

TUGAS AKHIR

**NILAI MODULUS ELASTISITAS BETON
YANG DIPERKUAT OLEH
SERAT DAUN NANAS
(Studi Penelitian)**

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

Disusun Oleh:

**ANDRI PRAMUJA
1407210239**



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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Andri Pramuja

NPM : 1407210239

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Nilai Modulus Elastisitas Beton Yang Diperkuat Oleh Serat Daun Nanas (*Study Penelitian*)

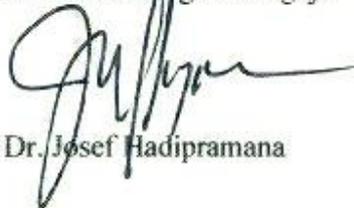
Bidang ilmu : Struktur

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

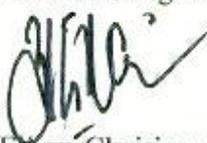
Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing I / Penguji



Dr. Josef Hadipramana

Dosen Pembimbing II / Peguji



Ir. Ehyza Chairina, M.Si

Dosen Pembanding I / Penguji



Dr. Fahrizal Zulkarnain

Dosen Pembanding II / Peguji



Rhini Wulan Dary, ST. MT

Program Studi Teknik Sipil

Ketua,



Dr. Fahrizal Zulkarnain

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Andri Pramuja

Tempat /Tanggal Lahir: Saentis, 20 Oktober 1996

NPM : 1407210239

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

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

“Nilai Modulus Elastisitas Beton Yang Diperkuat Oleh Serat Daun Nanas”,

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

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

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

Medan, Agustus 2018

Saya yang menyatakan,



Andri Pramuja

ABSTRAK

NILAI MODULUS ELASTISITAS BETON YANG DIPERKUAT OLEH SERAT DAUN NANAS (STUDI PENELITIAN)

Andri

1407210239

Dr. Josef Hadipramana

Ir. Ellyza Chairina, M.Si

Seperti yang kita ketahui bahwa beton sangat lemah dalam kuat tarik tidak hanya kuat tarik saja yang menjadi permasalahan, tetapi nilai modulus elastisitas juga sangat mempengaruhi dalam kekuatan beton itu sendiri, dalam penelitian ini serat daun nanas digunakan sebagai bahan tambah dalam adukan beton. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen di laboratorium dengan membuat benda uji silinder berukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. setelah melalui tahap perawatan selama 7, 14, dan 28 hari. Variasi penambahan serat daun nanas direncanakan dengan empat variasi yaitu 0%, 0.04%, 0.09% dan 0.15 % dari berat semen, Jumlah benda uji yang dibuat sebanyak 36 buah benda uji untuk pengujian modulus elastisitas, dan 12 benda uji kubus berukuran 15 x 15 x15 cm sebagai pengujian kuat tekan, dari hasil pengujian modulus elastisitas beton nilai tertinggi di dapatkan pada campuran variasi serat daun nanas 0,15% pada umur beton 28 hari sebesar 74951.96801 MPa dengan kuat tekan maksimum sebesar 56.74 MPa..

Kata kunci: Beton Serat, Kuat Tekan Beton, Modulus Elastisitas Beton.

ABSTRACT

VALUE OF MODULUS CONCRETE ELASTICITY THAT IS STRENGTHENED BY NANAS LEAF FIBER (RESEARCH STUDY)

Andri

1407210239

Dr. Josef Hadipramana

Ir. Ellyza Chairina, M.Si

As we know that the concrete is very weak in tensile strength, not only the tensile strength that is the problem, but the modulus of elasticity is also very influential in the strength of the concrete itself, in this study pineapple leaf fiber is used as an additive in concrete mix. This study uses an experimental method in the laboratory by making cylindrical specimens measuring 15 cm in diameter and 30 cm in height. after going through the treatment stage for 7, 14 and 28 days. The variation of the addition of pineapple leaf fiber is planned with four variations, namely 0%, 0.04%, 0.09% and 0.15% of the weight of cement, the number of specimens made as many as 36 pieces of test specimens for elastic modulus, and 12 test cubes measuring 15 x 15 x15 cm as a compressive strength test, from the results of testing the modulus of elasticity of concrete the highest value was obtained on a mixture of 0.15% pineapple leaf fiber variation at 28 days concrete age of 74951.96801 MPa with a maximum compressive strength of 56.74 MPa.

Keywords: Fiber Concrete, Concrete Strength, Concrete Elasticity Modulus.

KATA PENGANTAR

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

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

1. Bapak Dr. Josef Hadipramana selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Ir. Ellyza Chairina, M.Si selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Kepala Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Ibu Rhini Wulan Dari, ST. MT selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, ST, MT selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan masukan-masukan kepada penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Bapak Ir. Torang Sitorus, MT selaku Kepala Laboratorium Bahan Dan Rekayasa Beton Universitas Sumatera utara dan para Asisten Laboratorium

yang telah membantu dan membimbing penulis dalam melakukan penelitian Di Laboratorium Bahan Dan Rekayasa Beton Universitas Sumatera Utara.

9. Orang tua penulis: Bapak Kardi dan Ibu Kasni, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
10. Sahabat-sahabat penulis: Aris Atma Wijaya, Muhammad Aditya Putra Panjaitan, Muhammad Ardiansyah, Salsabila Dwi Chitra Nasution, dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu per satu yang telah memberikan banyak masukan dan saran kepada penulis.

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

Medan, Agustus 2018



Andri Pramuja

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
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Batasan Masalah	4
1.5. Manfaat Penelitian	5
1.6. Sistematika Penulisan	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Uraian Umum	7
2.1.1 Beton	7
2.1.2 Beton Serat	11
2.1.3 Sifat-sifat Beton Serat	11
2.2. Serat Daun Nanas	13
2.3. Material Penyusun Beton	15
2.3.1 Agregat Halus	15
2.3.2 Agregat Kasar	17
2.3.3 Semen Portland Pozolan	18
2.3.4 Air	19
2.4. Perencanaan Pembuatan Campuran Beton	20

2.5.	Kelecakan (Workability)	20
2.6.	Kuat Tekan	22
2.7.	Modulus Elastisitas	25
BAB 3	METODOLOGI	28
3.1.	Metode Penelitian	28
3.2.	Metodologi Penelitian Umum	30
3.3.	Pelaksanaan Penelitian	31
3.3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian	31
3.3.2.	Rancangan Penelitian	31
3.4.	Bahan Dan Peralatan	31
3.4.1.	Bahan	31
3.4.2.	Peralatan	32
3.5.	Persiapan Penelitian	32
3.6.	Pemeriksaan Agregat	33
3.6.1.	Pemeriksaan Agregat Halus	33
3.6.2.	Analisa Saringan	33
3.6.3.	Berat Jenis dan Penyerapannya	36
3.6.4.	Kadar air	37
3.6.5.	Kadar Lumpur	38
3.6.6.	Berat Isi	40
3.7.	Pemeriksaan Agregat Kasar	40
3.7.1.	Analisa Saringan	41
3.7.2.	Berat Jenis dan Penyerapannya	43
3.7.3.	Kadar air	45
3.7.4.	Kadar Lumpur	46
3.7.5.	Berat Isi	47
3.7.6.	Keausan Agregat Design Mesin Los Angeles	48
3.8.	Serat Daun Nanas	49
3.9.	Perencanaan Campuran beton	49
3.10.	Pelaksanaan Penelitian	57
3.10.1.	Mix Design	57
3.10.2.	Pembuatan Benda Uji	58

3.10.3. Pengujian Slump	59
3.10.4. Perawatan Beton	59
3.11. Pengujian Kuat Tekan	60
3.12. Pengujian Modulus Elastisitas	60
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	63
4.1 Perencanaan Campuran Beton (Mix Design)	63
4.1.1 Data Campuran Beton	63
4.1.2 Metode Pengerjaan Mix Design	75
4.2 Pembuatan Benda Uji	83
4.3 <i>Slump Test</i>	84
4.4 Kuat Tekan Beton	85
4.5 Modulus Elastisitas Beton	87
4.6 Pembahasan	94
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	100
5.1. Kesimpulan	100
5.2. Saran	100
DAFTAR PUSTAKA	101
LAMPIRAN	
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	<i>Physical characteristics</i> serat daun nanas	14
Tabel 2.2	Batas gradasi agregat halus	17
Tabel 2.3	Persyaratan batas-batas susunan besar butir agregat	18
Tabel 2.4	Tipe Semen dan Fungsinya	19
Tabel 2.5	Slump yang disyaratkan untuk berbagai konstruksi	22
Tabel 3.1	Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat halus	34
Tabel 3.2	Data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat halus	37
Tabel 3.3	Data hasil penelitian kadar air	38
Tabel 3.4	Data hasil penelitian kadar lumpur agregat halus	39
Tabel 3.5	Data hasil penelitian berat isi agregat halus	40
Tabel 3.6	Data hasil penelitian analisa saringan agregat kasar	41
Tabel 3.7	Data hasil pemeriksaan berat jenis dan penyerapan agregat kasar	44
Tabel 3.8	Data hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar	45
Tabel 3.9	Data hasil penelitian kadar lumpur agregat kasar	46
Tabel 3.10	Data hasil pemeriksaan berat isi agregat kasar	47
Tabel 3.11	Data hasil pemeriksaan keausan agregat	48
Tabel 3.12	Faktor pengali untuk deviasi standar berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia	50
Tabel 3.13	Tingkat mutu pengerjaan pembetonan	50
Tabel 3.14	Perkiraan kadar air bebas	51
Tabel 3.15	Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus	53
Tabel 3.16	jumlah dan ukuran penampang benda uji Kuat Tekan Beton	58
Tabel 3.17	jumlah dan ukuran penampang benda uji modulus elastisitas Beton	59
Tabel 4.1	perencanaan campuran beton	64
Tabel 4.2	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	67

Tabel.4.3	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji	68
Tabel 4.4	Banyak serat daun nanas yang dibutuhkan untuk 1 benda uji silinder	69
Tabel 4.5	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 36 benda uji	70
Tabel 4.6	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 36 benda uji	71
Tabel 4.7	Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 12 benda uji	73
Tabel 4.8	Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 12 benda uji	74
Tabel 4.9	Banyak serat daun nanas yang dibutuhkan untuk 1 benda uji kubus	75
Tabel 4.10	Perkiraan kadar air bebas	78
Tabel 4.11	Nilai slump pada pengujian kuat tekan beton	85
Tabel 4.12	Nilai slump pada pengujian modulus elastisitas beton	85
Tabel 4.13	Data hasil pengujian kuat tekan beton	86
Tabel 4.14	Nilai modulus elastisitas beton normal pada umur 7 hari	88
Tabel 4.15	Nilai modulus elastisitas beton normal pada umur 14 hari	88
Tabel 4.16	Nilai modulus elastisitas beton normal pada umur 28 hari	89
Tabel 4.17	Nilai modulus elastisitas beton serat 0,04% pada umur 7 hari	89
Tabel 4.18	Nilai modulus elastisitas beton serat 0,04% pada umur 14 hari	90
Tabel 4.19	Nilai modulus elastisitas beton serat 0,04% pada umur 28 hari	90
Tabel 4.20	Nilai modulus elastisitas beton serat 0,09% pada umur 7 hari	91
Tabel 4.21	Nilai modulus elastisitas beton serat 0,09% pada umur 14 hari	91
Tabel 4.22	Nilai modulus elastisitas beton serat 0,09% pada umur 28 hari	92
Tabel 4.23	Nilai modulus elastisitas beton serat 0,15% pada umur 7 hari	92
Tabel 4.24	Nilai modulus elastisitas beton serat 0,15% pada umur 14 hari	93
Tabel 4.25	Nilai modulus elastisitas beton serat 0,15% pada umur 28 hari	93
Tabel 4.26	Modulus elastisitas pada beton normal	94
Tabel 4.27	Modulus elastisitas pada beton serat 0,04%	94

Tabel 4.28	Modulus elastisitas pada beton serat 0,09%	94
Tabel 4.29	Modulus elastisitas pada beton serat 0,15%	95
Tabel 4.30	Kuat tekan beton masing-masing variasi serat pada umur 28 hari	96
Tabel 4.31	Hasil pengujian modulus elastisitas beton metode SNI 2847-3013	96
Tabel 4.32	Kuat tekan beton dan regangan beton pada umur beton 28 hari	98

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Grafik batas gradasi pasir (sedang) No. 1	15
Gambar 2.2	Batas gradasi pasir (sedang) No. 2	16
Gambar 2.3	Batas gradasi pasir (agak halus) No. 3	16
Gambar 2.4	Bentuk-bentuk <i>slump</i>	21
Gambar 2.5	Kurva tegangan-regangan beton yang diberi tekanan	26
Gambar 3.1	Tahapan singkat penelitian yang dilakukan.	29
Gambar 3.2	Grafik gradasi agregat halus (zona 2, pasir sedang)	36
Gambar 3.3	Grafik gradasi agregat kasar diameter maksimum 40 mm	43
Gambar 3.4	Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.	52
Gambar 3.5	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum	54
Gambar 3.6	Perkiraan berat isi beton basah yang telah selesai didapatkan.	55
Gambar 4.1	Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton	77
Gambar 4.2	Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum	79
Gambar 4.3	Perkiraan berat isi beton basah yang telah selesai didapatkan	80
Gambar 4.4	Grafik hasil pengujian kuat tekan beton	87
Gambar 4.5	Modulus elastisitas beton metode ASTM C-469	95
Gambar 4.6	Modulus elastisitas beton metode SNI 2847-2013	97
Gambar 4.7	Grafik perbandingan nilai modulus elastisitas beton pada umur 28 hari antara metode ASTM C-469 dengan metode SNI 2847-2013	98
Gambar 4.8	Hubungan kuat tekan beton dengan regangan	99

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengetahuan tertua tentang beton adalah di temukan di Timur Tengah pada 5600 SM, bangsa Mesir (pada abad 26 SM) telah menggunakan campuran dengan jerami untuk mengikat batu kering , gypsum, dan semen kapur dalam pertukangan batu (berdasarkan fakta-fakta dalam konstruksi Pyramid). Masyarakat Yunani yang tinggal di *Crete* dan *Cyprus* menggunakan semen kapur sebaik mungkin (abad ke-8 SM) mengingat Bangsa Babilonia dan Syria menggunakan “bitumen” untuk membangun bebatuan dan bangunan batu. Sama halnya pada Bangsa Yunani Kuno, menggunakan batu kapur (calcined), ketika orang Roma membuat beton pertama yaitu mencampur kapur putih dengan debu bebatuan atau abu vulkanik, kemudian campuran tersebut digunakan untuk membangun jalan, bangunan-bangunan, dan saluran air (Herckia Pratama Daniel , 2008).

Beton adalah suatu material yang secara harfiah merupakan bentuk dasar dari kehidupan sosial modern. Beton sendiri adalah merupakan campuran yang homogen antara semen, air dan agregat. Karakteristik beton adalah mempunyai tegangan tekan yang tinggi serta tegangan tarik yang rendah (Nawy, 1985).

Menurut Nawy (1985) beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimia sejumlah material pembentuknya. DPU-LPMB memberikan definisi tentang beton sebagai campuran antara semen portland atau semen hidrolik yang lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan membentuk massa padat (SK.SNI T-15-1990).

Kajian tentang hubungan tegangan-regangan beton perlu diketahui untuk menurunkan persamaan analisis dan perencanaan suatu bagian struktur. Kemampuan bahan untuk menahan beban yang didukungnya dan perubahan bentuk yang terjadi pada bahan itu sangat tergantung pada sifat tegangan dan regangan tersebut (Muson Mula Istianto, 2010).

Modulus elastisitas yang besar menunjukkan kemampuan menahan tegangan yang cukup besar dalam kondisi regangan yang masih kecil, artinya bahwa beton tersebut mempunyai kemampuan menahan tegangan (desak terutama) yang cukup besar akibat beban-beban yang terjadi pada suatu regangan (kemungkinan terjadi retak) yang kecil. Tolak ukur yang umum dari sifat elastisitas suatu bahan adalah modulus elastisitas, yang merupakan perbandingan dari desakan yang diberikan dengan perubahan bentuk per satuan panjang, sebagai akibat dari desakan yang diberikan (Muson Mula Istianto, 2010).

Seperti yang diketahui, beton adalah suatu bahan yang mempunyai kekuatan yang tinggi terhadap tekan, tetapi sebaliknya mempunyai kekuatan relatif sangat rendah terhadap tarik. 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 memadai. Penelitian-penelitian telah banyak dilakukan untuk memperoleh suatu penemuan alternatif penggunaan konstruksi beton dalam berbagai bidang secara tepat dan efisien, sehingga akan diperoleh mutu beton yang lebih baik.

Kekuatan, keawetan dan sifat beton yang lain tergantung pada sifat-sifat bahan dasar, nilai perbandingan bahan-bahannya, cara pengadukan maupun cara pengerjaan selama penuangan adukan beton, cara pemadatan dan cara perawatan selama proses pengerasan. Untuk memperoleh mutu beton yang dikehendaki pada penggunaan yang khas maka perlu dipilih material pembentuk beton yang sesuai dan dicampur dengan proporsi tertentu sesuai dengan standard yang berlaku. Dengan demikian untuk mendapatkan suatu kekuatan beton tertentu diperlukan ketepatan dalam pemilihan mutu bahan pembentuk beton serta komposisi masing-masing bahan (Tjokrodinuljo, 2007).

Beton serat mempunyai kelebihan dibanding beton tanpa serat dalam beberapa sifat strukturnya antara lain keliatan (*ductility*), ketahanan terhadap beban kejut (*impact resistance*), kuat tarik dan lentur (*tensile and flexural*

strength), kelelahan (*fatigue life*), ketahanan terhadap pengaruh susut (*shrinkage*) dan ketahanan terhadap keausan (*abrasion*) (Soroushian and Bayashi, 1987).

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 mejadi beberapa kelompok, yaitu berasal dari binatang (*animal fibre*), bahan tambang (*mineral fibre*) dan tumbuhan (*vegetable fibre*). Serat daun nanas adalah salah satu jenis serat yang berasal dari tumbuhan (*vegetable fibre*) yang diperoleh dari daun-daun tanaman nanas (Deli Natalia Saragih, 2007).

Nanas merupakan buah yang banyak tumbuh didaerah tropis terutama Indonesia, nanas juga mengandung banyak manfaat tidak hanya pada buahnya tetapi juga pada daunnya. Daun nanas dapat digunakan dalam banyak , tidak hanya dalam kerajinan tapi juga dalam pembuatan beton, dalam hal ini serat daun nanas yang akan digunakan dalam pembuatan adukan beton, untuk mendapatkan nilai modulus elastisitas yang diharapkan (Hidayat, 2008).

Serat daun nanas (*pineapple-leaf fibres*) adalah salah satu jenis serat yang berasal dari tumbuhan (*vegetable fibre*) yang diperoleh dari daun-daun tanaman nanas. Tanaman nanas yang juga mempunyai nama lain, yaitu *Ananas Cosmosus*, (termasuk dalam family *Bromeliaceae*), pada umumnya termasuk jenis tanaman semusim. Menurut sejarah, tanaman ini berasal dari Brazilia dan dibawa ke Indonesia oleh para pelaut Spanyol dan Portugis sekitar tahun 1599 (Hidayat, 2008).

Dalam hal ini, penulis ingin memanfaatkan serat daun nanas sebagai bahan campuran pembuatan beton. Penggunaan serat daun nanas didalam adukan beton kali ini dilakukan dengan memotong – motong serat daun nanas sepanjang ± 5 cm dan dicampurkan kedalam adukan beton dengan perbandingan berat beton, Tujuannya ialah untuk menaikkan nilai modulus elastisitas beton dari modulus

elastisitas beton normal atau tanpa serat daun nanas. 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. Dalam hal ini diharapkan serat daun nanas dapat menjadi suatu inovasi dalam pembuatan beton yang memiliki kuat tekan dan tarik yang diinginkan.

1.2 Rumusan Masalah

Penyelidikan ini melahirkan rumusan masalah dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi penambahan serat daun nanas pada beton umur 7 hari, 14 hari dan 28 hari terhadap nilai modulus elastisitas.
2. Bagaimana pengaruh variasi penambahan serat daun nanas pada beton keras terhadap kekuatan beton dan regangan yang optimum.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi penambahan serat daun nanas terhadap kekuatan beton dan regangan yang optimum.
2. Untuk mengetahui komposisi serat daun nanas yang tepat pada beton terhadap nilai modulus elastisitas.

1.4 Batasan Masalah

Sesuai dengan judul dan ruang lingkup serta sasaran pembahasan yang dicapai dari pembuatan proposal ini, maka penulis memberikan suatu batasan masalah guna mendapatkan hasil sesuai dengan yang dimaksud.

1. Membuat sempel yang akan digunakan untuk produk beton dengan bahan tambah serat daun nanas.
2. Proporsi serat daun nanas yang digunakan sebagai bahan tambah dalam campuran beton sebesar 0%, 0.04%, 0.09%, dan 0.15% dari berat semen

yang digunakan, panjang serat yang digunakan yaitu dipotong sepanjang 1.5 cm

3. Menguji kekuatan modulus elastisitas beton untuk setiap sampel dengan variasi umur beton yang berbeda.
4. Menggunakan sampel benda uji beton dengan bentuk silinder untuk pengujian modulus elastisitas beton.
5. Menggunakan sampel benda uji beton dengan bentuk kubus untuk pengujian kuat tekan beton.
6. Teknik pengujian modulus elastisitas beton dengan standart SNI 2847-2013.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil perancangan penelitian ini, diharapkan dapat digunakan dan bernilai guna untuk :

1. Pemanfaatan limbah daun nanas sebagai bahan tambah dalam beton dapat memberikan kontribusi dalam dunia industri.
2. Mengurangi limbah sampah daun nanas sehingga dapat memberikan nilai lebih bagi para masyarakat.

1.6 Sistematika Penulisan

Proposal penelitian atau skripsi initerdiri dari lima bab yang direncanakan dan diharapkan dapat menjelaskan perihal topik bahasan, yaitu:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian, dan manfaat penelitian.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan teori – teori tentang beton, metode analisa yang digunakan,, ketentuan dalam campuran yang harus dipenuhi sesuai syarat.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan rencana atau prosedur yang dilakukan penulis memperoleh jawaban yang sesuai dengan kasus permasalahan.

BAB 4 PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan hasil pembahasa analisis rencana kekuatan dan modulus elastisitas beton.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan sesuai dengan analisis studi penelitian dan berisi daran untuk pengembangan lebih lanjut yang baik dimasa yang akan datang.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Uraian Umum

Dinegara berkembang terutama di Indonesia, pembangunan masih menjadi prioritas utama bagi pemerintahan, jika dilihat lebih dalam lagi pembangunan di Indonesia masih memerlukan teknologi-teknologi yang dapat mendukung dalam pembangunan Indonesia, baik dari segi peralatan maupun dari segi bahan. Beton merupakan salah satu bahan yang sering digunakan didalam pembangunan, beton memiliki sifat kuat tekan yang tinggi tetapi memiliki kuat tarik yang rendah, selain kuat tarik beton yang rendah beton juga memiliki kelemahan yang lainnya salah satunya adalah nilai modulus elastisitas yang rendah.

2.1.1 Beton

Beton adalah campuran dari agregat (pasir, kerikil/batu pecah, atau jenis agregat lainnya) dipersatukan oleh semen dan air. Sifat dari bahan beton, yaitu sangat kuat untuk menahan tekan, tetapi tidak kuat (lemah) untuk menahan tarik. Oleh karena itu, beton dapat mengalami retak jika beban yang dipikulnya menimbulkan tegangan tarik yang melebihi kuat tariknya (Asroni, 2010).

Nilai kuat tekan beton relatif lebih tinggi dibandingkan kuat tariknya, dan beton merupakan bahan bersifat getas. Nilai kuat tariknya hanya berkisar 9%-15% dari kuat tekannya (Nawy 1985:41). Sehingga umumnya beton diperkuat dengan penambahan tulangan baja dengan asumsi bahwa kedua material bekerja sama dalam menahan gaya yang bekerja dimana tulangan baja menahan gaya tarik dan beton hanya menerima gaya tekan.

Beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan beton yaitu bahan-bahan campuran beton, cara-cara persiapan, perawatan dan keadaan pada saat dilakukan percobaan. Setiap bahan campuran beton tersebut mempunyai variasi sifat yang dipengaruhi oleh beberapa faktor alami yang tidak dapat dihindarkan, namun

dengan mengetahui sifat-sifat bahan baku, maka dapat diketahui kebutuhan dari masing-masing bahan baku dan beberapa kekuatan yang dicapainya.

Jika sebuah balok beton (tanpa tulangan) ditumpu oleh tumpuan sederhana (sendi-rol) dan di atas balok tersebut bekerja beban terpusat P serta beban merata q , maka akan timbul momen luar, sehingga balok akan melengkung ke bawah. Pada balok yang melengkung ke bawah akibat beban luar ini pada dasarnya ditahan oleh kopel gaya-gaya dalam yang berupa tegangan tekan dan tarik. Jadi pada serat-serat balok bagian tepi atas akan menahan tegangan tekan dan semakin ke bawah tegangan tekan tersebut akan semakin kecil. Sebaliknya, pada serat-serat bagian tepi bawah akan menahan tegangan tarik dan semakin ke atas tegangan tariknya akan semakin kecil. Pada bagian tengah, yaitu pada batas antara tegangan tekan dan tarik, serat-serat balok tidak mengalami tegangan sama sekali (tegangan tekan maupun tarik bernilai nol). Serat-serat yang tidak mengalami tegangan tersebut membentuk suatu garis yang disebut garis netral (Asroni, 2010).

Pada tahun 1860, Joseph Monier memasukkan jaring-jaring kawat kedalam dinding bak air. Pada tahun 1867, Joseph Monier mengambil paten atas bangunan lantai dari beton bertulang, dengan tulangan yang terdiri dari anyaman tongkat besi menurut dua jurusan yang tegak lurus satu sama lainnya. Joseph Monier sangat berjasa karena ia memperkenalkan bangunan ini dikalangan masyarakat luas. Kira-kira tahun 1884 paten Monier jatuh ke Jerman dan Austria ditangan C.A. Waitz dan J. Bauschinger. Waitz yang mengajukan penggunaan bahan ini dan dialah yang pertama mempunyai pendapat bahwa besi harus diletakkan pada bagian yang tertarik

Sesuai dengan tingkat mutu beton yang hendak dicapai, maka perbandingan campuran beton harus ditentukan agar beton yang dihasilkan dapat memberikan hal-hal sebagai berikut :

1. Kemudahan dalam pengerjaan (*workability*).

Yang dimaksud dengan *workability* adalah bahwa bahan-bahan beton setelah diaduk bersama, menghasilkan adukan yang bersifat sedemikian rupa

sehingga adukan mudah diangkut, dituang/dicetak, dan dipadatkan menurut tujuan pekerjaannya tanpa terjadi perubahan yang menimbulkan kesukaran atau penurunan mutu. Sifat mampu dikerjakan/*workability* dari beton sangat tergantung pada sifat bahan, perbandingan campuran, dan cara pengadukan serta jumlah seluruh air bebas. Dengan kata lain, sifat dapat/mudah dikerjakan suatu adukan beton dipengaruhi oleh :

- a. Konsistensi normal semen
- b. Mobilitas, setelah aliran dimulai (sebaliknya adalah sifat kekasaran atau perlawanan terhadap gerak)
- c. Kohesi atau perlawanan terhadap pemisahan bahan-bahan
- d. Sifat saling lekat (ada hubungannya dengan kohesi), berarti bahan penyusunnya tidak akan terpisah-pisah sehingga memudahkan pengerjaan-pengerjaan yang perlu dilakukan

Jadi sifat dapat dikerjakan pada beton ini merupakan ukuran dari tingkat kemudahan adukan untuk diaduk, diangkut, dituang/dicetak, dan dipadatkan. Perbandingan bahan-bahan ataupun sifat bahan-bahan itu secara bersama-sama mempengaruhi sifat dapat dikerjakan beton segar. Unsur-unsur yang mempengaruhi sifat mudah dikerjakan pada beton antara lain :

- Banyaknya air yang dipakai dalam campuran beton
- Penambahan semen ke dalam adukan beton
- Gradasi campuran agregat kasar dan agregat halus
- Pemakaian butir-butir agregat yang bulat akan mempermudah cara pengerjaan beton
- Cara pemadatan beton dan/atau jenis alat yang digunakan

2. Ketahanan terhadap kondisi lingkungan khusus (tahan lama dan kedap air).

a. Sifat Tahan Lama (*durability*)

Sifat tahan lama pada beton, merupakan sifat dimana beton tahan terhadap pengaruh luar selama dalam pemakaian. Sifat tahan lama pada beton dapat dibedakan dalam beberapa hal, antara lain sebagai berikut :

- Tahan terhadap pengaruh cuaca; pengaruh cuaca yang dimaksud adalah pengaruh yang berupa hujan dan pembekuan pada musim dingin, serta pengembangan dan penyusutan yang diakibatkan oleh basah dan kering silih berganti.
- Tahan terhadap pengaruh zat kimia; daya perusak kimiawi oleh bahan-bahan seperti air laut; rawa-rawa dan air limbah, zat-zat kimia hasil industri dan air limbahnya, buangan air kotor kota yang berisi kotoran manusia, gula dan sebagainya perlu diperhatikan terhadap keawetan beton.
- Tahan terhadap erosi; beton dapat mengalami kikisan yang diakibatkan oleh adanya orang yang berjalan kaki dan lalu lintas di atasnya, gerakan ombak laut, atau oleh partikel-partikel yang terbawaoleh angin dan atau air.

b. Sifat Kedap Air

Beton mempunyai kecenderungan mengandung rongga-rongga yang diakibatkan oleh adanya gelembung udara yang terbentuk selama atau sesudah pencetakan selesai, atau ruangan yang saat mengerjakan (selesai dikerjakan) mengandung air. Air ini menggunakan ruangan -ruangan, dan jika air menguap maka akan meninggalkan rongga-rongga udara. Rongga udara ini merupakan peluang untuk masuknya air dari luar ke dalam beton. Semakin banyak rongga ini, maka kemungkinan masuknya air makin besar, dan kemungkinan terbentuknya pipa kapiler makin besar. Sifat kedap air pada beton terutama didapat jika didalam beton itu tidak terdapat pipa kapiler yang menerus, karena melalui pipa kapiler inilah air akan menembus beton. Jika saluran-saluran kapiler tersebut tidak ditutup kembali, sifat beton tersebut tidak kedap air. Rongga kapiler ini dapat menyempit jika hidrasi semen sempurna, karena volume yang terjadi $\pm 2,1$ kali sebesar volume semen kering semula.

3. Memenuhi kekuatan yang hendak di capai.

Secara umum hal ini dipengaruhi oleh 2 faktor, yaitu faktor air semen (fas) dan kepadatan. Beton dengan fas kecil sampai dengan jumlah air yang cukup untuk hidrasi semen secara sempurna, dan dapat dipadatkan secara sempurna pula, akan memiliki kekuatan yang optimal. Untuk mencapai kepadatan dan hidrasi

sempurna ini, ada beberapa hal yang mempengaruhi, antara lain sebagai berikut (Wuryati Samekto 2001:42):

- a. Keadaan selama terjadinya pengerasan.

Selama semen mengeras, harus selalu cukup air supaya campuran beton tidak mengering sebelum proses pengerasan selesai.

- b. Karena pengerasan semen makan waktu, maka perlu waktu yang cukup.

Biasanya waktu 4 minggu yang dipakai sebagai pedoman umum bagi waktu pengerasan semen/beton.

2.1.2 Beton Serat

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

2.1.3 Sifat-sifat Beton Serat

Salah satu sifat penting dari beton adalah daktilitas. Daktilitas yaitu kemampuan struktur atau komponennya untuk melakukan deformasi inelastik bolak-balik berulang di luar batas titik leleh pertama, sambil mempertahankan sejumlah besar kemampuan daya dukung bebannya (SNI 03-1729-2002). Salah satu alasan penambahan serat pada beton adalah untuk menaikkan kapasitas penyerapan energi dari matrik campuran, yang berarti meningkatkan daktilitas beton. Penambahan daktilitas juga berarti penambahan perilaku beton terhadap lelah (*fatigue*) dan kejut (*impact*).

Beton serat mempunyai kelebihan dibanding beton tanpa serat dalam beberapa sifat strukturnya antara lain keliatan (*ductility*), ketahanan terhadap beban kejut (*impact resistance*), kuat tarik dan lentur (*tensile and flexural*

strength), kelelahan (*fatigue life*), ketahanan terhadap pengaruh susut (*shrinkage*) dan ketahanan terhadap keausan (*abrasion*) (Soroushian and Bayashi, 1987).

Menurut As'ad (2008), beton serat memberi banyak keuntungan antara lain:

1. Serat terdistribusi secara acak di dalam volume beton pada jarak yang relatif dekat satu sama lain. Hal ini akan memberi tahanan berimbang ke segala arah dan memberi keuntungan material struktur yang dipersiapkan untuk menahan beban gempa dan angin.
2. Perbaikan perilaku deformasi seperti ketahanan terhadap dampak, daktilitas yang lebih besar, kuat lentur, dan kapasitas torsi yang lebih baik.
3. Meningkatkan ketahanan beton terhadap formasi dan pembentukan retak
4. Peningkatan ketahanan pengelupasan (*spalling*) dan retak pada selimut beton akan membantu menghambat korosi besi tulangan dari serangan kondisi lingkungan yang berpotensi korosi.

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

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

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

fiber cenderung untuk menggumpal menjadi suatu bola yang sangat sulit disebar secara merata sebelum dan sesudah proses pengadukan. Batas maksimal aspek ratio fiber yang masih memungkinkan pengadukan dilakukan dengan mudah adalah $l/d < 100$. Nilai l/d yang melampaui batas di atas akan menyebabkan kesulitan dalam pengadukan (Sudarmoko, 1989).

2.2 Serat Daun Nanas

Serat alami yaitu serat yang berasal dari alam (bukan buatan ataupun rekayasa manusia). Serat alami ini biasanya didapat dari serat tumbuhan (pepohonan). Penelitian dan penggunaan serat alami berkembang dengan sangat pesat dewasa ini karena serat alami banyak memiliki keunggulan dibandingkan dengan serat buatan. Keunggulan dari serat alami, yaitu beban lebih ringan, mudah didapat, harga relatif murah, dan yang paling penting ramah lingkungan. Salah satu serat alami adalah serat daun nanas

Nanas merupakan buah yang banyak tumbuh didaerah tropis terutama Indonesia, nanas juga mengandung banyak manfaat tidak hanya pada buahnya tetapi juga pada daunnya. Serat daun nanas (*pineapple-leaf fibres*) adalah salah satu jenis serat yang berasal dari tumbuhan (*vegetable fibre*) yang diperoleh dari daun-daun tanaman nanas. Tanaman nanas yang juga mempunyai nama lain, yaitu *Ananas Cosmosus*, (termasuk dalam family *Bromeliaceae*), pada umumnya termasuk jenis tanaman semusim. Menurut sejarah, tanaman ini berasal dari Brazilia dan dibawa ke Indonesia oleh para pelaut Spanyol dan Portugis sekitar tahun 1599 (Hidayat, 2008).

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 2.1 memperlihatkan beberapa jenis varietas tanaman nanas serta sifat fisik pada serat yang dimiliki masing-masing varietas daun nanas.

Tabel 2.1: *Physical characteristics* serat daun nanas (Hidayat, 2008)

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

Untuk memperoleh serat daun nanas tersebut memerlukan waktu ± 3 hari. Adapun tahapan untuk memperoleh serat daun nanas adalah sebagai berikut:

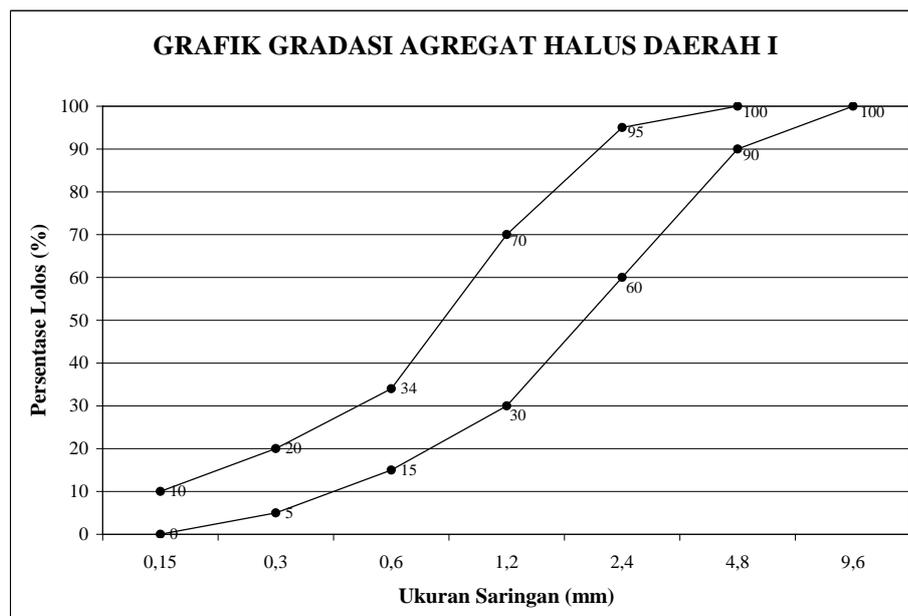
1. Daun dipilih dan dipotong
2. Setelah dipotong, bagian daging daun nanas diserut menggunakan pisau hingga terlihat serat daunnya pada bagian tengah
3. Pisahkan serat dan daging daun nanas menggunakan pisau
4. Setelah terpisah, serat daun nanas kemudian dijemur agar tahan lama dan tidak mudah membusuk karena sisa daging daun yang masih menempel pada serat daun nanas.

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

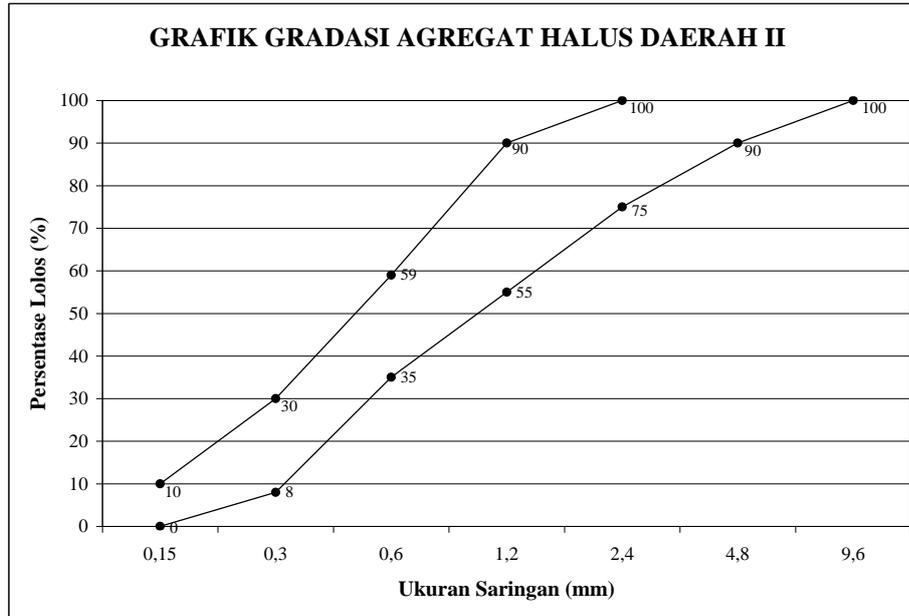
2.3 Material Penyusun Beton

2.3.1 Agregat Halus

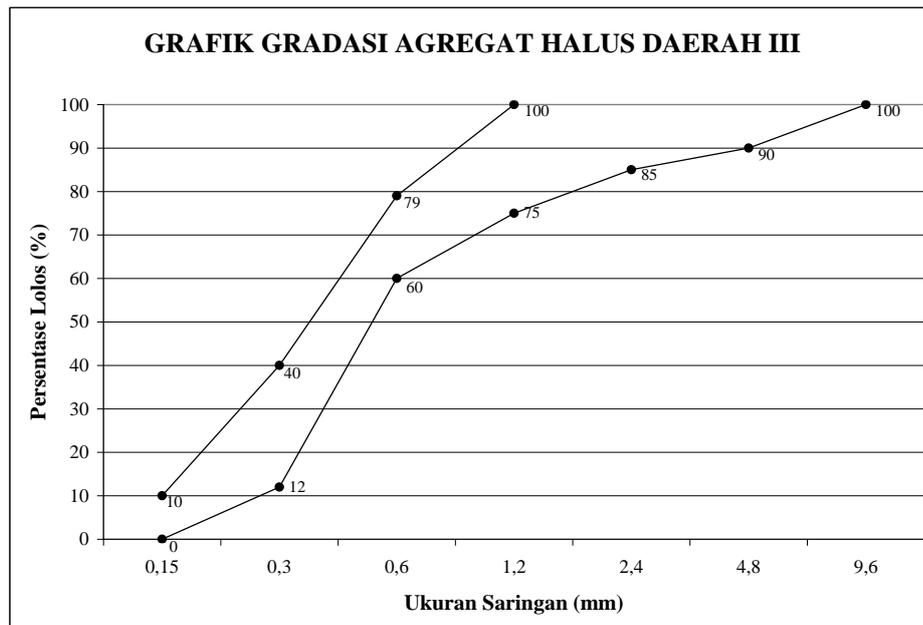
Menurut SNI 03-2834-2000, agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil desintegrasi secara alami dari batu atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butir terbesar 5,0 mm. Kadar lumpur atau bagian yang lebih kecil dari 70 mikron (0,074 mm) maksimum 5% (SII.0052 dalam Mulyono, 2005). Dalam penelitian ini digunakan agregat halus yang berasal dari Sungai Binjai Sumatera Utara. Agregat halus dapat berupa pasir alam, pasir olahan atau gabungan dari kedua pasir tersebut. Ukurannya bervariasi antara No. 4 dan No. 100. Kegunaan agregat halus adalah untuk mengisi ruangan antara butir agregat kasar dan memberikan kelecakan. Pasir memiliki 3 jenis gradasi, yaitu gradasi pasir kasar, sedang, dan halus. Berikut ini adalah batas gradasi pasir.



Gambar 2.1: Grafik batas gradasi pasir (sedang) No. 1



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



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

Dalam SNI 03-2834-2002 telah mengelompokkan agregat halus dalam 3 zona (daerah) dan dijelaskan pada Gambar 2.1, Gambar 2.2, dan Gambar 2.3.

Tabel 2.2: 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

Agregat halus dapat digolongkan menjadi 3 jenis (*Wuryati Samekto 2001:16*)

1. Pasir Galian

Pasir galian dapat diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali dari dalam tanah. Pada umumnya pasir jenis ini tajam, bersudut, berpori, dan bebas dari kandungan garam yang membahayakan.

2. Pasir Sungai

Pasir sungai diperoleh langsung dari dasar sungai. Pasir sungai pada umumnya berbutir halus dan berbentuk bulat, karena akibat proses gesekan yang terjadi sehingga daya lekat antar butir menjadi agak kurang baik.

3. Pasir Laut

Pasir laut adalah pasir yang diperoleh dari pantai. Bentuk butiran halus dan bulat, karena proses gesekan. Pasir jenis ini banyak mengandung garam, oleh karena itu kurang baik untuk bahan bangunan. Garam yang ada dalam pasir ini menyerap kandungan air dalam udara, sehingga mengakibatkan pasir selalu agak basah, dan juga menyebabkan pengembangan setelah bangunan selesai dibangun.

2.3.2 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 % (SII.0052 dalam 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.

Sifat agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca, dan efek-efek perusak lainnya. Agregat kasar mineral ini harus bersih dari bahan-bahan organik, dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan gel semen. (Nawy 1998 : 13).

Tabel 2.3: 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

2.3.3 Semen Portland Pozolan

Semen Portland Pozolan atau *Portland Pozzolana Cement* (PPC) adalah suatu semen hidrolis yang terdiri dari campuran yang homogen antara semen portland dengan pozolan halus, yang diproduksi dengan menggiling klinker semen portland dan pozolan bersama-sama, atau mencampur secara merata bubuk semen portland dengan bubuk pozolan, atau gabungan antara menggiling dan mencampur, dimana kadar pozolan 6% sampai dengan 40% massa semen portland pozolan (SNI 15-0302-2004). Fungsi semen adalah untuk merekatkan butir-butir

agregat agar terjadi suatu massa yang kompak atau padat, selain itu juga untuk mengisi rongga di antara butiran-butiran agregat. Menurut SNI 0013-18 di Indonesia semen *Portland* dibedakan menjadi lima jenis, yaitu jenis I, II, III, IV, dan V.

Tabel 2.4: Tipe Semen dan Fungsinya

Tipe Semen	Deskripsi
I	Semen <i>Portland</i> Jenis Umum (<i>Normal PC</i>) yaitu jenis semen untuk penggunaan dalam konstruksi beton secara umum yang tidak memerlukan sifat-sifat khusus, misalnya untuk trotoar, pemasangan bata, dll
II	Semen <i>Portland</i> Jenis Umum dengan perubahan-perubahan (<i>Modified Portland Cement</i>). Semen ini memiliki panas hidrasi yang lebih rendah dari Jenis I. Semen ini digunakan untuk bangunan-bangunan tebal seperti pilar, kolom, dll
III	Semen <i>Portland</i> dengan kekuatan awal tinggi (<i>High Early Strength PC</i>). Jenis ini akan menghasilkan beton dengan kekuatan yang besar pada waktu singkat, biasanya digunakan untuk struktur yang mendesak digunakan, misalnya perbaikan jalan beton
IV	Semen <i>Portland</i> dengan panas hidrasi rendah (<i>Low Heat PC</i>). Jenis ini merupakan jenis khusus dengan panas hidrasi yang serendah-rendahnya. Digunakan untuk bangunan beton massa besar, seperti bendungan, dll
V	Semen <i>Portland</i> tahan sulfat (<i>Sulfat Resistant PC</i>). Jenis <i>PC</i> yang khusus dimaksudkan untuk penggunaan pada bangunan-bangunan yang kena sulfat seperti Industri Kimia dan lain-lain.

Sumber : SNI 03-2834-2000, Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal.

2.3.4 Air

Air adalah bahan dasar pembuatan beton. Berfungsi untuk membuat semen bereaksi dan sebagai bahan pelumas antara butir-butir agregat. Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan (*workability*) dalam pekerjaan beton. Tujuan utama penggunaan air adalah agar terjadi reaksi hidrasi pada semen. Air yang digunakan

adalah air tawar yang dapat diminum, baik yang telah diolah di perusahaan air minum maupun tanpa diolah (Mulyono, 2004)

Menurut SNI S-04-1989-F, air sebagai bahan campur beton untuk bangunan sebaiknya memenuhi syarat sebagai berikut :

- a. Air harus bersih
- b. Tidak mengandung lumpur, minyak, dan benda melayang lainnya, yang dapat dilihat secara visual. Benda - benda tersuspensi ini tidak boleh lebih dari 2 gram per liter.
- c. Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) lebih dari 15 gram / liter.
- d. Tidak mengandung *klorida* (CL) lebih dari 0,5 gram / liter. Khusus untuk beton pratekan kandungan *klorida* tidak boleh dari 0,05 gram per liter.
- e. Tidak mengandung senyawa sulfat (sebagai SO₃) lebih dari 1 gram / liter.

Adapun air yang digunakan pada penelitian ini adalah air PDAM yang berada di Laboratorium Universitas Sumatera Utara.

2.4 Perencanaan Pembuatan Campuran Beton

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

2.5 Keleccakan (*Workability*)

Komposisi dan sifat bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan beton secara bersama-sama akan memengaruhi tingkat kemudahan pengerjaan (keleccakan) beton segar. Menurut Widodo (2009), unsur-unsur yang berpengaruh terhadap tingkat keleccakan beton, antara lain adalah:

1. Jumlah air yang digunakan dalam campuran adukan beton, sampai batas faktor air semen tertentu. Semakin banyak air yang digunakan, semakin mudah beton segar untuk dikerjakan.
2. Jumlah semen yang digunakan. Penambahan semen sampai batas tertentu juga dapat meningkatkan tingkat keleccakan beton. Untuk mempertahankan

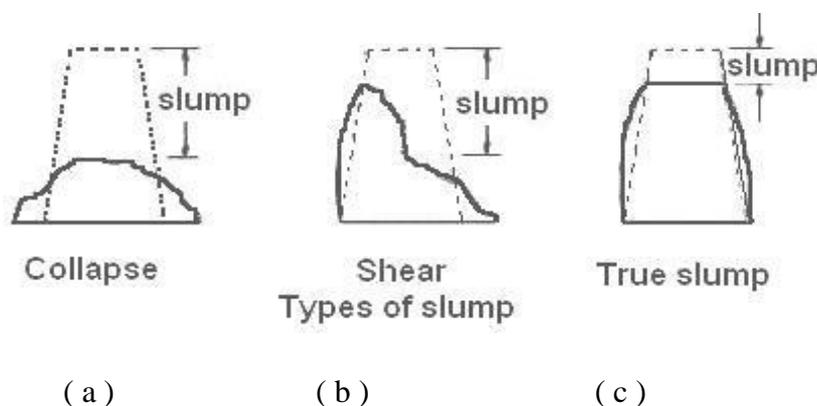
nilai faktor air semen, penambahan semen ke dalam campuran harus diikuti dengan penambahan air.

3. Gradasi campuran pasir dan kerikil. Jika gradasi agregat yang digunakan berada dalam daerah gradasi yang disarankan dalam peraturan, maka campuran adukan beton akan mudah dikerjakan.
4. Bentuk butiran agregat yang digunakan. Jika batuan yang digunakan berbentuk bulat, maka campuran akan semakin mudah dikerjakan.
5. Ukuran maksimum agregat. Semakin besar ukuran agregat, semakin sedikit jumlah air yang diperlukan untuk memperoleh tingkat kelecakanyang baik. Hal ini dikarenakan semakin kecil ukuran agregat, semakin besar luas permukaan yang harus dibasahi.

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

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

Ketiga jenis bentuk penurunan (*slump*) beton segar dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4: Bentuk-bentuk *slump* (a) runtuh, (b) geser, (c) ideal

(Sumber : Widodo, 2009)

1. Slump a : *Collapse* / runtuh

Keadaan ini disebabkan terlalu banyak air/basah sehingga campuran dalam cetakan runtuh sempurna. Bisa juga karena merupakan campuran yang workabilitynya tinggi yang diperuntukkan untuk lokasi pengecoran tertentu sehingga memudahkan pemadatan,

2. Slump b : *Shear* / geser

Pada keadaan ini bagian atas sebagian bertahan, sebagian runtuh sehingga berbentuk miring, mungkin terjadi karena adukan belum rata tercampur.

3. Slump c : *True* / Merupakan bentuk slump yang benar dan ideal.

Jika pada saat uji slump bentuk yang dihasilkan adalah collapse atau shear, maka tidak perlu membuat campuran baru terburu-buru. Cukup ambil sample beton segar yang baru dan mengulang pengujian.

Tabel 2.5: Slump yang disyaratkan untuk berbagai konstruksi

Jenis konstruksi	Slump (mm)	
	Maksimum*	Minimum
Dinding penahan dan pondasi	76,2	25,4
Pondasi sederhana, sumuran, dan dinding sub struktur	76,2	25,4
Balok dan dinding beton	101,6	25,4
Kolom struktur	101,6	25,4
Perkerasan dan slab	76,2	25,4
Beton missal	50,8	25,4

*Dapat ditambahkan sebesar 25,4 mm untuk pekerjaan beton yang tidak menggunakan vibrator, tetapi menggunakan metode konsolidasi.

Sumber : ACI 211.1-91

2.6 Kuat Tekan

Kuat tekan beton didefinisikan sebagai kemampuan penampang beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton ini biasanya digunakan sebagai kriteria untuk menentukan mutu beton, walaupun sebenarnya

beton mampu menahan gaya tarik, hanya saja kemampuan ini relatif kecil sehingga sering diabaikan (Mulyono, 2004). Kuat tekan beton diwakili oleh tegangan tekan maksimum f'_c dengan satuan N/mm² atau MPa. Kuat tekan beton umur 28 hari berkisar antara nilai + 10-65 MPa. Umumnya kuat tekan maksimum tercapai pada saat nilai satuan regangan (ϵ') mencapai + 0,002. Selanjutnya nilai tegangan f'_c akan turun dengan bertambahnya nilai regangan sampai benda uji hancur pada nilai ϵ' mencapai 0,003-0,005. Beton kuat tekan tinggi lebih getas dan akan hancur pada nilai regangan maksimum yang lebih rendah dibandingkan dengan beton kuat tekan rendah. Pada SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.3.2 menerangkan bahwa regangan kerja maksimum yang diperhitungkan di serat tepi beton tekan luar adalah 0,003 sebagai batas hancur. (Dipohusodo, 1994).

Kuat tekan menjadi parameter untuk menentukan mutu dan kualitas beton yang ditentukan oleh agregat, perbandingan semen, dan perbandingan jumlah air. Pembuatan beton akan berhasil jika dalam pencapaian kuat tekan beton telah sesuai dengan yang telah direncanakan dalam *mix design*. Adapun hal-hal yang mempengaruhi kuat tekan beton yaitu :

1. FAS atau faktor air semen, hubungan fas dengan kuat tekan beton adalah semakin rendah nilai fas maka semakin tinggi nilai kuat tekan beton. Tetapi pada kenyataannya pada suatu nilai fas tertentu semakin rendah nilai fas maka kuat tekan beton akan rendah. Hal ini terjadi karena jika fas rendah menyebabkan adukan beton sulit dipadatkan. Dengan demikian ada suatu nilai optimal yang menghasilkan kuat tekan beton yang maksimal.
2. Umur beton, kekuatan beton akan bertambah sesuai dengan umur beton tersebut. Kecepatan bertambahnya kekuatan beton dipengaruhi oleh fas dan suhu perawatan. Semakin tinggi fas, maka semakin lambat kenaikan kekuatan betonnya, dan semakin tinggi suhu perawatan maka semakin cepat kenaikan kekuatan betonnya.
3. Jenis Semen, kualitas pada jenis-jenis semen memiliki laju kenaikan kekuatan yang berbeda.

4. Efisiensi dari perawatan (*curing*), kehilangan kekuatan sampai 40% dapat terjadi bila terjadi pengeringan terjadi sebelum waktunya. Perawatan adalah hal yang sangat penting pada pekerjaan dilapangan dan pada pembuatan benda uji.
5. Sifat agregat, dalam hal ini kekerasan permukaan, gradasi, dan ukuran maksimum agregat berpengaruh terhadap kekuatan beton.

Nilai kuat tekan beton didapatkan melalui tata cara pengujian standar menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan (P) bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji silinder beton (diameter 150 mm, tinggi 300 mm) sampai hancur. Tata cara pengujian yang umumnya dipakai adalah standar ASTM (*American Society for Testing Materials*) C39-86 (Dipohusodo, 1994).

Kuat tekan beton dinyatakan dengan Pers. 2.1

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

dimana :

$f'c$ = kuat tekan beton (MPa)

P = beban hancur (N)

A = luas penampang beton tertekan (mm²)

Kuat tekan rata-rata beton Pers. 2.2

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

dimana :

$f'c$ rata-rata = kuat tekan rata-rata (MPa)

N = jumlah benda uji

Beban P tersebut juga mengakibatkan bentuk fisik silinder beton berubah menjadi lebih pendek, sehingga timbul regangan tekan pada beton (ϵ_c') sebesar perpendekan beton (ΔL) dibagi dengan tinggi awal silinder beton (L_0), ditulis dengan rumus (Asroni, 2010) Pers. 2.3

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

dengan:

$\varepsilon c'$ = regangan tekan beton

ΔL = perpendekan beton (mm)

L_0 = tinggi awal silinder beton (mm)

2.7 Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas adalah rasio tegangan normal terhadap regangan terkait untuk tegangan tarik atau tekan di bawah batas proporsional material. Modulus elastisitas beton merupakan koefisien pembandingan antara tegangan dan regangan pada keadaan elastik (untuk beton normal) Pers. 2.4

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c} \quad (2.4)$$

Menurut Dipohusodo (1994), nilai modulus elastisitas beton sangat beragam tergantung pada nilai kuat tekan betonnya, sesuai dengan teori elastisitas., secara umum kemiringan kurva pada tahap awal menggambarkan nilai modulus elastisitas suatu bahan. Karena kurva pada beton berbentuk lengkung maka nilai regangan tidak berbanding lurus dengan nilai tegangannya berarti bahan beton tidak sepenuhnya bersifat elastis, sedangkan nilai modulus elastisitas berubah-ubah sesuai dengan kekuatannya dan tidak dapat ditetapkan melalui kemiringan kurva. Bahan beton bersifat elasto plastis dimana akibat dari beban tetap yang sangat kecil sekalipun, disamping memperlihatkan kemampuan elastis, bahan beton juga menunjukkan deformasi permanen.

SNI 2847-2013 menyebutkan rumus nilai modulus elastisitas beton untuk nilai W_c antara 1440 dan 2560 Kg/m^3 sebagai berikut Pers. 2.5

$$E_c = W_c^{1,5} 0,043 \sqrt{f'_c} \quad (2.5)$$

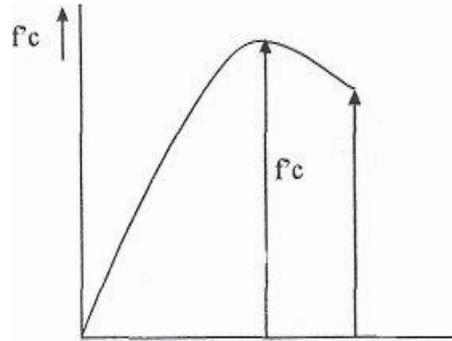
dimana :

E_c = modulus elastisitas beton (MPa)

w_c = berat volume beton (kg/m^3)

f'_c = kuat tekan beton (MPa)

Rumus empiris tersebut hanya berlaku untuk beton dengan berat isi berkisar antara 1440 dan 2560 kg/m³. Untuk beton normal, E_c diizinkan diambil sebesar $4700\sqrt{f'_c}$.



Gambar 2.5: Kurva tegangan-regangan beton yang diberi tekanan (Nawy, 1990: 44)

Bagian kurva ini (sampai sekitar 40 % f'_c) pada umumnya untuk tujuan praktis dapat dianggap linier. Setelah mendekati 70 % tegangan hancur, material banyak kehilangan kekakuannya sehingga kurva tidak linier lagi.

Modulus elastisitas yang besar menunjukkan kemampuan menahan tegangan yang cukup besar dalam kondisi regangan yang masih kecil, artinya bahwa beton tersebut mempunyai kemampuan menahan tegangan (desak terutama) yang cukup besar akibat beban-beban yang terjadi pada suatu regangan (kemungkinan terjadi retak) yang kecil. Tolak ukur yang umum dari sifat elastisitas suatu bahan adalah modulus elastisitas, yang merupakan perbandingan dari desakan yang diberikan dengan perubahan bentuk per satuan panjang, sebagai akibat dari desakan yang diberikan.

Modulus elastisitas yang ditentukan berdasarkan rekomendasi ASTM C-469 disebut modulus chord. Adapun perhitungan modulus elastisitas chord (*chord modul*) E_c adalah:

$$E_c = \frac{S_1 - S_2}{\epsilon_2 - 0,00005} \quad (2.6)$$

dimana :

E_c = modulus elastisitas beton (MPa)

S_2 = tegangan beton mencapai 40% tegangan maksimum (MPa)

$S1$ = tegangan beton yang bersesuaian dengan regangan arah longitudinal sebesar 0,00005 (MPa)

$\epsilon 2$ = regangan arah longitudinal akibat $S2$

Modulus elastisitas pada beton bervariasi. Ada beberapa hal yang mempengaruhi modulus elastisitas beton antara lain sebagai berikut ini:

1. Kelembaban

Beton dengan kandungan air yang lebih tinggi memiliki modulus elastisitas yang juga lebih tinggi dari pada beton dengan spesifikasi yang sama.

2. Agregat

dalam beton, semakin tinggi pula modulus elastisitas beton tersebut. Nilai modulus dan proporsi volume agregat dalam campuran mempengaruhi modulus elastisitas beton. Semakin tinggi modulus agregat dan semakin besar proporsi agregat

3. Umur Beton

Modulus elastisitas beton meningkat seiring pertambahan umur beton seperti halnya kuat tekannya, namun modulus elastisitas meningkat lebih cepat dari pada kekuatannya.

4. Mix Design Beton

Jenis beton memberikan nilai E (modulus elastisitas) yang berbeda-beda pada umur dan kekuatan yang sama.

BAB 3

METODOLOGI

3.1 Metode Penelitian

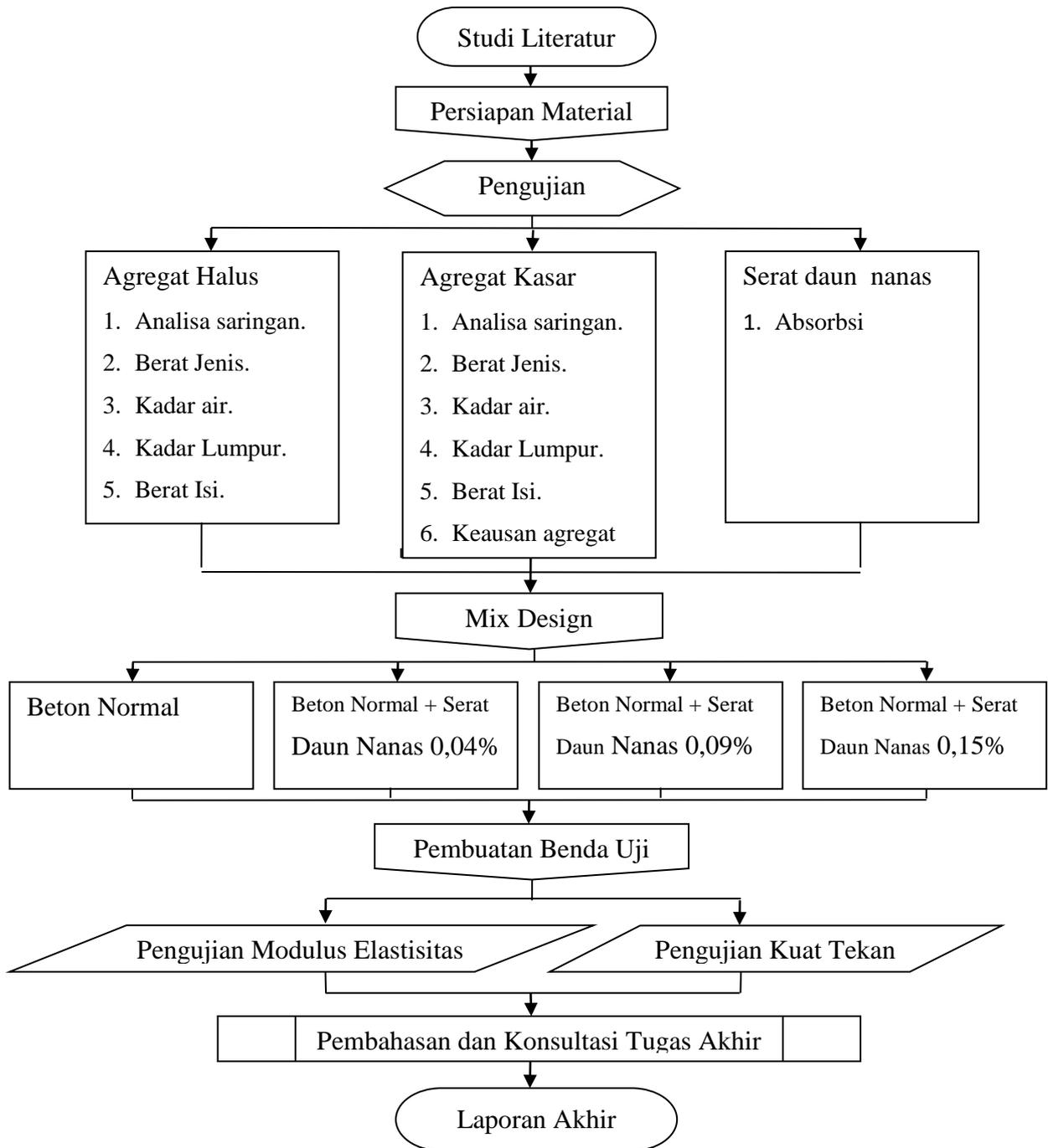
Metodelogi penelitian dilakukan dengan cara membuat benda uji (sampel) di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara. Benda uji dalam penelitian ini adalah beton normal yang menggunakan Serat daun nanas sebagai bahan tambah beton dengan varian campuran 0%, 0.04%, 0.09 %, dan 0.15 %, dari berat semen. Sedangkan waktu pengujian dilakukan setelah beton berumur 7, 14, dan 28 hari.

Persiapan material merupakan langkah awal dalam melaksanakan penelitian ini, setelah semua persiapan dilakukan baru dapat melakukan pengujian material, pengujian material mencakup keseluruhan bahan dalam pembuatan beton yaitu pengujian material agregat halus, pengujian material agregat kasar, pengujian material semen, pengujian air dan serat daun nanas sebagai bahan tambah dalam penelitian pembuatan campuran untuk memperkuat nilai modulus elastisitas dalam beton.

Setelah tahap diatas telah selesai dilaksanakan, langkah selanjutnya adalah tahapan mix design, dalam tahapan ini, semua bahan yng telah diuji akan dicampur menjadi satu berdasarkan data yang telah didapat sebelumnya, dalam penelitian ini, mix design dibuat dalam empat variasi yaitu campuran beton normal, campuran beton normal + serat daun nanas sebanyak 0,04% dari berat semen, campuran beton normal + serat daun nanas sebanyak 0,09% dari berat semen, dan campuran beton normal + serat daun nanas sebanyak 0,15% dari berat semen, dan dibuat pada cetakan berbentuk selinder sebanyak 36 buah yang akan diuji pada masing-masing umur beton yaitu 7, 14, dan 28 hari.

Selanjutnya pengujian benda uji yang meliputi pengujian kuat tekan beton dan pengujian modulus elastisitas beton, data-data yang diperoleh dari hasil pengujian di lampirkan didalam pembahasan yang akan dihitung analisa datanya,

analisa data tersebut nantinya akan menjadi kesimpulan didalam penelitian yang dilakukan. Tahap-tahap penelitian ini dapat dilihat secara skematis dalam bentuk bagan alir pada Gambar 3.1 sebagai berikut :



Gambar 3.1: Tahapan singkat penelitian yang dilakukan.

3.2 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 modulus elastisitas 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 Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara sebagai penunjang guna untuk memperkuat suatu penelitian yang dilakukan.

Langkah-langkah penelitian dari proses awal sampai pembuatan laporan tugas akhir dapat dilihat pada Gambar 3.1.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Pembuatan dan pengujian modulus elastisitas beton dilakukan di Laboratorium Beton Universitas Sumatera Utara pada bulan 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 silinder untuk pengujian modulus elastisitas beton, jumlah sampel penelitian 36 buah dengan umur 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.

Dan pembuatan 12 buah benda uji berbentuk kubus untuk pengujian kuat tekan beton ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm dengan pesentase serat daun nanas yang sama pada pembuatan benda uji modulus elastisitas beton, dengan perincian sebagai berikut:

- a. 3 buah sampel beton normal pada umur 28 hari.
- b. 3 buah sampel beton serat daun nanas 0,04% pada umur 28 hari.
- c. 3 buah sampel beton serat daun nanas 0,09% pada umur 28 hari.
- d. 3 buah sampel beton serat daun nanas 0,15% 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 Padang 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 kecamatan Pancur batu. 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 silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.
- e. Mesin kompres (*Compression Test*).
- f. Alat uji modulus elastisitas beton (*extensometer*).

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.

3.6.1 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.

3.6.2 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 dilaksanakan pada laboratorium beton fakultas teknik universitas sumatera utara dengan cara kerja berdasarkan buku panduan praktikum beton universitas muhammadiyah sumatera utara. 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 komulatif agregat. Maka akan didapat zona gradasi agregat yang dipakai (zona pasir kasar, sedang, agak halus atau pasir halus).

Untuk mencari modulus kehalusan dapat dipakai rumus sebagai berikut :

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

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

Tabel 3.1: Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat halus.

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

Berdasarkan Tabel 3.1 menjelaskan pemeriksaan analisa saringan agregat halus ini menggunakan nomor saringan yang telah ditentukan berdasarkan SNI 03-2834-1993. 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 :

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

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

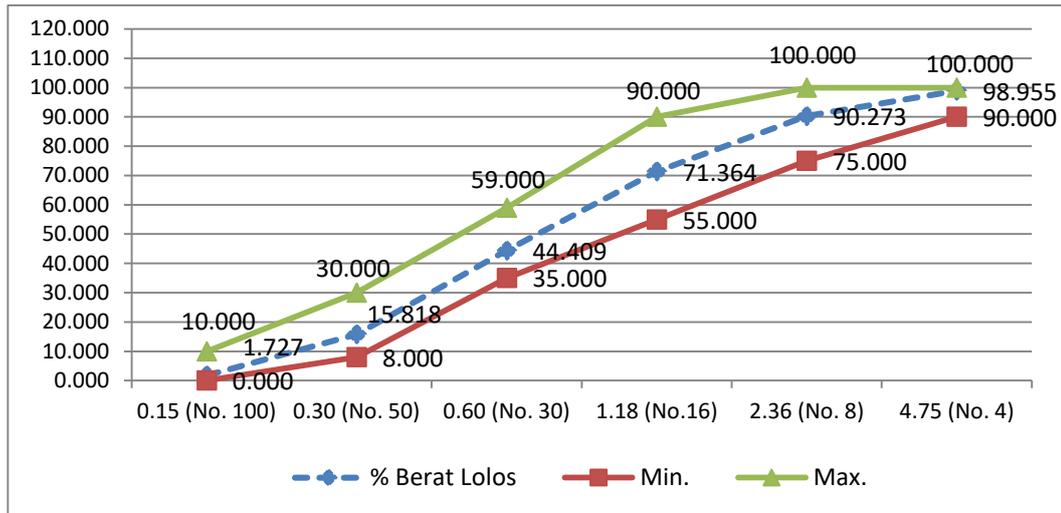
$$\text{No. 16} = 100 - 28,636 = 28,636 \%$$

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

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

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

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



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.

3.6.3 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 ASTM C 127. Nilai ini diperlukan untuk menetapkan berat agregat dalam komposisi volume adukan beton.

Pemeriksaan dilaksanakan pada laboratorium beton fakultas teknik universitas sumatera utara dengan cara kerja berdasarkan buku panduan praktikum beton 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 rumus sebagai berikut :

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

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

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

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

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 penelitian berat jenis dan penyerapan agregat halus.

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

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 $2,527 \text{ gr/cm}^3 < 2,571 \text{ gr/cm}^3 < 2,643 \text{ gr/cm}^3$ dan nilai penyerapannya sebesar 1,730 %. Berdasarkan ASTM C 128 tentang absorpsi yang baik adalah dibawah 2 %.

3.6.4 Kadar air

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air dari suatu bahan yang akan digunakan nantinya. Pemeriksaan dilaksanakan pada laboratorium beton fakultas teknik universitas sumatera utara dengan cara kerja berdasarkan buku

panduan praktikum beton universitas muhammadiyah sumatera utara tentang kadar air.

Rumus yang dipakai dalam mencari kadar air agregat yaitu :

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

Dimana :

W1 = Berat contoh mula-mula.

W2 = Berat contoh kering oven.

$$W_3 = \text{Berat air} = \frac{W_1}{W_2}$$

Tabel 3.3: Data hasil penelitian kadar air

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

Berdasarkan Tabel 3.3 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 %. Hasil pemeriksaan tersebut telah memenuhi standard yang ditentukan yaitu sebesar 2 % - 20 %.

3.6.5 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 dilaksanakan pada laboratorium beton fakultas teknik universitas sumatera utara dengan cara kerja berdasarkan buku panduan praktikum beton 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)

$$= (C / A) \times 100\%.$$
(3.7)

Tabel 3.4: Data hasil penelitian kadar lumpur agregat halus

Pemeriksaan	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-rata (gr)
Berat contoh bahan kering	500	500	500
Berat contoh kering setelah dicuci	485	482	483,5
Berat contoh bahan lolos saringan ukuran 0,075 mm	15	18	16,5
Persentase kotoran contoh bahan lolos saringan ukuran 0,075 mm	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 %.

3.6.6 Berat Isi

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat isi agregat halus sebagai perbandingan antara berat material kering dengan volumenya. Pemeriksaan dilaksanakan pada laboratorium beton fakultas teknik universitas sumatera utara dengan cara kerja berdasarkan buku panduan praktikum beton universitas muhammadiyah sumatera utara tentang berat isi.

Adapun rumus yang akan digunakan yaitu :

$$\text{Berat isi agregat} = \frac{W_3}{V} \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad (3.8)$$

Dimana :

W_3 = berat contoh bahan.

V = isi wadah (dm^3).

Tabel 3.5: Data hasil penelitian berat isi agregat halus.

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

Berdasarkan Tabel 3.5 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 $1,165 \text{ gr/cm}^3$.

3.7. Pemeriksaan Agregat Kasar

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 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 komulatif agregat. Maka akan didapat zona gradasi agregat yang dipakai (zona pasir kasar, sedang, agak halus atau pasir halus).

Pemeriksaan dilaksanakan pada laboratorium beton fakultas teknik universitas sumatera utara dengan cara kerja berdasarkan buku panduan praktikum beton 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 sebagai berikut :

$$FM \text{ (Modulus Kehausan)} = \frac{\text{Jumlah \% Komulatif Tertahan}}{100} \quad (3.9)$$

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

Tabel 3.6: Data hasil penelitian analisa saringan agregat kasar.

Nomor Ayakan	Berat Tertahan				Kumulatif	
					Tertahan	Lolos
	contoh 1 (gr)	contoh 2 (gr)	total (gr)	(%)	(%)	(%)
1,5 in	105	143	248	4,429	4,429	95,571
3/4 in	750	813	1563	27,911	32,339	67,661
3/8 in	1026	1087	2113	37,732	70,071	29,929
No. 4	819	857	1676	29,929	100	0
No. 8	0	0	0	0	100	0

Tabel 3.6: *Lanjutan*

No. 16	0	0	0	0	100	0
No. 30	0	0	0	0	100	0
No. 50	0	0	0	0	100	0
No. 100	0	0	0	0	100	0
Pan	0	0	0	0	100	0
Total	2700	2900	5600	100		

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 ASTM C33 (1986). Berikut penjabaran tentang persentase berat tertahan dan komulatif agregat :

Total berat pasir = 5600 gram.

Persentase berat tetahan 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 :

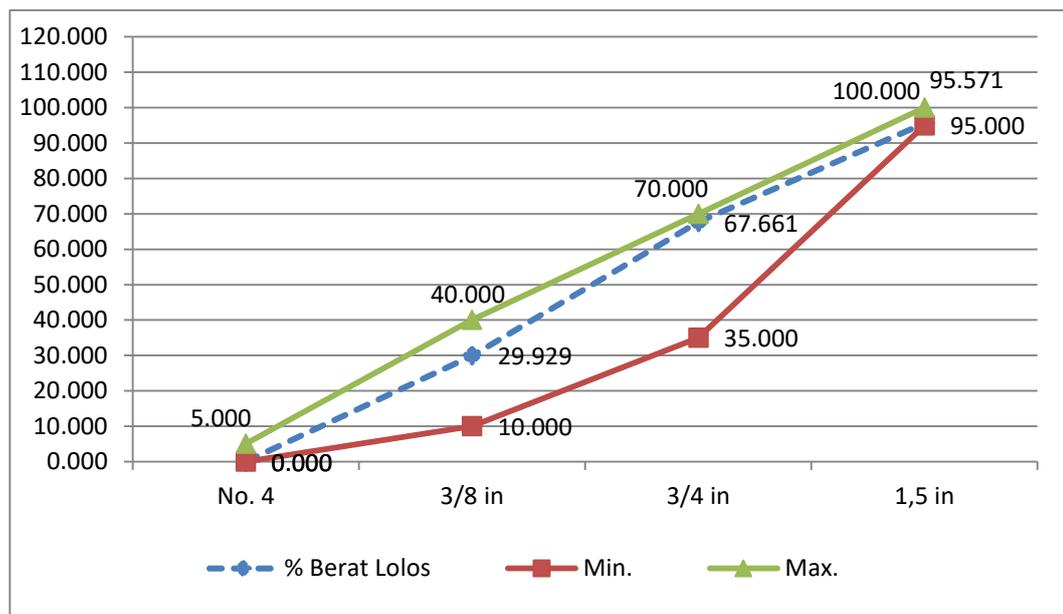
$$1,5 \text{ in} = 100 - 4,429 = 95,571 \%$$

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

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

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

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.

3.7.2 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 ASTM C 128. Nilai ini diperlukan untuk menetapkan berat agregat dalam komposisi volume adukan beton.

Pemeriksaan dilaksanakan pada laboratorium beton fakultas teknik universitas sumatera utara dengan cara kerja berdasarkan buku panduan praktikum beton 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 rumus sebagai berikut :

$$1. \text{ Bulk Spec-Gravity Dry (berat jenis conto kering)} = \frac{C}{(A-B)} \quad (3.10)$$

$$2. \text{ Bulk Spec-Gravity SS D (berat jenis contoh SSD)} = \frac{A}{(A-B)} \quad (3.11)$$

$$3. \text{ Apparent Spec-Gravity Dry (berat jenis contoh semu)} = \frac{C}{(C-B)} \quad (3.12)$$

$$4. \text{ Absorption} = \frac{A-C}{C} \times 100 \% \quad (3.13)$$

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

Berdasarkan hasil pemeriksaan dengan data yang dapat dilihat pada tabel 3, 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 terpuhi apabila nilai berat contoh kering < berat jenis contoh SSD < berat jenis contoh

semu. Dari pemeriksaan didapat nilai rata-rata berat jenis contoh kering sebesar 2,696 gr/cm³, berat jenis contoh SSD sebesar 2,716 gr/cm³ dan berat jenis contoh semu sebesar 2,751 gr/cm³. Pada pemeriksaan ini juga diperoleh nilai penyerapan pada agregat kasar dengan rata-rata sebesar 0,752 %. Berdasarkan ASTM C 127 nilai pemeriksaan tersebut berada di bawah nilai abropsi agregat kasar maksimum yaitu sebesar 4 % atau didapatkannya nilai absorpsi yang diisyaratkan.

3.7.3 Kadar air

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air dari suatu bahan yang akan digunakan nantinya. Pemeriksaan dilaksanakan pada laboratorium beton fakultas teknik universitas sumatera utara dengan cara kerja berdasarkan buku panduan praktikum beton universitas muhammadiyah sumatera utara tentang kadar air.

Rumus yang dipakai dalam mencari kadar air agregat yaitu :

$$\text{Kadar air} = \frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_3} \times 100 \% \quad (3.14)$$

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 oven	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 standard yang ditentukan yaitu sebesar 0,5 % - 1,5 %.

3.7.4 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 dilaksanakan pada laboratorium beton fakultas teknik universitas sumatera utara dengan cara kerja berdasarkan buku panduan praktikum beton universitas muhammadiyah sumatera utara 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 %. (3.15)

Tabel 3.9: Data hasil penelitian kadar lumpur agregat kasar

Pemeriksaan	Contoh 1 (gr)	Contoh 2 (gr)	Rata-rata (gr)
Berat contoh bahan kering	1500	1500	1500
Berat contoh kering setelah dicuci	1489	1488	1488,5
Berat contoh bahan lolos saringan ukuran 0,075 mm	11	12	11,5

Tabel 3.9: *Lanjutan*

Persentase kotoran contoh bahan lolos saringan ukuran 0,075 mm	0,733%	0,8%	0,767 %
--	--------	------	---------

3.7.5 Berat Isi

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat isi agregat halus sebagai perbandingan antara berat material kering dengan volumenya. Pemeriksaan dilaksanakan pada laboratorium beton fakultas teknik universitas sumatera utara dengan cara kerja berdasarkan buku panduan praktikum beton universitas muhammadiyah sumatera utara tentang berat isi.

Adapun rumus yang akan digunakan yaitu :

$$\text{Berat isi agregat} = \frac{W_3}{V} \text{ (kg/m}^3\text{)} \quad (3.16)$$

Dimana :

W_3 = berat contoh bahan.

V = isi wadah (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 (cm^3)	15465,214	15465,214	15465,214	15465,21
Berat isi (gr/cm^3)	1,420	1,514	1,600	1,511

Berdasarkan Tabel 3.10 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 $1,6 \text{ gr/cm}^3$.

3.7.6 Keausan Agregat Design Mesin *Los Angeles*

Pemeriksaan dilaksanakan pada laboratorium beton fakultas teknik universitas sumatera utara dengan cara kerja berdasarkan buku panduan praktikum beton universitas muhammadiyah sumatera utara tentang keausan 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 (1,5 in)	0	0
25 (1 in)	1250	567
19,1 (3/4 in)	1250	976
12,5 (1/2 in)	1250	675
9,50 (3/8 in)	1250	358
4,75 (No. 4)	0	0
2,36 (No. 8)	0	0
1,18 (No. 16)	0	0
0,60 (No. 30)	0	0
0,30 (No. 50)	0	989
0,15 (No. 100)	0	0
Pan	0	612
Total	5000	4177
	Berat lolos saringan No.12	823
	<i>Abrasion</i> (Keausan) (%)	16,46

$$\begin{aligned}
 \text{Abrasion} &= \frac{\text{Beratawal} - \text{Berataakhir}}{\text{Beratawal}} \times 100 \% && (3.17) \\
 &= \frac{5000 - 4177}{5000} \times 100 \% \\
 &= 16,46 \%
 \end{aligned}$$

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 %.

3.8 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 sekrap. Pemisahan ini dilakukan tanpa melalui proses khusus. Daun nanas direbahkan diatas permukaan yang datar kemudian diserut dengan menggunakan pisau atau sekrap 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.

3.9 Perencanaan Campuran beton

Perencanaan pembuatan campuran beton normal ini dilakukan sesuai dengan ketentuan SNI 03-2834-2002. Berikut langkah-langkah dalam pembuatan beton menurut standar ini :

1. Menentukan kuat tekan beton yang disyaratkan (f_c') pada umur tertentu.
2. Menghitung deviasi standart menurut ketentuan.

Faktor pengali untuk standart deviasi dengan hasil uji 30 atau lebih dapat dilihat pada tabel 3.12, Pada tabel ini kita dapat langsung mengambil nilai standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang akan dicetak. Bila data uji lapangan untuk menghiung deviasi standar kurang dari 15, maka kuat tekan rata-rata yang ditargetkan f_{cr} harus dimbil tidak kurang dari ($f_c' + 12$ MPa).

Tabel 3.12: Faktor pengali untuk deviasi standar berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia (sni 03-2834-2002)

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

3. Perhitungan nilai tambah (margin)

Tabel 3.13: 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

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

$$f'_{cr} = f'c + \text{Deviasi Standart} + \text{Nilai Tambah (margin)} \quad (3.18)$$

5. Menetapkan jenis semen.

Pada langkah ini dipilih 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).

7. Menentukan faktor air semen.

Nilai faktor air semen dapat diambil dari gambar 3.3 yang menjelaskan tentang hubungan faktor air semen dan kuat tekan beton silinder (SNI 03-2834-2002).

8. Menetapkan faktor air semen maksimum.

9. Menetapkan slump.

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

10. Menetapkan ukuran agregat maksimum.

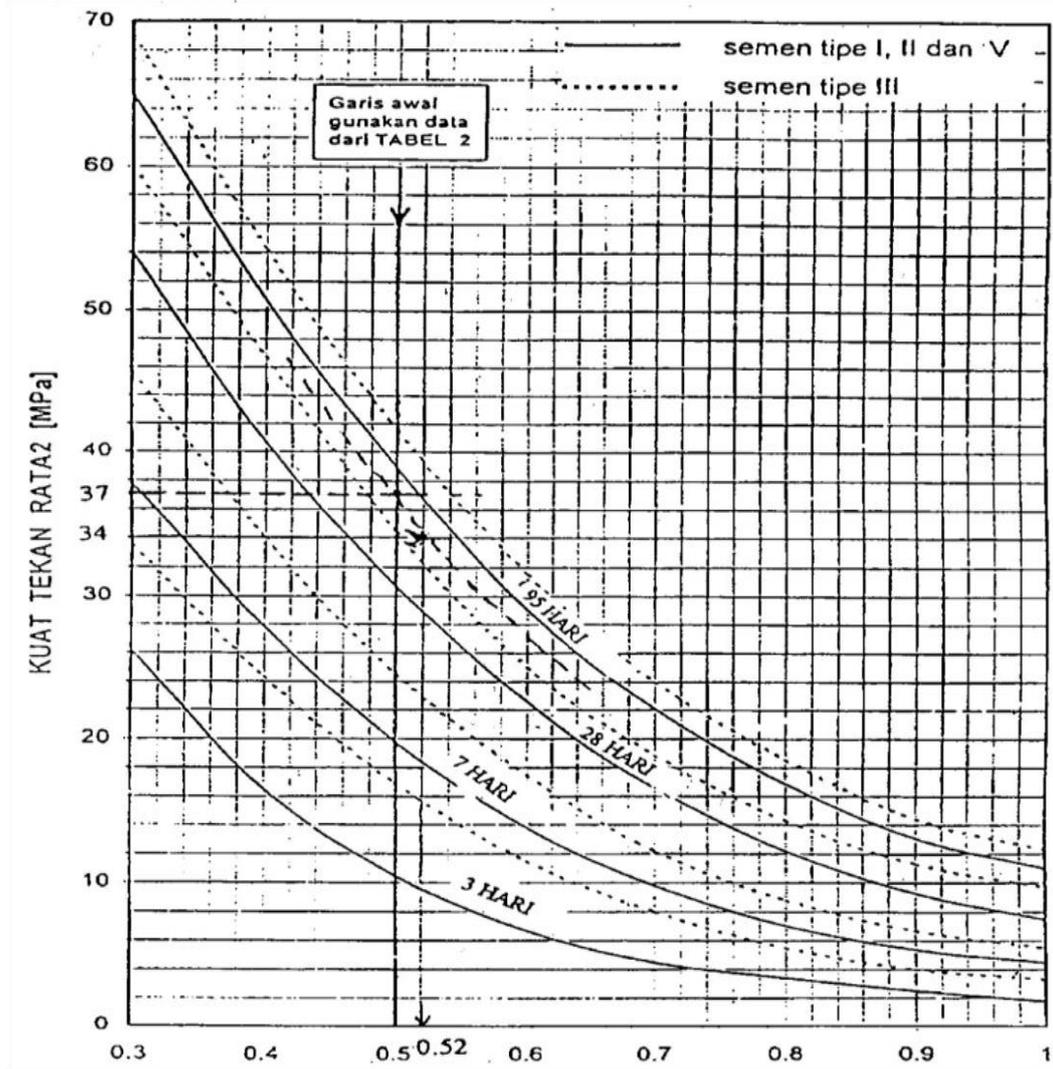
Penetapan besar butir maksimum agregat pada beton standar ada 3, yaitu 10 mm, 20 mm atau 40 mm.

11. Menentukan nilai kadar air bebas.

Kadar air bebas ditentukan pada tabel 3.14 berikut :

Tabel 3.14: Perkiraan kadar air bebas (Kg/m^3) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton.

Ukuran besar butir agregat maksimum (mm)	Jenis agregat	Slump (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



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

Agregat campuran (tak dipecah dan dipecah) dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\frac{2}{3}Wh + \frac{1}{3}Wk \tag{3.19}$$

Dimana :

Wh = perkiraan jumlah air untuk agregat halus.

Wk = perkiraan jumlah air untuk agregat kasar.

12. Menghitung banyaknya jumlah semen.

$$\text{semen} = \frac{W_{air}}{FAS} \tag{3.20}$$

Dimana :

FAS = Faktor air semen per meter kubik beton.

13. Mengabaikan jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan.
14. Menentukan jumlah semen semimum mungkin.

Dapat dilihat pada Tabel 3.15 Dari tabel-tabel tersebut kita dapat mengambil jumlah semen minimum maupun nilai faktor air semen maksimum menurut kondisi beton yang akan dicetak nantinya.

Tabel 3.15: Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus.

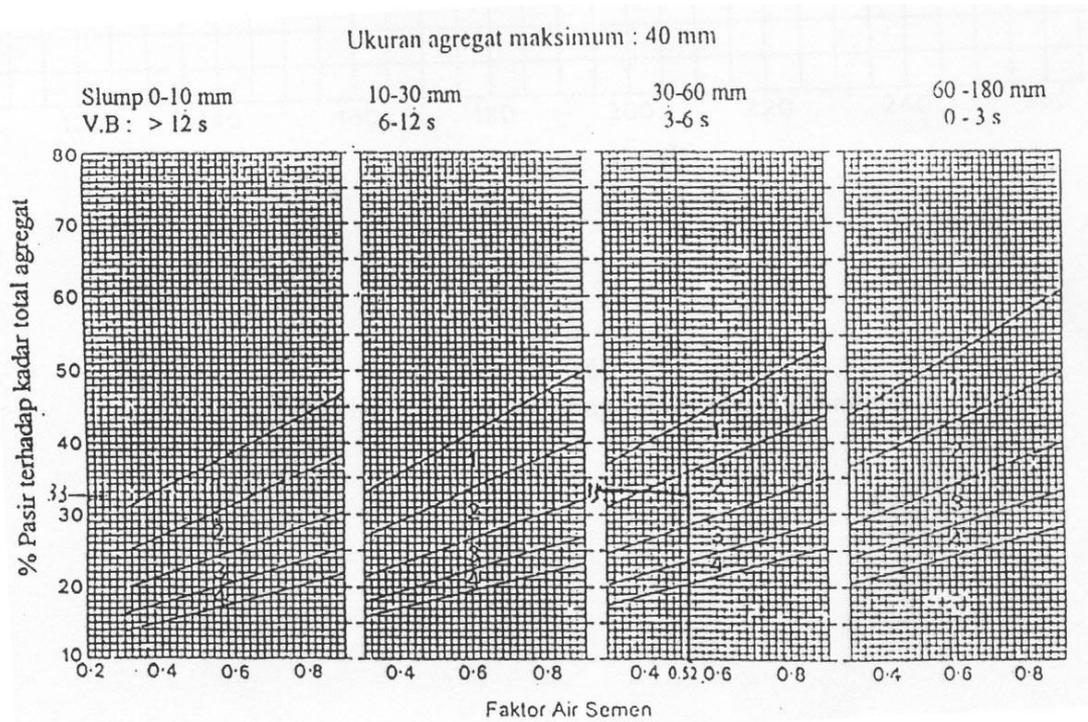
Lokasi	Jumah semen minimum per m^3 beton (kg)	Nilai faktor air semen maksimum
Beton didalam ruang bangunan :		
a. Keadaan keliling non-korosif.	275	0,60
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif.	325	0,52
Beton di luar ruang bangunan :		
a. Tidak terlindung daei hujan dan 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.		0,55
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah.	325	(pada tabel 3.14)
Beton yang kontinu berhubungan :		
a. Air tawar.		
b. Air laut.		(pada tabel 3.15)

15. Menentukan faktor air semen yang disesuaikan jika jumlah semen berubah karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan), maka faktor air semen harus diperhitungkan kembali.
16. Menentukan susunan butir agregat halus
Agregat halus diklarifikasikan menjadi 3 jenis, yaitu pasir kasar Gambar 2.1,

pasir sedang Gambar 2.2, pasir sedikit halus dan Gambar 2.3.

17. Menentukan susunan agregat kasar menurut gambar 2.2.
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 yang dapat dilihat pada Gambar 3.5



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

19. Menghitung berat jenis *relative* agregat.

Berat jenis relative 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

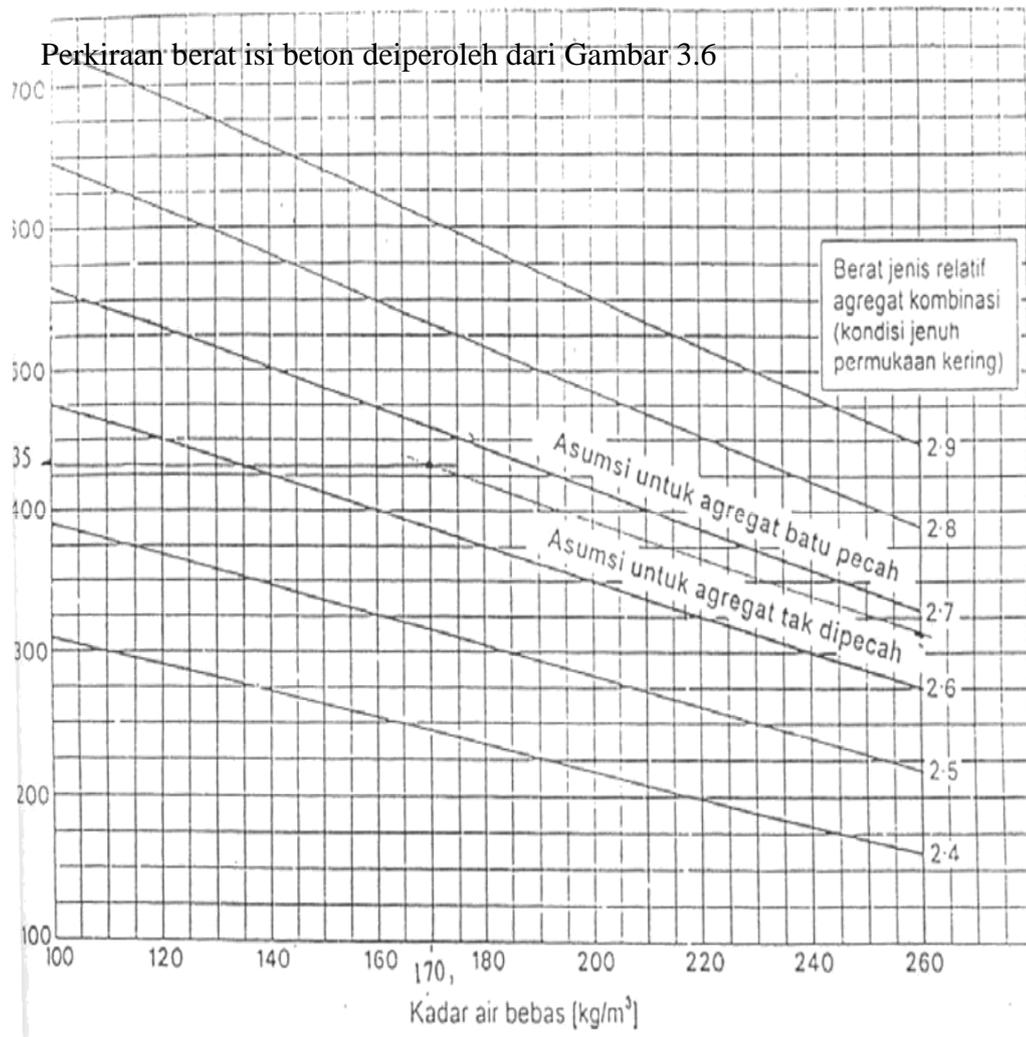
- b. Berat jenis agregat gabungan dihitung sebagai berikut :

$$BJ \text{ campran} = (K_h/100 \times BJ_h) + (K_k/100 \times BJ_k) \quad (3.21)$$

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 (%).

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).



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

21. Menghitung kadar agregat gabungan.

Rumus yang digunakan untuk kebutuhan berat agregat campuran yaitu :

$$W_{agr\ campuran} = W_{beton} - W_{air} - W_{semen} \quad (3.22)$$

Dimana :

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

W_{beton} = berat beton per meter kubik beton (kg/m^3).

W_{air} = berat air per meter kubik beton (kg/m^3).

W_{semen} = berat semen per meter kubik (kg/m^3).

22. Menghitung kadar agregat halus.

Memperoleh kadar agregat halus dari hasil perkalian persen pasir poin (18) dengan agregat gabungan poin (21) atau dengan melihat rumus sebagai berikut:

$$W_{agr\ halus} = K_h \times W_{agr\ campuran} \quad (3.23)$$

Dengan :

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

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

K_h = persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran (%).

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 rumus sebagai berikut :

$$W_{agr\ kasar} = W_{agr\ gabungan} - W_{agr\ halus} \quad (3.24)$$

Dengan :

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

$W_{agr\ campuran}$ = kebutuhan berat agregat campuran per meter kubik

beton (kg/m^3).

Kh = persentase berat agregat kasar terhadap agregat Campuran (%).

Dari langkah-langkah diatas dari poin (1) sampai poin (23) sudah dapat diketahui susunan campuran bahan-bahan untuk 1 m^3 beton.

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

$$\text{a. Air} = B - (C_k - C_a) \times C/100 - (D_k - D_a) \times D/100 \quad (3.25)$$

$$\text{b. Agregat halus} = C + (C_k - C_a) \times C/100 \quad (3.26)$$

$$\text{c. Agregat kasar} = D + (D_k - D_a) \times D/100 \quad (3.27)$$

Dengan :

B adalah jumlah air (kg/m^3)

C adalah jumlah agregat halus (kg/m^3).

D adalah jumlah agregat kasar (kg/m^3).

C_a adalah absorpsi air pada agregat halus (%).

D_a adalah absorpsi air pada agregat kasar (%).

C_k adalah kandungan air dalam agregat halus (%).

D_k adalah kandungan air dalam agregat kasar (%).

3.10 Pelaksanaan Penelitian

3.10.1 *Mix Design*

Hal ini menentukan persentase atau komposisi masing-masing komponen material pembentuk beton untuk memperoleh suatu campuran beton yang memenuhi kekuatan dan keawetan yang direncanakan serta memiliki kelecakan yang sesuai dengan mempermudah proses pengerjaan.

3.10.2 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.

Tabel 3.16: jumlah dan ukuran penampang benda uji Kuat Tekan Beton

Ukuran penampang kubus	Persentase penambahan serat daun nanas	Umur pengujian	jumlah
15 Cm x 15 Cm x 15 Cm	0%	28 hari	3 buah benda uji
	0,04%	28 hari	3 buah benda uji
	0,09%	28 hari	3 buah benda uji
	0,15%	28 hari	3 buah benda uji

2. Benda uji pemeriksaan modulus elastisitas beton.

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.
- 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.

- 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.
- 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.

Tabel 3.17: jumlah dan ukuran penampang benda uji modulus elastisitas beton

Tinggi Slinder	Diameter Slinder	Persentase penambahan serat daun nanas	Umur pengujian	jumlah
30 cm	15 cm	0 %	7 hari	3 buah benda uji
			14 hari	3 buah benda uji
			28 hari	3 buah benda uji
		0.04 %	7 hari	3 buah benda uji
			14 hari	3 buah benda uji
			28 hari	3 buah benda uji
		0.09 %	7 hari	3 buah benda uji
			14 hari	3 buah benda uji
			28 hari	3 buah benda uji
		0.15%	7 hari	3 buah benda uji
			14 hari	3 buah benda uji
			28 hari	3 buah benda uji

3.10.3 Pengujian *Slump*

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

3.10.4 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 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.

3.12 Pengujian Modulus Elastisitas

Pengujian modulus elastisitas dilakukan setelah beton berumur 7, 14, dan 28 hari. Benda uji yang digunakan dalam pengujian ini adalah silinder beton dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 36 buah dengan berbagai variasi penambahan serat dan perendaman. Pengujian ini bertujuan untuk mengamati besarnya perubahan panjang (regangan) silinder beton akibat pembebanan serta besarnya beban (P) pada saat beton mengalami kuat tekan sebesar 40% dari kuat tekan yang direncanakan. Pengujian ini menggunakan mesin uji kuat tekan (*Compression Testing Machine*) dan alat ukur regangan dial (*extensometer*).

Langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut:

- a. Setelah proses pembuatan dan perendaman selesai maka melakukan proses *capping* pada permukaan benda uji agar permukaan rata.
- b. Menimbang berat, tinggi dan diameter benda uji

- c. Memasang alat Compressormeter pada posisi nol kemudian meletakkan benda uji pada mesin uji kuat tekan.
- d. Pengujian dilakukan dengan beban pada kecepatan yang konstan dan beban bertambah secara kontinyu setiap 50 KN.
- e. Untuk pengambilan data, dengan cara mencatat besar perubahan panjang untuk setiap penambahan tekanan sebesar 50 KN yang dapat dibaca dari alat *compressormeter* dan *extensometer*.
- f. Menghitung regangan (ε) yang terjadi dengan Pers. 3.28

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \quad (3.28)$$

dengan :

Δl = penurunan arah longitudinal.

l = tinggi beton relatif (jarak antara dua *strain gauge*)

Berdasarkan rekomendasi ASTM C 469-94, perhitungan modulus elastisitas beton yang digunakan adalah modulus chord. Adapun perhitungan modulus elastisitas chord (E_c) sesuai Persamaan 3.2

$$E_c = \frac{S_1 - S_2}{\varepsilon_2 - 0,00005} \text{ MPa} \quad (3.29)$$

dengan:

S_2 = tegangan sebesar 0,4. F'_c

S_1 = tegangan yang bersesuaian dengan regangan arah longitudinal akibat tegangan sebesar 0,00005

ε_2 = regangan longitudinal akibat tegangan S_2

Perencanaan pengujian modulus elastisitas beton

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 % dari berat semen.

- 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 % dari berat semen.
- 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 % dari berat semen.
- 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)

4.1.1 Data Campuran Beton

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 di inginkan. 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 : 2,716gr/cm³
4. Berat jenis agregat halus : 2,571gr/cm³
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 : 1,511gr/cm³
10. Berat isi agregat halus : 1,165gr/cm³
11. Kadar lumpur agregat kasar : 0,767 %
12. Kadar lumpur agregat halus : 3,3 %
13. Nilai slump rencana : 30-60 mm
14. Ukuran agregat aksimum : 40 mm
15. Penyerapan serat daun nanas : 5,27%

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 Tabel 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 (benda uji silinder/ kubus)	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 ³
12	Jumlah Semen	(11) / (7)	447,368	kg/m ³
13	Jumlah Semen Maksimum	ditetapkan	447,368	kg/m ³
14	Jumlah Semen Minimum	Tabel 8.19 Tri Mulyono	275	kg/m ³
15	FAS yang disesuaikan	Grafik Tri Mulyono	0,38	

Tabel 4.1: *Lanjutan.*

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 ³	
21	Berat Isi Beton	Grafik 8.6 Tri Mulyono	2441,5	kg/m ³	
22	Kadar Agregat Gabungan	(21) - ((12) + (11))	1824,132	kg/m ³	
23	Kadar Agregat Halus	(18) x (22)	597,403	kg/m ³	
24	Kadar Agregat Kasar	(22) - (23)	1226,728	kg/m ³	
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
27	Benda Uji Kubus				
	a. Semen (kg)	Rumus	1,510	447,368	1
	b. Pasir (kg)	Rumus	2,025	599,886	1,341
	c. Batu Pecah (kg)	Rumus	4,134	1224,913	2,738
	d. Air (kg)	Rumus	0,560	165,701	0,370

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

Semen	:	Pasir	:	Batu pecah	:	Air
44,368	:	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

$$\begin{aligned}
 &447,368 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3 \\
 &= 2,373 \text{ kg}.
 \end{aligned}$$

- Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji, yaitu :

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

$$\begin{aligned}
 &599,886 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3 \\
 &= 3,182 \text{ kg}.
 \end{aligned}$$

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

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

$$\begin{aligned}
 &1224,913 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3 \\
 &= 6,496 \text{ kg}.
 \end{aligned}$$

- Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji, yaitu :

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

$$\begin{aligned}
 &165,701 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3 \\
 &= 0,879 \text{ kg}.
 \end{aligned}$$

Maka perbandingan untuk 1 benda uji dalam satuan kilogram adalah :

Semen	:	Pasir	:	Batu pecah	:	Air
2,373	:	3,182	:	6,496	:	0,879
1	:	1,341	:	2,738	:	0,370

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
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
 $= 2,373 \text{ kg} \times 36 \text{ benda uji}$
 $= 85,428 \text{ kg}.$
- Pasir yang dibutuhkan untuk 36 benda uji.
 Banyaknya pasir 1 benda uji \times 36 benda uji
 $= 3,182 \text{ kg} \times 36 \text{ benda uji}$
 $= 114,552 \text{ kg}.$
- Batu pecah yang dibutuhkan untuk 36 benda uji.
 Banyaknya batu pecah 1 benda uji \times 36 benda uji
 $= 6,496 \text{ kg} \times 36 \text{ benda uji}$
 $= 233,856 \text{ kg}.$
- Air yang dibutuhkan untuk 36 benda uji.
 Banyaknya air 1 benda uji \times 36 benda uji
 $= 0,879 \text{ kg} \times 36 \text{ benda uji}$
 $= 31,644 \text{ kg}.$

Maka perbandingan untuk 36 benda uji dalam satuan kilogram adalah :

Semen : Pasir : Batu pecah : Air
 85,428 : 114,552 : 233,856 : 31,644

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

Tabel 4.5: Lanjutan

$\frac{3}{4}$	27,911	$\frac{27,911}{100} \times 233,871$	65,275
$\frac{3}{8}$	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 10,357kg untuk saringan 1,5; 65,275kg untuk saringan $\frac{3}{4}$; 88,244 kg untuk saringan $\frac{3}{8}$ 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

Tabel 4.6: *Lanjutan*

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.

Dalam penelitian ini, ditambah 12 benda uji berbentuk kubus sebagai sampel dalam pengambilan kuat tekan beton. Maka, banyak bahan yang dibutuhkan untuk 12 benda uji kubus yaitu :

- Semen yang dibutuhkan untuk 12 benda uji.
 Banyaknya semen 1 benda uji \times 12 benda uji
 $= 1,510 \text{ kg} \times 12 \text{ benda uji}$
 $= 18,12 \text{ kg}.$
- Pasir yang dibutuhkan untuk 12 benda uji.
 Banyaknya pasir 1 benda uji \times 12 benda uji
 $= 2,025 \text{ kg} \times 12 \text{ benda uji}$
 $= 24,30 \text{ kg}.$
- Batu pecah yang dibutuhkan untuk 12 benda uji.
 Banyaknya batu pecah 1 benda uji \times 12 benda uji
 $= 4,134 \text{ kg} \times 12 \text{ benda uji}$
 $= 49,608 \text{ kg}.$

- Air yang dibutuhkan untuk 12 benda uji.
 Banyaknya air 1 benda uji \times 12 benda uji
 $= 0,560 \text{ kg} \times 12 \text{ benda uji}$
 $= 6.72 \text{ kg}.$

Maka perbandingan untuk 12 benda uji kubus dalam satuan kilogram adalah :

Semen : Pasir : Batu pecah : Air
 18,12 : 24,30 : 49,608 : 6.72

Berdasarkan analisa saringan untuk 12 benda uji, maka didapat berat untuk masing-masing saringan yang terlihat pada Tabel 4.7 dan 4.8 berikut.

Tabel 4.7: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 12 benda uji.

Nomor Saringan	% Berat Tertahan	Rumus	Berat Tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ Berat tertahan}}{100} \times \text{Berat Batu Pecah}$	
1,5	4,429	$\frac{4,429}{100} \times 49,608$	2,197
3/4	27,911	$\frac{27,911}{100} \times 49,608$	13,846
3/8	37,732	$\frac{37,732}{100} \times 49,608$	18,718
No. 4	29,929	$\frac{29,929}{100} \times 49,608$	14,847
Total			49,608

Berdasarkan Tabel 4.7 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 12 benda uji yaitu 2,197 kg untuk saringan 1,5; 13,846 kg untuk saringan 3/4; 18,718 kg untuk saringan 3/8 dan 14,847 kg untuk saringan no.4. Total keseluruhan agregat kasar untuk 12 benda uji berbentuk silinder sebesar 49,608 kg.

Tabel 4.8: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 12 benda uji.

Nomor Saringan	% Berat Tertahan	Rumus	Berat Tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ Berat tertahan}}{100} \times \text{Berat Pasir}$	
No. 4	1,045	$\frac{1,045}{100} \times 24,30$	0,254
No. 8	8,682	$\frac{8,682}{100} \times 24,30$	2,110
No. 16	18,909	$\frac{18,909}{100} \times 24,30$	4,595
No. 30	26,955	$\frac{26,955}{100} \times 24,30$	6,550
No. 50	28,591	$\frac{28,591}{100} \times 24,30$	6,948
No. 100	14,091	$\frac{14,091}{100} \times 24,30$	3,424
Pan	1,727	$\frac{1,727}{100} \times 24,30$	0,420
Total			24,30

Berdasarkan Tabel 4.8 menunjukkan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 12 benda uji kubusr yaitu sebesar 0,254 kg untuk saringan nomor 4; 2,110 kg untuk saringan nomor 8; 4,595 kg untuk saringan nomor 16; 6,550 kg untuk saringan nomor 30; 6,948 kg untuk saringan nomor 50; 3,424 kg untuk saringan nomor 100 dan 0,420 kg untuk pan. Total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji silinder sebesar 24,30kg.

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 4.9: Banyak serat daun nanas yang dibutuhkan untuk 1 benda uji kubus.

Persentase banyaknya serat (%)	Banyaknya serat dari berat semen (gr)
0,04	0,000604
0,09	0,001359
0,15	0,002265

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

$$\begin{aligned} & \frac{0,04}{100} \times \text{Berat semen} \\ & \frac{0,04}{100} \times 1,510 \\ & = 0,000604 \text{ gr.} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} & \frac{0,09}{100} \times \text{Berat semen} \\ & \frac{0,09}{100} \times 1,510 \\ & = 0,001359 \text{ gr.} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} & \frac{0,15}{100} \times \text{Berat semen} \\ & \frac{0,15}{100} \times 1,510 \\ & = 0,002265 \text{ gr.} \end{aligned}$$

Berdasarkan Tabel 4.9 Menjelaskan jumlah penggunaan bahan tambahan yang digunakan pada campuran beton sebesar 0,000604 gr untuk 0,04 % dari berat semen, 0,001359 gr untuk 0,09 % dari berat semen, 0,002265 gr untuk 0,15 % dari berat semen.

4.1.2 Metode Pengerjaan Mix Design

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

1. Kuat tekan beton yang disyaratkan (f_c') ditetapkan 26,8 MPa pada umur 7, 14 dan 28 hari.
2. Nilai deviasi standar menurut ketentuan (berdasarkan Tabel 3.12) yaitu 12 MPa.
3. Nilai tambah (margin) berdasarkan Tabel 3.13 yaitu 4,2 MPa.
4. Kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan f_{cr}' .

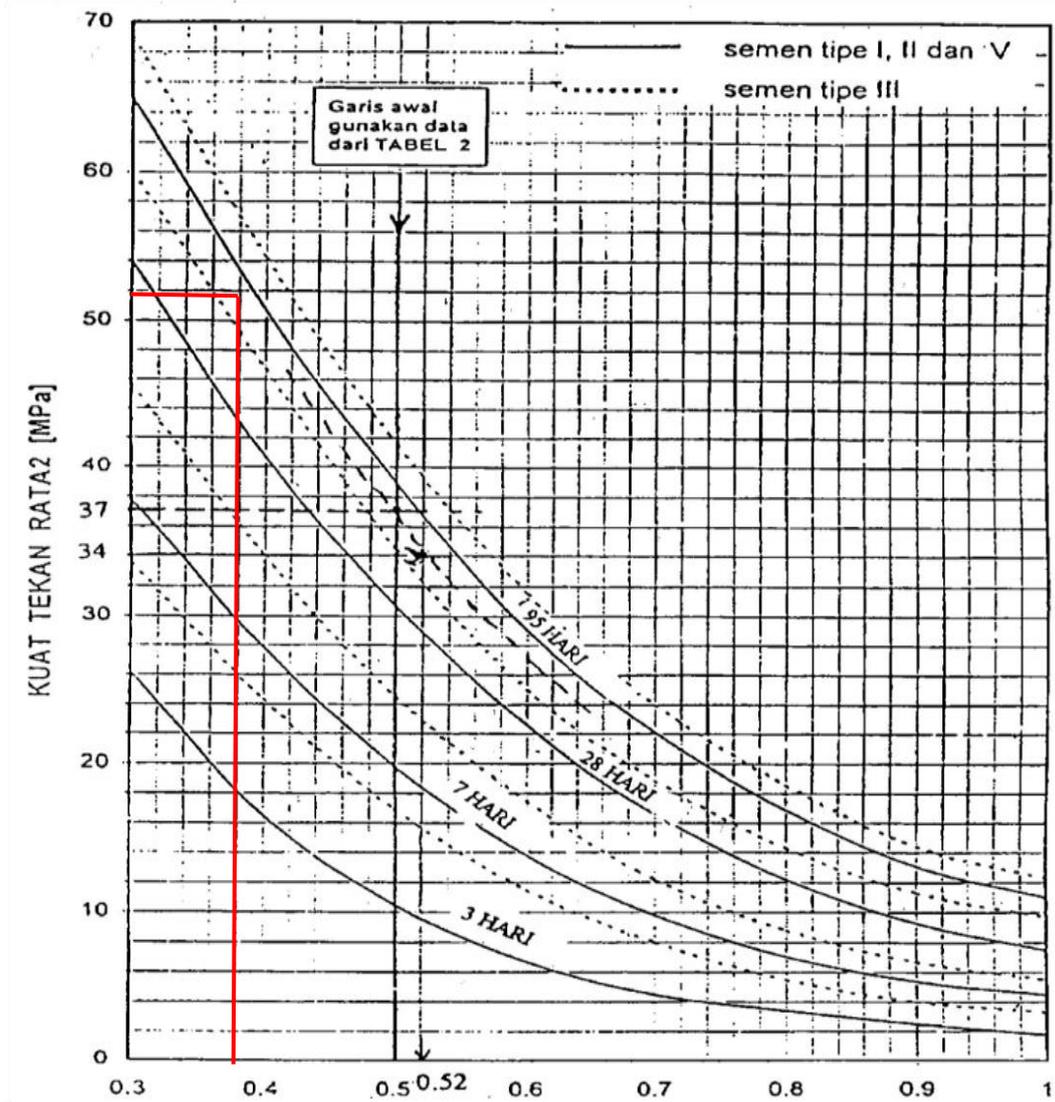
Kuat tekan rata-rata yang ditargetkan yaitu sebagaiberikut :

$$f_{cr}' = f_c' + M \quad (4.1)$$

$$f_{cr}' = 26,8 + 16,2$$

$$= 43 \text{ MPa}$$

5. Jenis semen yang digunakan yaitu semen Portland tipe 1
6. Jenis agregat kasar dan agregat halus yang digunakan :
 - a. Agregat kasar : batu pecah.
 - b. Agregat halus : pasir.
7. 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 4.1: Hubungan faktor air semen dan kuat tekan silinder beton

8. Faktor air semen maksimum dalam hal ini ditetapkan 60 berdasarkan Tabel 3.15 dalam faktor air semen yang diperoleh dari Gambar 4.1 Tidak sama dengan yang ditetapkan, untuk perhitungan selanjutnya pakailah nilai faktor air semen yang lebih kecil.
9. Nilai slump ditetapkan setinggi 30-60 mm berdasarkan Tabel 3.14.
10. Ukuran agregat maksimum ditetapkan 40 mm.
11. Jumlah kadar air bebas ditentukan pada Tabel 4.10 berikut :

Tabel 4.10: Perkiraan kadar air bebas (kg/m³) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton.

Ukuran besar butir agregat maksimum (mm)	Jenis agregat	Slump 30 – 60 mm
40	Batu tak dipecahkan	160
	Batu pecah	190

Maka agregat campuran (tak dipecah dan dipecah) dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\frac{2}{3}Wh + \frac{1}{3}Wk$$

Dimana :

Wh = perkiraan jumlah air untuk agregat halus.

Wk = perkiraan jumlah air untuk agregat kasar.

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

12. Banyaknya jumlah semen.

$$W_{\text{semen}} = \frac{W_{\text{air}}}{FAS}$$

Dimana :

FAS = Faktor air semen per meter kubik beton.

$$\begin{aligned} W_{\text{semen}} &= \frac{170}{0,38} \\ &= 447,368 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

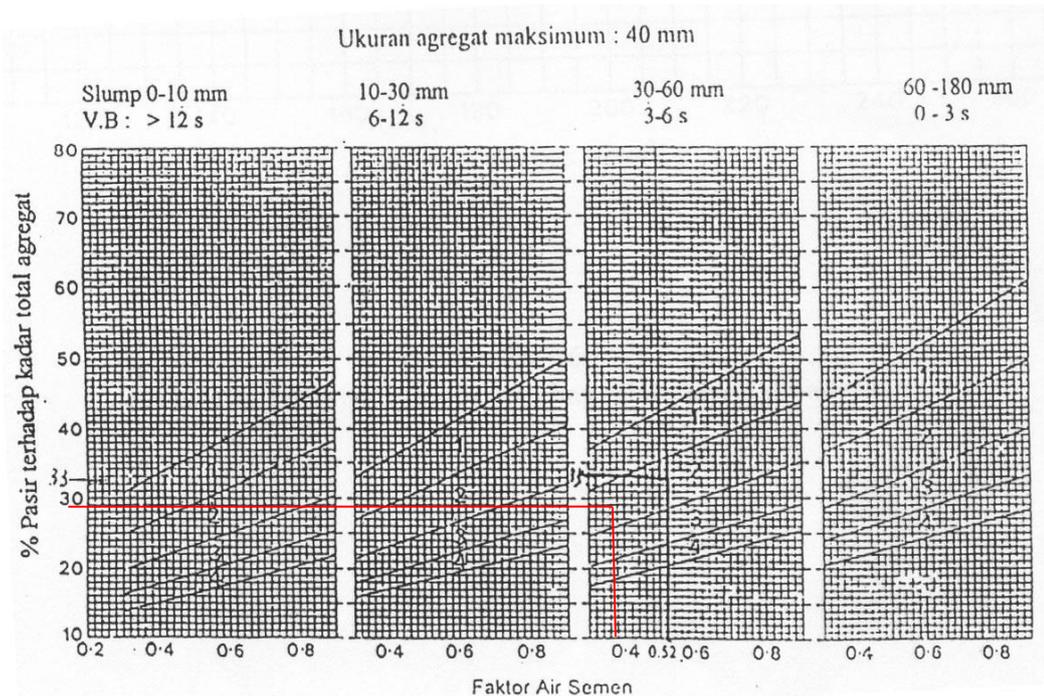
13. Jumlah semen maksimum diambil dari nilai banyaknya jumlah semen yaitu 447,368 kg/m³.

14. Jumlah semen minimum ditetapkan 275 kg/m³ berdasarkan Tabel 3.15.seandainya kadar semen yang diperoleh dari perhitungan di poit (12) belum mencapai syarat minimum yang telah ditetapkan, maka harga minimum itu harus dipakai dan menyesuaikan faktor air semen.

15. Faktor air semen yang disesuaikan pada hal ini diabaikan dikarenakan syarat minimum kadar semen sudah terpenuhi.

16. Susunan butir agregat halus diperoleh hasil jenis gradasi pasir sedang. Dapat dilihat pada Gambar 2.1

17. Susunan butir agregat kasar diperoleh hasil jenis gradasi gradasi agregat kasar diameter maksimum 40 mm pada Tabel 2.3.
18. 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 4.2 berikut.



Gambar 4.2: Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum

19. Menghitung berat jenis *relative* agregat.

Berat jenis *relative* agregat ditentukan sebagai berikut :

- c. 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

- d. Berat jenis agregat gabungan dihitung sebagai berikut :

$$BJ \text{ campuran} = (Kh/100 \times BJh) + (Kk/100 \times BJk) \quad (4.2)$$

Dimana :

BJ campuran = berat jenis campuran (gr).

BJh = berat jenis agregat halus (gr).

BJk = berat jenis agregat kasar (gr).

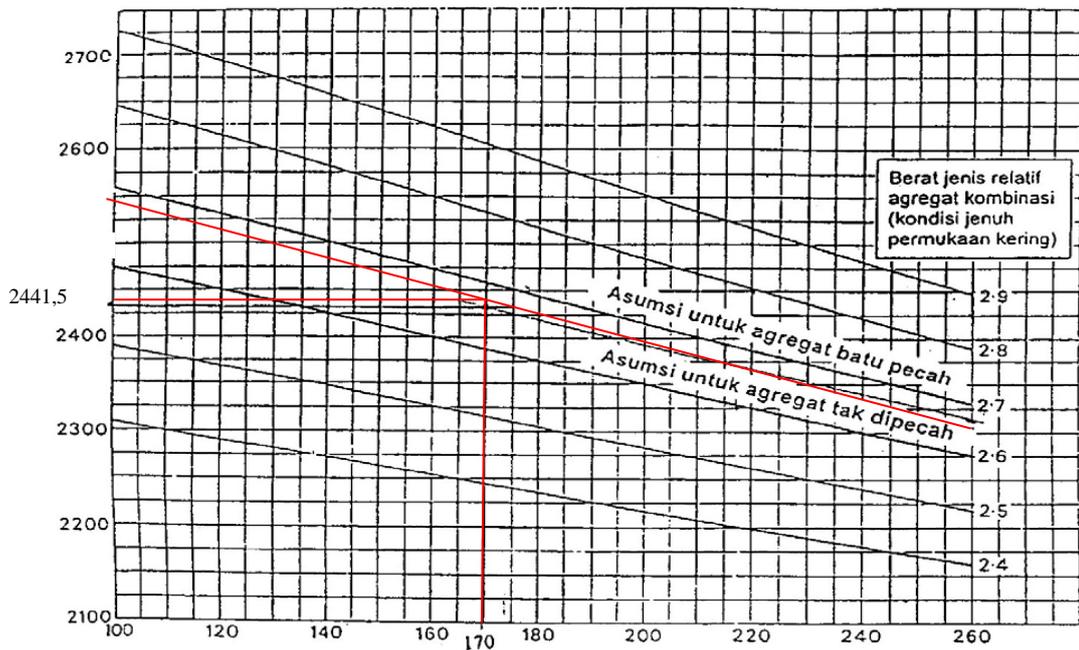
Kh = persentase berat agregat halus terhadap agregat campuran (%).

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

$$\begin{aligned} \text{BJ campuran} &= (32,75/100 \times 2,571) + (67,25/100 \times 2,716) \\ &= 2,668 \text{ gr} \end{aligned}$$

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 deiperoleh dari Gambar 4.3



Gambar 4.3: Perkiraan berat isi beton basah yang telah selesai didapatkan.

21. Menghitung kadar agregat gabungan.

Rumus yang digunakan untuk kebutuhan berat agregat campuran yaitu :

$$W_{\text{agr campuran}} = W_{\text{beton}} - W_{\text{air}} - W_{\text{semen}} \quad (4.3)$$

Dimana :

Wagr campuran = kebutuhan berat agregat campuran per meter kubik beton (kg/m^3).

Wbeton = berat beton per meter kubik beton (kg/m^3).

Wair = berat air per meter kubik beton (kg/m^3).

Wsemen = berat semen per meter kubik (kg/m^3).

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

22. Menghitung kadar agregat halus.

Memperoleh kadar agregat halus dari hasil perkalian persen pasir poin (18) dengan agregat gabungan poin (21) atau dengan melihat rumus sebagai berikut:

Wagr halus = $Kh \times \text{Wagr campuran}$ (4.4)

Dengan :

Wagr halus = kebutuhan berat agregat halus per meter kubik beton (kg/m^3).

Wagr campuran = kebutuhan berat agregat campuran per meter kubik beton (kg/m^3).

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

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

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 rumus sebagai berikut :

Wagr halus = $Kh - \text{Wagr campuran}$ (4.5)

Dengan :

Wagr kasar = kebutuhan berat agregat kasar per meter kubik beton (kg/m^3).

Wagr campuran = kebutuhan berat agregat campuran per meter kubik beton (kg/m^3).

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

Wagr kasar = 1824,132 - 597,403
= 1226,728 kg/m³.

Dari langkah-langkah diatas dari poin (1) sampai poin (23) sudah dapat diketahui susunan campuran bahan-bahan untuk 1 m³ beton.

- Semen = 447,368 kg/m³
- Agregat halus = 597,403 kg/m³
- Agregat kasar = 1226,728 kg/m³
- Air = 170 kg/m³

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

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 :

$$d. \text{ Air} = B - (Ck - Ca) \times C/100 - (Dk - Da) \times D/100 \quad (4.6)$$

$$e. \text{ Agregat halus} = C + (Ck - Ca) \times C/100 \quad (4.7)$$

$$f. \text{ Agregat kasar} = D + (Dk - Da) \times D/100 \quad (4.8)$$

Dengan :

B adalah jumlah air (kg/m³).

C adalah jumlah agregat halus (kg/m³).

D adalah jumlah agregat kasar (kg/m³).

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 (%).

$$\begin{aligned} \text{Air} &= 170 - (2,145 - 1,730) \times 597,403/100 - (0,604 - 0,752) \times 1226,728/100 \\ &= 165,701 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Agregat Halus} &= 597,403 + (2,145 - 1,730) \times 597,403/100 \\
&= 599,886 \text{ kg} \\
\text{Agregat Kasar} &= 1226,728 + (0,604 - 0,752) \times 1226,728/100 \\
&= 1224,913 \text{ kg} \\
\text{– Semen} &= 447,368 \text{ kg/m}^3 \\
\text{– Agregat halus} &= 599,886 \text{ kg/m}^3 \\
\text{– Agregat kasar} &= 1224,913 \text{ kg/m}^3 \\
\text{– Air} &= 165,701 \text{ kg/m}^3
\end{aligned}$$

4.2 Pembuatan Benda Uji

Penelitian ini menggunakan benda uji silinder sebagai pengujian modulus elastisitas beton dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, sebanyak 36 benda uji, dan menggunakan benda uji kubus sebagai pengujian kuat tekan beton dengan ukuran 15 x 15 x 15 cm sebanyak 12 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, sekop. Setiap pengambilan campuran dari pan harus dapat mewakili keseluruhan dari adukan tersebut, isi 1/3

cetakan dengan adukan lalu di lakukan pemadatan dengan cara di rojok/tusuk dengan batang besi yang berdiameter 16 mm, dengan jumlah tusukan 25 kali 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 dan di tutup dengan kaca untuk menjaga penguapan air dari beton segar. Lepaskan cetakan setelah ± 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. Pembuatan kaping (*capping*)

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

4.3 *Slump Test*

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

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk melihat *workability* (tingkat kemudahan pengerjaan) dari campuran beton segar adalah dengan pengujian *Slump*, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 2.8 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 4.11: 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%		
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	3,5	3,5	3,5

Tabel 4.12: Nilai slump pada pengujian modulus elastisitas beton

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

4.4 Kuat Tekan Beton

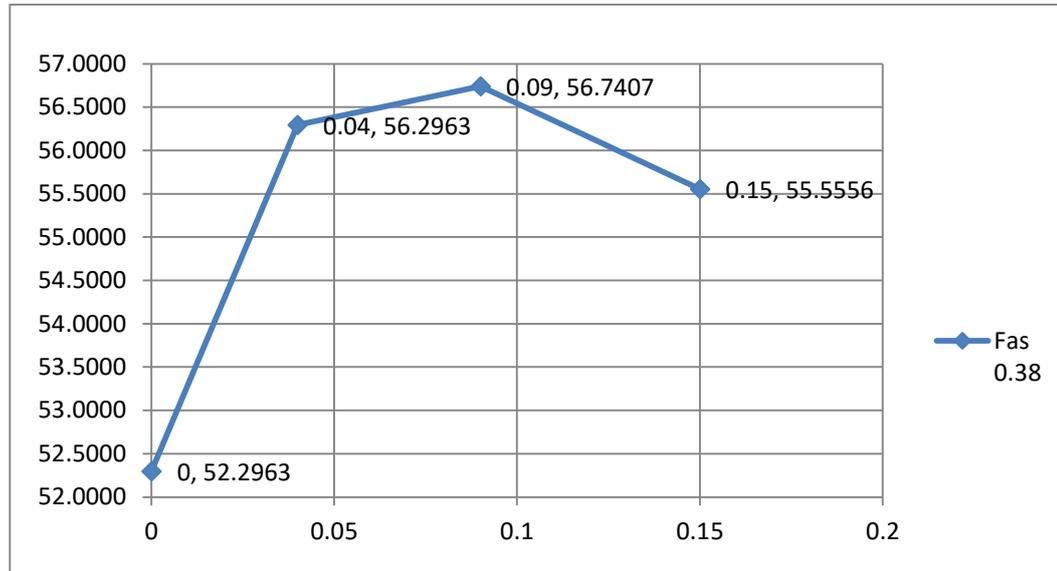
Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan Fas 0,38 pada masing-masing variasi campuran beton yaitu beton dengan bahan tambah serat daun nanas 0,04%, 0,09% dan 0,15% sebagai pembanding maka dibuat pula campuran beton normal, pengujian ini dilakukan dengan menggunakan mesin tekan beton benda uji yang akan dites adalah berupa kubus dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm.

Tabel 4.13: Data hasil pengujian kuat tekan beton.

Sampel	Umur	Berat Benda Uji (Kg)	Beban Tekan (KN)	Beban Tekan (Kg)	Kuat Tekan Saat Pengujian (MPa)	Estimas i 28 Hari (MPa)	Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)
Beton Normal	28	8.353	1250	125000	55.556	55.556	52.30
Beton Normal	28	8.351	1130	113000	50.222	50.222	
Beton Normal	28	8.345	1150	115000	51.111	51.111	
Beton Serat 0,04%	28	8.346	1260	126000	56.000	56.000	56.30
Beton Serat 0,04%	28	8.367	1280	128000	56.889	56.889	
Beton Serat 0,04%	28	8.368	1260	126000	56.000	56.000	
Beton Serat 0,09%	28	8.275	1270	127000	56.444	56.444	56.74
Beton Serat 0,09%	28	8.339	1280	128000	56.889	56.889	
Beton Serat 0,09%	28	8.332	1280	128000	56.889	56.889	
Beton Serat 0,15%	28	8.373	1220	122000	54.222	54.222	55.56
Beton Serat 0,15%	28	8.481	1250	125000	55.556	55.556	
Beton Serat 0,15%	28	8.410	1280	128000	56.889	56.889	

Didalam pengujian kuat tekan beton ini didapatkan nilai kuat tekan beton normal sebesar 52.30 MPa, pada beton serat 0,04% sebesar 56.30 MPa, beton serat 0,09% sebesar 56.74 MPa dan pada beton serat 0,15% sebesar 55.56 MPa, pengujian kuat tekan ini dilakukan guna mendapatkan data hasil uji kuat tekan yang nantinya data ini akan digunakan dalam pengujian modulus elastisitas beton.

pengujian kuat tekan ini dilakukan guna mendapatkan data hasil uji kuat tekan yang nantinya data ini akan digunakan dalam pengujian modulus elastisitas beton. Dari data kuat tekan tersebut akan diambil data kuat tekan tertinggi, nantinya data ini akan digunakan sebagai acuan dalam pengujian modulus elastisitas beton.



Gambar 4.4: Grafik hasil pengujian kuat tekan beton

4.5 Modulus Elastisitas Beton

Pengujian modulus elastisitas dibawah ini menggunakan metode ASTM C-469, pengujian modulus elastisitas beton menggunakan alat kuat tekan beton dan *dial gauge* (alat uji modulus elastisitas beton), pengujian modulus elastisitas beton ini dilakukan pada saat umur beton 7, 14, dan 28 hari pada beton normal maupun pada beton dengan bahan tambah serat daun nanas 0,04%, 0,09% dan 0,15%, pengujian modulus elastisitas beton hanya diuji sampai pada dengan 40% dari kuat tekan maksimum, dari data kuat tekan yang telah didapatkan, kuat tekan maksimum beton adalah 1280 KN, maka $1280 \text{ KN} \times 40\% = 512 \text{ KN}$, dan untuk memudahkan pembacaan dial elastisitas beton (alat uji modulus elastisitas beton) maka pembacaan dial dilakukan sampai dengan angka 500 KN saja dengan interval pembacaan beban 50 KN. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

Tabel 4.14: Nilai modulus elastisitas beton normal pada umur 7 hari

No	Umur	Kode Sampel	Berat Silinder	Ukuran Benda Uji			Pmax 40%	ΔL 40%	Tegangan		Regangan		Modulus Elastisitas
	(Hari)			Kg	\varnothing	t			A	Mpa		ϵ_2	
					(mm)	(mm)			(mm ²)	S2	S1		
1	7	Sampel 1 Beton Normal 7 Hari	13.142	150	300	17678.571	200	0.06	11.313	1.71898	0.000200	0.00005	63961.01089
2	7	Sampel 2 Beton Normal 7 Hari	13.126	150	300	17678.571	200	0.035	11.313	7.41921	0.0001167	0.00005	58408.82684
3	7	Sampel 3 Beton Normal 7 Hari	13.201	150	300	17678.571	200	0.055	11.313	2.92716	0.0001833	0.00005	62894.80582
Modulus Elastisitas Beton Rata-rata												61754.88118	

Tabel 4.15: Nilai modulus elastisitas beton normal pada umur 14 hari

No	Umur	Kode Sampel	Berat Silinder	Ukuran Benda Uji			Pmax 40%	ΔL 40%	Tegangan		Regangan		Modulus Elastisitas
	(Hari)			Kg	\varnothing	t			A	Mpa		ϵ_2	
					(mm)	(mm)			(mm ²)	S2	S1		
1	14	Sampel 1 Beton Normal 14 Hari	13.444	150	300	17678.57	200	0.040	11.31	5.0796302	0.0001333	0.00005	74802.0129
2	14	Sampel 2 Beton Normal 14 Hari	13.307	150	300	17678.57	200	0.051	11.31	3.6669907	0.0001700	0.00005	63717.83861
3	14	Sampel 3 Beton Normal 14 Hari	13.382	150	300	17678.57	200	0.065	11.31	2.3938793	0.0002167	0.00005	53515.51214
Modulus Elastisitas Beton Rata-rata												64011.78788	

Tabel 4.16: Nilai modulus elastisitas beton normal pada umur 28 hari

No	Umur	Kode Sampel	Berat Silinder Kg	Ukuran Benda Uji			Pmax 40% (KN)	ΔL 40% (mm)	Tegangan		Regangan		Modulus Elastisitas Mpa
	(Hari)			\varnothing	t	A			Mpa		ϵ_2	ϵ_1	
				(mm)	(mm)	(mm ²)			S2	S1			
1	28	Sampel 1 Beton Normal 28 Hari	13.157	150	300	17678.57	200	0.050	11.31	3.9152659	0.0001667	0.00005	63410.27532
2	28	Sampel 2 Beton Normal 28 Hari	13.147	150	300	17678.57	200	0.040	11.31	5.2145567	0.0001333	0.00005	73182.8955
3	28	Sampel 3 Beton Normal 28 Hari	13.091	150	300	17678.57	200	0.043	11.31	5.0770627	0.0001433	0.00005	66815.0208
Modulus Elastisitas Beton Rata-rata												67802.73054	

Tabel 4.17: Nilai modulus elastisitas beton serat 0,04% pada umur 7 hari

No	Umur	Kode Sampel	Berat Silinder Kg	Ukuran Benda Uji			Pmax 40% (KN)	ΔL 40% (mm)	Tegangan		Regangan		Modulus Elastisitas Mpa
	(Hari)			\varnothing	t	A			Mpa		ϵ_2	ϵ_1	
				(mm)	(mm)	(mm ²)			S2	S1			
1	7	Sampel 1 Beton Serat 0.04% 7 Hari	13.149	150	300	17678.57	200	0.065	11.31	2.2133166	0.0002167	0.00005	54598.88801
2	7	Sampel 2 Beton Serat 0.04% 7 Hari	13.14	150	300	17678.57	200	0.050	11.31	3.5588106	0.0001667	0.00005	66465.60569
3	7	Sampel 3 Beton Serat 0.04% 7 Hari	13.093	150	300	17678.57	200	0.050	11.31	3.5869697	0.0001667	0.00005	66224.24274
Modulus Elastisitas Beton Rata-rata												62429.57881	

Tabel 4.18: Nilai modulus elastisitas beton serat 0,04% pada umur 14 hari

No	Umur	Kode Sampel	Berat Silinder	Ukuran Benda Uji			Pmax 40%	ΔL 40%	Tegangan		Regangan		Modulus Elastisitas
	(Hari)			Kg	\varnothing	t			A	Mpa		ϵ_2	
					(mm)	(mm)			(mm ²)	(KN)	(mm)	S2	S1
1	14	Sampel 1 Beton Serat 0.04% 14 Hari	13.521	150	300	17678.57	200	0.055	11.31	2.6062128	0.0001833	0.00005	65301.88885
2	14	Sampel 2 Beton Serat 0.04% 14 Hari	13.357	150	300	17678.57	200	0.048	11.31	3.6359163	0.0001600	0.00005	69792.86406
3	14	Sampel 3 Beton Serat 0.04% 14 Hari	13.314	150	300	17678.57	200	0.050	11.31	3.4363199	0.0001667	0.00005	67515.52601
Modulus Elastisitas Beton Rata-rata												66408.70743	

Tabel 4.19: Nilai modulus elastisitas beton serat 0,04% pada umur 28 hari

No	Umur	Kode Sampel	Berat Silinder	Ukuran Benda Uji			Pmax 40%	ΔL 40%	Tegangan		Regangan		Modulus Elastisitas
	(Hari)			Kg	\varnothing	t			A	Mpa		ϵ_2	
					(mm)	(mm)			(mm ²)	(KN)	(mm)	S2	S1
1	28	Sampel 1 Beton Serat 0.04% 28 Hari	13.292	150	300	17678.57	200	0.045	11.31	4.7569716	0.0001500	0.00005	65561.59685
2	28	Sampel 2 Beton Serat 0.04% 28 Hari	13.388	150	300	17678.57	200	0.045	11.31	4.5036848	0.0001500	0.00005	68094.46463
3	28	Sampel 3 Beton Serat 0.04% 28 Hari	13.323	150	300	17678.57	200	0.045	11.31	4.8092452	0.0001500	0.00005	65038.86077
Modulus Elastisitas Beton Rata-rata												66828.03074	

Tabel 4.20: Nilai modulus elastisitas beton serat 0,09% pada umur 7 hari

No	Umur	Kode Sampel	Berat Silinder	Ukuran Benda Uji			Pmax 40%	ΔL 40%	Tegangan		Regangan		Modulus Elastisitas
	(Hari)			Kg	\varnothing	t			A	Mpa		ϵ_2	
					(mm)	(mm)			(mm ²)	S2	S1		
1	7	Sampel 1 Beton Serat 0.09% 7 Hari	13.08	150	300	17678.57	200	0.050	11.31	3.2419857	0.0001667	0.00005	69181.24774
2	7	Sampel 2 Beton Serat 0.09% 7 Hari	13.16	150	300	17678.57	200	0.070	11.31	1.1713869	0.0002333	0.00005	55318.60593
3	7	Sampel 3 Beton Serat 0.09% 7 Hari	13.007	150	300	17678.57	200	0.060	11.31	2.8052418	0.0002000	0.00005	56719.26324
Modulus Elastisitas Beton Rata-rata												60406.3723	

Tabel 4.21: Nilai modulus elastisitas beton serat 0,09% pada umur 14 hari

No	Umur	Kode Sampel	Berat Silinder	Ukuran Benda Uji			Pmax 40%	ΔL 40%	Tegangan		Regangan		Modulus Elastisitas
	(Hari)			Kg	\varnothing	t			A	Mpa		ϵ_2	
					(mm)	(mm)			(mm ²)	S2	S1		
1	14	Sampel 1 Beton Serat 0.09% 14Hari	13.186	150	300	17678.57	200	0.045	11.31	4.059851	0.0001500	0.00005	72532.80279
2	14	Sampel 2 Beton Serat 0.09% 14Hari	13.232	150	300	17678.57	200	0.057	11.31	2.0535492	0.0001900	0.00005	66139.87191
3	14	Sampel 3 Beton Serat 0.09% 14Hari	13.287	150	300	17678.57	200	0.060	11.31	2.4767171	0.0002000	0.00005	58909.42819
Modulus Elastisitas Beton Rata-rata												65860.70096	

Tabel 4.22: Nilai modulus elastisitas beton serat 0,09% pada umur 28 hari

No	Umur	Kode Sampel	Berat Silinder	Ukuran Benda Uji			Pmax 40%	ΔL 40%	Tegangan		Regangan		Modulus Elastisitas	
	(Hari)			Kg	\varnothing	t			A	Mpa		ϵ_2		ϵ_1
					(mm)	(mm)			(mm ²)	S2	S1			
1	28	Sampel 1 Beton Serat 0.09% 28 Hari	13.205	150	300	17678.57	200	0.045	11.31	5.2820613	0.0001500	0.00005	60310.70051	
2	28	Sampel 2 Beton Serat 0.09% 28 Hari	13.328	150	300	17678.57	200	0.047	11.31	4.2915646	0.0001567	0.00005	65827.18789	
3	28	Sampel 3 Beton Serat 0.09% 28 Hari	13.502	150	300	17678.57	200	0.040	11.31	5.0804177	0.0001333	0.00005	74792.56372	
Modulus Elastisitas Beton Rata-rata												66976.81737		

Tabel 4.23: Nilai modulus elastisitas beton serat 0,15% pada umur 7 hari

No	Umur	Kode Sampel	Berat Silinder	Ukuran Benda Uji			Pmax 40%	ΔL 40%	Tegangan		Regangan		Modulus Elastisitas	
	(Hari)			Kg	\varnothing	t			A	Mpa		ϵ_2		ϵ_1
					(mm)	(mm)			(mm ²)	S2	S1			
1	7	Sampel 1 Beton Serat 0.15% 7 Hari	13.221	150	300	17678.57	200	0.050	11.31	3.2114932	0.0001667	0.00005	69442.61206	
2	7	Sampel 2 Beton Serat 0.15% 7 Hari	13.236	150	300	17678.57	200	0.048	11.31	3.6395878	0.0001600	0.00005	69759.48646	
3	7	Sampel 3 Beton Serat 0.15% 7 Hari	13.161	150	300	17678.57	200	0.055	11.31	2.4347814	0.0001833	0.00005	66587.62402	
Modulus Elastisitas Beton Rata-rata												68596.57418		

Tabel 4.24: Nilai modulus elastisitas beton serat 0,15% pada umur 14 hari

No	Umur	Kode Sampel	Berat Silinder	Ukuran Benda Uji			Pmax 40%	ΔL 40%	Tegangan		Regangan		Modulus Elastisitas
	(Hari)			Kg	\varnothing	t			A	Mpa		ϵ_2	
					(mm)	(mm)			(mm ²)	S2	S1		
1	14	Sampel 1 Beton Serat 0.15% 14 Hari	13.084	150	300	17678.57	200	0.055	11.31	2.908899	0.0001833	0.00005	63031.7426
2	14	Sampel 2 Beton Serat 0.15% 14 Hari	13.09	150	300	17678.57	200	0.045	11.31	3.707229	0.0001500	0.00005	76059.02304
3	14	Sampel 3 Beton Serat 0.15% 14 Hari	13.132	150	300	17678.57	200	0.043	11.31	4.4622603	0.0001433	0.00005	73402.18895
Modulus Elastisitas Beton Rata-rata												70830.98487	

Tabel 4.25: Nilai modulus elastisitas beton serat 0,15% pada umur 28 hari

No	Umur	Kode Sampel	Berat Silinder	Ukuran Benda Uji			Pmax 40%	ΔL 40%	Tegangan		Regangan		Modulus Elastisitas
	(Hari)			Kg	\varnothing	t			A	Mpa		ϵ_2	
					(mm)	(mm)			(mm ²)	S2	S1		
1	28	Sampel 1 Beton Serat 0.15% 28 Hari	13.542	150	300	17678.57	200	0.043	11.31	4.594133	0.0001433	0.00005	71989.26761
2	28	Sampel 2 Beton Serat 0.15% 28 Hari	13.174	150	300	17678.57	200	0.038	11.31	5.2722606	0.0001267	0.00005	78793.96543
3	28	Sampel 3 Beton Serat 0.15% 28 Hari	15.231	150	300	17678.57	200	0.045	11.31	3.9058642	0.0001500	0.00005	74072.671
Modulus Elastisitas Beton Rata-rata												74951.96801	

4.6 Pembahasan

Apabila kita membandingkan antara modulus elastisitas beton normal dengan modulus elastisitas beton dengan bahan tambah serat daun nanas maka dapat kita lihat peningkatan dan penurunan hasil nilai modulus elastisitas, hasil data tersebut menggunakan metode ASTM C-469 dan dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 4.26: Modulus elastisitas pada beton normal.

Sampel	Umur Beton (Hari)	Nilai Modulus Elastisitas Beton (Mpa)
Beton Normal	7	61754.88118
Beton Normal	14	64011.78788
Beton Normal	28	67802.73054

Tabel 4.27: Modulus elastisitas pada beton serat 0,04%.

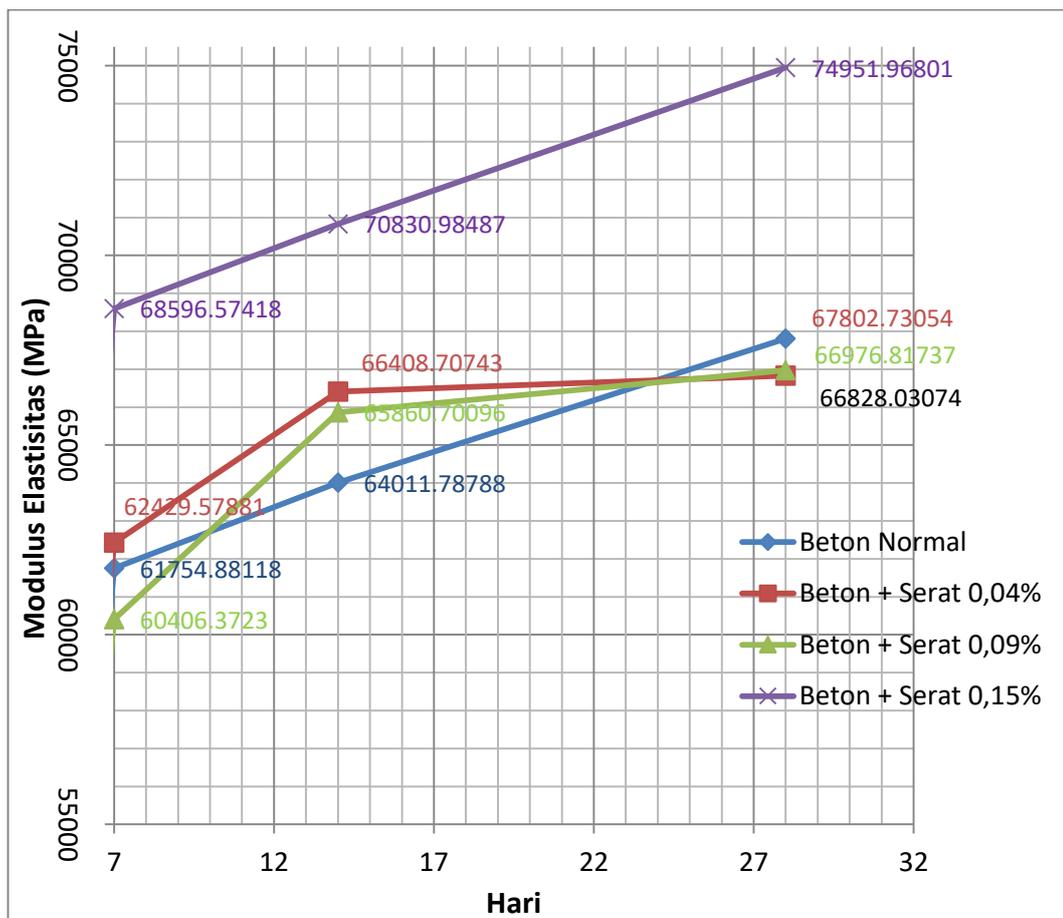
Sampel	Umur Beton (Hari)	Nilai Modulus Elastisitas Beton (Mpa)
Beton Serat 0.04%	7	62429.57881
Beton Serat 0.04%	14	66408.70743
Beton Serat 0.04%	28	66828.03074

Tabel 4.28: Modulus elastisitas pada beton serat 0,09%.

Sampel	Umur Beton (Hari)	Nilai Modulus Elastisitas Beton (Mpa)
Beton Serat 0.09%	7	60406.3723
Beton Serat 0.09%	14	65860.70096
Beton Serat 0.09%	28	66976.81737

Tabel 4.29: Modulus elastisitas pada beton serat 0,15%.

Sampel	Umur Beton (Hari)	Nilai Modulus Elastisitas Beton (Mpa)
Beton Serat 0.15%	7	68596.57418
Beton Serat 0.15%	14	70830.98487
Beton Serat 0.15%	28	74951.96801



Gambar 4.5: Modulus elastisitas beton metode ASTM C-469

Dari hasil diatas dapat kita lihat bahwa terdapat penurunan terhadap nilai modulus elastisitas pada penambahan serat daun nanas 0,04%, 0,09%, dari beton normal, dan modulus elastisitas mengalami peningkatan pada penambahan serat daun nanas 015% dari beton normal.

Berdasarkan metode SNI 2847-3013 menyebutkan rumus nilai modulus elastisitas beton untuk nilai W_c antara 1440 dan 2560 kg/m^3 adalah:

$$E_c = W_c^{1.5} \cdot 0,043 \sqrt{f'_c}$$

Dimana:

$$W_c = 2437.868 \text{ kg/m}^3$$

Data kuat tekan beton yang telah didapat dari pengujian kuat tekan beton

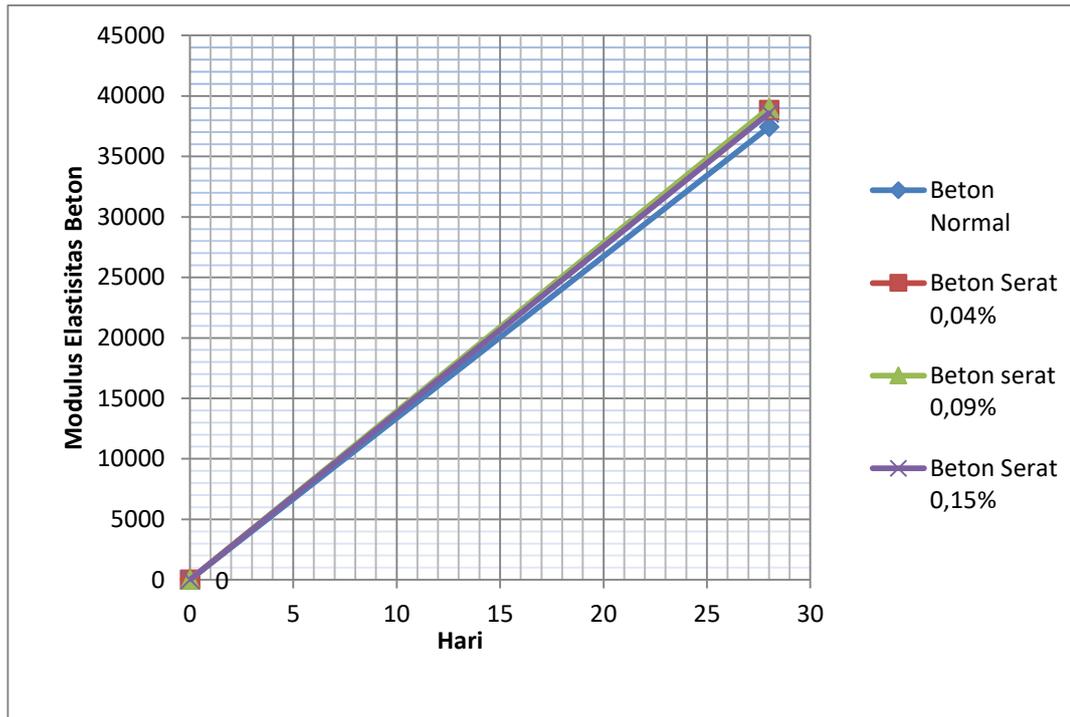
Tabel 4.30: Kuat tekan beton masing-masing variasi serat pada umur 28 hari

Variasi	Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari (Mpa)
Beton Normal	52.30
Beton Serat 0,04%	56.30
Beton Serat 0,09%	56.74
Beton Serat 0,15%	55.56

Maka pengujian modulus elastisitas beton menggunakan metode SNI 2847-3013 didapatkan nilai hasil pengujian sebagai berikut:

Tabel 4.31: Hasil pengujian modulus elastisitas beton metode SNI 2847-3013

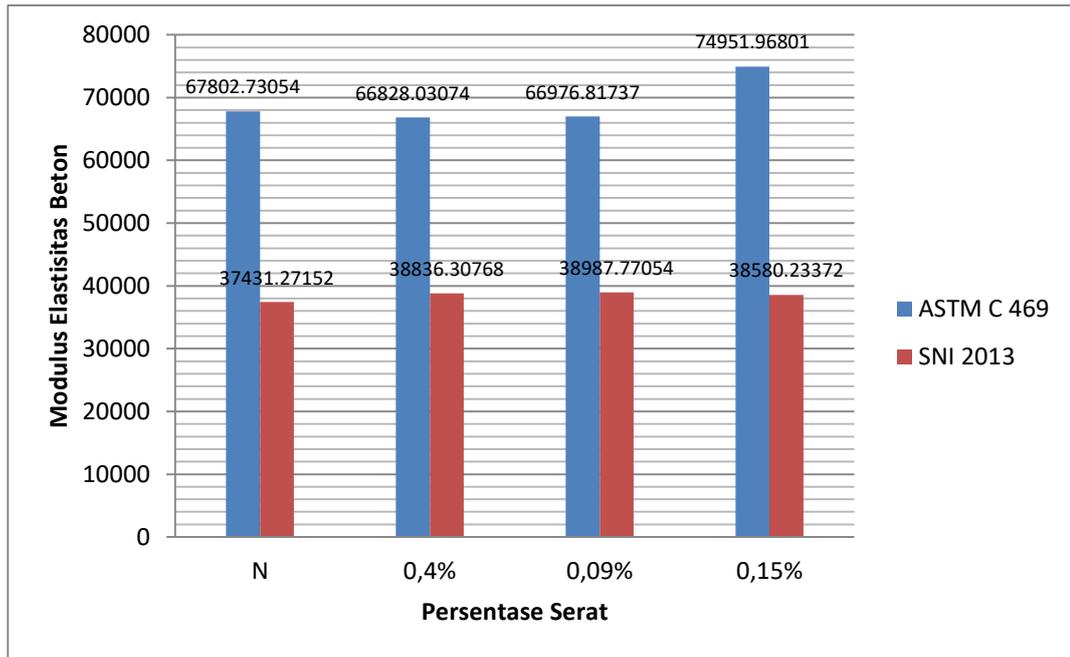
Variasi	Umur Beton (Hari)	Nilai Modulus Elastisitas Beton Metode SNI 2847-2013 (Mpa)
Beton Normal	28	37431.27152
Beton Serat 0,04%	28	38836.30768
Beton Serat 0,09%	28	38987.77054
Beton Serat 0,15%	28	38580.23372



Gambar 4.6: Modulus elastisitas beton metode SNI 2847-2013

Dari pengujian modulus elastisitas beton menggunakan metode SNI 2847-2013 yaitu angka modulus elastisitas sebanding lurus dengan nilai kuat tekan beton yang didapatkan, pada data ini pengujian modulus elastisitas beton dengan metode SNI 2847-2013 tertinggi didapatkan pada variasi campuran 0,09% yaitu sebesar 38987.77054 MPa.

Jika dibandingkan, pengujian modulus elastisitas beton pada umur 28 hari dengan metode ASTM C-469 dan metode SNI 2847-2013, maka hasil dari pengujian dengan menggunakan metode ASTM C-469 hasilnya lebih besar dibandingkan dengan menggunakan metode SNI 2847-2013. Perbandingan tersebut dapat dilihat pada grafik dibawah ini:



Gambar 4.7: Grafik perbandingan nilai modulus elastisitas beton pada umur 28 hari antara metode ASTM C-469 dengan metode SNI 2847-2013

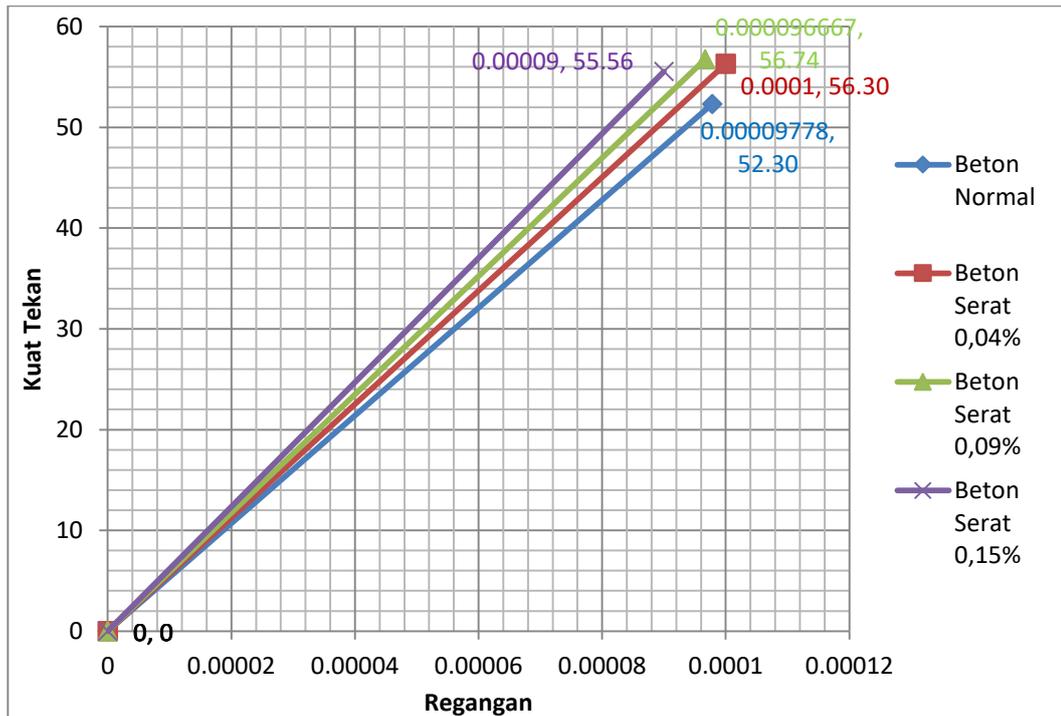
Hubungan antara kuat tekan beton dengan regangan dapat dilihat dalam tabel 4.32 dibawah ini:

Tabel 4.32: Kuat tekan beton dan regangan beton pada umur beton 28 hari

Persentase Serat	Kuat Tekan Beton (Mpa)	Rata-rata Regangan Optimum Beton
Beton Normal	52.30	0.000097778
Beton Serat 0,04%	56.30	0.000100000
Beton Serat 0,09%	56.74	0.000096667
Beton Serat 0,15%	55.56	0.000090000

Pada beton normal didapatkan hasil nilai kuat tekan beton sebesar 52,30 MPa dengan regangan optimum sebesar 0.000097778, pada beton serat daun nanas 0,04% didapatkan hasil nilai kuat tekan beton sebesar 56,30 MPa dengan regangan optimum sebesar 0.000100000, pada beton serat daun nanas 0,09% didapatkan hasil nilai kuat tekan beton sebesar 56,30 MPa dengan regangan optimum sebesar 0.000096667, dan pada beton serat daun nanas 0,15% didapatkan hasil nilai kuat tekan beton sebesar 56,30 MPa dengan regangan

optimum sebesar 0.000090000, dari hasil diatas beton yang memiliki nilai regangan yang optimum terdapat pada campuran serat daun nanas dengan variasi 0,09% dengan hasil nilai kuat tekan yang cukup besar yaitu 56.74 MPa, itu artinya beton tersebut mampu menahan tegangan yang cukup besar akibat beban yang diberikan (kemungkinan terjadinya retak).



Gambar 4.8: Hubungan kuat tekan beton dengan regangan

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

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

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Pengaruh variasi penambahan serat daun nanas didalam beton terhadap regangan yang optimum dapat disimpulkan bahwa dengan variasi penambahan serat daun nanas sebesar 0,09% memberikan regangan pada beton yang cukup optimum sebesar 0.000096667 itu artinya beton tersebut mampu menahan tegangan yang cukup besar akibat beban yang diberikan (kemungkinan terjadinya retak akan dapat diminimalisir).
2. Pada pengujian ini nilai modulus elastisitas terbesar ada pada campuran variasi serat daun nanas 0,15% jika dibandingkan dengan dengan beton normal, sedangkan pada variasi campuran serat daun nanas 0,04% dan 0,09% mengalami sedikit penurunan jika dibandingkan dengan modulus elastisitas beton normal pada umur 28 hari.
3. Nilai modulus elastisitas pada campuran serat daun nanas 0,15% mengalami peningkatan sebesar 10,544% dari beton normal, pada campuran serat 0,04% mengalami penurunan sebesar 1,435% dari beton normal dan pada campuran serat 0,09% mengalami penurunan sebesar 1,218% dari beton normal.

5.2 Saran

1. Penambahan serat daun nanas baiknya di tambah pada variasi 0,15% keatas, karena pada penelitian ini penambahan serat 0,04% dan 0,09% mengalami penurunan dari beton normal dan pada campuran dengan variasi 0,15% nilai modulus elastisitas beton mengalami peningkatan.
2. Variasi penambahan serat daun nanas sebaiknya dilakukan dengan lebih banyak variasi lagi, supaya perbandingan data yang didapatkan lebih terperinci.
3. Selalu diskusikan permasalahan dalam penelitian dengan dosen pembimbing.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Materials C 33 (1982, 1986) *Standards Specification For Agregates*. Philadelphia: ASTM.
- Asroni, Ali. 2010. *Balok dan Pelat Beton Bertulang*. Yogyakarta. Graha ilmu.
- ASTM C-117. *Test Method for Materials Finer than 75- μ m (No. 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing*. United States.
- ASTM C-127 *Standart test method for materials, Specific gravity and absorbtionof coarse aggregate*, Annual Books of ASTM Standards, USA, 2002.
- ASTM C-128 *Standart test method for materials, Specific gravity and absorbtionof fine aggregate*, Annual Books of ASTM Standards, USA, 2002.
- ASTM C-29. *Test Method for Bulk Density (Unit Weight) and Voids in Aggregate*. United States.
- ASTM C-566 & ASTM C-556. *Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying*. United States.
- ASTM Standarts, 2002, ASTM C 109/C 109M – 02 *Standart Test Method for Compressive Strenght of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. Or 50 mm Cube Specimens)*, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Budiharto, Widodo. 2009. *10 Pengaruh Variasi Kadar Superplasticizer Terhadap Nilai Slump Beton*. Jakarta. PT. Elex Media Komputindo.
- Daniel, Herckia Pratama. dkk. 2008. *Sejarah Beton Dan Perkembangannya*. Makala. Universitas Guna Darma Depok.
- Fuad, Indra Syahrul. 2014. *Pengaruh Penambahan Serat Kulit Durian Terhadap Kuat Tekan Dan Tarik Belah Mutu Beton K-175*. Jurnal Unversitas Tridinanti Palembang.
- Gerung, Lerry. 2012. *Pengaruh Serat Daun Nanas Dengan Konsentrasi Serat 0,075%, Dan VARIasi Panjang Serat 0,5 cm; 1,0 cm; 1,5 cm Terhadap Kuat Tarik Beton Normal*. Jurnal. Universitas Sam Ratulangi.
- Hidayat, Praktikno. 2008. *Teknologi Pemanfaatan Serat Daun Nanas Sebagai Alternatif Bahan Baku Tekstil*. Makala. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta

- Hidayat, Praktino. 2008. *Teknologi Pemanfaatan Serat Daun Nanas sebagai Alternatif Bahan Baku Tekstil*. Jurnal Teknologi Industri.
- Istianto, Muson Mula. 2010. *Kajian Kuat Desak Dan Modulus Elastisitas Beton Dengan Bahan Tambah Metakaolin Dan Serat Alumunium*, Skripsi, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Kistianto, Mula Muson. 2011. *Kajian Kuat Desak Dan Modulus Elastisitas Beton Dengan Bahan Tambah Metakaloin Dan Serat Alumunium*. Tesis. Universitas Sebelas Maret.
- Laboratorium Bahan Dan Rekayasa Beton Teknik Sipil. *Buku Pedoman Praktikum Beton*. Fakultas Teknik. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Laboratorium Beton Teknik Sipil. *Buku Pedoman Praktikum Beton*. Fakultas Teknik. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Medan.
- Mulyono, Tri. (2003), *Teknologi Beton*. Yogyakarta: CV Andi Offset.
- Mulyono, Tri. (2004), *Teknologi Beton*. Yogyakarta: CV Andi Offset.
- Nawy, E.G. 1985. *Reinforce Concrete a Fundamental Approach*. Sidney. Mac Graw-Hill Book Company.
- Pandaleke, R, dkk. 2013. *Pemeriksaan Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Beragregat Kasar Batu Ringan Ape Dari Kepulauan Talaud*. Jurnal. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Prahara, Eduardi. dkk. 2015. *Analisa Pengaruh Penggunaan Serat Serabut Kelapa Dalam Persentase Tertentu Pada Beton Mutu tinggi*. Jurnal. Universitas Binus.
- Samekto. Wuryati & Candra Rahmadiyanto. 2001. *Teknologi Beton*. Kanisius. Yogyakarta.
- Saragih, Deli Natali. 2007. *Pembuatan Dan Karakteristik Genteng Beton Yang Di Buat Dari Pulp Serat Daun Nanas-Semen Portland Pozzolan*. Skripsi. Universitas Sumatera Utara.
- Saragih, Deli Natalia. 2013. *Pembuatan Dan Karakterisasi Genteng Beton Dan Pulp Serat Daun Nanas Semen Portland Pozolan*. Tesis. Universitas Sumatera Utara.
- Sarjono, Wiryawan P. 2008. *Pengaruh Penambahan Serat Ijuk Pada Kuat Tarik Campuran Semen Dan Kemungkinan aplikasinya*. Jurnal. Universitas Atma Jaya.
- SNI 03-1974-1990 *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*.

- SNI 03-2834-1993 *Pembuatan Beton Normal.*
- SNI 03-2834-2000, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal.*
- SNI 03-2834-2002, *Perencanaan Campuran Beton.*
- SNI 03-4810-1998 *Metode Pembuatan dan Perawatan Benda Uji Beton Dilapangan.*
- SNI 1972:2008, *Cara Uji Slump Beton.*
- SNI 2847-2013 *Persyaratan Beton Struktur.*
- SNI 2847-2013, *Modulus Elastisitas Beton.*
- SNI-1974-2011 *Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder.*
- SNI-2458-2008 *Pengambilan Benda Uji.*
- SNI-7656-2012 *Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat dan Beton Ma*
- Soroushian and Bayasi, Z. 1987. *Concept of Fiber Reinforced Concrete, Proceeding of TheInternational Seminar on Fiber Reinforced Concrete.* Michigan. Michigan State University.
- Sudarmoko. 1989. *Ekonomi Sumber Alam dan Lingkungan Suatu Pendekatan Teoristis.* PAU-UGM. Yogyakarta
- Tjokrodimuljo, K. 2004. *Teknologi Bahan Konstruksi.* Buku Ajar. Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

LAMPIRAN



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 lanjut, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Dibuat Oleh :

Kepala Laboratorium

FAKULTAS TEKNIK U.S.U
LABORATORIUM
BETON

Ir. Torang Sitong M.Ts.

NIP. 195710021986011001

Tembusan:

1. Ketua Departemen Teknik Sipil
2. Peringgal



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 : RISQY MARSELLA TARIGAN
NIM/NIP : 05001518052001
Jabatan : LABORAN

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

Nama : ANDRI PRAMYA
NIM/NIP : 1407210239
Status : MAHASISWA
Program Studi : TEKNIK SIPIL
Institusi : UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
Judul Tugas Akhir : NILAI MODULUS ELASTISITAS BETON YANG DIPERKUAT OLEH SERAT DAUN MANAS
Masa Penggunaan : 21 APRIL - 24 JUNI 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

ANDRI PRAMYA

Diperiksa
Laboran/Asisten Lab

Risqy M.T

Mengetahui:

Kepala Laboratorium
Bahan dan Rekayasa Beton

FAKULTAS TEKNIK U.S.U
LABORATORIUM
BETON
JURUSAN SIPIL

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

**LABORATORIUM BETON
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**

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

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Andri Pramuja

Course Agregate Passing No. 50.8 mm	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Average
Original dry mass of sample, g	1500	1500	1500
Dry mass of sample after washing, g	1489	1488	1488.5
Mass of material finer than 75-mm (No.200) sieve by washing, g	11	12	11.5
Percentage of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing, %	0.73	0.80	0.77

Diketahui Oleh :
Asisten Laboratorium USU

Rizky Ananda Syahputra
150404045

Medan, 23 Juli 2018
Diperiksa Oleh :
Dosen Pembimbing I



(Dr. Josef Hadipramana)

**LABORATORIUM BETON
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**

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

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	4.75 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Andri Pramuja

Fine Agregate Passing No. 9.5 mm	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Average
Original dry mass of sample, g	500	500	500
Dry mass of sample after washing, g	485	482	483.5
Mass of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing, g	15	18	16.5
Percentage of material finer than 75-mm (No. 200) sieve by washing, %	3	3.6	3.3

Diketahui Oleh :
Asisten Laboratorium USU

Rizky Ananda Syahputra
150404045

Medan, 23 Juli 2018
Diperiksa Oleh :
Dosen Pembimbing I



(Dr. Josef Hadipramana)

**LABORATORIUM BETON
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**

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

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Andri Pramuja

Fine Agregate Passing No. 9.5 mm	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Average
Wt of SSD sample & mold (<i>berat contoh SSD & berat wadah</i>)	713	730	722
Wt of SSD sample (<i>berat contoh SSD</i>)	500	500	500
Wt of oven dry sample & mold (<i>berat contoh kering oven & wadah</i>)	702	720	711
Wt of mold (<i>berat wadah</i>)	213	230	222
Wt of water (<i>berat air</i>)	11	10	11
Wt of oven dry sample (<i>berat contoh kering</i>)	489	490	490
Water content	2.25	2.04	2.15

Diketahui Oleh :
Asisten Laboratorium USU

Rizky Ananda Syahputra
150404045

Medan, 23 Juli 2018
Diperiksa Oleh :
Dosen Pembimbing I



(Dr. Josef Hadipramana)

**LABORATORIUM BETON
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**

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

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Andri Pramuja

Course Agregate Passing No. 50.8 mm	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Average
Wt of SSD sample & mold (<i>berat contoh SSD & berat wadah</i>)	1984	1943	1963.5
Wt of SSD sample (<i>berat contoh SSD</i>)	1000	1000	1000.0
Wt of oven dry sample & mold (<i>berat contoh kering oven & wadah</i>)	1978	1937	1957.5
Wt of mold (<i>berat wadah</i>)	984	943	963.5
Wt of water (<i>berat air</i>)	6	6	6.0
Wt of oven dry sample (<i>berat contoh kering</i>)	994	994	994.0
Water content	0.60	0.60	0.60

Diketahui Oleh :
Asisten Laboratorium USU

Rizky Ananda Syahputra
150404045

Medan, 23 Juli 2018
Diperiksa Oleh :
Dosen Pembimbing I



(Dr. Josef Hadipramana)

**LABORATORIUM BETON
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**

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

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	4.75 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Andri Pramuja
Diameter & tinggi wadah	d : 25.5 cm h : 27.5 cm

No	Fine Agregate Passing No. 9.5 mm	Sample I	Sample II	Sample III	Average
1	Wt of sample & mold (<i>berat contoh & wadah</i>), gr	18780	18710	18670	18745
2	Wt of mold (<i>berat wadah</i>), gr	5440	5440	5440	5440
3	Wt of sample (<i>berat contoh</i>), gr	13340	13270	13230	13305
4	Vol of mold (<i>volume wadah</i>), cm ³	15465.21	15465.21	15465.21	15465.21
5	Unit weight (<i>berat Isi</i>), gr/cm ³	1.159	1.165	1.169	1.162

Diketahui Oleh :
Asisten Laboratorium USU

Rizky Ananda Syahputra
150404045

Medan, 23 Juli 2018

Diperiksa Oleh :



(Dr. Josef Hadipramana)

**LABORATORIUM BETON
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**

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

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Andri Pramuja
Diameter & tinggi wadah	d : 25.5 cm h : 27.5 cm

No	Course Agregate Passing No. 50.8 mm	Sample I	Sample II	Sample III	Average
1	Wt of sample & mold (<i>berat contoh & wadah</i>), gr	27400	28850	30190	28813.333
2	Wt of mold (<i>berat wadah</i>), gr	5440	5440	5440	5440
3	Wt of sample (<i>berat contoh</i>), gr	21960	23410	24750	23373
4	Vol of mold (<i>volume wadah</i>), cm ³	15465.21	15465.21	15465.21	15465.21
5	Unit weight (<i>berat Isi</i>), gr/cm ³	1.42	1.51	1.60	1.51

Diketahui Oleh :
Asisten Laboratorium USU

Rizky Ananda Syahputra
150404045

Medan, 23 Juli 2018

Diperiksa Oleh :



(Dr. Josef Hadipramana)

**LABORATORIUM BETON
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**

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

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Andri Pramuja

Course Agregate Passing No. 50.8 mm	Sample I	Sample II	Average
Wt of SSD sample in air (<i>berat contoh SSD kering permukaan jenuh</i>) A	2700	2800	2750
Wt of oven dry sample (<i>berat contoh SSD kering oven 110° C sampai konstan</i>) C	2679	2780	2729.5
Wt of SSD sample in water (<i>berat contoh jenuh</i>) B	1705.4	1769.5	1737.45
Bulk sp grafity dry (<i>berat jenis contoh kering</i>) C/(A-B)	2.69	2.70	2.70
Bulk sp grafity SSD (<i>berat jenis contoh SSD</i>) A/(A-B)	2.71	2.72	2.72
Apparent sp grafity (<i>berat jenis contoh semu</i>) C/(C-B)	2.75	2.75	2.75
Absortion (<i>penyerapan</i>) $((A-C)/C) \times 100\%$	0.78	0.72	0.75

Good gradation class :
SSD > 2,7

Diketahui Oleh :
Asisten Laboratorium USU

Rizky Ananda Syahputra
150404045

Medan, 23 Juli 2018
Diperiksa Oleh :
Dosen Pembimbing I



(Dr. Josef Hadipramana)

**LABORATORIUM BETON
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA**

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

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	4.75 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Andri Pramuja

Fine Agregate Passing No. 9.5 mm	Sample 1	Sample 2	Average
Wt of SSD sample in air (<i>berat contoh SSD kering permukaan jenuh</i>) B	500	500	500
Wt of oven dry sample (<i>berat contoh SSD kering oven 110° C sampai konstan</i>) E	492	491	492
Wt of flask + water (<i>berat piknometer penuh air</i>) D	674	674	674
Wt of flask + water + sample (<i>berat contoh SSD dalam piknometer penuh air</i>) C	979	980	980
Bulk sp grafiti dry (<i>berat jenis contoh kering</i>) $E/(B+D-C)$	2.52	2.53	2.53
Bulk sp grafiti SSD (<i>berat jenis contoh SSD</i>) $B/(B+D-C)$	2.56	2.58	2.57
Apparent sp grafiti (<i>berat jenis contoh semu</i>) $E/(E+D-C)$	2.63	2.65	2.64
Absortion (<i>penyerapan</i>) $((B-E)/E) \times 100\%$	1.63	1.83	1.73

Note :

Good gradation class :

SSD > 2,6

bulk ssd apparent

2.53 2.57 2.64

Diketahui Oleh :

Asisten Laboratorium USU

Rizky Ananda Syahputra
150404045

Medan, 23 Juli 2018

Diperiksa Oleh :

Dosen Pembimbing I



(Dr. Josef Hadipramana)

LABORATORIUM BETON
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA

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

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	4.75 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Andri Pramuja

Sieve Size	Retained Fraction				Cumulative	
	Sample 1 (gr)	Sample 2 (gr)	Total Weight (gr)	%	Retained	Passing
9.50 (No 3/8 in)	0	0	0	0	0	100
4.75 (No. 4)	7	16	23	1.045	1.05	98.95
2.36 (No. 8)	77	114	191	8.682	9.73	90.27
1.18 (No.16)	189	227	416	18.909	28.64	71.36
0.60 (No. 30)	279	314	593	26.955	55.59	44.41
0.30 (No. 50)	294	335	629	28.591	84.18	15.82
0.15 (No. 100)	141	169	310	14.091	98.27	1.73
Pan	13	25	38	1.727	100.00	0.00
Total	1000	1200	2200	100		

$$Fines Modulus (FM) = \frac{277.45}{100} = 2.77$$

Good gradation class :

fine $2.2 < FM < 2.6$

medium $2.6 < FM < 2.9$

coarse $2.9 < FM < 3.2$

Diketahui Oleh :
Asisten Laboratorium USU

Rizky Ananda Syahputra
150404045

Medan, 23 Juli 2018

Diperiksa Oleh :
Dosen Pembimbing I



(Dr. Josef Hadipramana)

LABORATORIUM BETON
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA

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

Sources Of Sample	Binjai
Max Dia	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Andri Pramuja

Sieve Size	Retained Fraction				Cumulative	
	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Total Weight (gr)	%	Retained	Passing
38,1 (1.5 in)	105	143	248	4.429	4.43	95.57
19.0 (3/4 in)	750	813	1563	27.911	32.34	67.66
9.52 (3/8 in)	1026	1087	2113	37.732	70.07	29.93
4.75 (No. 4)	819	857	1676	29.929	100.00	0.00
2.36 (No. 8)	0	0	0	0.00	100.00	0.00
1.18 (No.16)	0	0	0	0.00	100.00	0.00
0.60 (No. 30)	0	0	0	0.00	100.00	0.00
0.30 (No. 50)	0	0	0	0.00	100.00	0.00
0.15 (No. 100)	0	0	0	0.00	100.00	0.00
Pan	0	0	0	0.00	100	0
Total	2700	2900	5600	100		

$$\text{Fines Modulus (FM)} = \frac{706.84}{100} = 7.07$$

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

Diketahui Oleh :
Asisten Laboratorium USU

Rizky Ananda Syahputra
150404045

Medan, 23 Juli 2018
Diperiksa Oleh :
Dosen Pembimbing I



(Dr. Josef Hadipramana)

LABORATORIUM BETON
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA

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

Sources Of Sample	Binjai
Max Diameter	38.1 mm
Project	Penelitian Tugas Akhir
Tested By	Andri Pramuja

Gradation Tested (<i>gradasi yang diuji</i>)		
Sieve zize Retained	Wt of sample before test (<i>berat awal</i>) gr	Wt of sample after test (<i>berat akhir</i>) gr
37,5 (1.5 in)	-	-
25 (1 in)	1250	567
19.1 (3/4 in)	1250	976
12.5 (1/2 in)	1250	675
9.50 (No. 3/8 in)	1250	358
4.75 (No.4)	-	-
2.36 (No. 8)	-	-
0.30 (No. 50)	-	989
0.15 (No. 100)	-	-
Pan	-	612
Total	5000	4177
Wt of sample passing No. 12 (<i>berat lolos saringan No. 12</i>)		823
Abrasion (<i>keausan</i>) %		16.460

Diketahui Oleh :
Asisten Laboratorium USU

Rizky Ananda Syahputra
150404045

Medan, 23 Juli 2018
Diperiksa Oleh :
Dosen Pembimbing I



(Dr. Josef Hadipramana)

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

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

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

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

Diketahui Oleh
 Asisten Laboraturium
 Universitas Sumatera Utara

Rizky Ananda Syahputra
 150404045

Medan, 23 Juli 2018
 Diperiksa Oleh
 Dosen Pembimbing I



Dr. Josef Hadipramana

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

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

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

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

Diketahui Oleh
 Asisten Laboraturium
 Universitas Sumatera Utara

Rizky Ananda Syahputra
 150404045

Medan, 23 Juli 2018
 Diperiksa Oleh
 Dosen Pembimbing I



Dr. Josef Hadipramana

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

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

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

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

Diketahui Oleh
 Asisten Laboraturium
 Universitas Sumatera Utara

Rizky Ananda Syahputra
 150404045

Medan, 23 Juli 2018
 Diperiksa Oleh
 Dosen Pembimbing I



Dr. Josef Hadipramana

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

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

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

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

Diketahui Oleh
 Asisten Laboraturium
 Universitas Sumatera Utara

Rizky Ananda Syahputra
 150404045

Medan, 23 Juli 2018
 Diperiksa Oleh
 Dosen Pembimbing I



Dr. Josef Hadipramana

Jenis Pengujian : Pengujian Modulus Elastisitas Beton
 Pemilik Benda Uji : Andri Pramuja
 NPM : 1407210239
 Proyek : Penelitian Tugas Akhir
 Lokasi Pengujian : Laboratorium Beton Universitas Sumatera Utara
 Tanggal Pembuatan : 27 Mei 2018
 Tanggal Pengujian : 06 Juni 2018
 Nilai Slump : 35 mm
 Pmax : 1280 KN

Benda Uji Silinder Ukuran 300 X 150 mm

Sampel 1	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Berat Silinder (Kg)	Pmax 40% (KN)	Gaya Tekan (KN)	Bacaan Dial Elastisitas	ΔL
Beton Normal 7 Hari	150	300	13.142	500	0	0	0
					50	20	0.02
					100	40	0.04
					150	55	0.055
					200	60	0.06
					250	90	0.09
					300	110	0.11
					350	125	0.125
					400	130	0.13
					450	135	0.135
500	148	0.148					

Sampel 2	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Berat Silinder (Kg)	Pmax 40% (KN)	Gaya Tekan (KN)	Bacaan Dial Elastisitas	ΔL
Beton Normal 7 Hari	150	300	13.126	500	0	0	0
					50	10	0.01
					100	15	0.015
					150	20	0.02
					200	35	0.035
					250	50	0.05
					300	63	0.063
					350	75	0.075
					400	197	0.197
					450	120	0.12
500	140	0.14					

Sampel 3	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Berat Silinder (Kg)	Pmax 40% (KN)	Gaya Tekan (KN)	Bacaan Dial Elastisitas	ΔL
Beton Normal 7 Hari	150	300	13.201	500	0	0	0
					50	20	0.02
					100	30	0.03
					150	45	0.045
					200	55	0.055
					250	60	0.06
					300	75	0.075
					350	90	0.09
					400	105	0.105
					450	120	0.12
500	140	0.14					

Diketahui Oleh :
 Asisten Laboratorium Beton
 Universitas Sumatera Utara

(Rizky Ananda Syahputra)

Jenis Pengujian : Pengujian Modulus Elastisitas Beton
 Pemilik Benda Uji : Andri Pramuja
 NPM : 1407210239
 Proyek : Penelitian Tugas Akhir
 Lokasi Pengujian : Laboratorium Beton Universitas Sumatera Utara
 Tanggal Pembuatan : 22 Mei 2018
 Tanggal Pengujian : 08 Juni 2018
 Nilai Slump : 35 mm
 Pmax : 1280 KN

Benda Uji Silinder Ukuran 300 X 150 mm

Sampel 1	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Berat Silinder (Kg)	Pmax 40% (KN)	Gaya Tekan (KN)	Bacaan Dial Elastisitas	ΔL
Beton Normal 14 Hari	150	300	13.444	500	0	0	0
					50	10	0.01
					100	16	0.016
					150	25	0.025
					200	40	0.04
					250	55	0.055
					300	67	0.067
					350	85	0.085
					400	103	0.103
					450	118	0.118
500	130	0.13					

Sampel 2	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Berat Silinder (Kg)	Pmax 40% (KN)	Gaya Tekan (KN)	Bacaan Dial Elastisitas	ΔL
Beton Normal 14 Hari	150	300	13.307	500	0	0	0
					50	15	0.015
					100	22	0.022
					150	35	0.035
					200	51	0.051
					250	65	0.065
					300	80	0.08
					350	97	0.097
					400	113	0.113
					450	125	0.125
500	135	0.135					

Sampel 3	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Berat Silinder (Kg)	Pmax 40% (KN)	Gaya Tekan (KN)	Bacaan Dial Elastisitas	ΔL
Beton Normal 14 Hari	150	300	13.382	500	0	0	0
					50	14	0.014
					100	30	0.03
					150	45	0.045
					200	65	0.065
					250	77	0.077
					300	90	0.09
					350	103	0.103
					400	115	0.115
					450	125	0.125
500	135	0.135					

Diketahui Oleh :
 Asisten Laboratorium Beton
 Universitas Sumatera Utara

(Rizky Ananda Syahputra)

Jenis Pengujian : Pengujian Modulus Elastisitas Beton
 Pemilik Benda Uji : Andri Pramuja
 NPM : 1407210239
 Proyek : Penelitian Tugas Akhir
 Lokasi Pengujian : Laboratorium Beton Universitas Sumatera Utara
 Tanggal Pembuatan : 17 Mei 2018
 Tanggal Pengujian : 18 Juni 2018
 Nilai Slump : 35 mm
 Pmax : 1280 KN

Benda Uji Silinder Ukuran 300 X 150 mm

Sampel 1	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Berat Silinder (Kg)	Pmax 40% (KN)	Gaya Tekan (KN)	Bacaan Dial Elastisitas	ΔL
Beton Normal 28 Hari	150	300	13.157	500	0	0	0
					50	8	0.008
					100	17	0.017
					150	30	0.03
					200	45	0.045
					250	57	0.057
					300	75	0.075
					350	92	0.092
					400	103	0.103
					450	117	0.117
500	128	0.128					

Sampel 2	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Berat Silinder (Kg)	Pmax 40% (KN)	Gaya Tekan (KN)	Bacaan Dial Elastisitas	ΔL
Beton Normal 28 Hari	150	300	13.147	500	0	0	0
					50	5	0.005
					100	13	0.013
					150	25	0.025
					200	40	0.04
					250	53	0.053
					300	70	0.07
					350	85	0.085
					400	100	0.1
					450	110	0.11
500	120	0.12					

Sampel 3	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Berat Silinder (Kg)	Pmax 40% (KN)	Gaya Tekan (KN)	Bacaan Dial Elastisitas	ΔL
Beton Normal 28 Hari	150	300	13.091	500	0	0	0
					50	7	0.007
					100	15	0.015
					150	25	0.025
					200	43	0.043
					250	55	0.055
					300	67	0.067
					350	80	0.08
					400	98	0.098
					450	113	0.113
500	125	0.125					

Diketahui Oleh :
 Asisten Laboratorium Beton
 Universitas Sumatera Utara

(Rizky Ananda Syahputra)

Jenis Pengujian : Pengujian Modulus Elastisitas Beton
 Pemilik Benda Uji : Andri Pramuja
 NPM : 1407210239
 Proyek : Penelitian Tugas Akhir
 Lokasi Pengujian : Laboratorium Beton Universitas Sumatera Utara
 Tanggal Pembuatan : 31 Mei 2018
 Tanggal Pengujian : 11 Juni 2018
 Nilai Slump : 35 mm
 Pmax : 1280 KN

Benda Uji Silinder Ukuran 300 X 150 mm

Sampel 1	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Berat Silinder (Kg)	Pmax 40% (KN)	Gaya Tekan (KN)	Bacaan Dial Elastisitas	ΔL
Beton Serat 0.04% 7 Hari	150	300	13.149	500	0	0	0
					50	20	0.02
					100	35	0.035
					150	45	0.045
					200	65	0.065
					250	75	0.075
					300	90	0.09
					350	105	0.105
					400	120	0.12
					450	135	0.135
500	145	0.145					

Sampel 2	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Berat Silinder (Kg)	Pmax 40% (KN)	Gaya Tekan (KN)	Bacaan Dial Elastisitas	ΔL
Beton Serat 0.04% 7 Hari	150	300	13.14	500	0	0	0
					50	17	0.017
					100	25	0.025
					150	35	0.035
					200	50	0.05
					250	65	0.065
					300	85	0.085
					350	105	0.105
					400	115	0.115
					450	130	0.13
500	140	0.14					

Sampel 3	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Berat Silinder (Kg)	Pmax 40% (KN)	Gaya Tekan (KN)	Bacaan Dial Elastisitas	ΔL
Beton Serat 0.04% 7 Hari	150	300	13.093	500	0	0	0
					50	18	0.018
					100	25	0.025
					150	37	0.037
					200	50	0.05
					250	65	0.065
					300	85	0.085
					350	100	0.1
					400	120	0.12
					450	133	0.133
500	145	0.145					

Diketahui Oleh :
 Asisten Laboratorium Beton
 Universitas Sumatera Utara

(Rizky Ananda Syahputra)

Jenis Pengujian : Pengujian Modulus Elastisitas Beton
 Pemilik Benda Uji : Andri Pramuja
 NPM : 1407210239
 Proyek : Penelitian Tugas Akhir
 Lokasi Pengujian : Laboratorium Beton Universitas Sumatera Utara
 Tanggal Pembuatan : 23 Mei 2018
 Tanggal Pengujian : 09 Juni 2018
 Nilai Slump : 35 mm
 Pmax : 1280 KN

Benda Uji Silinder Ukuran 300 X 150 mm

Sampel 1	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Berat Silinder (Kg)	Pmax 40% (KN)	Gaya Tekan (KN)	Bacaan Dial Elastisitas	ΔL
Beton Serat 0.04% 14 Hari	150	300	13.521	500	0	0	0
					50	20	0.02
					100	30	0.03
					150	45	0.045
					200	55	0.055
					250	67	0.067
					300	80	0.08
					350	95	0.095
					400	110	0.11
					450	125	0.125
500	135	0.135					

Sampel 2	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Berat Silinder (Kg)	Pmax 40% (KN)	Gaya Tekan (KN)	Bacaan Dial Elastisitas	ΔL
Beton Serat 0.04% 14 Hari	150	300	13.357	500	0	0	0
					50	15	0.015
					100	25	0.025
					150	35	0.035
					200	48	0.048
					250	60	0.06
					300	74	0.074
					350	85	0.085
					400	100	0.1
					450	115	0.115
500	130	0.13					

Sampel 3	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Berat Silinder (Kg)	Pmax 40% (KN)	Gaya Tekan (KN)	Bacaan Dial Elastisitas	ΔL
Beton Serat 0.04% 14 Hari	150	300	13.314	500	0	0	0
					50	15	0.015
					100	25	0.025
					150	38	0.038
					200	50	0.05
					250	63	0.063
					300	75	0.075
					350	90	0.09
					400	110	0.11
					450	118	0.118
500	130	0.13					

Diketahui Oleh :
 Asisten Laboratorium Beton
 Universitas Sumatera Utara

(Rizky Ananda Syahputra)

Jenis Pengujian : Pengujian Modulus Elastisitas Beton
 Pemilik Benda Uji : Andri Pramuja
 NPM : 1407210239
 Proyek : Penelitian Tugas Akhir
 Lokasi Pengujian : Laboratorium Beton Universitas Sumatera Utara
 Tanggal Pembuatan : 13 Mei 2018
 Tanggal Pengujian : 13 Juni 2018
 Nilai Slump : 35 mm
 Pmax : 1280 KN

Benda Uji Silinder Ukuran 300 X 150 mm

Sampel 1	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Berat Silinder (Kg)	Pmax 40% (KN)	Gaya Tekan (KN)	Bacaan Dial Elastisitas	ΔL
Beton Serat 0.04% 28 Hari	150	300	13.292	500	0	0	0
					50	10	0.01
					100	20	0.02
					150	33	0.033
					200	45	0.045
					250	55	0.055
					300	65	0.065
					350	75	0.075
					400	90	0.09
					450	115	0.115
500	135	0.135					

Sampel 2	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Berat Silinder (Kg)	Pmax 40% (KN)	Gaya Tekan (KN)	Bacaan Dial Elastisitas	ΔL
Beton Serat 0.04% 28 Hari	150	300	13.388	500	0	0	0
					50	10	0.01
					100	22	0.022
					150	35	0.035
					200	45	0.045
					250	57	0.057
					300	65	0.065
					350	87	0.087
					400	104	0.104
					450	120	0.12
500	138	0.138					

Sampel 3	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Berat Silinder (Kg)	Pmax 40% (KN)	Gaya Tekan (KN)	Bacaan Dial Elastisitas	ΔL
Beton Serat 0.04% 28 Hari	150	300	13.323	500	0	0	0
					50	8	0.008
					100	21	0.021
					150	30	0.03
					200	45	0.045
					250	55	0.055
					300	67	0.067
					350	85	0.085
					400	103	0.103
					450	125	0.125
500	135	0.135					

Diketahui Oleh :
 Asisten Laboratorium Beton
 Universitas Sumatera Utara

(Rizky Ananda Syahputra)

Jenis Pengujian : Pengujian Modulus Elastisitas Beton
 Pemilik Benda Uji : Andri Pramuja
 NPM : 1407210239
 Proyek : Penelitian Tugas Akhir
 Lokasi Pengujian : Laboratorium Beton Universitas Sumatera Utara
 Tanggal Pembuatan : 24 Mei 2018
 Tanggal Pengujian : 04 Juni 2018
 Nilai Slump : 30 mm
 Pmax : 1280 KN

Benda Uji Silinder Ukuran 300 X 150 mm

Sampel 1	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Berat Silinder (Kg)	Pmax 40% (KN)	Gaya Tekan (KN)	Bacaan Dial Elastisitas	ΔL
Beton Serat 0.09% 7 Hari	150	300	13.080	500	0	0	0
					50	20	0.02
					100	30	0.03
					150	45	0.045
					200	50	0.05
					250	65	0.065
					300	80	0.08
					350	100	0.1
					400	115	0.115
					450	135	0.135
500	150	0.15					

Sampel 2	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Berat Silinder (Kg)	Pmax 40% (KN)	Gaya Tekan (KN)	Bacaan Dial Elastisitas	ΔL
Beton Serat 0.09% 7 Hari	150	300	13.160	500	0	0	0
					50	25	0.025
					100	40	0.04
					150	65	0.065
					200	70	0.07
					250	85	0.085
					300	105	0.105
					350	115	0.115
					400	125	0.125
					450	140	0.14
500	160	0.16					

Sampel 3	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Berat Silinder (Kg)	Pmax 40% (KN)	Gaya Tekan (KN)	Bacaan Dial Elastisitas	ΔL
Beton Serat 0.09% 7 Hari	150	300	13.007	500	0	0	0
					50	20	0.02
					100	30	0.03
					150	45	0.045
					200	60	0.06
					250	75	0.075
					300	85	0.085
					350	100	0.1
					400	120	0.12
					450	135	0.135
500	155	0.155					

Diketahui Oleh :
 Asisten Laboratorium Beton
 Universitas Sumatera Utara

(Rizky Ananda Syahputra)

Jenis Pengujian : Pengujian Modulus Elastisitas Beton
 Pemilik Benda Uji : Andri Pramuja
 NPM : 1407210239
 Proyek : Penelitian Tugas Akhir
 Lokasi Pengujian : Laboratorium Beton Universitas Sumatera Utara
 Tanggal Pembuatan : 17 Mei 2018
 Tanggal Pengujian : 04 Juni 2018
 Nilai Slump : 30 mm
 Pmax : 1280 KN

Benda Uji Silinder Ukuran 300 X 150 mm

Sampel 1	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Berat Silinder (Kg)	Pmax 40% (KN)	Gaya Tekan (KN)	Bacaan Dial Elastisitas	ΔL
Beton Serat 0.09% 14 Hari	150	300	13.186	500	0	0	0
					50	15	0.015
					100	25	0.025
					150	33	0.033
					200	45	0.045
					250	63	0.063
					300	80	0.08
					350	95	0.095
					400	115	0.115
					450	130	0.13
500	145	0.145					

Sampel 2	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Berat Silinder (Kg)	Pmax 40% (KN)	Gaya Tekan (KN)	Bacaan Dial Elastisitas	ΔL
Beton Serat 0.09% 14 Hari	150	300	13.232	500	0	0	0
					50	20	0.02
					100	35	0.035
					150	45	0.045
					200	57	0.057
					250	70	0.07
					300	85	0.085
					350	100	0.1
					400	110	0.11
					450	120	0.12
500	130	0.13					

Sampel 3	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Berat Silinder (Kg)	Pmax 40% (KN)	Gaya Tekan (KN)	Bacaan Dial Elastisitas	ΔL
Beton Serat 0.09% 14 Hari	150	300	13.287	500	0	0	0
					50	20	0.02
					100	30	0.03
					150	45	0.045
					200	60	0.06
					250	70	0.07
					300	83	0.083
					350	95	0.095
					400	110	0.11
					450	125	0.125
500	140	0.14					

Diketahui Oleh :
 Asisten Laboratorium Beton
 Universitas Sumatera Utara

(Rizky Ananda Syahputra)

Jenis Pengujian : Pengujian Modulus Elastisitas Beton
 Pemilik Benda Uji : Andri Pramuja
 NPM : 1407210239
 Proyek : Penelitian Tugas Akhir
 Lokasi Pengujian : Laboratorium Beton Universitas Sumatera Utara
 Tanggal Pembuatan : 05 Mei 2018
 Tanggal Pengujian : 07 Juli 2018
 Nilai Slump : 30 mm
 Pmax : 1280 KN

Benda Uji Silinder Ukuran 300 X 150 mm

Sampel 1	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Berat Silinder (Kg)	Pmax 40% (KN)	Gaya Tekan (KN)	Bacaan Dial Elastisitas	ΔL
Beton Serat 0.09% 28 Hari	150	300	13.205	500	0	0	0
					50	5	0.005
					100	15	0.015
					150	30	0.03
					200	45	0.045
					250	55	0.055
					300	70	0.07
					350	80	0.08
					400	110	0.11
					450	130	0.13
500	140	0.14					

Sampel 2	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Berat Silinder (Kg)	Pmax 40% (KN)	Gaya Tekan (KN)	Bacaan Dial Elastisitas	ΔL
Beton Serat 0.09% 28 Hari	150	300	13.328	500	0	0	0
					50	10	0.01
					100	20	0.02
					150	35	0.035
					200	47	0.047
					250	55	0.055
					300	70	0.07
					350	85	0.085
					400	103	0.103
					450	115	0.115
500	130	0.13					

Sampel 3	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Berat Silinder (Kg)	Pmax 40% (KN)	Gaya Tekan (KN)	Bacaan Dial Elastisitas	ΔL
Beton Serat 0.09% 28 Hari	150	300	13.502	500	0	0	0
					50	8	0.008
					100	15	0.015
					150	25	0.025
					200	40	0.04
					250	57	0.057
					300	70	0.07
					350	85	0.085
					400	103	0.103
					450	115	0.115
500	130	0.13					

Diketahui Oleh :
 Asisten Laboratorium Beton
 Universitas Sumatera Utara

(Rizky Ananda Syahputra)

Jenis Pengujian : Pengujian Modulus Elastisitas Beton
 Pemilik Benda Uji : Andri Pramuja
 NPM : 1407210239
 Proyek : Penelitian Tugas Akhir
 Lokasi Pengujian : Laboratorium Beton Universitas Sumatera Utara
 Tanggal Pembuatan : 27 Mei 2018
 Tanggal Pengujian : 06 Juni 2018
 Nilai Slump : 30 mm
 Pmax : 1280 KN

Benda Uji Silinder Ukuran 300 X 150 mm

Sampel 1	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Berat Silinder (Kg)	Pmax 40% (KN)	Gaya Tekan (KN)	Bacaan Dial Elastisitas	ΔL
Beton Serat 0.15% 7 Hari	150	300	13.221	500	0	0	0
					50	18	0.018
					100	25	0.025
					150	40	0.04
					200	50	0.05
					250	65	0.065
					300	80	0.08
					350	90	0.09
					400	105	0.105
					450	120	0.12
500	135	0.135					

Sampel 2	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Berat Silinder (Kg)	Pmax 40% (KN)	Gaya Tekan (KN)	Bacaan Dial Elastisitas	ΔL
Beton Serat 0.15% 7 Hari	150	300	13.236	500	0	0	0
					50	15	0.015
					100	25	0.025
					150	35	0.035
					200	48	0.048
					250	60	0.06
					300	77	0.077
					350	88	0.088
					400	100	0.1
					450	120	0.12
500	130	0.13					

Sampel 3	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Berat Silinder (Kg)	Pmax 40% (KN)	Gaya Tekan (KN)	Bacaan Dial Elastisitas	ΔL
Beton Serat 0.15% 7 Hari	150	300	13.161	500	0	0	0
					50	20	0.02
					100	30	0.03
					150	45	0.045
					200	55	0.055
					250	68	0.068
					300	85	0.085
					350	100	0.1
					400	110	0.11
					450	125	0.125
500	130	0.13					

Diketahui Oleh :
 Asisten Laboratorium Beton
 Universitas Sumatera Utara

(Rizky Ananda Syahputra)

Jenis Pengujian : Pengujian Modulus Elastisitas Beton
 Pemilik Benda Uji : Andri Pramuja
 NPM : 1407210239
 Proyek : Penelitian Tugas Akhir
 Lokasi Pengujian : Laboratorium Beton Universitas Sumatera Utara
 Tanggal Pembuatan : 17 Mei 2018
 Tanggal Pengujian : 04 Juni 2018
 Nilai Slump : 30 mm
 Pmax : 1280 KN

Benda Uji Silinder Ukuran 300 X 150 mm

Sampel 1	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Berat Silinder (Kg)	Pmax 40% (KN)	Gaya Tekan (KN)	Bacaan Dial Elastisitas	ΔL
Beton Serat 0.15% 14 Hari	150	300	13.084	500	0	0	0
					50	15	0.015
					100	30	0.03
					150	40	0.04
					200	55	0.055
					250	70	0.07
					300	85	0.085
					350	100	0.1
					400	115	0.115
					450	125	0.125
500	135	0.135					

Sampel 2	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Berat Silinder (Kg)	Pmax 40% (KN)	Gaya Tekan (KN)	Bacaan Dial Elastisitas	ΔL
Beton Serat 0.15% 14 Hari	150	300	13.09	500	0	0	0
					50	15	0.015
					100	25	0.025
					150	33	0.033
					200	45	0.045
					250	60	0.06
					300	74	0.074
					350	85	0.085
					400	100	0.1
					450	115	0.115
500	125	0.125					

Sampel 3	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Berat Silinder (Kg)	Pmax 40% (KN)	Gaya Tekan (KN)	Bacaan Dial Elastisitas	ΔL
Beton Serat 0.15% 14 Hari	150	300	13.132	500	0	0	0
					50	10	0.01
					100	22	0.022
					150	35	0.035
					200	43	0.043
					250	55	0.055
					300	72	0.072
					350	85	0.085
					400	112	0.112
					450	125	0.125
500	130	0.13					

Diketahui Oleh :
 Asisten Laboratorium Beton
 Universitas Sumatera Utara

(Rizky Ananda Syahputra)

Jenis Pengujian : Pengujian Modulus Elastisitas Beton
 Pemilik Benda Uji : Andri Pramuja
 NPM : 1407210239
 Proyek : Penelitian Tugas Akhir
 Lokasi Pengujian : Laboratorium Beton Universitas Sumatera Utara
 Tanggal Pembuatan : 05 Juni 2018
 Tanggal Pengujian : 07 Juli 2018
 Nilai Slump : 30 mm
 Pmax : 1280 KN

Benda Uji Silinder Ukuran 300 X 150 mm

Sampel 1	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Berat Silinder (Kg)	Pmax 40% (KN)	Gaya Tekan (KN)	Bacaan Dial Elastisitas	ΔL
Beton Serat 0.15% 28 Hari	150	300	13.542	500	0	0	0
					50	7	0.007
					100	20	0.02
					150	30	0.03
					200	43	0.043
					250	60	0.06
					300	74	0.074
					350	90	0.09
					400	113	0.113
					450	120	0.12
500	130	0.13					

Sampel 2	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Berat Silinder (Kg)	Pmax 40% (KN)	Gaya Tekan (KN)	Bacaan Dial Elastisitas	ΔL
Beton Serat 0.15% 28 Hari	150	300	13.174	500	0	0	0
					50	10	0.01
					100	15	0.015
					150	25	0.025
					200	38	0.038
					250	50	0.05
					300	67	0.067
					350	80	0.08
					400	97	0.097
					450	118	0.118
500	125	0.125					

Sampel 3	Diameter Silinder (mm)	Tinggi Silinder (mm)	Berat Silinder (Kg)	Pmax 40% (KN)	Gaya Tekan (KN)	Bacaan Dial Elastisitas	ΔL
Beton Serat 0.15% 28 Hari	150	300	15.231	500	0	0	0
					50	10	0.01
					100	20	0.02
					150	35	0.035
					200	45	0.045
					250	63	0.063
					300	75	0.075
					350	87	0.087
					400	100	0.1
					450	110	0.11
500	122	0.122					

Diketahui Oleh :
 Asisten Laboratorium Beton
 Universitas Sumatera Utara

(Rizky Ananda Syahputra)

DATA HASIL PENGUJIAN
Benda Uji Silinder (Tanpa bahan tambah)

Kuat Tekan Maksimum (Pmax) 1280 KN

Sampel 1	Berat Benda Uji (Kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Benda Uji A (mm ²)	Beban		Pembacaan Dial	ΔL (mm)	Pmax 40% (KN)	Tegangan (σ) Mpa	Regangan (ε)
		∅	t		P	P					
		(mm)	(mm)		(KN)	(Mpa)					
Beton Normal 7 Hari	13.142	150	300	17678.57	0	0	0	0	500	0.00	0.0000000
					50	2.222	20	0.020		2.83	0.0000667
					100	4.444	40	0.040		5.66	0.0001333
					150	6.667	55	0.055		8.48	0.0001833
					200	8.889	60	0.060		11.31	0.0002000
					250	11.111	90	0.090		14.14	0.0003000
					300	13.333	110	0.110		16.97	0.0003667
					350	15.556	125	0.125		19.80	0.0004167
					400	17.778	130	0.130		22.63	0.0004333
					450	20.000	135	0.135		25.45	0.0004500
500	22.222	148	0.148	28.28	0.0004933						

Sampel 2	Berat Benda Uji (Kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Benda Uji A (mm ²)	Beban		Pembacaan Dial	ΔL (mm)	Pmax 40% (KN)	Tegangan (σ) Mpa	Regangan (ε)
		∅	t		P	P					
		(mm)	(mm)		(KN)	(Mpa)					
Beton Normal 7 Hari	13.126	150	300	17678.57	0	0	0	0	500	0	0.00
					50	2.222	10	0.010		2.83	0.0000333
					100	4.444	15	0.015		5.66	0.0000500
					150	6.667	20	0.020		8.48	0.0000667
					200	8.889	35	0.035		11.31	0.0001167
					250	11.111	50	0.050		14.14	0.0001667
					300	13.333	63	0.063		16.97	0.0002100
					350	15.556	75	0.075		19.80	0.0002500
					400	17.778	197	0.197		22.63	0.0006567
					450	20.000	120	0.120		25.45	0.0004000
500	22.222	140	0.140	28.28	0.0004667						

Sampel 3	Berat Benda Uji (Kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Benda Uji A (mm ²)	Beban		Pembacaan Dial	ΔL (mm)	Pmax 40% (KN)	Tegangan (σ) Mpa	Regangan (ε)
		∅	t		P	P					
		(mm)	(mm)		(KN)	(Mpa)					
Beton Normal 7 Hari	13.201	150	300	17678.57	0	0.000	0	0.000	500	0.00	0.0000000
					50	2.222	20	0.020		2.83	0.0000667
					100	4.444	30	0.030		5.66	0.0001000
					150	6.667	45	0.045		8.48	0.0001500
					200	8.889	55	0.055		11.31	0.0001833
					250	11.111	60	0.060		14.14	0.0002000
					300	13.333	75	0.075		16.97	0.0002500
					350	15.556	90	0.090		19.80	0.0003000
					400	17.778	105	0.105		22.63	0.0003500
					450	20.000	120	0.120		25.45	0.0004000
500	22.222	140	0.140	28.28	0.0004667						

DATA HASIL PENGUJIAN
Benda Uji Silinder (Tanpa bahan tambah)

Kuat Tekan Maksimum (Pmax) 1280 KN

Sampel 1	Berat Benda Uji (Kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Benda Uji A (mm ²)	Beban		Pembacaan Dial	ΔL (mm)	Pmax 40% (KN)	Tegangan (σ) Mpa	Regangan (ϵ)
		ϕ	t		P	P					
		(mm)	(mm)		(KN)	(Mpa)					
Beton Normal 14 Hari	13.444	150	300	17678.57	0	0	0	0	500	0.00	0.0000000
					50	2.222	10	0.010		2.83	0.0000333
					100	4.444	16	0.016		5.66	0.0000533
					150	6.667	25	0.025		8.48	0.0000833
					200	8.889	40	0.040		11.31	0.0001333
					250	11.111	55	0.055		14.14	0.0001833
					300	13.333	67	0.067		16.97	0.0002233
					350	15.556	85	0.085		19.80	0.0002833
					400	17.778	103	0.103		22.63	0.0003433
					450	20.000	118	0.118		25.45	0.0003933
					500	22.222	130	0.130		28.28	0.0004333

Sampel 2	Berat Benda Uji (Kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Benda Uji A (mm ²)	Beban		Pembacaan Dial	ΔL (mm)	Pmax 40% (KN)	Tegangan (σ) Mpa	Regangan (ϵ)
		ϕ	t		P	P					
		(mm)	(mm)		(KN)	(Mpa)					
Beton Normal 14 Hari	13.307	150	300	17678.57	0	0	0	0	500	0	0.00
					50	2.222	15	0.015		2.83	0.0000500
					100	4.444	22	0.022		5.66	0.0000733
					150	6.667	35	0.035		8.48	0.0001167
					200	8.889	51	0.051		11.31	0.0001700
					250	11.111	65	0.065		14.14	0.0002167
					300	13.333	80	0.080		16.97	0.0002667
					350	15.556	97	0.097		19.80	0.0003233
					400	17.778	113	0.113		22.63	0.0003767
					450	20.000	125	0.125		25.45	0.0004167
					500	22.222	135	0.135		28.28	0.0004500

Sampel 3	Berat Benda Uji (Kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Benda Uji A (mm ²)	Beban		Pembacaan Dial	ΔL (mm)	Pmax 40% (KN)	Tegangan (σ) Mpa	Regangan (ϵ)
		ϕ	t		P	P					
		(mm)	(mm)		(KN)	(Mpa)					
Beton Normal 14 Hari	13.382	150	300	17678.57	0	0.000	0	0.000	500	0.00	0.0000000
					50	2.222	14	0.014		2.83	0.0000467
					100	4.444	30	0.030		5.66	0.0001000
					150	6.667	45	0.045		8.48	0.0001500
					200	8.889	65	0.065		11.31	0.0002167
					250	11.111	77	0.077		14.14	0.0002567
					300	13.333	90	0.090		16.97	0.0003000
					350	15.556	103	0.103		19.80	0.0003433
					400	17.778	115	0.115		22.63	0.0003833
					450	20.000	125	0.125		25.45	0.0004167
					500	22.222	135	0.135		28.28	0.0004500

DATA HASIL PENGUJIAN
Benda Uji Silinder (Tanpa bahan tambah)

Kuat Tekan Maksimum (Pmax) 1280 KN

Sampel 1	Berat Benda Uji (Kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Benda Uji A (mm ²)	Beban P (KN)	Beban P (Mpa)	Pembacaan Dial	ΔL (mm)	Pmax 40% (KN)	Tegangan (σ) Mpa	Regangan (ε)
		∅	t								
		(mm)	(mm)								
Beton Normal 28 Hari	13.157	150	300	17678.57	0	0	0	0	500	0.00	0.0000000
					50	2.222	20	0.020		2.83	0.0000667
					100	4.444	25	0.025		5.66	0.0000833
					150	6.667	35	0.035		8.48	0.0001167
					200	8.889	50	0.050		11.31	0.0001667
					250	11.111	60	0.060		14.14	0.0002000
					300	13.333	75	0.075		16.97	0.0002500
					350	15.556	90	0.090		19.80	0.0003000
					400	17.778	110	0.110		22.63	0.0003667
					450	20.000	135	0.135		25.45	0.0004500
					500	22.222	145	0.145		28.28	0.0004833

Sampel 2	Berat Benda Uji (Kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Benda Uji A (mm ²)	Beban P (KN)	Beban P (Mpa)	Pembacaan Dial	ΔL (mm)	Pmax 40% (KN)	Tegangan (σ) Mpa	Regangan (ε)
		∅	t								
		(mm)	(mm)								
Beton Normal 28 Hari	13.147	150	300	17678.57	0	0	0	0	500	0	0.00
					50	2.222	5	0.005		2.83	0.0000167
					100	4.444	13	0.013		5.66	0.0000433
					150	6.667	25	0.025		8.48	0.0000833
					200	8.889	40	0.040		11.31	0.0001333
					250	11.111	53	0.053		14.14	0.0001767
					300	13.333	70	0.070		16.97	0.0002333
					350	15.556	85	0.085		19.80	0.0002833
					400	17.778	100	0.100		22.63	0.0003333
					450	20.000	110	0.110		25.45	0.0003667
					500	22.222	120	0.120		28.28	0.0004000

Sampel 3	Berat Benda Uji (Kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Benda Uji A (mm ²)	Beban P (KN)	Beban P (Mpa)	Pembacaan Dial	ΔL (mm)	Pmax 40% (KN)	Tegangan (σ) Mpa	Regangan (ε)
		∅	t								
		(mm)	(mm)								
Beton Normal 28 Hari	13.091	150	300	17678.57	0	0.000	0	0.000	500	0.00	0.0000000
					50	2.222	7	0.007		2.83	0.0000233
					100	4.444	15	0.015		5.66	0.0000500
					150	6.667	25	0.025		8.48	0.0000833
					200	8.889	43	0.043		11.31	0.0001433
					250	11.111	55	0.055		14.14	0.0001833
					300	13.333	67	0.067		16.97	0.0002233
					350	15.556	80	0.080		19.80	0.0002667
					400	17.778	98	0.098		22.63	0.0003267
					450	20.000	113	0.113		25.45	0.0003767
					500	22.222	125	0.125		28.28	0.0004167

DATA HASIL PENGUJIAN
Benda Uji Silinder (Tanpa bahan tambah)

Kuat Tekan Maksimum (Pmax) 1280 KN

Sampel 1	Berat Benda Uji (Kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Benda Uji	Beban	Beban	Pembacaan Dial	ΔL	Pmax 40%	Tegangan (σ)	Regangan (ϵ)
		ϕ	t	A	P	P		(mm)		Mpa	
		(mm)	(mm)	(mm ²)	(KN)	(Mpa)		(KN)		Mpa	
Beton Serat 0.04% 7 Hari	13.15	150	300	17678.57	0	0	0	0	500	0.00	0.0000000
					50	2.222	20	0.020		2.83	0.0000667
					100	4.444	35	0.035		5.66	0.0001167
					150	6.667	45	0.045		8.48	0.0001500
					200	8.889	65	0.065		11.31	0.0002167
					250	11.111	75	0.075		14.14	0.0002500
					300	13.333	90	0.090		16.97	0.0003000
					350	15.556	105	0.105		19.80	0.0003500
					400	17.778	120	0.120		22.63	0.0004000
					450	20.000	135	0.135		25.45	0.0004500
500	22.222	145	0.145	28.28	0.0004833						

Sampel 2	Berat Benda Uji (Kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Benda Uji	Beban	Beban	Pembacaan Dial	ΔL	Pmax 40%	Tegangan (σ)	Regangan (ϵ)
		ϕ	t	A	P	P		(mm)		Mpa	
		(mm)	(mm)	(mm ²)	(KN)	(Mpa)		(KN)		Mpa	
Beton Serat 0.04% 7 Hari	13.14	150	300	17678.57	0	0	0	0	500	0	0.00
					50	2.222	17	0.017		2.83	0.0000567
					100	4.444	25	0.025		5.66	0.0000833
					150	6.667	35	0.035		8.48	0.0001167
					200	8.889	50	0.050		11.31	0.0001667
					250	11.111	65	0.065		14.14	0.0002167
					300	13.333	85	0.085		16.97	0.0002833
					350	15.556	105	0.105		19.80	0.0003500
					400	17.778	115	0.115		22.63	0.0003833
					450	20.000	130	0.130		25.45	0.0004333
500	22.222	140	0.140	28.28	0.0004667						

Sampel 3	Berat Benda Uji (Kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Benda Uji	Beban	Beban	Pembacaan Dial	ΔL	Pmax 40%	Tegangan (σ)	Regangan (ϵ)
		ϕ	t	A	P	P		(mm)		Mpa	
		(mm)	(mm)	(mm ²)	(KN)	(Mpa)		(KN)		Mpa	
Beton Serat 0.04% 7 Hari	13.09	150	300	17678.57	0	0.000	0	0.000	500	0.00	0.0000000
					50	2.222	18	0.018		2.83	0.0000600
					100	4.444	25	0.025		5.66	0.0000833
					150	6.667	37	0.037		8.48	0.0001233
					200	8.889	50	0.050		11.31	0.0001667
					250	11.111	65	0.065		14.14	0.0002167
					300	13.333	85	0.085		16.97	0.0002833
					350	15.556	100	0.100		19.80	0.0003333
					400	17.778	120	0.120		22.63	0.0004000
					450	20.000	133	0.133		25.45	0.0004433
500	22.222	145	0.145	28.28	0.0004833						

DATA HASIL PENGUJIAN
Benda Uji Silinder (Tanpa bahan tambah)

Kuat Tekan Maksimum (Pmax) 1280 KN

Sampel 1	Berat Benda Uji (Kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Benda Uji (mm ²)	Beban	Beban	Pembacaan Dial	ΔL	Pmax 40% (KN)	Tegangan (σ)	Regangan (ε)
		∅	t		P	P		(mm)		Mpa	
		(mm)	(mm)		(KN)	(Mpa)		(mm)		(KN)	
Beton Serat 0.04% 14 Hari	13.521	150	300	17678.57	0	0	0	0	500	0.00	0.0000000
					50	2.222	20	0.020		2.83	0.0000667
					100	4.444	30	0.030		5.66	0.0001000
					150	6.667	45	0.045		8.48	0.0001500
					200	8.889	55	0.055		11.31	0.0001833
					250	11.111	67	0.067		14.14	0.0002233
					300	13.333	80	0.080		16.97	0.0002667
					350	15.556	95	0.095		19.80	0.0003167
					400	17.778	110	0.110		22.63	0.0003667
					450	20.000	125	0.125		25.45	0.0004167
500	22.222	135	0.135	28.28	0.0004500						

Sampel 2	Berat Benda Uji (Kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Benda Uji (mm ²)	Beban	Beban	Pembacaan Dial	ΔL	Pmax 40% (KN)	Tegangan (σ)	Regangan (ε)
		∅	t		P	P		(mm)		Mpa	
		(mm)	(mm)		(KN)	(Mpa)		(mm)		(KN)	
Beton Serat 0.04% 14 Hari	13.357	150	300	17678.57	0	0	0	0	500	0	0.00
					50	2.222	15	0.015		2.83	0.0000500
					100	4.444	25	0.025		5.66	0.0000833
					150	6.667	35	0.035		8.48	0.0001167
					200	8.889	48	0.048		11.31	0.0001600
					250	11.111	60	0.060		14.14	0.0002000
					300	13.333	74	0.074		16.97	0.0002467
					350	15.556	85	0.085		19.80	0.0002833
					400	17.778	100	0.100		22.63	0.0003333
					450	20.000	115	0.115		25.45	0.0003833
					500	22.222	130	0.130		28.28	0.0004333

Sampel 3	Berat Benda Uji (Kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Benda Uji (mm ²)	Beban	Beban	Pembacaan Dial	ΔL	Pmax 40% (KN)	Tegangan (σ)	Regangan (ε)
		∅	t		P	P		(mm)		Mpa	
		(mm)	(mm)		(KN)	(Mpa)		(mm)		(KN)	
Beton Serat 0.04% 14 Hari	13.314	150	300	17678.57	0	0.000	0	0.000	500	0.00	0.0000000
					50	2.222	15	0.015		2.83	0.0000500
					100	4.444	25	0.025		5.66	0.0000833
					150	6.667	38	0.038		8.48	0.0001267
					200	8.889	50	0.050		11.31	0.0001667
					250	11.111	63	0.063		14.14	0.0002100
					300	13.333	75	0.075		16.97	0.0002500
					350	15.556	90	0.090		19.80	0.0003000
					400	17.778	110	0.110		22.63	0.0003667
					450	20.000	118	0.118		25.45	0.0003933
					500	22.222	130	0.130		28.28	0.0004333

DATA HASIL PENGUJIAN
Benda Uji Silinder (Tanpa bahan tambah)

Kuat Tekan Maksimum (Pmax) 1280 KN

Sampel 1	Berat Benda Uji (Kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Benda Uji (mm ²)	Beban	Beban	Pembacaan Dial	ΔL (mm)	Pmax 40% (KN)	Tegangan (σ)	Regangan (ε)	
		∅ (mm)	t (mm)		A (mm ²)	P (KN)				P (Mpa)		Mpa
Beton Serat 0.04% 28 Hari	13.29	150	300	17678.57	0	0	0	0	500	0.00	0.0000000	
					50	2.222	10	0.010		2.83	0.0000333	
					100	4.444	20	0.020		5.66	0.0000667	
					150	6.667	33	0.033		8.48	0.0001100	
					200	8.889	45	0.045		11.31	0.0001500	
					250	11.111	55	0.055		14.14	0.0001833	
					300	13.333	65	0.065		16.97	0.0002167	
					350	15.556	75	0.075		19.80	0.0002500	
					400	17.778	90	0.090		22.63	0.0003000	
					450	20.000	115	0.115		25.45	0.0003833	
				500	22.222	135	0.135	28.28	0.0004500			

Sampel 2	Berat Benda Uji (Kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Benda Uji (mm ²)	Beban	Beban	Pembacaan Dial	ΔL (mm)	Pmax 40% (KN)	Tegangan (σ)	Regangan (ε)	
		∅ (mm)	t (mm)		A (mm ²)	P (KN)				P (Mpa)		Mpa
Beton Serat 0.04% 28 Hari	13.39	150	300	17678.57	0	0	0	0	500	0	0.00	
					50	2.222	10	0.010		2.83	0.0000333	
					100	4.444	22	0.022		5.66	0.0000733	
					150	6.667	35	0.035		8.48	0.0001167	
					200	8.889	45	0.045		11.31	0.0001500	
					250	11.111	57	0.057		14.14	0.0001900	
					300	13.333	65	0.065		16.97	0.0002167	
					350	15.556	87	0.087		19.80	0.0002900	
					400	17.778	104	0.104		22.63	0.0003467	
					450	20.000	120	0.120		25.45	0.0004000	
				500	22.222	138	0.138	28.28	0.0004600			

Sampel 3	Berat Benda Uji (Kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Benda Uji (mm ²)	Beban	Beban	Pembacaan Dial	ΔL (mm)	Pmax 40% (KN)	Tegangan (σ)	Regangan (ε)	
		∅ (mm)	t (mm)		A (mm ²)	P (KN)				P (Mpa)		Mpa
Beton Serat 0.04% 28 Hari	13.32	150	300	17678.57	0	0.000	0	0.000	500	0.00	0.0000000	
					50	2.222	8	0.008		2.83	0.0000267	
					100	4.444	21	0.021		5.66	0.0000700	
					150	6.667	30	0.030		8.48	0.0001000	
					200	8.889	45	0.045		11.31	0.0001500	
					250	11.111	55	0.055		14.14	0.0001833	
					300	13.333	67	0.067		16.97	0.0002233	
					350	15.556	85	0.085		19.80	0.0002833	
					400	17.778	103	0.103		22.63	0.0003433	
					450	20.000	125	0.125		25.45	0.0004167	
				500	22.222	135	0.135	28.28	0.0004500			

DATA HASIL PENGUJIAN
Benda Uji Silinder (Tanpa bahan tambah)

Kuat Tekan Maksimum (Pmax) 1280 KN

Sampel 1	Berat Benda Uji (Kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Benda Uji A (mm ²)	Beban	Beban	Pembacaan Dial	ΔL (mm)	Pmax 40% (KN)	Tegangan (σ) Mpa	Regangan (ϵ)
		ϕ	t		P	P					
		(mm)	(mm)		(KN)	(Mpa)					
Beton Serat 0.09% 7 Hari	13.08	150	300	17678.57	0	0.000	0	0	500	0.00	0.0000000
					50	2.222	20	0.020		2.83	0.0000667
					100	4.444	25	0.025		5.66	0.0000833
					150	6.667	35	0.035		8.48	0.0001167
					200	8.889	50	0.050		11.31	0.0001667
					250	11.111	60	0.060		14.14	0.0002000
					300	13.333	75	0.075		16.97	0.0002500
					350	15.556	90	0.090		19.80	0.0003000
					400	17.778	110	0.110		22.63	0.0003667
					450	20.000	135	0.135		25.45	0.0004500
					500	22.222	145	0.145		28.28	0.0004833

Sampel 2	Berat Benda Uji (Kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Benda Uji A (mm ²)	Beban	Beban	Pembacaan Dial	ΔL (mm)	Pmax 40% (KN)	Tegangan (σ) Mpa	Regangan (ϵ)
		ϕ	t		P	P					
		(mm)	(mm)		(KN)	(Mpa)					
Beton Serat 0.09% 7 Hari	13.16	150	300	17678.57	0	0	0	0	500	0.00	0.00
					50	2.222	25	0.025		2.83	0.0000833
					100	4.444	40	0.040		5.66	0.0001333
					150	6.667	65	0.065		8.48	0.0002167
					200	8.889	70	0.070		11.31	0.0002333
					250	11.111	85	0.085		14.14	0.0002833
					300	13.333	105	0.105		16.97	0.0003500
					350	15.556	115	0.115		19.80	0.0003833
					400	17.778	125	0.125		22.63	0.0004167
					450	20.000	135	0.135		25.45	0.0004500
					500	22.222	140	0.140		28.28	0.0004667

Sampel 3	Berat Benda Uji (Kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Benda Uji A (mm ²)	Beban	Beban	Pembacaan Dial	ΔL (mm)	Pmax 40% (KN)	Tegangan (σ) Mpa	Regangan (ϵ)
		ϕ	t		P	P					
		(mm)	(mm)		(KN)	(Mpa)					
Beton Serat 0.09% 7 Hari	13.007	150	300	17678.57	0	0.000	0	0.000	500	0.00	0.0000000
					50	2.222	20	0.020		2.83	0.0000667
					100	4.444	30	0.030		5.66	0.0001000
					150	6.667	45	0.045		8.48	0.0001500
					200	8.889	60	0.060		11.31	0.0002000
					250	11.111	75	0.075		14.14	0.0002500
					300	13.333	85	0.085		16.97	0.0002833
					350	15.556	100	0.100		19.80	0.0003333
					400	17.778	115	0.115		22.63	0.0003833
					450	20.000	125	0.125		25.45	0.0004167
					500	22.222	140	0.140		28.28	0.0004667

DATA HASIL PENGUJIAN
Benda Uji Silinder (Tanpa bahan tambah)

Kuat Tekan Maksimum (Pmax) 1280 KN

Sampel 1	Berat Benda Uji (Kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Benda Uji A (mm ²)	Beban	Beban	Pembacaan Dial	ΔL (mm)	Pmax 40% (KN)	Tegangan (σ) Mpa	Regangan (ϵ)
		ϕ	t		P	P					
		(mm)	(mm)		(KN)	(Mpa)					
Beton Serat 0.09% 14 Hari	13.186	150	300	17678.57	0	0	0	0	500	0.00	0.0000000
					50	2.222	15	0.015		2.83	0.0000500
					100	4.444	25	0.025		5.66	0.0000833
					150	6.667	33	0.033		8.48	0.0001100
					200	8.889	45	0.045		11.31	0.0001500
					250	11.111	63	0.063		14.14	0.0002100
					300	13.333	80	0.080		16.97	0.0002667
					350	15.556	95	0.095		19.80	0.0003167
					400	17.778	115	0.115		22.63	0.0003833
					450	20.000	130	0.130		25.45	0.0004333
					500	22.222	145	0.145		28.28	0.0004833

Sampel 2	Berat Benda Uji (Kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Benda Uji A (mm ²)	Beban	Beban	Pembacaan Dial	ΔL (mm)	Pmax 40% (KN)	Tegangan (σ) Mpa	Regangan (ϵ)
		ϕ	t		P	P					
		(mm)	(mm)		(KN)	(Mpa)					
Beton Serat 0.09% 14 Hari	13.232	150	300	17678.57	0	0	0	0	500	0	0.00
					50	2.222	20	0.020		2.83	0.0000667
					100	4.444	35	0.035		5.66	0.0001167
					150	6.667	45	0.045		8.48	0.0001500
					200	8.889	57	0.057		11.31	0.0001900
					250	11.111	70	0.070		14.14	0.0002333
					300	13.333	85	0.085		16.97	0.0002833
					350	15.556	100	0.100		19.80	0.0003333
					400	17.778	110	0.110		22.63	0.0003667
					450	20.000	120	0.120		25.45	0.0004000
					500	22.222	130	0.130		28.28	0.0004333

Sampel 3	Berat Benda Uji (Kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Benda Uji A (mm ²)	Beban	Beban	Pembacaan Dial	ΔL (mm)	Pmax 40% (KN)	Tegangan (σ) Mpa	Regangan (ϵ)
		ϕ	t		P	P					
		(mm)	(mm)		(KN)	(Mpa)					
Beton Serat 0.09% 14 Hari	13.287	150	300	17678.57	0	0.000	0	0.000	500	0.00	0.0000000
					50	2.222	20	0.020		2.83	0.0000667
					100	4.444	30	0.030		5.66	0.0001000
					150	6.667	45	0.045		8.48	0.0001500
					200	8.889	60	0.060		11.31	0.0002000
					250	11.111	70	0.070		14.14	0.0002333
					300	13.333	83	0.083		16.97	0.0002767
					350	15.556	95	0.095		19.80	0.0003167
					400	17.778	110	0.110		22.63	0.0003667
					450	20.000	125	0.125		25.45	0.0004167
					500	22.222	140	0.140		28.28	0.0004667

DATA HASIL PENGUJIAN
Benda Uji Silinder (Tanpa bahan tambah)

Kuat Tekan Maksimum (Pmax) 1280 KN

Sampel 1	Berat Benda Uji (Kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Benda Uji A (mm ²)	Beban	Beban	Pembacaan Dial	ΔL (mm)	Pmax 40% (KN)	Tegangan (σ) Mpa	Regangan (ϵ)
		ϕ	t		P	P					
		(mm)	(mm)		(KN)	(Mpa)					
Beton Serat 0.09% 28 Hari	13.205	150	300	17678.57	0	0	0	0	500	0.00	0.0000000
					50	2.222	5	0.005		2.83	0.0000167
					100	4.444	15	0.015		5.66	0.0000500
					150	6.667	30	0.030		8.48	0.0001000
					200	8.889	45	0.045		11.31	0.0001500
					250	11.111	55	0.055		14.14	0.0001833
					300	13.333	70	0.070		16.97	0.0002333
					350	15.556	80	0.080		19.80	0.0002667
					400	17.778	110	0.110		22.63	0.0003667
					450	20.000	130	0.130		25.45	0.0004333
					500	22.222	140	0.140		28.28	0.0004667

Sampel 2	Berat Benda Uji (Kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Benda Uji A (mm ²)	Beban	Beban	Pembacaan Dial	ΔL (mm)	Pmax 40% (KN)	Tegangan (σ) Mpa	Regangan (ϵ)
		ϕ	t		P	P					
		(mm)	(mm)		(KN)	(Mpa)					
Beton Serat 0.09% 28 Hari	13.328	150	300	17678.57	0	0	0	0	500	0	0.00
					50	2.222	10	0.010		2.83	0.0000333
					100	4.444	20	0.020		5.66	0.0000667
					150	6.667	35	0.035		8.48	0.0001167
					200	8.889	47	0.047		11.31	0.0001567
					250	11.111	55	0.055		14.14	0.0001833
					300	13.333	70	0.070		16.97	0.0002333
					350	15.556	85	0.085		19.80	0.0002833
					400	17.778	103	0.103		22.63	0.0003433
					450	20.000	115	0.115		25.45	0.0003833
					500	22.222	130	0.130		28.28	0.0004333

Sampel 3	Berat Benda Uji (Kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Benda Uji A (mm ²)	Beban	Beban	Pembacaan Dial	ΔL (mm)	Pmax 40% (KN)	Tegangan (σ) Mpa	Regangan (ϵ)
		ϕ	t		P	P					
		(mm)	(mm)		(KN)	(Mpa)					
Beton Serat 0.09% 28 Hari	13.502	150	300	17678.57	0	0.000	0	0.000	500	0.00	0.0000000
					50	2.222	8	0.008		2.83	0.0000267
					100	4.444	15	0.015		5.66	0.0000500
					150	6.667	25	0.025		8.48	0.0000833
					200	8.889	40	0.040		11.31	0.0001333
					250	11.111	57	0.057		14.14	0.0001900
					300	13.333	70	0.070		16.97	0.0002333
					350	15.556	85	0.085		19.80	0.0002833
					400	17.778	103	0.103		22.63	0.0003433
					450	20.000	115	0.115		25.45	0.0003833
					500	22.222	130	0.130		28.28	0.0004333

DATA HASIL PENGUJIAN
Benda Uji Silinder (Tanpa bahan tambah)

Kuat Tekan Maksimum (Pmax) 1280 KN

Sampel 1	Berat Benda Uji (Kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Benda Uji A (mm ²)	Beban P (KN)	Beban P (Mpa)	Pembacaan Dial	ΔL (mm)	Pmax 40% (KN)	Tegangan (σ)	Regangan (ε)
		∅ (mm)	t (mm)							Mpa	
Beton Serat 0.15% 7 Hari	13.221	150	300	17678.57	0	0	0	0	500	0.00	0.0000000
					50	2.222	18	0.018		2.83	0.0000600
					100	4.444	25	0.025		5.66	0.0000833
					150	6.667	40	0.040		8.48	0.0001333
					200	8.889	50	0.050		11.31	0.0001667
					250	11.111	65	0.065		14.14	0.0002167
					300	13.333	80	0.080		16.97	0.0002667
					350	15.556	90	0.090		19.80	0.0003000
					400	17.778	105	0.105		22.63	0.0003500
					450	20.000	120	0.120		25.45	0.0004000
					500	22.222	135	0.135		28.28	0.0004500

Sampel 2	Berat Benda Uji (Kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Benda Uji A (mm ²)	Beban P (KN)	Beban P (Mpa)	Pembacaan Dial	ΔL (mm)	Pmax 40% (KN)	Tegangan (σ)	Regangan (ε)
		∅ (mm)	t (mm)							Mpa	
Beton Serat 0.15% 7 Hari	13.236	150	300	17678.57	0	0	0	0	500	0	0.00
					50	2.222	15	0.015		2.83	0.0000500
					100	4.444	25	0.025		5.66	0.0000833
					150	6.667	35	0.035		8.48	0.0001167
					200	8.889	48	0.048		11.31	0.0001600
					250	11.111	60	0.060		14.14	0.0002000
					300	13.333	77	0.077		16.97	0.0002567
					350	15.556	88	0.088		19.80	0.0002933
					400	17.778	100	0.100		22.63	0.0003333
					450	20.000	120	0.120		25.45	0.0004000
					500	22.222	130	0.130		28.28	0.0004333

Sampel 3	Berat Benda Uji (Kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Benda Uji A (mm ²)	Beban P (KN)	Beban P (Mpa)	Pembacaan Dial	ΔL (mm)	Pmax 40% (KN)	Tegangan (σ)	Regangan (ε)
		∅ (mm)	t (mm)							Mpa	
Beton Serat 0.15% 7 Hari	13.161	150	300	17678.57	0	0.000	0	0.000	500	0.00	0.0000000
					50	2.222	20	0.020		2.83	0.0000667
					100	4.444	30	0.030		5.66	0.0001000
					150	6.667	45	0.045		8.48	0.0001500
					200	8.889	55	0.055		11.31	0.0001833
					250	11.111	68	0.068		14.14	0.0002267
					300	13.333	85	0.085		16.97	0.0002833
					350	15.556	100	0.100		19.80	0.0003333
					400	17.778	110	0.110		22.63	0.0003667
					450	20.000	125	0.125		25.45	0.0004167
					500	22.222	130	0.130		28.28	0.0004333

DATA HASIL PENGUJIAN
Benda Uji Silinder (Tanpa bahan tambah)

Kuat Tekan Maksimum (Pmax) 1280 KN

Sampel 1	Berat Benda Uji (Kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Benda Uji	Beban	Beban	Pembacaan Dial	ΔL (mm)	Pmax 40% (KN)	Tegangan (σ)	Regangan (ϵ)
		\varnothing (mm)	t (mm)	A (mm ²)	P (KN)	P (Mpa)				Mpa	
		Beton Serat 0.15% 14 Hari	13.08	150	300	17678.57				0	
					50	2.222	15	0.015		2.83	0.0000500
					100	4.444	30	0.030		5.66	0.0001000
					150	6.667	40	0.040		8.48	0.0001333
					200	8.889	55	0.055		11.31	0.0001833
					250	11.111	70	0.070		14.14	0.0002333
					300	13.333	85	0.085		16.97	0.0002833
					350	15.556	100	0.100		19.80	0.0003333
					400	17.778	115	0.115		22.63	0.0003833
					450	20.000	125	0.125		25.45	0.0004167
					500	22.222	135	0.135		28.28	0.0004500

Sampel 2	Berat Benda Uji (Kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Benda Uji	Beban	Beban	Pembacaan Dial	ΔL (mm)	Pmax 40% (KN)	Tegangan (σ)	Regangan (ϵ)
		\varnothing (mm)	t (mm)	A (mm ²)	P (KN)	P (Mpa)				Mpa	
		Beton Serat 0.15% 14 Hari	13.09	150	300	17678.57				0	
					50	2.222	15	0.015		2.83	0.0000500
					100	4.444	25	0.025		5.66	0.0000833
					150	6.667	33	0.033		8.48	0.0001100
					200	8.889	45	0.045		11.31	0.0001500
					250	11.111	60	0.060		14.14	0.0002000
					300	13.333	74	0.074		16.97	0.0002467
					350	15.556	85	0.085		19.80	0.0002833
					400	17.778	100	0.100		22.63	0.0003333
					450	20.000	115	0.115		25.45	0.0003833
					500	22.222	125	0.125		28.28	0.0004167

Sampel 2	Berat Benda Uji (Kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Benda Uji	Beban	Beban	Pembacaan Dial	ΔL (mm)	Pmax 40% (KN)	Tegangan (σ)	Regangan (ϵ)
		\varnothing (mm)	t (mm)	A (mm ²)	P (KN)	P (Mpa)				Mpa	
		Beton Serat 0.15% 14 Hari	13.13	150	300	17678.57				0	
					50	2.222	10	0.010		2.83	0.0000333
					100	4.444	22	0.022		5.66	0.0000733
					150	6.667	35	0.035		8.48	0.0001167
					200	8.889	43	0.043		11.31	0.0001433
					250	11.111	55	0.055		14.14	0.0001833
					300	13.333	72	0.072		16.97	0.0002400
					350	15.556	85	0.085		19.80	0.0002833
					400	17.778	112	0.112		22.63	0.0003733
					450	20.000	125	0.125		25.45	0.0004167
					500	22.222	130	0.130		28.28	0.0004333

DATA HASIL PENGUJIAN
Benda Uji Silinder (Tanpa bahan tambah)

Kuat Tekan Maksimum (Pmax) 1280 KN

Sampel 1	Berat Benda Uji (Kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Benda Uji A (mm ²)	Beban	Beban	Pembacaan Dial	ΔL (mm)	Pmax 40% (KN)	Tegangan (σ) Mpa	Regangan (ε)
		∅	t		P	P					
		(mm)	(mm)		(KN)	(Mpa)					
Beton Serat 0.15% 28 Hari	13.542	150	300	17678.57	0	0	0	0	500	0.00	0.0000000
					50	2.222	7	0.007		2.83	0.0000233
					100	4.444	20	0.020		5.66	0.0000667
					150	6.667	30	0.030		8.48	0.0001000
					200	8.889	43	0.043		11.31	0.0001433
					250	11.111	60	0.060		14.14	0.0002000
					300	13.333	74	0.074		16.97	0.0002467
					350	15.556	90	0.090		19.80	0.0003000
					400	17.778	113	0.113		22.63	0.0003767
					450	20.000	120	0.120		25.45	0.0004000
					500	22.222	130	0.130		28.28	0.0004333

Sampel 2	Berat Benda Uji (Kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Benda Uji A (mm ²)	Beban	Beban	Pembacaan Dial	ΔL (mm)	Pmax 40% (KN)	Tegangan (σ) Mpa	Regangan (ε)
		∅	t		P	P					
		(mm)	(mm)		(KN)	(Mpa)					
Beton Serat 0.15% 28 Hari	13.174	150	300	17678.57	0	0	0	0	500	0	0.00
					50	2.222	10	0.010		2.83	0.0000333
					100	4.444	15	0.015		5.66	0.0000500
					150	6.667	25	0.025		8.48	0.0000833
					200	8.889	38	0.038		11.31	0.0001267
					250	11.111	50	0.050		14.14	0.0001667
					300	13.333	67	0.067		16.97	0.0002233
					350	15.556	80	0.080		19.80	0.0002667
					400	17.778	97	0.097		22.63	0.0003233
					450	20.000	118	0.118		25.45	0.0003933
					500	22.222	125	0.125		28.28	0.0004167

Sampel 3	Berat Benda Uji (Kg)	Ukuran Benda Uji		Luas Benda Uji A (mm ²)	Beban	Beban	Pembacaan Dial	ΔL (mm)	Pmax 40% (KN)	Tegangan (σ) Mpa	Regangan (ε)
		∅	t		P	P					
		(mm)	(mm)		(KN)	(Mpa)					
Beton Serat 0.15% 28 Hari	15.231	150	300	17678.57	0	0.000	0	0.000	500	0.00	0.0000000
					50	2.222	10	0.010		2.83	0.0000333
					100	4.444	20	0.020		5.66	0.0000667
					150	6.667	35	0.035		8.48	0.0001167
					200	8.889	45	0.045		11.31	0.0001500
					250	11.111	63	0.063		14.14	0.0002100
					300	13.333	75	0.075		16.97	0.0002500
					350	15.556	87	0.087		19.80	0.0002900
					400	17.778	100	0.100		22.63	0.0003333
					450	20.000	110	0.110		25.45	0.0003667
					500	22.222	122	0.122		28.28	0.0004067



Proses pengambilan serat daun nanas



Pengambilan bahan dasar agregat



Pengujian bahan dasar agregat halus



Pembuatan benda uji



Pengujian Slump



Pengujian Slump



Pemadatan Benda Uji



Pembukaan cetakan sekaligus perendaman



Persiapan Capping



Benda uji yang telah di capping



Penimbangan benda uji



Pemasangan dial modulus elastisitas

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA IDENTITAS DIRI

Nama Lengkap : Andri Pramuja
Tempat, Tanggal Lahir : Saentis, 20 Oktober 1996
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam
Alamat : Dusun XVII Tambak Bayan Desa Saentis
Nomor KTP : 1207262006960002
No. HP/Telp. Seluler : 081263195867
Nama Ayah : Kardi
Nama Ibu : Kasni
E-Mail : andriPramuja@gmail.com

DATA RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1407210239
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 105291 Saentis	2008
2	SMP	SMP Negeri 3 Percut Sei Tuan	2011
3	SMK	SMK Negeri 1 Percut Sei Tuan	2014
4	Melanjutkan Kuliah Di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2014 Sampai Selesai		

