i>berat contoh kering oven & wadah</i>)	1978	1937	1957,5
Wt of mold (<i>berat wadah</i>)	984	943	963,5
Wt of water (<i>berat air</i>)	6	6	6,0
Wt of oven dry sample (<i>berat contoh kering</i>)	994	994	994,0
Water content	0,604	0,604	0,604

Medan, 12 Juli 2019
Diperiksa Oleh
Dosen Pembimbing I


(Dr. Josef Hadipramana)

DOKUMENTASI PENELITIAN



A



B



C



D



E



F

Gambar L.1: a) Proses Pemilihan Serat Serabut Kelapa, b) Pemilihan Abu Sekam Padi, c) Pemilihan Serat Serabut Kelapa, d) Pemilihan Abu Sekam Padi e) Pemilihan Serat Serabut Kelapa f) Timbangan Untuk Menimbang Serat Dan Abu Sekam Padi Yang Digunakan untuk Campuran Benda Uji.

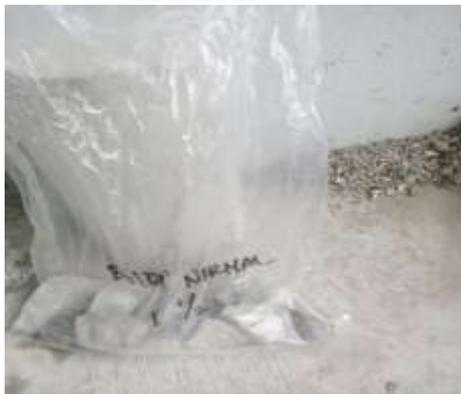
DOKUMENTASI PENELITIAN



A



B



C



D



E



F

Gambar L.2.: a) proses pembagian Agregat Kasar Nomor Saringan 1/5, b) proses pembagian Agregat Kasar Nomor Saringan 3/4, c) proses pembagian Agregat Kasar Nomor Saringan 3/8, d) proses pembagian Agregat Kasar Nomor Saringan 4, e) proses pembagian Agregat Halus Nomor Saringan 4, f) proses pembagian Agregat Halus Nomor Saringan 16.

DOKUMENTASI PENELITIAN



A



B



C



D



E



F

Gambar L.3: a) proses pembagian Agregat Halus Nomor Saringan 30, b) proses pembagian Agregat Halus Nomor Saringan 50, c) proses pembagian Agregat Halus Nomor Saringan 100, d) proses pembagian Agregat Halus Pan, e) proses pembagian Semen, f) Timbangan Untuk Menimbang Agregat Kasar, Agregat Halus, Dan Semen Yang Digunakan untuk Campuran Benda Uji.

DOKUMENTASI PENELITIAN



A



B



C



D



E



F

Gambar L.4: a) Persiapan Molen Untuk Mix b) Persiapan Bekisting Uji Silinder, c) Persiapan Kerucut Abrams Untuk *Slump Test*, d) Mencari Nilai *Slump Test*, e) Proses Pembuatan Benda uji, f) Proses Pemasakan Benda Uji.

DOKUMENTASI PENELITIAN



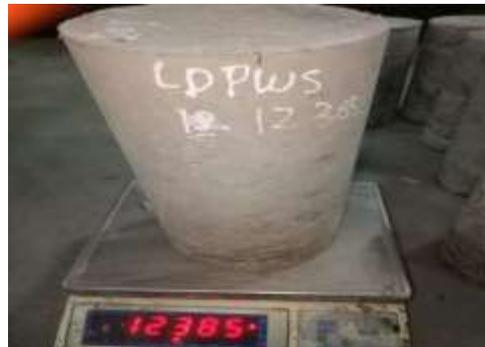
A



B



C



D



E



F

Gambar L.5: a) Penimbangan Benda uji Sebelum Direndam, b) Penimbangan Benda uji Sebelum Direndam, c) Penimbangan Benda uji Sebelum Di uji Kuat Tekan, d) Penimbangan Benda uji Sebelum Di uji Kuat Tarik Belah, e) Proses Pengujian Kuat Tarik Belah, f) Hasil Kuat Tarik Belah.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap : Alprida Ginting
Panggilan : Ginting
Tempat, Tanggal Lahir : Rante Besi, 15 Agustus 1996
Jenis Kelamin : Perempuan
Alamat : Desa Rante Besi kec. Gunung Sitember Kab. Dairi
Agama : Islam
Nama Orang Tua
Ayah : Alm Muhamad Ali Ginting
Ibu : Juliati Barus
No.HP : 082376019376
E-Mail : alpridasukaginting96@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1507210080
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri BA. No. 3 Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
1	SD	SDN 033920 Rante Besi	2009
2	SMP	SMPN 2 Tanah Pinem	2012
3	SMA	SMKN 5 Medan	2015
4	Melanjutkan kuliah di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2015 sampai selesai.		