

**TUGAS AKHIR**

**INVESTIGASI KUAT TARIK PADA BETON YANG DIPERKUAT  
SERAT DAUN NANAS  
(Studi Penelitian)**

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

**Disusun Oleh:**

**M. ADITYA PUTRA PANJAITAN**  
**1407210097**



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

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Aditya Putra Panjaitan

NPM : 1407210097

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Investigasi Kuat Tarik Pada Beton Yang Diperkuat Serat Daun Nanas (Studi Penelitian)

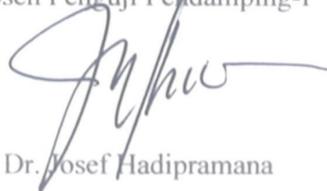
Bidang ilmu : Struktur

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, 25 September 2018

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Penguji Pendamping-I



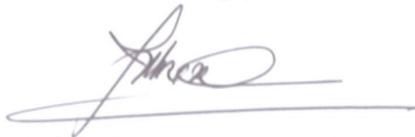
Dr. Josef Hadipramana

Dosen Penguji Pendamping-II



Ir. Ellyza Chairina, M.Si.

Dosen Penguji-I



Dr. Fahrizal Zurkarnain S.T., M.Sc.

Dosen Peguji-II



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



Ketua Program Studi Teknik Sipil

Dr. Fahrizal Zurkarnain S.T., M.Sc.

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : M. Aditya Putra Panjaitan

Tempat /Tanggal Lahir : Medan, 03 Agustus 1996

NPM : 1407210097

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil,

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

“Investigasi Kuat Tarik pada Beton yang Diperkuat 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, 25 September 2018

Saya yang menyatakan,



M. Aditya Putra Panjaitan

## ABSTRAK

### INVESTIGASI KUAT TARIK PADA BETON YANG DI PERKUAT SERAT DAUN NANAS

M. Aditya Putra Panjaitan

1407210097

Dr. Josef Hadipramana

Ir. Ellyza Chairina, M.Si

Beton telah mengalami perkembangan dan kemajuan yang sangat pesat karena memiliki kelebihan dibandingkan dengan bahan lainnya. Kelebihannya itu seperti memiliki kekuatan pada tekan yang baik, harganya yang relatif murah dan material penyusunnya yang mudah didapat. Tetapi dari banyaknya kelebihan yang didapat, beton memiliki kelemahan seperti lemahnya kuat tarik yang dihasilkan beton. Berbagai inovasi yang telah dilakukan agar menjadikan beton sebagai salah satu bahan yang memiliki kelebihan, salah satunya dengan penggunaan bahan tambah seperti serat alam tumbuh-tumbuhan. Dengan demikian pada penelitian ini di pilih serat dari daun nanas sebagai bahan tambah dalam campuran beton. Tujuannya adalah untuk mengetahui pengaruh kekuatan tarik dari pemakaian serat daun nanas terhadap campuran beton. Serat daun nanas dipilih karena secara visual memiliki kekuatan atau kualitas yang tinggi dan teksturnya yang halus. Variasi penambahan serat daun nanas pada campuran beton adalah 0% (beton normal), 0,04%, 0,09% dan 0,15% dari berat semen dengan ukuran 1,5 cm. Kekuatan tarik belah beton umur 7 hari beton normal; beton serat daun nanas 0,04%; beton serat daun nanas 0,09%; beton serat daun nanas 0,15% berturut-turut adalah 3,158 MPa; 3,253 MPa; 3,582 MPa; 3,630 MPa. Kekuatan tarik belah beton umur 14 hari beton normal; beton serat daun nanas 0,04%; beton serat daun nanas 0,09%; beton serat daun nanas 0,15% berturut-turut adalah 3,347 MPa; 3,441 MPa; 3,771 MPa; 3,818 MPa. Kekuatan tarik belah beton umur 28 hari beton normal; beton serat daun nanas 0,04%; beton serat daun nanas 0,09%; beton serat daun nanas 0,15% berturut-turut adalah 3,818 MPa; 3,865 MPa; 3,960 MPa; 4,242 MPa. Pengaruh penggunaan serat daun nanas terhadap kuat tarik belah beton pada hasil penelitian yaitu terjadinya peningkatan nilai kuat tarik belah beton terhadap beton normal. Maka pemanfaatan serat daun nanas dengan ukuran 1,5 cm yang dicampurkan pada beton normal direkomendasikan untuk digunakan.

Kata kunci : Beton, Beton Serat, Serat Daun Nanas, Kuat Tarik Beton.

## **ABSTRACT**

### **INVESTIGATION IS STRONG ATTRACTION ON STRENGTHENED CONCRETE PINNEAPPLE LEAF FIBER**

M. Aditya Putra Panjaitan  
1407210097  
Dr. Josef Hadipramana  
Ir. Ellyza Chairina, M.Si

*Concrete has experienced rapid development and progress because it has advantages compared to other materials. The excess is like having a good compressive strength, a relatively cheap price and easy to obtain material. But from the many advantages that are obtained, concrete has weaknesses such as the weak attractiveness of the concrete produced. Various innovations have been made in order to make concrete as one of the ingredients that has advantages, one of which is the use of added materials such as natural plant fibers. Thus in this study select fiber from pineapple leaves as an added ingredient in the concrete mixture. The aim is to find out the effect of the tensile strength of the use of pineapple leaf fiber on the concrete mixture. Pineapple leaf fiber is chosen because it visually has high strength or quality and smooth texture. Variations in the addition of pineapple leaf fiber to the concrete mixture were 0 % (normal concrete), 0.04 %, 0.09 % and 0.15 % by weight of cement with a size of 1.5 cm. The concrete tensile strength of 7 days concrete is normal; concrete fiber of pineapple leaves 0.04 %; concrete fiber of pineapple leaves 0.09 %; concrete of 0.15 % pineapple leaf fiber is 3.158 MPa respectively; 3,253 MPa; 3,582 MPa; 3,630 MPa. The concrete tensile strength of 14 days of concrete is normal; concrete fiber of pineapple leaves 0.04%; concrete fiber of pineapple leaves 0.09 %; the concrete fiber of pineapple leaves 0.15 % in a row is 3.347 MPa; 3,441 MPa; 3,771 MPa; 3,818 MPa. Concrete tensile strength of 28 days of normal concrete; concrete fiber of pineapple leaves 0.04%; concrete fiber of pineapple leaves 0.09%; the concrete fiber of pineapple leaves is 0.15 % in a row is 3.818 MPa; 3,865 MPa; 3,960 MPa; 4,242 MPa. The effect of using pineapple leaf fiber on the concrete tensile strength of the research results is the increase in the value of the tensile strength of the concrete against normal concrete. Then the use of pineapple leaf fiber with a size of 1.5 cm mixed with normal concrete is recommended for use*

**Keywords :** Concrete, Fiber Concrete, Pineapple Leaf Fiber, Concrete Tensile Strength.

## KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur bagi Allah SWT yang telah menganugerahkan rahmat, hidayah, dan inayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini yang berjudul “Investigasi Kuat Tarik pada Beton yang Diperkuat Serat Daun Nanas” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU). Shalawat dan salam tak lupa pula penulis hanturkan kepada junjungan alam Nabi Muhammad SAW selaku suri tauladan umat manusia di dunia.

Dalam pembuatan laporan ini penulis memperoleh bantuan dari banyak pihak, untuk itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tulus dan sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Josef Hadipramana, selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji Pendamping I yang telah membimbing, mengarahkan dan memberi masukan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Ir. Ellyza Chairina, M.Si, selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji Pendamping II yang telah membimbing, mengarahkan dan memberi masukan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain S.T., M.Sc., selaku Dosen Penguji I dan Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan koreksi dan masukkan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Ade Faisal S.T., M.Sc., selaku Dosen Penguji II dan Wakil Dekan I Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan koreksi dan masukkan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini
5. Ibu Irma Dewi, ST, M.Si selaku Sekretaris Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan ilmu keteknisipilan yang sangat bermanfaat kepada penulis.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Bapak Ir. Torang Sitorus, M.T., selaku Kepala Laboratorium Beton Universitas Sumatera Utara serta Abangda dan Kakanda Asisten Laboratorium dan Laboran Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara.
10. Kedua orang tua penulis : Ramali Panjaitan dan Lisna Wardani atas ridho, kasih sayang, pengorbanan dan doa dalam perjalanan hidup penulis.
11. Sahabat-sahabat penulis : Andri Pramuja, Aris Atma Wijaya, M. Ardiansyah, rekan-rekan Teknik Sipil stambuk 2014 Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan semua teman-teman yang memberi penulis masukan-masukan yang bermanfaat, dukungan serta semangat pada proses penyelesaian laporan ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa hasil penulisan laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna, maka dengan demikian penulis mengharapkan adanya saran dan kritikan yang bersifat konstruktif dan membangun dari para pembaca, sehingga menjadi bahan pembelajaran pada masa yang akan datang untuk mencapai hasil yang maksimal. Semoga laporan Tugas Akhir ini bermanfaat bagi pembaca atau bagi dunia konstruksi teknik sipil.

Medan, 25 September 2018

M. Aditya Putra Panjaitan

## 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	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	4
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan Penelitian	5
1.5. Manfaat Penelitian	5
1.6. Sistematika Penulisan	6
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Pengertian Umum Beton	7
2.2. Material Penyusun Beton	10
2.2.1. Semen	10
2.2.2. Agregat	12
2.2.3. Air	17
2.2.4. Bahan Tambah ( <i>Additive</i> )	18
2.2.4.1. Serat Daun Nanas	18
2.3. Perencanaan Pembuatan Campuran Beton Normal	20
2.4. <i>Slump Test</i>	20
2.5. Perawatan Beton	22
2.6. Pengujian Beton Keras	23
2.6.1. Pengujian Kuat Tekan	23

2.6.2.	Pengujian Kuat Tarik	25
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	27
3.1.	Umum	27
3.1.1.	Metodologi Penelitian	27
3.2.	Diagram Alir Penelitian	28
3.3.	Pelaksanaan Penelitian	29
3.3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian	29
3.3.2.	Rancangan Penelitian	29
3.4.	Bahan dan Peralatan	29
3.4.1.	Bahan	29
3.4.2.	Peralatan	30
3.5.	Persiapan Penelitian	30
3.6.	Pemeriksaan Agregat	31
3.7.	Pemeriksaan Agregat Halus	31
3.7.1.	Pemeriksaan Analisa Saringan	31
3.7.2.	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapannya	34
3.7.3.	Pemeriksaan Kadar Air	36
3.7.4.	Pemeriksaan Kadar Lumpur	36
3.7.5.	Pemeriksaan Berat isi	38
3.8.	Pemeriksaan Kasar	39
3.8.1.	Pemeriksaan Analisa Saringan	39
3.8.2.	Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapannya	42
3.8.3.	Pemeriksaan Kadar Air	43
3.8.4.	Pemeriksaan Kadar Lumpur	44
3.8.5.	Pemeriksaan Berat isi	45
3.8.6.	Keausan Agregat dengan Mesin <i>Los Angeles</i>	46
3.9.	Serat Daun Nanas	48
3.10.	Perencanaan Campuran Beton	49
3.11.	Pelaksanaan Penelitian	49
3.11.1.	Metode Pengejaan <i>Mix Design</i>	49
3.11.2.	Pembuatan Benda uji	59
3.11.3.	Pengujian <i>Slump Test</i>	60

3.11.4.	Perawatan Beton	60
3.11.5.	Pengujian Kuat Tekan	60
3.11.6.	Pengujian Kuat Tarik	61
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>62</b>
4.1.	Perencanaan Campuran Beton ( <i>Mix Design</i> )	62
4.2.	Pembuatan Benda Uji	71
4.3.	<i>Slump Test</i>	72
4.4.	Kuat Tekan Beton	73
4.4.1.	Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari	73
4.5.	Pembahasan Kuat Tekan Beton	76
4.6.	Kuat Tarik Beton	77
4.6.1.	Kuat Tarik Beton Umur 7 Hari	77
4.6.2.	Kuat Tarik Beton Umur 14 Hari	79
4.6.3.	Kuat Tarik Beton Umur 28 Hari	81
4.7.	Pembahasan Kuat Tarik Beton	83
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>85</b>
5.1.	Kesimpulan	85
5.2.	Saran	86
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>87</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	
	<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Pembagian semen menurut pengerjaannya (PT. Wijaya Karya, 2005)	11
Tabel 2.2	Komposisi tipe standar semen portland (PT. Wijaya Karya, 2005)	11
Tabel 2.3	Pengaruh sifat agregat pada sifat beton (Paul Nugraha dan Antoni, 2007)	12
Tabel 2.4	Batas gradasi agregat halus (SNI 03-2834-2000)	14
Tabel 2.5	Persyaratan batas-batas susunan besar butir agregat kasar (SNI 03-2834-2000)	16
Tabel 2.6	Physical Characteristics serat daun nanas (Hidayat, 2008)	20
Tabel 2.7	Zat kimia yang terkandung pada serat nanas (Hidayat, 2008)	20
Tabel 2.8	Toleransi waktu agar pengujian kuat tekan tidak keluar dari batasan waktu yang telah ditoleransikan (ASTM C-39, 1993)	24
Tabel 2.9	Perbandingan kekuatan tekan beton pada berbagai umur (Tjokrodimuljo, 2007)	25
Tabel 3.1	Data hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus	32
Tabel 3.2	Data hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus	35
Tabel 3.3	Data hasil pemeriksaan kadar air agregat halus	36
Tabel 3.4	Data hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat halus	37
Tabel 3.5	Data hasil pemeriksaan berat isi agregat halus	38
Tabel 3.6	Data hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar	40
Tabel 3.7	Data hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar	43
Tabel 3.8	Data hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar	44
Tabel 3.9	Data hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar	45
Tabel 3.10	Data hasil pemeriksaan berat isi agregat kasar	46
Tabel 3.11	Data hasil pemeriksaan keausan agregat kasar	47
Tabel 3.12	Data hasil pemeriksaan daya serap (% WPU) serat daun nanas	48
Tabel 3.13	Faktor pengali untuk deviasi standar berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia	50
Tabel 3.14	Tingkat mutu pengerjaan pembetonan	50

Tabel 3.15	Perkiraan kadar air bebas ( $\text{kg/m}^3$ ) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton	53
Tabel 3.16	Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus.	54
Tabel 4.1	Perencanaan campuran beton (SNI 03-2834-2002)	63
Tabel 4.2	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	66
Tabel 4.3	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	66
Tabel 4.4	Banyak serat daun nanas yang dibutuhkan untuk 1 benda uji silinder	67
Tabel 4.5	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 36 benda uji	69
Tabel 4.6	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 36 benda uji	70
Tabel 4.7	Nilai slump pada pengujian kuat tekan beton	72
Tabel 4.8	Nilai slump pada pengujian kuat tarik beton	73
Tabel 4.9	Pengujian kuat tekan beton kubus normal 28 hari	73
Tabel 4.10	Pengujian kuat tekan beton kubus campuran serat daun nanas 0,04 % 28 hari	74
Tabel 4.11	Pengujian kuat tekan beton kubus campuran serat daun nanas 0,09 % 28 hari	74
Tabel 4.12	Pengujian kuat tekan beton kubus campuran serat daun nanas 0,15 % 28 hari	75
Tabel 4.13	Pengujian kuat tarik belah beton silinder normal 7 hari	77
Tabel 4.14	Pengujian kuat tarik belah beton silinder serat 0,04 % 7 hari	78
Tabel 4.15	Pengujian kuat tarik belah beton silinder serat 0,09 % 7 hari	78
Tabel 4.16	Pengujian kuat tarik belah beton silinder serat 0,15 % 7 hari	78
Tabel 4.17	Pengujian kuat tarik belah beton silinder normal 14 hari	79
Tabel 4.18	Pengujian kuat tarik belah beton silinder serat 0,04 % 14 hari	79
Tabel 4.19	Pengujian kuat tarik belah beton silinder serat 0,09 % 14 hari	80

Tabel 4.20	Pengujian kuat tarik belah beton silinder serat 0,15 % 14 hari	80
Tabel 4.21	Pengujian kuat tarik belah beton silinder normal 28 hari	81
Tabel 4.22	Pengujian kuat tarik belah beton silinder serat 0,04 % 28 hari	81
Tabel 4.23	Pengujian kuat tarik belah beton silinder serat 0,09 % 28 hari	82
Tabel 4.24	Pengujian kuat tarik belah beton silinder serat 0,15 % 28 hari	82

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Batas gradasi pasir (kasar) No. 1	14
Gambar 2.2	Batas gradasi pasir (sedang) No. 2	14
Gambar 2.3	Batas gradasi pasir (agak halus) No. 3	15
Gambar 2.4	Batas gradasi pasir dalam daerah No. 4	15
Gambar 2.5	Batas gradasi kerikil atau koral ukuran maksimum 10 mm	16
Gambar 2.6	Batas gradasi kerikil atau koral ukuran maksimum 20 mm	17
Gambar 2.7	Batas gradasi kerikil atau koral ukuran maksimum 40 mm	17
Gambar 2.8	Bentuk-bentuk <i>slump</i> (1) ideal, (2) geser, (3) runtuh	21
Gambar 3.1	Tahapan singkat penelitian yang dilakukan	28
Gambar 3.2	Grafik gradasi agregat halus (zona 2 pasir sedang)	34
Gambar 3.3	Grafik gradasi agregat kasar diameter maksimum 40 mm	41
Gambar 3.4	Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton diameter 150 mm dan tinggi 300 mm	51
Gambar 3.5	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum	55
Gambar 3.6	Perkiraan berat isi beton basah yang telah selesai didapatkan.	56
Gambar 4.1	Beban tekan pada benda uji kubus	73
Gambar 4.2	Perbandingan hasil kuat tekan beton	76
Gambar 4.3	Beban tarik lentur pada benda uji silinder	77
Gambar 4.4	Perbandingan hasil kuat tarik beton 7 hari dengan variasi serat	79
Gambar 4.5	Perbandingan hasil kuat tarik beton 14 hari dengan variasi serat	81
Gambar 4.6	Perbandingan hasil kuat tarik beton 28 hari dengan variasi serat	82
Gambar 4.7	Hasil kuat tarik beton 7 hari, 14 hari dan 28 hari dengan variasi serat	83

## DAFTAR NOTASI

$f'c$	= kuat tekan beton pada umur 28 hari yang didapat dari benda uji	(MPa)
$P$	= gaya tekan aksial dinyatakan dalam newton	(kg)
$A$	= luas penampang benda uji.	(cm <sup>2</sup> )
$f_t$	= kuat belah beton	(N/mm)
$D$	= diameter silinder	(mm)
$L_s$	= tinggi silinder	(mm)
$FM$ ( <i>Fines Modulus</i> )	= Modulus kehalusan	
$f'$ estimasi 28 hari	= kuat tekan umur 28 sesuai dengan hari pengujian	(kg/cm <sup>2</sup> )
$f'_{cr}$	= kuat tekan rata-rata	(MPa)
$f'_c$	= kuat tekan yang disyaratkan	(MPa)
$M$	= nilai tambah	(MPa)
$B_j$	= Berat jenis	(g/cm <sup>3</sup> )
$W_h$	= perkiraan jumlah air untuk agregat halus	(kg/m <sup>3</sup> )
$W_k$	= perkiraan jumlah air untuk agregat kasar	(kg/m <sup>3</sup> )
$FAS$	= Faktor air semen per meter kubik beton.	
$BJ$ campuran	= berat jenis campuran	(gr)
$BJ_h$	= berat jenis agregat halus	(gr)
$BJ_k$	= berat jenis agregat kasar	(gr)
$Kh$	= persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran	= (%)
$Kk$	= persentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran	(%)
$W_{agr}$ campuran	= kebutuhan berat agregat campuran per meter kubik beton	(kg/m <sup>3</sup> )
$W_{beton}$	= berat beton per meter kubik beton	(kg/m <sup>3</sup> )
$W_{air}$	= berat air per meter kubik beton	(kg/m <sup>3</sup> )
$W_{semen}$	= berat semen per meter kubik	(kg/m <sup>3</sup> )

Wagr halus = kebutuhan berat agregat halus per meter kubik  
beton (kg/m<sup>3</sup>)

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

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Beton adalah material pada pembuatan suatu bangunan yang banyak dipakai. Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*admixture* atau *additive*). Beton merupakan campuran benda-benda keras seperti agregat kasar dan halus yang mengikat dan mengeras seperti batu dengan bantuan ikatan pasta dari semen dan air (Mulyono, 2004). Semen dan air menyatu dan akan berinteraksi secara kimiawi untuk mengikat partikel-partikel agregat tersebut menjadi suatu masa yang padat. Beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi sejumlah material pembentuknya. Maka dari itu perlu dibicarakan fungsi dari masing-masing komponen tersebut sebelum mempelajari beton secara keseluruhan. Dengan cara demikian seorang perencana dan seorang ahli bahan dapat mengembangkan pemilihan material yang layak untuk digunakan dan menentukan komposisinya sehingga diperoleh beton yang sesuai dengan yang diinginkan, memenuhi kekuatan yang disyaratkan oleh perencana dan memenuhi persyaratan *serviceability* (Nawy, 1985).

Seperti diketahui, beton adalah suatu bahan yang mempunyai kekuatan yang tinggi terhadap tekan, tetapi sebaliknya mempunyai kekuatan relatif sangat rendah terhadap tarik (Subiyanto, 1987). Karena kekurangan yang dimilikinya maka diperlukan pengetahuan yang cukup luas, seperti mengenai sifat bahan dasarnya, cara pembuatannya, cara evaluasi dan variasi bahan tambahannya agar dapat meningkatkan fungsi beton itu sendiri menjadi lebih baik. Pentingnya suatu konstruksi beton untuk memikirkan suatu kualitas beton yang baik dan memenuhi persyaratan. Banyak penelitian telah dilakukan untuk memperoleh suatu penemuan alternatif penggunaan konstruksi beton dalam berbagai bidang secara tepat dan efisien, sehingga akan diperoleh mutu beton yang lebih baik.

Agar dapat merancang kekuatannya dengan baik, artinya dapat memenuhi kriteria aspek ekonomi (rendah dalam biaya) dan memenuhi aspek teknik

(memenuhi kekuatan struktur), seorang perencana beton harus mampu merancang campuran beton yang memenuhi kriteria. Perancangan beton harus memenuhi kriteria perancangan standar yang berlaku. Peraturan dan tata cara perancangan tersebut antara lain adalah ASTM, ACI, JIS ataupun SNI. Perancangan sendiri dimaksudkan untuk mendapatkan beton yang baik harus memenuhi dua kinerja utamanya, yaitu kuat tekan yang tinggi (minimal sesuai dengan rencana) dan mudah dikerjakan (*workability*). Selain hal tersebut, beton yang dirancang harus memenuhi kriteria antara lain, tahan lama atau awet (*durability*), murah (*aspect economic cost*) dan tahan aus (Saputro, 2010).

Sumber daya alam di Indonesia sangatlah berlimpah, tapi juga tidak bisa kita katakan tidak terbatas. Pemanfaatan sumber daya alam haruslah dilakukan sebaik mungkin sehingga mencapai daya guna yang sebesar-besarnya. Serat alam (*natural fibre*) adalah jenis-jenis serat sebagai bahan baku industri tekstil atau lainnya, yang diperoleh langsung dari alam. Berdasarkan asal usulnya, serat alam dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kelompok, yaitu berasal dari binatang (*animal fibre*), bahan tambang (*mineral fibre*) dan tumbuhan (*vegetable fibre*) (Kirby, 1963). Serat daun nanas adalah salah satu jenis serat yang berasal dari tumbuhan (*vegetable fibre*) yang diperoleh dari daun-daun tanaman nanas. Tanaman nanas mempunyai nama ilmiah *Ananas comosus* dan termasuk dalam famili *bromeliaceae*. Bentuk daun nanas seperti pedang berwarna hijau gelap dan berduri di setiap tepi daunnya. Serat daun nanas didapat dari bagian dalam daunnya.

Dalam penelitian ini, serat daun nanas dipakai sebagai bahan campuran pembuatan beton karena tujuannya ialah untuk menaikkan nilai kuat tarik beton dari kuat tarik beton normal atau tanpa daun serat nanas. Serat daun nanas dipilih karena mudah diperoleh, dapat menambah pendapatan para petani nanas dan menghindari pencemaran lingkungan akibat daun nanas yang membusuk secara berlebihan. Pemilihan serat daun nanas juga dilakukan karena memiliki tekstur yang halus, secara visual memiliki kuat tarik yang besar dan berkuakitas tinggi, dilihat dari banyaknya pengrajin yang memanfaatkannya sebagai barang jadi seperti kuas, tali, anyaman, tas, dompet sampai baju. Selain itu serat daun nanas

mengandung selulosa 71,5 %. Dalam ilmu kimia, selulosa mempunyai struktur yang kuat dan tidak larut dalam air.

Menurut Hidayat (2008) pengambilan serat daun nanas pada umumnya dilakukan pada usia tanaman berkisar antara 1 sampai 1,5 tahun. Untuk mendapatkan serat yang kuat, halus dan lembut perlu dilakukan pemilihan pada daun-daun nanas yang cukup dewasa yang pertumbuhannya sebagian terlindung dari matahari. Penulis mengharapkan agar daun serat nanas tersebar merata pada campuran beton agar serat tidak menggumpal dan mempengaruhi kualitas beton. Dalam hal ini diharapkan serat daun nanas dapat menjadi suatu inovasi dalam pembuatan beton yang memiliki kuat tekan dan tarik yang diinginkan.

Pada dasarnya metode penelitian merupakan cara ilmiah guna mendapatkan data dengan tujuan tertentu. Kegiatan penelitian yang akan dilakukan berdasarkan ciri-ciri keilmuan, antara lain rasional, empiris, dan sistematis. Dalam tugas akhir ini, metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Penelitian eksperimen ini adalah metode penelitian yang digunakan untuk mendapatkan nilai atau informasi pengaruh, dampak dan perlakuan tertentu terhadap sesuatu dalam kondisi yang terkendali.

Metode eksperimen dalam penelitian ini dimaksudkan untuk mendapatkan kuat tarik belah dari beton yang telah ditambahkan serat dari daun nanas. Sebagai pembanding dibuat pula beton dengan campuran normal, sehingga dapat ditarik kesimpulan mengenai pengaruh penambahan serat daun nanas pada beton serat yang ditinjau dari kuat tarik belahnya.

Benda uji berupa beton kubus dengan ukuran  $15\text{ cm} \times 15\text{ cm} \times 15\text{ cm}$  untuk pengujian kuat tekan dengan variasi kadar serat 0 %, 0,04 %, 0,09 % dan 0,15 % dari berat semen. Benda uji masing-masing berjumlah 3 buah per variasi penambahan serat. Pengujian dilakukan setelah umur beton 28 hari, dengan menggunakan mesin uji kuat tekan. Maka total benda uji untuk kuat tekan beton berjumlah 12 buah.

Benda uji berupa beton silinder dengan ukuran  $15\text{ cm} \times 30\text{ cm}$  untuk pengujian kuat tarik belah dengan variasi kadar serat 0 %, 0,04 %, 0,09 % dan 0,15 % dari berat semen. Benda uji masing-masing berjumlah 3 buah per variasi penambahan serat. Tiga buah benda uji untuk 1 sampel umur beton. Pengujian

dilakukan setelah umur beton 7 hari, 14 hari dan 28 hari, dengan menggunakan mesin uji kuat tarik belah. Maka total benda uji untuk kuat tarik beton berjumlah 36 buah.

## **1.2. Rumusan Masalah**

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

1. Bagaimana pengaruh variasi campuran serat daun nanas pada kekuatan tekan beton.
2. Bagaimana pengaruh variasi campuran serat daun nanas pada kekuatan tarik beton.
3. Bagaimana perbandingan kuat tarik pada beton yang memiliki campuran serat daun nanas dengan beton tanpa memiliki campuran serat daun nanas.

## **1.3. Batasan masalah**

Agar pembahasan masalah tidak menyimpang dari pokok permasalahan maka perlu diadakan pembatasan-pembatasan masalah, yaitu sebagai berikut :

1. Bahan tambah yang digunakan pada campuran beton ini adalah serat daun nanas yang berasal dari tumbuhan nanas jenis nanas Kampung dan nanas Bogor. Tumbuhan ini didapat dari kecamatan Namo Rambe.
2. Proporsi serat daun nanas yang digunakan sebagai bahan tambah pada campuran beton sebesar 0 %, 0,04 %, 0,09 % dan 0,15 % dari berat semen. Panjang serat yang digunakan yaitu 1,5 cm.
3. Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan test kuat tarik beton. Pengujian kuat tarik pada umur 7, 14 dan 28 hari. Metode pengujian kuat tarik berdasarkan SNI 2491:2014 yaitu metode uji kekuatan tarik belah specimen beton silinder
4. Benda uji berbentuk kubus dengan ukuran  $15 \times 15 \times 15$  cm dengan test kuat tekan beton. Pengujian kuat tekan pada umur 28 hari. Metode pengujian kuat

tekan berdasarkan SNI 03-1974-1990 yaitu metode pengujian kuat tekan beton.

5. Metode pencampuran beton berdasarkan SNI 03-2834-2002.
6. Tipe semen yang digunakan pada campuran beton adalah semen tipe I. Agregat kasar dan halus yang digunakan pada campuran beton berasal dari Binjai.

#### **1.4. Tujuan Penelitian**

Sesuai dengan rumusan masalah diatas maka tujuan penelitian yaitu :

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi campuran serat daun nanas pada kekuatan tekan beton.
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi campuran serat daun nanas pada kekuatan tarik beton.
3. Untuk mengetahui dan memahami perbandingan kuat tarik pada beton yang memiliki campuran serat daun nanas dengan beton normal.

#### **1.5. Manfaat penelitian**

Manfaat yang diharapkan oleh peneliti yaitu :

1. Untuk mengetahui sifat dan karakter beton yang memiliki serat daun nanas.
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi campuran serat daun nanas pada kekuatan tarik pada beton.
3. Memberikan informasi tentang perbandingan kuat tarik pada beton yang memiliki campuran serat daun nanas dengan beton tanpa memiliki serat daun nanas.
4. Memanfaatkan limbah agraria untuk meningkatkan mutu beton.
5. Memberikan kontribusi bagi ilmu pengetahuan, akademik dan konstruksi.
6. Diharapkan dapat menggantikan beton berserat yang lebih murah/ekonomis.

## **1.6. Sistematika penulisan**

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

### **1. BAB 1 PENDAHULUAN**

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

### **2. BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Membahas hal-hal berupa tinjauan pustaka atau landasan teori yang digunakan untuk memberikan penjelasan mengenai studi penelitian yang berhubungan dengan judul skripsi dan metode-metode perhitungan yang digunakan.

### **3. BAB 3 METODOLOGI**

Membahas dan menerangkan alur penelitian atau langkah-langkah pemecahan masalah, meliputi persiapan pengumpulan data dan teknik pengumpulan data.

### **4. BAB 4 ANALISA/PEMBAHASAN**

Membahas tentang penyajian data, proses tata cara perhitungan serta pembahasan hasil penelitian.

### **5. BAB 5 KESIMPULAN**

Memberikan kesimpulan dari analisa atau pembahasan yang dapat diambil setelah pembahasan seluruh masalah.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Pengertian Umum Beton**

Beton merupakan adukan yang benar-benar rata dari beberapa benda seperti batu pecah, pasir, semen, air dan bahan pencampur lainnya jika diperlukan yang kemudian mengeras menjadi benda padat. Benda padat ini adalah hasil dari proses interaksi mekanis dan kimiawi dari campuran beton (Edward, 1990). Proses interaksi kimiawi ini terjadi pada campuran semen dan air yang menyatu, keras dan mengikat menjadi massa yang padat. Kadang beton ditambahkan dengan bahan kimia pembantu (*admixture*) untuk mengubah sifat-sifatnya ketika masih berupa beton segar (*fresh concrete*) atau beton keras.

Menurut SNI 03-2834-2002, beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat. Menurut penulis buku PT. Wijaya Karya pada tahun 2005, beton adalah material komposit yang terdiri dari medium pengikat (pada umumnya campuran semen hidrolis dan air), agregat halus (pada umumnya pasir) dan agregat kasar (pada umumnya kerikil) dengan atau tanpa bahan tambahan/campuran/*additives*.

Beton memiliki kuat tekan yang tinggi. Karakteristik ini sangat tepat jika beton untuk daerah bangunan yang mengalami kuat tekan besar. Berbeda dengan baja, baja cenderung kuat terhadap gaya tarik namun lemah jika mengalami gaya tekan. Beton juga tahan terhadap api, berbeda dengan kayu yang tidak tahan terhadap api. Kayu hanya mampu menahan api (jika terjadi kecelakaan) tidak lebih dari 1 jam sedangkan beton mampu menahan api minimal 4 jam sejak api itu mengenai beton. Dengan pemeliharaan yang rendah, beton menjadi solusi bagi pemilik proyek yang hanya mempunyai sedikit uang untuk pemeliharaan. Tidak seperti baja dan kayu yang membutuhkan biaya pemeliharaan yang besar (Primartagraha, 2008).

Menurut Paul Nugraha dan Antoni (2007), beton mempunyai banyak keunggulan dibanding materi struktur yang lain. Secara lebih rinci memiliki sifatnya sebagai berikut:

1. Ketersediaan (*availability*) material dasar.
  - a. Agregat dan air pada umumnya bisa didapat dari lokasi setempat. Semen pada umumnya juga dapat dibuat di daerah setempat, bila tersedia. Dengan demikian, biaya pembuatan relatif lebih murah karena semua bahan bisa didapatkan di dalam negeri, bahkan bisa setempat. Bahkan termahal adalah semen, yang bisa diproduksi di dalam negeri.
  - b. Tidak demikian halnya dengan struktur baja, karena harus dibuat di pabrik, apalagi kalau masih harus impor. Pengangkutan menjadi masalah tersendiri bila proyek berada ditempat yang sulit untuk dijangkau, sementara beton akan lebih mudah karena masing-masing material bisa diangkut sendiri.
  - c. Ada masalah lain dengan struktur kayu. Meski problemnya tidak seberat struktur baja, namun penggunaannya secara massal akan menyebabkan masalah lingkungan, sebagai salah satu penyebab utama kerusakan hutan.
2. Kemudahan untuk digunakan (*versatility*).
  - a. Pengangkutan bahan mudah, karena masing-masing bisa diangkut secara terpisah.
  - b. Beton bisa dipakai untuk berbagai struktur, seperti bendungan, pondasi, jalan, landasan bandar udara, pipa, perlindungan dari radiasi, insulator panas. Beton ringan bisa dipakai untuk blok dan panel. Beton arsitektural bisa untuk keperluan dekoratif.
  - c. Beton bertulang bisa dipakai untuk berbagai struktur yang lebih berat, seperti jembatan, gedung, tendon air, bangunan maritim, instalasi militer dengan beban kejut besar, landasan pacu pesawat terbang, kapal dan sebagainya.
3. Kemampuan beradaptasi (*adaptability*).
  - a. Beton bersifat *monolit* sehingga tidak memerlukan sambungan seperti baja.
  - b. Beton dapat dicetak dengan bentuk dan ukuran berapapun, misalnya pada struktur cangkang (*shell*) maupun bentuk-bentuk khusus 3 dimensi.

- c. Beton dapat diproduksi dengan berbagai cara yang disesuaikan dengan situasi sekitar. Dari cara sederhana yang tidak memerlukan ahli khusus (kecuali beberapa pengawas yang sudah mempelajari teknologi beton), sampai alat modern di pabrik yang serba otomatis dan terkomputerisasi. Metode produksi modern memungkinkan industri beton yang profesional.
  - d. Konsumsi energi minimal per kapasitas jauh lebih rendah dari baja, bahkan lebih rendah dari proses pembuatan batu bata.
4. Kebutuhan pemeliharaan yang minimal.

Secara umum ketahanan (*durability*) beton cukup tinggi, lebih tahan karat sehingga tidak perlu dicat seperti struktur baja dan lebih tahan terhadap bahaya kebakaran.

Menurut Paul Nugraha dan Antoni (2007), di samping segala keunggulan, beton sebagai struktur juga mempunyai beberapa kelemahan yang perlu dipertimbangkan, diantaranya :

- a. Berat sendiri beton yang besar, sekitar  $2400 \text{ kg/m}^3$
- b. Kekuatan tariknya rendah, meskipun kekuatan tekannya besar.
- c. Beton cenderung untuk retak, karena semennya hidraulis. Baja tulangan bisa berkarat, meskipun tidak ter-*ekspose* separuh struktur baja.
- d. Kualitasnya sangat tergantung cara pelaksanaannya di lapangan. Beton yang baik maupun yang buruk dapat terbentuk dari rumus dan campuran yang sama.
- e. Struktur beton sulit untuk dipindahkan. Pemakaian kembali atau daur ulang sulit dan tidak ekonomis. Dalam hal ini struktur baja lebih unggul, misalnya tinggal melepas sambungannya saja.

Menurut buku PT. Wijaya Karya pada tahun 2005, ada 4 jenis-jenis beton, diantaranya:

1. Beton ringan.

Berat jenisnya  $<1900 \text{ kg/m}^3$ , dipakai untuk elemen non-struktural. Dibuat dengan cara membuat gelembung udara dalam adukan semen, menggunakan agregat ringan (tanah liat bakar/batu apung) atau pembuatan beton non-pasir

2. Beton normal.

Berat jenisnya 2200-2500 kg/m<sup>3</sup>, dipakai hampir pada semua bagian struktural bangunan.

3. Beton berat.

Berat jenisnya >2500 kg/m<sup>3</sup>, dipakai untuk struktur tertentu, misalnya seperti struktur yang harus tahan terhadap radiasi atom.

4. Beton jenis lain

Beton jenis lain ini diantaranya seperti beton massa (*mass concrete*), beton ferosemen (*ferrocement*), beton serat (*fibre concrete*), beton siklop, beton hampa, beton *ekspose*.

## 2.2. Material Penyusun Beton

Umumnya beton terbentuk dari tiga bahan penyusun utama yaitu semen, agregat dan air. Beberapa dari pembuatan beton dilakukan pencampuran bahan tambahan dikarenakan untuk mendapatkan dan mengubah sifat-sifat tertentu dari beton. Berikut dijelaskan mengenai bahan penyusun utama dari beton.

### 2.2.1. Semen

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

Tukang batu Joseph Aspdin dari Inggris adalah pembuat semen Portland yang pertama pada awal abad ke-19, dengan membakar batu kapur yang dihaluskan dan tanah liat di dalam tungku dapur rumahnya.

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

Tabel 2.1: Pembagian semen menurut pengerjaannya (PT. Wijaya Karya, 2005).

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

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

Tabel 2.2: Komposisi tipe standar semen portland (PT. Wijaya Karya, 2005).

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

*C3S (alite)* dan *C2S (balite)* adalah senyawa yang memiliki sifat perekat. *C3A* adalah senyawa yang paling reaktif. *C4AF* dan lainnya (*darinoksida alumina* dan besi) berfungsi sebagai katalisator (*fluxing agents*) yang menurunkan temperatur pembakaran dalam kiln untuk pembentukan kalsium silikat. Proses pembakaran di dalam kiln disebut klinkering. Kiln berbentuk silinder baja dilapisi

bata tahan api (*refractory brick*) yang sedikit dimiringkan, diputar pada 60-200 putaran perjam.

Semen disimpan harus ditempat yang benar-benar kering. Udara yang lembab dapat juga menyebabkan semen menjadi kaku seperti halnya semen yang bercampur dengan air. Jika semen di simpan di tempat yang benar-benar kedap udara atau terhindar dari udara yang lembab maka semen dapat bertahan untuk waktu yang lama.

### 2.2.2. Agregat

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

Tabel 2.3: Pengaruh sifat agregat pada sifat beton (Paul Nugraha dan Antoni, 2007)

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

Gradasi adalah pembagian ukuran butir-butir agregat. Pembagian ini dilakukan dengan cara menyusun ayakan dari ayakan paling besar di bagian paling atas kemudian berurutan ke yang terkecil. Agregat yang akan di ayak diletakkan di bagian teratas ayakan. Setelah diletakkan, kemudian melakukan getaran pada agregat. Berat agregat yang tertahan pada setiap ayakan dicatat dan dihitung persentasenya. Persentase kumulatif tertahan dan persentase kumulatif lolos kemudian dihitung.

Tujuan penggunaan agregat pada campuran beton umumnya adalah sebagai sumber kekuatan dari beton, menghemat semen, memperkecil tingkat penyusutan beton, mencapai kepadatan beton yang maksimal dan memperoleh *workability* yang baik. Dari sisi ekonomi, agregat lebih murah harganya, oleh karena itu disarankan untuk menggunakan agregat ini sebanyak mungkin agar beton yang

dihasilkan ekonomis. Disamping itu pemakaian banyak agregat juga dapat mengurangi penyusutan akibat mengerasnya (mengeringnya) beton dan dapat juga mengurangi ekspansi akibat panas. Pembagian agregat dibagi menjadi dua macam, yaitu agregat halus dan agregat kasar.

#### 1. Agregat Halus

Menurut SNI 03-2834-2002, agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil desintegrasi secara alami dari batu atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm. Agregat dapat diambil dari batuan alam ukuran kecil ataupun batu alam besar yang dipecah. Pasir alam ini umumnya didapatkan dari sungai. Kegunaan agregat halus adalah untuk mengisi ruangan antara butir agregat kasar dan memberikan kelecakan. Terlalu sedikit pasir dapat menghasilkan beton yang keropos, karena kelebihan agregat kasar. Terlalu banyak pasir yang dipakai juga akan dapat menghasilkan beton dengan kepadatan rendah dan kebutuhan air yang tinggi.

Pasir alam seringkali basah dan perlu di bersihkan. Proses pemilahan pasir campuran dilakukan dengan membuang ukuran besar yang berjumlah banyak atau memecahkan pasir berukuran besar. Pada saat dipisahkan, pasir juga dicuci dengan genangan air.

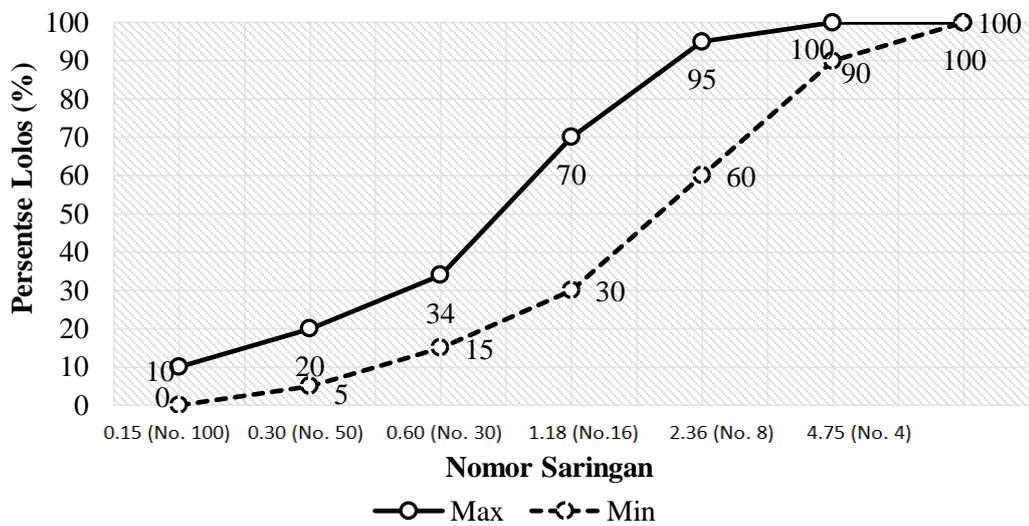
Adapun tujuan penggunaan agregat halus didalam adukan beton, yaitu :

1. Menghemat penggunaan semen.
2. Menambah kekuatan beton.
3. Mengurangi penyusutan dalam pengerasan beton.
4. Ukuran yang sesuai.

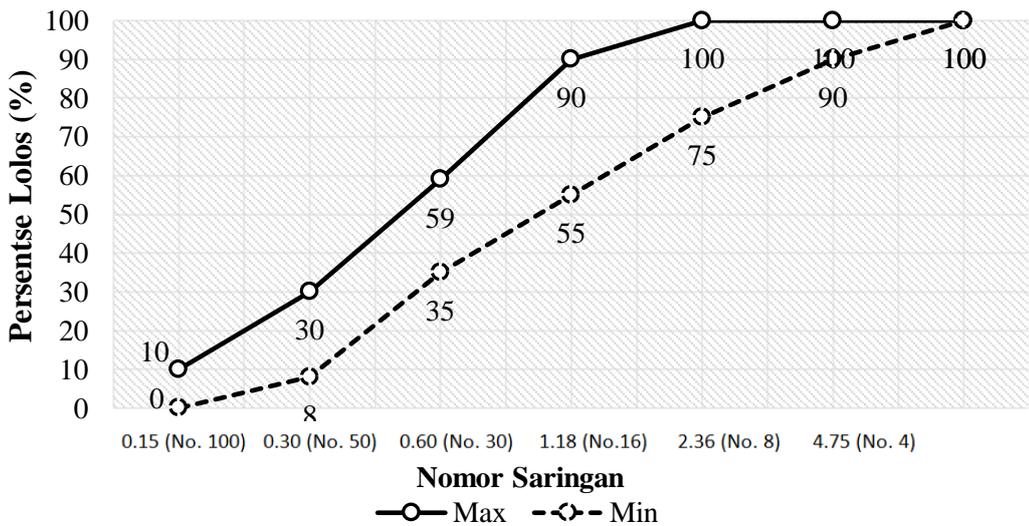
Dalam SNI 03-2834-2002 telah mengelompokkan agregat halus dalam 4 zona (daerah) seperti pada Tabel 2.4 dan dijelaskan pada Gambar 2.1, Gambar 2.2, Gambar 2.3 dan Gambar 2.4.

Tabel 2.4: Batas Gradasi Agregat Halus (SNI 03-2834-2000).

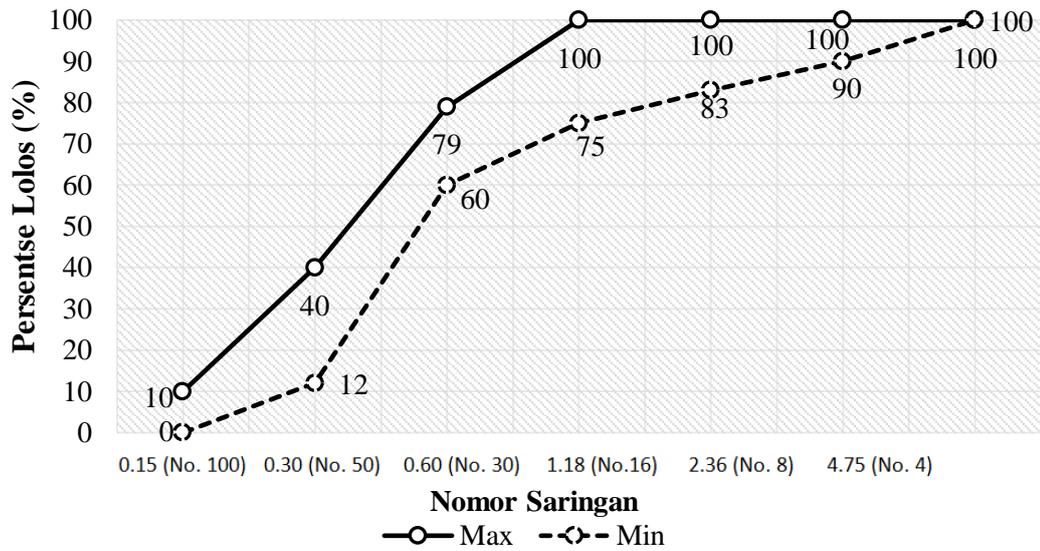
Lubang Ayakan (mm)	Persentase Berat Butir yang Lolos Ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,8	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
2,4	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
1,2	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100
0,6	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
0,3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
0,15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15



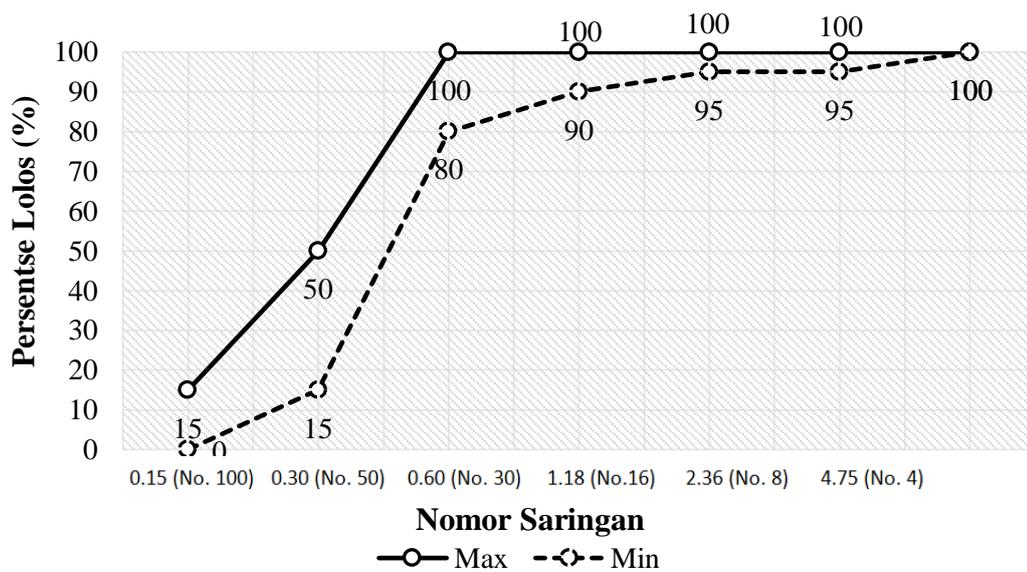
Gambar 2.1: Batas gradasi pasir (kasar) No. 1.



Gambar 2.2: Batas gradasi pasir (sedang) No. 2.



Gambar 2.3: Batas gradasi pasir (agak halus) No. 3.



Gambar 2.4: Batas gradasi pasir dalam daerah No. 4.

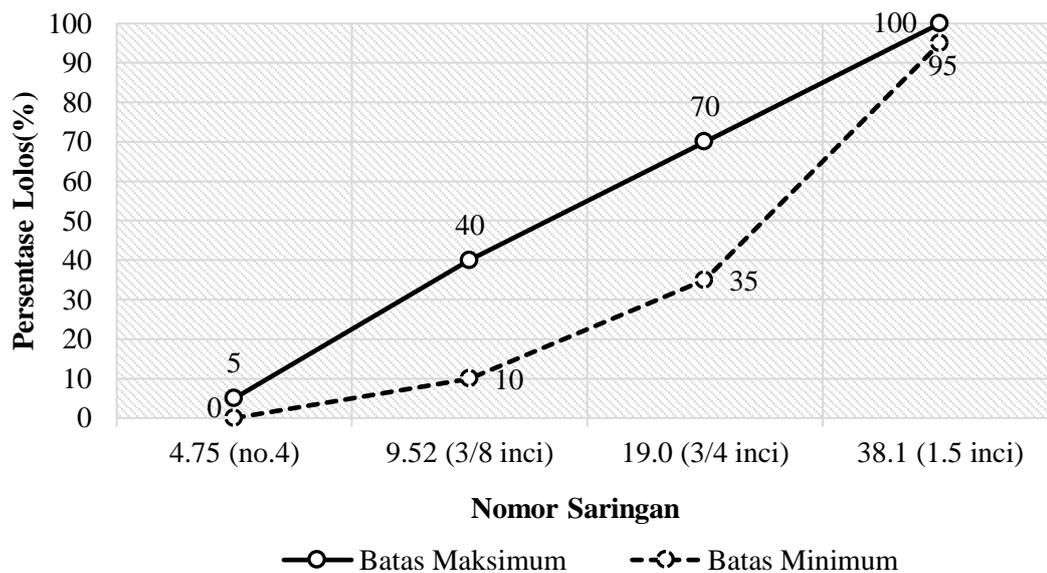
## 2. Agregat kasar

Menurut SNI 03-2834-2000, agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil desintegrasi alami dari batu atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 5 mm-40 mm. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butiran yang keras, permukaan yang kasar, dan kekal. Kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 70 mikron (0,074 mm) maksimum

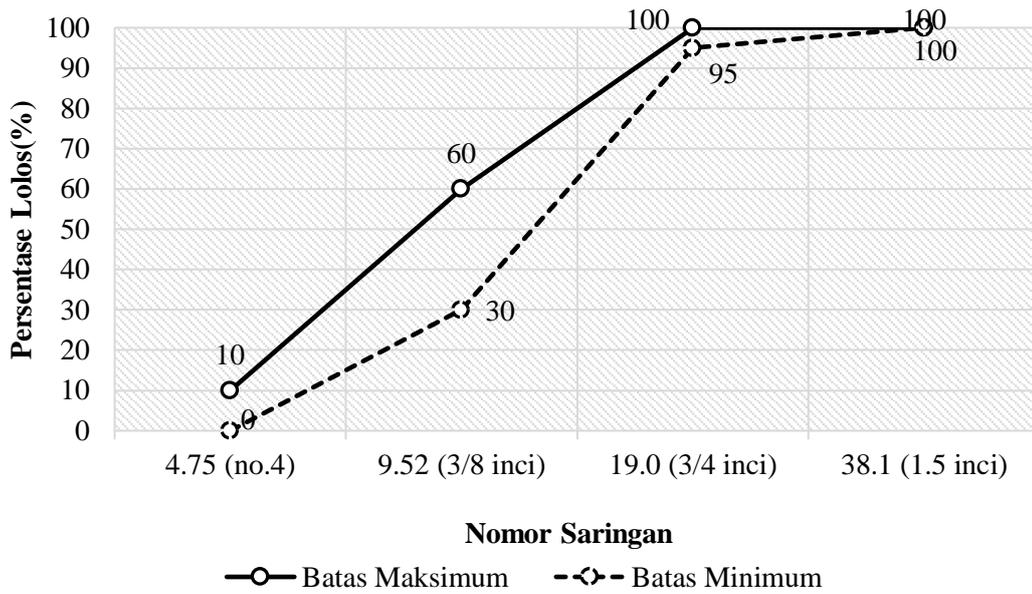
1 % (Mulyono, 2005). Beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam pemilihan agregat untuk campuran beton antara lain: bentuk agregat, tekstur permukaan butir, berat jenis, berat satuan dan kepadatan, gradasi, kadar air, dan kekuatan agregat.

Tabel 2.5: Persyaratan batas-batas susunan besar butir agregat kasar (SNI 03-2834-2000).

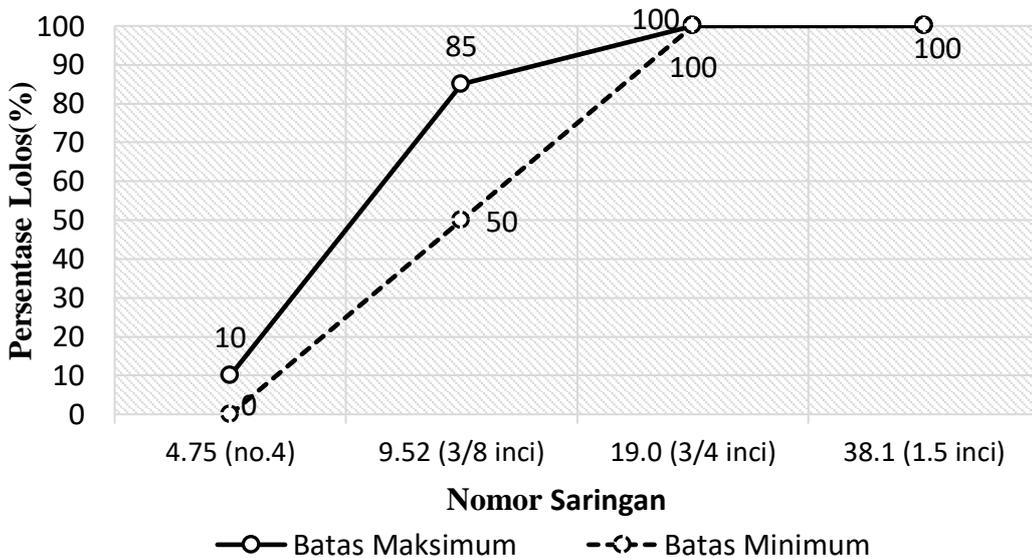
Ukuran mata ayakan (mm)	Persentase berat bagian yang lewat ayakan		
	Ukuran nominal agregat (mm)		
	38-4,76	19,0-4,76	9,6-4,76
38,1	95-100	100	
19,0	37-70	95-100	100
9,52	10-40	30-60	50-85
4,76	0-5	0-10	0-10



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



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



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

### 2.2.3. Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan (*workability*) dalam pekerjaan beton. Pasta terbentuk dari campuran semen dan air. Tujuan utama penggunaan air adalah agar terjadi reaksi hidrasi pada semen. Air yang digunakan adalah air tawar

yang dapat diminum, yang telah diolah di perusahaan air minum maupun tanpa diolah, tidak berbau, tidak berasa, tidak mengandung minyak dan tidak berwarna. Air yang mengandung kotoran yang cukup banyak akan mengganggu proses pengerasan atau ketahanan beton, gangguan pada hidrasi dan pengikatan.

Jumlah air optimum adalah jumlah air pada satu rancangan campuran beton yang menghasilkan tingkat kemudahan pengecoran yang sesuai dengan tuntutan (dinyatakan dengan *slump*). Berikut pengaruh jumlah air terhadap sifat campuran beton (PT. Wijaya Karya, 2005):

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

#### **2.2.4. Bahan Tambah (*Additive*)**

Jenis bahan tambah (*additive*) yang ditambahkan dalam campuran beton dimaksudkan untuk meningkatkan kinerja beton yang telah mengeras. Penambahan ini diharapkan untuk menambah peningkatan kinerja beton yang meliputi peningkatan pada nilai modulus elastisitas, kuat tekan, kuat tarik maupun kuat lenturnya.

##### **2.2.4.1. Serat Daun Nanas**

Serat daun nanas merupakan benda halus seperti benang-benang panjang berwarna putih kekuningan yang terdapat pada lapisan tengah daun nanas. Serat

daun nanas (*pineapple leaf-fibres*) adalah salah satu jenis serat yang berasal dari tumbuhan (*vegetables fibre*) yang diperoleh dari daun-daun tanaman nanas. Bentuk daun nanas seperti pedang berwarna hijau gelap dan berduri di setiap tepi daunnya. Daun ini mempunyai panjang kurang lebih 55 cm tergantung dari spesies tanaman nanas.

Di Indonesia tanaman nanas mudah di jumpai. Tanaman ini sudah dibudidayakan terutama di pulau Sumatera dan Jawa. Tanaman nanas akan di cabut atau dibongkar setelah dua atau tiga kali masa panen. Jarak masa panen nanas sekitar dua hingga tiga bulan saja. Maka dari itu limbah daun nanas akan cepat menumpuk dan cukup berpotensi untuk dimanfaatkan. Serat daun nanas ini sudah banyak dimanfaatkan karena secara visual memiliki nilai kuat tarik yang tinggi, tekstur yang halus, mudah di dapat, mudah dalam proses pengolahan pengambilan seratnya, tidak beracun tetapi beberapa jenis daun nanas memiliki duri di sisi daunnya.

Serat daun nanas ini telah dioalah pengrajin yang memanfaatkannya sebagai barang jadi seperti kuas, tali, anyaman, tas, dompet sampai baju. Untuk mendapatkan serat yang kuat, halus dan lembut perlu dilakukan pemilihan pada daun-daun nanas yang cukup dewasa yang pertumbuhannya terlindung dari matahari, proses penyerutan yang benar dan perawatan serat nanas agar tidak membusuk.

Terdapat lebih dari 50 varietas tanaman nanas yang telah dibudidayakan di Indonesia. Pada Tabel 2.6. memperlihatkan beberapa jenis varietas tanaman nanas serta sifat fisik pada serat yang dimiliki masing-masing varietas daun nanas.

Semua serat yang berasal dari tumbuhan mempunyai kandungan zat kimia didalamnya. Begitu juga pada serat yang dihasilkan dari daun nanas. Komposisi kandungan zat-zat kimia didalamnya pada umumnya bervariasi tergantung dari jenis tanaman nanas. Pada Tabel 2.7 memperlihatkan zat kimia yang terkandung didalam serat nanas.

Tabel 2.6: *Physical characteristics* serat daun nanas (Hidayat, 2008).

Varietas nanas	Physical karakteristik		
	Length (cm)	Width (cm)	Thickness (cm)
Assam local	75	4,7	0,21
Cayenalisa	55	4,0	0,21
Kallara local	56	3,3	0,22
Kew	73	5,2	0,25
Mauritius	55	5,3	0,18
Pulimath local	68	3,4	0,27
Smooth cayenne	58	4,7	0,21
Valera moranda	65	3,9	0,23

Tabel 2.7: Zat kimia yang terkandung pada serat nanas (Hidayat, 2008).

Komposisi kimia	Serat nanas (%)	Serat kapas (%)	Serat rami (%)
Alpha selulosa	69,5 - 71,5	94	72 - 92
Pentosan	17,0 - 17,8	-	-
Lignin	4,4 - 4,7	-	0 - 1
Pectin	1,0 - 1,2	0,9	3 - 27
Lemak dan wax	3,0 - 3,3	0,6	0,2
Abu	0,71 - 0,87	1,2	2,87
Zat-zat lain (protein, asam organic dan lain-lain)	4,5 - 5,3	1,3	6,2

### 2.3. Perencanaan Pembuatan Campuran Beton Normal

Perencanaan pembuatan campuran beton normal ini dilakukan sesuai dengan ketentuan SNI 03-2834-2002.

### 2.4. *Slump Test*

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

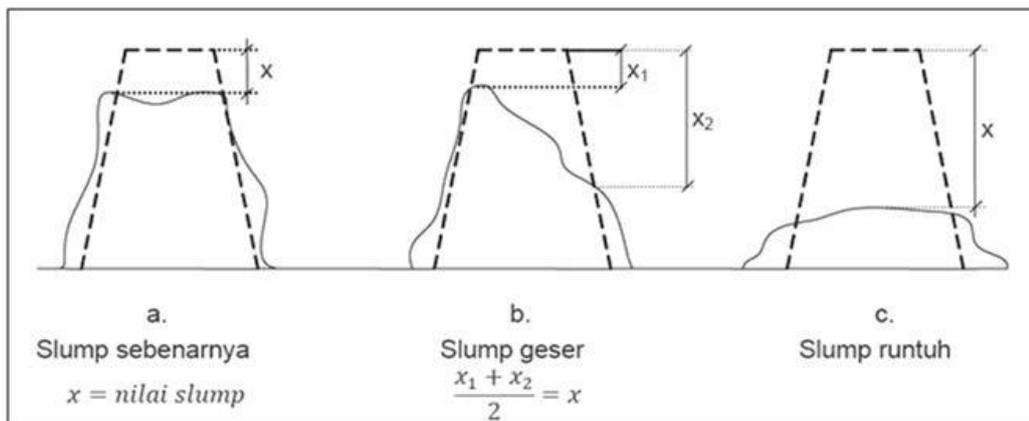
*Slump test* adalah pengujian paling sering digunakan karena memiliki cara yang paling sederhana. Karenanya kelecakan beton segar sering diidentikkan dengan nilai *slump*-nya dalam satuan sentimeter (cm). Pengambilan nilai *slump* ini dilakukan pada masing-masing campuran beton standar maupun beton yang

menggunakan bahan tambah *admixture* atau bahan tambah *additive*. *Admixture* adalah bahan tambah kimiawi yang dapat mengubah sifat beton secara kimia. Sedangkan *additive* adalah bahan tambah yang hanya berfungsi sebagai *filler* dan tidak mengubah sifat secara kimiawi.

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

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

1. *Slump* ideal, terjadi apabila kerucut beton mengalami penurunan yang seimbang di setiap sisinya.
  2. *Slump* geser, terjadi apabila sebagian kerucut beton meluncur ke bawah di sepanjang bidang miring. Apabila bentuk ini ditemui, maka pengujian *slump* harus diulang, dan jika bentuk penurunan ini tetap terjadi, maka kohesifitas campuran beton kurang baik.
  3. *Slump* runtuh, dapat terjadi pada campuran beton normal yang kurang kohesif.
- Ketiga jenis bentuk penurunan (*slump*) beton segar dapat dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8: Bentuk-bentuk *slump* (1) ideal, (2) geser, (3) runtuh.

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

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

## **2.5. Perawatan Beton**

Jika pengerjaan dalam pembuatan beton dilakukan secara benar, maka akan dihasilkan beton dengan kualitas baik. Tetapi perlu dilakukan perawatan terhadap beton yang telah mengeras. Dalam pembuatan beton telah dilakukan perhitungan banyaknya komposisi bahan-bahan pembuatan campuran beton. Jumlah air dalam campuran beton juga telah diperhitungkan agar air dan semen bisa bereaksi hidrasi secara sempurna. Namun sebagian air hilang karena terjadi proses penguapan yang dapat mengganggu proses hidrasi selanjutnya. Diperlukan perawatan pada beton berumur muda karena hidrasi relatif cepat pada hari-hari pertama. Kehilangan air dapat menyebabkan beton menjadi menyusut, kemudian terjadi tegangan tarik pada beton yang mengering dan dapat menyebabkan beton retak.

Menurut Paul Nugraha dan Antoni (2007), ada 3 jenis metode perawatan, diantaranya yaitu:

1. Cara terus memberi air.

Cara ini dilakukan dengan menggenangi, membuat empang, menyemprot atau penutup yang basah. Hal ini dilakukan untuk menghindari adanya kecepatan hidrasi yang akan menyebabkan keretakan pada beton umur muda.

2. Cara mencegah hilangnya air dari permukaan.

Cara ini dilakukan dengan memberi lapisan tipis dari kertas tak tembus air seperti kertas aspal atau plastik. Hal ini merupakan suatu perlindungan agar air di dalam tidak menguap keluar. Cara ini dilakukan pada beton yang sudah cukup keras.

3. Cara mempercepat dicapainya kekuatan dengan memberi panas dan kelengsaan.

Cara ini dilakukan dengan uap air, *coil* pemanas atau bekisting yang dipanaskan secara elektris. Bila temperature dinaikkan maka hidrasi akan berlangsung lebih cepat sehingga didapat kekuatan awal yang tinggi. Sepintas kelihatannya kontroversional, mengingat telah dikemukakan bahayanya pengecoran dalam keadaan panas. Karena itu perlu diingat bahwa panas kita berikan dengan uap air sehingga beton tetap dalam keadaan jenuh air.

## **2.6. Pengujian Beton Keras**

Menurut Paul Nugraha dan Antoni (2007), ada berbagai alasan untuk melakukan pengujian beton keras, diantaranya sebagai berikut:

1. Pada tingkat dasar untuk mengamati hukum fisik tentang sifat beton. Mencari hubungan antara sifat fisik dan mekanik dari material beton dan sifat elastis dari kekuatan beton keras.
2. Menentukan sifat mekanis dari beton jenis tertentu untuk penerapan khusus. Uji ini dilakukan dengan simulasi kondisi yang akan dialami oleh beton tersebut.
3. Bila hukum fisik telah diketahui, perlu dilakukan evaluasi atas konstanta fisik, misalnya modulus elastisitas.
4. Yang paling umum, informasi rutin atas kualitas beton, dinamakan pengujian kontrol kualitas. Kecepatan dan kemudahan pengujian dapat lebih penting daripada akurasi yang sangat tinggi.

### **2.6.1. Pengujian Kuat Tekan**

Pengujian kuat tekan merupakan pengujian terhadap ketahanan penampang beton untuk menerima beban atau gaya tekan persatuan luas sampai terjadinya kehancuran. Dari hasil pengujian kuat tekan pada beton ini dapat diketahui kriteria

untuk menentukan mutu beton dan dapat diperkirakan kekuatan yang lain seperti kuat lentur dan tarik beton.

Kuat tekan beton yang ditargetkan ( $f'_{cr}$ ) merupakan kuat tekan rata-rata yang diharapkan dapat dicapai yang lebih besar dari kuat tekan beton yang disyaratkan. Kuat tekan beton yang disyaratkan ( $f'_c$ ) merupakan kuat tekan yang ditetapkan oleh perencana struktur (SNI 03-2834-2002).

Nilai kuat tekan beton didapat dari pengujian benda uji kubus berukuran 150 mm setiap sisinya yang diberi tekanan ( $P$ ) sampai benda uji dalam keadaan runtuh dengan cara pengujian standar dengan mesin uji. Untuk pengujian kuat tekan tersebut terhadap benda uji digunakan alat *Universal Testing Machine*. Untuk mengetahui besar kuat tekan yang dihasilkan dari benda uji tersebut dilakukan dengan Pers. 2.1.

$$f'_c = \frac{P}{A} \quad (2.1)$$

Dengan :

$f'_c$  = Kuat tekan beton pada umur 28 hari yang didapat dari benda uji ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ).

$P$  = Beban maksimum (kg).

$A$  = Luas penampang benda uji ( $\text{cm}^2$ ).

Menurut ASTM C-39 (1993), pengujian kuat tekan beton memiliki toleransi waktu yang telah diatur sedemikian rupa sehingga diharapkan tidak melebihi atau lebih awal waktu yang telah ditentukan pada saat melakukan pengujian, sesuai dengan Tabel 2.8.

Tabel 2.8: Toleransi waktu agar pengujian kuat tekan tidak keluar dari batasan waktu yang telah ditoleransikan (ASTM C-39,1993).

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

Pengujian kuat tekan umumnya pada saat umur beton berada pada 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari. Pengujian kuat tekan dengan umur beton dapat dicari dengan cara membagi hasil kuat tekan pada umur tertentu dibagi dengan koefisien kuat tekan sesuai umur beton saat diuji. Rumus yang digunakan dapat dilihat pada Pers. 2.2.

$$f(\text{estimasi 28 hari}) = \frac{f(\text{saat pengujian})}{\text{koefisien umur beton}} \quad (2.2)$$

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

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

### 2.6.2. Pengujian Kuat Tarik

Uji kuat tarik dilakukan dengan memberikan tegangan tarik pada beton secara tidak langsung. Benda uji silinder direbahkan kemudian ditekan sehingga terjadi tegangan tarik pada beton. Nilai kuat tarik beton didapat dari pengujian benda uji silinder berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm yang diberi tekanan (P) dari sisi samping benda uji sampai benda uji dalam keadaan retak atau terbelah dengan cara pengujian standar dengan mesin uji. Pengujian ini disebut dengan *Splitting Test* atau *Brazilian Test* karena metode ini diciptakan di Brazil. Mesin pengujian sesuai dengan persyaratan ASTM C39/C39M dan dari tipe dengan kapasitas yang cukup dengan laju pembebanan tegangan tarik belah konstan yang berkisar antara 0,7 MPa/menit – 1,4 MPa/menit sampai spesimen hancur.

Dengan adanya standar ini, maka kekuatan tarik belah digunakan dalam mendesain elemen struktur beton untuk mengevaluasi ketahanan geser beton dan untuk menentukan panjang penyaluran dari tulangan. Kekuatan tarik belah pada umumnya lebih besar dari kekuatan tarik langsung dan lebih rendah dari kekuatan lentur (*modulus of rupture*).

Tegangan tarik yang timbul saat benda uji beton terbelah disebut *split cylinder strength*, diperhitungkan dengan Pers. 2.3.

$$f_t = \frac{2P}{\pi.L.S.D} \quad (2.3)$$

Dengan :

$f_t$  = Kuat belah beton (N/mm)

$P$  = Beban pada waktu beton terbelah (N)

$D$  = Diameter silinder (mm)

$L_s$  = Tinggi silinder (mm)

## BAB 3

### METODOLOGI

#### 3.1. Umum

##### 3.1.1. Metodologi Penelitian Umum

Data-data pendukung diperlukan sebagai tuntunan dalam penyelesaian tugas akhir ini. Data-data pendukung tersebut diperoleh dari:

1. Data primer

Data ini adalah data yang diperoleh dari hasil perhitungan di laboratorium seperti:

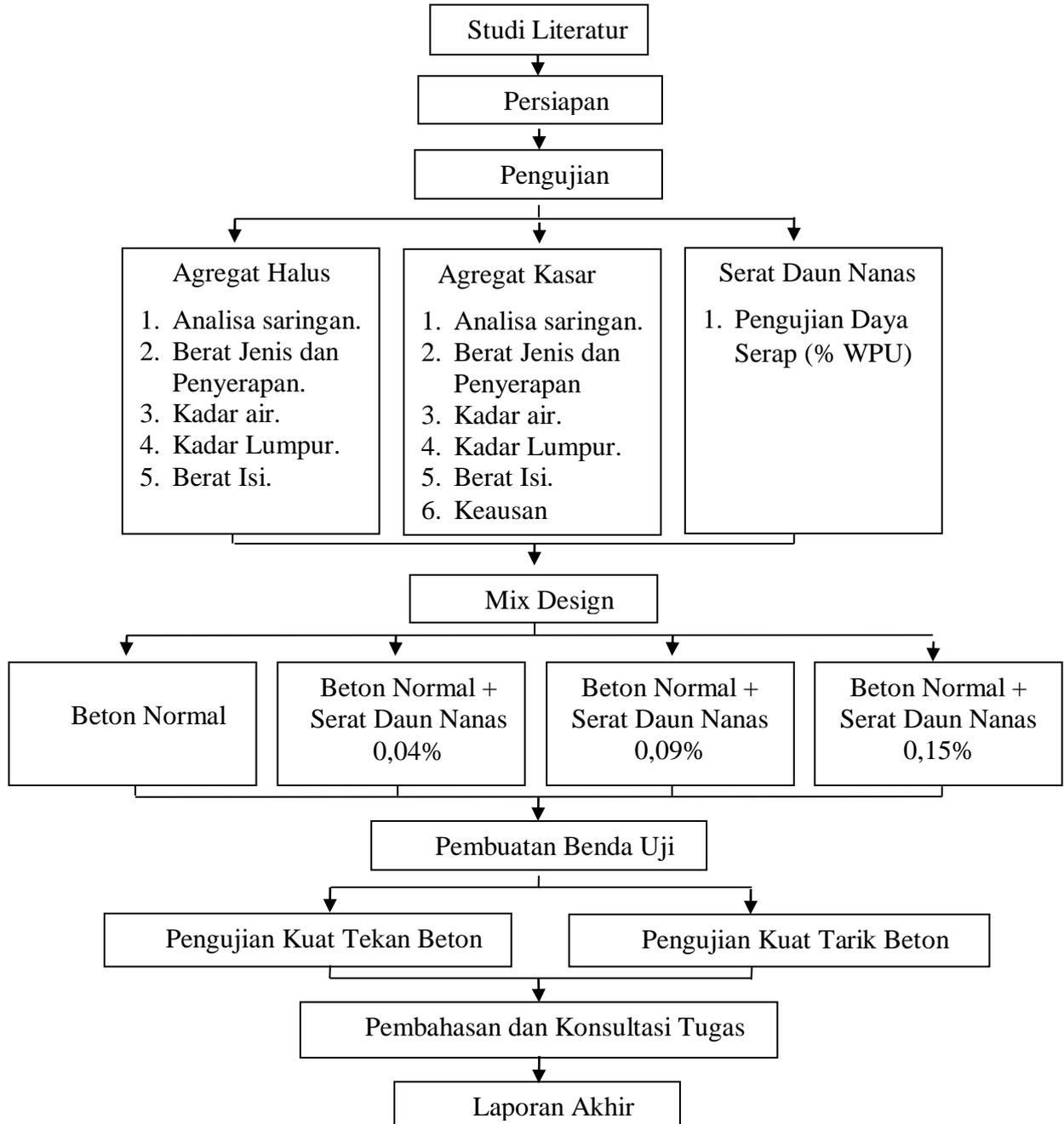
- a. Analisa saringan agregat.
- b. Berat jenis dan penyerapan.
- c. Pemeriksaan kadar air agregat.
- d. Pemeriksaan kadar lumpur agregat.
- e. Pemeriksaan berat isi agregat.
- f. Perbandingan dalam campuran beton (*Mix Design*).
- g. Kekentalan adukan beton segar (*slump*).
- h. Uji kuat tekan beton.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

2. Data sekunder

Data ini adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (*literature*), paduan pembuatan beton dan data-data teknis SNI 03-2834-2002 serta buku-buku SNI lainnya yang berhubungan dengan beton, buku literatur ASTM (*American Society for Testing and Materials*), buku literatur dari PBI 1971 (Peraturan Beton Indonesia 1971), konsultasi dengan dosen pembimbing secara langsung serta tim pengawas Laboratorium Beton Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara sebagai penunjang guna untuk memperkuat suatu penelitian yang dilakukan.

### 3.2. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian adalah seluruh kegiatan penelitian berencana yang dilakukan, dimulai dari kegiatan persiapan ilmu pengetahuan dan mempersiapkan segala material pembentuk beton hingga pembahasan dan konsultasi hasil penelitian. Diagram alir dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1: Tahapan singkat penelitian yang dilakukan.

### **3.3. Pelaksanaan Penelitian**

#### **3.3.1. Tempat dan Waktu Penelitian**

Pembuatan dan pengujian kuat tarik belah beton dilakukan di Laboratorium Beton Universitas Sumatera Utara pada 21 Maret 2018 sampai selesai.

#### **3.3.2. Rancangan Penelitian**

Rancangan penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen. Rencana penelitian ini menggunakan persentase 0% ,0,04%, 0,09% dan 0,15% serat nanas dari berat semen. Benda uji beton yang dibuat berbentuk kubus untuk pengujian kuat tekan beton, jumlah sampel total penelitian 12 buah dengan perawatan 28 hari. Sedangkan pengujian kuat tarik belah beton menggunakan benda uji berbentuk silinder, jumlah sampel total penelitian 36 buah dengan perawatan 7, 14 dan 28 hari dengan rincian sebagai berikut:

- a. 12 buah sampel diuji pada umur 7 hari.
- b. 12 buah sampel diuji pada umur 14 hari.
- c. 12 buah sampel diuji pada umur 28 hari.

### **3.4. Bahan dan Peralatan**

#### **3.4.1. Bahan**

Material pembentuk beton yang digunakan yaitu:

##### **1. Semen**

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

##### **2. Agregat halus**

Agregat halus berupa pasir yang digunakan pada penelitian ini adalah pasir dari pengepul pasir Binjai yang diambil dari Kecamatan Bahorok.

##### **3. Agregat kasar**

Agregat kasar berupa batu pecah yang digunakan pada penelitian ini adalah batu pecah dari pengepul batu pecah Binjai yang didapat dari Kecamatan Bahorok.

4. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari PDAM Tirtanadi Medan.

5. Serat daun nanas

Serat nanas yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari daun nanas jenis nanas Bogor dan nanas Kampung yang tanamannya diperoleh dari Namorambe. Daun nanas ini termasuk dalam kelompok *Cayenalisia*.

### 3.4.2. Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- a. Alat pendukung pengujian material.
- b. Timbangan digital.
- c. Alat pengaduk beton.
- d. Cetakan benda uji berbentuk kubus ukuran 150 mm × 150 mm × 150 mm.
- e. Cetakan benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.
- f. Vibrator yang digunakan untuk pemadatan saat pembuatan benda uji.
- g. Mesin kompres (*Compression Test*).
- h. Mesin uji kuat tarik (*Splitting Test*).

### 3.5. Persiapan Penelitian

Mempersiapkan seluruh material-material pembentuk beton dan kemudian melakukan pemisahan terhadap material menurut jenisnya untuk mempermudah dalam tahapan-tahapan penelitian yang akan dilaksanakan.

### **3.6. Pemeriksaan Agregat**

Pemeriksaan agregat ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan agregat untuk bahan pembentuk beton dengan mengikuti panduan dari SNI tentang pemeriksaan agregat.

### **3.7. Pemeriksaan Agregat Halus**

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan atau pemeriksaan, diantaranya:

1. Analisa saringan.
2. Berat jenis dan penyerapannya.
3. Kadar air.
4. Kadar lumpur.
5. Berat isi.

#### **3.7.1. Analisa Saringan**

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

Pemeriksaan dilakukan di Laboratorium Rekayasa dan Bahan Beton Universitas Sumatera Utara dengan memakaicarakerja sesuai SNI 03-2834-1993 serta mengikuti buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang analisa saringan. Dari penelitian analisa saringan akan di dapat data-data batas gradasi agregat halus sehingga diketahui modulus kehalusannya. Ukuran saringan yang digunakan yaitu nomor 9,6 mm, 4,8 mm, 2,4 mm, 1,2 mm, 0,6 mm, 0,3 mm, 0,15 mm, 0,075 mm dan pan. Pemeriksaan analisa saringan menggunakan nomor saringan yang telah ditentukan berdasarkan SNI 03-2834-2002. Hasil dari pemeriksaan analisa saringan akan diperoleh grafik zona gradasi agregat yang didapat dari nilai kumulatif agregat. Maka akan didapat zona gradasi agregat yang dipakai (zona pasir kasar, sedang, agak halus atau pasir halus).

Untuk mencari modulus kehalusan dapat dipakai Pers.3.1 sebagai berikut:

$$\text{FM (Modulus Kehausan)} = \frac{\text{Jumlah \% Komulatif Tertahan}}{100} \quad (3.1)$$

Modulus kehalusan yang disyaratkan untuk agregat halus yaitu 2,1 – 3,7.

Tabel 3.1: Data hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus.

Nomor Ayakan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Total (gr)	(%)	Tertahan (%)	Lolos (%)
38,1 (1.5 in)	0	0	0	0	0	100
19.0 (3/4 in)	0	0	0	0	0	100
9.52 (3/8 in)	0	0	0	0	0	100
4.75 (No. 4)	7	16	23	1,045	1,045	98,955
2.36 (No. 8)	77	114	191	8,682	9,727	90,273
1.18 (No.16)	189	227	416	18,909	28,636	71,364
0.60 (No. 30)	279	314	593	26,955	55,591	44,409
0.30 (No. 50)	294	335	629	28,591	84,182	15,818
0.15 (No. 100)	141	169	310	14,091	98,273	1,727
Pan	13	25	38	1,727	100	0
Total	1000	1200	2200	100	277,455	

Berdasarkan Tabel 3.1 menjelaskan pemeriksaan analisa saringan agregat halus ini menggunakan nomor saringan yang telah ditentukan berdasarkan SNI 03-2834-2002. Dari hasil analisa saringan akan didapat grafik zona gradasi agregat dari nilai kumulatifnya.

Total berat pasir yaitu 2200 gram.

Persentase berat tertahan rata-rata:

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

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

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

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

$$\text{No. 50} = \frac{629}{2200} \times 100 \% = 28,591 \%$$

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

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

Persentase berat kumulatif tertahan:

$$\text{No. 4} = 0 + 1,045 = 1,045 \%$$

$$\text{No. 8} = 1,045 + 8,682 = 9,727 \%$$

$$\text{No. 16} = 9,727 + 18,909 = 28,636 \%$$

$$\text{No. 30} = 28,636 + 26,955 = 55,591 \%$$

$$\text{No. 50} = 55,591 + 28,591 = 84,182 \%$$

$$\text{No. 100} = 84,182 + 14,091 = 98,273 \%$$

$$\text{Pan} = 98,273 + 1,727 = 100 \%$$

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 277,455 %

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

Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

$$\text{No. 4} = 100 - 1,045 = 98,955 \%$$

$$\text{No. 8} = 100 - 9,727 = 90,273 \%$$

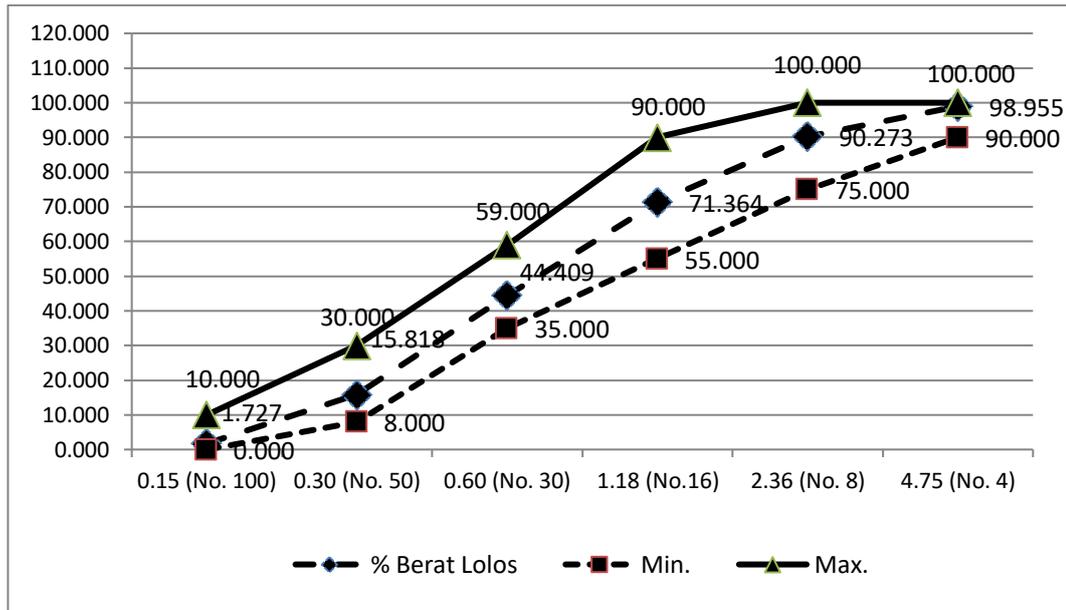
$$\text{No. 16} = 100 - 28,636 = 71,364 \%$$

$$\text{No. 30} = 100 - 55,591 = 44,409 \%$$

$$\text{No. 50} = 100 - 84,182 = 15,818 \%$$

$$\text{No. 100} = 100 - 98,273 = 1,727 \%$$

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



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

Berdasarkan Tabel 3.1 diperoleh nilai modulus kehalusan sebesar 2,775 dan pada Gambar 3.2 menjelaskan hasil pemeriksaan analisa saringan agregat halus termasuk dalam zona 2 (pasir sedang) seperti terlihat pada grafik diatas.

### 3.7.2. Berat Jenis dan Penyerapannya

Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan ini bertujuan untuk menentukan “Bulk dan Apparent” specific-gravity dan penyerapan dari agregat halus. Nilai ini diperlukan untuk menetapkan berat agregat dalam komposisi volume adukan beton.

Pemeriksaan dilakukan di Laboratorium Rekayasa dan Bahan Beton Universitas Sumatera Utara dengan memakai cara kerja sesuai dengan SNI 1970-2008serta mengikuti buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara tentang berat jenis dan penyerapannya. Yang didapat dari pemeriksaan berat jenis dan penyerapannya yaitu berat jenis contoh kering, berat jenis SSD dan berat jenis contoh semu. Untuk mencari ketiga berat jenis tersebut dapat dicari dengan Pers. sebagai berikut:

$$1. \text{ Bulk Spec-Gravity Dry(berat jenis contoh kering)} = \frac{E}{(B+D-C)} \quad (3.2)$$

$$2. \text{ Bulk Spec-Gravity SSD (berat jenis contoh SSD)} = \frac{B}{(B+D-C)} \quad (3.3)$$

$$3. \text{ Apparent Spec-Gravity Dry (berat jenis contoh semu)} = \frac{E}{(E+D-C)} \quad (3.4)$$

$$4. \text{ Absorption} = \frac{B-E}{E} \times 100 \% \quad (3.5)$$

Dimana :

B = Berat contoh SSD (gram).

C = Berat contoh SSD didalam piknometer penuh air (gram).

D = Berat piknometer penuh air (gram).

E = Berat contoh SSD kering *oven* sampai konstan (gram).

Tabel 3.2: Data hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat halus.

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat contoh SSD (gr)	500	500	500
Berat kering <i>oven</i> (gr)	492	491	491,5
Berat piknometer penuh air (gr)	674	674	674
Berat contoh SSD di dalam piknometer penuh air (gr)	979	980	980
Berat jenis contoh kering (gr/cm <sup>3</sup> )	2,523	2,531	2,527
Berat jenis contoh SSD (gr/cm <sup>3</sup> )	2,564	2,577	2,571
Berat jenis contoh semu (gr/cm <sup>3</sup> )	2,631	2,654	2,643
<i>Absorption</i> (%)	1,626	1,833	1,730

Berdasarkan Tabel 3.2 yang diperoleh dari hasil pemeriksaan di Laboratorium Beton diketahui nilai berat jenis dan penyerapannya yang telah memenuhi persyaratan. Pada tabel terlampir nilai berat jenis contoh kering, berat jenis contoh SSD dan berat jenis contoh semu. Berat jenis agregat terpenuhi apabila nilai berat jenis contoh kering < berat jenis contoh SSD < berat jenis contoh semu. Nilai rata-rata yang didapat dari pemeriksaan yaitu 2,527 gr/cm<sup>3</sup> < 2,571 gr/cm<sup>3</sup> < 2,643 gr/cm<sup>3</sup> dan nilai penyerapannya sebesar 1,730 %. Berdasarkan ASTM C 128 tentang absorpsi yang baik adalah dibawah 2 %.

### 3.7.3. Kadar air

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air dari suatu bahan yang akan digunakan nantinya. Pemeriksaan dilakukan di Laboratorium Rekayasa dan Bahan Beton Universitas Sumatera Utara dengan memakai cara kerja sesuai dengan SNI 03-1971-1990 serta mengikuti buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang kadar air.

Pers.3.6 dipakai dalam mencari kadar air agregat:

$$\text{Kadar air} = \frac{W_2}{W_3} \times 100 \% \quad (3.6)$$

Dimana :

W1 = Berat contoh mula-mula.

W2 = Berat contoh kering oven.

W3 = Berat air =  $\frac{W_1}{W_2}$

Tabel 3.3: Data hasil pemeriksaankadar air dari agregat halus.

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Rata-rata
Berat mula-mula	500	500	500
Berat kering oven	489	490	490
Berat air	11	10	10,5
Kadar air	2,249	2,041	2,145

Berdasarkan Tabel 3.3 yang diperoleh dari hasil pemeriksaan di Laboratorium Beton diketahui nilai kadar air pada agregat halus yang telah memenuhi standar. Nilai kadar air rata-rata yang didapat yaitu sebesar 2,145 %. Percobaan ini dilakukan sebanyak dua kali pengujian, pada kadar air contoh pertama didapat sebesar 2,249 %, sedangkan kadar air contoh kedua sebesar 2,041 %.

### 3.7.4. Kadar Lumpur

Pengujian ini untuk menentukan persentase kadar lumpur yang terkandung dalam agregat. Kadar lumpur yang berlebih dalam agregat halus dapat

berpengaruh terhadap ikatan antara semen dengan agregat itu sendiri yang berdampak kepada kerapuhan pada 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.

Pemeriksaan dilakukan di Laboratorium Rekayasa dan Bahan Beton Universitas Sumatera Utara dengan memakai cara kerja sesuai dengan SNI 03-4142-1996 serta mengikuti buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang kadar lumpur.

Adapun nilai-nilai yang akan didapatkan dalam mencari kadar lumpur pada agregat halus yaitu sebagai berikut:

1. Berat contoh bahan kering = A gram.
2. Berat contoh kering setelah dicuci = B gram.
3. Berat contoh bahan lolos saringan ukuran 0,075 mm (C) = (A – B) gram.
4. Persentase kotoran contoh bahan lolos saringan ukuran 0,075 mm (D) =  $(C / A) \times 100\%$ .

Tabel 3.4: Data hasil pemeriksaankadar lumpur agregat halus.

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

Berdasarkan Tabel 3.4 pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dilakukan dengan mencuci sampel dengan menggunakan air, kemudian disaring dengan menggunakan saringan nomor 200. Persentase yang didapat dari pembagian berat kotoran agregat yang lolos saringan dibagi dengan berat contoh awal yang hasilnya dibuat kedalam satuan persen. Dari percobaan ini didapat persentase kadar lumpur untuk contoh pertama sebesar 3 % dan contoh ke dua sebesar 3,6 %.

Maka didapat dan diambil dari hasil rata-rata dari contoh keduanya yaitu sebesar 3,3 %. Jumlah persentase tersebut telah memenuhi persyaratan berdasarkan PBI 1971 yaitu sebesar < 5 %.

### 3.7.5. Berat Isi

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat isi agregat halus sebagai perbandingan antara berat material kering dengan volumenya. Pemeriksaan dilakukan di Laboratorium Rekayasa dan Bahan Beton Universitas Sumatera Utara dengan memakai cara kerja sesuai dengan SNI 03-4804-1998 serta mengikuti buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang berat isi.

Pers. 3.7 digunakan untuk mencari berat isi agregat:

$$\text{Berat isi agregat} = \frac{W_3}{V} \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad (3.7)$$

Dimana :

$W_3$  = berat contoh bahan (gram).

$V$  = isi wadah ( $\text{dm}^3$ ).

Tabel 3.5: Data hasil pemeriksaan berat isi agregat halus.

Pengujian	Contoh 1	Contoh 2	Contoh 3	Rata-rata
Berat contoh dan wadah (gr)	18780	18670	18710	18720
Berat wadah (gr)	5440	5440	5440	5440
Berat contoh (gr)	13340	13230	13270	13280
Volume wadah ( $\text{cm}^3$ )	15465,214	15465,214	15465,214	15465,214
Berat isi ( $\text{gr/cm}^3$ )	1,159	1,169	1,165	1,165

Berdasarkan Tabel 3.5 menjelaskan tentang nilai berat isi agregat halus dengan rata-rata sebesar  $1,165 \text{ gr/cm}^3$ . Hasil tersebut telah memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu sebesar  $> 1,125 \text{ gr/cm}^3$ . Nilai berat isi agregat didapat dari perbandingan nilai antara berat contoh dengan volume wadah. Pada sampel pertama didapat nilai berat isi agregat sebesar  $1,159 \text{ gr/cm}^3$ , percobaan kedua didapat nilai berat isi sebesar  $1,169 \text{ gr/cm}^3$  dan percobaan ketiga didapat nilai berat isi sebesar  $1,165 \text{ gr/cm}^3$ .

### 3.8. Pemeriksaan Agregat Kasar

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan atau pemeriksian, diantaranya:

- a. Analisa saringan.
- b. Berat jenis dan penyerapannya.
- c. Kadar air.
- d. Kadar lumpur.
- e. Berat isi.

#### 3.8.1. Analisa Saringan

Analisa saringan bertujuan untuk menentukan pembagian butir atau gradasi agregat. Data distribusi butiran pada agregat kasar ini diperlukan dalam perencanaan adukan beton. Cara pembagian butir atau gradasi agregat ini dilakukan dengan menggunakan seperangkat saringan dengan ukuran jaring-jaring tertentu. Ukuran saringan yang digunakan yaitu nomor 76 mm, 38 mm, 19 mm, 9,5 mm, 4,8 mm, 2,4 mm, 1,2 mm dan pan. Pemeriksaan analisa saringan menggunakan nomor saringan yang telah ditentukan berdasarkan SNI 03-2834-2002. Hasil dari pemeriksaan analisa saringan akan diperoleh grafik zona gradasi agregat yang didapat dari nilai kumulatif agregat. Maka akan didapat zona gradasi agregat yang dipakai (zona pasir kasar, sedang, agak halus atau pasir halus).

Pemeriksaan dilakukan di Laboratorium Rekayasa dan Bahan Beton Universitas Sumatera Utara dengan memakai cara kerja sesuai dengan SNI 03-1968-1990 serta mengikuti buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang analisa saringan. Dari penelitian analisa saringan akan di dapat data-data batas gradasi agregat kasar sehingga diketahui modulus kehalusannya.

Untuk mencari modulus kehalusan dapat dipakai rumus 3.8 sebagai berikut:

$$FM \text{ (Modulus Kehausan)} = \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \quad (3.8)$$

Modulus kehalusan yang disyaratkan untuk agregat kasar yaitu 5,5 – 7,5.

Tabel 3.6: Data hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar.

Nomor Ayakan	Berat Tertahan				Kumulatif	
	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Total (gr)	(%)	Tertahan (%)	Lolos (%)
1,5 in (38,1 mm)	105	143	248	4,429	4,429	95,571
3/4 in (19,0 mm)	750	813	1563	27,911	32,339	67,661
3/8 in (9,52 mm)	1026	1087	2113	37,732	70,071	29,929
No. 4 (4,75 mm)	819	857	1676	29,929	100	0
No. 8 (2,36 mm)	0	0	0	0	100	0
No. 16 (1,18 mm)	0	0	0	0	100	0
No. 30 (0,60 mm)	0	0	0	0	100	0
No. 50 (0,30 mm)	0	0	0	0	100	0
No. 100 (0,15 mm)	0	0	0	0	100	0
Pan	0	0	0	0	100	0
Total	2700	2900	5600	100,00	706,839	

Berdasarkan Tabel 3.6 diperoleh nilai kumulatif agregat dan modulus kehalusan agregat kasar yang diperoleh dari persentase jumlah keseluruhan kumulatif tertahan agregat. Percobaan ini dilakukan dua kali dengan nomor saringan berdasarkan metode SNI 03-2834-2002. Berikut penjabaran tentang persentase berat tertahan dan kumulatif agregat:

Total berat pasir = 5600 gram.

Persentase berat tertahan rata-rata:

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

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

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

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

Persentase berat kumulatif tertahan:

$$1,5 \text{ in} = 0 + 4,429 = 4,429 \%$$

$$3/4 \text{ in} = 4,429 + 27,911 = 32,339 \%$$

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

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

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 706,839 %.

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

Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

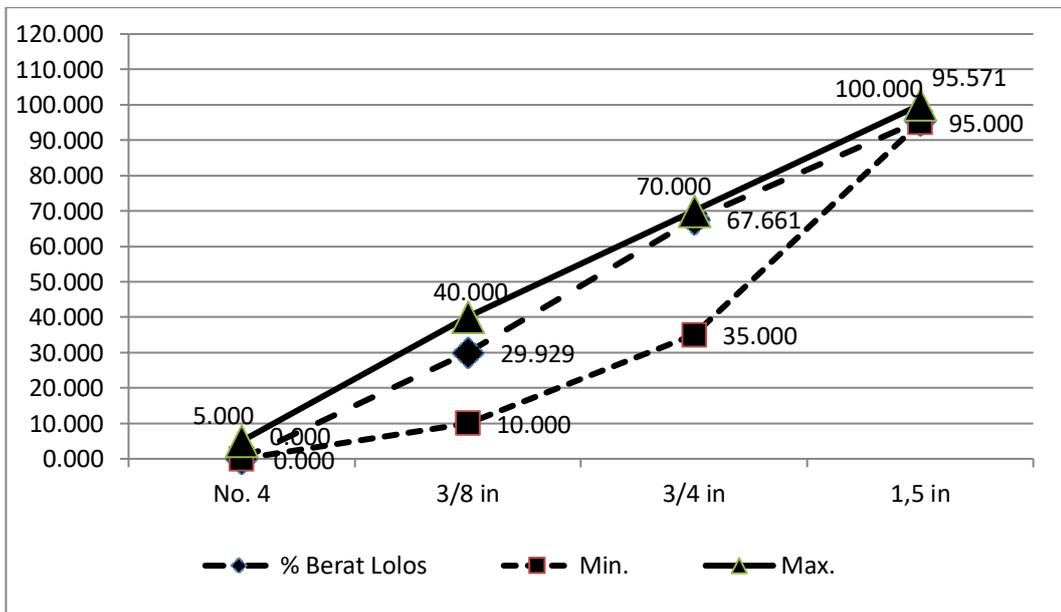
$$1,5 \text{ in} = 100 - 4,429 = 95,571 \%$$

$$3/4 \text{ in} = 100 - 32,339 = 67,661 \%$$

$$3/8 \text{ in} = 100 - 70,071 = 29,929 \%$$

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

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



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

Pemeriksaan analisa saringan agregat kasar ini menggunakan nomor saringan yang telah ditentukan berdasarkan SNI 03-2834-1993. Dari hasil

persentase berat kumulatif lolos saringan dapat dilihat bahwa pasir tersebut masih didalam rentang kerikil maksimum 40 mm.

### 3.8.2. Berat Jenis dan Penyerapannya

Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan ini bertujuan untuk menentukan “Bulk dan Apparent” specific-gravity dan penyerapan dari agregat kasar menurut prosedur SNI 1969-2008. Nilai ini diperlukan untuk menetapkan berat agregat dalam komposisi volume adukan beton.

Pemeriksaan dilakukan di Laboratorium Rekayasa dan Bahan Beton Universitas Sumatera Utara serta mengikuti buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang berat jenis dan penyerapannya. Yang didapat dari pemeriksaan berat jenis dan penyerapannya yaitu berat jenis contoh kering, berat jenis SSD dan berat jenis contoh semu. Untuk mencari ketiga berat jenis tersebut dapat dicari dengan Pers. sebagai berikut:

$$a. \text{ Bulk Spec-Gravity Dry (berat jenis contoh kering)} = \frac{C}{(A-B)} \quad (3.9)$$

$$b. \text{ Bulk Spec-Gravity SSD (berat jenis contoh SSD)} = \frac{A}{(A-B)} \quad (3.10)$$

$$c. \text{ Apparent Spec-Gravity Dry (berat jenis contoh semu)} = \frac{C}{(C-B)} \quad (3.11)$$

$$d. \text{ Absorption} = \frac{A-C}{C} \times 100 \% \quad (3.12)$$

Dimana:

A = Berat contoh SSD (gram).

B = Berat contoh SSD didalam air (gram).

C = Berat contoh SSD kering *oven* sampai konstan (gram).

Tabel 3.7: Data hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar.

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

Berdasarkan hasil pemeriksaan dengan data yang dapat dilihat pada Tabel 3.7 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/cm<sup>3</sup>, berat jenis contoh SSD sebesar 2,716 gr/cm<sup>3</sup> dan berat jenis contoh semu sebesar 2,751 gr/cm<sup>3</sup>. Pada pemeriksaan ini juga diperoleh nilai penyerapan pada agregat kasar dengan rata-rata sebesar 0,752 %. Berdasarkan ASTM C 127 nilai pemeriksaan tersebut berada di bawah nilai absorpsi agregat kasar maksimum yaitu sebesar 4 % atau didapatkannya nilai absorpsi yang diisyaratkan.

### 3.8.3. Kadar air

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air dari suatu bahan yang akan digunakan nantinya. Pemeriksaan dilakukan di Laboratorium Rekayasa dan Bahan Beton Universitas Sumatera Utara dengan memakai cara kerja sesuai dengan SNI 03-1971-1990 serta mengikuti buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang kadar air.

Mencari kadar air agregat dapat digunakan Pers. 3.13:

$$\text{Kadar air} = \frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_3} \times 100 \% \quad (3.13)$$

Dimana :

W1 = Berat contoh SSD dan berat wadah.

W2 = Berat contoh kering *oven* dan wadah.

W3 = Berat wadah.

Tabel 3.8: Data hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar.

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

Berdasarkan Tabel 3.8. yang diperoleh dari 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 0,604 %. Percobaan ini dilakukan sebanyak dua kali pengujian, pada kadar air contoh pertama dan kedua didapat hasil kadar air yang sama yaitu sebesar 0,604 %. Hasil pemeriksaan tersebut telah memenuhi standar yang ditentukan yaitu sebesar 0,5 % - 1,5 %.

#### 3.8.4. 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 di Laboratorium Rekayasa dan Bahan Beton Universitas Sumatera Utara dengan memakai cara kerja sesuaidengan SNI 03-4142-1996 serta mengikuti buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang kadar lumpur.

Adapun nilai-nilai yang akan didapatkan dalam mencari kadar lumpur pada agregat halus yaitu sebagai berikut:

1. Berat contoh bahan kering = A gram.
2. Berat contoh kering setelah dicuci = B gram.
3. Berat contoh bahan lolos saringan ukuran 0,075 mm:  
(C) = (A – B) gram.
4. Persentase kotoran contoh bahan lolos saringan ukuran 0,075 mm:  
(D) = (C / A) × 100%.

Tabel 3.9: Data hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar.

Pengujian	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-rata (gr)
Berat contoh kering (A)	1500	1500	1500
Berat contoh setelah dicuci (B)	1489	1488	1488,5
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (C) (gr)	11	12	11,5
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200 setelah dicuci (C) (%)	0,733	0,800	0,767

Berdasarkan Tabel 3.9 pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar dilakukan dengan mencuci sampel dengan menggunakan air, kemudian disaring dengan menggunakan saringan nomor 200. Persentase yang didapat dari pembagian berat kotoran agregat yang lolos saringan dibagi dengan berat contoh awal yang hasilnya dibuat kedalam satuan persen. Dari percobaan ini didapat persentase kadar lumpur untuk contoh pertama sebesar 0,733 % dan contoh ke dua sebesar 0,8 %. Maka didapat dan diambil dari hasil rata-rata dari contoh keduanya yaitu sebesar 0,767 %. Jumlah persentase tersebut telah memenuhi persyaratan berdasarkan PBI 1971 yaitu sebesar <1 %.

### 3.8.5. Berat Isi

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat isi agregat kasar sebagai perbandingan antara berat material kering dengan volumenya. Pemeriksaan dilakukan di Laboratorium Rekayasa dan Bahan Beton Universitas Sumatera Utara dengan memakai cara kerja sesuai dengan SNI 03-4804-1998 serta

mengikuti buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang berat isi.

Pers. 3.14 dapat digunakan untuk mencari berat isi agregat:

$$\text{Berat isi agregat} = \frac{W_3}{V} \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad (3.14)$$

Dimana :

$W_3$  = Berat contoh bahan (gram).

$V$  = Isi wadah ( $\text{dm}^3$ ).

Tabel 3.10: Data hasil pemeriksaan berat isi agregat kasar.

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

Berdasarkan Tabel 3.10 menjelaskan tentang nilai berat isi agregat kasar dengan rata-rata sebesar  $1,551 \text{ gr/cm}^3$ . Hasil tersebut telah memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu sebesar  $> 1,125 \text{ gr/cm}^3$ . Nilai berat isi agregat didapat dari perbandingan nilai antara berat contoh dengan volume wadah. Pada sampel pertama didapat nilai berat isi agregat sebesar  $1,42 \text{ gr/cm}^3$ , percobaan kedua didapat nilai berat isi sebesar  $1,514 \text{ gr/cm}^3$  dan percobaan ketiga didapat nilai berat isi sebesar  $1,6 \text{ gr/cm}^3$ .

### 3.8.6. Keausan Agregat dengan Mesin *Los Angeles*

Pemeriksaan dilakukan di Laboratorium Rekayasa dan Bahan Beton Universitas Sumatera Utara dengan memakai cara kerja sesuai dengan SNI 2147:2008 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil USU tentang kekerasan agregat dengan Mesin *Los Angeles*.

Dari hasil penelitian didapat data-data sebagai berikut:

Berat contoh sebelum pengujian = 5000 gr.

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

Tabel 3.11: Data hasil pemeriksaan keausan agregat.

No. Saringan	Berat Awal (gr)	Berat akhir (gr)
37,5 mm (1,5 in)	0	0
25 mm (1 in)	1250	567
19,1 mm (3/4 in)	1250	976
12,5 mm (1/2 in)	1250	675
9,50 mm (3/8 in)	1250	358
4,75 mm (No. 4)	0	0
2,36 mm (No. 8)	0	0
1,18 mm (No. 16)	0	0
0,60 mm (No. 30)	0	0
0,30 mm (No. 50)	0	989
0,15 mm (No. 100)	0	0
Pan	0	612
Total	5000	4177
	Berat lolos saringan No.12	823
	<i>Abrasion (Keausan)</i>	16,460%

$$\begin{aligned}
 \text{Abrasion} &= \frac{\text{Beratawal} - \text{Berataakhir}}{\text{Beratawal}} \times 100 \% && (3.15) \\
 &= \frac{5000 - 4177}{5000} \times 100 \% \\
 &= 16,46 \%
 \end{aligned}$$

Dari hasil pemeriksaan pada Tabel 3.11, didapat bahwa berat akhir telah melakukan pengujian keausan agregat adalah sebesar 4177 gr dan nilai abrasi (keausan) sebesar 16,46 %. Nilai tersebut telah memenuhi standar PBI 1971 bahwa nilai keausan agregat tidak lebih dari 50 %.

### 3.9. Serat Daun 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.

Serat daun nanas yang akan digunakan campuran beton yaitu serat yang tidak busuk atau berjamur, kering, bersih dari kotoran yang menempel dan berukuran 1,5 cm. Ukuran serat daun nanas ini diperoleh dari pemotongan serat nanas yang berukuran panjang.

Tabel 3.12: Data hasil pemeriksaandaya serap(% WPU) serat daun nanas.

Penyerapan Serat Daun Nanas	Contoh I	Contoh II	Rata-rata
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
<i>Absortion</i> (penyerapan) $((B-A)/A) \times 100\%$	4,54 %	4,56 %	4,55 %

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 3.12 menjelaskan hasil pengujian daya serap (*Wet Pick Up*) serat daun nanas yaitu sebesar 4,55 %. Pengujian penyerapan serat daun nanas ini dilakukan untuk mengetahui berapa persen air yang diserap serat daun nanas yang digunakan pada penelitian ini.

### 3.10. Perencanaan Campuran beton

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

Campuran beton yang akan dilakukan yaitu:

1. Beton normal
2. Beton normal dengan campuran serat daun nanas 0,04 % dari berat semen.
3. Beton normal dengan campuran serat daun nanas 0,09 % dari berat semen.
4. Beton normal dengan campuran serat daun nanas 0,15 % dari berat semen.

Pelaksanaan ini dilakukan dengan aturan SNI 03-2834-2002 tentang tata cara pembuatan rencana campuran beton normal.

### 3.11. Pelaksanaan Penelitian

#### 3.11.1. Metode Pengerjaan *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.

Perencanaan pembuatan campuran beton normal ini dilakukan sesuai dengan ketentuan SNI 03-2834-2002. Pelaksanaan *mix design* dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Menentukan kuat tekan beton yang disyaratkan ( $f'c$ ) pada umur tertentu.

Kuat tekan beton yang disyaratkan ( $f'c$ ) ditetapkan 26,8 MPa pada umur 7, 14 dan 28 hari.

2. Menghitung deviasi standart menurut ketentuan.

Faktor pengali untuk standart deviasi dengan hasil uji 30 atau lebih dapat dilihat pada Tabel 3.13. Pada tabel ini kita dapat langsung mengambil nilai standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang akan dicetak.

Bila data uji lapangan untuk menghitung deviasi standar kurang dari 15, maka

kuat tekan rata-rata yang ditargetkan  $f'_{cr}$  harus diambil tidak kurang dari ( $f'_c + 12$  MPa).

Tabel 3.13: Faktor pengali untuk deviasi standar berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia (sni 03-2834-2002)

Jumlah pengujian	Faktor pengali deviasi standar
Kurang dari 15	$F'_c + 12$ MPa
15	1,16
20	1,08
25	1,03
30 atau lebih	1,00

Maka nilai deviasi standar menurut ketentuan (berdasarkan Tabel 3.13) yaitu 12 MPa.

### 3. Perhitungan nilai tambah (margin)

Tabel 3.14: Tingkat mutu pengerjaan pembetonan (Mulyono, 2005).

Tingkat mutu pengerjaan	S (MPa)
Memuaskan	2,8
Sangat baik	3,5
Baik	4,2
Cukup	5,6
Jelek	7,0
Tanpa kendali	8,4

Nilai tambah (margin) berdasarkan Tabel 3.14 yaitu 4,2 MPa.

### 4. Menghitung kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan $f'_{cr}$ .

Kuat tekan rata-rata yang ditargetkan dihitung menurut Pers. 3.16.

$$f'_{cr} = f'_c + M \quad (3.16)$$

Dengan ;

$f'_{cr}$  = Kuat tekan rata-rata yang dibutuhkan, MPa.

$f'_c$  = Kuat tekan yang disyaratkan, MPa.

M = Nilai tambah , MPa.

Maka kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan  $f'_{cr}$  yaitu :

$$\begin{aligned} f'_{cr} &= 26,8 + 16,2 \\ &= 43 \text{ MPa} \end{aligned}$$

5. Menetapkan jenis semen.

Jenis semen yang digunakan yaitu semen Portland tipe 1

6. Menentukan jenis agregat kasar dan agregat halus, agregat ini dapat dalam bentuk tak dipecahkan (pasir atau koral) atau dipecahkan.

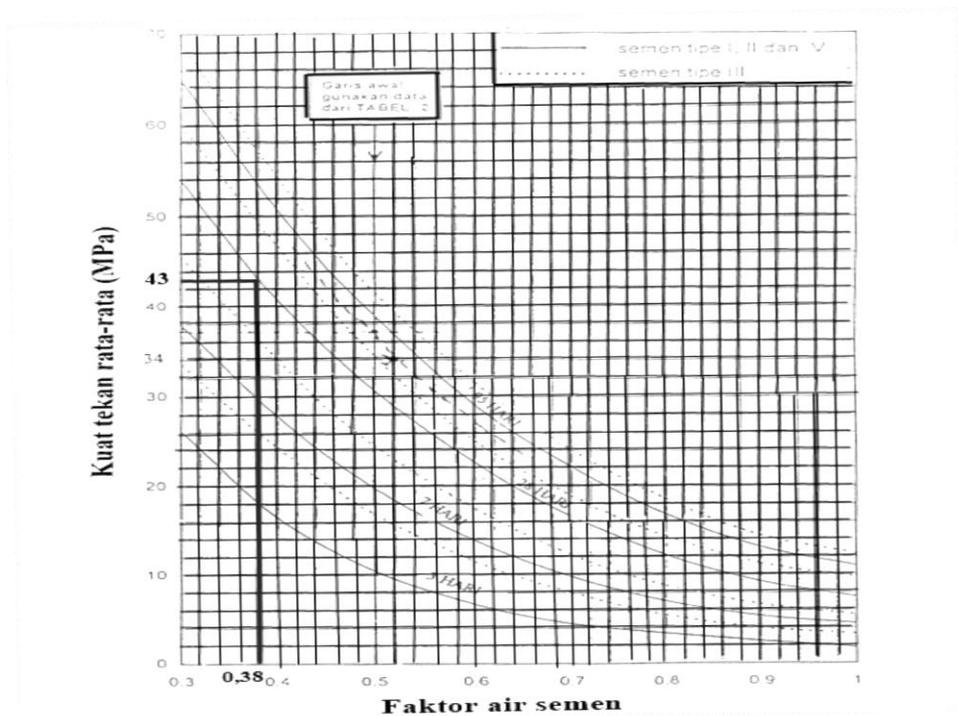
Pada langkah ini menetapkan jenis agregat kasar dan halus berupa agregat alami (batu pecah atau pasir buatan).

Jenis agregat kasar dan agregat halus yang digunakan:

- a. Agregat kasar : batu pecah.
- b. Agregat halus : pasir.

7. Menentukan faktor air semen.

Nilai faktor air semen dapat dilihat pada Gambar 3.4. Mengambil dari titik kekuatan tekan 43 MPa, bergerak horizontal menuju 28 hari kemudian bergerak kebawah vertikal untuk melihat titik nilai faktor air semen.



Gambar 3.4: Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

8. Menetapkan faktor air semen maksimum.

Faktor air semen maksimum dalam hal ini ditetapkan 0,60 berdasarkan Tabel 3.16. Dalam faktor air semen yang diperoleh dari Gambar 3.4 tidak sama dengan yang ditetapkan, untuk perhitungan selanjutnya memakai nilai faktor air semen yang lebih kecil.

9. Menetapkan *slump*.

*Slump* ditetapkan sesuai dengan kondisi pelaksanaan pekerjaan agar diperoleh beton yang mudah dituangkan, dipadatkan dan diratakan.

Nilai *slump* ditetapkan setinggi 30-60 mm.

10. Menetapkan ukuran agregat maksimum.

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

11. Menentukan nilai kadar air bebas.

Kadar air bebas ditentukan pada Tabel 3.15.

Tabel 3.15: Perkiraan kadar air bebas ( $\text{kg/m}^3$ ) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton.

Ukuran besar butir agregat maksimum (mm)	Jenis agregat	<i>Slump</i> (mm)			
		0 - 10	10-30	30-60	60-180
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

Maka agregat campuran (tak dipecah dan dipecah) dihitung dengan menggunakan Pers. 3.17.

$$\frac{2}{3}Wh + \frac{1}{3}Wk \quad (3.17)$$

Dimana:

Wh = Perkiraan jumlah air untuk agregat halus.

$W_k$  = Perkiraan jumlah air untuk agregat kasar.

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

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

12. Menghitung banyaknya jumlah semen dapat dilihat pada Pers. 3.18.

$$W_{\text{semen}} = \frac{W_{\text{air}}}{FAS} \quad (3.18)$$

Dimana:

FAS = Faktor air semen per meter kubik beton.

Maka banyaknya jumlah semen yaitu:

$$W_{\text{semen}} = \frac{170}{0,38}$$

$$= 447,368 \text{ kg/m}^3.$$

13. Mengabaikan jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan.

Maka jumlah semen maksimum diambil dari nilai banyaknya jumlah semen yaitu  $447,368 \text{ kg/m}^3$ .

14. Menentukan jumlah semen semimum mungkin.

Jumlah semen minimum ditetapkan  $275 \text{ kg/m}^3$  berdasarkan Tabel 3.16 seandainya kadar semen yang diperoleh dari perhitungan di poin (12) belum mencapai syarat minimum yang telah ditetapkan, maka harga minimum itu harus dipakai dan menyesuaikan faktor air semen.

15. Menentukan faktor air semen yang disesuaikan dan diperhitungkan kembali jika jumlah semen berubah karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan). Maka faktor air semen yang disesuaikan pada hal ini diabaikan dikarenakan syarat minimum kadar semen sudah terpenuhi.

16. Menentukan susunan butir agregat halus.

Agregat halus diklarifikasikan menjadi 4 jenis, yaitu pasir kasar, pasir sedang, pasir sedikit halus dan pasir halus.

Maka susunan butir agregat halus diperoleh hasil jenis gradasi pasir sedang. Dapat dilihat pada Gambar 3.2.

Tabel 3.16: Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pementonan dalam lingkungan khusus.

Lokasi	Jumah semen minimum per m <sup>3</sup> beton (kg)	Nilai faktor air semen maksimum
Beton didalam ruang bangunan :		
a. Keadaan keliling non-korosif.	275	0,60
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif.	325	0,52
Beton di luar ruang bangunan :		
a. Tidak terlindung daei hujan dan terik matahari langsung.	325	0,60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung.	275	0,60
Beton masuk kedalam tanah :		
a. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti.	325	0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah.		

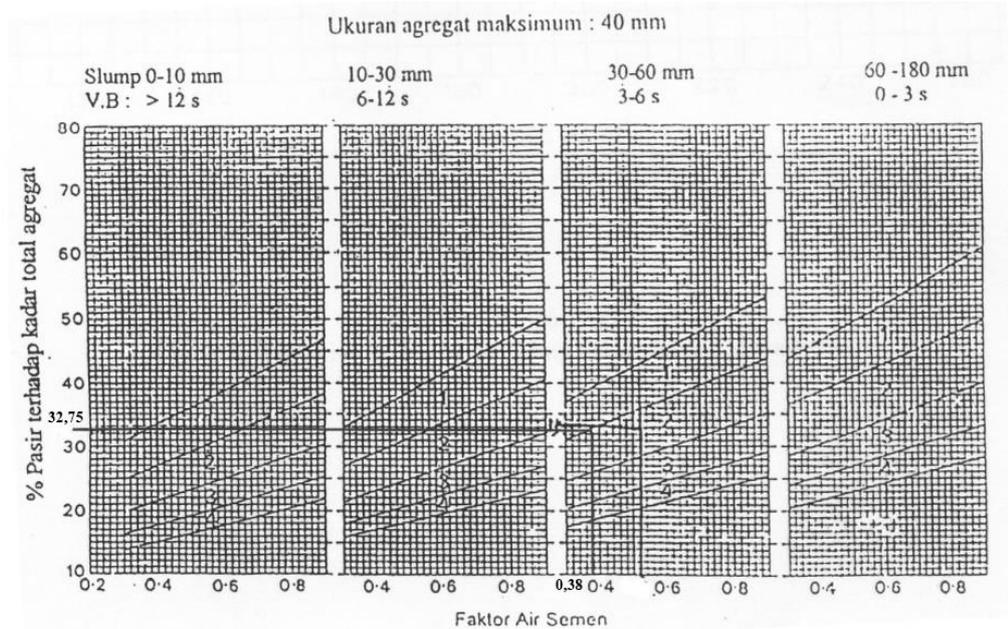
17. Menentukan susunan agregat kasar.

Susunan butir agregat kasar diperoleh hasil jenis gradasi pada Gambar 3.3.

18. Menentukan persentase agregat halus terhadap agregat campuran.

Proporsi berat agregat halus ditetapkan dengan cara menghubungkan kuat tekan rencana dengan faktor air semen menurut *slump* yang digunakan secara tegak lurus berpotongan.

Maka persentase agregat halus terhadap agregat campuran ini dicari dengan cara melihat Gambar 3.5. Memilih kelompok ukuran butiran agregat maksimum 40 mm pada nilai slump 30-60 mm dan nilai faktor air semen 0,38. Persentase agregat halus diperoleh nilai 32,75% pada daerah usunan butir nomor 2. Seperti dilihat pada Gambar 3.5 berikut.



Gambar 3.5: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum

19. Menghitung berat jenis relatif agregat.

Berat jenis relatif agregat ditentukan sebagai berikut:

- a. Diperoleh dari data hasil uji atau bila tidak tersedia dapat dipakai nilai sebagai berikut:

- Agregat tak dipecah : 2,5
- Agregat dipecah : 2,6 atau 2,7

- b. Berat jenis agregat gabungan dihitung dengan Pers. 3.19.

$$BJ \text{ campuran} = (Kh/100 \times BJh) + (Kk/100 \times BJk) \quad (3.19)$$

Dimana:

BJ campuran = Berat jenis campuran (gr).

BJh = Berat jenis agregat halus (gr).

BJk = Berat jenis agregat kasar (gr).

Kh = Persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran (%).

Kk = Persentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran (%).

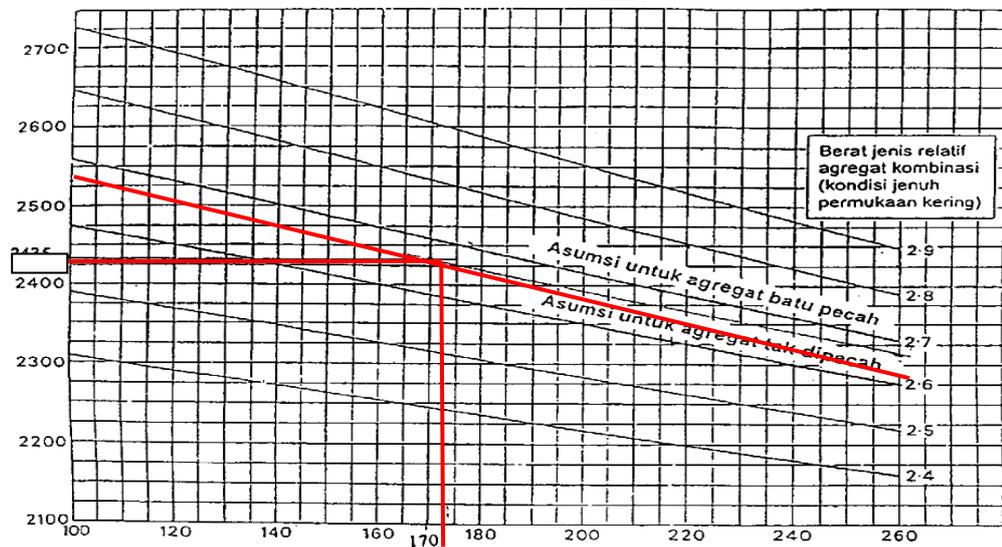
Berat jenis relatif agregat ini adalah berat jenis agregat gabungan, artinya

gabungan agregat halus dan agregat kasar. Oleh karena agregat halus ini merupakan gabungan dari dua macam agregat halus lainnya, maka dengan demikian perhitungan berat jenis relatif menjadi sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{BJ campuran} &= (0,3275/100 \times 2,571) + (0,6725/100 \times 2,716) \\ &= 2,668 \text{ kg/m}^3. \end{aligned}$$

20. Menentukan berat isi beton menurut Gambar 3.6 sesuai dengan kadar air bebas yang sudah ditentukan dari tabel dan berat jenis relatif dari agregat gabungan menurut poin (18).

Perkiraan berat isi beton diperoleh dari Gambar 3.6.



Gambar 3.6: Perkiraan berat isi beton basah yang telah selesai didapatkan.

21. Menghitung kadar agregat gabungan.

Pers.3.20 digunakan untuk kebutuhan berat agregat campuran.

$$W_{\text{agr campuran}} = W_{\text{beton}} - (W_{\text{air}} + W_{\text{semen}}) \quad (3.20)$$

Dimana :

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

$W_{\text{beton}}$  = Berat beton per meter kubik beton ( $\text{kg/m}^3$ ).

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

$W_{\text{semen}}$  = Berat semen per meter kubik ( $\text{kg/m}^3$ ).

Kadar agregat gabungan adalah berat jenis beton dikurangi jumlah kadar semen

dan kadar air. Maka kebutuhan berat agregat campuran yaitu :

$$\begin{aligned} \text{Wagr campuran} &= 2441,5 - (447,368 + 170) \\ &= 1824,132 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

22. Menghitung kadar agregat halus.

Memperoleh kadar agregat halus dari hasil perkalian persen pasir poin (18) dengan agregat gabungan poin (21) atau dengan melihat Pers. 3.21.

$$\text{Wagr halus} = \text{Kh} \times \text{Wagr campuran} \quad (3.21)$$

Dengan :

Wagr halus = Kebutuhan berat agregat halus per meter kubik beton  
(kg/m<sup>3</sup>).

Wagr campuran = Kebutuhan berat agregat campuran per meter kubik beton  
(kg/m<sup>3</sup>).

Kh = Persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran  
(%).

Maka kadar agregat halus yaitu,

$$\begin{aligned} \text{Wagr halus} &= 0,3275 \times 1824,132 \\ &= 597,403 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

23. Menghitung kadar agregat kasar.

Memperoleh kadar agregat kasar dari hasil pengurangan kadar agregat gabungan pada poin (21) dengan kadar agregat halus pada poin (22) atau dengan melihat Pers. 3.22.

$$\text{Wagr kasar} = \text{Kh} - \text{Wagr campuran} \quad (3.22)$$

Dengan :

Wagr kasar = Kebutuhan berat agregat kasar per meter kubik beton  
(kg/m<sup>3</sup>).

Wagr campuran = Kebutuhan berat agregat campuran per meter kubik beton  
(kg/m<sup>3</sup>).

Kh = Persentase berat agregat kasar terhadap agregat campuran  
(%).

Kadar agregat kasar adalah hasil pengurangan kadar agregat gabungan dengan kadar agregat halus

$$\text{Wagr kasar} = 1824,132 - 597,403$$

$$= 1226,728 \text{ kg/m}^3.$$

24. Proporsi campuran, kondisi agregat dalam keadaan jenuh kering permukaan.

Dari hasil perhitungan diatas sudah dapat diketahui susunan campuran bahan-bahan untuk 1  $\text{m}^3$  beton secara teoritis. Berikut proporsi campuran beton:

- Semen : 447,368  $\text{kg/m}^3$ .
- Pasir : 597,403  $\text{kg/m}^3$ .
- Batu pecah : 1226,728  $\text{kg/m}^3$ .
- Air : 170  $\text{kg/m}^3$ .

25. Mengoreksi proporsi campuran menurut perhitungan.

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

$$\text{a. Air} = B - (Ck - Ca) \times C/100 - (Dk - Da) \times D/100 \quad (3.23)$$

$$\text{b. Agregat halus} = C + (Ck - Ca) \times C/100 \quad (3.24)$$

$$\text{c. Agregat kasar} = D + (Dk - Da) \times D/100 \quad (3.25)$$

Dengan:

B adalah jumlah air ( $\text{kg/m}^3$ ).

C adalah jumlah agregat halus ( $\text{kg/m}^3$ ).

D adalah jumlah agregat kasar ( $\text{kg/m}^3$ ).

Ca adalah absorpsi air pada agregat halus (%).

Da adalah absorpsi air pada agregat kasar (%).

Ck adalah kandungan air dalam agregat halus (%).

Dk adalah kandungan air dalam agregat kasar (%).

Koreksi proporsi pencampuran untuk mendapatkan susunan campuran yang sebenarnya. Koreksi ini yang akan kita pakai sebagai campuran benda uji. Angka-angka teoritis tersebut perlu dikoreksi dengan memperhitungkan terhadap kadar air dalam agregat. Berikut hasil koreksi proporsi campuran.

$$\begin{aligned} \text{a. Air} &= B - (Ck - Ca) \times C/100 - (Dk - Da) \times D/100 \\ &= 170 - (2,145 - 1,730) \times 597,403/100 - (0,604 - 0,752) \times 1226,728/100 \\ &= 170 - ((0,416) \times 5,974) - ((-0,148) \times 12,267) \\ &= 170 - (2,483) + (1,816) \end{aligned}$$

$$= 165,701 \text{ kg/m}^3.$$

- b. Agregat halus =  $C + (C_k - C_a) \times C/100$   
 $= 597,403 + (2,145 - 1,730) \times 597,403 /100$   
 $= 597,403 + ((0,416) \times 5,974)$   
 $= 599,886 \text{ kg/m}^3.$
- c. Agregat kasar =  $D + (D_k - D_a) \times D/100$   
 $= 1226,728 + (0,604 - 0,752) \times 1226,728/100$   
 $= 1226,728 + ((-0,148) \times 12,267)$   
 $= 1224,913 \text{ kg/m}^3.$

Dari hasil perhitungan tersebut sudah dapat diketahui koreksi susunan campuran bahan-bahan untuk 1  $\text{m}^3$  beton. Berikut proporsi koreksi campuran beton:

- Semen : 447,368  $\text{kg/m}^3$ .
- Pasir : 599,886  $\text{kg/m}^3$ .
- Batu pecah : 1224,913  $\text{kg/m}^3$ .
- Air : 165,701  $\text{kg/m}^3$ .

### 3.11.2. Pembuatan Benda Uji

#### 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 kuat tarik.

Benda uji ini berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm berjumlah 36 buah. Berikut penjelasannya:

- a. Beton normal, dengan umur beton 7, 14 dan 28 hari. Masing-masing umur beton 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 7, 14 dan 28 hari. Masing-masing umur beton 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 7, 14 dan 28 hari. Masing-masing umur beton 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 7, 14 dan 28 hari. Masing-masing umur beton terdapat 3 buah benda uji untuk dapat diambil data rata-ratanya.

### **3.11.3. Pengujian *Slump***

Pengujian *slump* dilakukan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 1972:2008).

### **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 7, 14 dan 28 hari.

### **3.11.5. 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.

### **3.11.6. Pengujian Kuat Tarik**

Seperti halnya pengujian kuat tekan, pengujian kuat tarik ini dilakukan setelah penimbangan beton cetak. Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin uji tarik di laboratorium. Jumlah sampel pengujian untuk setiap variasi direncanakan sebanyak:

1. Beton normal.
  - a. Umur 7 hari : 3 buah.
  - b. Umur 14 hari : 3 buah.
  - c. Umur 28 hari : 3 buah.
2. Beton dengan campuran serat daun nanas 0,04 %.
  - a. Umur 7 hari : 3 buah.
  - b. Umur 14 hari : 3 buah.
  - c. Umur 28 hari : 3 buah.
3. Beton dengan campuran serat daun nanas 0,09 %.
  - a. Umur 7 hari : 3 buah.
  - b. Umur 14 hari : 3 buah.
  - c. Umur 28 hari : 3 buah.
4. Beton dengan campuran serat daun nanas 0,15 %.
  - a. Umur 7 hari : 3 buah.
  - b. Umur 14 hari : 3 buah.
  - c. Umur 28 hari : 3 buah.

Maka, total benda uji untuk kuat tekan berjumlah 36 buah.

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

Agar didapat data atau nilai perencanaan campuran beton (*mix design*), terlebih dahulu melakukan pengujian awal pada agregat yang akan digunakan. Hal ini dimaksudkan untuk menganalisis data-data penelitian pengujian dasar untuk menghasilkan campuran beton yang diinginkan. Pengujian awal yang dilakukan menghasilkan nilai analisa saringan, berat jenis dan absorpsi, kadar air, kadar lumpur, berat isi dan keausan agregat.

Dari hasil percobaan didapat data-data sebagai berikut:

1. Modulus kehalusan agregat kasar : 7,068
2. Modulus kehalusan agregat halus : 2,775
3. Berat jenis agregat kasar : 2,716 gr/cm<sup>3</sup>
4. Berat jenis agregat halus : 2,571 gr/cm<sup>3</sup>
5. Penyerapan agregat kasar : 0,752 %
6. Penyerapan agregat halus : 1,730 %
7. Kadar air agregat kasar : 0,604 %
8. Kadar air agregat halus : 2,145 %
9. Berat isi agregat kasar : 1,511 gr/cm<sup>3</sup>
10. Berat isi agregat halus : 1,165 gr/cm<sup>3</sup>
11. Kadar lumpur agregat kasar : 0,767 %
12. Kadar lumpur agregat halus : 3,3 %
13. Nilai *slump* rencana : 30-60 mm
14. Ukuran agregat maksimum : 40 mm

Setelah mendapatkan data atau nilai dari pemeriksaan pengujian dasar maka dapat dilakukan perencanaan campuran beton (*mix design*) dengan kuat tekan yang diisyaratkan yaitu 26,8 MPa. Dengan menggunakan grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen untuk benda uji silinder maka didapat kuat tekan rata-rata yang ditargetkan seperti yang terlihat di Grafik 4.1 berdasarkan SNI 03-2834-2002.

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

No.	Uraian	Tabel/Grafik Perhitungan	Nilai	Keterangan
1	Kuat Tekan yang Diisyaratkan	Ditetapkan	26,8	MPa
2	Deviasi Standar	Tabel Tri Mulyono	12	MPa
3	Nilai Tambah (Margin)	Tabel 8.10 Tri Mulyono	4,2	MPa
4	Kuat Tekan Rata-Rata yang Ditargetkan	(1) + (2) + (3)	43	MPa
5	Jenis Semen	Ditetapkan		<i>Portland Cement Type 1</i>
6	Jenis Agregat :			
	a. Kasar	Ditetapkan		Batu Pecah Binjai
	b. Halus	Ditetapkan		Pasir Binjai
7	FAS bebas	Grafik SNI 2000	0,38	
8	FAS maksimum	Tabel 8.19 Tri Mulyono	0,6	
9	Slump	Ditetapkan	30-60	mm
10	Ukuran Agregat Maksimum	Ditetapkan	40	mm
11	Kadar Air Bebas	Tabel 8.21 Tri Mulyono	170	kg/m <sup>3</sup>
12	Jumlah Semen	(11) / (7)	447,368	kg/m <sup>3</sup>
13	Jumlah Semen Maksimum	Ditetapkan	447,368	kg/m <sup>3</sup>
14	Jumlah Semen Minimum	Tabel 8.19 Tri Mulyono	275	kg/m <sup>3</sup>
15	FAS yang disesuaikan	Grafik Tri Mulyono	0,38	
16	Susunan Besar Butir Agregat Halus	Grafik 3-6		Zona Gradasi 2
17	Susunan Besar Butir Agregat Kasar atau Gabungan	Grafik 7,8,9 / Tabel 7		Gradasi Butir 3
18	Persen Agregat Halus	Grafik 8.5.3 Tri Mulyono	32,75	%
19	Persen Agregat Kasar	Rumus	67,25	%
20	Berat Jenis Relatif Agregat (Kering permukaan/SSD)	Rumus	2,668	kg/m <sup>3</sup>

Tabel 4.1: *Lanjutan.*

No.	Uraian	Tabel/Grafik Perhitungan	Nilai	Keterangan
21	Berat Isi Beton	Grafik 8.6 Tri Mulyono	2441,5	kg/m <sup>3</sup>
22	Kadar Agregat Gabungan	(21) - ((12) + (11))	1824,132	kg/m <sup>3</sup>
23	Kadar Agregat Halus	(18) x (22)	597,403	kg/m <sup>3</sup>
24	Kadar Agregat Kasar	(22) - (23)	1226,728	kg/m <sup>3</sup>
25	Proporsi Campuran		Tiap campuran 1 benda uji	Tiap meter kubik Perbandingan campuran
	a. Semen (kg)	Didapat	2,373	447,368 1
	b. Pasir (kg)	Didapat	3,168	597,403 1,335
	c. Batu Pecah (kg)	Didapat	6,506	1226,728 2,742
	d. Air (kg)	Didapat	0,902	170,000 0,38
26	Koreksi Proporsi Campuran			
	a. Semen (kg)	Rumus	2,373	447,368 1
	b. Pasir (kg)	Rumus	3,182	599,886 1,341
	c. Batu Pecah (kg)	Rumus	6,496	1224,913 2,738
	d. Air (kg)	Rumus	0,879	165,701 0,370

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

Semen	:	Pasir	:	Batu pecah	:	Air
447,368	:	599,886	:	1224,913	:	165,701
1	:	1,341	:	2,738	:	0,370

a. Untuk benda uji

Menggunakan cetakan silinder dengan ukuran sebagai berikut:

Tinggi silinder = 30 cm = 0,30 m

Diameter silinder = 15 cm = 0,15 m.

Maka, volume silinder yaitu :

$$\begin{aligned} V \text{ silinder} &= \pi r^2 t \\ &= \frac{22}{7} \times \left(\frac{0,15}{2}\right)^2 \times 0,30 \\ &= 0,005304 \text{ m}^3. \end{aligned}$$

- Semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji, yaitu:

Banyak semen dalam 1 meter kubik  $\times$  Volume 1 benda uji

$$447,368 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3$$

$$= 2,373 \text{ kg.}$$

- Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji, yaitu:

Banyak pasir dalam 1 meter kubik  $\times$  Volume 1 benda uji

$$599,886 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3$$

$$= 3,182 \text{ kg.}$$

- Batu pecah yang dibutuhkan untuk 1 benda uji, yaitu:

Banyak batu pecah dalam 1 meter kubik  $\times$  Volume 1 benda uji

$$1224,913 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3$$

$$= 6,496 \text{ kg.}$$

- Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji, yaitu:

Banyak air dalam 1 meter kubik  $\times$  Volume 1 benda uji

$$165,701 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3$$

$$= 0,879 \text{ kg.}$$

Maka perbandingan untuk 1 benda uji dalam satuan kilogram adalah:

Semen	:	Pasir	:	Batu pecah	:	Air
447,368	:	599,886	:	1224,913	:	165,701
2,373	:	3,182	:	6,496	:	0,879

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

Tabel 4.2: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor Saringan	% Berat Tertahan	Rumus	Berat Tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ Berat tertahan}}{100} \times \text{Berat Batu Pecah}$	
1,5	4,429	$\frac{4,429}{100} \times 6,496$	0,288
3/4	27,911	$\frac{27,911}{100} \times 6,496$	1,813
3/8	37,732	$\frac{37,732}{100} \times 6,496$	2,451
No. 4	29,929	$\frac{29,929}{100} \times 6,496$	1,944
Total			6,496

Berdasarkan Tabel 4.2 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji yaitu 0,288 kg untuk saringan 1,5; 1,813 kg untuk saringan 3/4; 2,451 kg untuk saringan 3/8 dan 1,944 kg untuk saringan no.4. Total keseluruhan agregat kasar untuk 1 benda uji berbentuk silinder sebesar 6,496 kg.

Tabel 4.3: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji.

Nomor Saringan	% Berat Tertahan	Rumus	Berat Tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ Berat tertahan}}{100} \times \text{Berat Pasir}$	
No. 4	1,045	$\frac{1,045}{100} \times 3,182$	0,033
No. 8	8,682	$\frac{8,682}{100} \times 3,182$	0,276
No. 16	18,909	$\frac{18,909}{100} \times 3,182$	0,602

Tabel 4.3. Lanjutan.

Nomor Saringan	% Berat Tertahan	Rumus	Berat Tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ Berat tertahan}}{100} \times \text{Berat Pasir}$	
No. 30	26,955	$\frac{26,955}{100} \times 3,182$	0,858
No. 50	28,591	$\frac{28,591}{100} \times 3,182$	0,910
No. 100	14,091	$\frac{14,091}{100} \times 3,182$	0,448
Pan	1,727	$\frac{1,727}{100} \times 3,182$	0,055
Total			3,182

Berdasarkan Tabel 4.3 menunjukkan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji silinder yaitu sebesar 0,033 kg untuk saringan nomor 4; 0,276 kg untuk saringan nomor 8; 0,602 kg untuk saringan nomor 16; 0,858 kg untuk saringan nomor 30; 0,910 kg untuk saringan nomor 50; 0,448 kg untuk saringan nomor 100 dan 0,055 kg untuk pan. Total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji silinder sebesar 3,182 kg.

b. Untuk bahan tambah

Penggunaan bahan tambah yang digunakan dalam penelitian menggunakan serat daun nanas sebesar 0,04 %, 0,09 % dan 0,15 % dari berat semen. Berat masing-masing variasi diuraikan sebagai berikut :

Tabel 4.4: Banyak serat daun nanas yang dibutuhkan untuk 1 benda uji silinder.

Persentase banyaknya serat (%)	Banyaknya serat dari berat semen (gr)
0,04	0,949
0,09	2,135
0,15	3,559

1) Serat daun nanas 0,04 % untuk 1 benda uji silinder:

$$\frac{0,04}{100} \times \text{Berat semen}$$

$$\frac{0,04}{100} \times 2,373$$

$$= 0,949 \text{ gr.}$$

2) Serat daun nanas 0,09 % untuk 1 benda uji silinder:

$$\frac{0,09}{100} \times \text{Berat semen}$$

$$\frac{0,09}{100} \times 2,373$$

$$= 2,135 \text{ gr.}$$

3) Serat daun nanas 0,15 % untuk 1 benda uji silinder:

$$\frac{0,15}{100} \times \text{Berat semen}$$

$$\frac{0,15}{100} \times 2,373$$

$$= 3,559 \text{ gr.}$$

Berdasarkan Tabel 4.4 menjelaskan jumlah penggunaan bahan tambahan yang digunakan pada campuran beton sebesar 0,949 gr untuk 0,04 % dari berat semen, 2,135 gr untuk 0,09 % dari berat semen, 3,559 gr untuk 0,15 % dari berat semen.

Dalam penelitian ini, jumlah benda uji yang akan dibuat adalah sebanyak 36 buah. Maka, banyak bahan yang dibutuhkan untuk 36 benda uji yaitu:

- Semen yang dibutuhkan untuk 36 benda uji.  
Banyaknya semen 1 benda uji  $\times$  36 benda uji  
 $= 2,373 \text{ kg} \times 36 \text{ benda uji}$   
 $= 85,415 \text{ kg.}$
- Pasir yang dibutuhkan untuk 36 benda uji.  
Banyaknya pasir 1 benda uji  $\times$  36 benda uji  
 $= 3,182 \text{ kg} \times 36 \text{ benda uji}$   
 $= 114,535 \text{ kg.}$
- Batu pecah yang dibutuhkan untuk 36 benda uji.

$$\begin{aligned} & \text{Banyaknya batu pecah 1 benda uji} \times 36 \text{ benda uji} \\ & = 6,496 \text{ kg} \times 36 \text{ benda uji} \\ & = 233,871 \text{ kg.} \end{aligned}$$

- Air yang dibutuhkan untuk 36 benda uji.

$$\begin{aligned} & \text{Banyaknya air 1 benda uji} \times 36 \text{ benda uji} \\ & = 0,879 \text{ kg} \times 36 \text{ benda uji} \\ & = 31,637 \text{ kg.} \end{aligned}$$

Maka perbandingan untuk 36 benda uji dalam satuan kilogram adalah:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Semen} & : & \text{Pasir} & : & \text{Batu pecah} & : & \text{Air} \\ 85,415 & : & 114,535 & : & 233,871 & : & 31,637 \end{array}$$

Berdasarkan analisa saringan untuk 36 benda uji, maka didapat berat untuk masing-masing saringan yang terlihat pada Tabel 4.5 dan 4.6 berikut.

Tabel 4.5: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 36 benda uji.

Nomor Saringan	% Berat Tertahan	Rumus	Berat Tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ Berat tertahan}}{100} \times \text{Berat Batu Pecah}$	
1,5	4,429	$\frac{4,429}{100} \times 233,871$	10,357
$\frac{3}{4}$	27,911	$\frac{27,911}{100} \times 233,871$	65,275
3/8	37,732	$\frac{37,732}{100} \times 233,871$	88,244
No. 4	29,929	$\frac{29,929}{100} \times 233,871$	69,994
Total			233,871

Berdasarkan Tabel 4.5 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 36 benda uji yaitu 10,357 kg

untuk saringan 1,5; 65,275kg untuk saringan 3/4; 88,244 kg untuk saringan 3/8 dan 69,994 kg untuk saringan no.4. Total keseluruhan agregat kasar untuk 36 benda uji berbentuk silinder sebesar 233,871 kg.

Tabel 4.6: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 36 benda uji.

Nomor Saringan	% Berat Tertahan	Rumus	Berat Tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ Berat tertahan}}{100} \times \text{Berat Pasir}$	
No. 4	1,045	$\frac{1,045}{100} \times 114,535$	1,197
No. 8	8,682	$\frac{8,682}{100} \times 114,535$	9,944
No. 16	18,909	$\frac{18,909}{100} \times 114,535$	21,658
No. 30	26,955	$\frac{26,955}{100} \times 114,535$	30,872
No. 50	28,591	$\frac{28,591}{100} \times 114,535$	32,747
No. 100	14,091	$\frac{14,091}{100} \times 114,535$	16,139
Pan	1,727	$\frac{1,727}{100} \times 114,535$	1,978
Total			114,535

Berdasarkan Tabel 4.6 menunjukkan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 36 benda uji silinder yaitu sebesar 1,197 kg untuk saringan nomor 4; 9,944 kg untuk saringan nomor 8; 21,658 kg untuk saringan nomor 16; 30,872 kg untuk saringan nomor 30; 32,747 kg untuk saringan nomor 50; 16,139 kg untuk saringan nomor 100 dan 1,978 kg untuk pan. Total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji silinder sebesar 114,535 kg.

## 4.2. Pembuatan Benda Uji

Penelitian ini menggunakan silinder sebagai benda uji dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, jumlah benda uji yang di buat sebanyak 36 benda uji.

Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam pembuatan benda uji:

### 1. Pengadukan beton

Pengadukan beton dilakukan dengan menggunakan mesin pengaduk (*mixer*). Mula-mula agregat kasar dimasukkan kedalam mesin pengaduk setelah itu memasukkan 1/3 bagian air dari total keseluruhan air kemudian memasukkan agregat halus, memasukkan lagi 1/3 bagian air kemudian memasukkan semen, Setelah adukan rata, kemudian sisa air yang belum dimasukkan kedalam mesin pengaduk dimasukkan ke mesin pengaduk. Pengadukan dilanjutkan sampai warna adukan tampak rata, dan tampak campuran homogen dan sudah tampak kelecakan yang cukup. Setelah beton tercampur merata kemudian adukan beton tersebut dituang ke dalam pan.

### 2. Pencetakan

Sebelum beton di masukkan kedalam cetakan terlebih dahulu dilakukan pengukuran kelecakan (*slump test*). Setelah itu kemudian adukan beton dimasukkan kedalam cetakan yang telah di sediakan, masukkan adukan beton kedalam cetakan dengan menggunakan sendok aduk atau sekop kecil. Setiap pengambilan campuran dari pan harus dapat mewakili keseluruhan dari adukan tersebut, isi 1/3 cetakan dengan adukan lalu di lakukan pemadatan dengan cara di rojok/tusuk dengan batang besi yang berdiameter 16 mm, dengan jumlah tusukan 25 kali kemudian di vibrator, hal ini terus dilakukan untuk 2/3 dan 3/3 atau sampai cetakan penuh kemudian pukul-pukul bagian luar cetakan dengan menggunakan palu karet sebanyak 10 sampai 15 kali agar udara yang terperangkap didalam adukan dapat keluar, setelah itu ratakan permukaan cetakan. Lepaskan cetakan setelah  $\pm$  24 jam dan tidak lebih dari 48 jam setelah pencetakan.

### 3. Pemeliharaan beton

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

### 4.3. Slump Test

Pengambilan nilai *slump* dilakukan untuk masing-masing campuran baik pada beton normal maupun beton yang menggunakan bahan tambah (*additive & admixture*). Pengujian *slump* dilakukan dengan kerucut Abrams dengan cara mengisi kerucut Abrams dengan beton segar (setiap pengambilan bahan harus dapat mewakili adukan tersebut) sebanyak 3 lapis. Tiap lapis kira – kira 1/3 dari isi kerucut pada tiap lapisan dilakukan penusukan sebanyak 25 kali. Tongkat penusuk dibiarkan jatuh bebas tanpa dipaksa, hal ini terus dilakukan untuk 2/3 dan 3/3 atau sampai penuh. 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 4.7. Pada tabel ini dijelaskan nilai *slump* pada masing masing pencetakan beton. Seperti yang kita ketahui, perencanaan *slump* pada *Job Mix Design* adalah 30-60 mm.

Tabel 4.7: Nilai *slump* pada pengujian kuat tekan beton.

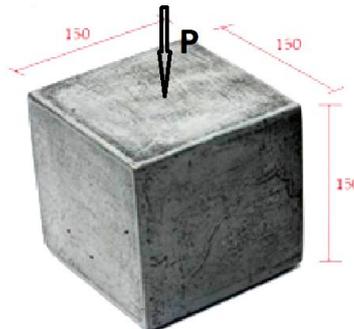
Benda Uji Kubus	Beton Normal			Beton dengan Bahan Tambah Serat Daun Nanas									
				0,04%			0,09%			0,15%			
Umur (hari)	7	14	28	7	14	28	7	14	28	7	14	28	
Slump (cm)	4	4	4	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,8	3,5	3,5	3,5

Tabel 4.8: Nilai slump pada pengujian kuat tarik belah beton.

Benda Uji Silinder	Beton Normal			Beton dengan Bahan tambah serat daun nanas								
				0,04%			0,09%			0,15%		
Umur (hari)	7	14	28	7	14	28	7	14	28	7	14	28
Slump (cm)	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3	3	3	3	3	3

#### 4.4. Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan menggunakan mesin tekan dengan kapasitas 2000 kN. Benda uji yang akan dites adalah berupa kubus dengan diameter 15 cm x 15 cm x 15 cm seperti pada Gambar 4.1. Jumlah benda uji 12 buah dengan mengelompokan benda uji sesuai dengan variasi campurannya.



Gambar 4.1: Beban tekan pada benda uji kubus.

##### 4.4.1. Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Pengujian beton normal dilakukan pada saat beton berumur 28 hari. Hasil dari penelitian kuat tekan beton normal dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9: Pengujian kuat tekan beton kubus normal 28 hari.

Kubus 150x150x150 (mm)	Beban Maksimum (kg)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-Rata (MPa)
Beton Normal	Benda Uji		
	1	125000	55,556
	2	113000	50,222
	3	115000	51,111
			52,296

Berdasarkan hasil kuat tekan beton normal, didapat nilai kuat tekan rata-rata untuk umur 28 hari yaitu sebesar 52,296 MPa. Hasil penelitian beton normal ini memenuhi persyaratan karena nilai kuat tekan umur beton 28 hari yang dihasilkan melebihi dari nilai kuat tekan rencana yaitu sebesar 43 MPa.

Pengujian beton dengan tambahan campuran serat daun nanas 0,04 % dari berat semen dilakukan pada saat beton berumur 28 hari. Hasil dari penelitian kuat tekan beton normal dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10: Pengujian kuat tekan beton kubus campuran serat daun nanas 0,04 % 28 hari.

Kubus 150x150x150 (mm)	Beban Maksimum	Kuat Tekan	Rata-Rata
Beton	Benda Uji	(kg)	(MPa)
Normal	1	126000	56,000
	2	128000	56,889
	3	126000	56,000
			56,296

Berdasarkan hasil kuat tekan beton dengan tambahan campuran serat daun nanas 0,04 % dari berat semen, didapat nilai kuat tekan rata-rata untuk umur 28 hari yaitu sebesar 56,296 MPa. Dari hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa beton dengan tambahan campuran serat daun nanas 0,04 % dari berat semen dapat menaikkan kuat tekan dari beton normal atau beton tanpa serat daun nanas.

Pengujian beton dengan tambahan campuran serat daun nanas 0,09 % dari berat semen dilakukan pada saat beton berumur 28 hari. Hasil dari penelitian kuat tekan beton campuran serat daun nanas 0,09 % dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11: Pengujian kuat tekan beton kubus campuran serat daun nanas 0,09 % 28 hari.

Kubus 150x150x150 (mm)	Beban Maksimum	Kuat Tekan	Rata-Rata
Beton	Benda Uji	(kg)	(MPa)
Normal	1	127000	56,444
	2	128000	56,889
	3	128000	56,889
			56,741

Berdasarkan hasil kuat tekan beton dengan tambahan campuran serat daun nanas 0,09 % dari berat semen, didapat nilai kuat tekan rata-rata untuk umur 28 hari yaitu sebesar 56,741 MPa. Dari hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa beton dengan tambahan campuran serat daun nanas 0,09 % dari berat semen dapat menaikkan kuat tekan lebih besar dari beton dengan tambahan campuran serat daun nanas 0,04 % dari berat semen.

Pengujian beton dengan tambahan campuran serat daun nanas 0,15 % dari berat semen dilakukan pada saat beton berumur 28 hari. Hasil dari penelitian kuat tekan beton campuran serat daun nanas 0,15 % dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12: Pengujian kuat tekan beton kubus campuran serat daun nanas 0,15 % 28 hari.

Kubus 150x150x150 (mm)		Beban Maksimum	Kuat Tekan	Rata-Rata
Beton	Benda Uji	(kg)	(MPa)	(MPa)
Normal	1	122000	54,222	55,556
	2	125000	55,556	
	3	128000	56,889	

Berdasarkan hasil kuat tekan beton dengan tambahan campuran serat daun nanas 0,15 % dari berat semen, didapat nilai kuat tekan rata-rata untuk umur 28 hari yaitu sebesar 55,556 MPa. Dari hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa beton dengan tambahan campuran serat daun nanas 0,15 % dari berat semen dapat menaikkan kuat tekan lebih besar dari beton dengan tambahan campuran serat daun nanas 0,04 % dari berat semen. Akan tetapi nilai ini turun dari kuat tekan beton dengan tambahan campuran serat daun nanas 0,09 % dari berat semen yaitu sebesar 56,741 MPa.

Hasil penelitian ini memiliki beberapa faktor yang dapat mengakibatkan penurunan kekuatan tekan beton kubus pada penambahan serat daun nanas 0,15 % dari berat semen. Adapun faktor yang dapat mengakibatkan hal ini terjadi yaitu penambahan serat daun nanas yang tidak merata pada campuran beton dapat menurunkan kualitas beton. Serat daun nanas apabila tidak dicampur merata dengan benar akan menyebabkan gumpalan serat didalam campuran beton.

#### 4.5. Pembahasan Kuat Tekan Beton

Apabila kita membandingkan antara nilai kuat tekan akhir beton normal dengan beton dengan campuran serat daun nanas, dapat dilihat adanya kenaikan nilai kuat tekan pada beton.

Persentase kenaikan dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini:

1. Penambahan serat daun nanas 0,04 % dari berat semen.

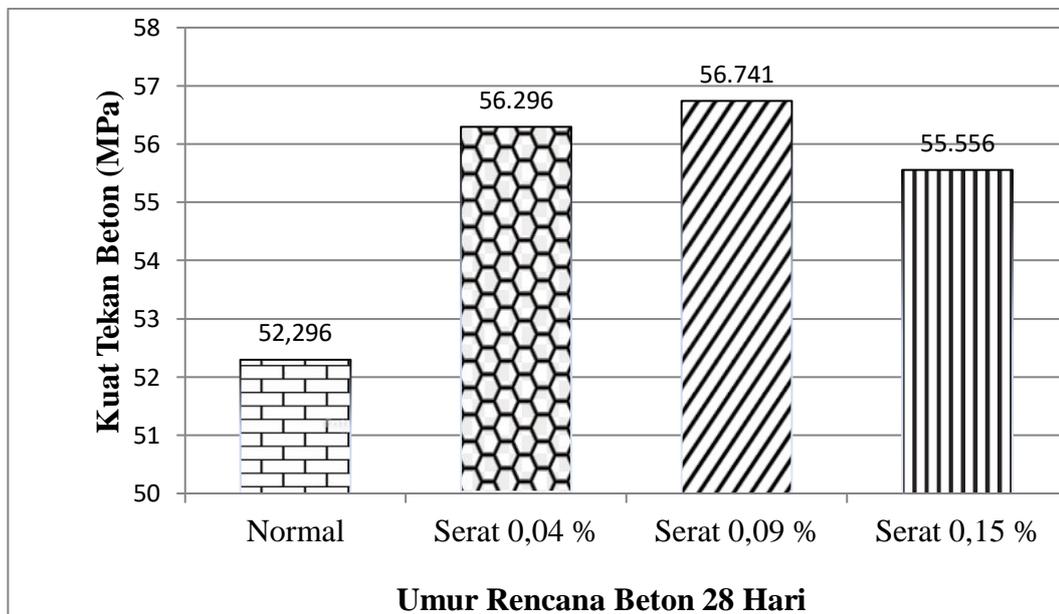
$$\begin{aligned} \text{Besar nilai kenaikan kuat tekan beton yaitu} &= \frac{56,296 - 52,296}{52,296} \times 100 \% \\ &= 7,648 \%. \end{aligned}$$

2. Penambahan serat daun nanas 0,09 % dari berat semen.

$$\begin{aligned} \text{Besar nilai kenaikan kuat tekan beton yaitu} &= \frac{56,741 - 52,296}{52,296} \times 100 \% \\ &= 8,499 \%. \end{aligned}$$

3. Penambahan serat daun nanas 0,15 % dari berat semen.

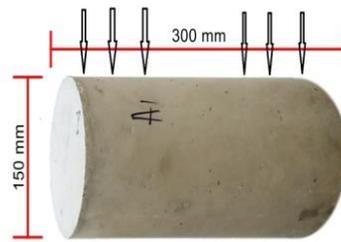
$$\begin{aligned} \text{Besar nilai kenaikan kuat tekan beton yaitu} &= \frac{55,556 - 52,296}{52,296} \times 100 \% \\ &= 6,233 \%. \end{aligned}$$



Gambar 4.2: Perbandingan hasil kuat tekan beton.

#### 4.6. Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada saat beton berumur 7, 14 dan 28 hari dengan menggunakan mesin *Compression Machine* dan Jig. Jig merupakan alat bantu penandaan garis tengah silinder beton dan sebagai bantalan merata beban. Kekuatan tarik dalam penelitian ini ditentukan dengan menggunakan percobaan belah silinder dimana ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm seperti pada Gambar 4.3. Diberikan beban tegak lurus terhadap sumbu longitudinalnya dengan silinder ditempatkan secara horizontal diatas plat mesin percobaan. Jumlah benda uji 36 buah dengan mengelompokkan benda uji sesuai dengan variasi campurannya.



Gambar 4.3: Beban tarik lentur pada benda uji silinder.

##### 4.6.1. Kuat Tarik Belah Beton Umur 7 Hari

Pengujian beton pada saat beton berumur 7 hari dengan variasi serat 0% (beton normal), 0,04 %, 0,09 % dan 0,15 % dari berat semen. Hasil dari penelitian kuat tarik belah beton berumur 7 hari dapat dilihat pada Tabel 4.13, 4.14, 4.15 dan 4.16.

Tabel 4.13: Pengujian kuat tarik belah beton silinder normal 7 hari.

Silinder 150/300 (mm)		Beban Maksimum	Kuat Tarik Belah	Rata-Rata
Beton	Benda Uji	(N)	(MPa)	(MPa)
Normal	1	230000	3,253	3,158
	2	230000	3,253	
	3	210000	2,970	

Tabel 4.14: Pengujian kuat tarik belah beton silinder serat 0,04 % 7 hari.

Silinder 150/300 (mm)		Beban Maksimum	Kuat Tarik Belah	Rata-Rata
Beton	Benda Uji	(N)	(MPa)	(MPa)
Serat Daun Nanas 0,04%	1	240000	3,394	3,253
	2	230000	3,253	
	3	220000	3,111	

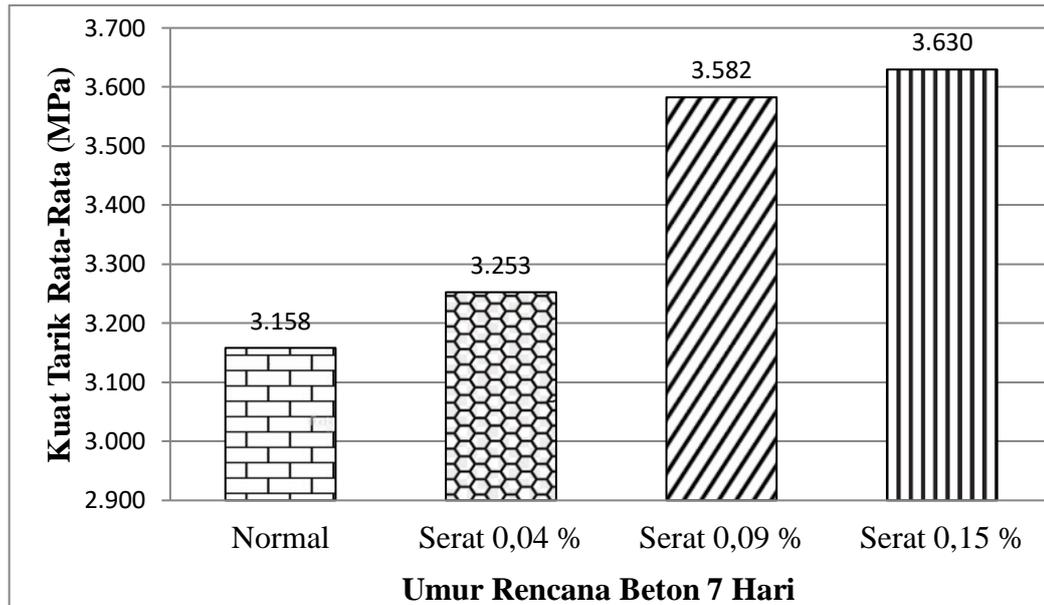
Tabel 4.15: Pengujian kuat tarik belah beton silinder serat 0,09 % 7 hari.

Silinder 150/300 (mm)		Beban Maksimum	Kuat Tarik Belah	Rata-Rata
Beton	Benda Uji	(N)	(MPa)	(MPa)
Serat Daun Nanas 0,09%	1	250000	3,535	3,582
	2	260000	3,677	
	3	250000	3,535	

Tabel 4.16: Pengujian kuat tarik belah beton silinder serat 0,15 % 7 hari.

Silinder 150/300 (mm)		Beban Maksimum	Kuat Tarik Belah	Rata-Rata
Beton	Benda Uji	(N)	(MPa)	(MPa)
Serat Daun Nanas 0,15%	1	260000	3,677	3,630
	2	260000	3,677	
	3	250000	3,535	

Berdasarkan hasil kuat tarik beton umur 7 hari, didapat nilai kuat tarik rata-rata untuk serat daun nanas 0 % yaitu sebesar 3,158 MPa, nilai kuat tarik rata-rata untuk serat daun nanas 0,04 % yaitu sebesar 3,253 MPa, nilai kuat tarik rata-rata untuk serat daun nanas 0,09 % yaitu sebesar 3,582 MPa dan nilai kuat tarik rata-rata untuk serat daun nanas 0,15 % yaitu sebesar 3,630 MPa . Dari hasil penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tarik bertambah besar dengan menggunakan variasi serat daun nanas.



Gambar 4.4: Perbandingan hasil kuat tarik beton 7 hari dengan variasi serat.

#### 4.6.2. Kuat Tarik Beton Beton Umur 14 Hari

Pengujian beton pada saat beton berumur 14 hari dengan variasi serat 0 % (beton normal), 0,04 %, 0,09 % dan 0,15 % dari berat semen. Hasil dari penelitian kuat tarik belah beton berumur 14 hari dapat dilihat pada Tabel 4.17, 4.18, 4.19 dan 4.20.

Tabel 4.17: Pengujian kuat tarik belah beton silinder normal 14 hari.

Silinder 150/300 (mm)		Beban Maksimum	Kuat Tarik Belah	Rata-Rata
Beton	Benda Uji	(N)	(MPa)	(MPa)
Normal	1	230000	3,253	3,347
	2	240000	3,394	
	3	240000	3,394	

Tabel 4.18: Pengujian kuat tarik belah beton silinder serat 0,04 % 14 hari.

Silinder 150/300 (mm)		Beban Maksimum	Kuat Tarik Belah	Rata-Rata
Beton	Benda Uji	(N)	(MPa)	(MPa)
Serat Daun Nanas 0,04%	1	240000	3,394	3,441
	2	250000	3,535	
	3	240000	3,394	

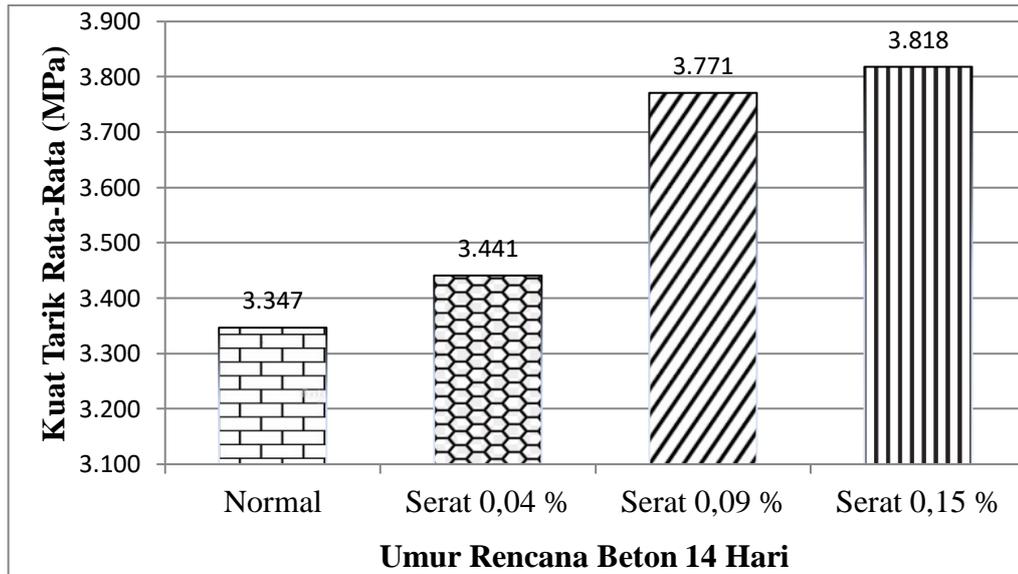
Tabel 4.19: Pengujian kuat tarik belah beton silinder serat 0,09 % 14 hari.

Silinder 150/300 (mm)		Beban Maksimum	Kuat Tarik Belah	Rata-Rata
Beton	Benda Uji	(N)	(MPa)	(MPa)
Serat Daun Nanas 0,09%	1	270000	3,818	3,771
	2	290000	3,818	
	3	280000	3,677	

Tabel 4.20: Pengujian kuat tarik belah beton silinder serat 0,15 % 14 hari.

Silinder 150/300 (mm)		Beban Maksimum	Kuat Tarik Belah	Rata-Rata
Beton	Benda Uji	(N)	(MPa)	(MPa)
Serat Daun Nanas 0,15%	1	270000	3,818	3,818
	2	270000	3,818	
	3	270000	3,818	

Berdasarkan hasil kuat tarik beton umur 14 hari, didapat nilai kuat tarik rata-rata untuk serat daun nanas 0 % yaitu sebesar 3,347 MPa, nilai kuat tarik rata-rata untuk serat daun nanas 0,04 % yaitu sebesar 3,441 MPa, nilai kuat tarik rata-rata untuk serat daun nanas 0,09 % yaitu sebesar 3,771 MPa dan nilai kuat tarik rata-rata untuk serat daun nanas 0,15 % yaitu sebesar 3,818 MPa . Dari hasil penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tarik bertambah besar dengan menggunakan variasi serat daun nanas.



Gambar 4.5: Perbandingan hasil kuat tarik beton 14 hari dengan variasi serat.

#### 4.6.3. Kuat Tarik Beton Campuran Beton Umur 28 Hari

Pengujian beton pada saat beton berumur 28 hari dengan variasi serat 0% (beton normal), 0,04 %, 0,09 % dan 0,15 % dari berat semen. Hasil dari penelitian kuat tarik belah beton berumur 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.21, 4.22, 4.23, 4.24.

Tabel 4.21: Pengujian kuat tarik belah beton silinder normal 28 hari.

Silinder 150/300 (mm)		Beban Maksimum	Kuat Tarik Belah	Rata-Rata
Beton	Benda Uji	(N)	(MPa)	(MPa)
Normal	1	270000	3,818	3,818
	2	270000	3,818	
	3	270000	3,818	

Tabel 4.22: Pengujian kuat tarik belah beton silinder serat 0,04 % 28 hari.

Silinder 150/300 (mm)		Beban Maksimum	Kuat Tarik Belah	Rata-Rata
Beton	Benda Uji	(N)	(MPa)	(MPa)
Serat Daun Nanas 0,04%	1	280000	3,960	3,865
	2	270000	3,818	
	3	270000	3,818	

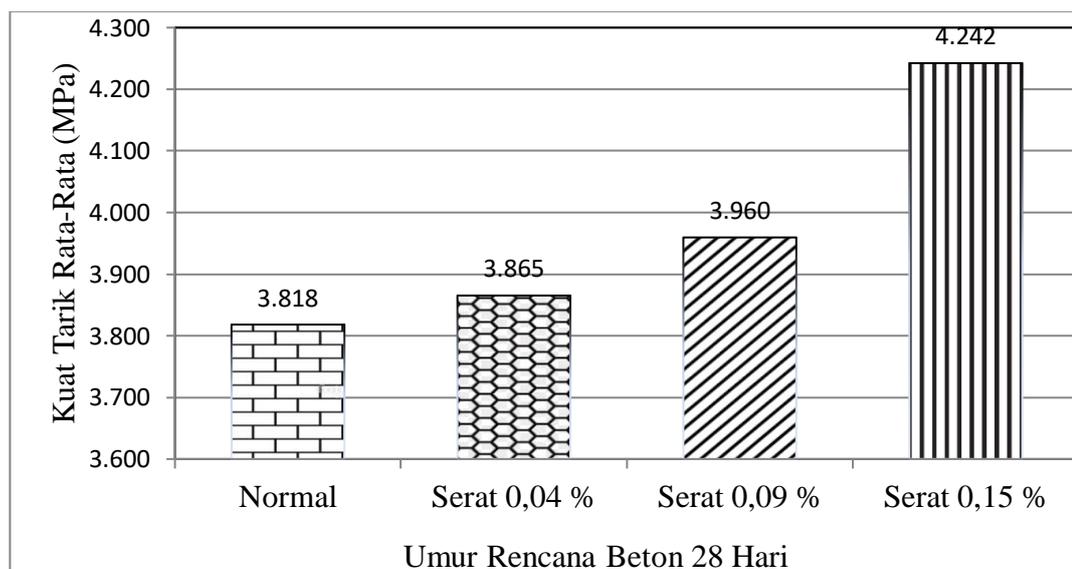
Tabel 4.23: Pengujian kuat tarik belah beton silinder serat 0,09 % 28 hari.

Silinder 150/300 (mm)		Beban Maksimum	Kuat Tarik Belah	Rata-Rata
Beton	Benda Uji	(N)	(MPa)	(MPa)
Serat Daun Nanas 0,09%	1	270000	3,818	3,960
	2	290000	4,101	
	3	280000	3,960	

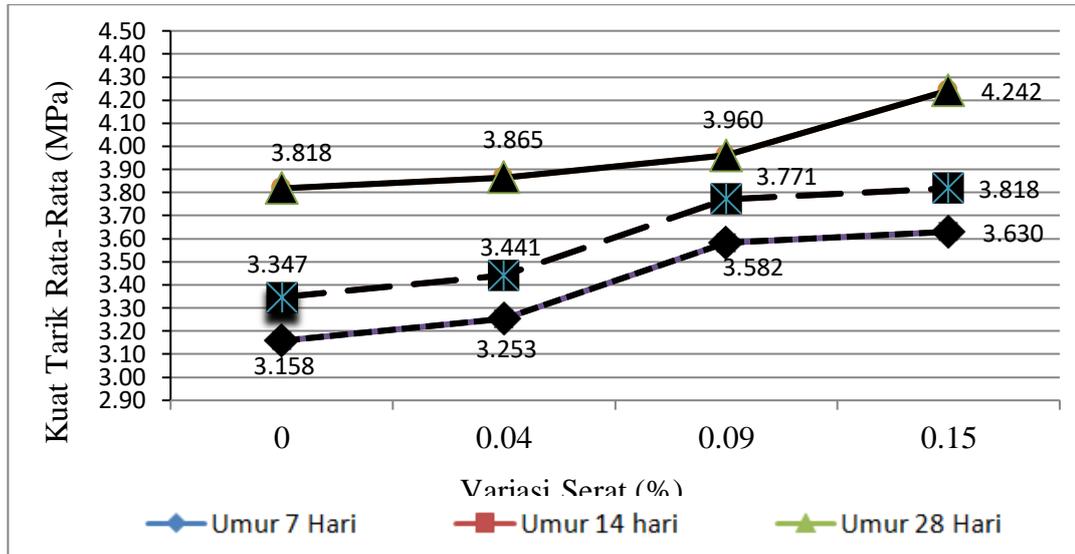
Tabel 4.24: Pengujian kuat tarik belah beton silinder serat 0,15 % 28 hari.

Silinder 150/300 (mm)		Beban Maksimum	Kuat Tarik Belah	Rata-Rata
Beton	Benda Uji	(N)	(MPa)	(MPa)
Serat Daun Nanas 0,15%	1	300000	4,242	4,242
	2	310000	4,384	
	3	290000	4,101	

Berdasarkan hasil kuat tarik beton umur 28 hari, didapat nilai kuat tarik rata-rata untuk serat daun nanas 0 % yaitu sebesar 3,818 MPa, nilai kuat tarik rata-rata untuk serat daun nanas 0,04 % yaitu sebesar 3,865 MPa, nilai kuat tarik rata-rata untuk serat daun nanas 0,09 % yaitu sebesar 3,960 MPa dan nilai kuat tarik rata-rata untuk serat daun nanas 0,15 % yaitu sebesar 4,242 MPa . Dari hasil penelitian diatas dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tarik bertambah besar dengan menggunakan variasi serat daun nanas.



Gambar 4.6: Perbandingan hasil kuat tarik beton 28 hari dengan variasi serat .



Gambar 4.7: Hasil kuat tarik beton 7 hari, 14 hari dan 28 hari dengan variasi serat.

#### 4.7. Pembahasan Kuat Tarik Beton

Apabila kita membandingkan antara nilai kuat tarik akhir beton normal dengan beton dengan campuran serat daun nanas, dapat dilihat adanya kenaikan nilai kuat tarik pada beton.

Persentase kenaikan dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini:

1. Untuk beton umur 7 hari.

a. Penambahan serat daun nanas 0,04 % dari berat semen.

$$\begin{aligned} \text{Besarnya nilai kenaikan kuat tarik beton yaitu} &= \frac{3,253 - 3,158}{3,158} \times 100 \% \\ &= 2,985 \%. \end{aligned}$$

b. Penambahan serat daun nanas 0,09 % dari berat semen.

$$\begin{aligned} \text{Besarnya nilai kenaikan kuat tarik beton yaitu} &= \frac{3,582 - 3,158}{3,158} \times 100 \% \\ &= 13,433 \%. \end{aligned}$$

c. Penambahan serat daun nanas 0,15 % dari berat semen.

$$\begin{aligned} \text{Besarnya nilai kenaikan kuat tarik beton yaitu} &= \frac{3,630 - 3,158}{3,158} \times 100 \% \\ &= 14,925 \%. \end{aligned}$$

2. Untuk beton umur 14 hari.

a. Penambahan serat daun nanas 0,04 % dari berat semen.

$$\begin{aligned}\text{Besar nilai kenaikan kuat tarik beton yaitu} &= \frac{3,441 - 3,347}{3,347} \times 100 \% \\ &= 2,817 \%\end{aligned}$$

b. Penambahan serat daun nanas 0,09 % dari berat semen.

$$\begin{aligned}\text{Besar nilai kenaikan kuat tarik beton yaitu} &= \frac{3,771 - 3,347}{3,347} \times 100 \% \\ &= 12,676 \%\end{aligned}$$

c. Penambahan serat daun nanas 0,15 % dari berat semen.

$$\begin{aligned}\text{Besar nilai kenaikan kuat tarik beton yaitu} &= \frac{3,818 - 3,347}{3,347} \times 100 \% \\ &= 14,085 \%\end{aligned}$$

3. Untuk beton umur 28 hari.

a. Penambahan serat daun nanas 0,04 % dari berat semen.

$$\begin{aligned}\text{Besar nilai kenaikan kuat tarik beton yaitu} &= \frac{3,865 - 3,818}{3,818} \times 100 \% \\ &= 1,235 \%\end{aligned}$$

b. Penambahan serat daun nanas 0,09 % dari berat semen.

$$\begin{aligned}\text{Besar nilai kenaikan kuat tarik beton yaitu} &= \frac{3,960 - 3,818}{3,818} \times 100 \% \\ &= 3,704 \%\end{aligned}$$

c. Penambahan serat daun nanas 0,15 % dari berat semen.

$$\begin{aligned}\text{Besar nilai kenaikan kuat tarik beton yaitu} &= \frac{4,242 - 3,818}{3,818} \times 100 \% \\ &= 11,111 \%\end{aligned}$$

Dari hasil kuat tarik diatas dapat kita lihat bahwa persentase hasil kuat tarik beton meningkat dengan berturut pada penambahan serat daun nanas 0 % (beton normal), 0,04 %, 0,09 % dan 0,15 %.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1. Kesimpulan

1. Berdasarkan dari data kuat tekan beton yang dihasilkan bahwa variasi persen serat daun nanas dapat mempengaruhi mutu beton yang didapat. Beton dengan penambahan serat daun nanas sebanyak 0,09 % dari berat semen menghasilkan kuat tekan sebesar 56,741 MPa pada umur 28 hari. Pada campuran ini dihasilkan kuat tekan yang terbaik antara campuran variasi persen serat daun nanas yang lainnya.
2. Penambahan variasi serat daun nanas pada campuran beton menghasilkan pengaruh kekuatan tarik beton. Berdasarkan dari data kuat tarik beton umur 28 hari yang dihasilkan bahwa variasi persen serat daun nanas dapat mempengaruhi mutu beton yang didapat, yaitu:
  - a. Beton tanpa penambahan serat daun nanas menghasilkan kuat tarik sebesar 3,818 MPa.
  - b. Beton dengan penambahan serat daun nanas sebanyak 0,04 % dari berat semen menghasilkan kuat tekan sebesar 3,865 MPa.
  - c. Beton dengan penambahan serat daun nanas sebanyak 0,09 % dari berat semen menghasilkan kuat tekan sebesar 3,960 MPa.
  - d. Beton dengan penambahan serat daun nanas sebanyak 0,15 % dari berat semen menghasilkan kuat tekan sebesar 4,242 MPa.
3. Perbandingan kuat tarik pada beton umur 28 hari yang memiliki campuran serat daun nanas dengan beton normal
  - Beton normal : Beton serat daun nanas 0,04 % = 1 : 1,012.
  - Beton normal : Beton serat daun nanas 0,09 % = 1 : 1,037.
  - Beton normal : Beton serat daun nanas 0,04 % = 1 : 1,111.

## 5.2. Saran

1. Dari hasil penelitian kuat tekan yang didapat, campuran dengan menggunakan serat daun nanas pada setiap variasinya meningkat tetapi pada penambahan serat 0,15 % menghasilkan nilai lebih rendah dari penambahan serat 0,09 %, sehingga perlu dilakukan pengujian-pengujian lanjutan untuk variasi penambahan serat daun nanas lebih banyak dan dengan pengerjaan campuran beton yang sebaik-baiknya.
2. Berbeda dengan hasil kuat tekan yang didapat, pada kekuatan tarik beton menghasilkan mutu beton yang semakin meningkat dengan adanya penambahan variasi yang terus bertambah. Maka hal ini menginformasikan bahwa pemanfaatan limbah agraria seperti daun nanas dapat berguna untuk meningkatkan mutu beton dan disarankan untuk menggunakan serat daun nanas ini sebagai bahan penambah kekuatan tarik beton.
3. Perlu dilakukan pengujian kuat tarik dan tekan dengan variasi serat yang lebih besar agar dapat kita ketahui bagaimana sifat atau karakter campuran beton karena serat daun nanas yang menggumpal pada campuran beton segar sedikit sukar untuk terpisah atau tercampur merata.

## DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Materials C 33, 1982, 1985, 1986. *Standard Spesifikation For Aggregates*. Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials C29. *Standard Test for Bulk Dencity (Unit Weight) and Voids in Aggregate*. Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials C 39. 1993. *Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Speciment*. Philadelphia: ASTM.
- Dinas Pekerjaan Umum. 1990. *Metode Pengujian Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar (SNI 03-1968-1990)*. Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum. 2008. *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus (SNI 1970:2008)*. Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum. 2008. *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar. (SNI 1969:2008)*. Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum. 1990. *Metode Pengujian Kadar Air Agregat (SNI 03-1971-1990)*. Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum. 1996. *Metode Pengujian Jumlah Bahan dalam Agregat yang Lolos Saringan No.200 (0,075)*. (SNI 03-4142-1996). Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum. 1998. *Metode Pengujian Bobot Isi dan Rongg Udara dalam Agregat*. (SNI 03-4804-1998). Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum. 2008. *Cara Uji Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles (SNI 2147:2008)*. Indonesia
- Dinas Pekerjaan Umum. 2008. *Cara Uji Slump Beton (SNI 1972:2008)*. Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum. 1971. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI-1971)* Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum: Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum. 1990. *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. (SNI 03-1974-1990). Indonesia
- Dinas Pekerjaan Umum. 2014. *Metode Uji Kekuatan Tarik Belah Spesimen Beton Silinder*. (SNI 2491:2014). Indonesia.
- Dinas Pekerjaan Umum. 2002. *Metode Pencampuran Beton*. (SNI 03-2834-2002). Indonesia
- Hidayat, Pratikno, 2008. *Teknologi Pemanfaatan Serat Daun Nanas sebagai Alternatif Bahan Baku Tekstil*, Jurnal Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Kirby, 1963, *Vegetables Fibres*. (<http://jurnal.uui.ac.id/index.php/jurnal-teknoin/article/view/795>). April 2018.

- Mulyono, Tri. 2004. *Teknologi Beton*, Yogyakarta: CV Andi Offset.
- Nugraha, P. dan Antoni, 2007, *Teknologi Beton dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*, Yogyakarta: CV Andi Offset.
- Nawi, Edward G., 1990, *Beton Bertulang Suatu Pendekatan Dasar*, Diterjemahkan oleh: Bambang Suryoatmono, Bandung: PT. Revika Aditama.
- Primartagraha. 2008. *Beton Pratekan*. (<https://www.scribd.com/doc83024360/beton-pratekan>). September 2018.
- PT. Wijaya Karya, 2005, *Pedoman Pekerjaan Beton*. Jakarta.
- Saputro, Adi. 2010. *Bahan Ajar Teknologi Beton*. Surakarta.
- Subianto. 1987. *Kontruksi Beton Pratekan*, Yogyakarta: CV Andi Offset.



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

UNIVERSITAS TEKNIK U.S.U  
LABORATORIUM  
BETON

Ir. Torang Sitorus Miftu

NIP. 195710021986011001

Tembusan:

1. Ketua Departemen Teknik Sipil
2. Pertinggal



**LABORATORIUM  
BETON**

FAKULTAS TEKNIK USU  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
MEDAN

# LABORATORIUM BAHAN DAN REKAYASA BETON

FAKULTAS TEKNIK SIPIL USU

Jalan Perpustakaan No. 19 Kampus USU Medan 20155

## BUKTI TELAH SELESAI PENELITIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini dari pihak Laboratorium:

Nama : **RISCKY MARSELLA TARIGAN**  
NIM/NIP : **95091518052001**  
Jabatan : **LABORAN**

Menyatakan bahwa penelitian tugas akhir di Laboratorium Bahan dan Rekayasa Beton dengan data diri pemohon sebagai berikut:

Nama : **M. ADITYA PUTRA PANJAITAN**  
NIM/NIP : **1407210097**  
Status : **MAHASISWA**  
Program Studi : **TEKNIK SIPIL**  
Institusi : **UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
Judul Tugas Akhir : **INVESTIGASI KUAT TARIK PADA BETON YANG DIPERBUAT SERAT  
DAN MANAS**  
Masa Penggunaan : **21 APRIL - 24 JULI 2018**

telah selesai melaksanakan penelitian di Laboratorium Bahan dan Rekayasa Beton dengan data Agenda Kegiatan Harian Peneliti terlampir.

Pemohon tersebut telah mengikuti tata tertib dan peraturan selama meneliti di Laboratorium Bahan dan Rekayasa Beton serta bebas dari sanksi.

Demikian bukti telah selesai penelitian di Laboratorium Bahan dan Rekayasa Beton diperbuat untuk dipergunakan semestinya.

Pemohon  
Peneliti

Diperiksa  
Laboran/Asisten Lab

Mengetahui: **21 AUG 2018**  
Kepala Laboratorium  
Bahan dan Rekayasa Beton

M. ADITYA PUTRA PANJAITAN

RISCKY M.T



Ir. Torang Sitorus M.T.  
NIP. 1957 10021986011001



LABORATORIUM  
BETON

FAKULTAS TEKNIK USU  
JURUSAN TEKNIK SIPIL

# LABORATORIUM BAHAN DAN REKAYASA BETON

## FAKULTAS TEKNIK USU

Jalan Perpustakaan No.19 Kampus USU Medan 20155

### AGENDA KEGIATAN HARIAN PENELITI

Nama Peneliti : M. Aditya Putra Panjaitan  
NIM : 14 072100 97  
Instansi : Univ. Muhammadiyah Sumatera Utara  
PJ Laboratorium : Rizky Ananda S  
NIM : 15 0404 045  
Masa Penggunaan : 22 Maret 2018 s/d 2018

No.	Hari/Tanggal Kegiatan	Kegiatan	Jam		Alat Yang Digunakan	Jumlah	Keterangan
			Masuk	Keluar			
1	Rabu, 6 Juni 2018	Pengecoran	09.30	17.00	Timbangan	1	
					Molen	1	
					Pan	2	
					Sendok Semen	2	
					Slump	1	
					Rojokan	1	
					Cetakan Balok/Silinder	12	
					Ember		
					Sekop	1	
					Ayakan		
2	Kamis, 19 Juli 2018	Test Modulus	08.22	14.11	Alat Test Modulus	1	
					Kereta Sorong	1	

Pemohon,  
Peneliti  
Lab. Bahan dan Rekayasa Beton

(M-ADITYA .P. PANJAITAN )

Diperiksa,  
Asisten Laboratorium/ Laboran  
Lab. Bahan dan Rekayasa Beton



**PEMERIKSAAN MATERIAL  
LABORATORIUM BAHAN DAN REKAYASA BETON  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**

<b>SIEVE ANALYSIS OF FINE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL ASTM C 136 - 84A</b>	Sampling Date : Selasa, 3 April 2018
	Testing Date : Senin, 9 April 2018

Source of sample	Binjai
Max Dia.	4,75 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested by	M. Aditya Putra Panjaitan

SIEVE SIZE	RETAINED FRACTION				CUMULATIVE	
	Sample 1 (gr)	Sample 2 (gr)	Total Weight (gr)	(%)	Retained (%)	Passing (%)
38,1 (1.5 in)	0	0	0	0,000	0,000	100,000
19.0 (3/4 in)	0	0	0	0,000	0,000	100,000
9.52 (3/8 in)	0	0	0	0,000	0,000	100,000
4.75 (No. 4)	7	16	23	1,045	1,045	98,955
2.36 (No. 8)	77	114	191	8,682	9,727	90,273
1.18 (No.16)	189	227	416	18,909	28,636	71,364
0.60 (No. 30)	279	314	593	26,955	55,591	44,409
0.30 (No. 50)	294	335	629	28,591	84,182	15,818
0.15 (No. 100)	141	169	310	14,091	98,273	1,727
Pan	13	25	38	1,727	100,000	0,000
Total	1000	1200	2200	100,000	277,455	

$$FM \text{ (Modulus Kehalusan)} = \frac{\text{Total kum. Berat tertahan}}{100} = 2,775$$

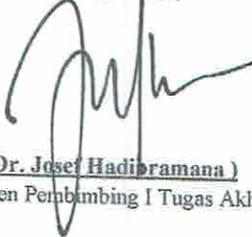
Good gradation class :

*fine*  $2,2 \leq FM < 2,6$

*medium*  $2,6 \leq FM < 2,9$

*coarse*  $2,9 \leq FM < 3,2$

Disetujui Oleh,



( Dr. Josef Hadipramana )  
Dosen Pembimbing I Tugas Akhir

Medan, Agustus 2018  
Diperiksa Oleh,



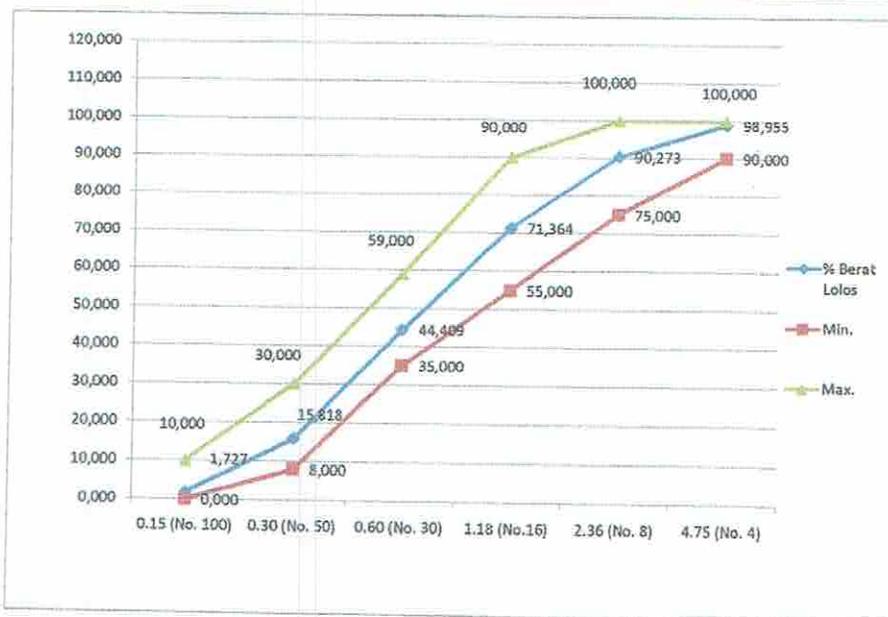
( Rizky Ananda Syahputra )  
Ass. Lab USU

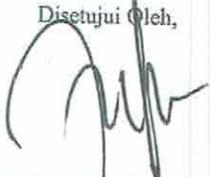
**PEMERIKSAAN MATERIAL  
LABORATORIUM BAHAN DAN REKAYASA BETON  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**

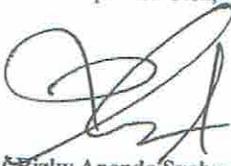
SIEVE ANALYSIS OF FINE AGGREGAT FOR CONCRETE MATERIAL ASTM C 136 - 84A	Sampling Date : Selasa, 3 April 2018 Testing Date : Senin, 9 April 2018
--	--

Source of sample	Binjai
Max Dia.	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested by	M. Aditya Putra Panjaitan

Nomor saringan (mm)	Total berat	Persen berat yang lolos	Min.	Max.
0.15 (No. 100)	310	1,727	0,000	10,000
0.30 (No. 50)	629	15,818	8,000	30,000
0.60 (No. 30)	593	44,409	35,000	59,000
1.18 (No.16)	416	71,364	55,000	90,000
2.36 (No. 8)	191	90,273	75,000	100,000
4.75 (No. 4)	23	98,955	90,000	100,000



Disetujui Oleh,  
  
**(Dr. Josef Hadipramana)**  
 Dosen Pembimbing I Tugas Akhir

Medan, Agustus 2018  
 Diperiksa Oleh,  
  
**(Rizky Ananda Svahputra)**  
 Ass. Lab USU

**PEMERIKSAAN MATERIAL  
LABORATORIUM BAHAN DAN REKAYASA BETON  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**

<b>SIEVE ANALYSIS OF COARSE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL ASTM C 136 - 84A AND ASTM D 448 - 86)</b>	Sampling Date : Selasa, 3 April 2018 Testing Date : Senin, 9 April 2018
---	--

Source of sample	Binjai
Max Dia.	38,1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested by	M. Aditya Putra Panjaitan

SIEVE SIZE	RETAINED FRACTION				CUMULATIVE	
	Sample 1 (gr)	Sample 2 (gr)	Total Weight (gr)	(%)	Retained (%)	Passing (%)
1,5 in (38,1 mm)	105	143	248	4,429	4,429	95,571
3/4 in (19,0 mm)	750	813	1563	27,911	32,339	67,661
3/8 in (9,52 mm)	1026	1087	2113	37,732	70,071	29,929
No. 4 (4,75 mm)	819	857	1676	29,929	100	0
No. 8 (2,36 mm)	0	0	0	0	100	0
No. 16 (1,18 mm)	0	0	0	0	100	0
No. 30 (0,60 mm)	0	0	0	0	100	0
No. 50 (0,30 mm)	0	0	0	0	100	0
No. 100 (0,15 mm)	0	0	0	0	100	0
Pan	0	0	0	0	100	0
<b>Total</b>	<b>2700</b>	<b>2900</b>	<b>5600</b>	<b>100,000</b>	<b>706,839</b>	

$$FM \text{ (Modulus Kehalusan)} = \frac{\text{Total kum. Berat tertahan}}{100} = 7,068$$

*Good Graduation Class*  
 $5,5 \leq FM \leq 7,5$

Disetujui Oleh,



**(Dr. Josef Hadipramana)**  
Dosen Pembimbing I Tugas Akhir

Medan, Agustus 2018  
Diperiksa Oleh,



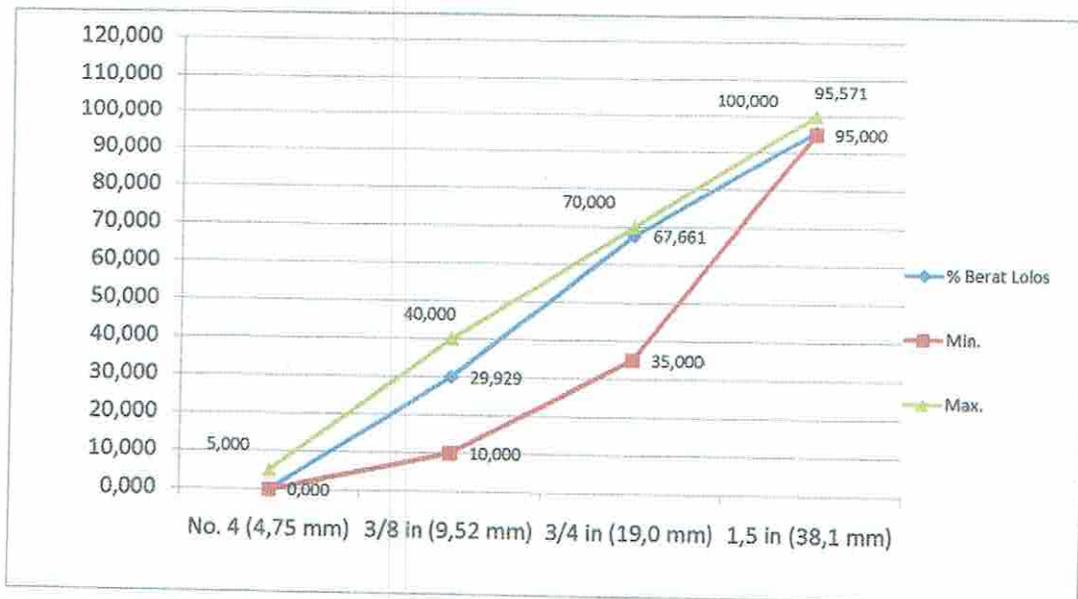
**(Rizky Ananda Svahputra)**  
Ass. Lab USU

**PEMERIKSAAN MATERIAL  
LABORATORIUM BAHAN DAN REKAYASA BETON  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**

SIEVE ANALYSIS OF COARSE AGGREGAT	Sampling Date : Selasa, 3 April 2018
FOR CONCRETE MATERIAL	Testing Date : Senin, 9 April 2018
ASTM C 136 - 84A AND ASTM D 448 - 86)	

Source of sample	Binjai
Max Dia.	38,1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested by	M. Aditya Putra Panjaitan

Tabel Rekap Zona Gradasi 3				
Nomor saringan (mm)	Total berat	Persen berat yang lolos	Min.	Max.
No. 4 (4,75 mm)	1676	0,000	0,000	5,000
3/8 in (9,52 mm)	2113	29,929	10,000	40,000
3/4 in (19,0 mm)	1563	67,661	35,000	70,000
1,5 in (38,1 mm)	248	95,571	95,000	100,000



Disetujui Oleh,

**( Dr. Josef Hadipramana )**  
Dosen Pembimbing I Tugas Akhir

Medan, Agustus 2018

Diperiksa Oleh,

**( Rizky Ananda Svahputra )**  
Ass. Lab USU

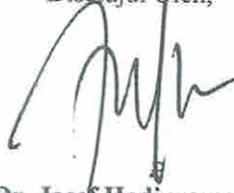
**PEMERIKSAAN MATERIAL  
LABORATORIUM BAHAN DAN REKAYASA BETON  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**

<b>WATER CONTENT TEST OF FINE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL</b>	Sampling Date : Selasa, 3 April 2018
<b>ASTM C 566</b>	Testing Date : Kamis, 5 April 2018

Source of sample	Binjai
Max Dia.	4,75 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested by	M. Aditya Putra Panjaitan

Fine Aggregate	Sample 1	Sample 2	Average
Berat mula-mula	500	500	500
Berat kering oven	489	490	490
Berat Air	11	10	10,5
Kadar Air	2,249	2,041	2,145

Disetujui Oleh,



**(Dr. Josef Hadipramana)**  
Dosen Pembimbing I Tugas Akhir

Medan, Agustus 2018  
Diperiksa Oleh,



**( Rizky Ananda Svahputra )**  
Ass. Lab USU

**PEMERIKSAAN MATERIAL  
LABORATORIUM BAHAN DAN REKAYASA BETON  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**

<b>WATER CONTENT TEST OF COARSE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL</b>	Sampling Date : Selasa, 3 April 2018
<b>ASTM C 566</b>	Testing Date : Kamis, 5 April 2018

Source of sample	Binjai
Max Dia.	38,1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested by	M. Aditya Putra Panjaitan

Coarse Aggregate	Sample 1	Sample 2	Average
Berat mula-mula	1000	1000	1000
Berat kering oven	994	994	994
Berat Air	6	6	6
Kadar Air	0,604	0,604	0,604

Disetujui Oleh,



**( Dr. Josef Hadipramana )**  
Dosen Pembimbing I Tugas Akhir

Medan, Agustus 2018

Diperiksa Oleh,



**( Rizky Ananda Syahputra )**  
Ass. Lab USU

**PEMERIKSAAN MATERIAL  
LABORATORIUM BAHAN DAN REKAYASA BETON  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**

<b>SPECIFIK GRAVITY AND ABSORPTION TEST OF FINE AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL</b>	Sampling Date : Selasa, 3 April 2018
<b>ASTM C 127</b>	Testing Date : Selasa, 3 April 2018

Source of sample	Binjai
Max Dia.	4,75 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested by	M. Aditya Putra Panjaitan

Fine Aggregate	Sample 1	Sample 2	Average
Berat contoh ssd (gr)	500	500	500
Berat kering oven (gr)	492	491	491,5
Berat piknometer penuh air (gr)	674	674	674
Berat contoh ssd di dalam piknometer penuh air (gr)	979	980	980
Berat jenis contoh kering (gr/cm <sup>3</sup> )	2,523	2,531	2,527
Berat jenis contoh SSD (gr/cm <sup>3</sup> )	2,564	2,577	2,571
Berat jenis contoh semu (gr/cm <sup>3</sup> )	2,631	2,654	2,643
Absorption (%)	1,626	1,833	1,730

Disetujui Oleh,



**( Dr. Josef Hadipramana )**  
Dosen Pembimbing I Tugas Akhir

Medan, Agustus 2018

Diperiksa Oleh,



**( Rizky Ananda Svahputra )**  
Ass. Lab USU

**PEMERIKSAAN MATERIAL  
LABORATORIUM BAHAN DAN REKAYASA BETON  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**

<b>SPECIFIK GRAVITY AND ABSORPTION OF COARSE</b>	Sampling Date : Selasa, 3 April 2018
<b>AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL</b>	Testing Date : Selasa, 3 April 2018
<b>ASTM C 127</b>	

Source of sample	Binjai
Max Dia.	38,1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested by	M. Aditya Putra Panjaitan

Coarse Aggregate	Sample 1	Sample 2	Average
Berat contoh ssd	2700	2800	2750
Berat kering oven	2679	2780	2730
Berat contoh di dalam air	1705,4	1769,5	1737,5
Berat jenis contoh kering	2,694	2,698	2,696
Berat jenis contoh SSD	2,715	2,717	2,716
Berat jenis contoh semu	2,752	2,751	2,751
Absorption	0,784	0,719	0,752

Disetujui Oleh,



**( Dr. Josef Madipramana )**

Dosen Pembimbing I Tugas Akhir

Medan, Agustus 2018

Diperiksa Oleh,



**( Rizky Ananda Syahputra )**

Ass. Lab USU

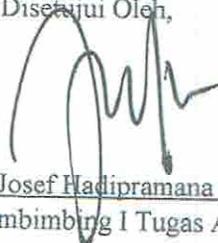
**PEMERIKSAAN MATERIAL  
LABORATORIUM BAHAN DAN REKAYASA BETON  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**

MATERIAL FINER THAN 75-MM (NO. 200) IN MINERAL	Sampling Date : Selasa, 3 April 2018
AGGREGATE BY WASHING FOR CONCRETE MATERIAL	Testing Date : Rabu, 4 April 2018
ASTM C 117 - 90	

Source of sample	Binjai
Max Dia.	38,1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested by	M. Aditya Putra Panjaitan

Coarse Aggregate Passing No. 50,8 mm	Sample 1	Sample 2	Average
Original dry mass of sample, g	1500	1500	1500
Dry mass of sample after washing, g	1489	1488	1489
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, %	0,733%	0,800%	0,767%

Disetujui Oleh,



( Dr. Josef Hadipramana )  
Dosen Pembimbing I Tugas Akhir

Medan, Agustus 2018

Diperiksa Oleh,



( Rizky Ananda Syahputra )  
Ass. Lab USU

**PEMERIKSAAN MATERIAL  
LABORATORIUM BAHAN DAN REKAYASA BETON  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**

MATERIAL FINER THAN 75-MM (NO. 200) IN MINERAL	Sampling Date : Selasa, 3 April 2018
AGGREGATE BY WASHING FOR CONCRETE MATERIAL	Testing Date : Rabu, 4 April 2018
ASTM C 117 - 90	

Source of sample	Binjai
Max Dia.	4,75 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested by	M. Aditya Putra Panjaitan

Fine Aggregate Passing No. 50,8 mm	Sample 1	Sample 2	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, %	3,000%	3,600%	3,300%

Disetujui Oleh,



**( Dr. Josef Hadipramana )**  
Dosen Pembimbing I Tugas Akhir

Medan, Agustus 2018  
Diperiksa Oleh,



**( Rizky Ananda Svahputra )**  
Ass. Lab USU

**PEMERIKSAAN MATERIAL**  
**LABORATORIUM BAHAN DAN REKAYASA BETON**  
**UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**

<b>UNIT WEIGHT OF COARSE AGGREGATE TEST</b>	Sampling Date : Selasa, 3 April 2018
<b>FOR CONCRETE MATERIAL</b>	Testing Date : Kamis, 5 April 2018
<b>ASTM C 29</b>	

Source of sample	Binjai
Max Dia.	38,1 mm
Diameter & height of container	13,5 cm & 27 cm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested by	M. Aditya Putra Panjaitan

Coarse Aggregate Passing No. 50,8 mm	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Average
Berat contoh dan wadah (gr)	27400	28850	30190	28813
Berat wadah (gr)	5440	5440	5440	5440
Berat contoh (gr)	21960	23410	24750	23373,3
Volume wadah (cm <sup>3</sup> )	15465,214	15465,214	15465,214	15465,214
Berat isi (gr/cm <sup>3</sup> )	1,420	1,514	1,600	1,511

Disetujui Oleh,



**( Dr. Josef Hadipramana )**

Dosen Pembimbing I Tugas Akhir

Medan, Agustus 2018

Diperiksa Oleh,



**( Rizky Ananda Syahputra )**

Ass. Lab USU

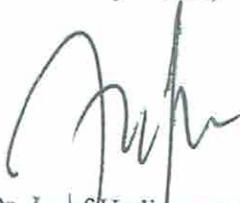
**PEMERIKSAAN MATERIAL  
LABORATORIUM BAHAN DAN REKAYASA BETON  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**

UNIT WEIGHT OF FINE AGGREGATE TEST	Sampling Date : Selasa, 3 April 2018
FOR CONCRETE MATERIAL	Testing Date : Kamis, 5 April 2018
ASTM C 29	

Source of sample	Binjai
Max Dia.	4,75 mm
Diameter & height of container	13,5 cm & 27 cm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested by	M. Aditya Putra Panjaitan

Fine Aggregate Passing No. 9,5 mm	Sample 1	Sample 2	Sample 3	Average
Berat contoh dan wadah (gr)	18780	18670	18710	18720
Berat wadah (gr)	5440	5440	5440	5440
Berat contoh (gr)	13340	13230	13270	13280,0
Volume wadah (cm <sup>3</sup> )	15465,214	15465,214	15465,214	15465,214
Berat isi (gr/cm <sup>3</sup> )	1,159	1,169	1,165	1,165

Disetujui Oleh,



( Dr. Josef Hadipramana )  
Dosen Pembimbing I Tugas Akhir

Medan, Agustus 2018

Diperiksa Oleh,



( Rizky Ananda Syahputra )  
Ass. Lab USU

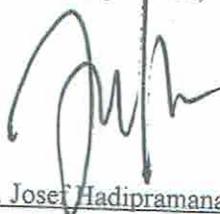
**PEMERIKSAAN MATERIAL  
LABORATORIUM BAHAN DAN REKAYASA BETON  
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**

<b>RESISTANCE TO DEGRADATION OF COARSE</b>	Sampling Date : Selasa, 3 April 2018
<b>AGGREGATE FOR CONCRETE MATERIAL</b>	Testing Date : Kamis, 5 April 2018
<b>ASTM C 131 - 89 &amp; ASTM C 535 - 89</b>	

Source of sample	Binjai
Max Dia.	38,1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested by	M. Aditya Putra Panjaitan

Sieve Size Retained	Weight of Sample Before Test, gr	Weight of Sample After Test, gr
37,5 mm (1,5 in)	1250	567
19,1 mm (3/4 in)	1250	976
12,5 mm (1/2 in)	1250	675
9,50 mm (3/8 in)	1250	358
4,75 mm (No. 4)	0	0
2,36 mm (No. 8)	0	0
1,18 mm (No. 16)	0	0
0,60 mm (No. 30)	0	0
0,30 mm (No. 50)	0	989
0,15 mm (No. 100)	0	0
Pan	0	612
Total	5000	4177
	Berat lolos saringan No.12	823
	<i>Abrasion (Keausan) (%)</i>	16,460%

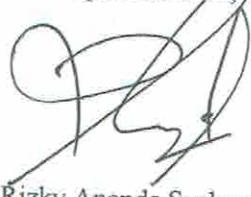
Disetujui Oleh,



( Dr. Josef Hadipramana )  
Dosen Pembimbing I Tugas Akhir

Medan, Agustus 2018

Diperiksa Oleh,



( Rizky Ananda Svahputra )  
Ass. Lab USU

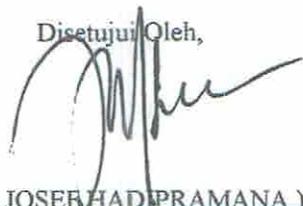
**LABORATORIUM BAHAN DAN REKAYASA BETON  
TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS SUMATERA UTARA  
PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON KUBUS**

<b>Pemilik</b>	: M. Aditya Putra Panjaitan	<b>Proyek</b>	: Penelitian Tugas Akhir
<b>NPM</b>	: 1407210097	<b>Rencana Mutu Beton</b>	: 45,8 MPa
<b>Tempat Uji</b>	: Laboratorium Beton Teknik Sipil USU	<b>Benda Uji</b>	: 15 x 15 x 15 cm Kubus

Jumlah Benda Uji: 3 buah				Jenis Benda Uji: Kubus 15x15x15 cm					
Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
	P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji
1	1	1,352	2,73	0,38	4	17-Mei-18	14-Jun-18	8,323	8,353
2	1	1,352	2,73	0,38	4	17-Mei-18	14-Jun-18	8,351	8,351
3	1	1,352	2,73	0,38	4	17-Mei-18	14-Jun-18	8,345	8,345

Benda Uji	Bahan Campuran	Umur (Hari)	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Pengujian 28 Hari (MPa)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)	Keterangan
1	Serat Daun Nanas (0%)	28	125000	55,556	52,296	
2		28	113000	50,222		
3		28	115000	51,111		

Disetujui Oleh,



(DR. JOSEF HADI PRAMANA)  
Dosen Pembimbing 1 Tugas Akhir

Medan, Agustus 2018

Diperiksa Oleh,



(RIZKY ANANDA SYAHPUTRA)  
Ass. Lab USU

**LABORATORIUM BAHAN DAN REKAYASA BETON  
TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS SUMATERA UTARA  
PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON KUBUS**

Pemilik	: M. Aditya Putra Panjaitan	Proyek	: Penelitian Tugas Akhir
NPM	: 1407210097	Rencana Mutu Beton	: 45,8 MPa
Tempat Uji	: Laboratorium Beton Teknik Sipil USU	Benda Uji	: 15 x 15 x 15 cm Kubus

Jumlah Benda Uji: 3 buah				Jenis Benda Uji: Kubus 15x15x15 cm					
Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
	P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji
1	1	1,352	2,73	0,38	3,8	17-Mei-18	14-Jun-18	8,296	8,346
2	1	1,352	2,73	0,38	3,8	17-Mei-18	14-Jun-18	8,317	8,367
3	1	1,352	2,73	0,38	3,8	17-Mei-18	14-Jun-18	8,318	8,368

Benda Uji	Bahan Campuran	Umur (Hari)	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Pengujian 28 Hari (MPa)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)	Keterangan
1	Serat Daun Nanas (0,04%)	28	126000	56,000	56,296	
2		28	128000	56,889		
3		28	126000	56,000		

Disetujui Oleh,



(DR. JOSEF HADI PRAMANA)  
Dosen Pembimbing 1 Tugas Akhir

Medan, Agustus 2018

Diperiksa Oleh,



(RIZKY ANANDA SYAHPUTRA)  
Ass. Lab USU

**LABORATORIUM BAHAN DAN REKAYASA BETON  
TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS SUMATERA UTARA  
PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON KUBUS**

Pemilik	: M. Aditya Putra Panjaitan	Proyek	: Penelitian Tugas Akhir
NPM	: 1407210097	Rencana Mutu Beton	: 45,8 MPa
Tempat Uji	: Laboratorium Beton Teknik Sipil USU	Benda Uji	: 15 x 15 x 15 cm Kubus

Jumlah Benda Uji: 3 buah				Jenis Benda Uji: Kubus 15x15x15 cm					
Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
	P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji
1	1	1,352	2,73	0,38	3,8	17-Mei-18	14-Jun-18	8,205	8,275
2	1	1,352	2,73	0,38	3,8	17-Mei-18	14-Jun-18	8,339	8,339
3	1	1,352	2,73	0,38	3,8	17-Mei-18	14-Jun-18	8,262	8,332

Benda Uji	Bahan Campuran	Umur (Hari)	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Pengujian 28 Hari (MPa)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)	Keterangan
1	Serat Daun Nanas (0,09%)	28	127000	56,44	56,74	
2		28	128000	56,89		
3		28	128000	56,89		

Disetujui Oleh,



(DR. JOSEF HADIPRAMANA)  
Dosen Pembimbing 1 Tugas Akhir

Medan, Agustus 2018

Diperiksa Oleh,



(RIZKY ANANDA SYAHPUTRA)  
Ass. Lab USU

**LABORATORIUM BAHAN DAN REKAYASA BETON  
TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS SUMATERA UTARA  
PENGUJIAN KUAT TEKAN BETON KUBUS**

Pemilik	: M. Aditya Putra Panjaitan	Proyek	: Penelitian Tugas Akhir
NPM	: 1407210097	Rencana Mutu Beton	: 45,8 MPa
Tempat Uji	: Laboratorium Beton Teknik Sipil USU	Benda Uji	: 15 x 15 x 15 cm Kubus

Jumlah Benda Uji: 3 buah				Jenis Benda Uji: Kubus 15x15x15 cm					
Benda Uji	Campuran			FAS %	Slump (cm)	Tanggal Cetak	Tanggal Uji	Berat (Kg)	
	P.C	Pasir	Kerikil					Cetak	Uji
1	1	1,352	2,73	0,38	3,5	17-Mei-18	14-Jun-18	8,298	8,373
2	1	1,352	2,73	0,38	3,5	17-Mei-18	14-Jun-18	8,406	8,481
3	1	1,352	2,73	0,38	3,5	17-Mei-18	14-Jun-18	8,410	8,410

Benda Uji	Bahan Campuran	Umur (Hari)	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Pengujian 28 Hari (MPa)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)	Keterangan
1	Serat Daun Nanas (0,15%)	28	122000	54,22	55,56	
2		28	125000	55,56		
3		28	128000	56,89		

Disetujui Oleh,



( DR. JOSEF HADIPRAMANA )  
Dosen Pembimbing 1 Tugas Akhir

Medan, Agustus 2018

Diperiksa Oleh,



( RIZKY ANANDA SYAHPUTRA )  
Ass. Lab USU

**LABORATORIUM BAHAN DAN REKAYASA BETON TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**  
**PENGUJIAN KUAT TARIK BELAH BETON SILINDER PADA UMUR 7 HARI**

<b>Pemilik Benda Uji</b>	: M. Aditya Putra Panjaitan		<b>Proyek</b>	: Penelitian Tugas Akhir	
<b>NPM</b>	: 1407210097		<b>Benda Uji Silinder</b>	: Tinggi 300 mm	
<b>Tempat Uji</b>	: Laboratorium Beton Teknik Sipil USU				
	: Diameter 150 mm				

Sifat	Benda Uji	Campuran			Swirly (mm)	Panggal	Berat		Bahan Mula-mula	Karat	Tingkat Belah	Rata-Rata (Mjpp)
		P.C	Paste (kg/m <sup>3</sup> )	F.A.S			Cetak	Uji				
Normal	1	1.000	1.341	2.738	35	5/27/2018	12.999	13.044	230000		3.253	3.158
	2	1.000	1.341	2.738	35	5/27/2018	13.025	13.055	230000		3.253	
	3	1.000	1.341	2.738	35	5/27/2018	13.087	13.109	210000		2.970	
Serat Daun Nanas 0,04%	1	1.000	1.341	2.738	35	5/31/2018	12.983	13.021	240000		3.394	3.253
	2	1.000	1.341	2.738	35	5/31/2018	12.902	12.933	230000		3.253	
	3	1.000	1.341	2.738	35	5/31/2018	13.000	13.027	220000		3.111	
Serat Daun Nanas 0,09%	1	1.000	1.341	2.738	30	5/24/2018	13.376	13.402	250000		3.535	3.582
	2	1.000	1.341	2.738	30	5/24/2018	13.217	13.287	260000		3.677	
	3	1.000	1.341	2.738	30	5/24/2018	13.153	13.194	250000		3.535	
Serat Daun Nanas 0,15%	1	1.000	1.341	2.738	30	5/27/2018	12.921	12.959	260000		3.677	3.630
	2	1.000	1.341	2.738	30	5/27/2018	12.990	13.018	260000		3.677	
	3	1.000	1.341	2.738	30	5/27/2018	13.019	13.071	250000		3.535	

**Karakteristik Bahan Campuran Beton**

<b>Pasir</b>	Asal	: Binjai	<b>Kerikil</b>	Asal	: Binjai	<b>Air</b>	: PDAM
	FM	: 2,775		FM	: 7,068	<b>Curing</b>	: Perendaman
Semen : Portland Cemen Type 1 (Semen Andalas)							

Diseetujui Oleh,



**(DR. JOSEP HADIPRAMANA)**  
Dosen Pembimbing I Tugas Akhir

Medan, Agustus 2018



**(RIZKY ANANDA SYAHPUTRA)**  
Ass. Lab USU

**LABORATORIUM BAHAN DAN REKAYASA BETON TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**  
**PENGUJIAN KUAT TARIK BELAH BETON SILINDER PADA UMUR 14 HARI**

<b>Pemilik Benda Uji</b>	: M. Aditya Putra Panjaitan	<b>Proyek</b>	: Penelitian Tugas Akhir
<b>NPM</b>	: 1407210097		: Tinggi 300 mm
<b>Tempat Uji</b>	: Laboratorium Beton Teknik Sipil USU		: Diameter 150 mm

Sylinder (Su 300/mm)	Campuran			FAS	Stimp (mm)	Tanggal		Berfok (Cebak)	Uji	Beban Maksimum (N)	Isyal Tarik (MPa)	Kuat-Rasa (Nipaa)
	Benda Uji	Pc	Pasir			Kerikil	Cetak					
Normal	1	1.000	1.341	2.738	0.38	35	5/22/2018	13.080	13.086	230000	3.253	3.347
	2	1.000	1.341	2.738	0.38	35	5/22/2018	12.986	13.013	240000	3.394	
	3	1.000	1.341	2.738	0.38	35	5/22/2018	12.940	12.958	240000	3.394	
Serat Daun Nanas 0,04%	1	1.000	1.341	2.738	0.38	35	5/23/2018	13.301	13.372	240000	3.394	3.441
	2	1.000	1.341	2.738	0.38	35	5/23/2018	13.261	13.274	250000	3.535	
	3	1.000	1.341	2.738	0.38	35	5/23/2018	13.544	13.569	240000	3.394	
Serat Daun Nanas 0,09%	1	1.000	1.341	2.738	0.38	30	5/17/2018	13.310	13.39	270000	3.818	3.771
	2	1.000	1.341	2.738	0.38	30	5/17/2018	13.243	13.253	270000	3.818	
	3	1.000	1.341	2.738	0.38	30	5/17/2018	13.319	13.392	260000	3.677	
Serat Daun Nanas 0,15%	1	1.000	1.341	2.738	0.38	30	5/17/2018	13.333	13.371	270000	3.818	3.818
	2	1.000	1.341	2.738	0.38	30	5/17/2018	13.099	13.109	270000	3.818	
	3	1.000	1.341	2.738	0.38	30	5/17/2018	13.310	13.357	270000	3.818	

**Karakteristik Bahan Campuran Beton**

<b>Pasir</b>	<b>Asal</b>	: Binjai	<b>Kerikil</b>	<b>Asal</b>	: Binjai	<b>Air</b>	: PDAM
	<b>FM</b>	: 2,775		<b>FM</b>	: 7,068	<b>Curing</b>	: Perendaman
<b>Semen</b> : Portland Cemen Type 1 (Semen Andalas)							

Disetujui Oleh,



**(DR. JOSEF HADIPRAMANA)**  
Dosen Pembimbing I Tugas Akhir

Medan, Agustus 2018  
Diperiksa Oleh,



**(RIZKY ANANDA SYAHPUTRA)**  
Ass. Lab USU

**LABORATORIUM BAHAN DAN REKAYASA BETON TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**  
**PENGUJIAN KUAT TARIK BELAH BETON SILINDER PADA UMUR 28 HARI**

<b>Pemilik Benda Uji</b>	: M. Aditya Putra Panjaitan	<b>Proyek</b>	: Penelitian Tugas Akhir
<b>NPM</b>	: 1407210097	<b>Benda Uji Silinder</b>	: Tinggi 300 mm : Diameter 150 mm
<b>Tempat Uji</b>	: Laboratorium Beton Teknik Sipil USU		

Standar / Sub-sub-bahan	Campuran			Stump (mm)	Tinggi (mm)	Berkas Uji			Beban Maksimum (N)	Kuat Tarik Belah (Mpa)	Rata-Rata (Mpa)	
	Benda Uji	f.c	Pasir			Kelebat	FAK	Uji				Cetak
Normal	1	1.000	1.341	2.738	0.38	35	5/17/2018	6/14/2018	13.200	13.223	270000	3.818
	2	1.000	1.341	2.738	0.38	35	5/17/2018	6/14/2018	13.003	13.058	270000	3.818
	3	1.000	1.341	2.738	0.38	35	5/17/2018	6/14/2018	13.383	13.419	270000	3.818
Serat Daun Nanas 0,04%	1	1.000	1.341	2.738	0.38	35	5/15/2018	6/12/2018	12.951	12.978	280000	3.960
	2	1.000	1.341	2.738	0.38	35	5/15/2018	6/12/2018	13.356	13.39	270000	3.818
	3	1.000	1.341	2.738	0.38	35	5/15/2018	6/12/2018	12.848	12.893	270000	3.818
Serat Daun Nanas 0,09%	1	1.000	1.341	2.738	0.38	30	6/6/2018	7/4/2018	13.149	13.195	270000	3.818
	2	1.000	1.341	2.738	0.38	30	6/6/2018	7/4/2018	13.003	13.034	290000	4.101
	3	1.000	1.341	2.738	0.38	30	6/6/2018	7/4/2018	13.028	13.076	280000	3.960
Serat Daun Nanas 0,15%	1	1.000	1.341	2.738	0.38	30	6/6/2018	7/4/2018	13.008	13.036	300000	4.242
	2	1.000	1.341	2.738	0.38	30	6/6/2018	7/4/2018	13.017	13.057	310000	4.384
	3	1.000	1.341	2.738	0.38	30	6/6/2018	7/4/2018	12.869	12.913	290000	4.101

**Karakteristik Bahan Campuran Beton**

Pasir	Asal : Binjai	Kerikil	Asal : Binjai	Air	: PDAM
FM	: 2,775		FM	: 7,068	Curing : Perendaman
Semen : Portland Cemen Type 1 (Semen Andalas)					

Disetujui Oleh,  
  
**(RIZKY ANANDA SYAHPUTRA)**  
 Ass. Lab USU

Disetujui Oleh,  
  
**(DR. JOSEP HADIPRAMANA)**  
 Dosen Pembimbing I Tugas Akhir

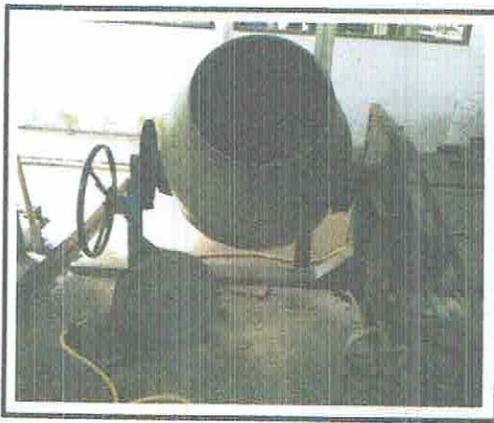
Medan, Agustus 2018  
 Diperiksa Oleh,

## DOKUMENTASI PENELITIAN



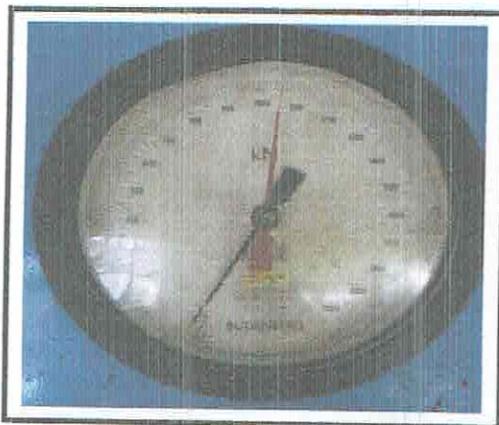
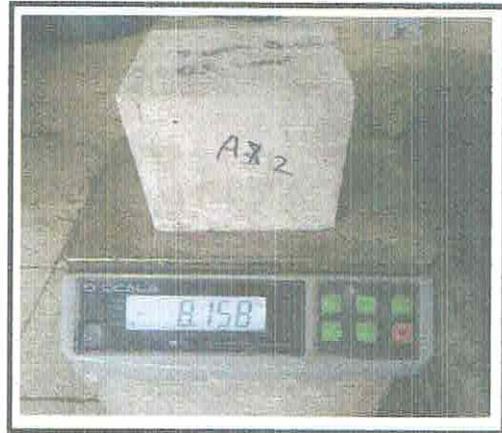
1.1: Proses pemilihan, pemisahan, pemotongan hingga penimbangan serat daun nanas sebelum dicampur ke beton.

## DOKUMENTASI PENELITIAN



1.2: Proses penimbangan agregat dan semen, persiapan pelaratan adukan beton, pengujian *slump test* hingga pembuatan benda uji kubus dan silinder.

## DOKUMENTASI PENELITIAN



1.3: Proses persiapan, penimbangan hingga pengujian benda uji kubus.

## DOKUMENTASI PENELITIAN



1.4: Proses persiapan, penimbangan hingga pengujian benda uji silinder dengan alat bantu *jig*.

**FOTO DOKUMENTASI SLUMP TEST**

Project : Pemeriksaan *Slump Test*  
Lokasi : Laboratorium Beton USU



**Slump Test 30 mm**



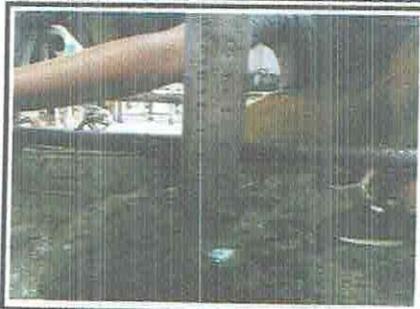
**Slump Test 30 mm**



**Slump Test 30 mm**



**Slump Test 30 mm**



**Slump Test 35 mm**



**Slump Test 35 mm**



**Slump Test 35 mm**



**Slump Test 35 mm**



**TUGAS AKHIR**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
Jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan- Sumatera Utara

**LEMBAR ASSISTENSI**

**NAMA** : M. ADITYA PUTRA PANJAITAN  
**NPM** : 1407210097  
**JUDUL** : INVESTIGASI KUAT TARIK PADA BETON YANG  
DIPERKUAT SERAT DAUN NANAS

NO.	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	18 / 1 / 2018	- Penentuan judul - Perbaikan proposal - panjang Filler - Komposisi Filler	
2.	24 / 1 / 2018	- Perbaikan judul - Perbaikan proposal - Komposisi Filler.	
3.	12 / 2 / 2018	- Perbaikan proposal - komposisi Filler	

**DOSEN PEMBIMBING 1**

**( DR. JOSEF HADIPRAMANA )**



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

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
Jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan- Sumatera Utara

**LEMBAR ASSISTENSI**

**NAMA** : M. ADITYA PUTRA PANJAITAN  
**NPM** : 1407210097  
**JUDUL** : INVESTIGASI KUAT TARIK PADA BETON YANG  
DIPERKUAT SERAT DAUN NANAS

NO.	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
4.	12/2 - 2018	Bab II perbaiki rumus- rumus referensi	<i>Ju</i>
5	12/2 - 2018	Bab III klasifikasi metodologi perbaiki flow chart	<i>Ju</i>
6.	19/2 - 2018	lengkap / sempurnakan proposal - abstrak - judul - kesimpulan - daftar pustaka	<i>Ju</i>
7	26/2 - 2018	perbaiki abstrak, dan selubung majukan kepada kaprod. T. Sipil.	<i>Ju</i>

**DOSEN PEMBIMBING 1**

**( DR. JOSEF HADIPRAMANA )**



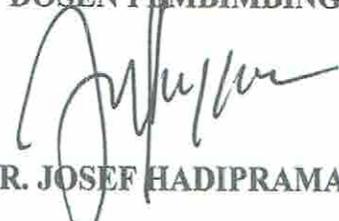
**TUGAS AKHIR**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**Jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan- Sumatera Utara**

**LEMBAR ASSISTENSI**

**NAMA** : M. ADITYA PUTRA PANJAITAN  
**NPM** : 1407210097  
**JUDUL** : INVESTIGASI KUAT TARIK PADA BETON YANG  
DIPERKUAT SERAT DAUN NANAS

NO.	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
	23/8 - 2018	selesai, Acc maju untuk Seminar, siapkan segala persiapan dan persyaratan	

**DOSEN PEMBIMBING 1**

  
( DR. JOSEF HADIPRAMANA )



**TUGAS AKHIR**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
Jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan- Sumatera Utara

**LEMBAR ASSISTENSI**

**NAMA** : M. ADITYA PUTRA PANJAITAN  
**NPM** : 1407210097  
**JUDUL** : INVESTIGASI KUAT TARIK PADA BETON YANG  
DIPERKUAT SERAT DAUN NANAS

NO.	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1.	30/1-'18	* PERJELAS BATASAN MASALAH! * CEK PENULISAN $\approx$ yg SAKAH! (SELESAIKAN BAB 1)!	
2.	19/2-'18	* BACA BUKU PANDUAN PENULISAN SKRIPSI! * PERHATIKAN PENULISAN TABEL (SPASI & TULISAN)! * BUAT BATAS GRADASI $\cup$ / AGG. KASAR!	
3.	10-3-'18	* PERBAIKI PENULISAN RUMUS! * BUAT KETERANGAN $\cup$ / DIAGRAM ALIR!	
4.	30-6-'18	* JELASKAN PEMAKAIAN B. UJI	

DOSEN PEMBIMBING II

( IR. ELLYZA CHAIRINA, MS.I )



**TUGAS AKHIR**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
Jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan- Sumatera Utara

**LEMBAR ASSISTENSI**

**NAMA** : M. ADITYA PUTRA PANJAITAN  
**NPM** : 1407210097  
**JUDUL** : INVESTIGASI KUAT TARIK PADA BETON YANG  
DIPERKUAT SERAT DAUN NANAS

NO.	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
5.	17/7-'18	PADA PEMERIKSAAN APA! * BUAT PEMAKAIAN RUMUS & TABEL PADA PENELITIAN (YA DIGUNAKAN SAJA) * PERBAIKI HAMBIL & PEMBAHASAN! * PERBAIKI KESIMPULAN! * SESUAIKAN DE PANDUAN!	
6.	10-8-'18	* LENGKAPI KESELUROHAN TA SPT :- KATA PENGANTAR - ABSTRAK . - DAFTAR 2 . - LAMPIRAN .	

**DOSEN PEMBIMBING II**

(IR. ELLYZA CHAIRINA, MS.I)



**TUGAS AKHIR**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
Jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan- Sumatera Utara

**LEMBAR ASSISTENSI**

**NAMA** : M. ADITYA PUTRA PANJAITAN  
**NPM** : 1407210097  
**JUDUL** : INVESTIGASI KUAT TARIK PADA BETON YANG  
DIPERKUAT SERAT DAUN NANAS

NO.	TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
7.	23/8-'18	* SELESAI ! ; ACC ! <del>SAYA</del> LANJUTKAN KE PEMBIMBING I !	

**DOSEN PEMBIMBING II**

( IR. ELLYZA CHAIRINA, MS.I )

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DATA IDENTITAS DIRI

Nama Lengkap : M. Aditya Putra Panjaitan  
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 03 Agustus 1996  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Agama : Islam  
Alamat : Jl. Jemadi Gg. Famili NO. 28  
Nomor KTP : 1271200308960004  
No. HP/Telp. Seluler : 0877-6612-5545  
Nama Ayah : Ramali Panjaitan  
Nama Ibu : Lisna Wardani  
E-Mail : putrapanjaitanaditya@gmail.com

### DATA RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1407210097  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muhctar Basri BA. No.3 Medan 10238

No	Tingkat Pendidikan	Nama Dan Tempat	Tahun Kelulusan
1	Sekolah Dasar	SD Negeri 060866 Medan	2008
2	SMP	SMP Negeri 37 Medan	2011
3	SMA	SMA Dharmawangsa Medan	2014
4	Melanjutkan Kuliah Di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2014 Sampai Selesai		