

TUGAS AKHIR

**STUDI KEKUATAN LENTUR PADA PRISMA
BETON DENGAN CAMPURAN SERAT DAUN NANAS
(Studi Penelitian)**

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

Disusun Oleh:
ARIS ATMA WIJAYA
1407210095



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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Aris Atma Wijaya

NPM : 1407210095

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Studi Kekuatan Lentur Pada Prisma Beton Dengan Campuran Serat Daun Nanas (Studi Penelitian)

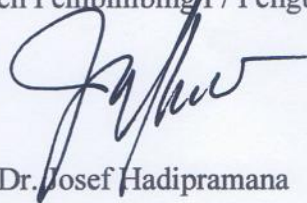
Bidang ilmu : Struktur

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

Medan, Agustus 2018

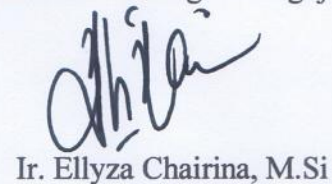
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji



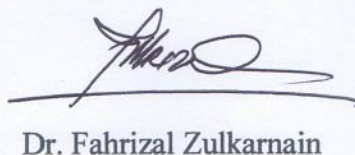
Dr. Josef Hadipramana

Dosen Pembimbing II / Penguji



Ir. Ellyza Chairina, M.Si

Dosen Pembanding I / Penguji



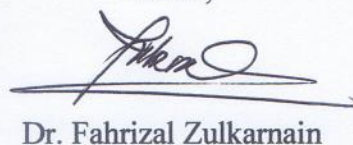
Dr. Fahrizal Zulkarnain

Dosen Pembanding II / Penguji



Dr. Ade Faisal

Program Studi Teknik Sipil
Ketua,



Dr. Fahrizal Zulkarnain

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Aris Atma Wijaya

Tempat /Tanggal Lahir: Medan/ 15 Februari 1995

NPM : 1407210095

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil,

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

“Studi Kekuatan Lentur Pada Prisma Beton Dengan Campuran Serat Daun Nanas”,

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, Agustus 2018

yang menyatakan,



Aris Atma Wijaya

ABSTRAK

STUDI KEKUATAN LENTUR PADA PRISMA BETON DENGAN CAMPURAN SERAT DAUN NANAS (Studi Penelitian)

Aris Atma Wijaya
1407210095

Dr. Josef Hadipramana
Ir. Ellyza Chairina, M.Si

Pembangunan Indonesia dalam bidang konstruksi di era modern menunjukkan perkembangan yang sangat pesat, sehingga menuntut teknologi beton yang semakin inovatif. Maka dibutuhkan sesuatu inovasi baru pada campuran beton yang gunanya untuk memperbaiki kekurangan beton sekaligus mendapat nilai ekonomis dari bahan yang digunakan. Berkaitan dengan hal tersebut, diadakan penelitian yang menggunakan serat daun nanas sebagai bahan tambah pada campuran beton sebesar 0 %, 0,04 %, 0,09 % dan 0,15 % terhadap berat semen. Penambahan serat didalam campuran beton disebut beton berserat. Bertujuan agar dapat meningkat mutu beton tersebut dari kuat lentur beton serta kuat tekan beton. Pengujian sifat mekanik beton dilakukan pada umur 14 hari dan 28 hari. Untuk mendapatkan nilai kuat tekan dan kuat lentur. Benda uji yang digunakan pada penelitian ini menggunakan kubus (15x15x15) cm untuk pengujian kuat tekan dan balok (60x15x15) cm untuk pengujian kuat lentur dengan rencana mutu beton 45,8 MPa dengan. Maka hasil Penelitian adalah serat nanas dapat mempengaruhi nilai kuat tekan serta nilai kuat lentur yang ditunjukkan pada campuran variasi serat 0,09 % mengalami nilai kuat tekan tertinggi sebesar 56,74 MPa. Dan untuk nilai kuat lentur tertinggi pada campuran variasi serat 0,15 % sebesar 5,02 MPa 14 hari dan 5,69 MPa 28 hari. Demikianlah hasil dari pengujian kuat tekan dan kuat lentur dengan campuran serat nanas.

Kata Kunci : *Beton, Serat Nanas, Kuat tekan dan Kuat Lentur.*

ABSTRACT

STUDY OF FLEX STRENGTH IN PRISM CONCRETE WITH PINEAPPLE LEAF FIBER MIXED (Research Studi)

Aris Atma Wijaya

1407210095

Dr. Josef Hadipramana

Ir. Ellyza Chairina, M.Si

Indonesia's development in the construction sector in the modern era shows a very rapid development, thus demanding increasingly innovative concrete technology. Then it takes something new innovation in the concrete mix that is useful for repairing the shortcomings of concrete while getting the economic value of the material used. In this regard, a study was conducted using pineapple leaf fiber as an ingredient added to the concrete mixture of 0 %, 0.04 %, 0.09 % and 0.15 % of the weight of cement. Adding fiber in the concrete mixture is called fibrous concrete. Aiming to increase the quality of the concrete from the flexural strength of the concrete and the compressive strength of the concrete. Testing of mechanical mechanical properties was carried out at the age of 14 days and 28 days. To get the value of compressive strength and flexural strength. The test object used in this study uses a cube (15x15x15) cm for compressive strength testing and beam (60x15x15) cm for flexural strength testing with a concrete quality plan of 45.8 MPa with. Then the results of the research are pineapple fiber can affect the compressive strength value and the value of flexural strength shown in the mixture of 0.09 % fiber variation has the highest compressive strength value of 56.74 MPa. And to supply the highest flexural strength in a mixture of 0.15 % fiber variation of 5.02 MPa 14 days and 5.69 MPa 28 days. Thus the results of testing compressive strength and flexural strength with a mixture of pineapple fiber.

Keywords: Cronrete, Pineapple Fiber, Compressive Strength and Flexural Strength

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Studi Kekuatan Lentur Pada Prisma Beton Dengan Campuran Serat Daun Nanas” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Bapak Dr. Josef Hadipramna, selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Ir. Ellyza Chairina, M.Si, selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Dr. Ade Faisal, selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, ST, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.

7. Bapak Ir. Torang Sitorus M.T, selaku Kepala Laboratorium Beton Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara dan para Asisten Laboratorium Beton telah mengizinkan saya untuk melakukan penelitian tugas akhir di Laboratorium Universitas Sumatera Utara.
8. Orang tua saya: Ayah saya M. Ishak dan Ibu saya Irma Yani, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
9. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
10. Sahabat-sahabat penulis: Andri Pramuja, Muhammad Aditya Putra Panjaitan, Muhammad Ardiansyah dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi ilmu Sipil pada Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan dunia Konstruksi Teknik Sipil.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Medan, Agustus 2018

Aris Atma Wijaya

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR NOTASI	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
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	6
BAB 2 STUDI PUSTAKA	
2.1. Pengertian Beton	8
2.2. Material Penyusun Beton	11
2.2.1 Semen Portland	12
2.2.2 Agregat	14
2.2.3 Air	22
2.3. Serat	25
2.3.1 Serat Alam	26
2.3.2 Serat Buatan	26
2.4. Serat Daun Nanas	27
2.5. Beton Berserat	30
2.6. Slump Test	31

2.7. Perawatan Beton (<i>Curing</i>)	34
2.8. Kuat Tekan	35
2.9. Kuat Lentur	37
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	
3.1. Umum	41
3.1.1. Metodologi Penelitian	41
3.2. Diagram Alir Penelitian	43
3.3. Waktu dan Tempat Penelitian	44
3.4. Persiapan Bahan dan Peralatan	44
3.4.1. Bahan	44
3.4.2. Peralatan	44
3.5. Persiapan Penelitian	46
3.5.1. Persiapan Material	46
3.6. Pemeriksaan Material	46
3.7. Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir)	46
3.7.1. Pemeriksaan Analisa Saringan	47
3.7.2. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapannya	50
3.7.3. Pemeriksaan Kadar Air	51
3.7.4. Pemeriksaan Kadar Lumpur	52
3.7.5. Pemeriksaan Berat Isi	53
3.8. Pemeriksaan Kasar (Batu Pecah)	53
3.8.1. Pemeriksaan Analisa Saringan	54
3.8.2. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapannya	57
3.8.3. Pemeriksaan Kadar Air	58
3.8.4. Pemeriksaan Kadar Lumpur	59
3.8.5. Pemeriksaan Berat Isi	60
3.8.6. Keausan Agregat (<i>Los Angeles</i>)	61
3.9. Serat Daun Nanas	62
3.10. Perencanaan Campuran Beton	63
3.11. Pelaksanakan Penelitian	64
3.11.1. Mix Design	64
3.11.2. Pembuatan Benda Uji	71

3.11.3. Pengujian Slump	73
3.11.4. Perawatan Beton	73
3.11.5. Pengujian Benda Uji	73
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN
4.1. Perencanaan Campuran Beton (<i>Mix Design</i>)	75
4.1.1. Data-Data Campuran Beton	75
4.2. Pengujian Slump Test	86
4.3. Pengujian Kuat Tekan	86
4.3.1. Pengujian Kuat Tekan Normal	88
4.3.2. Pengujian Kuat Tekan Campuran Serat 0,04 %	89
4.3.3. Pengujian Kuat Tekan Campuran Serat 0,09 %	90
4.3.4. Pengujian Kuat Tekan Campuran Serat 0,15 %	91
4.3.5. Hasil Pengujian Kuat Tekan	92
4.4. Pengujian Kuat Lentur (<i>Flexural Test</i>)	94
4.4.1. Pengujian Kuat Lentur 28 Hari	94
4.4.2. Pengujian Kuat Lentur 28 Hari	98
4.5. Perbandingan Pengujian Hasil Kuat Tekan dan Kuat Lentur	102
4.6. Pembahasan	105
4.6.1. Pembahasan Kuat Tekan	105
4.6.2. Pembahasan Kuat Lentur	107
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN
5.1. Kesimpulan	109
5.2. Saran	109
DAFTAR PUSTAKA	110
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Presentasi komposisi semen portland dan karakteristik	13
Tabel 2.2	Pengaruh sifat agregat pada sifat beton	14
Tabel 2.3	Jenis agregat berdasarkan kepadatan	15
Tabel 2.4	Batas gradasi halus (SNI-03-2834-2002)	17
Tabel 2.5	Batas gradasi agregat kasar (panduan pelaksanaan praktikum beton)	20
Tabel 2.6	Batas toleransi kotoran pada air	24
Tabel 2.7	Komposisi unsur kimia serat nanas	28
Tabel 2.8	Toleransi waktu pengujian	35
Tabel 2.9	Koefisien perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur (Tjokrodimuljo, 2007)	37
Tabel 3.1	Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus di Laboratorium Beton Teknik USU (2018)	47
Tabel 3.2	Hasil pemeriksaan berat jenis agregat halus di Laboratorium Beton Teknik USU (2018)	50
Tabel 3.3	Hasil pemeriksaan kadar air agregat halus di Laboratorium Beton Teknik USU (2018)	51
Tabel 3.4	Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat halus di Laboratorium Beton Teknik USU (2018)	52
Tabel 3.5	Hasil pemeriksaan berat isi agregat halus di Laboratorium Beton Teknik USU (2018)	53
Tabel 3.6	Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar di Laboratorium Beton Teknik USU (2018)	54
Tabel 3.7	Rekap zona gradasi 3 dengan ukuran saringan maksimum 40 mm	56
Tabel 3.8	Hasil pemeriksaan berat jenis agregat kasar di Laboratorium Beton Teknik USU (2018)	57
Tabel 3.9	Hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar di Laboratorium Beton Teknik USU (2018)	58
Tabel 3.10	Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar di Laboratorium	

Beton Teknik USU (2018)	59
Tabel 3.11 Hasil pemeriksaan berat isi agregat kasar di Laboratorium Beton Teknik USU (2018)	60
Tabel 3.12 Hasil pemeriksaan keausan agregat kasar di Laboratorium Beton Teknik USU (2018)	62
Tabel 3.13 Hasil pengujian penyerapan serat daun nanas	63
Tabel 3.14 Faktor pengali standar deviasi	65
Tabel 3.15 Deviasi untuk berbagai tingkat pengendalian mutu perkerjaan	65
Tabel 3.16 Perkiraan kadar air bebas (kg/m^3) yang dibutuhkan untuk adukan beton	67
Tabel 3.17 Persyaratan jumlah semen minimum dan fas maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus	68
Tabel 4.1 Perencanaan campuran beton berdasarkan SNI 03-2834-2002	76
Tabel 4.2 Jumlah agregat halus yang dibutuhkan untuk satu benda uji	79
Tabel 4.3 Jumlah agregat kasar yang dibutuhkan untuk satu benda uji	79
Tabel 4.4 Jumlah variasi serat nanas untuk benda uji kubus	80
Tabel 4.5 Jumlah agregat halus yang dibutuhkan untuk dua belas benda uji	81
Tabel 4.6 Jumlah agregat kasar yang dibutuhkan untuk dua belas benda uji	81
Tabel 4.7 Jumlah agregat halus yang dibutuhkan untuk satu benda uji	83
Tabel 4.8 Jumlah agregat kasar yang dibutuhkan untuk satu benda uji	83
Tabel 4.9 Jumlah variasi serat nanas untuk satu benda uji balok	84
Tabel 4.10 Jumlah agregat halus yang dibutuhkan untuk dua puluh empat benda uji	85
Tabel 4.11 Jumlah agregat kasar yang dibutuhkan untuk dua puluh empat benda uji	85
Tabel 4.12 Hasil pengujian slump test untuk benda uji balok dan kubus	86
Tabel 4.13 Hasil kuat tekan beton normal umur 28 hari	88
Tabel 4.14 Hasil kuat tekan beton campuran serat nanas 0.04 % umur 28 hari	89
Tabel 4.15 Hasil kuat tekan beton campuran serat nanas 0.09 % umur 28 hari	90
Tabel 4.16 Hasil kuat tekan beton campuran serat nanas 0.15 % umur 28 hari	91
Tabel 4.17 Hasil pengujian kuat tekan dengan variasi serat nanas	92
Tabel 4.18 Hasil pengujian kuat lentur beton normal umur pengujian 28 hari	94

Tabel 4.19 Hasil pengujian kuat lentur beton campuran serat nanas 0.04 % pada umur pengujian 28 hari	95
Tabel 4.20 Hasil pengujian kuat lentur beton campuran serat nanas 0.09 % pada umur pengujian 28 hari	96
Tabel 4.21 Hasil pengujian kuat lentur beton campuran serat nanas 0.15 % pada umur pengujian 28 hari	97
Tabel 4.22 Hasil pengujian kuat lentur beton normal pada umur 14 hari	98
Tabel 4.23 Hasil pengujian kuat lentur beton campuran serat nanas 0.04 % pada umur pengujian 14 hari	99
Tabel 4.24 Hasil pengujian kuat lentur beton campuran serat nanas 0.09 % pada umur pengujian 14 hari	100
Tabel 4.25 Hasil pengujian kuat lentur beton campuran serat nanas 0.15 % pada umur pengujian 14 hari	101
Tabel 4.26 Hasil pengujian kuat tekan dan kuat lentur sebagai bahan perbandingan	102
Tabel 4.27 Hasil perbandingan dan persentase kuat lentur dengan penambahan serat nanas	106
Tabel 4.28 Hasil perbandingan dan persentase kuat lentur dengan penambahan serat nanas umur 14 hari dan 28 hari	108

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Grafik gradasi pasir zona 1 (pasir kasar)	18
Gambar 2.2	Grafik gradasi pasir zona II (pasir sedang)	18
Gambar 2.3	Grafik gradasi pasir zona III (pasir agak halus)	19
Gambar 2.4	Grafik gradasi pasir zona IV (pasir halus)	19
Gambar 2.5	Grafik batas gradasi kerikil atau batu koral berdiameter maks 40 mm	21
Gambar 2.6	Grafik batas gradasi kerikil atau batu koral berdiameter maks 20 mm	21
Gambar 2.7	Grafik batas gradasi kerikil atau batu koral berdiameter maks 10 mm	22
Gambar 2.8	Gambar alat slump test tampak atas dan tampak samping	33
Gambar 2.9	Bentuk-bentuk <i>slump</i> (a) runtuh, (b) geser, (c) ideal	33
Gambar 2.10	Sketsa gambar tipe/bentuk kehancuran pada benda uji.	36
Gambar 2.11	Uji lentur dengan pembebanan dua titik	38
Gambar 2.12	Posisi perletakan benda uji pada mesin uji	39
Gambar 2.13	Letak pada posisi sepertiga bentang tengah	39
Gambar 2.14	Patah terletak di luar 1/3 bentang tengah dan garis patah < 5 % dari bentangnya	40
Gambar 2.15	Letak patah di luar sepertiga bentang tengah > 5 %	40
Gambar 3.1	Tahapan singkat penelitian yang dilakukan	43
Gambar 3.2	Grafik gradasi agregat halus (zona 2 pasir sedang)	49
Gambar 3.3	Grafik gradasi agregat kasar dengan diameter 40 mm	56
Gambar 3.4	Semen porland tipe I	65
Gambar 3.5	Grafik SNI-03-2834-2002 tentang grafik faktor air semen dengan cara 2	66
Gambar 3.6	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm (SNI 03-2834-2002)	69
Gambar 3.7	Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat beton (SNI 03-2834-2002)	71

Gambar 4.1	Beban tekan pada benda uji kubus	87
Gambar 4.2	Grafik perbandingan kuat tekan dengan variasi campuran	93
Gambar 4.3	Grafik perbandingan kuat tekan dengan kuat lentur beton	103
Gambar 4.4	Grafik perbandingan kuat lentur beton uji dengan kuat lentur beton koefisien	104
Gambar 4.5	Grafik perbandingan kuat lentur berdasarkan kuat tekan beton dengan kuat lentur uji	104
Gambar 4.6	Grafik perbandingan dan Persentase penambahan serat nanas pada campuran beton	106
Gambar 4.7	Grafik hasil penambahan serat nanas	108

DAFTAR NOTASI

α	= kuat tekan (MPa)
P	= gaya tekan aksial dinyatakan dalam newton (N)
A	= luas penampang benda uji. (mm ²)
$f'c$ rata-rata	= kuat tekan rata-rata (MPa)
N	= jumlah benda uji
ϵ'	= regangan tekan beton (mm)
ΔL	= perpendekan beton (mm)
L0	= tinggi awal silinder beton (mm)
f estimasi 28 hari	= kuat tekan umur 28 /sesuai dengan hari pengujian (MPa)
f (saat pengujian)	= kuat tekan pada saat pengujian (kg/cm ²)
koefesien	= koefesien umur beton
R	= <i>modulus of rupture</i> (MPa)
P	= beban maksimum yang terjadi (kg/cm ³)
L	= panjang bentang (cm)
b	= lebar specimen (cm)
d	= tinggi specimen (cm)
a	= jarak rata-rata dari garis keruntuhan dan titik perletakan terdekak diukur pada bagian tarik specimen (cm)
A – A	= bagian sumbu melintang memanjang
B	= bagian titik-titik perletakan.
C	= bagian titik-titik pembebaan
FM	= <i>Fine Modolus</i>

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pembangunan Indonesia dibidang infrastruktur saat ini mengalami kemajuan yang sangat pesat. Dikarenakan kebutuhan akan sarana infrakstruktur untuk menunjang aktifitas sehari-hari. Dimana beton merupakan bagian struktur paling sering digunakan karena mempunyai banyak kelebihan diantaranya mampu menahan gaya tekan yang tinggi (Purwanto, 2011). Disamping itu juga beton juga memiliki kekurangan diantara lemahnya kemampuan beton menerima beban lentur (Mulyono, 2003). Beban lentur adalah suatu beban yang diletakan pada tengah bendang untuk pikul beton yang berbentuk balok. Dimana kemampuan untuk memikul beban yang diterima oleh balok tersebut disebut kekuatan lentur.

Kekuatan lentur bertujuan untuk mengetahui besarnya kemampuan beton menerima beban lentur maksimum (MPa atau N/mm^2). Dimana balok diberi beban lentur maksimum sampai balok mengalami patah (SNI-4431-2011). Pengujian kekuatan lentur ini umumnya menggunakan pembebanan satu titik pada tengah bentang ataupun menggunakan pembebanan dua titik pada tengah bentang tergantung pada kekuatan lentur yang ingin diketahui.

Pengujian ini untuk memperoleh kekuatan lentur beton untuk keperluan perencanaan struktur (SNI-4154-2014). Yang mana diketahui kekuatan lentur beton lebih kecil dibanding dengan kekuatan tekan beton (Suhendra, 2017). Untuk memperbaiki kekurangan tersebut ada beberapa untuk mengatasinya antara dengan menambahkan serat didalam campuran beton baik itu penggunaan serat alami ataupun serat buatan. Bertujuan untuk memperbaiki kelemahan beton terhadap kekuatan lentur yang mana diketahui bahwa serat memiliki kekuatan tarik yang cukup kuat (Wihartono, 2017). Serat daun nanas yang ditambahkan didalam campuran beton bersifat sebagai bahan tambah didalam campuran beton.

Penambahan serat kedalam campuran beton dengan cara disebarkan secara merata (*unifrom*) pada saat mix atau selama pencampuran berlangsung. Bertujuan

agar pada saat pencampuran beton segar tidak mengalami penggumpalan yang dapat menyebabkan menurunkan kekuatan beton tersebut (Gerung, 2012). Beton yang diberi bahan tambah serat disebut beton serat (*concrete fiber*). Serat dalam beton berfungsi mencegah retak-retak sehingga menjadikan beton lebih daktil dari pada beton biasa dan untuk meningkatkan kekuatan lentur beton (Muliasari, 2010), sehingga beton tahan terhadap gaya lentur akibat cuaca, iklim dan temperatur yang biasanya terjadi pada beton dengan permukaannya yang luas. Ada pun jenis - jenis serat yang sering ditambahkan yang pada campuran beton adalah serat baja (*steel fibre*), serat kaca (*glass fibre*), serat plastik (*polypropylene fibre*) dan serat alami (*nature fibre*). Jenis serat yang dapat digunakan dalam penelitian beton serat ialah berupa serat alam (*natural fibre*) yang diambil dari daun nanas.

Serat daun nanas (*pineapple-leaf fibres*) adalah salah satu jenis serat yang berasal dari tumbuhan (*vegetable fibre*) yang diperoleh dari daun-daun tanaman nanas (Kirby, 1963). Tanaman nanas yang juga mempunyai nama lain, yaitu *Ananas Cosmosus* (termasuk dalam *Family Bromeliaceae*). Daun nanas mempunyai lapisan luar yang terdiri dari lapisan atas dan bawah. Diantara lapisan tersebut terdapat banyak ikatan atau helai-helai serat (*bundles of fibre*) yang terikat satu dengan yang lain oleh sejenis zat perekat (*gummy substances*) yang terdapat dalam daun. Karena daun nanas tidak mempunyai tulang daun, adanya serat-serat dalam daun nanas tersebut akan memperkuat daun nanas saat pertumbuhannya. Dari berat daun nanas hijau yang masih segar akan dihasilkan kurang lebih sebanyak 2,5 sampai 3,5 % serat serat daun nanas (Hidayat, 2008).

Dengan penambahan serat ke dalam adukan beton, maka sifat-sifat struktural beton akan diperbaiki. Serat nanas yang ditambahkan pada campuran beton segar dicampurkan dengan cara perlahan tidak secara langsung karena dikhawatirkan serat akan menggumpal. Serat-serat didalam beton bekerja secara mekanis, sehingga tidak akan bereaksi secara kimiawi dengan bahan beton lainnya. Serat membantu mengikat dan mempersatukan campuran beton setelah terjadinya pengikatan awal dengan pasta semen. Pasta beton akan semakin kokoh atau stabil dalam menahan beban karena aksi serat (*fibre bridging*) yang saling mengikat disekelilingnya. (Suhardirman, 2011).

Beton serat memiliki beberapa kelebihan dari beton tanpa serat dalam strukturnya, yaitu keliatan (*ductility*), ketahanan terhadap beban kejut (*impact resistance*), kekuatan terhadap pengaruh susut (*shrinkage*), ketahanan terhadap keausan (*abrasi*), dan kuat lentur. Menurut Amir (2005), serat merupakan bahan tambahan yang akan digunakan untuk memperbaiki kelemahan pada beton seperti kekuatan tarik, sifat gilas dan ketahan lentur beton tersebut. Beberapa studi tentang sifat-sifat mekanika dan aplikasi beton dalam pemakaian beton berserat lebih banyak dilaporkan dalam ACI (*American Concrete Institute*). Hannant (1978) menyatakan bahwa faktor utama yang menentukan kemampuan bahan serat adalah sifat fisik serat dan kekuatan lekatannya yang menyebabkan beton tersebut retak.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil penambahan serat daun nanas terhadap kekuatan beton dan karakteristik beton serat (*concrete fiber*). Dengan adanya serat dalam campuran beton diharapkan menambah kekuatan beton. Untuk mendapatkan kekuatan lentur beton yang lebih tinggi dengan menggunakan serat daun nanas dari beton yang tanpa ditambahkan serat daun nanas. Sebagai perbandingan antara beton normal dengan beton campuran serat daun nanas, sehingga dapat ditarik kesimpulan mengenai pengaruh penambahan serat daun nanas pada beton serat yang ditinjau dari kekuatan beton yang berupa kuat lentur serta kuat tekan.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental yang dilaksanakan di Laboratorium. Penggunaan serat daun nanas yang saat ini digunakan untuk bahan tekstil yaitu pembuatan baju dan bahan-bahan lainnya. dengan inovasi yang baru penggunaan serat daun nanas untuk konstruksi tidak pernah dipikirkan oleh orang banyak. Serat daun nanas tersebut bertujuan untuk menambah kekuatan beton untuk menjadi yang lebih baik. Pengujian menggunakan benda uji yang digunakan untuk penelitian ini berbentuk balok dengan ukuran panjang 60 cm, lebar 15 cm dan tinggi 15 cm untuk mengetahui kuat lentur dan menggunakan benda uji kubus yang berukuran panjang 15 cm, lebar 15 cm dan tinggi 15 cm untuk mengetahui kuat tekan beton. Dengan variasi yang digunakan untuk penelitian 0 %, 0,04 %, 0,09 % dan 0,15 % terhitung dari berat semen. Dan umur pengujian yang digunakan adalah umur 14 hari dan 28 hari. Diharapkan dengan adanya penelitian ini menambah suatu informasi baru sebagai

inovasi baru dan mendapatkan hasil yang telah direncanakan agar meningkatkan kekuatan beton.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas yaitu pemanfaatan serat daun nanas sebagai bahan tambah campuran beton yang diharapkan mempunyai kekuatan beton yang lebih besar dibandingkan dengan beton campuran pada umumnya. Maka dapat dikemukakan suatu rumusan masalah, yaitu:

1. Bagaimana hasil beton campuran serat daun nanas terhadap kekuatan beton?
2. Bagaimana hasil uji lentur beton dengan campuran serat daun nanas 0 %, 0,04 %, 0,09 % dan 0,15 % dengan metode 2 titik pembeban?
3. Bagaimana hasil perbandingan antara beton normal dan beton campuran serat daun nanas?

1.3. Ruang Lingkup Penelitian

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

1. Metode pembuatan sampel beton SNI-03-2834-2002 “Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal”.
2. Metode pengujian kuat lentur beton dengan dua titik pembeban SNI 4431: 2011.
3. Metode Pengujian kuat tekan beton SNI-03-1974-1990 “Metode Pengujian Kuat Tekan Beton”.
4. Serat daun nanas yang ditambahkan bervariasi dengan penambahan serat daun nanas 0 %, 0,04 %, 0,09 % dan 0,15 % dari volume berat semen dengan panjang 1.5 cm.
5. Sebelum dilakukan pencampuran pada pencetakan beton, serat daun nanas harus dilakukan treatment yang berupa pemisah antara daun dan serat nanas kemudian dikeringkan hingga mengurangi kadar air pada serat lalu dipotong per 1.5 cm.

6. Penelitian ini menggunakan cetakan dengan penampang lintang berbentuk balok ukuran lebar 15 cm, tinggi 15 cm dan panjang 60 cm untuk pengujian kuat lentur dan kubus berukuran panjang 15 cm, lebar 15 cm dan tinggi 15 cm untuk pengujian kuat tekan.

1.4. Tujuan Penelitian

Sesuai dengan rumusan masalah diatas maka tujuan penelitian yaitu:

- a. Untuk mengetahui hasil pengaruh penambahan serat daun nanas terhadap kekuatan beton.
- b. Untuk mengetahui hasil uji lentur beton dengan tambahan serat daun nanas 0 %, 0,04 %, 0,09 % dan 0,15 %.
- c. Untuk mengetahui hasil perbandingan antara beton normal dengan beton campuran serat daun nanas.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada ilmu pengetahuan, praktisi akademi dan dunia konstruksi. Selain itu penelitian ini diharapkan:

1. Beton dengan campuran serat nanas diharapkan dapat meningkatkan mutu beton dalam kuat lentur, disamping bertujuan dapat memanfaatkan limbah agraria.
2. Diharapkan dapat menjadi beton serat yang murah sebagai ganti beton serat yang sudah ada dan dapat mengganti beton normal sebagai material konstruksi ringan.
3. Mengetahui sifat dan karakter beton yang ditambahkan serat daun nanas.
4. Mengetahui pengaruh variasi campuran serat daun nanas pada beton.
5. Memberikan informasi tentang perbandingan kuat lentur pada beton yang memiliki campuran serat daun nanas dengan beton tanpa memiliki campuran serat daun nanas.

1.6. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pada ilmu pengetahuan, praktisi akademi dan dunia konstruksi. Selain itu penelitian ini diharapkan:

1. Beton dengan campuran serat nanas diharapkan dapat meningkatkan mutu beton dalam kuat lentur, disamping bertujuan dapat memanfaatkan limbah agraria.
2. Diharapkan dapat menjadi beton serat yang murah sebagai ganti beton serat yang sudah ada dan dapat mengganti beton normal sebagai material konstruksi ringan.
3. Mengetahui sifat dan karakter beton yang ditambahkan serat daun nanas.
4. Mengetahui pengaruh variasi campuran serat daun nanas pada beton.
5. Memberikan informasi tentang perbandingan kuat lentur pada beton yang memiliki campuran serat daun nanas dengan beton tanpa memiliki campuran serat daun nanas.

1.7. Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan skripsi ini penulis membagi materi yang akan disampaikan dalam beberapa bab, yaitu:

1. BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian dan sistematika penulisan..

2. BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang menguraikan dan membahas mengenai beton, material penyusun campuran beton, teori/kajian/hasil riset terdahulu mengenai serat, slump test, perawatan beton, kuat tekan beton dan kuat lentur beton serta metode analisa data.

3. BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas gambaran mengenai metode pelaksanaan secara keseluruhan meliputi bagan alir, waktu dan tempat penelitian, bahan dan alat yang digunakan serta prosedur penelitian.

4. BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas tentang analisis penelitian dan hasil penelitian data yang diperoleh dari penelitian.

5. BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini membahas kesimpulan akhir dari penelitian serta saran yang membangun untuk penelitian lebih lanjut.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Beton

Beton adalah suatu campuran dengan komposisi bahan-bahan yang terdiri dari agregat halus, agregat kasar dan semen yang dipersatukan oleh air dalam perbandingan tertentu, dimana air dan semen membentuk pasta yang semakin lama akan mengeras dan semakin kuat. Struktur beton sangat dipengaruhi oleh komposisi dan kualitas bahan-bahan pencampur beton, yang dibatasi oleh kemampuan kuat tekan beton (*in a state of compression*) seperti yang tercantum dalam perencanaannya (Mulyono, 2005).

Menurut SNI 03-2834 (2002), Beton merupakan campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat.

Ditinjau dari sudut ekonomis, beton hanya membutuhkan sedikit pemeliharaan. Selain itu, beton juga memiliki ketahanan terhadap api. Tetapi di dilihat dari sudut pandang yang sebaliknya juga beton juga memiliki beberapa kekurangan antar lainnya mengalami deformasi yang tergantung pada waktu dan disertai dengan penyusutan diakibatkan oleh pengaruh keadaan mulai dari lingkungan, rangka, penyusutan dan pembebanan yang mengakibatkan perubahan dimensi pada struktur beton (Mulyono, 2005).

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).

Dengan berbagai komposisi yang berbeda-beda membuat beton karakteristik yang berbeda juga dan memiliki ketahanan yang berbeda. Karakteristik beton

umum yang ada di pasaran memiliki massa jenis rata-rata 2000-2500 kg/m³, tekanannya sekitar 3-50 Mpa (Lakum, 2008). Selain itu, Komposisi bahan pembentuk beton berdasarkan jumlah persentase yang biasanya terdapat pada suatu campuran beton.

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

Secara umum kelebihan dan kekurangan beton yaitu:

1. Kelebihan beton:
 - a. Memiliki kekuatan tekan yang tinggi.
 - b. Dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
 - c. Mampu memikul beban yang berat sesuai dengan rencana.
 - d. Tahan terhadap temperatur yang tinggi.
 - e. Biaya pemeliharaan yang kecil.
2. Kekurangan beton:
 - a. Lemah kekuatan lentur beton.
 - b. Bentuk yang telah dibuat sulit untuk diubah.
 - c. Pelaksanaan pekerjaan membutuhkan ketelitian yang tinggi.
 - d. Memiliki massa yang berat menyebabkan sulit beton untuk dipindahkan.
 - e. Beton memiliki daya pantul suara yang besar.

Ada beberapa hal yang menyebabkan beton memiliki mutu yang rendah:

1. Pelaksanaan dalam penentuan proposi campuran.
2. Pelaksanaan campuran beton.
3. Pengangkutan beton segar pasca pencampuran.
4. Penuangan dan pemeliharaan/perawatan beton pasca pengecoran.

5. Faktor-faktor lain yang terjadi dalam beton itu sendiri (SNI 03-6815-2002).

Kontrol kualitas yang baik dapat dicapai dengan menggunakan bahan-bahan beton yang memenuhi syarat penakaran dan pencampuran bahan yang benar sesuai dengan standart yang digunakan yaitu SNI 03-2834-2002 “Tata cara pembuatan rencana beton” atau standart lainnya, sesuai dengan mutu yang diinginkan. Namun beton memiliki karakteristik yang berbeda-beda sesuai dengan campuran yang ada pada beton tersebut. Seperti penambahan bahan tambah pada campuran beton akan menimbulkan karakteristik yang berbeda pada beton itu sendiri.

Menurut SNI 03-2834 (2002), bahwa beton dapat dibedakan berdasarkan berat isi beton dan kuat tekan beton. Terhadap isi beton dapat diklasifikasikan pada tiga kategori umum yaitu:

1. 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.
2. Beton Normal (*Normal Weight Concrete*) Beton yang mempunyai berat 2400 kg/m^3 dan mengandung pasir, kerikil alam dan batu pecah sebagai agregat.
3. Beton Berat (*Heavy Weight Concrete*) Beton ini selalu digunakan sebagai pelindung terhadap radiasi yang beratnya lebih besar 3200 kg/m^3 .

Berdasarkan kuat tekan “SNI 03-6468-2000, ACI 318, ACI 363R- 92” mutu beton dengan benda uji silinder (tinggi 30 cm dan diameter 15 cm) dibagi menjadi 3 bagian:

- a. Beton mutu ringan (*low strength concrete*) $f_c' < 20 \text{ MPa}$.
- b. Beton mutu sedang (*medium strength concrete*) $f_c' = 21 \text{ MPa}$ s/d 40 MPa .
- c. Beton mutu tinggi (*high strength concrete*) $f_c' \geq 41 \text{ MPa}$.

Kuatnya nilai kuat tekan beton dengan tidak berbanding lurus dengan kuat lenturnya. Setiap usaha perbaikan mutu kekuatan tekan hanya disertai oleh peningkatan yang kecil dari kuat lenturnya. Menurut (Mulyono, 2005) perkiraan kasarnya nilai kuat lentur berkisaran antara 9-15 % dari kuat tekannya. Nilai ini pastinya sulit untuk diukur. Kecilnya kuat lentur beton ini merupakan salah satu kelemahan beton dari beton biasa. Untuk mengatasinya, beton dikombinasikan dengan tulangan dimana baja biasa yang digunakan sebagai tulangan. Alasan

menggunakan tulangan baja sebagai tulangnya dikarenakan koefisien baja hampir sama dengan koefisien beton. Dengan penambahan tulang baja beton tersebut disebut beton bertulang.

Beton dapat juga dicampur dengan bahan lain seperti composite atau bahan lain yang sesuai dengan perilaku yang akan diberikan terhadap beton tersebut. Misalnya beton pra-tekan atau beton pra-tegang (*pre-stressing*), dan beton pra-cetak (*pre-cast*).

2.2. Material Penyusun Campuran Beton

Beton terdiri dari material penyusun yang membuat beton menjadi kompit. Menurut metode pembuatan beton dengan menggunakan SNI 03-2834-2002 Tata pembuatan rencana campuran beton normal (tanpa tulangan). Campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat. Beton normal adalah beton yang mempunyai berat isi 2200-2500 kg/m³ menggunakan agregat alam yang pecah. Tata cara ini meliputi persyaratan umum dan persyaratan teknis perencanaan proporsi campuran beton untuk digunakan sebagai salah satu acuan bagi para perencana dan pelaksana dalam merencanakan proporsi campuran beton tanpa menggunakan bahan tambah untuk menghasilkan mutu beton sesuai dengan rencana.

Menurut SNI 03-2834-2002 pemilihan proporsi campuran beton harus dilaksanakan sebagai berikut:

- a. Rencana campuran beton ditentukan berdasarkan hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen.
- b. Untuk beton dengan nilai f'_c lebih dari 20 MPa proporsi campuran coba serta pelaksanaan produksinya harus didasarkan pada perbandingan berat bahan.
- c. Untuk beton dengan nilai f'_c hingga 20 MPa pelaksanaan produksinya boleh menggunakan perbandingan volume.
- d. Perbandingan volume bahan ini harus didasarkan pada perencanaan proporsi campuran dalam berat yang dikonversikan ke dalam volume melalui berat isi rata-rata antara gembur dan padat dari masing-masing bahan.

- e. Bahan air harus memenuhi ketentuan yang berlaku Semen harus memenuhi SNI-15-2049-1994 tentang Semen Portland.
- f. Agregat harus memenuhi SNI-03-1750-1990 tentang Mutu dan Cara Uji Agregat Beton.

Untuk mendapatkan mutu beton yang sesuai diisyaratkan pada beton untuk struktur bangunan sipil, perlu dilakukan pengujian laboratorium baik untuk agregat, adukan beton maupun beton pada umur tertentu. Agar struktur beton aman terhadap gaya lentur yang bekerja, beton harus mempunyai kuat lentur tertentu sesuai dengan yang diisyaratkan. Untuk mengetahui kuat lentur dari struktur beton perlu dilakukan pengujian kuat lentur beton yang dapat mengetahui batas maximum kekuatan lentor beton.

2.2.1. Semen Portland

Beton umumnya tersusun dari tiga bahan penyusun utama yaitu: semen, agregat dan air. Dan jika diperlukan, bahan tambah dapat ditambahkan untuk mengubah sifat-sifat tertentu dari beton tersebut. Semen merupakan bahan campuran yang bersifat kimiawi aktif setelah berhubungan dengan air yang berfungsi sebagai pengikat agregat. Pada penelitian ini penulis menggunakan semen portland.

Semen portland adalah bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam pekerjaan beton. Menurut ASTM-C-150 (1985), semen portland didefinisikan sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan utamanya.

Semen merupakan bahan pengikat yang paling dan banyak digunakan dalam pembangunan. Jika semen ditambahkan air, maka semen akan menjadi pasta. Jika ditambahkan agregat halus maka semen akan menjadi mortar dan jika digabungkan semen ditambahkan agregat kasar maka semen akan menjadi campuran beton segar yang setelah mengeras akan menjadi beton keras (*concrete*).

Fungsi utama semen adalah sebagai mengikat butir-butir agregat sehingga membentuk massa yang padat dan mengisi rongga-rongga udara diantara butiran

agregat (Mulyono, 2005). Walaupun komposisi semen dalam beton sekitar 10% namun peran penting sebagai bahan pengikat.

Menurut Peraturan Beton 1989 (SKBI.1.4.53.1989) semen portland dibedakan menjadi lima jenis (SK.SNI T-15-1990-03:2) yaitu:

- a. Tipe I adalah semen portland untuk tujuan umum. Jenis ini paling banyak diproduksi karena digunakan hampir untuk semua jenis konstruksi. Penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis-jenis lainnya.
- b. Tipe II adalah semen portland modifikasi, semen yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
- c. Tipe III adalah semen portland dengan kekuatan awal tinggi. Kekuatan 28 hari umumnya tercapai dalam 1 minggu.
- d. Tipe IV adalah semen portland dengan panas hidrasi rendah, yang dipakai untuk kondisi dimana kecepatan dan jumlah panas yang timbul harus minimum.
- e. Tipe V adalah semen portland tahan sulfat yang dipakai untuk menghadapi aksi sulfat yang ganas.

Berdasarkan penjelasan tipe semen di atas berikut ini Tabel 2.1 menjelaskan komposisi semen dan karakteristik dari semen portland.

Tabel 2.1: Presentasi komposisi semen portland dan karakteristik.

Type Semen	Komposisi Dalam Persentasi (%)							Karakteristik Umum
	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF	C _a SO ₄	C _a O	M _g O	
Tipe I, Normal	49	25	12	8	2,9	0,8	2,4	Semen untuk semua tujuan
Tipe II, Modifikasi	46	29	6	12	2,8	0,6	3	Relatif sedikit pelepasan panas, digunakan untuk struktur besar
Tipe III, Kekuatan awal tinggi	56	15	12	8	3,9	1,4	2,6	Mencapai kekuatan awal yang tinggi pada umur 3 hari
Tipe IV, panas hidrasi rendah	30	46	5	13	2,9	0,3	2,7	Dipakai pada bendungan beton
Tipe V, tahan sulfat	43	36	4	12	2,7	0,4	1,6	Dipakai pada saluran dan struktur yang diekspose terhadap sulfat

Selain itu ada tipe IA, IIA, IIIA. Huruf A yang berarti air *extrained*, mengandung buih udara. Jenisnya sama dengan semen portland tipe tersebut, tetapi mengandung material air yang digiling bersama klinker pada waktu produksinya.

2.2.2. Agregat

Agregat adalah bahan-bahan yang campuran beton yang saling diikat dengan perekat (semen). Agregat umumnya digunakan adalah pasir, kerikil, dan batu pecah. Mengingat bahwa agregat menempati 70-75% dari volume beton maka kualitas agregat sangat berpengaruh terhadap kualitas beton. Dengan agregat yang baik, beton dapat dikerjakan (*workable*), kuat, tahan lama (*durable*) dan ekonomis (Antoni, 2007). Agregat harus mempunyai gradasi yang baik dan memenuhi syarat agar seluruh massa beton dapat berfungsi secara utuh, homogen dan padat, dimana agregat yang berukuran kecil dapat mengisi rongga-rongga yang ada diantara agregat yang berukuran besar. Pengaruhnya dapat dilihat dari Tabel 2.2. pengaruh sifat agregat pada beton.

Tabel 2.2: Pengaruh sifat agregat pada sifat beton.

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 berlaku untuk penentuan agregat pada campuran beton. Pertama, SII menyebutkan “Mutu dan Cara Uji Agregat Beton”. kedua, ASTM C33 “*Standard Specification for Concrete Aggregate*”.

Mengingat agregat lebih ekonomis dari pada semen maka akan lebih ekonomis bila agregat dimasukkan sebanyak mungkin selama secara teknis memungkinkan, dan kandungan semennya minimum. Meskipun dulu agregat dianggap sebagai material pasif, berperan sebagai pengisi saja, kini disadari adanya kontribusi positif agregat pada sifat beton. Seperti stabilitas volume, ketahanan abrasi dan ketahanan umum (*durability*).

Menurut (Mulyono, 2005) agregat dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

- a. Agregat alami. Terbentuk melalui proses alami yaitu proses erosi dan degradasi sehingga membentuk partikel-partikel bulat yang permukaannya licin, agregat alami ini dapat diperoleh dari alam.
- b. Agregat yang mengalami proses pengolahan terlebih dahulu Agregat ini dapat ditemukan didaerah pegunungan dan perbukitan sehingga diperlukan proses pengolahan terlebih dahulu sebelum dapat dipergunakan sebagai agregat campuran beton.
- c. Agregat buatan (*Artificial Aggregates*) Di Indonesia, bahan dasar agregat buatan ini adalah lempung. Berat jenis agregat buatan ini berkisar 0,8 - 1,0 t/m³ sehingga dikenal sebagai agregat ringan buatan.

Menurut (Antoni, 2007) agregat diklasifikasikan menurut kriterianya:

a. Ukuran dan Produksi

Perbedaan antara agregat kasar dan halus adalah pada ayakan 5 mm (3/16”). Agregat halus adalah agregat yang lebih kecil dari ukuran 5 mm dan agregat kasar adalah agregat dengan ukuran lebih besar dari 5 mm. Agregat dapat diambil dari batuan alam dari ukuran kecil maupun ukuran besar yang dipecah.

b. Kepadatan

Tidak ada batas yang jelas antara agregat biasa dengan agregat ringan atau agregat berat. Pengelompokan umum dapat dilihat dari Tabel 2.3. Perlu dibedakan antara kepadatan (*density*) agregat dengan kepadatan beton.

Tabel 2.3: Jenis agregat berdasarkan kepadatan.

Jenis	Kepadatan (kg/m ³)
Ringan	300 – 1800
Sedang	2400 – 3000
Berat	>4000

c. Petrologi

Klasifikasi menurut BS 812 yang membaginya ke dalam kelompok Artifisial, *Basalt, Flint, Gabbro, Giant, Gritstone, Hornfels, Batu kapur, Prophyry, Quartzite dan Schist.*

d. Mineralogi

Menurut ASTM C294, klasifikasi komposit mineral semen portland adalah felpspars, mineral-mineral silika, karbon, sulfat, besi sulfida, besi magnesia, zeolit, oksida besi dan meneral tanah liat.

Menurut Antoni, 2007 ada 4 kondisi kandungan air di dalam agregat:

a. Kering oven (*bone dry* atau *oven dry-od*)

Bisa didapat dengan memasukkan agregat kedalaman oven selama 24 jam pada temperatur 105 – 110°C.

b. Kering udara (*air dry-ad*)

Bagain luarnya kering namun bagian dalamnya masih mengandung air. Keadaan agregat di lapangan apabila terjemur.

c. *Satured Surfase Dry* (SSD)

Ini keadaan teoritis, yaitu butiran di dalamnya sudah jenur air (saturated), namun bagian sebelah luar masih kering dapat dirasakan menggunakan telapak tangan. Kondisi ini dipakai sebagai dasar perhitungan mix design.

d. Lembab (*moist* atau *wet*)

Selain bagian dalam jenuh air, bagian luar juga basah. Didapat dengan merendam agregat selama 24 jam.

Jumlah air total adalah sepuluh kali air yang ada, baik yang di dalam pori maupun yang di luar butir. Kadar air total adalah peresentase jumlah air tersebut terhadap berat agregat kering. Kadar air bebas adalah persentase jumlah air yang di luar butir saja. Kadar air bebas sebagai dasar untuk perencanaan campuran karena agregat dianggap dalam keadaan SSD.

Agar kekuatan yang diinginkan dapat tercapai, maka dalam pelaksanaan dilapangan, agregat tersebut harus memenuhi syarat-syarat yang telah ditetapkan menurut ASTM C 33. Secara umum, agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu:

a. Agregat halus

Menurut ASTM agregat halus adalah agregat yang mempunyai ukuran butiran berkisar antara 0,075 mm sampai dengan 4,75 mm dan memenuhi 8 persyaratan. Penggunaan agregat halus dapat berupa pasir dari laut dengan syarat harus dibersihkan terlebih dahulu dari pengotoran garam (*klorida*) ataupun kulit

kerang dan pasir yang diperoleh dari penggalian dengan syarat harus dibersihkan dari lempung atau tanah liat. Agregat halus dan pasir mempengaruhi proses reaksi pada hidrasi semen dalam beton.

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

- Menghemat pemakaian semen.
- Menambah kekuatan beton.
- Mengurangi penyusutan pada pengerasan beton.

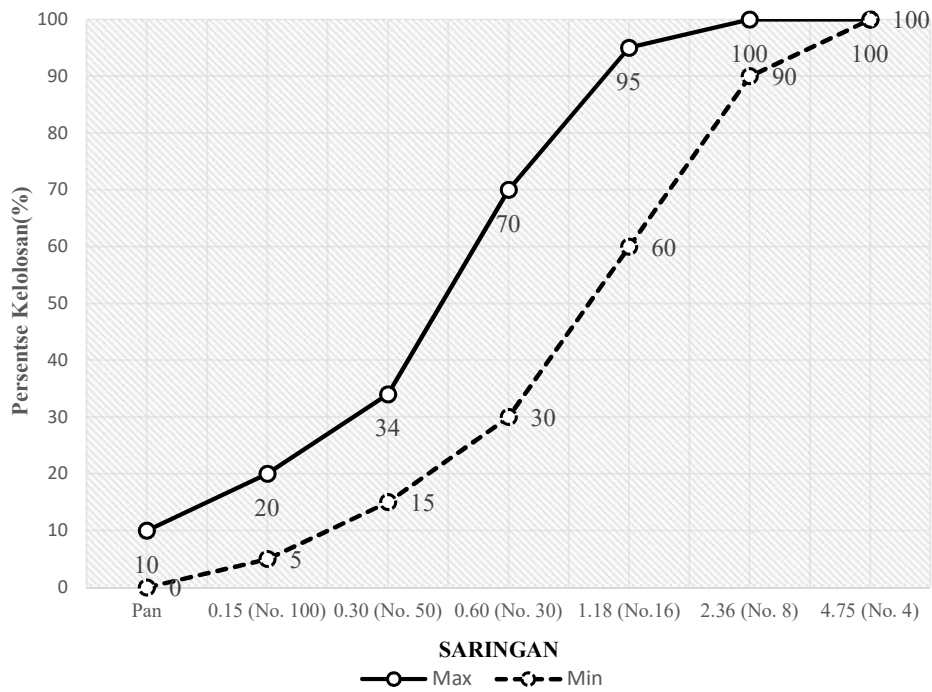
Persyaratan batas gradasi agregat halus juga dijelaskan pada SNI-03-2834-2002 seperti yang terlihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4: Batas gradasi halus (SNI-03-2834-2002).

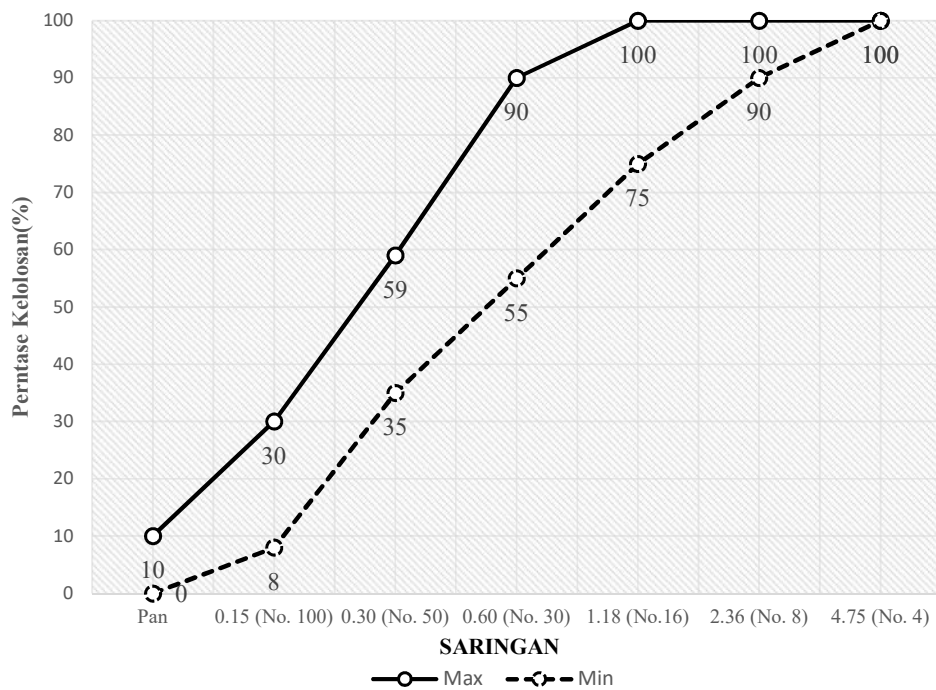
Lubang Ayakan (mm)	No.	Presen berat butiran yang lewat ayakan			
		I	II	III	IV
10	3/8 in	100	100	100	100
4,8	No.4	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	No.8	65-95	75-100	85-100	95-100
1,2	No.16	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	No.30	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	No.50	5-20	8-30	12-40	15-50
0,25	No.100	0-10	0-10	0-10	0-15

- Keterangan:
 1. Daerah Gradasi I = pasir kasar
 2. Daerah Gradasi II = pasir sedang
 3. Daerah Gradasi III = pasir agak halus
 4. Daerah Gradasi IV = pasir halus

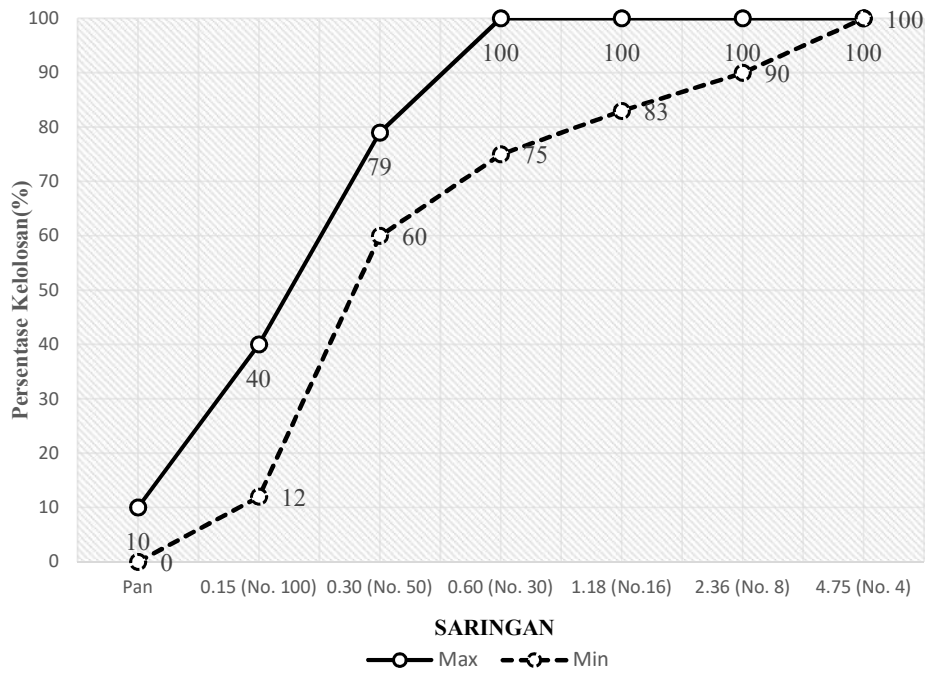
Dari Tabel 2.5 terlihat batas gradasi untuk gradasi agregat halus lebihnya dapat terlihat pada Gambar 2.1, Gambar 2.2, Gambar 2.3 dan Gambar 2.4 dalam bentuk grafik.



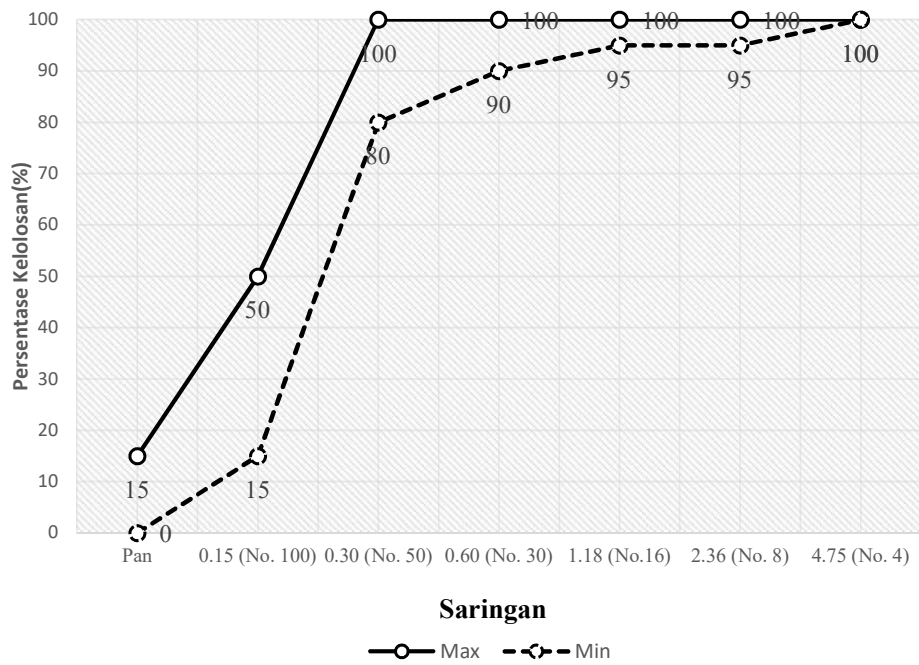
Gambar 2.1: Grafik gradasi pasir zona I (pasir kasar).



Gambar 2.2: Grafik gradasi pasir zona II (pasir sedang).



Gambar 2.3: Grafik gradasi pasir zona III (pasir agak halus).



Gambar 2.4: Grafik gradasi pasir zona IV (pasir halus).

Pada penelitian ini sesuai dengan standar SNI (Standart Nasional Indonesia), ASTM (*American Standart Testing and Material*), Jurnal-jurnal panduan dan Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera agar agregat halus diteliti terhadap:

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

b. Agregat kasar

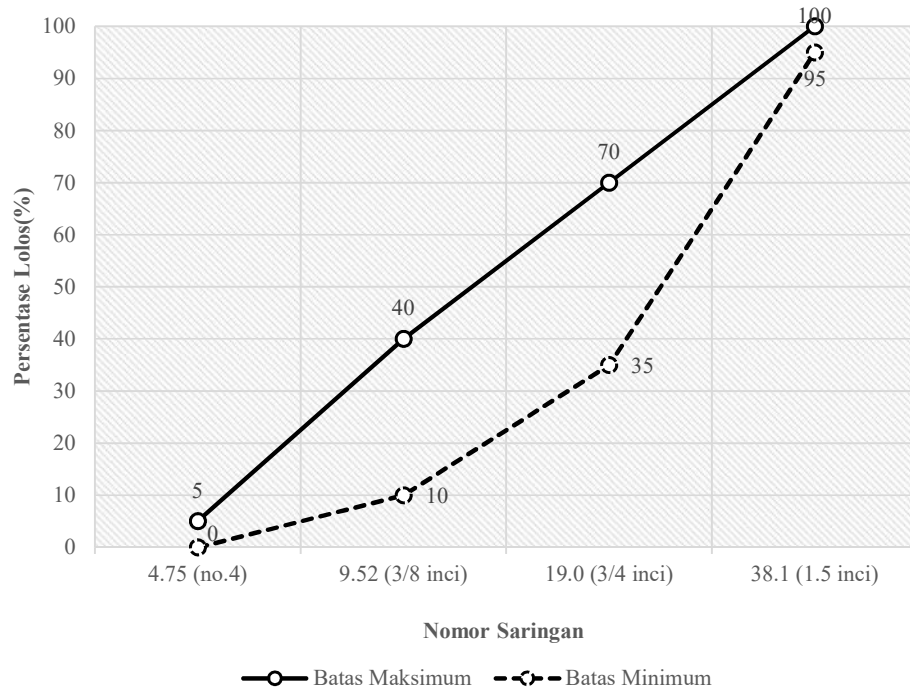
Agregat kasar dapat berupa kerikil sebagai hasil gesintergrasi alami dari batu- batuan atau batu pecah yang diperoleh dari pemecah batu. Pada umumnya agregat kasar memiliki ukuran minimum lebih besar dari 4,75 mm.

Agregat kasar memiliki butir-butir kasar yang mengandung butir-butir pipih hanya dapat dipakai apabila jumlah butir-butir pipih tersebut tidak melampaui 20 % dari berat agregat seluruhnya. Butir-butir agregat harus bersifat kekal, artinya tidak pecah ataupun hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari atau hujan.

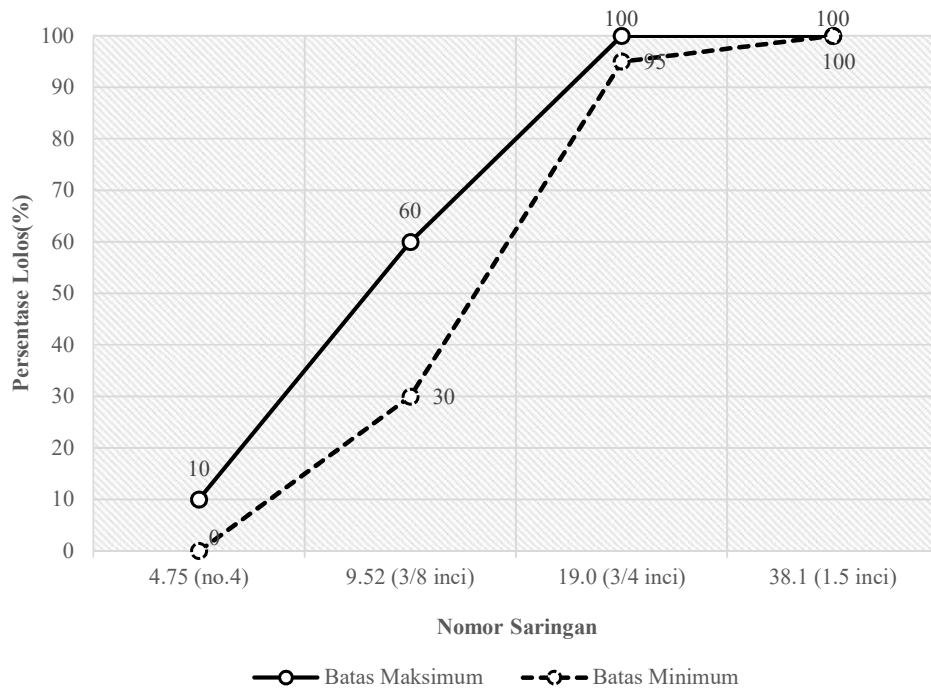
Tabel 2.5: Batas gradasi agregat kasar (panduan pelaksanaan praktikum beton).

Lubang Ayakan (mm)	Diameter Ayakan Terbesar 40 mm		Diameter Ayakan Terbesar 20 mm		Diameter Ayakan Terbesar 10 mm	
	Min	Maks	Min	Maks	Min	Maks
38,1(1,5inci)	95	100	100	100	100	100
19,0 (3/4inci)	35	70	95	100	100	100
9,52 (3/8inci)	10	40	30	60	50	85
4,75 (no.4)	0	5	0	10	0	5

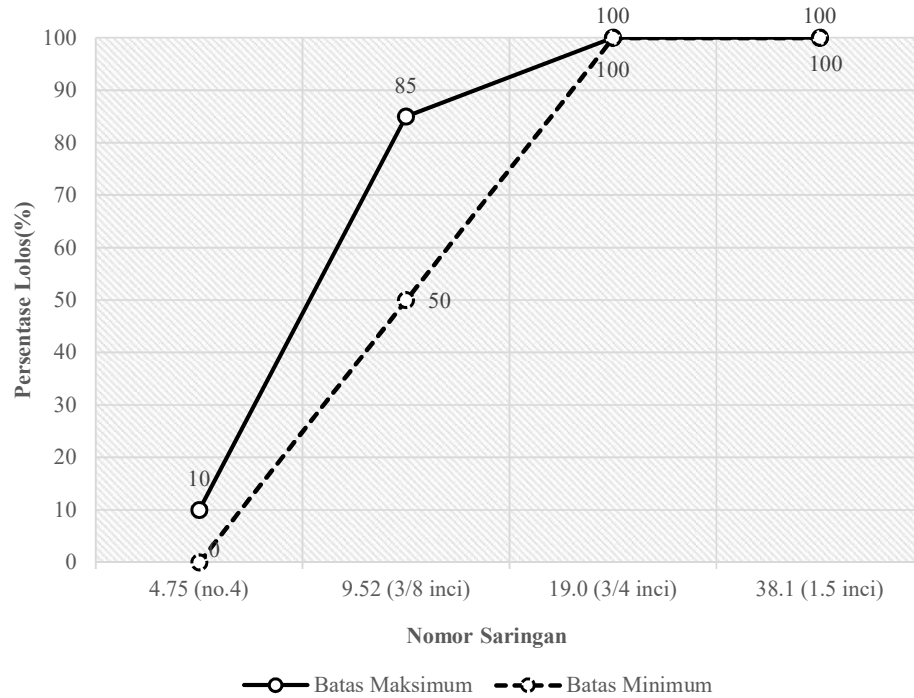
Berdasarkan Tabel 2.5 batas gradasi agregat kasar yang berpanduan Buku Pandu Praktikum Beton Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, SNI dan ASTM. Dan pemeriksaan batas gradasi maka dapat diketahui agregat yang digunakan termasuk pada zona 40 mm, 20 mm atau 10 mm.



Gambar 2.5: Grafik batas gradasi kerikil atau batu koral berdiameter maks 40 mm.



Gambar 2.6: Grafik batas gradasi kerikil atau batu koral berdiameter maks 20 mm.



Gambar 2.7: Grafik batas gradasi kerikil atau batu koral berdiameter maks 10 mm.

Pada penelitian ini sesuai dengan standar SNI (Standart Nasional Indonesia), ASTM (American Standart Testing and Material), Jurnal-jurnal panduan dan Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera agar agregat halus diteliti terhadap:

1. Pemeriksaan analisa saringan
2. Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan
3. Pemeriksaan kadar air
4. Pemeriksaan kadar lumpur
5. Pemeriksaan berat isi
6. Pemeriksaan keausan (*Los Angeles*)

2.2.3. Air

Semen tidak bisa menjadi pasta tanpa air. Air harus selalu ada didalam campuran beton cair, tidak saja untuk menghindari hidrasi semen, tetapi juga untuk mengubah menjadi suatu pasta sehingga beton cetak (*workable*). Jumlah air yang terikat dalam beton dengan faktor air semen 0.65 adalah sekitar 20 % dari berat

semen pada umur 4 minggu. Dihitung dari komposisi mineral semen, jumlah air yang diperlukan untuk hidrasi secara teoritis adalah 35 - 37 % dari berat semen.

Air yang diperlukan dipengaruhi faktor-faktor berikut:

- a. Ukuran agregat maksimum: diameter membesar → kebutuhan air menurun (begitu pula jumlah mortar yang dibutuhkan menjadi lebih sedikit).
- b. Bentuk butir: bentuk bulat → kebutuhan air menurun (batu pecah perlu banyak air).
- c. Gradasi agregat: gradasi baik → kebutuhan air menurun kecacakan yang sama.
- d. Kotoran dalam agregat: makin banyak slit, tanah liat dan lumpur akan meningkatkan kebutuhan air.
- e. Jumlah agregat halus (perbandingan antara agregat kasar atau halus) → agregat halus lebih sedikit akan menurunkan kebutuhan air.

Kekuatan dari pasta pengerasan semen ditentukan oleh perbandingan berat antara semen dan faktor air. Persyaratan Mutu Air menurut SNI 03-2847-2002, adalah sebagai berikut:

1. Air harus bersih, tidak berbau, tidak mempunyai rasa, dan dapat dikonsumsi sebagai air minum.
2. Tidak mengandung lumpur, minyak, benda-benda terapung yang dapat dilihat secara visual.
3. Tidak mengandung alkali atau garam-garam yang terlarut dan dapat merusak beton.
4. Tidak mengandung benda-benda tersuspensi lebih dari 2 gr/lit.
5. Kandungan klorida tidak lebih dari 500 ppm dan senyawa sulfat tidak lebih dari 1000 ppm sebagai SO_4 , dimana ppm adalah singkatan dari *part permillion* yaitu kandungan zat kimia yang masih diperbolehkan. Dianalisa secara kimia dan mutunya dievaluasi menurut pemakaian.
6. Bila dibandingkan kekuatan tekannya dengan yang mengandung air suling sebagai pencampuran maka persentase kekuatan tekan yang terjadi tidak boleh lebih dari 10 %.

Air yang mengandung kotoran yang cukup banyak akan mengganggu proses pengerasan atau ketahanan beton. Kandungan kurang dari 1000 ppm (parts permillion) masih diperbolehkan meskipun konsentrasi lebih dari 200 ppm

sebaiknya dihindari. Secara umum air yang digunakan adalah air yang dapat diminum karena tidak terdapat yang aneh pada rasa, bau dan warna yang terkandung dalam air.

Pada BS 3148 terdapat dua metode untuk menilai kelayakan air untuk beton, yaitu: dengan membandingkan waktu pengikatan dan kuat tekan dan benda uji yang dibuat dengan semen dan air yang dipertanyakan dengan air suling. Air dianggap memenuhi syarat jika tidak berubah waktu pengikatannya lebih dari 30 menit, atau berkurang kekuatannya dari 20 % dibandingkan air suling.

Bila masih diragukan, adakan perbandingan antara mortar yang memakai air tersebut dengan mortar yang memakai air tawar/suling. Dipakai kubus mortar ukuran 50 mm, sesuai SII 0013-81 atau ASTM C109. Kekuatan pada umur 7 hari dan 28 hari minimal 90 % dari kekuatan mortar dari air tawar. Namun sifat-sifat lain harus diperiksa, misalnya pengaruh jangka panjang.

Kotoran secara umum menyebabkan:

- a. Gangguan pada hidrasi dan pengikatan.
- b. Gangguan pada kekuatan dan ketahanan.
- c. Perubahan volume yang dapat menyebabkan keretakan.
- d. Korosi pada tulangan baja maupun kehancuran beton.
- e. Bercak-bercak pada permukaan beton.

Berikut ini batas limit konsentrasi untuk berbagai kotoran adalah sebagai mana tertera pada Tabel. 2.6. Dari Tabel 2.6. dapat dilihat pengaruh zat-zat terdapat pada kandungan air. Dapat mengurangi kuat tekan pada beton. Air yang terkandung di dalam campuran (*mix*). Agregat yang basah akan membuat campuran lebih basah dan meningkatkan faktor air semen, dan sebaliknya agregat yang kering akan menyerap air campuran dan menurunkan kelecakan beton. Jadi kandungan air di dalam agregat harus diketahui.

Tabel 2.6: Batas toleransi kotoran pada air.

Kotoran	Konsentrasi maksimum (ppm)	Keterangan
Suspensi	2.000	Silt, tanah liat, bahan organik
Ganggang	500-1.000	Air entrain

Tabel 2.6: *Lanjutan.*

Kotoran	Konsentrasi maksimum (ppm)	Keterangan
Karbonat	1.000	Mengurangi setting time
Bikarbonat	400-1000	400 ppm untuk Ca, Mg
Sodium sulfat	10.000	Kekuatan dini dapat meningkat, tapi kekuatan akhir menurun
Magnesium sulfat	40.000	
Sodium klorida	20.000	Mengurangi setting-time kekuatan dini meningkat tetapi kekuatan akhir menurun
Kalsium klorida	50.000	
Magnesium klorida	40.000	
Garam besi	40.000	
Phosphat, arsenat, boratz	500	Memperlambat set
Garam Zn, Cu, Mn, Sn	500	
Asam inorganis	10.000	PH tidak kurang dari 3.0
Sodium hidroksida	500	
Sodium sulfida	100	Beton harus diuji
Gula	500	Memengaruhi set

Berdasarkan Tabel 2.6 ini menjelaskan bahwa syarat-syarat air yang digunakan untuk campuran beton dan dampak yang dihasilkan oleh kandungan zat yang ada didalamnya. Dengan kata lain air yang digunakan harus benar-benar diperhatikan agar campuran beton yang direncanakan sesuai dengan apa yang direncanakan.

2.3. Serat

Serat adalah salah satu jenis bahan berupa potongan-potongan komponen yang membentuk jaringan memanjang yang utuh. Serat sendiri memiliki kekuatan tarik yang cukup besar. Adapun tujuan serat digunakan pada campuran beton adalah untuk meningkatkan kekuatan tarik beton yang dimana kekuatan tarik pada serat memiliki ketahanan yang cukup tinggi. Sehingga beton dapat bertahan terhadap gaya tarik akibat cuaca dan iklim dengan permukaan beton yang luas. Adapun jenis yang sering digunakan pada campuran beton serat terbagi adalah serat alam dan serat buatan.

2.3.1. Serat Alam

Serat alam adalah serat yang berasal dari alam pada umumnya dari alam mulai dari tumbuh-tumbuhan maupu hewan, misalnya:

- a. Serat ijuk
- b. Serat serabut kelapa
- c. Serat nanas
- d. Serat sutra
- e. Dan semua serat yang berasal dari alam.

Ada pun beberapa peneltian yang terdahulu mengenai serat sebagai bahan campuran pada beton yang bertujuan meningkat nilai kuat tarik beton tersebut. Seperti pada beberapa penelitian ini yang menggunakan serat alam yang dicampurkan untuk meningkat nilai dari mutu beton tersebut.

1. Pengaruh serat daun nenas dengan konsentrasi serat dan variasi panjang serat 0,5 cm, 1,0 cm Dan 1,5 cm terhadap kuat tarik beton normal (Gerung, 2012).
2. Kajian Penambahan Serat Bambu Terhadap Serat Bambu Ori Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton (Suhardirman, 2011).
3. Pengaruh Penambahan sabut Kelapa Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan Dan Sebagai Peredam Suara. Universitas Sumatera Utara (Marpaung, 2010).
4. Pemanfaatan serat ijuk sebagai material Campuran Dalam Beton Menahan Beban Tekan Vol 1 (Wihartono, 2017).

Berdasarkan penelitian yang sudah diteliti terdahulu pada umum serat dapat meningkat kekuatan tarik dari beton yang dicampurkan dengan serat. Menjelaskan bahwa penggunaan serat alam lebih ekonomis dibanding dengan menggunakan serat buatan. Dikarean serat alam masih banyak dianggap sebagai limbah atau pemanfaat yang masih kurang.

2.3.2. Serat Buatan

Serat buat adalah serat yang dibuat dari bahan senyawa-senyawa polimer yang mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap cuaca tetapi pada umumnya harga untuk serat buatan ini cenderung lebih mahal dibanding dengan harga serat alam. Salah satu contoh serat buatan yang sering dijumpai:

- a. Serat Polypropilene
- b. Serat Polyetilene
- c. Serat Polyester
- d. Serat Dacron
- e. Serat Nylon

Ada pun beberapa penelitian yang terdahulu mengenai serat buat sebagai bahan campuran pada beton yang bertujuan meningkat nilai kuat tarik beton tersebut. Seperti pada beberapa penelitian ini yang menggunakan serat alam yang dicampurkan untuk meningkat nilai dari mutu beton tersebut.

1. Penggunaan serat polyrpolene untuk meningkat nilai kuat tarik beton (Wahyu Kartini, 2017).
2. Pengaruh Pemakaian Serat Kawat Berkait Pada Kekuatan Beton Mutu Tinggi Berdasarkan Optimasi Diameter Serat (Ariatama, 2007).
3. Pengaruh Penambahan Serat Tembaga Pada Beton Mutu Tinggi Metode Dreux Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah Dan Modulus Elastisitas (Budiyanto, 2015).
4. Pengaruh Penambahan Serat Nylon Terhadap Kinerja Beton (Yohanes, 2004).

Berdasarkan penelitian terdahulu mengenai serat buatan yang ditambah pada campuran beton umum tidak ekonomis dikarena adanya beberapa serat buatan yang terlalu mahal dan hasil kekuatan tarik beton yang dihasilkan hampir sama dengan menggunakan serat alam.

2.4. Serat Nanas

Daun nanas mengandung banyak serat yang cukup potensial untuk dijadikan bahan baku utama dari pabrik tekstil maupun non tekstil dan di Indonesia sebenarnya sangatlah potensial karena daun nanas bahan baku mudah didapat dan masih dianggap limbah yang masih kurang pemanfaatnya. Dengan bentuk daun nanas menyerupai pedang yang meruncing diujungnya dengan warna hijau kehitaman dan pada tepi daun terdapat duri yang tajam. Tergantung dari species atau varietas tanaman, panjang daun nanas berkisar antara 55 sampai 75 cm dengan lebar 3,1 sampai 5,3 cm dan tebal daun antara 0,18 sampai 0,27 cm (Hidayat, 2008).

Serat nanas adalah salah satu serat alam (*natural fibre*) yang kuat yang mudah didapat dan cukup berpotensi (Antoni, 2010). Serat daun nanas (*pineapple-leaf fibres*) merupakan salah satu serat yang berasal dari tumbuhan (*vegetable fibre*) yang diperoleh dari daun-daun tanaman nanas. Dari berat daun nanas hijau yang masih segar akan dihasilkan kurang lebih sebanyak 2,5 sampai 3,5 % serat daun nanas. Pengambilan serat daun nanas pada umumnya dilakukan pada usia tanaman berkisar antara 1 sampai 1,5 tahun. Serat yang berasal dari daun nanas yang masih muda pada umumnya tidak panjang dan kurang kuat. Sedang serat yang dihasilkan dari tanaman nanas yang terlalu tua, terutama tanaman yang pertumbuhannya di alam terbuka dengan intensitas matahari cukup tinggi tanpa pelindung, akan menghasilkan serat yang pendek kasar dan getas atau rapuh (*short, coarse and brittle fibre*). Oleh sebab, itu untuk mendapatkan serat yang kuat, halus dan lembut perlu dilakukan pemilihan pada daun-daun nanas yang cukup dewasa yang pertumbuhannya sebagian terlindung dari sinar matahari.

Berikut ini adalah komposisi yang terdapat pada serat daun nanas. Dengan unsur-unsur kimia didalam dapat dilihat pada Tabel 2.7 (Hidayat, 2008).

Tabel 2.7: Komposisi unsur kimia serat nanas.

Komposisi Kimia	Serat nanas (%)
Alpha Selulosa	69.5-71,5
Pentosan	17.0-17.8
Lignin	4.4-4.7
Pektin	1.0-1.2
Lemak dan Wax	3.0-3.2
Abu	0.71-0.87
Zat-zat lainnya (protein, asam organik dan sebagai>	4.5-5.3
Jumlah	100

Daun nanas mempunyai lapisan luar yang terdiri dari lapisan atas dan bawah. Diantara lapisan tersebut terdapat banyak ikatan atau helai-helai serat (*budles of*

fibre) yang terikat satu dengan yang lain oleh sejenis zat perekat (*gummy substances*) yang terdapat dalam daun. Karena daun nanas tidak mempunyai tulang daun. Adanya serat-serat dalam daun nanas tersebut akan memperkuat daun nanas dalam pertumbuhannya. Dari berat daun nanas hijau yang masih segar akan dihasilkan kurang lebih sebanyak 2,5 sampai 3,5 % serat-serat daun nanas (Hidayat, 2008).

Pemisahan atau pengambilan serat nanas dari daunnya (*fiber extraction*) dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu dengan tangan (*manual*) ataupun dengan peralatan *decorticator* (Kirby, 1963). Cara yang paling umum dan praktis adalah dengan proses *water retting* dan *scraping* atau secara manual. *Water retting* adalah proses yang dilakukan oleh *micro-organismes* (*bacterial action*) untuk memisahkan atau membuat busuk zat-zat perekat (*gummy substances*) yang berada disekitar serat daun nanas, sehingga serat akan mudah terpisah dan terurai satu dengan lainnya. Cara *extraction* serat daun nanas dapat juga dilakukan dengan peralatan yang disebut mesin *Decorticator*, prosesnya disebut dengan *dekortikasi*. Mesin *decorticator* terdiri dari suatu *cylinder* atau drum yang dapat berputar pada porosnya. Gerakan perputaran *cylinder* dapat dilakukan secara manual (tenaga manusia) atau menggunakan motor listrik. Saat *cylinder* berputar, daun-daun nanas, sambil dipegang dengan tangan, disuapkan diantara *cylinder* dan pasangan rol dan plat penyuap. Untuk memudahkan pemisahan zat-zat yang ada disekitar serat dan menghindari kerusakan pada serat, proses *decortikasi* sebaiknya dilakukan pada kondisi daun dalam keadaan segar dan basah (*wet condition*). Daun-daun nanas yang telah mengalami proses *dekortikasi*, kemudian dicuci dan dikeringkan melalui sinar matahari, atau dapat dilakukan dengan cara-cara yang lain (Hidayat, 2008).

Untuk memperoleh serat daun nanas tersebut memerlukan waktu \pm 1 bulan. Adapun tahapan untuk memperoleh serat nanas dengan cara manual menggunakan scrap adalah sebagai berikut:

1. Daun dipilih dan dipotong.
2. Setelah dipotong, bagian daging daun nanas diserut menggunakan pisau hingga terlihat serat daunnya pada bagian tengah.
3. Pisahkan serat dan daging daun nanas menggunakan pisau.

4. Setelah terpisah, serat daun nanas kemudian dijemur agar tahan lama dan tidak mudah membusuk karena sisa daging daun yang masih menempel pada serat daun nanas.

Menurut hasil uji kuat lentur sederhana yang dilakukan oleh Yasa dan Wati (2015), beban yang mampu ditahan serat daun nanas (dalam judul penelitian disebut serat nanas) sampai kondisi putus tercapai adalah + 250 gr atau + 0,25 kg. Diameter serat nanas yang digunakan dalam uji kuat tarik sederhana adalah 0,03 cm atau 0,3 mm. Berdasarkan nilai tersebut, jadi serat yang bagus memiliki kuat tarik sebesar 35,4 MPa.

2.5. Beton Berserat

Beton serat merupakan beton yang terdiri dari semen *hidrolik*, air, agregat halus, agregat kasar dan serat (serat baja, plastik, glass maupun serat alami) yang disebar secara diskontinu. Menurut Tjokrodimuljo (1996) mendefinisikan beton serat (*fiber concrete*) sebagai bahan komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan lain yang berupa serat (batang-batang dengan diameter antara 5 dan 500 μm dengan panjang sekitar 2,5 mm sampai 10 mm). Penambahan serat pada beton dimaksudkan untuk memperbaiki kelemahan sifat yang dimiliki oleh beton yaitu memiliki kuat tarik yang rendah.

Beton serat mempunyai kelebihan dibanding beton tanpa serat dalam beberapa sifat strukturnya antara lain keliatan (*ductility*), ketahanan terhadap beban kejut (*impact resistance*), kuat tarik dan lentur (*tensile and flexural strength*), kelelahan (*fatigue life*), ketahanan terhadap pengaruh susut (*shrinkage*) dan ketahanan terhadap keausan (*abrasion*) (Soroushian and Bayashi, 1987). Menurut Dwi Adianto (2005), beton serat memberi banyak keuntungan antara lain:

- a. Serat terdistribusi secara acak di dalam volume beton pada jarak yang relatif dekat satu sama lain. Hal ini akan memberi tahanan berimbang ke segala arah dan memberi keuntungan material struktur yang dipersiapkan untuk menahan beban gempa dan angin.
- b. Perbaikan perilaku deformasi seperti ketahanan terhadap impak, daktilitas yang lebih besar, kuat lentur, dan kapasitas torsi yang lebih baik.
- c. Meningkatkan ketahanan beton terhadap formasi dan pembentukan retak.

- d. Peningkatan ketahanan pengelupasan (*spalling*) dan retak pada selimut beton akan membantu menghambat korosi besi tulangan dari serangan kondisi lingkungan yang berpotensi korosi.

Untuk pemilihan jenis bahan serat perlu disesuaikan dengan sifat beton yang diperbaiki. Beberapa hal yang perlu mendapat perhatian pada beton *fiber* (Suhendro, 2000), adalah:

- a. Masalah *fiber dispersion* yang menyangkut teknik pencampuran *fiber* ke dalam adukan agar dapat tersebar merata dengan orientasi yang random.
- b. Masalah *workability* (kelecekan adukan), yang menyangkut kemudahan dalam proses pengerjaan/pemadatan, termasuk indikatornya.
- c. Masalah *mix design/proportion* untuk memperoleh mutu tertentu dengan kelecekan yang memadai.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penambahan *fiber* ke dalam adukan beton akan menurunkan kelecekan adukan secara cepat sejalan dengan penambahan konsentrasi *fiber* dan aspek ratio *fiber*. Penurunan kelecekan adukan dapat dikurangi dengan penurunan diameter maksimal agregat, peninggian faktor air semen, penambahan semen ataupun pemakaian bahan tambah. Meskipun demikian jika konsentrasi *fiber* dan aspek ratio *fiber* (nilai banding panjang dan diameter *fiber*) melampaui suatu batas tertentu, tetap akan didapat suatu adukan dengan kelecekan yang sangat rendah yang sulit diaduk dan dicor dengan cara- cara biasa (Sudarmoko, 1989). Aspek ratio *fiber* yang tinggi akan menyebabkan *fiber* cenderung untuk menggumpal menjadi suatu bola yang sangat sulit disebar secara merata sebelum dan sesudah proses pengadukan.

Untuk mendapatkan hasil terbaik dianjurkan menggunakan rasio 50-150 dimana jika diameter serat 1 mm, panjangnya kisarian 50-150 mm berdasarkan penelitian terdahulu yang menggunakan serat sebagai bahan tambah yang digunakan untuk meningkat nilai kekuatan lentur dari beton tersebut.

2.6. Slump Test

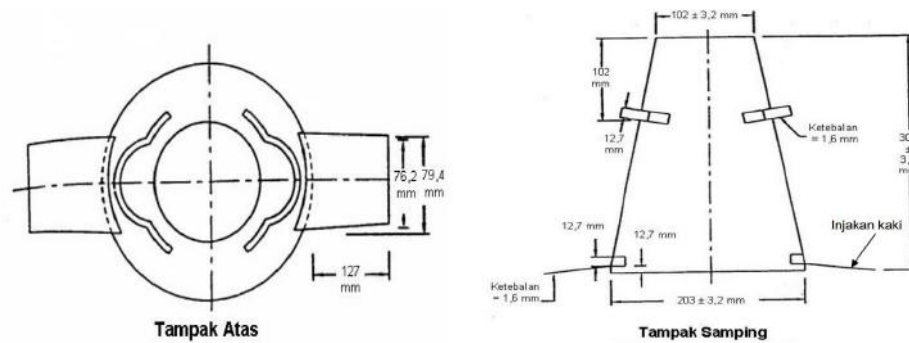
Slump test merupakan suatu teknik untuk melihat *homogenitas* dan *workability* adukan beton segar dengan suatu kekentalan tertentu yang dinyatakan dengan satu nilai slump. Dalam kondisi laboratorium, dengan material beton yang

terkendali secara ketat, nilai slump umumnya meningkat sebanding dengan nilai kadar air campuran beton, dengan demikian berbanding terbalik dengan kekuatan beton. Tetapi dalam pelaksanaan di lapangan harus hati-hati, karena banyak faktor yang berpengaruh terhadap perubahan adukan beton pada pencapaian nilai slump yang ditentukan, sehingga hasil slump yang diperoleh di lapangan tidak sesuai dengan kekuatan beton yang diharapkan.

Menurut SNI 1972-2008 bahwa cara uji slump beton ini bertujuan untuk menyediakan langkah kerja bagi para pengguna untuk menentukan slump dari beton semen hidrolis plastis. Cara uji ini memuat ruang lingkup, arti kegunaan, rangkuman dari cara uji, peralatan, langkah kerja, laporan serta ketelitian dan penyimpangan uji slump meliputi penentuan nilai slump beton, baik di laboratorium maupun di lapangan. Nilai-nilai yang tertera dinyatakan dalam satuan internasional (SI) dan digunakan sebagai standar.

Alat yang digunakan untuk melakukan pengujian slump test berupa sebuah cetakan yang terbuat dari bahan logam yang tidak lengket dan tidak bereaksi dengan pasta semen. Ketebalan logam tersebut tidak boleh lebih kecil dari 1,5 mm dan bila dibentuk dengan proses pemutaran (*spinning*), maka tidak boleh ada titik dalam cetakan yang ketebalannya lebih kecil dari 1,15 mm. Cetakan harus berbentuk kerucut terpancung dengan diameter dasar 203 mm, diameter atas 102 mm, tinggi 305 mm. Permukaan dasar dan permukaan atas kerucut harus terbuka dan sejajar satu dengan yang lain serta tegak lurus terhadap sumbu kerucut. Batas toleransi untuk masing-masing diameter dan tinggi kerucut harus dalam rentang 3,2 mm dari ukuran yang telah ditetapkan (SNI 1972-2008).

Cetakan harus dilengkapi dengan bagian injakan kaki dan untuk pegangan seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.8. Bagian dalam dari cetakan relatif harus licin dan halus, bebas dari lekukan, deformasi atau mortar yang melekat. Cetakan harus dipasang secara kokoh di atas pelat dasar yang tidak menyerap air. Pelat dasar juga harus cukup luas agar dapat menampung adukan beton setelah mengalami slump.

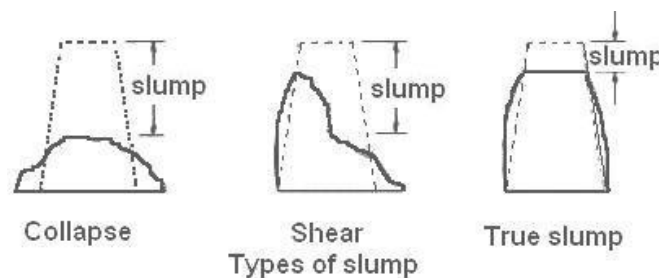


Gambar 2.8: Gambar alat slump test tampak atas tampak samping.

Dengan tambahan batang penusuk untuk memandatkan cair beton agar mengurangi ronggo udara pada saat diuji. Batang baja yang lurus, penampang lingkaran dengan diameter 16 mm dan panjang sekira 600 mm, memiliki salah satu atau kedua ujung berbentuk bulat setengah bola dengan diameter 16 mm.

Terdapat tiga macam kemungkinan bentuk penurunan (*slump*) yang ditemui saat pelaksanaan uji *slump* SNI- 1972-2008, 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 2.10.



(a)

(b)

(c)

Gambar 2.9: Bentuk-bentuk *slump* (a) runtuh, (b) geser, (c) ideal.

2.7. Perawatan Beton (*Curing*)

Perawatan beton (*curing*) dilakukan pada saat beton sudah mulai mengeras yang bertujuan untuk menjaga agar beton tidak cepat kehilangan kadar air dan sebagai tindakan menjaga kelembaban/suhu beton sehingga dapat tercapai mutu beton yang diinginkan. Pelaksanaan perawatan beton dilakukan setelah beton dibuka dari bekisting atau cetakan sesuai dengan umur rencana pembukaan benda uji. Yang bertujuan agar proses reaksi kimia yang terkandung dalam campuran beton yang mengeras tetap terjaga. Proses perawatan berperan untuk pengembangan kekuatan dan daya tahan beton. Ada pun proses perawatan ini bertujuan untuk perawatan beton:

- a. Menjaga beton dari kehilangan air semen yang banyak pada saat *setting time concrete*.
- b. Menjaga perbedaan suhu beton dengan suhu ruangan yang terlalu besar.
- c. Menjaga stabilitas dari reaksi kimia dalam beton tersebut.
- d. Menjaga beton dari kehilangan air yang terlalu cepat akibat suhu yang terlalu tinggi
- e. Menjaga agar tidak terjadi retakan.

Pada perawatan beton ini pun memiliki tahapan yang dapat dilakukan sesuai kebutuhan yang diperlukan pada saat perawatan:

1. *Water (Curing Standart)*

Perawatan dengan pembasahan merupakan perawatan yang meletakkan benda uji dalam ruangan yang lembab atau rendaman air.

2. *Exposed Atmosfer*

Beton dibuka dari cetakan kemudian diletakkan pada ruangan dengan suhu ruangan yang diatur.

3. *Selead atau wroping*

Membalut atau menutup beton karun basah, plastik, film plastik dan sebagai agar uap air pada beton tetap terjaga.

4. *Stream curing*

Perawatan dengan uap sering digunakan pada pabrik yang menghasilkan beton pracetak. Temperatur perawatan 80-150°C dengan tekan udara 76 mmHg. Dan biasanya lama perawatannya satu hari.

5. *Autoclave*

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

Pemilihan perawatan yang tetap sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan agar kelembaban/suhu terjaga agar beton tidak cepat kehilangan air secara dratis untuk menentukan mutu beton tersebut.

2.8. Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan (*compressive strength*) bertujuan untuk menentukan nilai kuat tekan beton terhadap beban yang di berikan sampai beton tersebut mengalami kerusakan karena tidak sanggup lagi menahan beban yang diberikan. Berdasarkan standart pengujian kuat tekan terdapat dua metode pengujian. SNI 1974-2011 “cara uji kuat tekan beton” dan ASTM C39 “uji kuat tekan beton”. Untuk pengerjaannya pada penelitian ini menggunakan Buku Pratikum Teknologi Beton cara kerja berdasarkan Buku Panduan Pratikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Pengujian di Laboratorium Beton Sumatera Utara.

Tabel 2.8: Toleransi waktu pengujian.

Umur Uji	Waktu yang diizinkan
12 jam	± 15 menit atau 2.1%
24 jam	± 30 menit atau 2.1%
3 hari	± 2 jam atau 2.1%
7 hari	± 6jam atau 2.1%
28 hari	± 20 jam atau 2.1%
90 hari	± 2 hari atau 2.1%

Pada Tabel 2.8 menjelaskan pengujian kuat tekan ini harus dilakukan setelah benda uji dirawat kemudian sesegera benda uji diletakan pada mesin uji (*testing machine*) agar kelembaban pada saat pengujian beton tidak mengalami penurunan suhu yang drastis turun.

Berdasarkan SNI 1974-2011 perhitungan untuk mendapatkan nilai kekuatan tekan maksimum yang diterima oleh benda uji selama pengujian dapat dicari dengan Pers 2.1:

$$\text{Kuat tekan} = \frac{P}{A} \quad (2.1)$$

Keterangan:

P = gaya tekan aksial dinyatakan dalam newton (N)

A = luas penampang benda uji. (mm²)

Kuat tekan rata-rata beton:

$$f'_c \text{ rata-rata} = \frac{\sum f'c}{N} \quad (2.2)$$

dimana:

f'_c rata-rata = kuat tekan rata-rata (MPa)

N = jumlah benda uji

Beban P tersebut juga mengakibatkan bentuk fisik silinder beton berubah menjadi lebih pendek, sehingga timbul regangan tekan pada beton ($\epsilon c'$) sebesar perpendekan beton (ΔL) dibagi dengan tinggi awal silinder beton (L_0), ditulis dengan Pers 2.2 (Asroni, 2010):

$$\epsilon c' = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (2.3)$$

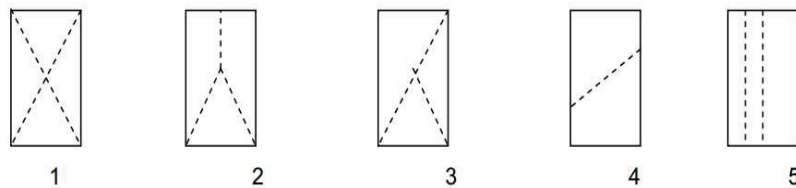
dengan:

$\epsilon c'$ = regangan tekan beton

ΔL = perpendekan beton (mm)

L_0 = tinggi awal silinder beton (mm)

Ada pun kehancuran pada saat pengujian benda uji pada saat diberi pembeban sampai mengalami kerusakan memiliki bentuknya masing-masing seperti pada Gambar.2.10.



Gambar 2.10: Sketsa gambar tipe/bentuk kehancuran pada benda uji.

Keterangan:

1 = kehancuran berbentuk kerucut

2 = kehancuran berbentuk kerucut dan terbelah

3 = kehancuran berbentuk kerucut dan tergeser

4 = kehancuran berbentuk tergeser

5 = kehancuran berbentuk sejajar sumbu tegak

Adapun pengujian yang dilakukan pada umur 28 hari untuk mengetahui nilai kuat tekan beton. Dengan jumlah hari pengujian kuat tekan dapat diestimasi dengan cara membagi hasil kuat tekan pada umur tertentu dibagi dengan koefisien kuat tekan sesuai dengan umur pengujian (Tjokrodinuljo, 2007).

$$f_{\text{estimasi 28 hari}} = \frac{f(\text{saat pengujian})}{\text{koefisien}} \quad (2.4)$$

keterangan:

$f_{\text{estimasi 28 hari}}$ = kuat tekan umur 28 /sesuai dengan hari pengujian (kg/cm²)

$f(\text{saat pengujian})$ = kuat tekan pada saat pengujian (kg/cm²)

koefisien = koefisien umu beton

Dengan tabel koefisien perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur kita dapat menghitung kekuatan tekan beton berdasarkan umur 28 hari seperti yang terdapat pada Tabel 2.9 (Tjokrodinuljo, 2007).

Tabel 2.9: Koefisien perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur (Tjokrodinuljo, 2007).

Umur (hari)	7	14	21	28
Koefisien	0.65	0.88	0.95	1.00

2.9. Kuat Lentur

Kuat lentur merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan mutu beton atau untuk merencanakan batas beban yang akan dipikul oleh beton tersebut. Benda uji untuk kuat lentur ini berbentuk prisma. Pembebanan pada 1/3 bentang untuk mendapatkan lentur murni tanpa gaya geser (SNI 4431-2011). Standart ini menetaokan cara uji lentur beton dengan dua titik pembebanan. Tegangan lentur yang didapat ternyata lebih tinggi daripada tegangan lentur secara langsung.

Dari kuat lentur ini dapat dihitung nilai kuat lentur beton (*modulus of rupture*) dengan pers 2.5 jika keruntuhan terjadi dibagian tengah bendang.

$$R = \frac{P.L}{bd^2}. \quad (2.5)$$

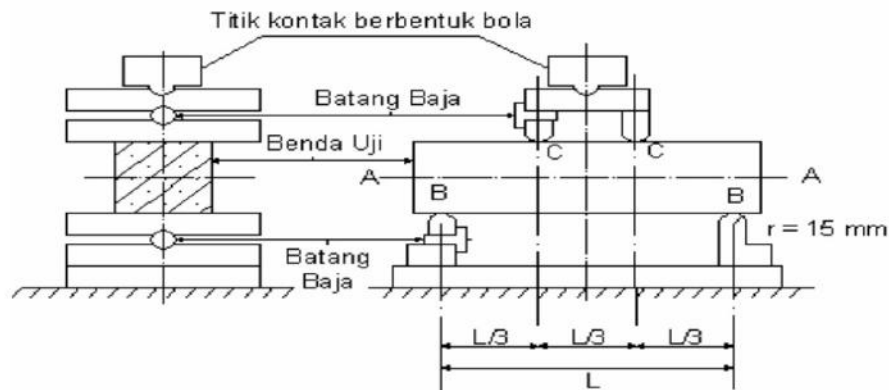
Dan bila keruntuhan terjadi pada bagian tarik luar tengah bentang maka dengan Pers 2.6:

$$R = \frac{3.P.a}{bd^3} \quad (2.6)$$

Keterangan:

- R = modulus of rupture (MPa)
- P = beban maksimum yang terjadi (kg/cm^3)
- L = panjang bentang (cm)
- b = lebar spesimen (cm)
- d = tinggi spesimen (cm)
- a = jarak rata-rata dari garis keruntuhan dan titik perletakan terdekat diukur pada bagian tarik spesimen (cm)

Berikut ini ada contoh gambar pengujian kuat lentur beton dengan pembebanan dua titik pembeban dengan bentuk uji prisma. Terlihat pada Gambar 2.11.

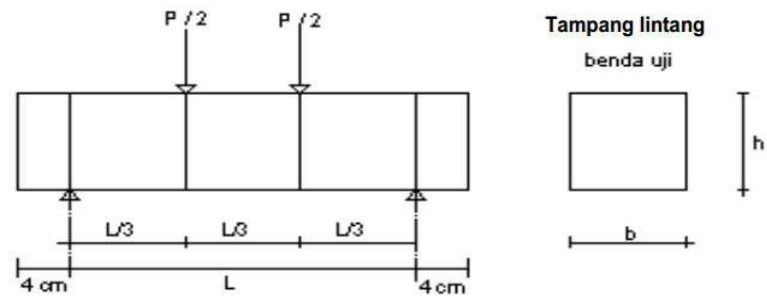


Gambar 2.11: Uji lentur dengan pembebanan dua titik.

Keterangan :

- A-A = Bagian sumbu melintang memanjang.
- B = Bagian titik-titik perletakan.
- C = Bagian titik-titik pembebaan.

Dari Gambar 2.11 dapat dilihat letak melintang serta titik pembebanan dan perletakan benda uji. Dengan posisi benda uji terletak pada 1/3 dan 1/3 bagian dari titik pembebanan yang dapat dilihat pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12: Posisi perletakan benda uji pada mesin uji.

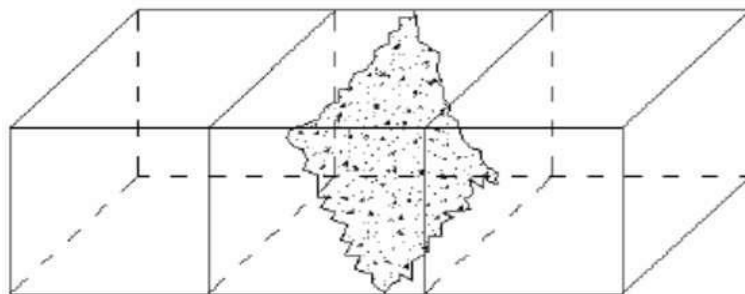
Keterangan:

- L = Jarak (bentan) antara dua garis perletakan (cm)
- B = Lebar tampak lintang benda uji (cm)
- h = Tinggi Tampak lintang benda uji (cm)
- P = Beban tertinggi yang ditunjukkan oleh mesin uji (kg)

Menurut SNI 4431-2011 perhitungan nilai kuat lentur dihitung berdasarkan letak posisi patah benda uji, yaitu:

- a. Jika bidang benda uji patah terletak di daerah pusat (1/3 tengah bentang), dapat dilihat Gambar 2.13 maka Pers 2.7:

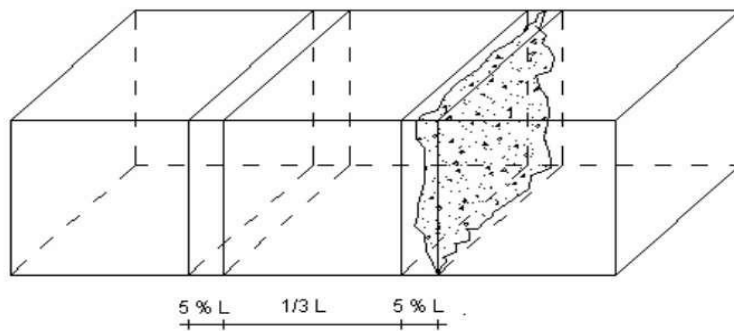
$$\text{Kuat lentur atau } \sigma_1 = \frac{P \times L}{b \times h^3} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (2.7)$$



Gambar 2.13: Letak pada posisi sepertiga bentang tengah.

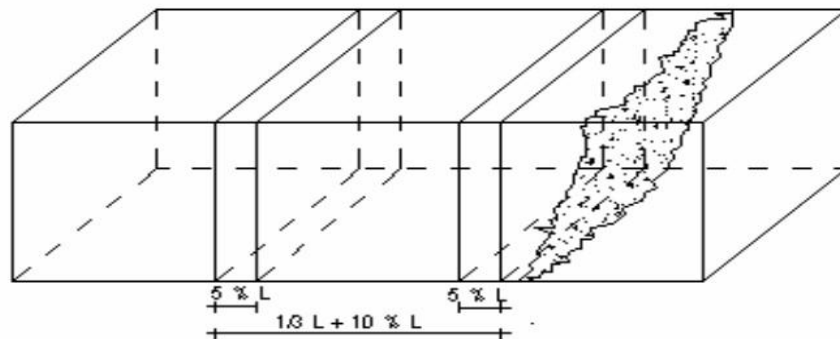
- b. Jika bidang patah benda uji garis patah <5% dari bentangnya, dapat dilihat Gambar 2.14. maka pers 2.8 menjadi:

$$\text{Kuat lentur atau } \sigma_1 = \frac{P x a}{b x h^3} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (2.8)$$



Gambar 2.14: Patah terletak di luar 1/3 bentang tengah dan garis patah <5% dari bentangnya.

- c. Jika letak patah berada di luar 1/3 bentang tengah dan garis patah > 5% dari bentangnya maka hasilnya, dapat dilihat pada Gambar 2.15. maka hasil pengujian tidak dapat digunakan.



Gambar 2.15: Letak patah di luar sepertiga bentang tengah > 5%.

Suatu batang yang dikenakan oleh beban-beban yang bekerja secara transversal terhadap sumbu pemanjangannya. Dengan demikian diharapkan kemampuan beton untuk mendukung tegangan-tegangan internal (aksial, lentur, dan geser) akan meningkat.

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 berat isi agregat.
- d. Pemeriksaan kadar air agregat.
- e. Pemeriksaan kadar lumpur agregat.
- f. Pemeriksaan *Los Angeles*.
- g. Pemeriksaan serap serat daun nanas.
- h. Perbandingan dalam campuran beton (*Mix design*).
- i. Kekentalan adukan beton segar (*slump*).
- j. Uji kuat tekan dan kuat lentur (*flexural*).

2. Data skunder

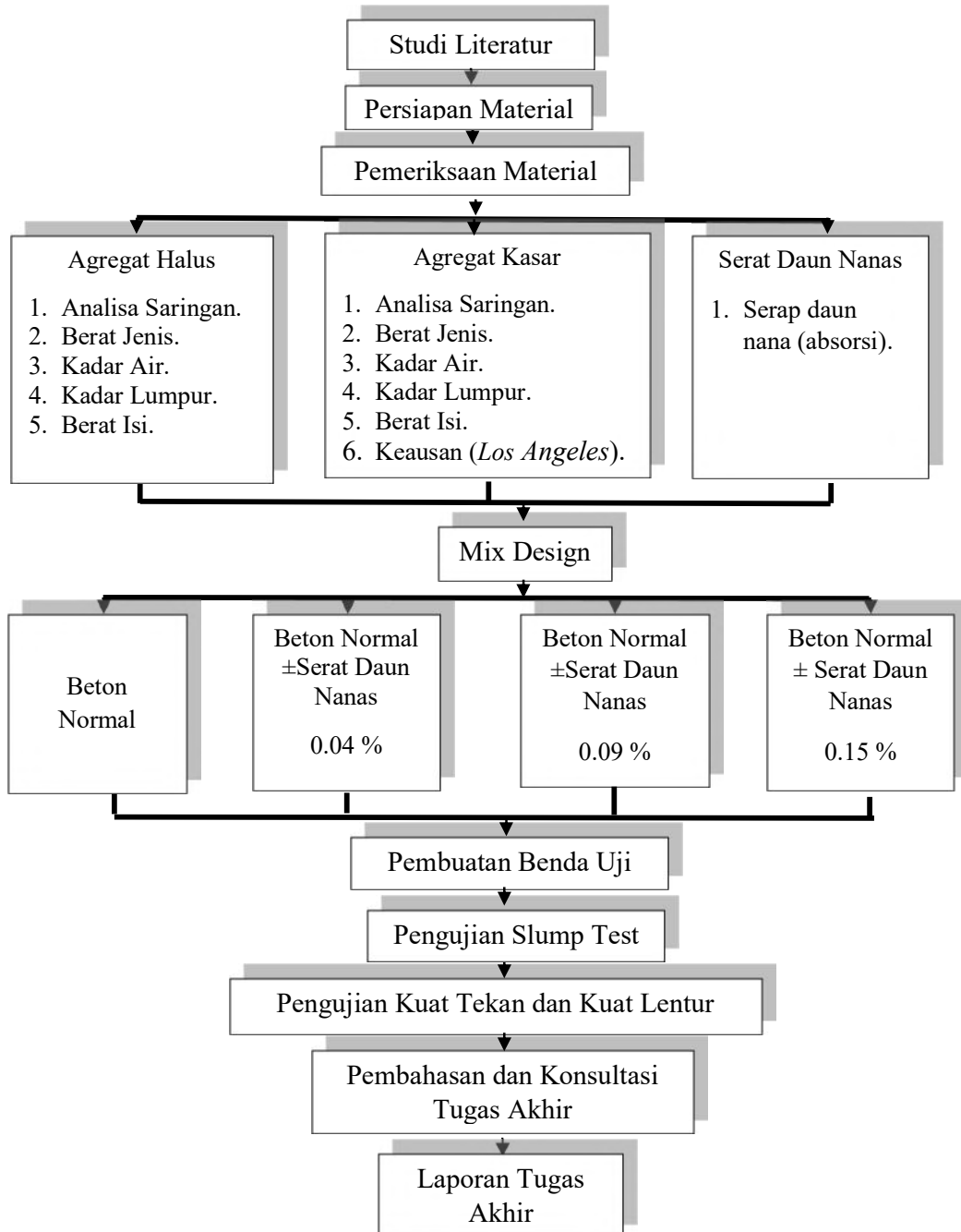
Data skunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (*literatur*) dan kemudian konsultasi langsung dengan Dosen Pembimbing di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Data teknis mengenai SNI-03-2834 (2002), PBI (Peraturan Beton Indonesia) dan ASTM C33 (1985) serta jurnal-jurnal, buku-buku atau literatur sebagai penunjang guna untuk memperkuat suatu penelitian yang dilakukan. Studi literatur yang dilakukan dengan mencari jurnal sebagai referensi dan perbandingan dalam melaksanakan penelitian. Dan mengecek penelitian dengan serat nanas tersebut sudah pernah dilakukan sebelumnya. Sehingga di temukannya inovasi baru untuk bahan tambah pada beton. Kemudian melakukan persiapan material yang akan digunakan pada

saat penelitian. Dengan memilih material yang layak untuk digunakan dalam penelitian mulai dari agregat kasar, agregat halus, semen, dan air.

Kemudian melakukan pengujian pada serat daun nanas yang merupakan bahan tambah yang di teliti pada penelitian ini dengan menguji serap daun nanas, daya serap air dan berat jenis serat daun nanas. Setelah pengujian pada material telah selesai dilakukan maka yang selanjutnya dilakukan adalah mix design. Pada mix design ini serat nanas yang di campurkan pada beton yaitu sebesar 0 %, 0,04 %, 0,09 %, 0,15 %. Pada pencampuran serat nanas ke dalam *mixer* haruslah perlahan sehingga serat nanas tidak menggumpal yang akan merusak beton.

3.2. Diagram Alir Penelitian

Pada penelitian yang akan menjelaskan diagram aliran penelitian Gambar 3.1 dapat dilihat pengerjaanya. Langkah-langkah penelitian yang dilaksanakan dengan tahapan pelaksanaan dari penelitian ini secara garis besar dapat dilihat pada bagan alir di bawah ini.



Gambar 3.1: Tahapan singkat penelitian yang dilakukan.

3.3. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret 2018 di Laboraturium Beton Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen di Laboraturium berupa studi kekuatan lentur pada prisma beton dengan campuran serat daun nanas.

3.4. Persiapan Bahan dan Alat Penelitian

3.4.1. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian terdiri dari:

1. Semen portland

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen PC tipe I (*Portland Cement*).

2. Agregat halus

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

3. Agregat kasar

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

4. Serat nanas

Serat nanas yang digunakan dalam penelitian ini adalah berasal dari Namorambe yang berasal dari daun nanas kampung dan daun nanas Bogor.

5. Air

Air yang digunakan berasal dari PDAM Tritanadi Medan.

3.4.2. Peralatan

Adapun alat-alat yang dipakai pada penelitian ini antara lain:

1. Timbangan atau Neraca Digital.

2. Ayakan

Ayakan yang digunakan adalah ayakan dengan bentuk lingkaran dengan ukuran 38 mm, 25 mm, 19,5 mm, 12,5 mm, 9,5 mm, 4,75 mm, 2,36 mm, 1,18 mm, 0,85 mm, 0,30 mm, 0,15 mm dan pan.

3. Mesin penggetar ayakan

Mesin penggetar ayakan dengan merk “*Controls*”, mesin ini selain berfungsi sebagai penggetar juga berfungsi sebagai dudukan ayakan. Penggunaannya untuk uji gradasi agregat halus maupun kasar.

4. Oven merk “*Binder*”

Oven ini berkapasitas 300 °C, 220 W, digunakan untuk mengeringkan material (pasir dan batu pecah).

5. Corong konik / *Conical mould*

Corong konik dengan ukuran diameter atas 3,8 cm, diameter bawah 8,9 cm dan tinggi 7,6 cm lengkap dengan alat penumbuk. Alat ini digunakan untuk mengukur keadaan SSD agregat halus.

6. Corong / kerucut Abrams

Kerucut Abrams terbuat dari baja dengan ukuran diameter atas 10 cm dan diameter bawah 20 cm, tinggi 30 cm dilengkapi dengan tongkat baja yang ujungnya ditumpulkan, panjang 60 cm diameter 16 mm. Alat ini digunakan untuk mengukur nilai slump adukan beton.

7. Mesin *Los Angeles*

Mesin *Los Angeles* dengan merk “*Controls*”, *Italy*, yang dilengkapi dengan 12 bola baja. Alat ini digunakan untuk menguji ketahanan aus (abrasi) agregat kasar.

8. Cetakan benda uji

Cetakan benda uji yang digunakan adalah cetakan kubus baja dengan ukuran panjang 15 cm dan lebar 15 cm dan prisma persegi dengan ukuran panjang 60 cm, lebar 15 cm dan tinggi 15 cm.

9. Alat bantu

Untuk kelancaran dan kemudahan penelitian, pada saat pembuatan benda uji digunakan beberapa alat bantu yaitu:

- a. Vibrator yang digunakan untuk pemadatan saat pembuatan benda uji. Cetok semen, digunakan untuk memindahkan bahan batuan dan memasukkan campuran beton kedalam cetakan beton.
- b. Gelas ukur kapasitas 250 ml digunakan untuk meneliti kandungan zat organik dan kandungan lumpur agregat halus.

- c. Ember untuk tempat air dan sisa adukan.
- d. Cangkul untuk mengaduk campuran beton.

10. *Dial Gauge*.

Pada penelitian ini *Dial Gauge* digunakan untuk mengukur besarnya perubahan panjang (regangan) silinder beton akibat pembebanan serta besarnya beban (P) pada saat beton mulai retak.

3.5. Persiapan Penelitian

3.5.1. Persiapan Material

Setelah seluruh material tiba dilokasi penelitian maka material langsung dipisahkan menurut jenisnya untuk mempermudah dalam tahapan untuk pengujian masing-masing agregat. Pengujian material campuran beton pada penelitian ini menggunakan ASTM Syarat Pemeriksaan Campuran beton, SNI dan Buku Pratikum Beton Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara sebagai panduan.

3.6. Pemeriksaan Agregat

Di dalam pemeriksaan agregat baik agregat kasar maupun agregat halus dilakukan di Laboratorium mengikuti panduan dari ASTM tentang pemeriksaan agregat dan SNI dan Buku Pratikum Beton Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.7. Pemeriksaan Agregat Halus (Pasir)

Pemeriksaan Agregat ini meliputi beberapa tahapan pemeriksaan yaitu:

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

3.7.1. Pemeriksaan Analisa Saringan

Analisa saringan adalah suatu pemeriksaan distribusi ukuran agregat halus dengan menggunakan ukuran-ukuran lubang saringan standart tertentu. Analisa saringan juga berfungsi untuk menentukan persentase agregat halus dalam campuran.

Cara kerja yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan panduan pekerjaan pada buku Praktikum Beton Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, dan pemeriksaan penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara. Dari pemeriksaan ini didapat data-data pada Tabel 3.1. Sehingga dapat diketahui nilai komulatif agregat maka akan didapat zona gradasi agregat yang dipakai (zona pasir kasar, sedang, agak halus atau pasir halus).

Tabel 3.1: Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus di Laboratorium Beton Teknik USU (2018).

Sieve Size	Retained Fraction				Cumulative	
	Sample 1 (gr)	Sample 2 (gr)	Total Weight (gr)	%	Retained	Passing
9.50 (No 3/8 in)	0	0	0	0	0	100
4.75 (No. 4)	7	16	23	1,05	1,05	98,95
2.36 (No. 8)	77	114	191	8,68	9,73	90,27
1.18 (No.16)	189	227	416	18,91	28,64	71,36
0.60 (No. 30)	279	314	593	26,95	55,59	44,41
0.30 (No. 50)	294	335	629	28,59	84,18	15,82
0.15 (No. 100)	141	169	310	14,09	98,27	1,73
Pan	13	25	38	1,73	100,00	0,00
Total	1000	1200	2200	100		

$$Fines Modulus (FM) = \frac{277.45}{100} = 2,77$$

Dengan good gradation class:

- *Fine* = 2,2 < FM < 2,6
- *Medium* = 2,6 < FM < 2,9
- *Coarsa* = 2,9 < FM < 3,2

Berdasarkan Tabel 3.1 menjelaskan pemeriksaan analisa saringan agregat halus ini menggunakan nomor saringan yang telah ditentukan ASTM C33.

Pemeriksaan dilakukan pada Laboratorium Beton Fakultas Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara dan menggunakan cara kerja berdasarkan Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Kemudian diketahui zona pasir yang termasuk di zona: pasir kasar, pasir sedang, pasir agak halus dan pasir halus. Berikut ini adalah perhitungan kumulatif agregat halus.

Total berat pasir = 2200 gram

- Persentase berat yang tertahan rata-rata:

$$\text{No.4} = \frac{23}{2200} \cdot 100 = 1,05 \%$$

$$\text{No.8} = \frac{191}{2200} \cdot 100 = 8,68 \%$$

$$\text{No.16} = \frac{416}{2200} \cdot 100 = 18,91 \%$$

$$\text{No.30} = \frac{593}{2200} \cdot 100 = 26,95 \%$$

$$\text{No.50} = \frac{629}{2200} \cdot 100 = 28,59 \%$$

$$\text{No.100} = \frac{310}{2200} \cdot 100 = 14,09 \%$$

$$\text{Pan} = \frac{38}{2200} \cdot 100 = 1,73 \%$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

$$\text{No.4} = 0 + 1,05 = 1,05 \%$$

$$\text{No.8} = 1,05 + 8,68 = 9,73 \%$$

$$\text{No.16} = 9,73 + 18,91 = 28,64 \%$$

$$\text{No.30} = 28,64 + 26,95 = 55,59 \%$$

$$\text{No.50} = 55,59 + 28,59 = 84,18 \%$$

$$\text{No.100} = 84,18 + 14,09 = 98,27 \%$$

$$\text{Pan} = 98,27 + 1,73 = 100 \%$$

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 277,45

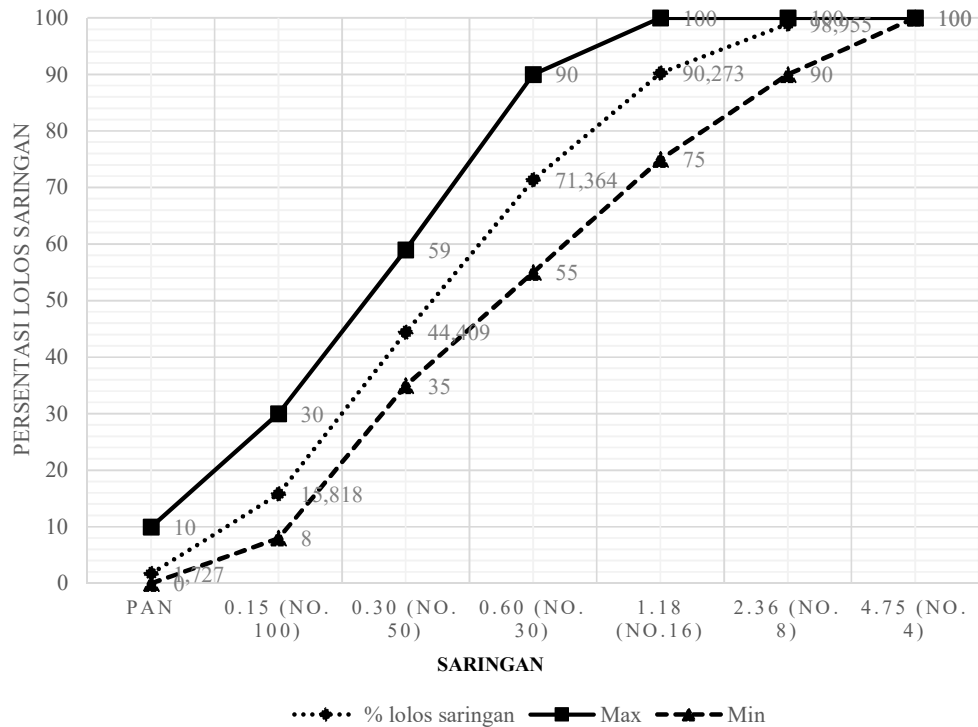
$$\begin{aligned} \text{Fines Modulus (FM)} &= \frac{\text{jumlah \% kumulatif yang tertaha}}{100} \\ &= \frac{277,45}{100} \\ &= 2,77 \end{aligned}$$

- Persentase berat komulatif yang lolos saringan:

$$\text{No.4} = 100 - 1,05 = 98,95 \%$$

No.8 = 100 – 9,73 = 90,27 %
 No.16 = 100 – 28,64 = 71.36 %
 No.30 = 100 – 55,59 = 44.41 %
 No.50 = 100 – 84,18 = 18.39 %
 No.100 = 100 – 99.14 = 0,86 %
 Pan = 100 – 100 = 0 %

Maka dari perhitungan pemeriksaan analisa saringan berikut ini dapat grafik zona untuk agregat halus tersebut. Terlihat pada Gambar 3.2 grafik gradasi agregat halus (pasir sedang). Dengan nilai FM sebesar 2,77 dengan katagori agregat halus adalah medium.



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

Dari hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus (pasir) diperoleh nilai modulus kehalusan (FM) sebesar 2.77 dan grafik hasil pengujian diketahui bahwa agregat halus yang dipakai merupakan gradasi agregat halus untuk zona pasir 2 pasir sedang.

3.7.2. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan

Penentuan berat jenis agregat bertujuan untuk menentrukan “*Bulk and Apparent*” spesifik gravity dari penyerapan dari agregat halus dan agregat kasar . Standart untuk penelitian berat jenis ini menggunakan ASTM C29. Pemeriksaan dilakukan pada Laboraturium Beton Fakultas Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara dan menggunakan cara kerja berdasarkan Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Nilai ini diperlukan untuk menentukan berat agregat dalam komposisi volume adukan campuran beton. Dari pemeriksaan ini didapat data-data pada Tabel 3.2, sehingga dapat diketahui berat jenis agregat halus yang diperiksa.

Tabel 3.2: Hasil pemeriksaan berat jenis agregat halus di Laboratorium Beton Teknik USU (2018).

Fine Agregate Passing No. 9.5 mm	Sample 1	Sample 2	Average
<i>Wt of SSD sample in air</i> (berat contoh SSD kering permukaan jenuh) B	500	500	500
<i>Wt of oven dry sample</i> (berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan) E	492	491	492
<i>Wt of flask + water</i> (berat piknometer penuh air) D	674	674	674
<i>Wt of flask + water + sample</i> (berat contoh SSD dalam piknometer penuh air) C	979	980	980
<i>Bulk sp grafity dry</i> (berat jenis contoh kering) $E/(B+D-C)$	2,52	2,53	2,53
<i>Bulk sp grafity SSD</i> (berat jenis contoh SSD) $B/(B+D-C)$	2,56	2,58	2,57
<i>Apparent sp grafity</i> (berat jenis contoh semu) $E/(E+D-C)$	2,63	2,65	2,64
<i>Absortion</i> (penyerapan) $((B-E)/E) \times 100\%$	1,63	1,83	1,73

Keterangan:

Good gradation class

SSD > 2,57

Bulk = 2,53

SSD = 2,57

Apparent = 2,64

Berdasarkan Tabel 3.2 menjelaskan hasil pemeriksaan berat jenis pada agregat halus yang telah diteliti di Laboratorium Beton Teknik USU dengan nilai berat jenis contoh SSD rata-rata sebesar 2,7 dan penyerapan rata - rata sebesar 1,73 % yang selanjutnya nilai tersebut digunakan untuk penyerapan yaitu < 2 %.

3.7.3. Pemeriksaan Kadar Air

Kadar air agregat adalah perbandingan antara berat agregat dalam kondisi kering terhadap berat semula yang dinyatakan dalam persen dan berfungsi sebagai koreksi terhadap pemakaian air untuk campuran beton yang disesuaikan dengan kondisi agregat dilapangan. Pemeriksaan dilakukan pada Laboraturium Beton Fakultas Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara dan menggunakan cara kerja berdasarkan Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Kadar air dalam agreagat dapat mempengaruhi faktor air semen (FAS) untuk campuran beton yang mempengaruhi kuat tekannya beton. Dari pemeriksaan ini didapat data-data pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3: Hasil pemeriksaan kadar air agregat halus di Laboratorium Beton Teknik USU (2018).

<i>Fine Agregate Passing No. 9.5 mm</i>	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Average
<i>Wt of SSD sample & mold (berat contoh SSD & berat wadah)</i>	713	730	722
<i>Wt of SSD sample (berat contoh SSD)</i>	500	500	500
<i>Wt of oven dry sample & mold (berat contoh kering oven & wadah)</i>	702	720	711
<i>Wt of mold (berat wadah)</i>	213	230	222
<i>Wt of water (berat air)</i>	11	10	11
<i>Wt of oven dry sample (berat contoh kering)</i>	489	490	490
<i>Water content</i>	2,25	2,04	2,15

Berdasarkan Tabel 3.3 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar air pada agregat halus yang telah dilakukan di Laboratorium Beton Program Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara didapat nilai rata-rata kadar air sebesar 2,15 %. Percobaan ini dilakukan sebanyak dua kali pengujian, pada percobaan pertama kadar air yang didapat sebesar 2,25 % sedangkan percobaan kedua kadar air yang didapat sebesar 2,04 %. Hasil tersebut telah memenuhi standart yang ditentukan yaitu 2-20 %.

3.7.4. Pemeriksaan Kadar Lumpur

Pemeriksaan kandungan Lumpur ini merupakan cara untuk menetapkan besar kandungan tanah liat dan silt dalam pasir secara cepat. Kandungan lumpur yang berlebih akan menyebabkan ikatan agregat dan semen akan rapuh sehingga dapat mempengaruhi kuat tekan beton. Pasir yang digunakan sebagai pembuatan beton harus mengandung lumpur tidak lebih dari 5 % dari berat kering. Jika pasir yang akan digunakan memiliki kandungan lumpur sebanyak lebih dari 5 %, maka perlu adanya pencucian agregat (PBI, 1971).

Pemeriksaan dilakukan pada Laboraturium Beton Fakultas Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara dan menggunakan cara kerja berdasarkan Buku Panduan Praktikum beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Tabel 3.4: Hasil pemeriksaan kadar air agregat halus di Laboratorium Beton Teknik USU (2018).

<i>Fine Agregate Passing No. 9.5 mm</i>	<i>Sample I (gr)</i>	<i>Sample II (gr)</i>	<i>Average</i>
<i>Original dry mass of sample, g</i>	500	500	500
<i>Dry mass of sample after washing, g</i>	482	484	483,0
<i>Mass of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing, g</i>	18	16	17,0
<i>Percentage of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing, %</i>	3,6	3,2	3,4

Berdasarkan Tabel 3.4 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar lumpur pada agregat halus yang telah diteliti di Laboratorium Beton Program Teknik Sipil USU sebesar 3,4 %.

3.7.5. Pemeriksaan Berat Isi

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat isi agregat halus sebagai perbandingan antara berat material kering dengan volumenya. Pemeriksaan dilakukan pada Laboraturium Beton Fakultas Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara dan menggunakan cara kerja berdasarkan Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Tabel 3.5: Hasil pemeriksaan berat isi agregat halus di Laboratorium Beton Teknik USU (2018).

No	<i>Fine Agregate Passing No. 9.5 mm</i>	<i>Sample I</i>	<i>Sample II</i>	<i>Sample III</i>	<i>Average</i>
1	<i>Wt of sample & mold (berat contoh & wadah),gr</i>	18780	18710	18670	18745
2	<i>Wt of mold (berat wadah),gr</i>	5440	5440	5440	5440
3	<i>Wt of sample (berat contoh),gr</i>	13340	13270	13230	13305
4	<i>Vol of mold (volume wadah),cm³</i>	15465,2	15465,2	15465,2	15465,2
5	<i>Unit weight (berat Isi),gr/cm³</i>	1,159	1,165	1,169	1,162

Berdasarkan Tabel 3.5 menjelaskan hasil pemeriksaan yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik USU 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.

3.8. Pemeriksaan Agregat Kasar (Batu Pecah)

Pemeriksaan Agregat ini meliputi beberapa tahapan pemeriksaan yaitu:

- a. Pemeriksaan analisa saringan.
- b. Pemeriksaan berat jenis.
- c. Pemeriksaan kadar air.
- d. Pemeriksaan kadar lumpur.
- e. Pemeriksaan berat isi.
- f. Pemeriksaan *Los Angeles*.

Untuk mendapatkan mutu beton yang sesuai diisyaratkan pada beton untuk struktur bangunan sipil, perlu dilakukan pengujian laboratorium baik untuk agregat, adukan beton maupun beton pada umur tertentu. Agar struktur beton aman terhadap gaya lentur yang bekerja, beton harus mempunyai kuat lentur tertentu sesuai dengan yang diisyaratkan. Untuk mengetahui kuat lentur dari struktur beton perlu dilakukan pengujian kuat lentur beton yang dapat mengetahui batas maximum kekuatan lentor beton.

3.8.1. Pemeriksaan Analisa Saringan

Analisa saringan bertujuan untuk menentukan pembagian butir atau gradasi agregat. Data distribusi butiran pada agregat kasar ini diperlukan dalam perencanaan adukan beton. Pemeriksaan dilakukan pada Laboraturium Beton Fakultas Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara dan menggunakan cara kerja berdasarkan Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.6 sehingga diketahui modulus kehalusan agregat kasar yang diperiksa.

Tabel 3.6: Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar di Laboratorium Beton Teknik USU (2018).

Sieve Size	Retained Fraction				Cumulative	
	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Total Weight (gr)	%	Retained	Passing
	38,1 (1.5 in)	105	143	248	4,43	4,43
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
<i>Total</i>	2700	2900	5600	100		

Berdasarkan Tabel 3.6 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 C 33 (1986). Pemeriksaan dilakukan pada Laboraturium Beton Fakultas Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara dan menggunakan cara kerja berdasarkan Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Penjelasan tentang persentase dan kumulatif agregat dijelaskan sebagai berikut:

Total berat pasir = 5600 gram

- Persentase berat tertahan rata-rata:

$$38,1 (1.5 \text{ in}) = \frac{248}{5600} \cdot 100 = 4,43\%$$

$$19.0 (3/4 \text{ in}) = \frac{1563}{5600} \cdot 100 = 27,91\%$$

$$9.52 (3/8 \text{ in}) = \frac{2113}{5600} \cdot 100 = 37,73\%$$

$$4.75 (\text{No. } 4) = \frac{1676}{5600} \cdot 100 = 29,93\%$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

$$38,1 (1.5 \text{ in}) = 0 + 4,43 = 4,43\%$$

$$19.0 (3/4 \text{ in}) = 4,43 + 27,9 = 32,34\%$$

$$9.52 (3/8 \text{ in}) = 32,34 + 37,73 = 70,07\%$$

$$4.75 (\text{No. } 4) = 70,07 + 29,93 = 100\%$$

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 706,84

$$\begin{aligned} \text{Fines Modulus (FM)} &= \frac{\text{jumla \% kumulatif yang tertahan}}{100} \\ &= \frac{706,84}{100} \\ &= 7,07 \end{aligned}$$

Good gradation class:

$$5,5 \leq \text{FM} \leq 7,5$$

Dengan nilai FM: $5,5 \leq 7,07 \leq 7,5$

- Presentase berat kumulatif yang lolos saringan:

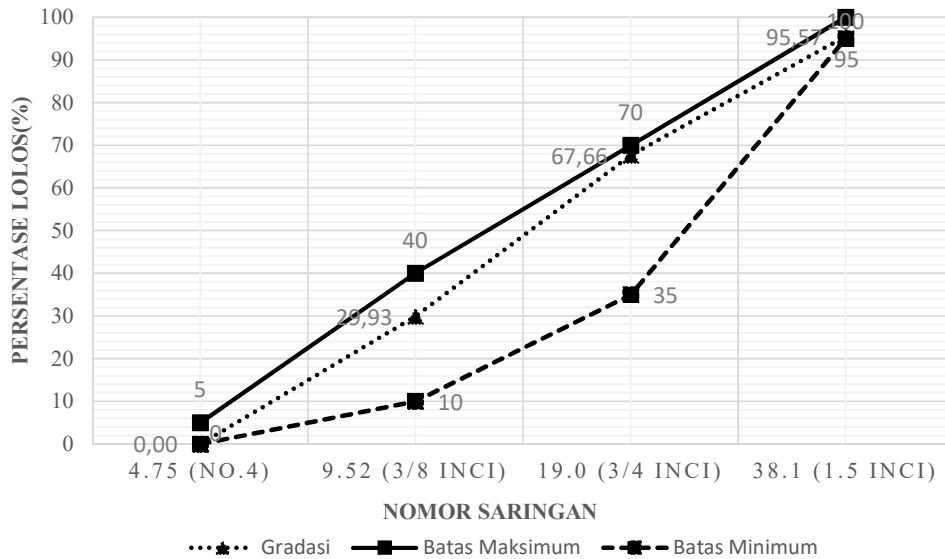
$$38,1 (1.5 \text{ in}) = 100 - 4,43 = 95,57$$

$$19.0 (3/4 \text{ in}) = 100 - 32,34 = 67,66$$

$$9.52 (3/8 \text{ in}) = 100 - 70,07 = 29,93$$

$$4.75 (\text{No. 4}) = 100 - 100 = 0\%$$

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



Gambar 3.3: Grafik gradasi agregat kasar dengan diameter 40 mm.

Tabel 3.7: Rekap zona gradasi 3 dengan ukuran saringan maksimum 40 mm.

Nomor saringan (mm)	Total berat	Persen berat yang lolos	Min.	Max.
38.1 (1.5 inci)	248	95,57	95	100
19.0 (3/4 inci)	1563	67,66	35	70
9.52 (3/8 inci)	2113	29,93	10	40
4.75 (no.4)	1676	0,00	0	5

Berdasarkan Gambar 3.3 dan Tabel 3.7 menjelaskan pemeriksaan analisa saringan agregat kasar ini menggunakan nomor saringan yang telah ditentukan berdasarkan metode ASTM C 33 (1986). Pemeriksaan dilakukan pada Laboraturium Beton Fakultas Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara dan menggunakan cara kerja berdasarkan Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Dari hasil persentase berat kumulatif yang lolos saringan maka pasir tersebut masih dalam *range* kerikil maksimum 40 mm.

3.8.2. Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan

Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan ini bertujuan untuk menentukan “Bulk dan Apparent” specific-gravity dan penyerapan dari agregat kasar menurut prosedur ASTM C 128. Pemeriksaan dilakukan pada Laboraturium Beton Fakultas Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara dan menggunakan cara kerja berdasarkan Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Nilai ini diperlukan untuk menetapkan berat agregat dalam komposisi volume adukan beton. Utara tentang berat jenis dan penyerapannya pada terlihat pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8: Hasil pemeriksaan berat jenis agregat kasar di Laboratorium Beton Teknik USU (2018).

<i>Course Agregate Passing No. 50.8 mm</i>	<i>Sample I</i>	<i>Sample II</i>	<i>Average</i>
<i>Wt of SSD sample in air (berat contoh SSD kering permukaan jenuh) A</i>	2700	2800	2750
<i>Wt of oven dry sample (berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan) C</i>	2679	2780	2729,5
<i>Wt of SSD sample in water (berat contoh jenuh) B</i>	1705,4	1769,5	1737,45
<i>Bulk sp grafity dry (berat jenis contoh kering) C/(A-B)</i>	2,69	2,70	2,70
<i>Bulk sp grafity SSD (berat jenis contoh SSD) A/(A-B)</i>	2,71	2,72	2,72
<i>Apparent sp grafity (berat jenis contoh semu) C/(C-B)</i>	2,75	2,75	2,75
<i>Absortion (penyerapan) ((A-C)/C)x100%</i>	0,78	0,72	0,75

Berdasarkan hasil pemeriksaan dengan data yang dapat dilihat pada Tabel 3.8 diketahui nilai berat jenis maupun penyerapan (*absorption*) pada agregat kasar. Pada Tabel tersebut terdapat 3 macam berat jenis, yaitu berat jenis contoh kering, berat jenis contoh SSD dan berat jenis contoh semu. Berat jenis agregat terpenuhi apabila

nilai berat contoh kering < berat jenis contoh SSD < berat jenis contoh semu. Dari pemeriksaan didapat nilai rata-rata berat jenis contoh kering sebesar 2,696 gr/cm³, berat jenis contoh SSD sebesar 2,716 gr/cm³ dan berat jenis contoh semu sebesar 2,751 gr/cm³. Pada pemeriksaan ini juga diperoleh nilai penyerapan pada agregat kasar dengan rata-rata sebesar 0,75 %. Berdasarkan ASTM C 127 nilai pemeriksaan tersebut berada di bawah nilai abropsi agregat kasar maksimum yaitu sebesar 4 % atau didapatkannya nilai absorpsi yang diisyaratkan.

3.8.3. Pemeriksaan Kadar Air

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air dari suatu bahan yang akan digunakan nantinya. Pemeriksaan dilakukan pada Laboraturium Beton Fakultas Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara dan menggunakan cara kerja berdasarkan Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Tabel 3.9: Hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar di Laboratorium Beton Teknik USU (2018).

<i>Course Agregate Passing No. 50.8 mm</i>	<i>Sample I (gr)</i>	<i>Sample II (gr)</i>	<i>Average</i>
<i>Wt of SSD sample & mold (berat contoh SSD & berat wadah)</i>	1984	1943	1963,5
<i>Wt of SSD sample (berat contoh SSD)</i>	1000	1000	1000,0
<i>Wt of oven dry sample & mold (berat contoh kering oven & wadah)</i>	1978	1937	1957,5
<i>Wt of mold (berat wadah)</i>	984	943	963,5
<i>Wt of water (berat air)</i>	6	6	6,0
<i>Wt of oven dry sample (berat contoh kering)</i>	994	994	994,0
<i>Water content</i>	0,60	0,60	0,60

Berdasarkan Tabel 3.9 menjelaskan hasil pemeriksaan di Laboratorium Beton diketahui nilai kadar air pada agregat kasar yang telah memenuhi standar. Nilai kadar air rata-rata yang didapat yaitu sebesar 0,60 %. Percobaan ini dilakukan sebanyak dua kali pengujian, pada kadar air contoh pertama dan kedua didapat hasil kadar air yang sama yaitu sebesar 0,60 %. Hasil pemeriksaan tersebut telah memenuhi standard yang ditentukan yaitu sebesar 0,5-1,5 %.

3.8.4. Pemeriksaan Kadar Lumpur

Pengujian ini untuk menentukan persentase kadar lumpur yang terkandung dalam agregat. Kadar lumpur yang berlebih dalam agregat kasar dapat berpengaruh terhadap ikatan antara semen dengan agregat itu sendiri yang berdampak kepada kerapuhan pada beton. Kerikil yang digunakan sebagai pembuatan beton harus mengandung lumpur tidak lebih dari 1 % dari berat kering. Jika kerikil yang akan digunakan memiliki kandungan lumpur sebanyak lebih dari 1 %, maka perlu adanya pencucian agregat.

Pemeriksaan dilakukan pada Laboraturium Beton Fakultas Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara dan menggunakan cara kerja berdasarkan Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Hasil dari pengujian kadar lumpur bisa dilihat dari Tabel 3.10.

Tabel 3.10: Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar di Laboratorium Beton Teknik USU (2018).

Course Agregate Passing No. 50.8 mm	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

Berdasarkan Tabel 3.10 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 0,73 %, dan sampel kedua sebesar 0,80 %. Maka, untuk mengambil nilai kadar lumpur diambil dari rata-rata pengujian yakni sebesar 0,77 %. Menurut PBI 1971 hasil pemeriksaan kadar lumpur diatas telah memenuhi syarat yaitu $< 1 \%$.

3.8.5. Pemeriksaan Berat Isi

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat isi agregat kasar sebagai perbandingan antara berat material kering dengan volumenya. Pemeriksaan dilakukan pada Laboraturium Beton Fakultas Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara dan menggunakan cara kerja berdasarkan Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Berikut adalah hasil pengujian berat isi agregat kasar yang terdapat pada Tabel 3.11.

Tabel 3.11: Hasil pemeriksaan berat isi agregat kasar di Laboratorium Beton Teknik USU (2018).

No	Course Agregate Passing No. 50.8 mm	Sample I	Sample II	Sample III	Avera ge
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	15465,2 1	15465,2 1	15465,2 1	15465, 21
5	Unit weight (<i>berat Isi</i>), gr/cm ³	1,42	1,51	1,60	1,51

Berdasarkan Tabel 3.11 menjelaskan tentang nilai berat isi agregat kasar yang rata-ratanya didapat sebesar $1,51 \text{ gr/cm}^3$. 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 $1,42 \text{ gr/cm}^3$. Percobaan ketiga menghasilkan nilai berat isi agregat sebesar $1,51 \text{ gr/cm}^3$. Sedangkan percobaan ke tiga menghasilkan nilai berat isi agregat sebesar $1,60 \text{ gr/cm}^3$ dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yang yaitu $> 1,125 \text{ gr/cm}^3$.

3.8.6. Pemeriksaan Keausan Agregat (Los Angeles)

Pemeriksaan ini dimaksudkan untuk mengetahui ketahanan ausan agregat kasar dengan menggunakan alat mesin abrasi *Los Angeles*. Pemeriksaan keausan agregat kasar dengan cara ini memberikan gambaran yang berhubungan dengan kekerasan dan kekuatan agregat kasar, dan memberikan pula kemungkinan terjadinya pecah butir-butir agregat kasar selama penumpukan, pemindahan maupun selama pengangkutan. Kekerasan agregat kasar berhubungan pula dengan kekuatan beton yang dibuat. Pada umumnya agregat kasar disyaratkan bagian yang hancur tidak boleh lebih dari 10 persen setelah putaran yang ke-100, dan tidak boleh lebih dari 40 persen setelah putaran yang ke-500 (SNI 2417-2008).

Menurut SNI 2416-2008 keausan agregat tergolong atas dua golongan, yaitu:

1. Apabila nilai keausan $> 40\%$, maka agregat tidak baik untuk digunakan.
2. Apabila nilai keausan $< 40\%$, maka agregat baik untuk digunakan.

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan ASTM C 131 tentang kekerasan agregat dengan Mesin *Los Angeles*.

Dari hasil penelitian didapat data-data sebagai berikut:

Berat sampel sebelum pengujian = 5000 gr

Berat tiap-tiap ayakan tercantum dalam Tabel 3.12. Nilai keausan agregat didapatkan dari perbandingan persentase dari berat akhir agregat yang tertahan dengan saringan No. 12 dengan berat awal agregat yang diambil. Percobaan ini dimaksudkan untuk mengetahui berapa besar ketahanan agregat terhadap gesekan. Tiap tiap saringan no 25 (1 in), 19,1 (3/4 in), 12,5 (3/8 inci), dan 9,5 (3/4 in) sebanyak 1250 gram. Kemudian ditunangkan kedalam mesin *Los Angeles* diputar

sebanyak ± 500 kli putaran. Kemudian ayak kembali menggunakan saringan no 25 (1 in), 19,1(3/4 in), 12,5 (3/8 inci), 9,5 (3/4 in), dan no 12. lalu kemudian timbang sisa yang tertahan.

Tabel 3.12: Hasil pemeriksaan keausan agregat kasar di Laboratorium Beton Teknik USU (2018).

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
<i>Total</i>	5000	4177
<i>Wt of sample passing No. 12 (berat lolos saringan No. 12)</i>		823
<i>Abrasion (keausan) %</i>		16,460

$$\begin{aligned}
 \text{Abrasion (keausan)\%} &= \frac{\text{berat awal} - \text{berat akhir}}{\text{berat awal}} \cdot 100 \\
 &= \frac{5000 - 4177}{5000} \cdot 100 \\
 &= 16,46\%
 \end{aligned}$$

Dari hasil pemeriksaan di dapat pada Tabel 3.12 diketahui bahwa berat akhir setelah melakukan pengujian keausan agregat adalah sebesar 4177 gr dan nilai *abrasion* (keausan) sebesar 16,46 %. Nilai tersebut telah memenuhi standar PBI 1971 bahwa nilai keausan agregat tidak lebih dari 50 %. Maka dengan hasil yang telah di jelakan pada Tabel 3.12 serta penjelasan yang sudah dijabarkan maka dapat disimpulkan bahwa agregat yang telah diuji bisa digunakan sesuai standart PBI.

3.9. Serat Nanas

Daun nanas dipilih pada bagian bawah sampai pertengahan tumbuhan nanas. Pemisahan atau pengambilan serat daun nanas dari daunnya (*fiber extraction*) dilakukan dengan cara manual yaitu menggunakan tangan dengan bantuan pisau atau sekrup. Pemisahan ini dilakukan tanpa melalui proses khusus. Daun nanas direbahkan diatas permukaan yang datar kemudian diserut dengan menggunakan pisau atau sekrup sampai kulit terluar daun terkelupas dan serat yang berada didalam daun sudah terlihat. Serat kemudian diambil dan disimpan di tempat yang kering.

Lalu dilakukan pengujian terhadap serat daun nanas untuk mengetahui serapan serat daun nanas bila diberikan air yang terdapat Tabel 3.13.

Tabel 3.13: Hasil pengujian penyerapan serat daun nanas.

Penyerapan Serat Daun Nanas	Sample I	Sample II	Average
Berat contoh SSD kering permukaan jenuh (A)	50 gr	50 gr	50 gr
Berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan (C)	48 gr	47 gr	47,5 gr
Berat contoh jenuh (B)	277 gr	278 gr	277,5 gr
Berat jenis contoh kering ($C/(A-B)$)	-0,21	-0,21	-0,21
Berat jenis contoh SSD($A/(A-B)$)	-0,22	-0,22	-0,22
Berat jenis contoh semu($C/(C-B)$)	-0,21	-0,20	-0,21
Absortion (penyerapan) $((A-C)/C) \times 100\%$	4,17 %	6,38 %	5,27 %

Dari Tabel 3.13 menjelaskan penyerapan serat daun nanas lebih tinggi dibandingkan dengan penyerapan agregat. Hal ini dapat mempengaruhi faktor air semen yang akan dimasukkan pada saat mix design.

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 agregat kasar serta air. Kemudian melakukan perencanaan campuran beton berdasarkan SNI.

Perencanaan campuran beton yang akan dilakukan yaitu :

1. Beton normal (tanpa campuran serat daun nanas).
2. Beton normal dengan campuran serat daun nanas 0,04 % dari berat semen dengan panjang serat 1,5 cm.
3. Beton normal dengan campuran serat daun nanas 0,09 % dari berat semen dengan panjang serat 1,5 cm.
4. Beton normal dengan campuran serat daun nanas 0,15 % dari berat semen dengan panjang serat 1,5 cm.

Pelaksanaan ini dilakukan dengan aturan SNI 03-2834-2002 tentang tata cara pembuatan rencana campuran beton normal dengan ditambahkan serat daun nanas kedalam campuran beton segar sesuai dengan variasi yang telah ditentukan. Beton normal sebagai bahan perbandingan dengan variasi serat lainnya. Pencampuran serat daun nanas dilakukan pada saat pengadukan beton segar dengan cara memasukkan potongan serat yang telah dipotong-potong sesuai ukuran secara perlahan agar tidak menggumpal.

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.

Perancangan beton normal menggunakan standar perencanaan oleh Departemen Pekerjaan Umum di Indonesia dan dimuat dalam buku Standar No.

SK.SNI. T-15-1990-03“SNI-03-2834-2002”. Pelaksanaan Mix Design dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Kuat tekan beton yang berdasarkan faktor ais semen sudah ditetapkan 45,8 MPa untuk umur 28 hari.
2. Menentukan nilai standar deviasi 12 MPa berdasarkan Tabel 3.14.

Tabel 3.14: Faktor pengali standar deviasi.

Jumlah data	30	25	20	15	<15
Faktor Pengali	1,0	1,03	1,08	1,16	Fc' + 12 MPa

3. Nilai tambah (margin) 4,2 MPa berdasarkan Tabel 3.15

Tabel 3.15: Deviasi untuk berbagai tingkat pengendalian mutu perkerjaan.

Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaana	Sd (Mpa)
Memuaskan	2.8
Sangat baik	3.5
Baik	4.2
Cukup	5.6
Jelek	7.0
Tanpa kendali	8.4

4. Kuat tekan rata-rata perlu $f'cr$

Kuat tekan rata-rata perlu diperoleh dengan Pers 3.1

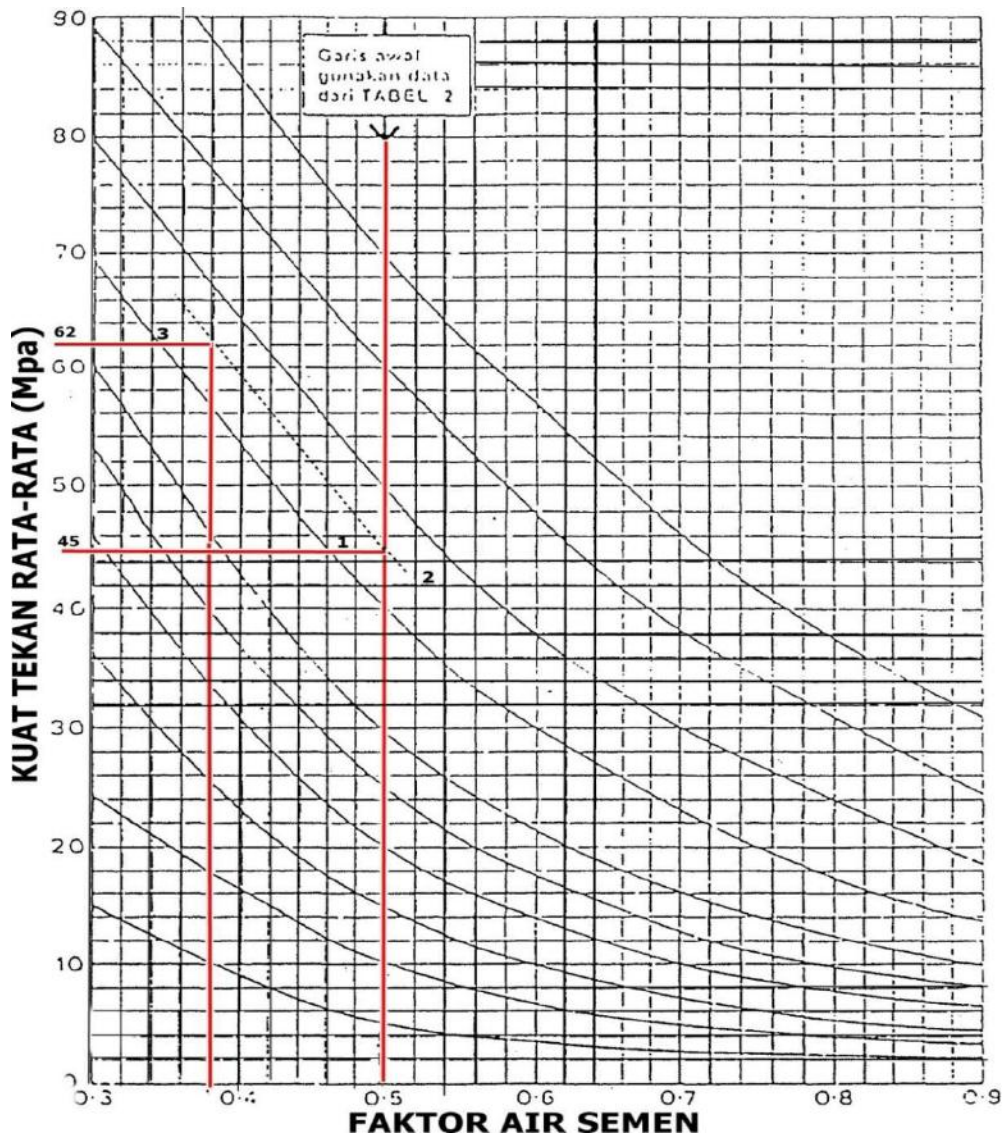
$$f'cr = f'c + f'cr + 12 = 4,2 + 45,8 + 12 = 62 \text{ MPa.}$$

5. Jenis semen yang digunakan adalah Semen Portland tipe 1.



Gambar 3.4: Semen portland tipe I.

6. Jenis agregat diketahui:
 - agregat kasar = batu pecah
 - agregat halus = pasir
7. Nilai faktor air semen bebas diambil dari titik kekuatan tekan 62 MPa tarik garis datar menuju zona 28 hari, lalu tarik garis kebawah yang menunjukkan faktor air semen, seperti Gambar 3.5. dibawah ini. Sedangkan nilai yang digunakan pada penelitian ini adalah cara kedua cara 2 pada gambar 3.5.



Gambar 3.5: Grafik SNI-03-2834-2002 tentang grafik faktor air semen dengan cara 2.

8. Faktor air semen maksimum dalam hal ini ditetapkan 0.60 berdasarkan Tabel 3.16. Dalam faktor air semen yang diperoleh dari Gambar 3.5 tidak sama dengan yang ditetapkan, untuk perhitungan selanjutnya pakailah nilai faktor air semen yang lebih kecil.
9. Nilai slump ditetapkan setinggi 30-60 mm
10. Ukuran agregat maksimum ditetapkan 40 mm.
11. Jumlah kadar air bebas ditentukan berdasarkan Tabel 3.16 yang dibuat untuk agregat gabungan alami atau yang berupa batu pecah seperti Tabel 3.15 dibawah ini.

Tabel 3.16: Perkiraan kadar air bebas (kg/m^3) yang dibutuhkan untuk adukan beton.

Slump		0-10	10-30	30-60	60-180
Ukuran besar butiran agregat maksimum (mm)	Jenis agregat
10	Batu tak dipecahkan	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak dipecahkan	135	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak dipecahkan	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

Setelah interpolasi memakai Pers. 3.1 di bawah ini.

$$\frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k \quad (3.1)$$

Dengan:

W_h adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus

W_k adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar

$$= \frac{2}{3} \times 160 + \frac{1}{3} \times 190 = 170 \text{ kg/m}^3$$

12. Jumlah semen, yaitu: $170 : 0.38 = 447,368 \text{ kg/m}^3$.
13. Jumlah semen maksimum diambil sama dengan poin 12 $= 447,368 \rightarrow 447,37 \text{ kg/m}^3$.

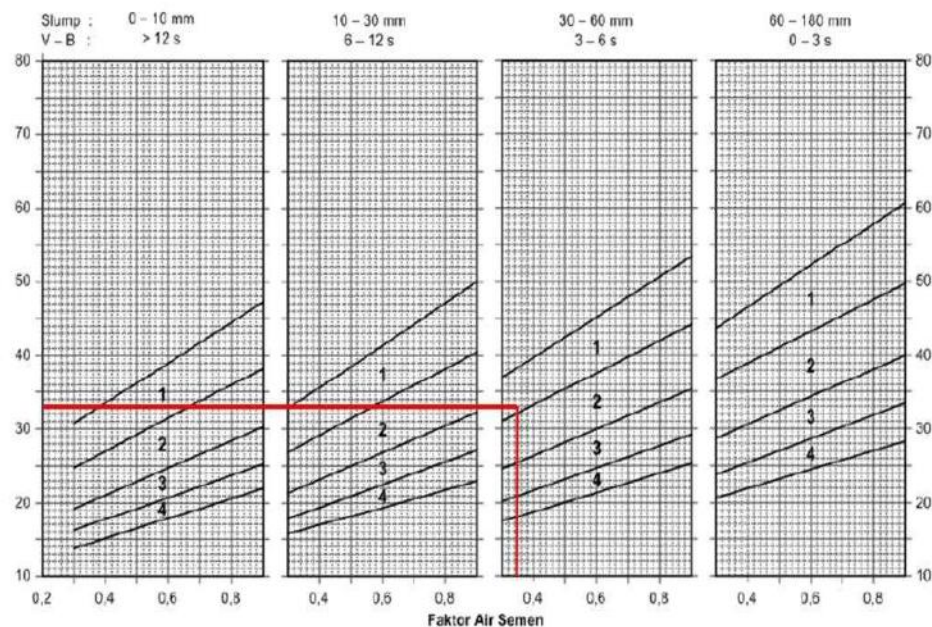
14. Jumlah semen minimum ditetapkan 275 kg/m³ berdasarkan Tabel 3.17 Seandainya kadar semen yang diperoleh dari perhitungan 12 belum mencapai syarat minimum yang ditetapkan, maka harga minimum ini harus dipakai dan faktor air semen yang baru perlu disesuaikan.

Tabel 3.17: Persyaratan jumlah semen minimum dan fas maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus.

Lokasi	Jumlah Semen minimum per m ³ beton (kg)	Nilai FAS Maksimum
Beton didalam ruangan bangunan		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0.60
b. Keadaan keliling korosif, disebabkan oleh kondensasi/ uap korosif	325	0.52
Beton diluar ruangan bangunan		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0.55
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari	275	0.60
Beton masuk ke dalam tanah		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti	325	0.55

15. Faktor air semen yang disesuaikan dalam hal ini dapat diabaikan oleh karena syarat minimum kadar semen sudah dipenuhi.
16. Susunan besar butir agregat halus ditetapkan pada gradasi pasir pada Gambar 3.2.
17. Susunan besar butir agregat kasar ditetapkan pada gradasi pasir pada Gambar 3.3.

18. Persen bahan yang lebih halus dari 4,8 mm ini dicari dalam Gambar 3.6 untuk kelompok ukuran butir agregat maksimum 40 mm pada nilai slump 30-60 mm dan nilai faktor air semen 0,38. Bagi agregat halus (pasir) yang termasuk daerah susunan butir No.2 diperoleh harga nilai 33%. Seperti yang dijelaskan pada Gambar 3.6 dibawah ini.
19. Berat jenis relatif agregat adalah berat jenis agregat gabungan, artinya gabungan agregat halus dan agregat kasar. Oleh karena itu agregat halus dalam hal ini merupakan gabungan dari dua macam agregat halus lainnya, maka berat jenis sebelum menghitung berat jenis agregat gabungan antara pasir dan kerikil.

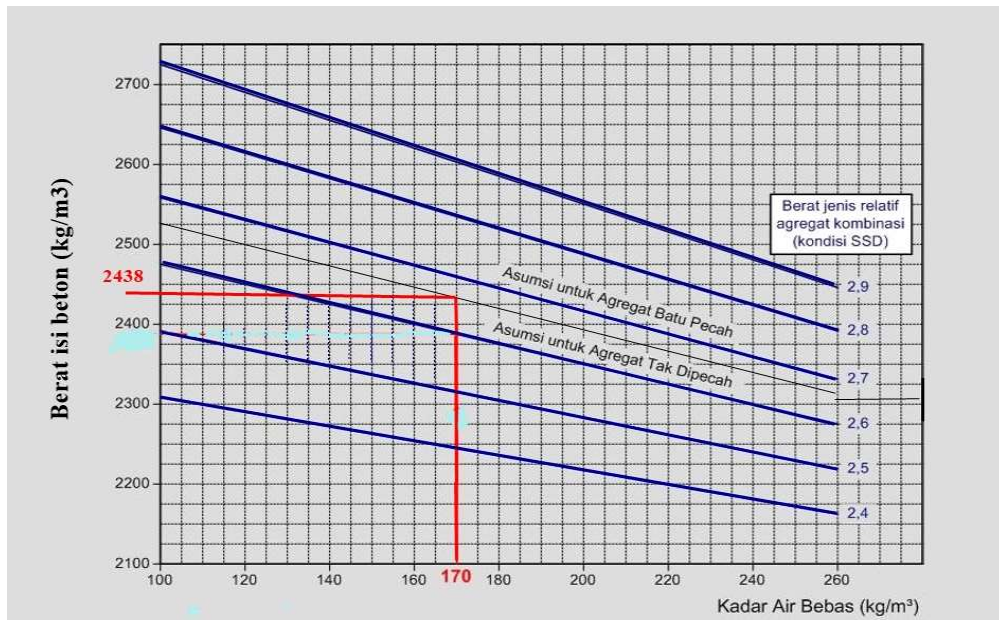


Gambar 3.6: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 40 mm (SNI 03-2834-2002).

Demikian perhitungan berat jenis relatif menjadi sebagai berikut:

- BJ agregat halus = 2,57
- BJ agregat kasar = 2,72
- BJ agregat gabungan Halus dan kasar
 $= (0,33 \times 2,57) + (0,67 \times 2,72)$
 $= 2,6705$

20. Berat isi beton diperoleh dari Gambar 3.7 dengan jalan membuat grafik baru yang sesuai dengan nilai berat jenis agregat gabungan, yaitu 2,6075. Titik potong grafik baru tadi dengan tegak yang menunjukkan kadar air bebas (dalam hal ini 170 kg/m³), menunjukkan nilai berat jenis beton yang direncanakan. Dalam hal ini diperoleh angka 2438 kg/m³.



Gambar 3.7: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat beton (SNI 03-2834-2002).

Kadar agregat gabungan

$$= (\text{berat isi beton}) - (\text{jumlah kadar semen} + \text{kadar air})$$

$$= 2438 - (444,368 + 170)$$

$$= 1820,29 \text{ kg/m}^3$$

Kadar agregat halus

$$= (\text{Persen agregat halus}) \times (\text{Kadar agregat gabungan})$$

$$= \frac{33}{100} \times 1820,632$$

$$= 600,808 \text{ kg/m}^3$$

Kadar agregat kasar

$$= \text{Kadar agregat gabungan} - \text{Kadar agregat halus}$$

$$= 1820,632 - 600,808$$

$$= 1219,823 \text{ kg/m}^3$$

Proporsi campuran dari langkah (1) hingga (23) kita dapatkan susunan campuran beton teoritis. Untuk tiap m³ sebagai berikut:

- Semen = 447,368 kg
- Air = 170 kg/lt
- Agregat halus = 600,808 kg
- Agregat kasar = 1219,823 kg

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

Proporsi campuran untuk air sebesar:

$$= B - ((Ck - Ca) \times C/100) - ((Dk - Da) \times D/100)$$

$$= 170 - ((2,15 - 1,73) \times 600,808/100) - ((0,60 - 0,75) \times 1219,823)$$

$$= 165,689 \text{ kg/m}^3$$

Dan dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat halus sebesar:

$$= C + ((Ck - Ca) \times C/100)$$

$$= 600,808 + ((0,60 - 0,75) \times 1219,823 /100) = 603,302 \text{ kg/m}^3$$

Serta dibutuhkan koreksi proporsi campuran untuk agregat kasar sebesar:

$$= D + (Dk - Da) \times D/100$$

$$= 1219,823 + ((0,60 - 0,75) \times 1219,823/100)$$

$$= 1217,950 \text{ kg/m}^3$$

3.11.2. Pembuatan Benda Uji

Setelah rencana campuran Mix Design langkah selanjutnya adalah membuat benda uji pemeriksaan kekuatan beton. Menggunakan standart SNI 03-2824-2002 "Tata cara pembuatan campuran beton". Dengan campuran serat nanas yang sudah ditentukan.

1. Benda uji pemeriksaan kuat tekan.

Benda uji ini berbentuk kubus dengan ukuran $150 \times 150 \times 150$ mm berjumlah 12 buah. Berikut penjelasannya:

- a. Beton normal dengan umur beton 28 hari. Terdapat 3 buah benda uji untuk dapat diambil data rata-ratanya.
 - b. Beton normal dengan tambahan serat daun nanas sebanyak 0,04 % dari berat semen, dengan umur beton 28 hari. Terdapat 3 buah benda uji untuk dapat diambil data rata-ratanya.
 - c. Beton normal dengan tambahan serat daun nanas sebanyak 0,09 % dari berat semen, dengan umur beton 28 hari. Terdapat 3 buah benda uji untuk dapat diambil data rata-ratanya.
 - d. Beton normal dengan tambahan serat daun nanas sebanyak 0,15 % dari berat semen, dengan umur beton 28 hari. Terdapat 3 buah benda uji untuk dapat diambil data rata-ratanya.
2. Benda uji pemeriksaan flexural beton.

Benda uji ini berbentuk balok dengan ukuran panjang 600 mm, lebar 150 mm dan tinggi 150 mm berjumlah 24 buah. Berikut penjelasannya:

- a. Beton normal dengan umur beton 14 dan 28 hari. Masing-masing umur beton terdapat 3 buah benda uji.
- b. Beton normal dengan tambahan serat daun nanas sebanyak 0,04 % dari berat semen, dengan umur beton 14 dan 28 hari. Masing-masing umur beton terdapat 3 buah benda uji.
- c. Beton normal dengan tambahan serat daun nanas sebanyak 0,09 % dari berat semen, dengan umur beton 14 dan 28 hari. Masing-masing umur beton terdapat 3 buah benda uji.
- d. Beton normal dengan tambahan serat daun nanas sebanyak 0,15 % dari berat semen, dengan umur beton 14 dan 28 hari. Masing-masing umur beton terdapat 3 buah benda uji.

Maka jumlah benda uji yang akan dibuat sejumlah 12 benda uji berbentuk kubus untuk pengujian kuat tekan dan 24 benda uji berbentuk balok untuk pengujian flexural test. Dengan jumlah total benda uji berjumlah 36 benda uji.

3.11.3. Pengujian Slump

Pengujian *slump* dilakukan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 1972:2008). Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan slump beton. Slump merupakan ukuran kekentalan beton muda. Slump test dilakukan untuk mengetahui mutu beton yang akan digunakan apakah sesuai dengan perencanaan dan pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air beton/keleccakan beton. Sesuai batas slump yang direncanakan pada saat mix design sebesar 30-60 mm.

3.11.4. Perawatan Beton

Setelah beton mengeras dan dikeluarkan dalam cetakan, maka akan dilakukan perawatan dengan terus memberi air yaitu dengan cara perendaman beton. Beton sudah mengeras pada 24 jam setelah dicetak. Sebelum dilakukan perendaman, beton akan diberi tanda. Perendaman ini terus dilakukan sampai pengujian beton pada umur 14 hari dan 28 hari.

3.11.5. Pengujian Benda Uji

1. Pengujian kuat tekan

Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin uji tekan dengan kapasitas tertentu. Beton akan ditimbang beratnya sebelum dilakukannya pengujian kuat tekan agar diketahui berat jenis betonnya. Jumlah sampel pengujian untuk setiap variasi direncanakan sebanyak :

1. Beton normal.

a. Umur 28 hari : 3 buah.

2. Beton dengan campuran serat daun nanas 0,04 %.

a. Umur 28 hari : 3 buah.

3. Beton dengan campuran serat daun nanas 0,09 %.

a. Umur 28 hari : 3 buah.

4. Beton dengan campuran serat daun nanas 0,15 %.

a. Umur 28 hari : 3 buah.

Maka, total benda uji untuk kuat tekan berjumlah 12 buah. Pengujian kuat tekan menggunakan SNI-1974-1990 yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan serat daun nanas terhadap kekuatan tekan beton.

2. Pengujian kuat lentur (*flexural test*)

Pengujian kuat lentur dua titik ini merupakan salah satu metode yang digunakan untuk mengukur kekuatan lentur dari beton tersebut. Untuk pengujian kuat lentur ini menggunakan SNI 4431-2011. Benda uji yang digunakan dalam pengujian ini adalah balok beton dengan panjang 60 cm, lebar 15 cm dan tinggi 15 cm sebanyak 24 buah dengan berbagai variasi penambahan serat dan perendaman. Dengan rincian jumlah dan variasi campuran serat daun nanas sebagai berikut.

1. Beton normal.

- a. Umur 14 hari : 3 buah.
- b. Umur 28 hari : 3 buah.

2. Beton dengan campuran serat daun nanas 0,04 %.

- a. Umur 14 hari : 3 buah.
- b. Umur 28 hari : 3 buah.

3. Beton dengan campuran serat daun nanas 0,09 %.

- a. Umur 14 hari : 3 buah.
- b. Umur 28 hari : 3 buah.

4. Beton dengan campuran serat daun nanas 0,15 %.

- a. Umur 14 hari : 3 buah.
- b. Umur 28 hari : 3 buah.

Maka, total benda uji untuk kuat tekan berjumlah 24 buah.

BAB 4

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

4.1.1. Data-Data Campuran Beton

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

- Berat jenis agregat kasar = 2,72 gram/cm³
- Berat jenis agregat halus = 2,57 gram/cm³
- Absorsi agregat kasar = 0,75 %
- Absorsi agregat halus = 1,73 %
- Kadar lumpur agregat kasar = 0,8 %
- Kadar lumpur agregat halus = 3,3 %
- Berat isi agregat kasar = 6,923 gram/cm³
- Berat isi agregat halus = 3,934 gram/cm³
- FM agregat kasar = 7,07
- FM agregat halus = 2,77
- Kadar air agregat kasar = 0,60 %
- Kadar air agregat halus = 2,15 %
- Keausan agregat = 16,46 %
- Nilai slump rencana = 30 - 60 mm
- Ukuran agregat max = 40 mm
- Penyerapan serat daun nanas = 5,27 %

Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai diatas dapat digunakan untuk perencanaan campuran beton (*Mix Design*) dengan kuat tekan disyaratkan sebesar 45,8 MPa yang terlampir pada Tabel 4.1 berdasarkan SNI 03-2834-2002 dan menganalisa, maka dari hasil perencanaan beton diatas didapat perbandingan campuran akhir untuk setiap m³ adalah:

Tabel 4.1: Perencanaan campuran beton berdasarkan SNI 03-2834-2002.

PERENCANAAN CAMPURAN BETON			
SNI 03-2834-2002			
No	Uraian	Tabel / Gambar perhitungan	Nilai
1.	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji kubus)	Berdasarkan faktor air semen	45,8 MPa
2.	Deviasi standar	Tabel 2.6	12 MPa
3.	Nilai tambah (margin)	Tabel 2.7	4,2 MPa
4.	Kuat tekan rata-rata yang ditargetkan	1 + 2 + 3	62 MPa
5.	Jenis semen		Tipe 1 Semen Pc
6.	Jenis agregat:		
	- Kasar	Ditetapkan	Batu pecah Binjai
	- Halus	Ditetapkan	Pasir Binjai
7.	Faktor air semen bebas	Gambar 4.1	0,38
8.	Faktor air semen maksimum	Ditetapkan	0,6
9.	Slump	Ditetapkan	30 - 60 mm
10.	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	40 mm
11.	Kadar air bebas	Dihitung	170
12.	Jumlah semen	(11) : (8)	447,368 kg/m ³
13.	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan	4447,368 kg/m ³
14.	Jumlah semen minimum	Ditetapkan	275
15.	Faktor air semen yang disesuaikan	Ditetapkan	0,38
16.	Susunan besar agregat halus	Gambar 3.2	Daerah Gradasi zona 2
17.	Susunan agregat kasar atau gabungan	Gambar 3.3	Gradasi Maksimum 40 mm

Tabel 4.1: *Lanjutan.*

No	Uraian	Tabel / Gambar perhitungan		Nilai	
19.	Berat jenis relatif agregat (jenuh kering permukaan)	Dihitung		2,6705	
20.	Berat isi beton	Gambar 4.3		2438 kg/m ³	
21.	Kadar agregat gabungan	20 - 12 + 11		1820,632 kg/m ³	
22.	Kadar agregat halus	18 x 21		600,808 kg/m ³	
23.	Kadar agregat kasar	21 – 22		1219,823 kg/m ³	
24.	Proporsi campuran	semen (kg)	Air (kg)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
	Tiap m ³	447,368	170	600,808	1219,823
	Tiap campuran uji m ³	1	0,38	1,343	2,727
	Tiap campuran uji 0,0135 m ³ (1 balok)	6,04	2,30	8,11	16,47
	Tiap campuran uji 0,003375 m ³ (1 kubus)	1,51	0,57	2,03	4,12
25.	Koreksi proporsi campuran				
	Tiap m ³	447,368	165,689	603,302	1217,950
	Tiap campuran uji m ³	1	0,37	1,349	2,722
	Tiap campuran uji 0,0135 m ³ (1 balok)	6,04	2,24	8,14	16,44
	Tiap campuran uji 0,003375 m ³ (1 kubus)	1,51	0,56	2,04	4,11

Maka hasil perbandingan agregat yang dipakai pada campuran beton:

Semen	:	Agregat halus	:	Agregat kasar	:	Air
447,368	:	603,302	:	1217,950	:	165,689
1	:	1,349	:	2,722	:	0,379

a. Untuk satu benda uji (kg)

Menggunakan cetakan kubus dengan ukuran :

$$\text{Sisi} = 15 \text{ cm} \rightarrow 0,15 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume kubus} &= \text{sisi} \times \text{sisi} \times \text{sisi} \\ &= 0,15 \times 0,15 \times 0,15 \\ &= 0,003375 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Maka

1. Semen yang dibutuhkan untuk satu benda uji
 $= 447,368 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3$
 $= 1,51 \text{ kg}$
2. Pasir yang dibutuhkan untuk satu benda uji
 $= 603,302 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3$
 $= 2,04 \text{ kg}$
3. Batu pecah yang dibutuhkan untuk satu benda uji
 $= 1217,950 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3$
 $= 4,12 \text{ kg}$
4. Air yang dibutuhkan untuk satu benda uji
 $= 165,689 \text{ kg/m}^3 \times 0,003375 \text{ m}^3$
 $= 0,56 \text{ kg}$
5. Dengan total material yang dibutuhkan untuk satu benda uji
 $= 1,51 \text{ kg} + 2,04 \text{ kg} + 4,12 \text{ kg} + 0,56 \text{ kg}$
 $= 8,23 \text{ kg}$

Maka perbandingan untuk satu benda uji:

Semen	:	Agregat halus	:	Agregat kasar	:	Air
1,51	:	2,04	:	4,12	:	0,56

Berdasarkan perbandingan yang didapat untuk satu benda uji memerlukan semen sebanyak 1,51 kg. Dan perbandingan agregat untuk satu berdasarkan analisa saringan maka didapat berat untuk masing-masing saringan untuk 1 benda uji. Untuk agregat halus terlampir pada Tabel 4.2, sedangkan untuk agregat kasar terlampir pada Tabel 4.3.

Tabel 4.2: Jumlah agregat halus yang dibutuhkan untuk satu benda uji.

Jumlah agregat halus yang dibutuhkan (2,04 kg) untuk satu benda uji.					
9.50 (No 3/8 in)	0	2,04	=	0	
4.75 (No. 4)	1,05	2,04	=	0,02	
2.36 (No. 8)	8,68	2,04	=	0,18	
1.18 (No.16)	18,91	2,04	=	0,39	
0.60 (No. 30)	26,95	2,04	=	0,55	
0.30 (No. 50)	28,59	2,04	=	0,58	
0.15 (No. 100)	14,09	2,04	=	0,29	
Pan	1,73	2,04	=	0,04	
Total				=	2,04

Berdasarkan Tabel 4.2 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah mulai saringan no.3/8 sebesar 0 kg saringan no 4 sebesar 0,02 kg, saringan no 8 sebesar 0,18 kg, saringan no 16 sebesar 0,39 kg, saringan no 30 sebesar 0,55 kg, saringan no 50 sebesar 0,58 kg, saringan no 100 sebesar 0,29 kg, dan pan sebesar 0,04 kg. Total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 2,04 kg.

Tabel 4.3: Jumlah agregat kasar yang dibutuhkan untuk satu benda uji.

Jumlah agregat kasar yang dibutuhkan (4,12 kg) untuk satu benda uji.					
38,1 (1.5 in)	4,43	4,12	=	0,18	
19.0 (3/4 in)	27,91	4,12	=	1,15	
9.52 (3/8 in)	37,73	4,12	=	1,56	
4.75 (No. 4)	29,93	4,12	=	1,23	
Total				=	4,12

Berdasarkan Tabel 4.3 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 0,18 kg, saringan 3/4 sebesar 1,15 kg, saringan 3/8 sebesar 1,56 kg dan saringan no

4 sebesar 1,23 kg. Total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 4,12 kg. Dan memerlukan perbandingan air sebesar 0,38 kg untuk satu benda uji.

Sedangkan untuk variasi serat nanas yang dibutuhkan diambil dari berat perbandingan berat semen untuk satu benda uji, yaitu dapat dilihat pada Tabel 4.4 Tentang variasi campuran serat nanas. Yang berfungsi sebagai bahan tambah untuk memperkuat kekuatan tarik pada beton.

Tabel 4.4: Jumlah variasi serat nanas untuk benda uji kubus.

Jumlah serat nanas yang dibutuhkan untuk satu benda uji (kubus).	
Variasi Serat Nanas (%)	Berat Serat Nanas (gram)
0,04	0,604
0,09	1,359
0,15	2,265

Dalam penelitian ini jumlah benda uji yang akan dibuat adalah sebanyak 36 benda uji. Yang terdiri dari 12 kubus dan 24 balok dengan total benda uji 36 benda uji.

Untuk benda uji 12 kubus memerlukan perbandingan sebagai berikut:

1. Semen = $1,51 \times 12$
= 18,12 kg
= 19,03 kg (dikalikan dengan faktor koreksi sebesar 5 %)
2. Agregat halus = $2,04 \times 12$
= 24,48 kg
= 25,70 kg (dikalikan dengan faktor koreksi sebesar 5 %)
3. Agregat kasar = $4,12 \times 12$
= 49,44 kg
= 51,91 kg (dikalikan dengan faktor koreksi sebesar 5 %)
4. Air = $0,56 \times 12$
= 6,72 kg
= 7,06 kg (dikalikan dengan faktor koreksi sebesar 5 %)

Agregat untuk dua belas benda uji berdasarkan analisa saringan maka didapat berat untuk masing-masing saringan. Untuk agregat halus terlampir pada Tabel 4.5, sedangkan untuk agregat kasar terlampir pada Tabel 4.6.

Tabel 4.5: Jumlah agregat halus yang dibutuhkan untuk dua belas benda uji.

Jumlah agregat halus yang dibutuhkan (25,70 kg) untuk dua belas benda uji.					
9.50 (No 3/8 in)	0	25,70	=	0	
4.75 (No. 4)	1,05	25,70	=	0,27	
2.36 (No. 8)	8,68	25,70	=	2,23	
1.18 (No.16)	18,91	25,70	=	4,86	
0.60 (No. 30)	26,95	25,70	=	6,93	
0.30 (No. 50)	28,59	25,70	=	7,35	
0.15 (No. 100)	14,09	25,70	=	3,62	
Pan	1,73	25,70	=	0,44	
Total				=	25,70

Berdasarkan Tabel 4.5 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 12 benda uji ialah mulai saringan no.3/8 sebesar 0 kg saringan no 4 sebesar 0,27 kg, saringan no 8 sebesar 2,23 kg, saringan no 16 sebesar 4,86 kg, saringan no 30 sebesar 6,93 kg, saringan no 50 sebesar 7,35 kg, saringan no 100 sebesar 3,62 kg, dan pan sebesar 0,44 kg. Total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 12 benda uji sebesar 25,70 kg.

Tabel 4.6: Jumlah agregat kasar yang dibutuhkan untuk dua belas benda uji.

Jumlah agregat kasar yang dibutuhkan (51,91 kg) untuk dua belas benda uji.					
38,1 (1.5 in)	4,43	51,91	=	2,30	
19.0 (3/4 in)	27,91	51,91	=	14,49	
9.52 (3/8 in)	37,73	51,91	=	19,59	
4.75 (No. 4)	29,93	51,91	=	15,54	
Total				=	51,91

Berdasarkan Tabel 4.6 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 12 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 2,30 kg, saringan 3/4 sebesar 14,49 kg, saringan 3/8 sebesar 19,59 kg dan saringan no 4 sebesar 15,54 kg. Total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 12

benda uji sebesar 51,91 kg. Dan memerlukan perbandingan air sebesar 7,06 kg untuk dua belas benda uji.

b. Untuk satu benda uji (kg)

Menggunakan cetakan balok dengan ukuran:

Panjang = 60 cm → 0,60 m

Lebar = 15 cm → 0,15 m

Tinggi = 15 cm → 0,15 m

Volume balok = panjang x lebar x tinggi
= 0,60 x 0,15 x 0,15
= 0,0135 m³

Maka

1. Semen yang dibutuhkan untuk satu benda uji
= 447,368 kg/m³ x 0,0135 m³
= 6,04 kg
2. Pasir yang dibutuhkan untuk satu benda uji
= 603,302 kg/m³ x 0,0135 m³
= 8,14 kg
3. Batu pecah yang dibutuhkan untuk satu benda uji
= 1217,950 kg/m³ x 0,0135 m³
= 16,44 kg
4. Air yang dibutuhkan untuk satu benda uji
= 165,689 kg/m³ x 0,0135 m³
= 2,24 kg
5. Dengan total material yang dibutuhkan untuk satu benda uji
= 6,04 kg + 8,14 kg + 16,44 kg + 2,24 kg
= 32,86 kg

Maka perbandingan untuk satu benda uji:

Semen	:	Agregat halus	:	Agregat kasar	:	Air
6,04	:	8,14	:	16,44	:	2,24

Berdasarkan perbandingan yang didapat untuk satu benda uji memerlukan semen sebanyak 6,04 kg. Dan perbandingan agregat untuk satu berdasarkan analisa

saringan maka didapat berat untuk masing–masing saringan untuk 1 benda uji. Untuk agregat halus terlampir pada Tabel 4.7, sedangkan untuk agregat kasar terlampir pada Tabel 4.8.

Tabel 4.7: Jumlah agregat halus yang dibutuhkan untuk satu benda uji.

Jumlah agregat halus yang dibutuhkan (8,14 kg) untuk satu benda uji.				
9.50 (No 3/8 in)	0	8,14	=	0
4.75 (No. 4)	1,05	8,14	=	0,09
2.36 (No. 8)	8,68	8,14	=	0,71
1.18 (No.16)	18,91	8,14	=	1,54
0.60 (No. 30)	26,95	8,14	=	2,20
0.30 (No. 50)	28,59	8,14	=	2,33
0.15 (No. 100)	14,09	8,14	=	1,15
Pan	1,73	8,14	=	0,14
Total			=	8,14

Berdasarkan Tabel 4.7 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah mulai saringan no.3/8 sebesar 0 kg saringan no 4 sebesar 0,09 kg, saringan no 8 sebesar 0,71 kg, saringan no 16 sebesar 1,54 kg, saringan no 30 sebesar 2,20 kg, saringan no 50 sebesar 2,33 kg, saringan no 100 sebesar 1,15 kg, dan pan sebesar 0,14 kg. Total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 8,14 kg.

Tabel 4.8: Jumlah agregat kasar yang dibutuhkan untuk satu benda uji.

Jumlah agregat kasar yang dibutuhkan (16,44 kg) untuk satu benda uji.				
38,1 (1.5 in)	4,43	16,44	=	0,73
19.0 (3/4 in)	27,91	16,44	=	4,59
9.52 (3/8 in)	37,73	16,44	=	6,20
4.75 (No. 4)	29,93	16,44	=	4,92
Total			=	16,44

Berdasarkan Tabel 4.8 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 0,73 kg, saringan 3/4 sebesar 4,59 kg, saringan 3/8 sebesar 6,20 kg dan saringan no

4 sebesar 4,92 kg. Total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 16,44 kg. Dan memerlukan perbandingan air sebesar 2,24 kg untuk satu benda uji.

Sedangkan untuk variasi serat nanas yang dibutuhkan diambil dari berat perbandingan berat semen untuk satu benda uji, yaitu dapat dilihat pada Tabel 4.9 Tentang variasi campuran serat nanas. Yang berfungsi sebagai bahan tambah untuk memperkuat kekuatan tarik pada beton.

Tabel 4.9: Jumlah variasi serat nanas untuk satu benda uji balok.

Jumlah serat nanas yang dibutuhkan untuk satu benda uji (balok).	
Variasi Serat Nanas %	Berat Serat Nanas (gram)
0,04	2,42
0,09	5,44
0,15	9,06

Dalam penelitian ini jumlah benda uji yang akan dibuat adalah sebanyak 36 benda uji. Yang terdiri dari 12 kubus dan 24 balok dengan total benda uji 36 benda uji.

Untuk benda uji 24 balok memerlukan perbandingan sebagai berikut:

1. Semen = $6,04 \times 24$
= 144,96 kg
= 152,208 kg (dikalikan dengan faktor koreksi sebesar 5 %)
2. Agregat halus = $8,14 \times 24$
= 195,36 kg
= 205,128 kg (dikalikan dengan faktor koreksi sebesar 5 %)
3. Agregat kasar = $16,44 \times 24$
= 395,46 kg
= 414,288 kg (dikalikan dengan faktor koreksi sebesar 5 %)
4. Air = $2,24 \times 24$
= 53,76 kg
= 56,448 kg (dikalikan dengan faktor koreksi sebesar 5 %)

Agregat untuk dua belas benda uji berdasarkan analisa saringan maka didapat berat untuk masing-masing saringan. Untuk agregat halus terlampir pada Tabel 4.10, sedangkan untuk agregat kasar terlampir pada Tabel 4.11.

Tabel 4.10: Jumlah agregat halus yang dibutuhkan untuk dua puluh empat benda uji.

Jumlah agregat halus yang dibutuhkan (205,128 kg) untuk dua puluh empat benda uji.					
9.50 (No 3/8 in)	0	205,128	=	0,00	
4.75 (No. 4)	1,05	205,128	=	2,15	
2.36 (No. 8)	8,68	205,128	=	17,81	
1.18 (No.16)	18,91	205,128	=	38,79	
0.60 (No. 30)	26,95	205,128	=	55,28	
0.30 (No. 50)	28,59	205,128	=	58,65	
0.15 (No. 100)	14,09	205,128	=	28,90	
Pan	1,73	205,128	=	3,55	
Total				=	205,128

Berdasarkan Tabel 4.10 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 24 benda uji ialah mulai saringan no.3/8 sebesar 0 kg saringan no 4 sebesar 2,15 kg, saringan no 8 sebesar 17,81 kg, saringan no 16 sebesar 38,79 kg, saringan no 30 sebesar 55,28 kg, saringan no 50 sebesar 58,65 kg, saringan no 100 sebesar 28,90 kg, dan pan sebesar 3,55 kg. Total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 12 benda uji sebesar 205,128 kg.

Tabel 4.11: Jumlah agregat kasar yang dibutuhkan untuk dua puluh empat benda uji.

Jumlah agregat kasar yang dibutuhkan (414,288 kg) untuk dua puluh empat benda uji.					
38,1 (1.5 in)	4,43	414,288	=	18,353	
19.0 (3/4 in)	27,91	414,288	=	115,628	
9.52 (3/8 in)	37,73	414,288	=	156,311	
4.75 (No. 4)	29,93	414,288	=	123,996	
Total				=	414,288

Berdasarkan Tabel 4.11 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 24 benda uji ialah saringan 1,5 sebesar 18,353 kg, saringan 3/4 sebesar 115,628 kg, saringan 3/8 sebesar 156,311 kg dan saringan no 4 sebesar 123,996 kg. Total keseluruhan agregat kasar yang

tertahan untuk 24 benda uji sebesar 414,288 kg. Dan memerlukan perbandingan air sebesar 56,448 kg untuk satu benda uji.

4.2. Pengujian Slump Test

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

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk melihat workability (tingkat kemudahan pengerjaan) dari campuran beton segar adalah dengan pengujian Slump, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.12. Pada Tabel 4.12 menjelaskan nilai slump pada masing-masing pencetakan beton. Seperti yang kita ketahui, perencanaan slump pada Job Mix Design adalah 30-60 mm.

Tabel 4.12: Hasil pengujian slmp test untuk benda uji kubus dan balok.

Variasi Campuran	Slump (cm)			
	Kubus		Balok	
	28 hari	14 hari	28 hari	14 hari
Beton Normal	4	-	3,5	3,8
Beton campuran serat nanas 0,04 %	3,8	-	3,5	3,5
Beton campuran serat nanas 0,09 %	3,8	-	3	3
Beton campuran serat nanas 0,15 %	3,8	-	3	3

4.3. Pengujian Kuat Tekan

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 15 cm, lebar 15 cm, dan tinggi 15 cm seperti pada Gambar 4.4 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 panjang 15 cm, lebar 15 cm, dan tinggi 15 cm. Serta silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Perbedaannya terletak pada perhitungan untuk mendapatkan nilai kuat tekan beton yang didapat setelah diuji. Yakni faktor untuk kubus adalah 1 dan silinder adalah 0,83.

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



Gambar 4.1: Beban tekan pada benda uji kubus.

Berdasarkan pengujian kuat tekan maka didapat hasil pengujian yang bisa dilihat pada Tabel 4.13. Dengan nilai tertinggi terdapat pada campuran serat 0,09 % serat nanas pada umur 28 hari sebesar 56,74 MPa. Berdasarkan hasil pemeriksaan diketahui ambang batas penambahan serat nanas untuk kekuatan tekan beton pada campuran 0,09 %.

4.3.1. Pengujian Kuat Tekan Normal

Pengujian beton normal dilakukan pada saat beton berumur 28 hari seperti yang telah dijelaskan diatas. Hasil dari penyelidikan kuat tekan beton normal dapat dilihat pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13: Hasil kuat tekan beton normal umur 28 hari.

Jumlah Benda Uji: 3buah					Jenis Benda Uji: Kubus 15x15x15 cm					
No	Benda Uji	Campuran			FAS	Slump	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		P.C	Pasir	Kerikil	%	(cm)			Cetak	Uji
1	A1	1	1,352	2,73	0,38	4	17-May-18	15-Jun-18	8,216	8,353
2	A2	1	1,352	2,73	0,38	4	17-May-18	15-Jun-18	8,248	8,351
3	A3	1	1,352	2,73	0,38	4	17-May-18	15-Jun-18	8,270	8,345
No	Benda Uji	Bahan Tambah			Umr	Beban	Kuat Tekan	Estimasi	Average	Keterangan
					Hari	Tekan	Saat	28 hari		
					(Kg) <th>Pengujian</th> <th>(MPa)</th> <td></td> <td></td>	Pengujian	(MPa)			
1	A1	-			28	125000	55,56	55,56	52,30	
2	A2				28	113000	50,22	50,22		
3	A3				28	115000	51,11	51,11		

Berdasarkan hasil kuat tekan beton normal, didapat nilai kuat tekan untuk umur beton 28 hari rata-rata sebesar 52,30 MPa. Dengan kuat tekan terbesar ada pada sampel A1 sebesar 55,56 MPa kemudian terbesear nilai kuat tekan kedua pada sampel A3 sebesar 55,11 MPa dan dengan nilai yang terkecil pada sampel A2 sebesar 50,22 MPa.

4.3.2. Pengujian Kuat Tekan Campuran Serat Nanas 0,04 %

Pengujian beton normal dilakukan pada saat beton berumur 28 hari seperti yang telah dijelaskan diatas. Hasil dari penyelidikan kuat tekan beton normal dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14: Hasil kuat tekan beton campuran serat nanas 0,04 % umur 28 hari.

Jumlah Benda Uji: 3 buah								Jenis Benda Uji: Kubus 15x15x15 cm			
No	Benda Uji	Campuran			FAS	Slump	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)		
		P.C	Pasir	Kerikil	%	(cm)			Cetak	Uji	
1	B1	1	1,352	2,73	0,38	3,8	17-May-18	15-Jun-18	8,394	8,469	
2	B2	1	1,352	2,73	0,38	3,8	17-May-18	15-Jun-18	8,317	8,403	
3	B3	1	1,352	2,73	0,38	3,8	17-May-18	15-Jun-18	8,411	8,486	
No	Benda Uji	Bahan Tambah			Umur	Beban	Kuat Tekan	Estimasi	Average	Keterangan	
					Hari	Tekan (Kg)	Saat Pengujian	28 hari (MPa)			
1	B1	serat nanas 0,04%			28	126000	56,00	56,00	56,30		
2	B2				28	128000	56,89	56,89			
3	B3				28	126000	56,00	56,00			

Berdasarkan hasil kuat tekan campuran serat nanas 0,04 %, didapat nilai kuat tekan untuk umur beton 28 hari rata-rata sebesar 56,30 MPa. Dengan kuat tekan terbesar ada pada sampel B2 sebesar 56,89 MPa kemudian terbsear nilai kuat tekan kedua sama dengan kuat tekan ketiga pada sampel B1 sebesar 56,00 Mpa dan pada sampel B3 sebesar 56,00 MPa.

4.3.3. Pengujian Kuat Tekan Campuran Serat Nanas 0,09 %

Pengujian beton normal dilakukan pada saat beton berumur 28 hari seperti yang telah dijelaskan diatas. Hasil dari penyelidikan kuat tekan beton normal dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15: Hasil kuat tekan beton campuran serat nanas 0,09 % umur 28 hari.

Jumlah Benda Uji: 3 buah							Jenis Benda Uji: Kubus 15x15x15 cm			
No	Benda Uji	Campuran			FAS	Slump	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		P.C	Pasir	Kerikil	%	(cm)			Cetak	Uji
1	C1	1	1,352	2,73	0,38	3,8	17-May-18	15-Jun-18	8,211	8,275
2	C2	1	1,352	2,73	0,38	3,8	17-May-18	15-Jun-18	8,283	8,339
3	C3	1	1,352	2,73	0,38	3,8	17-May-18	15-Jun-18	8,251	8,311
No	Benda Uji	Bahan Tambah			Umur	Beban	Kuat Tekan	Estimasi	Average	Keterangan
					Hari	Tekan	Saat	28 hari		
1	C1	Serat nanas 0,09%			28	127000	56,44	56,44	56,74	
2	C2				28	128000	56,89	56,89		
3	C3				28	128000	56,89	56,89		

Berdasarkan hasil kuat tekan beton campuran serat nanas 0,09%, didapat nilai kuat tekan untuk umur beton 28 hari rata-rata sebesar 56,74 MPa. Dengan kuat tekan terbesar ada pada sampel C2 dan sampel C3 sebesar 56,89 Mpa dan 56,89 MPa dan nilai kuat dengan nilai yang terkecil pada sampel C1 sebesar 56,44 MPa.

4.3.4. Pengujian Kuat Tekan Campuran Serat Nanas 0,15 %

Pengujian beton normal dilakukan pada saat beton berumur 28 hari seperti yang telah dijelaskan diatas. Hasil dari penyelidikan kuat tekan beton normal dapat dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16: Hasil kuat tekan beton campuran serat nanas 0,15 % umur 28 hari.

Jumlah Benda Uji: 3 buah					Jenis Benda Uji: Kubus 15x15x15 cm						
No	Benda Uji	Campuran			FAS	Slump	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)		
		P.C	Pasir	Kerikil	%	(cm)			Cetak	Uji	
1	D1	1	1,352	2,73	0,38	3,8	17-May-18	15-Jun-18	8,263	8,303	
2	D2	1	1,352	2,73	0,38	3,8	17-May-18	15-Jun-18	8,242	8,305	
3	D3	1	1,352	2,73	0,38	3,8	17-May-18	15-Jun-18	8,421	8,463	
No	Benda Uji	Bahan Tambah			Umur	Beban	Kuat Tekan	Estimasi	Average	Keterangan	
					Hari	Tekan	Saat	28 hari			
1	D1				28	122000	54,22	54,22	55,56		
2	D2				28	125000	55,56	55,56			
3	D3				28	128000	56,89	56,89			

Berdasarkan hasil kuat tekan beton campuran serat nanas 0,15%, didapat nilai kuat tekan untuk umur beton 28 hari rata-rata sebesar 55,56 MPa. Dengan kuat tekan terbesar ada pada sampel D3 sebesar 56,89 MPa kemudian terbesar nilai kuat tekan kedua pada sampel D2 sebesar 55,56 MPa dan dengan nilai yang terkecil pada sampel D1 sebesar 54,22 MPa.

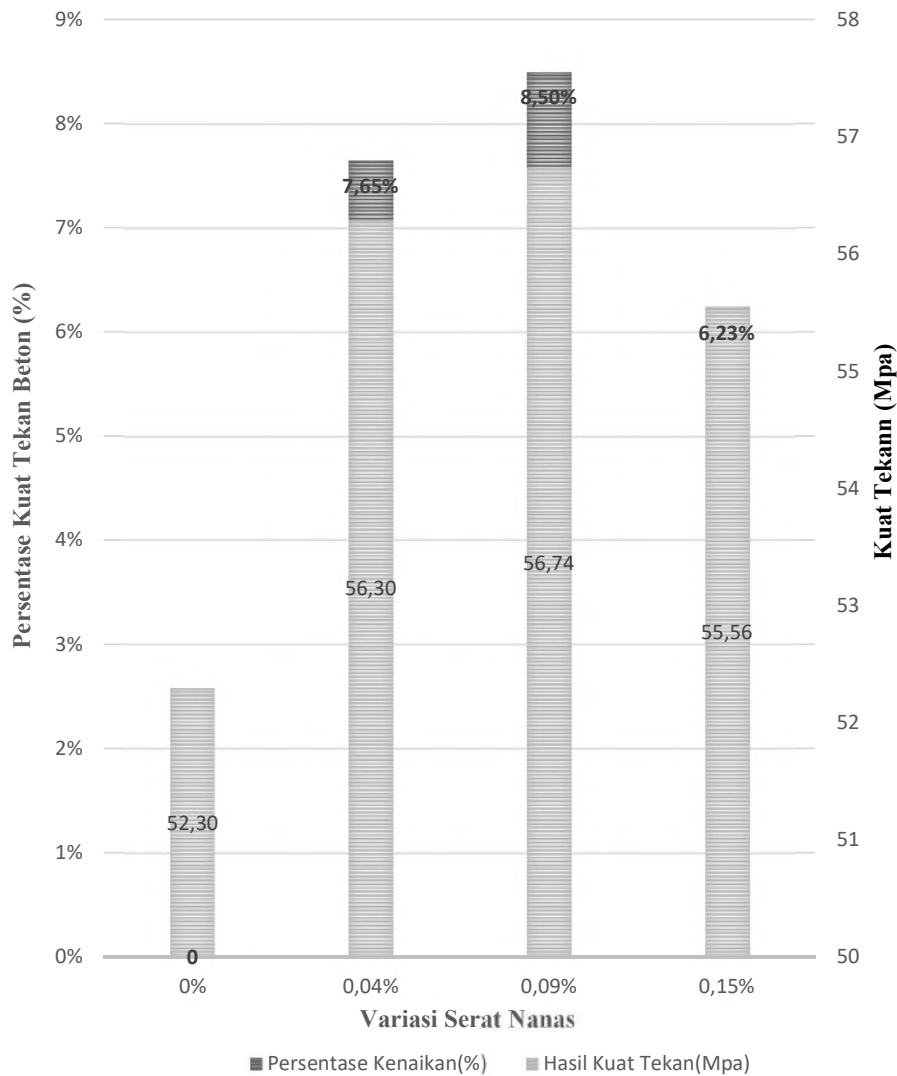
4.3.5. Hasil Pengujian Kuat Tekan Rata-rata

Berdasarkan dari pengujian kuat tekan beton dengan variasi campuran serat maka dapat diketahui nilai rata – rata untuk setiap variasi yang sudah ditentukan seperti pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17: Hasil pengujian kuat tekan dengan variasi serat nanas.

Jumlah Benda Uji: 12buah					Jenis Benda Uji: Kubus 15x15x15 cm					
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
1	A1	1	1,352	2,73	0,38	4	17-May-18	15-Jun-18	8,216	8,353
2	A2	1	1,352	2,73	0,38	4	17-May-18	15-Jun-18	8,248	8,351
3	A3	1	1,352	2,73	0,38	4	17-May-18	15-Jun-18	8,270	8,345
4	B1	1	1,352	2,73	0,38	3,8	17-May-18	15-Jun-18	8,394	8,469
5	B2	1	1,352	2,73	0,38	3,8	17-May-18	15-Jun-18	8,317	8,403
6	B3	1	1,352	2,73	0,38	3,8	17-May-18	15-Jun-18	8,411	8,486
7	C1	1	1,352	2,73	0,38	3,8	17-May-18	14-Jun-18	8,211	8,275
8	C2	1	1,352	2,73	0,38	3,8	17-May-18	14-Jun-18	8,283	8,339
9	C3	1	1,352	2,73	0,38	3,8	17-May-18	14-Jun-18	8,251	8,311
10	D1	1	1,352	2,73	0,38	3,8	17-May-18	14-Jun-18	8,263	8,303
11	D2	1	1,352	2,73	0,38	3,8	17-May-18	14-Jun-18	8,242	8,305
12	D3	1	1,352	2,73	0,38	3,8	17-May-18	14-Jun-18	8,421	8,463
No	Benda Uji	Bahan Tambah	Umur Hari	Beban	Kuat Tekan	Estimasi	Average	Keterangan		
				Tekan (Kg)	Saat Pengujian	28 hari (MPa)				
1	A1	-	28	125000	55,56	55,56	52,30			
2	A2		28	113000	50,22	50,22				
3	A2		28	115000	51,11	51,11				
4	B1	serat nanas 0,04%	28	126000	56,00	56,00	56,30			
5	B2		28	128000	56,89	56,89				
6	B3		28	126000	56,00	56,00				
7	C1	serat nanas 0,09%	28	127000	56,44	56,44	56,74			
8	C2		28	128000	56,89	56,89				
9	C3		28	128000	56,89	56,89				
10	D1	Serat nanas 0,15%	28	122000	54,22	54,22	55,56			
11	D2		28	125000	55,56	55,56				
12	D3		28	128000	56,89	56,89				

Berdasarkan Tabel 4.17 dapat dilihat kuat tekan tertinggi terdapat pada campuran serat nanas 0,09 % sebesar 56,74 MPa. Agar lebih mudah dilihat perbandingan antara campuran serat nanas dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2: Grafik perbandingan kuat tekan dengan variasi campuran.

Dari Gambar 4.2 menjelaskan bahwa nilai kuat tekan paling terkuat terdapat pada variasi 0,09 % sebesar 56,74 MPa. Sedang nilai kuat tekan yang terkecil terdapat pada beton normal sebesar 52,30 MPa. Berdasarkan grafik ini menjelaskan bahwa serat dapat menaikkan kuat tekan beton tetapi sesuai dengan komposisi tertentu yang dimana pada beton normal sampai campuran 0,09 % kuat tekan beton mengalami peningkatan tetapi pada campuran serat 0,15 % kuat tekan sedikit menurun sebesar 55,56 MPa. Hal ini dikarenakan serat daun nanas menyerap kadar air semen pada saat pencampuran mix design kadar air yang sudah direncanakan.

4.4. Pengujian Kuat Lentur (*Flexural Test*)

4.4.1. Pengujian Kuat Lentur 28 hari

Pada pengujian ini akan menjelaskan hasil pengujian kuat lentur pada umur 28 hari dengan variasi serat nanas 0 %, 0,04 %, 0,09 % dan 0,15 %.

a. Hasil pengujian kuat lentur beton normal.

Tabel 4.18: Hasil pengujian kuat lentur beton normal umur pengujian 28 hari.

PERBANDINGAN CAMPURAN					
Kondisi	ukuran maks	slump	kadar udara	faktor air	Volume
	agregat kasar			semen	agregat halus
	(mm)	(cm)	(%)	W/C %	%
	40	3,8	1	0,38	-
Berat	Air	PC	agregat	agregat	Bahan
Volume	W		halus	kasar	campuran
	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(g/kg)
2555,56	165,69	447,37	603,30	1217,95	-
Nomor benda uji			A1	A2	A3
Umur benda uji (hari)			28	28	28
panjang benda uji (mm)			600	600	600
Lebar benda uji (mm)			150	150	150
Tinggi benda uji (mm)			150	150	150
Berat benda uji (kg)			34,1	35,2	34,2
Volume benda uji (mm ³)			13500000	13500000	13500000
Berat volume (kg/m ³)			2525,93	2607,41	2533,33
Beban maksimum (N)			34000	37000	36000
Jarak bentang (mm)			450	450	450
Lebar tampak Lintang = b(mm)			150	150	150
Tinggi tampak Lintang = h(mm)			150	150	150
Kuat Lentur uji (MPa)			4,53	4,93	4,80
Kuat lentur rata-rata (MPa)			4,76		

Berdasarkan Tabel 4.18 menjelaskan campuran komposisi beton dan nilai kuat lentur beton. Nilai kuat lentur beton yang tertinggi pada sampel D2 sebesar 4,93 MPa nilai kedua tertinggi pada sampel D3 sebesar 4,80 MPa dan yang terkecil sampel D1 sebesar 4,53 MPa. Dengan nilai rata-rata nilai kuat lenturnya 4,76 MPa.

b. Hasil pengujian kuat lentur beton campuran serat nanas 0,04 %.

Tabel 4.19: Hasil pengujian kuat lentur beton campuran serat nanas 0,04 % pada umur pengujian 28 hari.

PERBANDINGAN CAMPURAN					
Kondisi	ukuran maks	slump	kadar udara	faktor air	Volume
	agregat kasar			semen	agregat halus
	(mm)	(cm)	W/C %	%	
	40	3,5	1	0,38	-
Berat	Air	PC	agregat	agregat	Bahan
Volume	W		halus	kasar	campuran
2592,59	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(g/kg)
	165,69	447,37	603,30	1217,95	serat nanas 0,04 %
Nomor benda uji			B1	B2	B3
Umur benda uji (hari)			28	28	28
panjang benda uji (mm)			600	600	600
Lebar benda uji (mm)			150	150	150
Tinggi benda uji (mm)			150	150	150
Berat benda uji (kg)			35	34,5	35,5
Volume benda uji (mm ³)			13500000	13500000	13500000
Berat volume (kg/m ³)			2592,59	2555,56	2629,63
Beban maksimum (N)			41000	36000	43000
Jarak bentang (mm)			450	450	450
Lebar tampak Lintang = b(mm)			150	150	150
Tinggi tampak Lintang = h(mm)			150	150	150
Kuat Lentur uji (MPa)			5,47	4,80	5,73
Kuat lentur rata-rata (MPa)			5,33		

Berdasarkan tabel 4.19 menjelaskan campuran komposisi beton dan nilai kuat lentur beton. Nilai kuat lentur beton yang tertinggi pada sampel B3 sebesar 5,73 MPa nilai kedua tertinggi pada sampel B1 sebesar 5,47 MPa dan yang terkecil sampel B2 sebesar 4,80 MPa. Dengan nilai rata-rata nilai kuat lenturnya 5.33 MPa.

c. Hasil pengujian kuat lentur beton campuran serat nanas 0,09 %.

Tabel 4.20: Hasil pengujian kuat lentur beton campuran serat nanas 0,09 % pada umur pengujian 28 hari.

PERBANDINGAN CAMPURAN					
Kondisi	ukuran maks	slump	kadar udara	faktor air	Volume
	agregat kasar			semen	agregat halus
	(mm)	(cm)	(%)	W/C %	%
	40	3	1	0,38	-
Berat	Air	PC	agregat	agregat	Bahan
Volume	W		halus	kasar	campuran
2560,49	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(g/kg)
	165,69	447,37	603,30	1217,95	serat nanas 0,09 %
Nomor benda uji			C1	C2	C3
Umur benda uji (hari)			28	28	28
panjang benda uji (mm)			600	600	600
Lebar benda uji (mm)			150	150	150
Tinggi benda uji (mm)			150	150	150
Berat benda uji (kg)			35	34,5	34,2
Volume benda uji (mm ³)			13500000	13500000	13500000
Berat volume (kg/m ³)			2592,59	2555,56	2533,33
Beban maksimum (N)			45000	39000	39000
Jarak bentang (mm)			450	450	450
Lebar tampak Lintang = b(mm)			150	150	150
Tinggi tampak Lintang = h(mm)			150	150	150
Kuat Lentur uji (MPa)			6,00	5,20	5,20
Kuat lentur rata-rata (MPa)			5,47		

Berdasarkan Tabel 4.20 menjelaskan campuran komposisi beton dan nilai kuat lentur beton. Nilai kuat lentur beton yang tertinggi pada sampel C1 sebesar 6,00 MPa nilai kedua tertinggi pada sampel C2 dan C3 sebesar 5,20 MPa. Dengan nilai rata-rata nilai kuat lenturnya 5,47 MPa.

d. Hasil pengujian kuat lentur beton campuran serat nanas 0,15 %.

Tabel 4.21: Hasil pengujian kuat lentur beton campuran serat nanas 0,15 % pada umur pengujian 28 hari.

PERBANDINGAN CAMPURAN					
Kondisi	ukuran maks	slump	kadar udara	faktor air	Volume
	agregat kasar			semen	agregat halus
	(mm)	(cm)	(%)	W/C %	%
	40	3	1	0,38	-
Berat	Air	PC	agregat	agregat	Bahan
Volume	W		halus	kasar	campuran
2585,19	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(g/kg)
	165,69	447,37	603,30	1217,95	serat nanas 0,15 %
Nomor benda uji			D1	D2	D3
Umur benda uji (hari)			28	28	28
panjang benda uji (mm)			600	600	600
Lebar benda uji (mm)			150	150	150
Tinggi benda uji (mm)			150	150	150
Berat benda uji (kg)			35,5	34,2	35
Volume benda uji (mm ³)			13500000	13500000	13500000
Berat volume (kg/m ³)			2629,63	2533,33	2592,59
Beban maksimum (N)			44000	42000	42000
Jarak bentang (mm)			450	450	450
Lebar tampak Lintang = b(mm)			150	150	150
Tinggi tampak Lintang = h(mm)			150	150	150
Kuat Lentur uji (MPa)			5,87	5,60	5,60
Kuat lentur rata-rata (MPa)			5,69		

Berdasarkan Tabel 4.21 menjelaskan campuran komposisi beton dan nilai kuat lentur beton. Nilai kuat lentur beton yang tertinggi pada sampel D1 sebesar 5,87 MPa nilai kedua tertinggi pada sampel D2 dan D3 sebesar 5,60 MPa. Dengan nilai rata-rata nilai kuat lenturnya 5,69 MPa.

4.4.2. Pengujian Kuat Lentur 14 Hari

Pada pengujian ini akan menjelaskan hasil pengujian kuat lentur pada umur 14 hari dengan variasi serat nanas 0 %, 0,04 %, 0,09 % dan 0,15 %.

a. Hasil pengujian kuat lentur beton normal.

Tabel 4.22: Hasil pengujian kuat lentur beton normal pada umur 14 hari.

PERBANDINGAN CAMPURAN					
Kondisi	ukuran maks	slump	kadar udara	faktor air	Volume
	agregat kasar			semen	agregat halus
	(mm)	(cm)	(%)	W/C %	%
	40	3,5	1	0,38	-
Berat	Air	PC	agregat	agregat	Bahan
Volume	W		halus	kasar	campuran
	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(g/kg)
2543,21	165,69	447,37	603,30	1217,95	-
Nomor benda uji			A1	A2	A3
Umur benda uji (hari)			14	14	14
panjang benda uji (mm)			600	600	600
Lebar benda uji (mm)			150	150	150
Tinggi benda uji (mm)			150	150	150
Berat benda uji (kg)			35	34	34
Volume benda uji (mm ³)			13500000	13500000	13500000
Berat volume (kg/mm ³)			2592,59	2518,52	2518,52
Beban maksimum (N)			35500	31000	31000
Jarak bentang (mm)			450	450	450
Lebar tampak Lintang = b(mm)			150	150	150
Tinggi tampak Lintang = h(mm)			150	150	150
Kuat Lentur uji (MPa)			4,73	4,13	4,13
Kuat lentur rata-rata (MPa)			4,33		

Berdasarkan Tabel 4.22 menjelaskan campuran komposisi beton dan nilai kuat lentur beton. Nilai kuat lentur beton yang tertinggi pada sampel A1 sebesar 4,73 MPa nilai kedua tertinggi pada sampel A2 dan sampel A3 sebesar 4,13 MPa dengan nilai kuat lentur yang sama. Dan didapat nilai rata-rata nilai kuat lenturnya 4,33 MPa.

b. Hasil pengujian kuat lentur beton campuran serat nanas 0,04 %.

Tabel 4.23: Hasil pengujian kuat lentur beton campuran serat nanas 0,04 % pada umur pengujian 14 hari.

PERBANDINGAN CAMPURAN					
Kondisi	ukuran maks	slump	kadar udara	faktor air	Volume
	agregat kasar			semen	agregat halus
	(mm)	(cm)	(%)	W/C %	%
	40	3,5	1	0,38	-
Berat	Air	PC	agregat	agregat	Bahan
Volume	W		halus	kasar	campuran
2555,56	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(g/kg)
	165,69	447,37	603,30	1217,95	serat nanas 0,04 %
Nomor benda uji			B1	B2	B3
Umur benda uji (hari)			14	14	14
panjang benda uji (mm)			600	600	600
Lebar benda uji (mm)			150	150	150
Tinggi benda uji (mm)			150	150	150
Berat benda uji (kg)			34,5	35	34
Volume benda uji (mm ³)			13500000	13500000	13500000
Berat volume (kg/mm ³)			2555,56	2592,59	2518,52
Beban maksimum (N)			34000	36000	30000
Jarak bentang (mm)			450	450	450
Lebar tampak Lintang = b(mm)			150	150	150
Tinggi tampak Lintang = h(mm)			150	150	150
Kuat Lentur uji (MPa)			4,53	4,80	4,00
Kuat lentur rata-rata (MPa)			4,44		

Berdasarkan Tabel 4.23 menjelaskan campuran komposisi beton dan nilai kuat lentur beton. Nilai kuat lentur beton yang tertinggi pada sampel B2 sebesar 4,80 MPa nilai kedua tertinggi pada sampel B1 sebesar 4,53 MPa dan yang terkecil sampel B2 sebesar 4,00 MPa. Dan didapat nilai rata-rata nilai kuat lenturnya 4,44 MPa.

c. kuat lentur beton campuran serat nanas 0,09 %.

Tabel 4.24: Hasil pengujian kuat lentur beton campuran serat nanas 0,09 % pada umur pengujian 14 hari.

PERBANDINGAN CAMPURAN					
Kondisi	ukuran maks	slump	kadar udara	faktor air	Volume
	agregat kasar			semen	agregat halus
	(mm)	(cm)	(%)	W/C %	%
	40	3	1	0,38	-
Berat	Air	PC	agregat	agregat	Bahan
Volume	W		halus	kasar	campuran
2560,49	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(g/kg)
	165,69	447,37	603,30	1217,95	serat nanas 0,09 %
Nomor benda uji			C1	C2	C3
Umur benda uji (hari)			14	14	14
panjang benda uji (mm)			600	600	600
Lebar benda uji (mm)			150	150	150
Tinggi benda uji (mm)			150	150	150
Berat benda uji (kg)			34,4	35,2	34,1
Volume benda uji (mm ³)			13500000	13500000	13500000
Berat volume (kg/m ³)			2548,15	2607,41	2525,93
Beban maksimum (N)			35000	35200	34000
Jarak bentang (mm)			450	450	450
Lebar tampak Lintang = b(mm)			150	150	150
Tinggi tampak Lintang = h(mm)			150	150	150
Kuat Lentur uji (MPa)			4,67	4,69	4,53
Kuat lentur rata-rata (MPa)			4,63		

Berdasarkan Tabel 4.24 menjelaskan campuran komposisi beton dan nilai kuat lentur beton. Nilai kuat lentur beton yang tertinggi pada sampel B2 sebesar 4,69 MPa nilai kedua tertinggi pada sampel B1 sebesar 4,67 MPa dan yang terkecil sampel B sebesar 4,53 MPa. Dan didapat nilai rata-rata nilai kuat lenturnya 4,63 MPa.

d. kuat lentur beton campuran serat nanas 0,15 %.

Tabel 4.25: Hasil pengujian kuat lentur beton campuran serat nanas 0,15 % pada umur pengujian 14 hari.

PERBANDINGAN CAMPURAN					
Kondisi	ukuran maks	slump	kadar udara	faktor air	Volume
	agregat kasar			semen	agregat halus
	(mm)	(cm)	(%)	W/C %	%
	40	3	1	0,38	-
Berat	Air	PC	agregat	agregat	Bahan
Volume	W		halus	kasar	campuran
2567,90	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(g/kg)
	165,69	447,37	603,30	1217,95	serat nanas 0,15 %
Nomor benda uji			D1	D2	D3
Umur benda uji (hari)			14	14	14
panjang benda uji (mm)			600	600	600
Lebar benda uji (mm)			150	150	150
Tinggi benda uji (mm)			150	150	150
Berat benda uji (kg)			34,6	35	34,4
Volume benda uji (mm ³)			1350000	1350000	1350000
Berat volume (kg/mm ³)			2562,96	2592,59	2548,15
Beban maksimum (N)			39000	38000	36000
Jarak bentang (mm)			450	450	450
Lebar tampak Lintang = b(mm)			150	150	150
Tinggi tampak Lintang = h(mm)			150	150	150
Kuat Lentur uji (MPa)			5,20	5,07	4,80
Kuat lentur rata-rata (MPa)			5,02		

Berdasarkan Tabel 4.25 menjelaskan campuran komposisi beton dan nilai kuat lentur beton. Nilai kuat lentur beton yang tertinggi pada sampel D1 sebesar 5,20 MPa nilai kedua tertinggi pada sampel D2 sebesar 5,07 MPa dan yang terkecil sampel D3 sebesar 4,80 MPa. Dan didapat nilai rata-rata nilai kuat lenturnya 5,02 MPa.

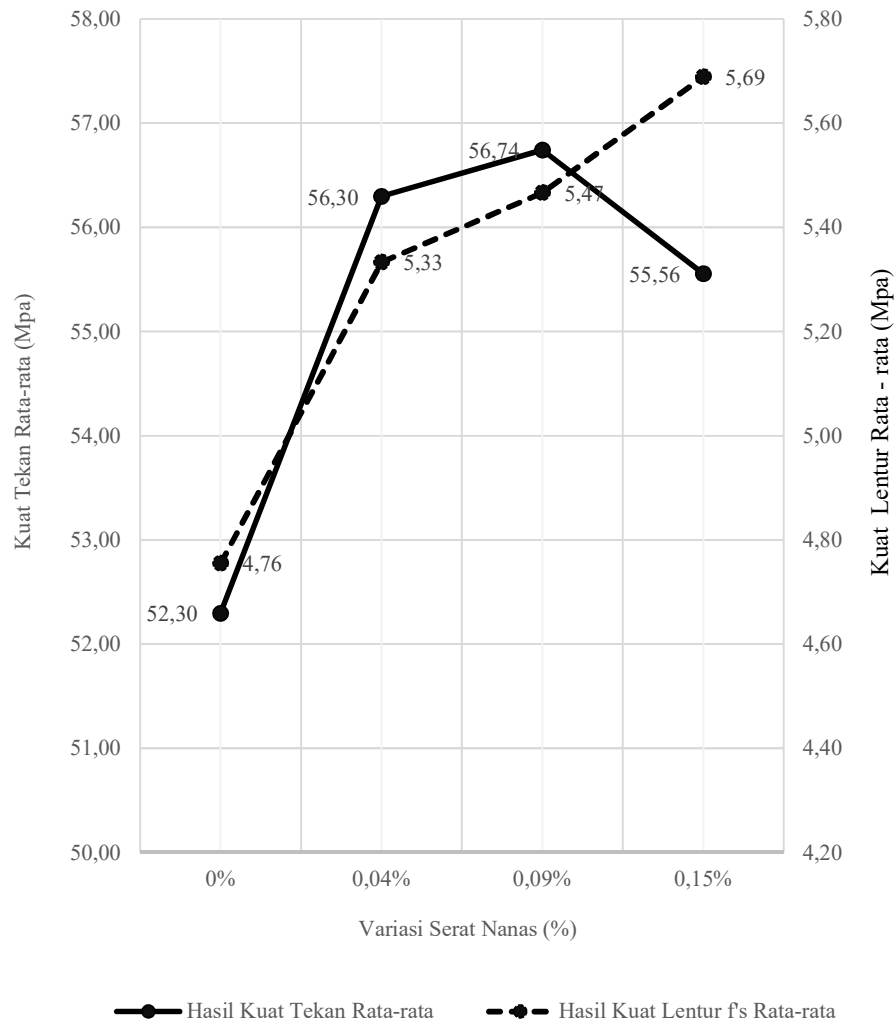
4.5. Perbandingan Pengujian Hasil Kuat Tekan dan Kuat Lentur

Berdasarkan hasil dari pengujian kuat tekan dan kuat lentur yang telah didapat. Pada Tabel 4.26 akan menjelaskan hasil dari kuat tekan dan kuat lentur. Dimana kuat tekan sebagai mana faktor koreksi batas minimum.

Tabel 4.26: Hasil pengujian kuat tekan dan kuat lentur sebagai bahan perbandingan.

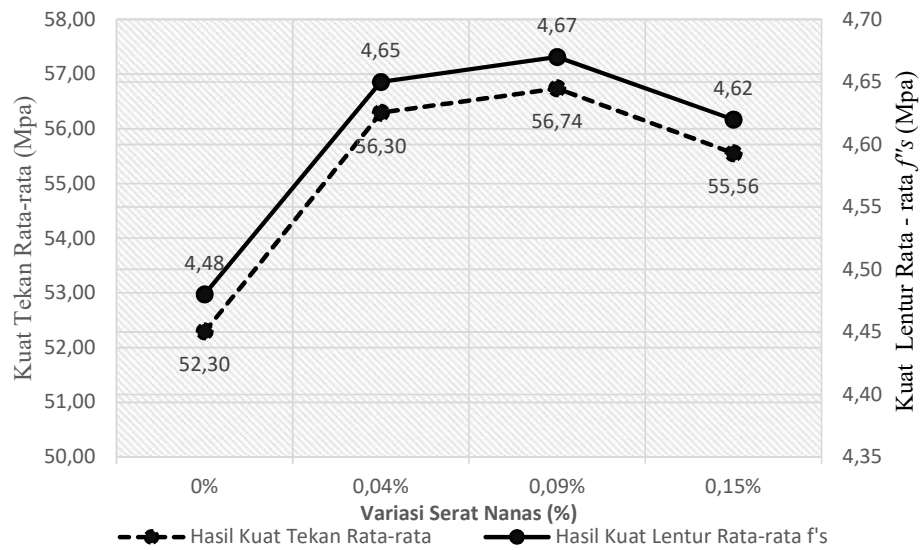
Nama Benda Uji	Umur	Hasil Benda Uji (Mpa)				Kuat Lentur
	Benda uji	Kuat Tekan		Kuat Lentur		Berdasarkan Nilai Uji Kuat Tekan
	(hari)	f_c	f_c rata-rata	f_s	f_s rata-rata	$f_s=0,62\sqrt{f_c}$ (Mpa)
A1	14	-	-	4,73	4,33	-
A2	14	-		4,13		
A3	14	-		4,13		
C1	14	-	-	4,53	4,44	-
C2	14	-		4,80		
C3	14	-		4,00		
B1	14	-	-	4,67	4,63	-
B2	14	-		4,69		
B3	14	-		4,53		
D1	14	-	-	5,20	5,02	-
D2	14	-		5,07		
D3	14	-		4,80		
A1	28	55,56	52,30	4,53	4,76	4,48
A2	28	50,22		4,93		
A3	28	51,11		4,80		
C1	28	56,00	56,30	5,47	5,33	4,65
C2	28	56,89		4,80		
C3	28	56,00		5,73		
B1	28	56,44	56,74	6,00	5,47	4,67
B2	28	56,89		5,20		
B3	28	56,89		5,20		
D1	28	54,22	55,56	5,87	5,69	4,62
D2	28	55,56		5,60		
D3	28	56,89		5,60		

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan dan kuat lentur maka didapat nilai seperti Tabel 4.26. Dimana kuat tekan yang tertinggi 56,74 MPa tidak mewakili kuat lentur tertinggi yang terdapat pada variasi serat 0,15 % sebesar 5,69 MPa. Agar lebih dimengerti dapat dilihat pada Gambar 4.3.



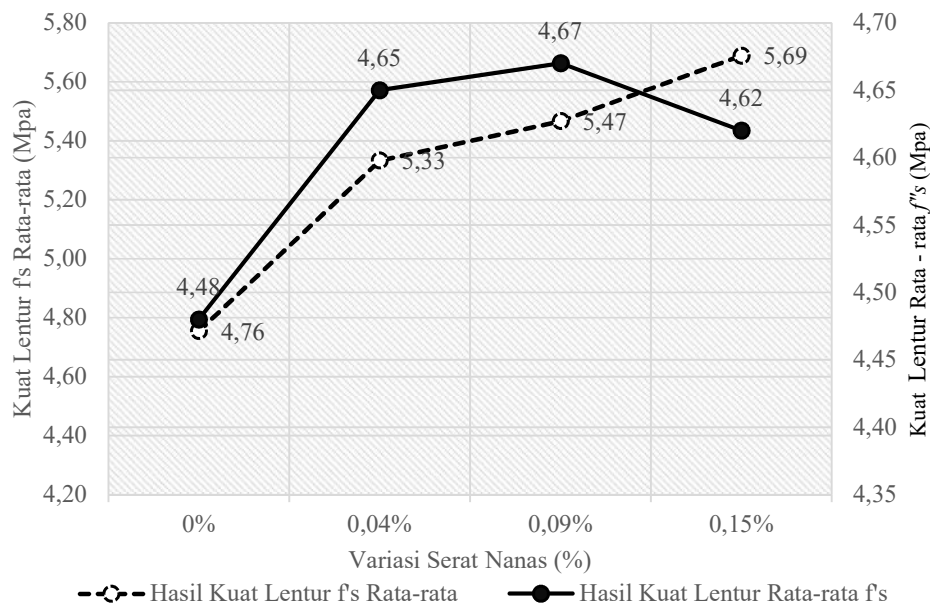
Gambar 4.3: Grafik perbandingan kuat tekan dengan kuat lentur beton.

Berdasarkan Tabel 4.27 perbandingan kuat tekan dan kuat lentur Gambar 4.3. ini menjelaskan kuat tekan rata-rata dengan kuat lentur $f's$ rata-rata pada saat penelitian. Menjelaskan pada saat kuat tekan variasi serat nanas 0,09 % mengalami peningkatan tertinggi sebesar 56,74 MPa kuat tekan kemudian pada variasi serat nanas 0,15 % kuat tekan turun sebesar 55,56 MPa sedangkan kuat lenturnya mengalami peningkatan secara konstan. Dapat disimpulkan bahwa penambahan variasi serat daun nanas juga akan berpengaruh pada kuat tekan beton. Tetapi bila mana penelitian ini didasarkan pada kuat tekan beton sebagai acuan dapat dilihat perbedaannya pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4: Grafik perbandingan kuat lentur beton uji dengan kuat lentur beton koefisien.

Berdasarkan Gambar 4.5 menjelaskan bahwa kuat tekan lentur mengikuti nilai kuat tekan beton. Saat nilai kuat tekan naik maka nilai kuat lentur ikut naik begitu juga sebaliknya disaat nilai kuat tekan turun maka nilai kuat lentur ikut turun.



Gambar 4.5: Grafik perbandingan kuat lentur berdasarkan kuat tekan beton dengan kuat lentur uji.

4.6. Pembahasan

4.6.1. Pembahasan Kuat Tekan

Bila dibandingkan kuat tekan beton normal dengan beton yang menggunakan serat nanas, maka dapat dilihat pada beton yang menggunakan serat nanas sebanyak 0,04 %, 0,09 % dan 0,15 % mengalami peningkatan tetapi turun pada campuran 0,15 %. Berdasarkan perbandingan dan persentase kenaikan kuat tekan dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini:

- a. Campuran serat nanas 0,04 %.

$$\text{Perbandingan beton umur 28 hari} = \frac{56,30}{52,30} = 1,076$$

$$\text{Dengan persentase kenaikan 28 hari} = \frac{56,30 - 52,30}{52,30} \times 100 = 7,65 \%$$

- b. Campuran serat nanas 0,09 %.

$$\text{Perbandingan beton umur 28 hari} = \frac{56,74}{52,30} = 1,085$$

$$\text{Dengan persentase kenaikan 28 hari} = \frac{56,74 - 52,30}{52,30} \times 100 = 8,49 \%$$

- c. Campuran serat nanas 0,15 %.

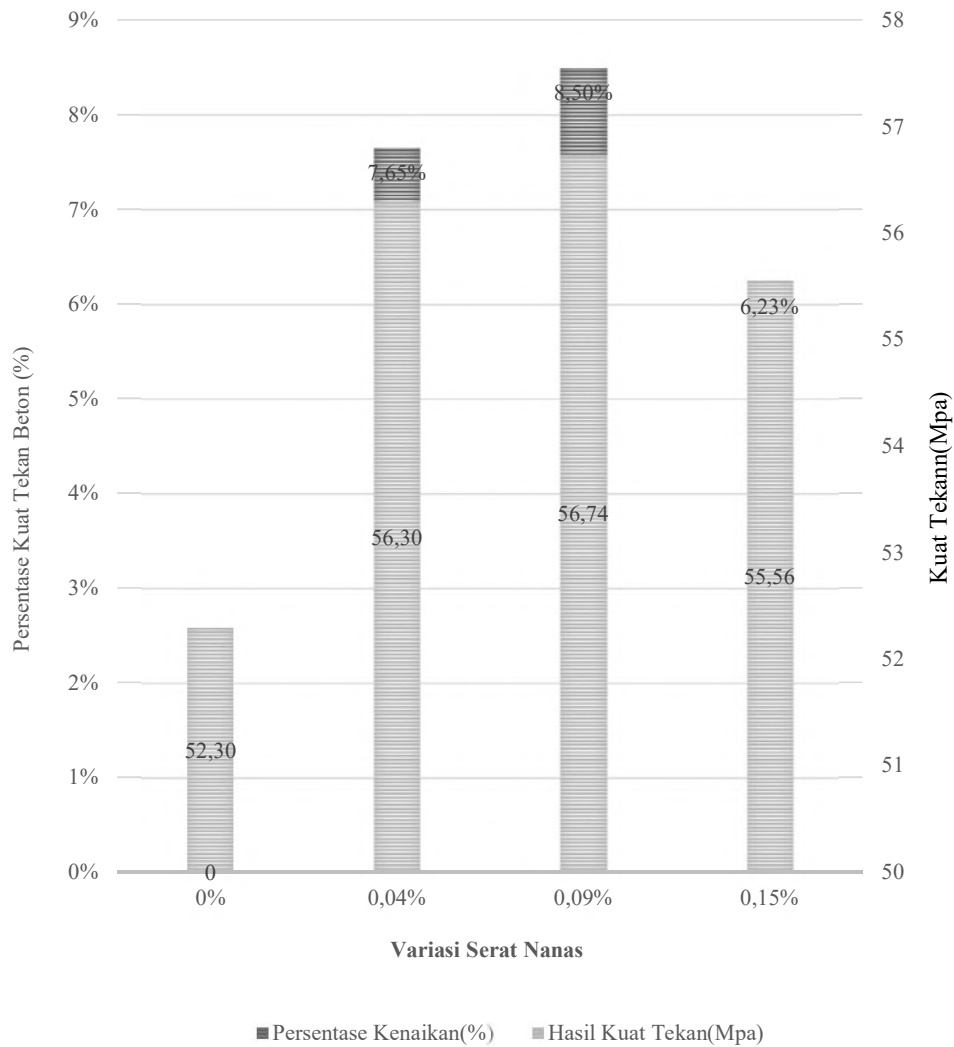
$$\text{Perbandingan beton umur 28 hari} = \frac{55,56}{52,30} = 1,062$$

$$\text{Dengan persentase kenaikan 28 hari} = \frac{55,56 - 52,30}{52,30} \times 100 = 6,23 \%$$

Berdasarkan perhitungan kenaikan perbandingan dan persentase dengan penambahan serat nanas dapat disimpulkan pada Tabel 4.27. Menjelaskan bahwa dengan ditambahkan serat nanas kedalam campuran beton normal dapat mempengaruhi nilai kuat tekan beton tersebut. Mulai pada penambahan serat 0,04 % kuat tekan beton naik sebesar 7,65 % dengan perbandingan Beton normal sebagai pembandingnya. Kemudian pada penambahan serat 0,09 % kuat tekan beton kembali naik sebesar 8,50 % dan pada penambahan 0,15% kuat tekan beton mengalami penurunnya menjadi 6,23 dari kuat tekan beton normal. Dapat lebih jelasnya dilihat pada Grafik. 4.6 terlihat kuat tekan tertinggi berada di variasi 0,09 % dengan campuran serat daun nanas.

Tabel 4.27: Hasil perbandingan dan persentase kuat lentur dengan penambahan serat nanas.

Variasi serat Nanas (%)	Hasil Kuat Tekan (MPa)	Perbandingan	Persentase Kenaikan (%)
0	52,30	1	0
0,4	56,30	1,076	7,65
0,9	56,74	1,085	8,50
0,15	55,56	1,062	6,23



Gambar 4.6: Grafik Perbandingan dan Persentase penambahan serat nanas pada campuran beton.

4.6.2. Pembahasan Kuat Lentur

Bila dibandingkan kuat lentur beton normal dengan beton yang menggunakan serat nanas, maka dapat dilihat pada beton yang menggunakan serat nanas sebanyak 0,04 %, 0,09 % dan 0,15 % mengalami peningkatan. Berdasarkan perbandingan dan persentase kenaikan kuat tekan dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini:

a. Campuran serat nanas 0,04 %.

1. Perbandingan beton umur 14 hari = $\frac{4,44}{4,33} = 1,026$

Dengan persentase kenaikan 14 hari = $\frac{4,44-4,33}{4,33} \times 100 = 2,56 \%$

2. Perbandingan beton umur 28 hari = $\frac{5,33}{4,76} = 1,121$

Dengan persentase kenaikan 28 hari = $\frac{5,33-4,76}{4,76} \times 100 = 12,15 \%$

b. Campuran serat nanas 0,09 %.

1. Perbandingan beton umur 14 hari = $\frac{4,63}{4,33} = 1,069$

Dengan persentase kenaikan 14 hari = $\frac{4,63-4,33}{4,33} \times 100 = 6,87 \%$

2. Perbandingan beton umur 28 hari = $\frac{5,47}{4,76} = 1,150$

Dengan persentase kenaikan 28 hari = $\frac{5,47-4,76}{4,76} \times 100 = 14,95 \%$

c. Campuran serat nanas 0,15 %.

1. Perbandingan beton umur 14 hari = $\frac{5,02}{4,33} = 1,159$

Dengan persentase kenaikan 14 hari = $\frac{5,02-4,33}{4,33} \times 100 = 15,90 \%$

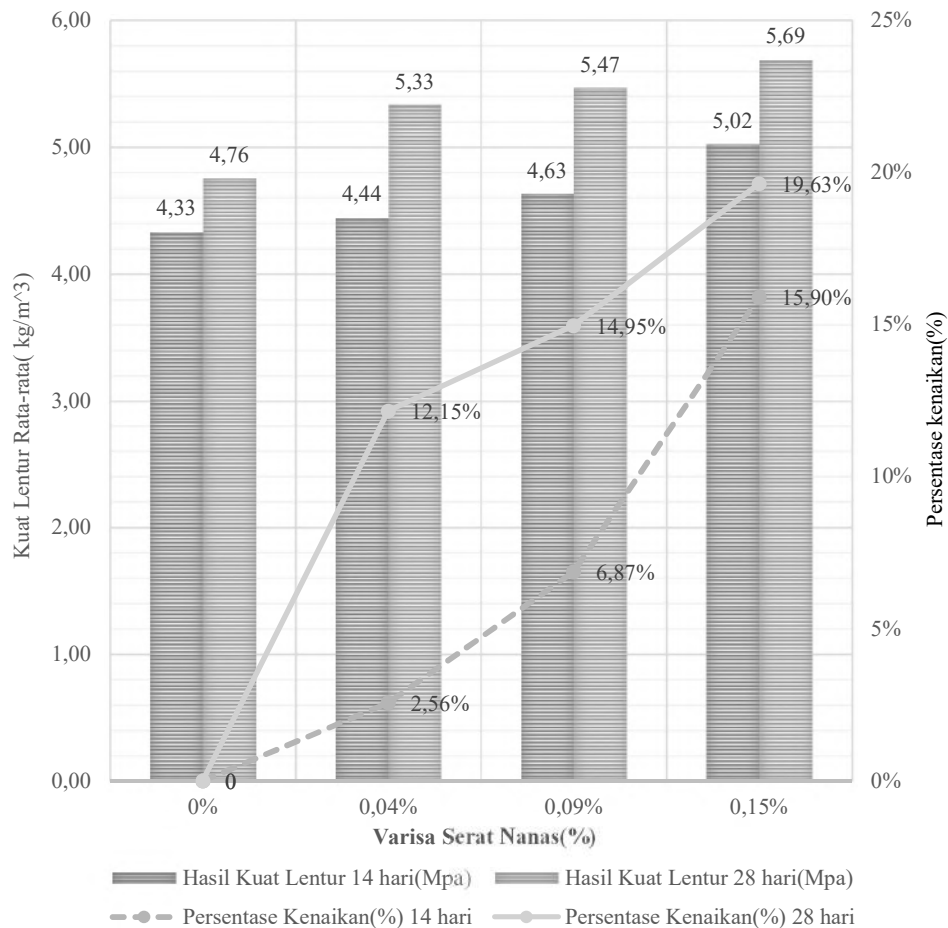
2. Perbandingan beton umur 28 hari = $\frac{5,69}{4,76} = 1,196$

Dengan persentase kenaikan 28 hari = $\frac{5,69-4,76}{4,76} \times 100 = 19,63 \%$

Berdasarkan hasil perhitungan kuat lentur dapat umur 14 hari dan 28 hari dapat terlihat pada Tabel 4.28. Menjelaskan hasil perhitungan kuat lentur dengan penambahan serat nanas. Kemudian dibuatkan grafik pada Gambar 4.17.

Tabel 4.28: Hasil perbandingan dan persentase kuat lentur dengan penambahan serat nanas umur 14 hari dan 28 hari.

14 hari				28 hari			
Variasi Serat Nanas (%)	Hasil Kuat Lentur (MPa)	Perbandingan	Persentase Kenaikan (%)	Variasi Serat Nanas (%)	Hasil Kuat Lentur (MPa)	Perbandingan	Persentase Kenaikan (%)
0%	4,33	1	0	0%	4,76	1	0
0,04%	4,44	1,026	2,62%	0,04%	5,33	1,121	12,15%
0,09%	4,63	1,069	6,87%	0,09%	5,47	1,150	14,95%
0,15%	5,02	1,159	15,90%	0,15%	5,69	1,196	19,63%



Gambar 4.7: Grafik hasil penambahan serat nanas.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

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

1. Serat daun nanas sangat mempengaruhi hasil dari kekuatan beton mulai dari kuat tekan beton dikarena semakin banyak serat yang ditambahkan maka banyak air yang diserap oleh serat maka semakin besar nilai kuat tekan beton tetapi dengan variasi tertentu. Namun bila kekuatan lenturnya semakin banyak penambahan serat daun nanas pada beton maka semakin meningkat pula kekuatan lentur beton. Hal itu dikarenakan serat memiliki daya tarik yang cukup kuat.
2. Penambahan serat daun nanas membuktikan bahwa serat daun nanas mampu meningkat nilai kuat lentur terhadap beton. Dengan nilai tertinggi terdapat pada campuran serat 0,15 % dengan kuat lentur sebesar 5,02 MPa untuk umur 14 hari dan 5,69 MPa untuk umur 28 hari.
3. Perbandingan antara beton normal dengan beton campuran serat daun nanas untuk masing-masing variasi sebesar:

Beton normal : Beton serat daun nanas 0,04 %

1 : 1,121

Beton normal : Beton serat daun nanas 0,09 %

1 : 1,150

Beton normal : Beton serat daun nanas 0,15 %

1 : 1,196

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disarankan beberapa saran untuk penelitian mengenai serat daun nanas:

1. Dari hasil penelitian yang didapat campuran dengan menggunakan serat daun nanas sebagai bahan tambah dapat menaikkan kekuatan beton untuk kuat tekan dianjurkan menggunakan variasi serat 0,9 % sebagai kekuatan optimal dan dianjurkan tidak menggunakan variasi serat 0,15 % karena terjadi penurunan tetapi untuk kuat lentur beton kekuatan optimal terdapat pada variasi serat 0,15 % dengan tidak mengurangi nilai faktor air semen pada saat pencampuran.
2. Perlunya dilanjutkan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui ambang batas penambahan serat nanas pada campuran beton normal untuk mengetahui mutu beton yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

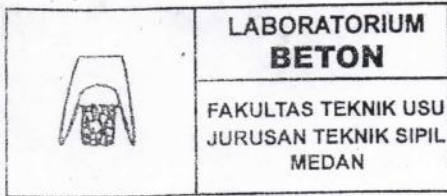
- Adianto, D. (2005). Studi penggunaan Serat Polyproylene dan Nylon untuk Memperbaiki Kinerja Beton Normal Dan Beton Kinerja Tinggi,.Bandung Teknik Sipil UNPAR.
- American Society for Testing and Materials C 33 (1982, 1986) *Standards Specification For Agregates*. Philadelphia: ASTM.
- Amir, S. (2005), Analisis Pengaruh Penambahan Serat Kawat Berkait Pada Beton Mutu Tinggi Berdasarkan Optimasi Diameter Serat.
- Anatoni and Nugraha P. Teknologi Beton (2007). C.V Andi Offset, Yogyakarta.
- Ariatama, A. (2007), Pengaruh Pemakaian Serat Kawat Berkait Pada Kekuatan Beton Mutu Tinggi Berdasarkan Optimasi Diameter Serat, 20 Juni 2007. Program Pasca Sarjana Universitas Di Ponegoro Semarang.
- Aryanti, R. (2008). Pengujian Lentur Balok Beton Bertulang Dengan Menggunakan Modifikasi Alat Uji Tekan, Jurnal Ilmiah Poli Rekayasa Volume 3, Nomor 2, Maret 2008, ISSN : 1858-3709.
- ASTM C-117. *Test Method for Materials Finer than 75- μ m (No. 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing*. United States.
- ASTM C-127 *Standart test method for materials, Specific gravity and absorbtion of coarse aggregate*, 2002. Annual Books of ASTM Standards, USA.
- ASTM C-128 *Standart test method for materials, Specific gravity and absorbtion of fine aggregate*, 2002. Annual Books of ASTM Standards, USA.
- ASTM C-29. *Test Method for Bulk Density (Unit Weight) and Voids in Aggregate*. United States.
- ASTM C-566 & ASTM C-556. *Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying*. United States.
- ASTM Standarts (2002), ASTM C 109/C 109M – 02 *Standart Test Method for Compressive Strenght of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. Or 50mm Cube Specimens)*, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- ASTM-C-150 “Spifikasi Semen Porland”.
- Biro Enginering PT. Wijaya Karya, Pedoman Pekerjaan Beton. Jakarta, Agustus.2015.

- Cahyono, B. (2011). Kuat Lentur Beton Kertas (Papercrete) Dengan Bahan Tambah Serat Nylon, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Chiquita, T. (2016). Pengaruh Jenis Kait Terhadap Kuat Lentur Balok Bertulangan bamboo Dengan Pengait. UNIVERSITAS BRAWIJAYA FAKULTAS TEKNIK MALANG.
- Dady, Y. T. (2015). Pengaruh Kuat Tekan Terhadap Kuat Lentur Balok Bertulang, Jurnal Sipil Statik Vol.3 No.5 Mei 2015 (341-350) ISSN: 2337-6732.
- Dipohusodo, I, (1999). Struktur Beton Bertulang “Berdasarkan SK SNI-T-15-1991-03 Departemen Pekerjaan Umum RI. PT Gramedia Pustaka Utama”: Jakarta.
- Duggal, S. K. (2008). Building Material, New Delhi: New Age International.
- Edward, E. (1998). Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar. PT. Refika Aditama, Bandung.
- Firdaus, M. (2018). Pengaruh Infrastruktur Pada Pertumbuhan Ekonomi, Mei 2018. Wilayah Di Indonesia. Departemen Ilmu Ekonomi, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, Institut Pertanian Bogor.
- Gerung, L. M. N, (2012), Pengaruh serat Daun Nenas Dengan konsentrasi Serat Dan Variasi Panjang Serat 0,5cm, 1,0cm Dan 1,5cm Terhadap Kuat Tarik Beton Normal. Alumni Pasca Sarjana S2 Teknik Sipil Universitas Sam Ratulangi.
- Hidayat, P. (2008). Teknologi Pemanfaatan Serat Daun Nanas Sebagai Alternatif Bahan Baku Tekstil. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Teknoin, Volume 13, Nomor 2, Desember 2008, 31-35 ISSN: 0853-8697.
- Kibry, 1963. Vegetables Fibres.
- Laboratorium Beton Teknik Sipil. *Buku Pedoman Praktikum Beton*. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Medan.
- Lakum, C. dan Khairul (2008). Pemanfaatan Abu Sekam Padi Sebagai Campuran untuk Peningkatan Kekuatan Beton.
- Lestari, A. D. (2015). Pengaruh Penambahan Kait Pada Tulangan Bambu Terhadap Respon Kuat Lentur Beton Bertulangan Bambu, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya. Jurnal Rekayasa Sipil/ Vol.9 No.2 -2015 ISSN-5658.
- Marpaung, R. R. (2010). Pengaruh Penambahan sabut Kelapa Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan Dan Sebagai Peredam Suara, Juli 2010. Staf Pengajar Departemen Teknik Sipil, Universitas Sumatera Utara.

- Modul Pratikum Beton Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (2014).
- Muliasari, D. (2010).“Pengaruh Pemanfaatan Serat Kelapa Terhadap Kinerja Beton Mutu Tinggi”.
- Mulyono, T. (2004). Teknologi Beton , Penerbit C.V Andi Offset, Yogyakarta.
- Murdok, L. J. & Brook, K. M. (alih bahasa : Stephanus Hendarko) Bahan dan Praktek Beton (1991). Erlangga, Jakarta.
- Pane, E. P, (2015). Pengujian Kuat Tarik Lentur Beton Dengan Variasi Kuat Tekan Beton. Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado. Jurnal Sipil Statik Vol.3 No.5 Mei 2015 (313-321) ISSN: 2337-6732.
- PBI (1971), Peraturan Beton Bertulang Indonesia.
- Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung, SNI 2847:2013, ICS 91.080.40, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Purwanto, E. (2011). Studi Lentur Beton Ringan Berserat Kawat Galvanis, Jurnal Rekayasa Vol. 15 no.3.
- SNI 03 6826-2002, Metode Pengujian Semen Portland.
- SNI 03-2834-2002, Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal.
- SNI 1972-2008, Cara uji slump beton.
- SNI 1974-2011, Cara uji Tekan Beton.
- SNI 2417-2008 Uji Keausan Dengan Mesin *Los Angels*.
- SNI 2493-2011, Tata cara Pengujian dan Perawat Benda uji Beton Di Laboratorium.
- SNI 4154-2014, Metode Pengujian kuat Lentur Beton Dengan Beban Terpusat Ditengah Bentang.
- SNI 4431-2011, Tata Cara Pengujian Kuat Lentur Beton Normal Dengan Pengujian Dua Titik Pembebanan.
- SNI 7656-2012, Tata Cara Pemilihan Campuran Beton Untuk Beton Normal, Berat Beton dan Massa Beton.

- SNI 7656-2012, Tata cara pemilihan campuran untuk beton normal, beton berat dan beton massa.
- SNI-03-1750-1990, Mutu dan Cara Uji Agregat Beton.
- Standar Nasional Indonesia (2011), Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder, SNI 1974:2011, ICS 91.100.30, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia, Semen Portland Komposit (2004) SNI 15-7064-2004, ICS 91.10.10, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Suhardirman, M. (2011). Kajian Penambahan Serat Bambu Terhadap Serat Bambu Ori Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton, Oktober 2011. Program Studi Teknik Sipil Universitas Janabadra. ISSN 2088-3676.
- Suhendra, (2017). Kajian Hubungan Kuat Lentur Dengan Kuat Tekan Beton, Jurnal Civronlit Universitas Batanghari Vol.2 No.1.
- Suprayitno, S.T. (2016). Buku Petunjuk Pratikum Struktur Beton, Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Narotama.
- Tjokrodimulyo, K. (2015). Pemanfaatan Kulit Ale-Ale Sebagai Agregat Kasar Dalam Pembuatan Beton, Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Wahyudi, T. (2015). Penggunaan Ijuk dan Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton K-100. Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Pasir Pengaraian.
- Wihartono, S. (2017). Pemanfaatan serat ijuk sebagai material Campuran Dalam Beton Menahan Beban Tekan Vol.1 April 2017.
- Witjaksana, B. (2016). JHP17 Jurnal Hasil Penelitian LPPM Untag Surabaya September 2016, Vol. 01, No. 02, hal 209 – 216.
- Yohanes, L. D. (2004). Adianto, Pengaruh Penambahan Serat Nylon Terhadap Kinerja Beton, VOLUME 12, NO. 2, EDISI XXIX.

LAMPIRAN



LABORATORIUM
BETON

FAKULTAS TEKNIK USU
JURUSAN TEKNIK SIPIL
MEDAN

LABORATORIUM BETON

FAKULTAS TEKNIK USU

Jalan Perpustakaan No. 19 Kampus USU Medan 20155

Medan, 21 Maret 2018

Nomor : 68 / LB / S / III / 2018
Perihal : Izin Penggunaan Laboratorium
Lampiran : -

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Di Tempat

Dengan Hormat,

Demi Menindaklanjuti Surat dari Mahasiswa yang akan Melaksanakan Tugas Akhir di Laboratorium Bahan Rekayasa Beton Yaitu :

No	Nama Mahasiswa	NPM
1	Aris Atma Wijaya	1507210095
2	Muhammad Ardiansyah	1507210202
3	Muhammad Aditya Putra Panjaitan	1407210097
4	Andri Pramuja	1407210239

Laboratorium Bahan Rekayasa Beton Mengizinkan Mahasiswa Tersebut untuk Melaksanakan Tugas Akhir dengan batas waktu selama 3 Bulan terhitung dari keluarnya surat ini dan Mahasiswa Tersebut diwajibkan membayar uang untuk Pekerja Pembantu Pelaksanaan Tugas Akhir sesuai dengan yang diperlukan.

Demikian surat permohonan ini dibuat untuk dapat ditindak lanjuti, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Dibuat Oleh :

Kepala Laboratorium

FAKULTAS TEKNIK U.S.U
LABORATORIUM
BETON

Ir. Torang Sitompas M.Tu

NIP. 195710021986011001

Tembusan:

1. Ketua Departemen Teknik Sipil
2. Pertinggal

LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
JL. PERPUSTAKAAN NO. 19 KAMPUS USU MEDAN 20155

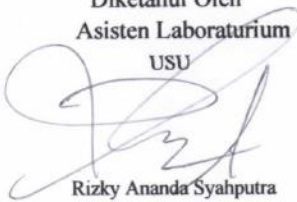
SIEVE ANALYSIS OF COARSE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 136 - 84a & ASTM D 448 - 86)	Lab No	:
	Sampling Date	: 03 April 2018
	Testing Date	: 09 April 2018

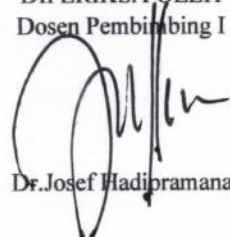
Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Aris Atma Wijaya

Sieve Size	Retained Fraction				Cumulative	
	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Total Weight (gr)	%	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		

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

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

Diketahui Oleh
 Asisten Laboraturium
 USU

 Rizky Ananda Syahputra
 150404045

Medan, 23 Juli
 DIPERIKSA OLEH
 Dosen Pembimbing I

 Dr. Josef Hadiqramana

LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
JL. PERPUSTAKAAN NO. 19 KAMPUS USU MEDAN 20155

SIEVE ANALYSIS OF FINE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 136 - 84a)	Lab No	:
	Sampling Date	: 26 Maret 2018
	Testing Date	: 26 Maret 2018

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	4.75 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Aris Atma Wijaya

Sieve Size	Retained Fraction				Cumulative	
	Sample 1 (gr)	Sample 2 (gr)	Total Weight (gr)	%	Retained	Passing
9.50 (No 3/8 in)	0	0	0	0	0	100
4.75 (No. 4)	7	16	23	1,05	1,05	98,95
2.36 (No. 8)	77	114	191	8,68	9,73	90,27
1.18 (No.16)	189	227	416	18,91	28,64	71,36
0.60 (No. 30)	279	314	593	26,95	55,59	44,41
0.30 (No. 50)	294	335	629	28,59	84,18	15,82
0.15 (No. 100)	141	169	310	14,09	98,27	1,73
Pan	13	25	38	1,73	100,00	0,00
Total	1000	1200	2200	100		

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

Good gradation class :

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

Diketahui Oleh
 Asisten Laboraturium
 USU


 Rizky Ananda Syahputra
 150404045

Medan, 23 Juli 2018
 DIPERIKSA OLEH
 Dosen Pembimbing I


 Dr. Josef Hadipramana

LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
JL. PERPUSTAKAAN NO. 19 KAMPUS USU MEDAN 20155

SPECIFIC GRAVITY AND ABSORPTION OF COARSE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 127 - 88)	Lab No : _____
	Sampling Date : 03 April 2018
	Testing Date : 03 April 2018

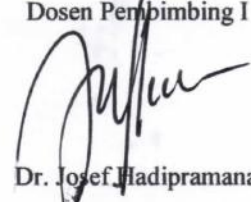
Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Aris Atma Wijaya

Course Agregate Passing No. 50.8 mm	Sample I	Sample II	Average
Wt of SSD sample in air (<i>berat contoh SSD kering permukaan jenuh</i>) A	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)x100%	0,78	0,72	0,75

Good gradation class :
SSD > 2,7

Diketahui Oleh
 Asisten Laboraturium
 USU

 Rizky Ananda Syahputra
 150404045

Medan, 23 Juli 2018
 DIPERIKSA OLEH
 Dosen Pembimbing I

 Dr. Josef Hadipramana

LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
JL. PERPUSTAKAAN NO. 19 KAMPUS USU MEDAN 20155

SPECIFIC GRAVITY AND ABSORPTION OF FINE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 128 - 88)	Lab No : _____
	Sampling Date : 03 April 2018
	Testing Date : 03 April 2018

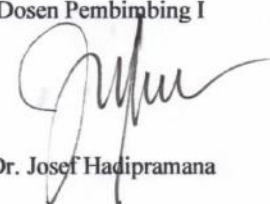
Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	4.75 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Aris Atma Wijaya

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 grafiy dry (<i>berat jenis contoh kering</i>) $E/(B+D-C)$	2,52	2,53	2,53
Bulk sp grafiy SSD (<i>berat jenis contoh SSD</i>) $B/(B+D-C)$	2,56	2,58	2,57
Apparent sp grafiy (<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

Note :
 Good gradation class :
 SSD > 2,6
bulk ssd apparent
 2,53 2,57 2,64

Diketahui Oleh
 Asisten Laboraturium
 USU

 Rizky Ananda Syahputra
 150404045

Medan, 23 Juli 2018
 DIPERIKSA OLEH
 Dosen Pembimbing I

 Dr. Josef Hadipramana

LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
JL. PERPUSTAKAAN NO. 19 KAMPUS USU MEDAN 20155

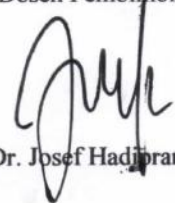
UNIT WEIGHT OF COARSE AGREGATE TEST FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 29)	Lab No : _____
	Sampling Date : 26 Maret 2018
	Testing Date : 29 Maret 2018

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Aris Atma Wijaya
Diameter & tinggi wadah	d : 25,5 cm h : 27,5 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	28813,333
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

Diketahui Oleh
 Asisten Laboraturium
 USU

 Rizky Ananda Syahputra
 150404045

Medan, 23 Juli 2018
 DIPERIKSA OLEH
 Dosen Pembimbing I

 Dr. Josef Hadjipramana

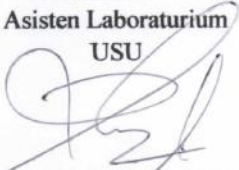
LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
JL. PERPUSTAKAAN NO. 19 KAMPUS USU MEDAN 20155

UNIT WEIGHT OF FINE AGREGATE TEST FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 29)	Lab No : _____
	Sampling Date : 26 Maret 2018
	Testing Date : 29 Maret 2018

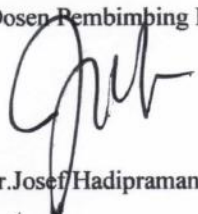
Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	4.75 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Aris Atma Wijaya
Diameter & tinggi wadah	d : 25,5 cm h : 27,5 cm

No	Fine Agregate Passing No. 9.5 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	1,162

Diketahui Oleh
 Asisten Laboraturium
 USU


 Rizky Ananda Syahputra
 150404045

Medan, 23 Juli 2018
 DIPERIKSA OLEH
 Dosen Pembimbing I


 Dr. Josef Hadipramana

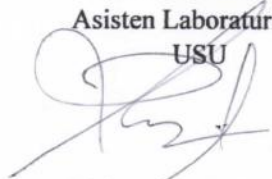
LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
JL. PERPUSTAKAAN NO. 19 KAMPUS USU MEDAN 20155

WATER CONTENT TEST FOR CONCRETE MATERIAL ASTM C 566	Lab No : _____
	Sampling Date : 26 Maret 2018
	Testing Date : 27 Maret 2018

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Aris Atma Wijaya

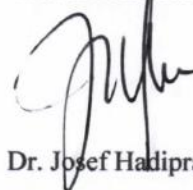
Course Agregate Passing No. 50.8 mm	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Average
Wt of SSD sample & mold (<i>berat contoh SSD & berat wadah</i>)	1984	1943	1963,5
Wt of SSD sample (<i>berat contoh SSD</i>)	1000	1000	1000,0
Wt of oven dry sample & mold (<i>berat contoh kering oven & wadah</i>)	1978	1937	1957,5
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	0,60	0,60	0,60

Diketahui Oleh
 Asisten Laboraturium
 USU



Rizky Ananda Syahputra
 150404045

Medan, 23 Juli 2018
 DIPERIKSA OLEH
 Dosen Pembimbing I



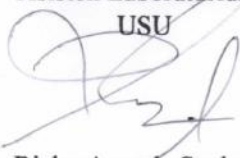
Dr. Josef Hadipramana

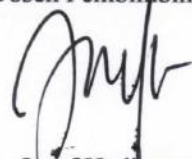
LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
JL. PERPUSTAKAAN NO. 19 KAMPUS USU MEDAN 20155

WATER CONTENT TEST FOR CONCRETE MATERIAL ASTM C 566	Lab No : _____
	Sampling Date : 26 Maret 2018
	Testing Date : 27 Maret 2018

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Aris Atma Wijaya

Fine Agregate Passing No. 9.5 mm	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Average
Wt of SSD sample & mold (<i>berat contoh SSD & berat wadah</i>)	713	730	722
Wt of SSD sample (<i>berat contoh SSD</i>)	500	500	500
Wt of oven dry sample & mold (<i>berat contoh kering oven & wadah</i>)	702	720	711
Wt of mold (<i>berat wadah</i>)	213	230	222
Wt of water (<i>berat air</i>)	11	10	11
Wt of oven dry sample (<i>berat contoh kering</i>)	489	490	490
Water content	2,25	2,04	2,15

Diketahui Oleh
Asisten Laboraturium
USU

Rizky Ananda Syahputra
150404045

Medan, 23 Juli 2018
DIPERIKSA OLEH
Dosen Pembimbing I

Dr. Josef Hadi Pramana

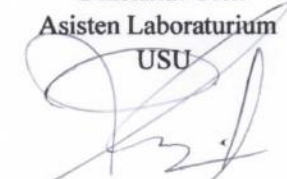
LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
JL. PERPUSTAKAAN NO. 19 KAMPUS USU MEDAN 20155

MATERIAL FINER THAN 75-mm (No. 200) IN MINERAL AGGREGATE BY WASHING FOR CONCRETE MATERIAL ASTM C 117 - 90	Lab No	:	
	Sampling Date	:	26 Maret 2018
	Testing Date	:	28 Maret 2018

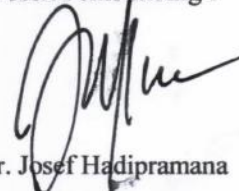
Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Aris Atma Wijaya

Course Agregate Passing No. 50.8 mm	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

Diketahui Oleh
Asisten Laboraturium
USU


Rizky Ananda Syahputra
150404045

Medan, 23 Juli 2018
DIPERIKSA OLEH
Dosen Pembimbing I


Dr. Josef Hadipramana

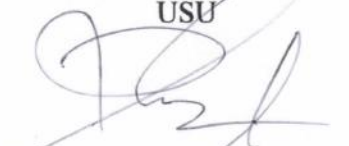
LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
JL. PERPUSTAKAAN NO. 19 KAMPUS USU MEDAN 20155

MATERIAL FINER THAN 75-mm (No. 200) IN MINERAL AGGREGATE BY WASHING FOR CONCRETE MATERIAL ASTM C 117 - 90	Lab No : _____
	Sampling Date : 26 Maret 2018
	Testing Date : 28 Maret 2018

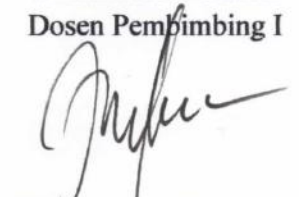
Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	4.75 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Aris Atma Wijaya

Fine Agregate Passing No. 9.5 mm	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Average
Original dry mass of sample, g	500	500	500
Dry mass of sample after washing, g	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

Diketahui Oleh
Asisten Laboraturium
USU


Rizky Ananda Syahputra
150404045

Medan, 23 Juli 2018
DIPERIKSA OLEH
Dosen Pembimbing I

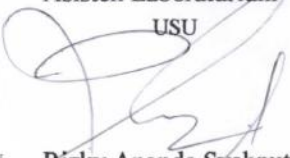

Dr. Josef Hadipramana

LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
JL. PERPUSTAKAAN NO. 19 KAMPUS USU MEDAN 20155

RESISTANCE TO DEGRADATION OF COARSE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL (ASTM C 131 - 89 & ASTM C 535 - 89)	Lab No : _____
	Sampling Date : 26 Maret 2018
	Testing Date : 29 Maret 2018

Sources Of Sample	Binjai
Max Diameter	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Aris Atma Wijaya

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
<i>Abrasion (keausan) %</i>		16,460

Diketahui Oleh
 Asisten Laboraturium
 USU

 Rizky Ananda Syahputra
 150404045

Medan, 23 Juli 2018
 DIPERIKSA OLEH
 Dosen Pembimbing I

 Dr. Josep Halipramana

LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
JL. PERPUSTAKAAN NO. 19 KAMPUS USU MEDAN 20155

Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton
 Pemilik Benda Uji : Aris Atma Wijaya
 Proyek : Penelitian Tugas Akhir
 Rencana Mutu Beton : 45,8 MPa
 Lokasi Pengujian : Lab. Universitas Sumatera Utara

Jumlah Benda Uji: 3 buah			Jenis Benda Uji: Kubus 15x15x15 cm							
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji
1	I	1	1.352	2.73	0.38	4	27-Apr-18	28-May-18	8.323	8.353
2	II	1	1.352	2.73	0.38	4	27-Apr-18	28-May-18	8.351	8.351
3	III	1	1.352	2.73	0.38	4	27-Apr-18	28-May-18	8.345	8.345

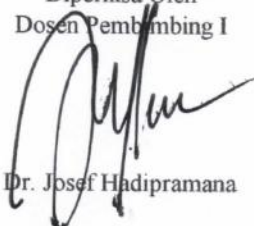
No	Benda Uji	Bahan Tambah	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Pengujian 28 Hari (MPa)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)	Keterangan
1	I	Serat Daun Nanas (0%)	28	125000	55.56	52.30	
2	II		28	113000	50.22		
3	III		28	115000	51.11		

Diketahui Oleh
 Asisten Laboratorium
 Universitas Sumatera Utara



Rizky Ananda Syahputra
 150404045

Medan, 23 Juli 2018
 Diperiksa Oleh
 Dosen Pembimbing I



Dr. Josef Hadipramana

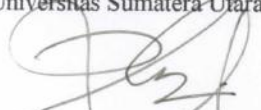
LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
JL. PERPUSTAKAAN NO. 19 KAMPUS USU MEDAN 20155

Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton
 Pemilik Benda Uji : Aris Atma Wijaya
 Proyek : Penelitian Tugas Akhir
 Rencana Mutu Beton : 45,8 MPa
 Lokasi Pengujian : Lab. Universitas Sumatera Utara

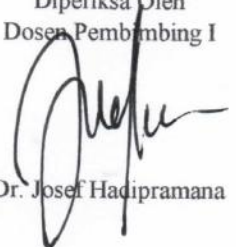
Jumlah Benda Uji: 3 buah		Jenis Benda Uji: Kubus 15x15x15 cm								
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji
1	I	1	1.352	2.73	0.38	3.8	29-Apr-18	30-May-18	8.296	8.346
2	II	1	1.352	2.73	0.38	3.8	29-Apr-18	30-May-18	8.317	8.367
3	III	1	1.352	2.73	0.38	3.8	29-Apr-18	30-May-18	8.318	8.368

No	Benda Uji	Bahan Tambah	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Pengujian 28 Hari (MPa)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)	Keterangan
1	I	Serat Daun Nanas (0,04%)	28	126000	56.00	56.30	
2	II		28	128000	56.89		
3	III		28	126000	56.00		

Diketahui Oleh
 Asisten Laboraturium
 Universitas Sumatera Utara


 Rizky Ananda Syahputra
 150404045

Medan, 23 Juli 2018
 Diperiksa Oleh
 Dosen Pembimbing I


 Dr. Josef Hadipramana

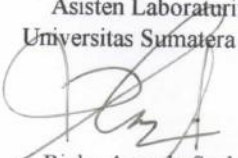
LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
JL. PERPUSTAKAAN NO. 19 KAMPUS USU MEDAN 20155

Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton
 Pemilik Benda Uji : Aris Atma Wijaya
 Proyek : Penelitian Tugas Akhir
 Rencana Mutu Beton : 45,8 MPa
 Lokasi Pengujian : Lab. Universitas Sumatera Utara

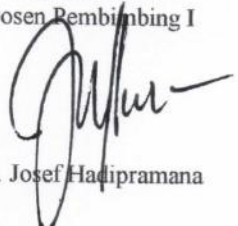
Jumlah Benda Uji: 3 buah					Jenis Benda Uji: Kubus 15x15x15 cm						
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)		
		P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji	
1	I	1	1.352	2.73	0.38	3.5	2-May-18	2-Jun-18	8.298	8.373	
2	II	1	1.352	2.73	0.38	3.5	2-May-18	2-Jun-18	8.406	8.481	
3	III	1	1.352	2.73	0.38	3.5	2-May-18	2-Jun-18	8.410	8.410	

No	Benda Uji	Bahan Tambah	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Pengujian 28 Hari (MPa)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)	Keterangan
1	I	Serat Daun Nanas (0,15%)	28	122000	54.22	55.56	
2	II		28	125000	55.56		
3	III		28	128000	56.89		

Diketahui Oleh
 Asisten Laboratorium
 Universitas Sumatera Utara


 Rizky Ananda Syahputra
 150404045

Medan, 23 Juli 2018
 Diperiksa Oleh
 Dosen Pembimbing I


 Dr. Josef Hadipramana

LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
JL. PERPUSTAKAAN NO. 19 KAMPUS USU MEDAN 20155

Jenis Pengujian : Pengujian Kuat Tekan Beton
 Pemilik Benda Uji : Aris Atma Wijaya
 Proyek : Penelitian Tugas Akhir
 Rencana Mutu Beton : 45,8 MPa
 Lokasi Pengujian : Lab. Universitas Sumatera Utara

Jumlah Benda Uji: 3 buah			Jenis Benda Uji: Kubus 15x15x15 cm							
No	Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
		P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji
1	I	1	1.352	2.73	0.38	3.8	30-Apr-18	31-May-18	8.205	8.275
2	II	1	1.352	2.73	0.38	3.8	30-Apr-18	31-May-18	8.339	8.339
3	III	1	1.352	2.73	0.38	3.8	30-Apr-18	31-May-18	8.262	8.332

No	Benda Uji	Bahan Tambah	Umur Hari	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Pengujian 28 Hari (MPa)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)	Keterangan
1	I	Serat Daun Nanas (0,09%)	28	127000	56.44	56.74	
2	II		28	128000	56.89		
3	III		28	128000	56.89		

Diketahui Oleh
 Asisten Laboratorium
 Universitas Sumatera Utara



Rizky Ananda Syahputra
 150404045

Medan, 23 Juli 2018
 Diperiksa Oleh
 Dosen Pembimbing I



Dr. Josef Hadipramana

LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
JL. PERPUSTAKAAN NO. 19 KAMPUS USU MEDAN 20155

PENGUJIAN KUAT LENTUR BETON
PATAH PADA PUSAT 1/3 LEBAR SISI TARIK
RUMUS : $\alpha = (P.L)/(B.H^2)$

NAMA : Aris Atma Wijaya Dengan $f_c = 45,8$ Mpa (K-552)
 NPM : 1407210095
 Tanggal Dibuat : 24 Mei 2018 Tanggal Diuji : 22 June 2018
 Tempat Uji : Laboratorium Teknik Beton Univesitas Sumatera Utara
 Benda Uji : Balok Beton Ukuran : 60 cm x 15 cm x 15 xm

PERBANDINGAN CAMPURAN

Kondisi	ukuran maks agregat kasar (mm)	slump (cm)	kadar udara (%)	faktor air semen W/C %	Volume agregat halus %
		40	3,8	1	0,38
Berat Volume	Air W (kg/m ²)	PC (kg/m ²)	agregat halus (kg/m ²)	agregat kasar (kg/m ²)	Bahan campuran (g/kg)
	2555,56	165,69	447,37	603,30	1217,95
Nomor benda uji			A1	A2	A3
Umur benda uji (hari)			28	28	28
panjang benda uji (mm)			600	600	600
Lebar benda uji (mm)			150	150	150
Tinggi benda uji (mm)			150	150	150
Berat benda uji (kg)			34,1	35,2	34,2
Volume benda uji (mm ³)			13500000	13500000	13500000
Berat volume (kg/m ³)			2525,93	2607,41	2533,33
Beban maksimum (N)			34000	37000	36000
Jarak bentang (mm)			450	450	450
Lebar tampak Lintang = b(mm)			150	150	150
Tinggi tampak Lintang = h(mm)			150	150	150
Kuat Lentur uji (Mpa)			4,53	4,93	4,80
Kuat lentur rata-rata (Mpa)			4,76		

Diketahui Oleh
Asisten Laboratorium
USU

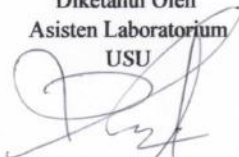
Rizky Ananda Syahputra
150404045

Medan, 23 Juli 2018
DIPERIKSA/OLEH
Dosen Pembimbing I

Dr. Josef Hadipramana

LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
JL. PERPUSTAKAAN NO. 19 KAMPUS USU MEDAN 20155

PENGUJIAN KUAT LENTUR BETON					
PATAH PADA PUSAT 1/3 LEBAR SISI TARIK					
RUMUS : $\alpha = (P.l)/(B.H^2)$					
NAMA		: Aris Atma Wijaya		Dengan $f_c = 45,8$ Mpa (K-552)	
NPM		: 1407210095			
Tanggal Dibuat		: 28 Mei 2018		Tanggal Diuji : 26 June 2018	
Tempat Uji		: Laboratorium Teknik Beton Universitas Sumatera Utara			
Benda Uji		: Balok Beton		Ukuran : 60 cm x 15 cm x 15 cm	
PERBANDINGAN CAMPURAN					
Kondisi	ukuran maks agregat kasar	slump	kadar udara	faktor air semen	Volume agregat halus
	(mm)	(cm)	(%)	W/C %	%
	40	3,5	1	0,38	-
Berat	Air	PC	agregat halus	agregat kasar	Bahan campuran
Volume	W				
	(kg/m ²)	(kg/m ²)	(kg/m ²)	(kg/m ²)	(g/kg)
2592,59	165,69	447,37	603,30	1217,95	serat nanas 0,04%
Nomor benda uji			B1	B2	B3
Umur benda uji (hari)			28	28	28
panjang benda uji (mm)			600	600	600
Lebar benda uji (mm)			150	150	150
Tinggi benda uji (mm)			150	150	150
Berat benda uji (kg)			35	34,5	35,5
Volume benda uji (mm ³)			13500000	13500000	13500000
Berat volume (kg/m ³)			2592,59	2555,56	2629,63
Beban maksimum (N)			41000	36000	43000
Jarak bentang (mm)			450	450	450
Lebar tampak Lintang = b(mm)			150	150	150
Tinggi tampak Lintang = h(mm)			150	150	150
Kuat Lentur uji (Mpa)			5,47	4,80	5,73
Kuat lentur rata-rata (Mpa)			5,33		

Diketahui Oleh
Asisten Laboratorium
USU

Rizky Ananda Syahputra
150404045

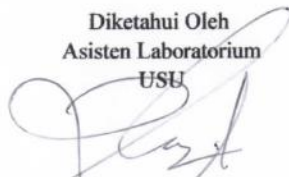
Medan, 23 Juli 2018
DIPERIKSA OLEH
Dosen Pembimbing I

Dr. Josef Hadipramana

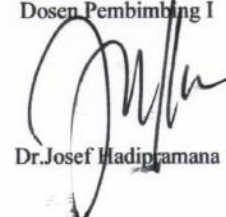
LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
JL. PERPUSTAKAAN NO. 19 KAMPUS USU MEDAN 20155

PENGUJIAN KUAT LENTUR BETON					
PATAH PADA PUSAT 1/3 LEBAR SISI TARIK					
RUMUS : $\alpha = (P.l)/(B.H^2)$					
NAMA		: Aris Atma Wijaya		Dengan $f_c = 45,8$ Mpa (K-552)	
NPM		: 1407210095			
Tanggal Dibuat		: 30 May 2018		Tanggal Diuji : 28 June 2018	
Tempat Uji		: Laboratorium Teknik Beton Univesitas Sumatera Utara			
Benda Uji		: Balok Beton Ukuran : 60 cm x 15 cm x 15 xm			
PERBANDINGAN CAMPURAN					
Kondisi	ukuran maks agregat kasar (mm)	slump (cm)	kadar udara (%)	faktor air semen W/C %	Volume agregat halus %
	40	3	1	0,38	-
Berat Volume	Air W (kg/m ²)	PC (kg/m ²)	agregat halus (kg/m ²)	agregat kasar (kg/m ²)	Bahan campuran (g/kg)
	2560,49	165,69	447,37	603,30	1217,95
Nomor benda uji			C1	C2	C3
Umur benda uji (hari)			28	28	28
panjang benda uji (mm)			600	600	600
Lebar benda uji (mm)			150	150	150
Tinggi benda uji (mm)			150	150	150
Berat benda uji (kg)			35	34,5	34,2
Volume benda uji (mm ³)			13500000	13500000	13500000
Berat volume (kg/m ³)			2592,59	2555,56	2533,33
Beban maksimum (N)			45000	39000	39000
Jarak bentang (mm)			450	450	450
Lebar tampak Lintang = b(mm)			150	150	150
Tinggi tampak Lintang = h(mm)			150	150	150
Kuat Lentur uji (Mpa)			6,00	5,20	5,20
Kuat lentur rata-rata (Mpa)			5,47		

Diketahui Oleh
Asisten Laboratorium
USU


Rizky Ananda Syahputra
150404045

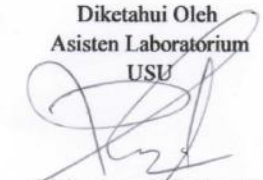
Medan, 23 Juli 2018
DIPERIKSA OLEH
Dosen Pembimbing I


Dr. Josef Hadipramana

LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
JL. PERPUSTAKAAN NO. 19 KAMPUS USU MEDAN 20155

PENGUJIAN KUAT LENTUR BETON					
PATAH PADA PUSAT 1/3 LEBAR SISI TARIK					
RUMUS : $\alpha = (P.L)/(B.H^2)$					
NAMA		: Aris Atma Wijaya		Dengan $f_c = 45,8$ Mpa (K-552)	
NPM		: 1407210095			
Tanggal Dibuat		: 31 May 2018		Tanggal Diuji : 29 June 2018	
Tempat Uji		: Laboratorium Teknik Beton Universitas Sumatera Utara			
Benda Uji		: Balok Beton		Ukuran : 60 cm x 15 cm x 15 cm	
PERBANDINGAN CAMPURAN					
Kondisi	ukuran maks agregat kasar	slump	kadar udara	faktor air semen	Volume agregat halus
	(mm)	(cm)	(%)	W/C %	%
	40	3	1	0,38	-
Berat Volume	Air W	PC	agregat halus	agregat kasar	Bahan campuran
	(kg/m ²)	(kg/m ²)	(kg/m ²)	(kg/m ²)	(g/kg)
2585,19	165,69	447,37	603,30	1217,95	serat nanas 0,15%
Nomor benda uji			D1	D2	D3
Umur benda uji (hari)			28	28	28
panjang benda uji (mm)			600	600	600
Lebar benda uji (mm)			150	150	150
Tinggi benda uji (mm)			150	150	150
Berat benda uji (kg)			35,5	34,2	35
Volume benda uji (mm ³)			13500000	13500000	13500000
Berat volume (kg/m ³)			2629,63	2533,33	2592,59
Beban maksimum (N)			44000	42000	42000
Jarak bentang (mm)			450	450	450
Lebar tampak Lintang = h(mm)			150	150	150
Tinggi tampak Lintang = h(mm)			150	150	150
Kuat Lentur uji (Mpa)			5,87	5,60	5,60
Kuat lentur rata-rata (Mpa)			5,69		

Diketahui Oleh
Asisten Laboratorium
USU


Rizky Ananda Syahputra
150404045

Medan, 23 Juli 2018
DIPERIKSA OLEH
Dosen Pembimbing I


Dr. Josef Hadijramana

LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
JL. PERPUSTAKAAN NO. 19 KAMPUS USU MEDAN 20155

PENGUJIAN KUAT LENTUR BETON
PATAH PADA PUSAT 1/3 LEBAR SISI TARIK

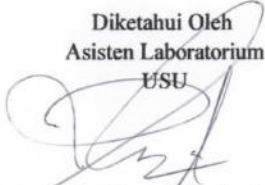
RUMUS : $\alpha = (P.l)/(B.H^2)$

NAMA : Aris Atma Wijaya Dengan $f_c = 45,8$ Mpa (K-552)
NPM : 1407210095
Tanggal Dibuat : 15 May 2018 **Tanggal Diuji** : 30 May 2018
Tempat Uji : Laboratorium Teknik Beton Universitas Sumatera Utara
Benda Uji : Balok Beton Ukuran : 60 cm x 15 cm x 15 cm

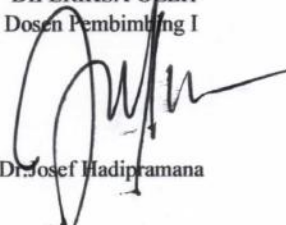
PERBANDINGAN CAMPURAN

Kondisi	ukuran maks agregat kasar	slump	kadar udara	faktor air semen	Volume agregat halus
	(mm)	(cm)	(%)	W/C %	%
	40	3,5	1	0,38	-
Berat Volume	Air W	PC	agregat halus	agregat kasar	Bahan campuran
2543,21	(kg/m ²)	(kg/m ²)	(kg/m ²)	(kg/m ²)	(g/kg)
	165,69	447,37	603,30	1217,95	-
Nomor benda uji			A1	A2	A3
Umur benda uji (hari)			14	14	14
panjang benda uji (mm)			600	600	600
Lebar benda uji (mm)			150	150	150
Tinggi benda uji (mm)			150	150	150
Berat benda uji (kg)			35	34	34
Volume benda uji (mm³)			13500000	13500000	13500000
Berat volume (kg/mm³)			2592,59	2518,52	2518,52
Beban maksimum (N)			35500	31000	31000
Jarak bentang (mm)			450	450	450
Lebar tampak Lintang = h(mm)			150	150	150
Tinggi tampak Lintang = h(mm)			150	150	150
Kuat Lentur uji (Mpa)			4,73	4,13	4,13
Kuat lentur rata-rata (Mpa)			4,33		

Diketahui Oleh
 Asisten Laboratorium
 USU


 Rizky Ananda Syahputra
 150404045

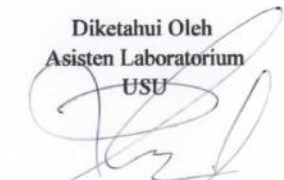
Medan, 23 Juli 2018
 DIPERIKSA OLEH
 Dosen Pembimbing I


 Dr. Josef Hadipramana

LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
JL. PERPUSTAKAAN NO. 19 KAMPUS USU MEDAN 20155

PENGUJIAN KUAT LENTUR BETON					
PATAH PADA PUSAT 1/3 LEBAR SISI TARIK					
RUMUS : $\alpha = (P.l)/(B.H^2)$					
NAMA	: Aris Atma Wijaya		Dengan $f_c = 45,8$ Mpa (K-552)		
NPM	: 1407210095				
Tanggal Dibuat	: 16 May 2018		Tanggal Diuji :	31 May 2018	
Tempat Uji	: Laboratorium Teknik Beton Univesitas Sumatera Utara				
Benda Uji	: Balok Beton		Ukuran : 60 cm x 15 cm x 15 xm		
PERBANDINGAN CAMPURAN					
Kondisi	ukuran maks agregat kasar (mm)	slump (cm)	kadar udara (%)	faktor air semen W/C %	Volume agregat halus %
	40	3,5	1	0,38	-
Berat Volume	Air W (kg/m ²)	PC (kg/m ²)	agregat halus (kg/m ²)	agregat kasar (kg/m ²)	Bahan campuran (g/kg)
	2555,56	165,69	447,37	603,30	1217,95
Nomor benda uji			B1	B2	B3
Umur benda uji (hari)			14	14	14
panjang benda uji (mm)			600	600	600
Lebar benda uji (mm)			150	150	150
Tinggi benda uji (mm)			150	150	150
Berat benda uji (kg)			34,5	35	34
Volume benda uji (mm ³)			13500000	13500000	13500000
Berat volume (kg/mm ³)			2555,56	2592,59	2518,52
Beban maksimum (N)			34000	36000	30000
Jarak bentang (mm)			450	450	450
Lebar tampak Lintang = b(mm)			150	150	150
Tinggi tampak Lintang = h(mm)			150	150	150
Kuat Lentur uji (Mpa)			4,53	4,80	4,00
Kuat lentur rata-rata (Mpa)			4,44		

Diketahui Oleh
Asisten Laboratorium
USU

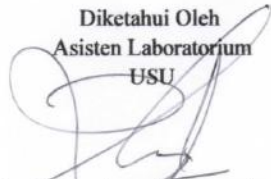

Rizky Ananda-Syahputra
150404045

Medan, 23 Juli 2018
DIPERIKSA OLEH
Dosen Pembimbing I


Dr. Josef Hadipramana

LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
JL. PERPUSTAKAAN NO. 19 KAMPUS USU MEDAN 20155

PENGUJIAN KUAT LENTUR BETON					
PATAH PADA PUSAT 1/3 LEBAR SISI TARIK					
RUMUS : $\alpha = (P.l)/(B.H^2)$					
NAMA		: Aris Atma Wijaya		Dengan $f'c = 45,8$ Mpa (K-552)	
NPM		: 1407210095			
Tanggal Dibuat		: 17 May 2018		Tanggal Diuji : 01 June 2018	
Tempat Uji		: Laboratorium Teknik Beton Universitas Sumatera Utara			
Benda Uji		: Balok Beton		Ukuran : 60 cm x 15 cm x 15 cm	
PERBANDINGAN CAMPURAN					
Kondisi	ukuran maks agregat kasar	slump	kadar udara	faktor air semen	Volume agregat halus
	(mm)	(cm)	(%)	W/C %	%
	40	3	1	0,38	-
Berat Volume	Air W	PC	agregat halus	agregat kasar	Bahan campuran
	(kg/m ²)	(kg/m ²)	(kg/m ²)	(kg/m ²)	(g/kg)
2560,49	165,69	447,37	603,30	1217,95	serat nanas 0,09%
Nomor benda uji			C1	C2	C3
Umur benda uji (hari)			14	14	14
panjang benda uji (mm)			600	600	600
Lebar benda uji (mm)			150	150	150
Tinggi benda uji (mm)			150	150	150
Berat benda uji (kg)			34,4	35,2	34,1
Volume benda uji (mm ³)			13500000	13500000	13500000
Berat volume (kg/m ³)			2548,15	2607,41	2525,93
Beban maksimum (N)			35000	35200	34000
Jarak bentang (mm)			450	450	450
Lebar tampak Lintang = b(mm)			150	150	150
Tinggi tampak Lintang = h(mm)			150	150	150
Kuat Lentur uji (Mpa)			4,67	4,69	4,53
Kuat lentur rata-rata (Mpa)			4,63		

Diketahui Oleh
 Asisten Laboratorium
 USU

 Rizky Ananda Syahputra
 150404045

Medan, 23 Juli 2018
 DIPERIKSA OLEH
 Dosen Pembimbing I

 Dr. Josef Hadipramana

LABORATORIUM BETON
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
JL. PERPUSTAKAAN NO. 19 KAMPUS USU MEDAN 20155

PENGUJIAN KUAT LENTUR BETON

PATAH PADA PUSAT 1/3 LEBAR SISI TARIK

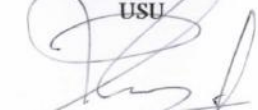
RUMUS : $\alpha = (P.l)/(B.H^2)$

NAMA : Aris Atma Wijaya Dengan $f'c = 45,8$ Mpa (K-552)
 NPM : 1407210095
 Tanggal Dibuat : 18 May 2018 Tanggal Diuji : 02 June 2018
 Tempat Uji : Laboratorium Teknik Beton Universitas Sumatera Utara
 Benda Uji : Balok Beton Ukuran : 60 cm x 15 cm x 15 cm

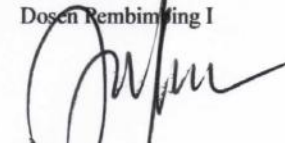
PERBANDINGAN CAMPURAN

Kondisi	ukuran maks agregat kasar (mm)	slump (cm)	kadar udara (%)	faktor air semen W/C %	Volume agregat halus %
	40	3	1	0,38	-
Berat Volume	Air W (kg/m ²)	PC (kg/m ²)	agregat halus (kg/m ²)	agregat kasar (kg/m ²)	Bahan campuran (g/kg)
2567,90	165,69	447,37	603,30	1217,95	serat nanas 0,15%
Nomor benda uji			D1	D2	D3
Umur benda uji (hari)			14	14	14
panjang benda uji (mm)			600	600	600
Lebar benda uji (mm)			150	150	150
Tinggi benda uji (mm)			150	150	150
Berat benda uji (kg)			34,6	35	34,4
Volume benda uji (mm ³)			1350000	1350000	1350000
Berat volume (kg/mm ³)			2562,96	2592,59	2548,15
Beban maksimum (N)			39000	38000	36000
Jarak bentang (mm)			450	450	450
Lebar tampak Lintang = b(mm)			150	150	150
Tinggi tampak Lintang = h(mm)			150	150	150
Kuat Lentur uji (Mpa)			5,20	5,07	4,80
Kuat lentur rata-rata (Mpa)			5,02		

Diketahui Oleh
 Asisten Laboratorium
 USU


 Rizky Ananda Syahputra
 150404045

Medan, 23 Juli 2018
 DIPERIKSA OLEH
 Dosen Pembimbing I


 Dr. Josef Hadipramana

LEMBAR ASISTENSI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTE MUKHTAR BASRI NO.3 MEDAN 20238



NAMA : ARIS ATMA WIJAYA

NPM : 1407210095

JUDUL : Studi kekuatan lentur pada prism beton dengan campuran serat nanas

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf
2	11/1/2018	Penentuan ide dan identifikasi masalah Perbaikan judul	
3	21/1/2018	Perbaikan latar belakang - typo error - susunan paragraf dan ide - Perbaiki gap. - Menambahkan referensi	
4.	12/2/2018	- tajamkan rumusan masalah - batasan masalah lebih fokus	
5		- tujuan penelitian perbaikan - manfaat penelitian buat lebih luas	
6	12/2/2018	Bab II : - perbaikan rumusan. - tambah referensi	

Dosen Pembimbing

Dr. Josef Hadipramana



**TUGAS AKHIR
PR OGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK**

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUM ATERA UTARA
Jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan- Sumatera Utara

LEMBAR ASSISTENSI

NAMA : ARIS ATMA WIJAYA
NPM : 1407210095
JUDUL : STUDY KEKUATAN LENTUR PADA PRISMA BETON
DENGAN CAMPURAN SERAT DAUN NANAS

NO.	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
7.	12/2 2018	Revisi iii : - Klasifikasi metodologi - Perbaiki flow chart	
8.	19/2 /2018	Lengkapi proposal - Abstrak - kesimpulan - Daftar isi - Daftar pustaka.	
9.	26/2/2018	Perbaiki yang ditandai majuhan ka prodi	

DOSEN PEMBIMBING 1

(DR. JOSEF HADIPRAMANA)

LEMBAR ASISTENSI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO. 2 MEDAN 20238



NAMA : ARIS ATMA WIJAYA
NPM : 1407210095
JUDUL : Studi kekuatan lentur pada prisma beton dengan campuran serat nanas

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	24/7-18	- kuat tekan ts variasi - kuat volume vs, 0 kuat lentur } 0,04 0,09 0,015 - kuat volume + kuat lentur - kuat tekan. vs. umur	
2	1/8-18	Variasi lain 1. kuat + volume 2. kuat tekan 3. kuat lentur 4. umur	

Dosen Pembimbing

Dr. Josef Hadipramana

LEMBAR ASISTENSI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO. 2 MEDAN 20238



NAMA : ARIS ATMA WIJAYA
NPM : 1407210095
JUDUL : Studi kekuatan lentur pada prisma beton dengan campuran serat nanas

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
3.	14/8 - 2019	<p>Bab II diperjelas semua komponen mengarah ke pada kekuatan beton dan flexural</p> <p>Bab III difokuskan pada cara dan metode termasuk nilai disain</p> <p>Bab IV analisis dan pembahasan. tampilkan hasil dan dibahas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - slump test - kuat tekan - flexural <p>- perbandingan.</p>	

Dosen Pembimbing

Dr. Josef Hadipramana

LEMBAR ASISTENSI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO. 2 MEDAN 20238



NAMA : ARIS ATMA WIJAYA
NPM : 1407216095
JUDUL : Studi kekuatan lentur pada prisma beton dengan campuran serat nanas

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
	21/8 2018	Acc ulangi untuk analisis siapkan again persiapan dan persyaratannya	

Dosen Pembimbing

Dr. Josef Hadipramana

LEMBAR ASISTENSI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO. 2 MEDAN 20238



NAMA : ARIS ATMA WIJAYA

NPM : 1407210095

JUDUL : Studi Kekuatan Lentur Pada Prisma Beton Dengan Campuran Serat Nanas

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	30/1 - '18	* BACA BUKU PANDUAN PENULISAN TA! * CEK PENULISAN 2 74 SALAH! * SELESAIKAN BAB I! (BUAT LINK ANTAR SUB-BAB) * JANGAN DIULANG KALIMAT ATAU PENGERTIAN! * BAHAS TENTANG LENTUR!	<i>[Signature]</i>
2.	19/2 - '18	* KUTIPAN DLM BADAN KALIMAT (NAMA BELAKANG, JUDUL) * UKURAN KERTAS (MARGIN) * NO HAL DIBAWAH KANAN!	<i>[Signature]</i>
3	10-3 - '18	PD BAB II 74 DIAMBIL ADALAH 74 BERTHUBUNGAN DG JUDUL PENELITIAN!	

Dosen Pembimbing

Ir. Ellyza Chairina, M.Si

LEMBAR ASISTENSI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO. 2 MEDAN 20238



NAMA : ARIS ATMA WIJAYA

NPM : 1407210095

JUDUL : Studi Kekuatan Lentur Pada Prisma Beton Dengan Campuran Serat Nanas

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
4	30/6 '18	* CEK GRAFIK U/ AGG. KASAR! (TERBALIK). * BUAT SUMBER TABEL & GRAFIK! * MINIMALISKAN TABEL! * SEMUA SUMBER HRS ADA PD DFTR PUSTAKA! * JUDUL PD GRAFIK CUKUP 1 SAJA!	
5	17/7 '18	* TULISAN RATA KI-KA! * KONSEKVENSI UKURAN HURUF, SPASI, DLL! * LENGKAPI TA KESEWURUHAN!	
6	10/8 - '18	* PERBAIKI SESUAI PANDUAN & SATRAN SERIA TULISAN 3 YG SALAH!	

Dosen Pembimbing

Ir. Ellyza Chairina, M.Si

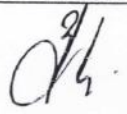
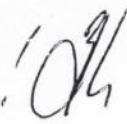
LEMBAR ASISTENSI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
JL. KAPTEN MUKHTAR BASRI NO. 2 MEDAN 20238



NAMA : ARIS ATMA WIJAYA

NPM : 1407210095

JUDUL : Studi Kekuatan Lentur Pada Prisma Beton Dengan Campuran Serat Nanas

NO	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
7	21/8-'18	* LENGKAPI KESEWURHAN SKRIPSI ! SELESAI ! ; ACC ! LANJUT KE PEMBIMBING I	 

Dosen Pembimbing

Ir. Ellyza Chairina, M.Si

LAMPIRAN

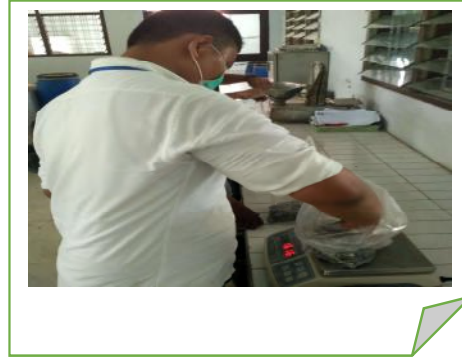
Tabel L1: Perbandingan kekuatan beton pada berbagai umur (hari).

Umur Beton	Faktor	Umur Beton	Faktor
3	0,400	23	0,964
4	0,463	24	0,971
5	0,525	25	0,979
6	0,588	26	0,986
7	0,650	27	0,993
8	0,683	28	1,000
9	0,718	35	1,023
10	0,749	36	1,026
11	0,781	45	1,055
12	0,814	46	1,058
13	0,847	50	1,071
14	0,880	51	1,074
15	0,890	55	1,087
16	0,900	56	1,090
17	0,910	65	1,119
18	0,920	66	1,123
19	0,930	90	1.200
20	0,940	350	1,342
21	0,950	360	1,347
22	0,957	365	1,350

DOKUMENTASI PENELITIAN
DILABORATORIUM BETON FAKULTAS TEKNIK UNUVERSITAS
SUMATERA UTARA



L1: Proses Pencarian serat daun nanas mulai dari proses pencarian hingga membuat menjadi serat daun nanas.



L2: Proses pengujian test dasar material sampai dengan proses penandaan benda uji.



L3: Material yang digunakan pada saat penelitian.



L4: Proses setelah pencetakan benda uji sampai dengan pengangkatan benda uji dari proses perawatan benda uji.



L5: Setelah proses perawatan masuk proses pengujian lentur mulai dari benda uji diberi tanda lalu ditimbang kemudian diuji lentur.



L6: Setelah proses pengujian kuat lentur dan kuat tekan.



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Nama : Aris Atma Wijaya

Jenis Kelamin : Laki - laki

Tempat/Tgl Lahir : Medan, 15 Februari 1995

Alamat : Jln. Bilal Ujung Gg, Bima no. 41^c Medan

Agama : Islam

Nama Orang Tua

- Ayah : M. Ishak
- Ibu : Irma Yani

JENJANG PENDIDIKAN

- ❖ SD ADHYAKSA : Berijazah Tahun 2008
- ❖ SMP NEGRI 37 MEDAN : Berijazah Tahun 2011
- ❖ SMA SWASTA DARMAWANGSA : Berijazah Tahun 2014
- ❖ Melanjutkan kuliah di Fakultas Teknik Program Studi Sipil di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tahun 2018 hingga selesai.