

TUGAS AKHIR

**PENGARUH TEGANGAN & REGANGAN PADA BETON
MENGUNAKAN SERBUK KULIT RAJUNGAN SEBAGAI BAHAN
PENGANTI AGREGAT HALUS DENGAN FAS YANG BERBEDA
(Studi Penelitian)**

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

Disusun Oleh:

SHYNTIA HASTIA NINGRUM P
1607210065



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2020**



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Kapten Mukhtar Basri No. 3 Medan 20238 Telp. (061) 6622400 – EXT. 12
Website : <http://fatek.umsu.ac.id> Email : fatek@umsu.ac.id

Bila menjawab surat ini agar disebutkan
Nomor dan tanggalnya

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Shyntia Hastia Ningrum Pasaribu
NPM : 1607210065
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Pengaruh Tegangan & Regangan Pada Beton
Menggunakan Serbuk Kulit Rajungan Sebagai
Bahan Pengganti Agregat Halus Dengan Fas Yang
Berbeda
Bidang Ilmu : Struktur

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA
PANITIA UJIAN SKRIPSI

UMSU
Medan, 2020

Dosen Pembimbing
Unggul | Cerdas | Terpercaya

Dr. Josef Hadipramana, S.T., M.Sc.

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Shyntia Hastia Ningrum Pasaribu

NPM : 1607210065

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pengaruh Tegangan & Regangan Pada Beton Menggunakan Serbuk Kulit Rajungan Sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus Dengan Fas Yang Berbeda

Bidang Ilmu : Struktur

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

Medan, Agustus 2020

Mengetahui dan menyetujui:

Dosen Pembimbing

Dr. Josef Hadipramana, S.T., M.Sc

Dosen Pembanding I

Dosen Pembanding II

Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST., M.Eng

Dr. Ade Faisal, ST., M.Sc

Ketua Prodi Teknik Sipil

Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST., M.Eng

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Shyntia Hastia Ningrum Pasaribu
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 02 Desember 1998
NPM : 1607210065
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

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

“Pengaruh Tegangan & Regangan Pada Beton Menggunakan Serbuk Kulit Rajungan Sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus Dengan Fas Yang Berbeda”

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena/hubungan material dan non-material serta segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya 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 atau ke sarjana saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan keadaan sadar dan tidak dalam tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun, demi menegakkan integritas Akademik di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 2020
Saya yang menyatakan,

Shyntia Hastia N P

ABSTRAK

PENGUJIAN TEGANGAN & REGANGAN PADA BETON MENGUNAKAN SERBUK KULIT RAJUNGAN SEBAGAI BAHAN GANTI AGREGAT HALUS PADA FAS YANG BERBEDA

Shyntia Hastia Ningrum Pasaribu
1607210065
Dr. Josef Hadipramana S.T., M.Sc

Beton sebagai bahan bangunan sudah lama diketahui dan digunakan secara luas oleh masyarakat. Hal ini disebabkan karena beton mempunyai kelebihan dibandingkan dengan bahan lain, diantaranya harganya yang relative murah, mudah dalam pengerjaan dan perawatannya, mudah di bentuk sesuai kebutuhan, tahan terhadap perubahan cuaca, tahan terhadap korosi dan lebih tahan api. Selain itu kelebihan beton dibandingkan dengan bahan konstruksi lain adalah memiliki kuat desak yang tinggi. Hubungan tegangan-regangan beton yang timbul akibat beban luar yang bekerja, merupakan hal yang penting untuk mempelajari karakteristik dari gaya-gaya dalam beton. Hal ini dapat digunakan untuk menyelesaikan analisis dan perencanaan suatu bagian struktur. Dari parameter tegangan-tegangan beton ada hal yang menarik untuk dikaji lebih lanjut, yaitu modulus elastisitas. Pada penelitian ini digunakan benda uji silinder dengan diameter 15cm dan tinggi 30cm dengan nilai fas 0,4 dan 0,5. Digunakan penambahan serbuk cangkang rajungan yang diharapkan dapat menjadi filler atau pengisi dalam rongga beton yang berfungsi dapat menaikkan mutu beton. Variasi digunakan penambahan serbuk cangkang rajungan sebanyak 0%, 5%, 7% dan 8% dari berat agregat halus. Pengujian kuat tekan dan modulus elastisitas dilakukan pada saat umur beton 28 hari. Hasil penelitian didapat nilai slump diatas berkisar antara 3 cm sampai 4,5 cm dengan nilai kuat tekan tertinggi dari benda uji adalah pada variasi benda uji beton fas 0,4 dengan campuran serbuk cangkang rajungan 0% dengan nilai 17,94 Mpa. Untuk kuat tekan terendah adalah pada benda uji beton fas 0,5 dengan campuran serbuk cangkang rajungan 8% dengan kuat tekan 9,54 Mpa. Dan dengan nilai nilai modulus elastisitas beton berbandingan lurus dengan kuat tekan beton, dimana semakin tinggi kuat beton maka semakin tinggi nilai modulus elastisitasnya.

Kata kunci : Cangkang Rajungan, Kuat Tekan, Modulus Elastisitas

ABSTRACT

TENSION & STRAIN TESTING ON CONCRETE USING CRAB SKIN POWDER AS A SUBSTITUTE FOR FINE AGGREGATES AT DIFFERENT WATER-CEMENT RATIO

Shyntia Hastia Ningrum Pasaribu
1607210065
Dr. Josef Hadipramana S.T., M.Sc

*Concrete as a building material has long been known and widely used by the community. This is because concrete has advantages compared to other materials, including a relatively cheap price, easy to work on and maintenance, easy to shape as needed, resistant to weather changes, resistant to corrosion and more fire resistant. In addition, the advantage of concrete compared to other construction materials is that it has high pressure strength. The stress-strain relationship of concrete that occurs due to external loads acting is important to study the characteristics of the forces in concrete. It can be used to complete the analysis and planning of a structural part. From the parameters of concrete stresses, there is something interesting to be studied further, namely the modulus of elasticity. In this study, a cylindrical specimen was used with a diameter of 15cm and a height of 30cm with a *f*_{as} value of 0.4 and 0.5. The addition of crab shell powder is used which is expected to be a filler in the concrete cavity which functions to increase the quality of the concrete. Variations used the addition of crab shell powder as much as 0%, 5%, 7% and 8% of the weight of fine aggregate. The compressive strength and modulus of elasticity were tested when the concrete was 28 days old. The results showed that the above slump values ranged from 3 cm to 4.5 cm with the highest compressive strength value of the specimens was the variation of 0.4 w/c concrete specimens with 0% crab shell powder mixture with a value of 17.94 Mpa. For the lowest compressive strength is the concrete test specimen 0.5 w/c with a mixture of crab shell powder 8% with a compressive strength of 9.54 Mpa. And with the value of the modulus of elasticity of concrete is directly proportional to the compressive strength of the concrete, where the higher the strength of the concrete, the higher the modulus of elasticity..*

Key words: crab shell, compressive strength, modulus of elasticity

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur penulis ucapkan kepada ALLAH SWT berkat dan rahmatnya penulis dapat menyelesaikan skripsi penelitian pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Judul dari skripsi ini adalah “Pengaruh Tegangan & Regangan Pada Beton Menggunakan Serbuk Kulit Rajungan Sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus Dengan Fas Yang Berbeda”.

Didalam penulisan skripsi ini penulis telah berusaha dan berupaya dengan segala kemampuan yang ada, namun penulis menyadari masih terdapat kekurangan didalamnya, untuk itu penulis dengan rasa rendah hati bersedia menerima saran dan kritik yang sifatnya membangun dalam perbaikan skripsi penelitian ini kedepannya. Dalam mempersiapkan skripsi ini, penulis banyak menerima bantuan berupa bimbingan dan petunjuk. Untuk itu pada kesempatan ini izinkanlah penulis untuk mengucapkan banyak terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini:

1. Bapak Dr. Josef Hadipramana, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing yang selama ini bersedia meluangkan waktu dan memberikan bantuannya kepada penulis dalam mempersiapkan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing I sekaligus Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan masukan.
3. Bapak Dr. Ade Faisal, ST., M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji Sekaligus Wakil Dekan I Program Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Irma Dewi, S.T, M.T, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

6. Bapak Munawar Alfansuri S.T, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu materi pembelajaran Teknik Sipil kepada penulis.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Kedua orang tua, Ayahanda Tommy Erwin Pasaribu dan Ibunda Hasti Susanti Ramadhani tercinta yang telah mengasuh dan membesarkan penulis dengan rasa cinta dan kasih sayang yang tulus dan tak terhingga sampai akhir hayat serta telah memberikan dorongan, semangat, doa serta cinta kasih yang begitu dalam kepada penulis.
10. Terimakasih kepada Adik saya Vito Al-Hafidz Pasaribu, Patner saya Riozio Timothy Purba, Abangnda Indra Maulana, ST., serta Sahabat saya Rizki Martua Nst, Muhammad Azmi, Miftah Hidayat yang telah memberikan dukungan semangat.
11. Terimakasih kepada rekan-rekan seperjuangan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Stambuk 2016.

Terimakasih atas bantuan, kebersamaannya, waktu serta dan dukungannya selama ini kepada penulis. Semoga ALLAH SWT membalas kebaikan yang telah diberikan kepada penulis, semoga laporan magang ini dapat berguna dan bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Medan, Oktober 2020

Penulis

Shyntia Hastia N P
NPM.1607210065

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR NOTASI	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Pembahasan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Umum	5
2.2 Beton Normal	6
2.2.1 Faktor Semen	6
2.2.2 Faktor Air Semen	6
2.2.3 Faktor Agregat	7
2.3 Bahan Penyusun Beton	9
2.3.1 Semen Portland	9
2.3.2 Agregat	11
2.3.3 Agregat Kasar	11
2.3.4 Agregat Halus	12
2.3.5 Air	14
2.3.6 Bahan Additive	16
2.4 Sifat-sifat Beton	18

2.4.1	Beton Segar (<i>Fresh Concrete</i>)	18
2.4.1.1	Kemudahan Pengerjaan (<i>Workability</i>)	18
2.4.1.2	Pemisahan Kerikil (<i>Segregation</i>)	21
2.4.1.3	Pemisahan Air (<i>Bleeding</i>)	22
2.4.2	Beton Keras	22
2.4.2.1	Kuat Tekan Beton	22
2.4.2.2	Modulus Elastisitas	25
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		28
3.1	Umum	28
3.2	Metodologi Penelitian	28
3.3	Bahan Penyusun Beton	30
3.3.1	Semen Portland	30
3.3.2	Agregat Halus	31
3.3.3	Agregat Kasar	34
3.3.4	Air	37
3.4	Perencanaan Campuran Beton	38
3.5	Pelaksanaan Penelitian	38
3.5.1	Trial Mix	38
3.5.2	Pembuatan Benda uji	38
3.5.3	Pengujian <i>Slump</i>	41
3.5.4	Pengujian Kuat Tekan Beton	43
3.5.5	Pengujian Modulus Elastisitas	43
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		45
4.1	Pengujian <i>Slump Test</i>	45
4.2	Kuat Tekan Silinder Beton	46
4.3	Pengujian Modulus Elastisitas Beton	48
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		58
5.1	Kesimpulan	58
5.2	Saran	58
DAFTAR PUSTAKA		59
LAMPIRAN		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 : Katagori Beton	5
Tabel 2.2 : Komposisi semen	9
Tabel 2.3 : Gradasi agregat kasar	12
Tabel 2.4 : Batas gradasi untu agregat halus ASTM C33-74 a	13
Tabel 2.5 : Komposisi kimia limbah Kulit Rajungan	17
Tabel 2.6 : Faktor konversi untuk kuat tekan beton 28 hari	25
Tabel 3.1 : variasi dan jumlah benda uji	39
Tabel 4.1 : Hasil pengujian <i>slump</i> beton FAS 0,4	45
Tabel 4.2 : Hasil pengujian <i>slump</i> beton FAS 0,5	45
Tabel 4.3 : Hasil pengujian kuat tekan beton FAS 0,4	46
Tabel 4.4 : Hasil pengujian kuat tekan beton FAS 0,5	47
Tabel 4.5 : Hasil pengujian modulus elastisitas FAS 0,4 dengan variasi 0%	49
Tabel 4.6 : Hasil pengujian modulus elastisitas FAS 0,4 dengan variasi 5%	51
Tabel 4.7 : Hasil pengujian modulus elastisitas FAS 0,4 dengan variasi 7%	52
Tabel 4.8 : Hasil pengujian modulus elastisitas FAS 0,4 dengan variasi 8%	53
Tabel 4.9 : Hasil modulus elastisitas FAS 0,4 dengan metode perhitungan SNI	54
Tabel 4.10 : Hasil pengujian modulus elastisitas FAS 0,5 dengan variasi 0%	54
Tabel 4.11 : Hasil pengujian modulus elastisitas FAS 0,5 dengan variasi 5%	55
Tabel 4.12 : Hasil pengujian modulus elastisitas FAS 0,5 dengan variasi 7%	56
Tabel 4.13 : Hasil pengujian modulus elastisitas FAS 0,5 dengan variasi 8%	57
Tabel 4.14 : Hasil modulus elastisitas FAS 0,5 dengan metode perhitungan SNI	58
Tabel 4.15 : Hasil pengujian modulus elastisitas FAS 0,4 dan FAS 0,5	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 : Hubungan antara kuat tekan dengan faktor air semen (FAS)	7
Gambar 2.2 : Kerucut Abrams	19
Gambar 2.3 : <i>Slump</i> sejati (sebenarnya)	20
Gambar 2.4 : <i>Slump</i> geser	20
Gambar 2.5 : <i>Slump</i> runtuh	21
Gambar 3.1 : Diagram alir penelitian	29
Gambar 3.2 : Semen <i>portland</i> komposit	30
Gambar 3.3 : Bahan pembuatan benda uji	40
Gambar 3.4 : Proses pencampuran bahan	40
Gambar 3.5 : Proses pemadatan benda uji	40
Gambar 3.6 : Benda uji	41
Gambar 3.7 : Pengambilan nilai <i>slump</i>	42
Gambar 4.1 : Perbandingan kuat tekan beton FAS 0,4 setiap variasi	47
Gambar 4.2 : Perbandingan kuat tekan beton FAS 0,5 setiap variasi	47
Gambar 4.3 : Perbandingan kuat tekan beton FAS 0,4 dan FAS 0,5	48
Gambar 4.4 : Grafik tegangan-regangan beton FAS 0,4 dengan variasi 0%	49
Gambar 4.5 : Grafik tegangan-regangan beton FAS 0,4 dengan variasi 5%	51
Gambar 4.6 : Grafik tegangan-regangan beton FAS 0,4 dengan variasi 7%	52
Gambar 4.7 : Grafik tegangan-regangan beton FAS 0,4 dengan variasi 8%	53
Gambar 4.8 : Grafik tegangan-regangan beton FAS 0,5 dengan variasi 0%	55
Gambar 4.9 : Grafik tegangan-regangan beton FAS 0,5 dengan variasi 5%	56
Gambar 4.10 : Grafik tegangan-regangan beton FAS 0,5 dengan variasi 7%	57
Gambar 4.11 : Grafik tegangan-regangan beton FAS 0,5 dengan variasi 8%	58
Gambar 4.12 : Grafik modulus elastisitas beton FAS 0,4 dan FAS 0,5	59

DAFTAR NOTASI

A	=	Luas permukaan
FM	=	<i>Fineness Modulus</i>
P	=	Beban tekan
f'_c	=	Kuat tekan beton
f'_{cr}	=	Kuat tekan rata-rata
w/c	=	Faktor air semen
E_c	=	Modulus elastisitas
σ_2	=	Tegangan pada 40% tegangan runtuh
σ_1	=	Tegangan pada saat nilai kurva regangan ϵ_1
ϵ_1	=	Regangan sebesar 0,000050
ϵ_2	=	Nilai kurva regangan yang terjadi pada saat σ_2
σ	=	Tegangan
ϵ	=	Regangan,
P	=	Beban elastis
l_0	=	Tinggi alat ukur modulus elastisitas
ΔL	=	Defleksi

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Beton sebagai bahan bangunan sudah lama diketahui dan digunakan secara luas oleh masyarakat. Hal ini disebabkan karena beton mempunyai kelebihan dibandingkan dengan bahan lain, diantaranya harganya yang relative murah, mudah dalam pengerjaan dan perawatannya, mudah di bentuk sesuai kebutuhan, tahan terhadap perubahan cuaca, tahan terhadap korosi dan lebih tahan api. Selain itu kelebihan beton dibandingkan dengan bahan konstruksi lain adalah memiliki kuat desak yang tinggi.

Dalam proses pembuatan beton dilakukan dengan cara mencampurkan agregat, semen, pasir, dan air dengan proporsi campuran yang berbeda-beda. Campuran tersebut jika dituang dalam suatu cetakan kemudian dibiarkan maka akan mengeras seperti batuan. Pengerasan itu terjadi oleh peristiwa reaksi kimia antara air dan semen, yang berlangsung dalam waktu yang panjang, dan akibatnya campuran tersebut selalu bertambah keras setara dengan umurnya. Beton yang sudah keras dapat disebut sebagai batu tiruan, dengan rongga-rongga antara butiran yang besar (agregat kasar, kerikil atau batu pecah) diisi oleh butiran yang lebih kecil (agregat halus, pasir), dan pori-pori antara agregat halus ini diisi oleh semen dan air (pasta semen). Pasta semen ini berfungsi selain mengisi pori-pori diantara butiran-butiran agregat halus juga bersifat sebagai perekat/pengikat dalam proses pengerasan, sehingga butiran-butiran agregat saling terekat dengan kuat dan terbentuklah suatu massa yang kompak dan padat. Untuk mendapatkan beton dengan kualitas beton yang optimal sangat perlu diperhatikan dalam pemilihan kualitas bahan, komposisi campuran, metode dalam pelaksanaan pengecoran. Dalam hal ini proporsi campuran adalah faktor utama yang mempengaruhi kekuatan beton yang salah satunya adalah kuat desak beton.

Hubungan tegangan-regangan beton yang timbul akibat beban luar yang bekerja, merupakan hal yang penting untuk mempelajari karakteristik dari gaya-gaya dalam beton. Hal ini dapat digunakan untuk menyelesaikan analisis dan perencanaan suatu bagian struktur. Dari parameter tegangan-tegangan beton ada

hal yang menarik untuk dikaji lebih lanjut, yaitu modulus elastisitas. Modulus elastisitas merupakan suatu tolak ukur umum yang digunakan untuk pengukuran sifat-sifat elastis suatu bahan. Modulus elastisitas suatu bahan sangat erat hubungannya dengan kekuatan suatu bahan menahan suatu beban. Selain parameter modulus elastisitas ada lagi yaitu kuat tekan. Kuat tekan merupakan kemampuan beton tersebut dalam menahan beban yang dipikulnya, apabila kuat tekan beton semakin besar maka mutu beton juga semakin baik.

Rajungan merupakan salah satu komoditas ekspor andalan Indonesia, umumnya daging rajungan diekspor dalam bentuk segar, beku ataupun kaleng. Menurut data DKP (Dinas Kelautan dan Perikanan), ekspor rajungan tahun 2000 sebesar 3498 ton tanpa kulit. Pemanfaatan rajungan tersebut hanya pada bagian yang dapat dikonsumsi yaitu dagingnya. Salah satu limbah padat dari pengolahan rajungan yaitu cangkang rajungan. Multazam (2002) menyatakan bahwa bobot tubuh rajungan yang berkisar antara 100-350 gram, terdapat cangkang sebesar 51-177 gram. Hal ini menunjukkan bahwa bobot cangkang rajungan kurang lebih 50% atau setengah dari bobot tubuh rajungan. Kulit rajungan terdiri dari kalsium (Ca), fosfor (P), magnesium (Mg), tembaga (Cu), besi (Fe), seng (Zn), dan mangan (Mn).

1.2. Rumusan Masalah

Pada penelitian ini terdapat beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana tegangan dan regangan terhadap beton yang dicampuri serbuk kulit rajungan sebagai filler dengan komposisi 0% , 5% , 7% , dan 8% pada FAS yang berbeda?
2. Bagaimana perbandingan pada beton yang sudah di campuri dengan kulit rajungan sebagai filler dengan komposisi 0% , 5% , 7% , dan 8% pada FAS yang berbeda?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui tegangan dan regangan terhadap beton yang dicampuri serbuk kulit rajungan sebagai filler dengan komposisi 0% , 5% , 7% , dan 8% pada FAS yang berbeda .
2. Untuk mengetahui perbandingan hasil eksperimen tegangan dan regangan beton dengan serbuk kulit rajungan.

1.4. Batasan Penelitian

Mengingat terlalu luas dan banyaknya permasalahan yang berhubungan dengan beton, maka dalam penelitian ini diberikan batasan masalah yang bertujuan untuk membatasi pembahasan agar tidak meluas dan batsannya menjadi jelas. Adapun yang menjadi batasan masalah sebagai berikut:

1. Penggunaan serbuk kulit rajungan sebagai *filler* sebesar 0%, 5%, 7%, 8% dari berat agregat halus.
2. Menggunakan kekuatan rencana yaitu 25 MPa.
3. Menggunakan FAS sebesar 0,4 dan 0,5.
4. Benda uji yang digunakan adalah silinder berdimensi diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
5. Pengujian yang dilakukan adalah slump test, kuat tekan beton dan modulus elastisitas beton.
6. Pengujian dilakukan pada saat benda uji berumur 28 hari.
7. Perawatan (*curing*) beton dengan cara perendaman air.
8. Metode untuk perencanaan campuran adukan beton menggunakan metode Standar Nasional Indonesia (SNI 03-2834-1993).

1.5. Manfaat Penelitian

Dengan penelitian ini diharapkan khalayak umum dapat mengetahui fungsi dari limbah kulit rajungan, apabila penelitian ini berhasil, diharapkan limbah kulit rajungan sebagai bahan campuran dalam pembuatan beton dapat menjadi bahan pertimbangan untuk tahap selanjutnya, baik itu penggunaan untuk pelaksanaan di lapangan maupun dilakukan penelitian lebih lanjut kedepannya.

1.6. Sistematika Pembahasan

Sistematika proposal skripsi ini yaitu:

Bab 1 Pendahuluan

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

Bab 2 Tinjauan Pustaka

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

Bab 3 Metodologi Penelitian

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

Bab 4 Analisis dan Pemecahan Masalah

Bab ini berusaha menguraikan analisis perhitungan dan pemecahan permasalahan yang ada dalam penelitian ini.

Bab 5 Kesimpulan dan Saran

Dalam bab ini menguraikan kesimpulan yang diperoleh dari analisis yang telah dilakukan dan juga saran-saran dari penulis.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Umum

Menurut Nawy (1985) mendefinisikan beton sebagai sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawis dari material pembentuknya. Dengan demikian, masing – masing komponen tersebut perlu dipelajari sebelum mempelajari beton secara keseluruhan. Perencana dapat mengembangkan pemilihan material yang layak komposisinya sehingga diperoleh beton yang efisien, memenuhi kekuatan batas yang disyaratkan oleh perencana dan memenuhi persyaratan *serviceability* yang dapat diartikan sebagai pelayanan yang handal dengan memenuhi kriteria ekonomi.

Sifat-sifat dan karakteristik material penyusun beton akan mempengaruhi kinerja dari beton yang direncanakan. Kinerja dari beton tersebut berdampak pada kekuatan yang diinginkan, kemudahan dalam pengerjaannya dan keawetannya dalam jangka waktu tertentu. Jika ingin membuat beton berkualitas baik, dalam arti memenuhi persyaratan yang lebih ketat karena tuntutan yang lebih tinggi, maka harus diperhitungkan dengan seksama cara-cara memperoleh adukan beton beton segar (*fresh concrete*) yang baik dan beton beton keras (*hardened concrete*) yang dihasilkan juga baik.

Klasifikasi beton berdasarkan kekuatan menurut Tjokrodimulyo (1996) yaitu :

Tabel 2.1: Kategori Beton.

Jenis Beton	Kuat Tekan (Mpa)
Beton Sederhana (Plain Concrete)	Sampai 10 Mpa
Beton Normal	15-30 Mpa
Beton Pra Tegang	30-40 Mpa
Beton Kuat Tekan Tinggi	40-80 Mpa
Beton Kuat Tekan Sangat Tinggi	>80 Mpa

2.2. Beton Normal

Beton pada dasarnya adalah campuran dari dua bagian yaitu agregat dan pasta. Pasta terdiri dari semen Portland dan air, yang mengikat agregat (pasir dan kerikil/batu pecah) menjadi suatu massa seperti batuan, ketika pasta tersebut mengeras akibat reaksi kimia antara semen dan air (Paulus, 1989:5).

Beton sangat banyak dipakai secara luas sebagai bahan bangunan. Bahan tersebut diperoleh dengan cara mencampurkan semen *Portland*, air, agregat (dan kadang-kadang bahan tambah, yang sangat bervariasi mulai dari bahan kimia tambahan, serat, sampai bahan buangan non-kimia) pada perbandingan tertentu. Kekuatan, keawetan dan sifat beton yang lain tergantung pada sifat bahan dasar tersebut di atas, nilai perbandingan bahan-bahannya, cara pengadukan maupun cara pengerjaan selama penuangan adukan beton, cara pemadatan dan cara perawatan selama proses pengerasan (Tjokrodimuljo, 1996).

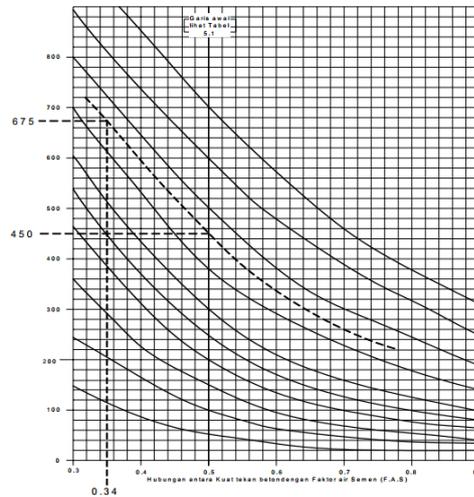
2.2.1. Faktor Semen

Semen adalah bahan pengikat dalam campuran beton. Semen memiliki beberapa jenis tipe yang bergantung pada kegunaannya dalam beton. Pada penelitian ini digunakan semen jenis PCC. Semen PCC (*Portland Composite Cement*) adalah semen hidrolis yang terbuat dari penggilingan terak (*dinker*) semen portland dengan gipsum dan bahan pozzolan dengan satu atau lebih bahan anorganik, atau hasil pencampuran antara bubuk semen portland dengan bubuk bahan anorganik lainnya. Pada campuran beton, jika kadar semen dinaikkan, maka kekuatan dan durabilitas beton juga akan meningkat. Semen bersama dengan air akan membentuk pasta yang akan mengikat agregat mulai dari yang paling besar (kasar) sampai yang paling halus.

2.2.2. Faktor Air Semen (FAS)

Faktor air semen dapat ditentukan berdasarkan jenis semen yang dipakai dan kuat tekan rata-rata silinder beton yang direncanakan pada umur 28 hari,

ditetapkan nilai fas dengan Gambar 2.1. Faktor air semen yang rendah, merupakan faktor yang paling menentukan dalam menghasilkan beton mutu tinggi, dengan tujuan untuk mengurangi seminimal mungkin porositas beton yang dihasilkan.



Gambar 2.1: Hubungan antara kuat tekan dengan faktor air semen (FAS), Teknologi Beton, Trimulyoni,2003.

Dari Gambar 2.1 tampak bahwa idealnya semakin rendah fas kekuatan beton semakin tinggi, akan tetapi karena kesulitan pemadatan maka dibawah fas tertentu (sekitar 0,30) kekuatan beton menjadi lebih rendah, karena betonnya kurang padat akibat kesulitan pemadatan. Untuk mengatasi kesulitan pemadatan dapat digunakan alat getar (*vibrator*) atau dengan bahan kimia tambahan (*chemical admixture*) yang bersifat menambah kemudahan pengerjaan (Tjokrodinuljo, 1996). Untuk membuat beton bermutu tinggi faktor air semen yang dipergunakan antara 0,28 sampai dengan 0,38. Sedangkan untuk beton bermutu sangat tinggi faktor air semen yang dipergunakan lebih kecil dari 0,2 (Jianxin Ma dan Jorg Dietz, 2002). Dengan demikian semakin besar volume faktor air-semen (fas) semakin rendah kuat tekan betonnya.

2.2.3. Faktor Agregat

Agregat terbagi atas 2 yaitu agregat halus dan agregat kasar. Agregat merupakan material granular misalnya pasir, kerikil, batu pecah, dan kerak tungku besi. Kandungan agregat dalam beton berkisar 60-70 %. Agregat kasar identik dengan kerikil dan batu pecah. Tetapi ada juga beberapa mineral yang dapat

dijadikan sebagai agregat kasar, seperti *Steel Slag*, Tempurung Kelapa sawit dan lain lain.

Agregat kasar juga mempunyai syarat-syarat sebagai bahan penyusun beton, terutama beton mutu tinggi. Berikut persyaratan agregat kasar :

1. Tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton.
2. Tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% terhadap berat kering.
3. Agregat kasar berasal dari butiran-butiran yang keras dan tajam, dan tidak berpori, serta berbentuk *cubical* (mendekati bentuk kubus).
4. Gunakan agregat kasar kecil (10-20 mm). Semakin besar ukuran agregatnya, akan menurunkan kuat tekan dari beton, semakin kecil agregat, kuat tekan beton akan semakin naik. hal ini dikarenakan semakin besar agregat, akan semakin banyak ruang kosong yang tidak diisi oleh agregat.

Agregat penyusun beton haruslah agregat yang memiliki gradasi yang baik. Dalam mencapai kepadatan yang tinggi, maka penggunaan agregat halus diperlukan untuk mengisi ruang kosong antara agregat kasar. Agregat halus sering disebut dengan pasir. Pasir berfungsi sebagai bahan pengisi yang berasal dari pasir alam.

Seperti halnya bahan baku yang lain, maka pasir juga harus memenuhi syarat-syarat tertentu, yaitu :

1. Kadar lumpur yang terkandung tidak boleh lebih dari 5 %.
2. Butir pasir yang dipakai dalam campuran beton harus merupakan butiran yang tajam dan keras serta harus bersifat kekal, artinya tidak mudah pecah atau hancur oleh pengaruh-pengaruh alam, seperti terik matahari atau hujan.
3. Tidak boleh mengandung banyak bahan organik.
4. Secara visual harus bersih dan tidak bercampur kotoran.
5. Gunakan agregat halus terbaik, pasir yang baik minimal memiliki kadar organik yang rendah. Kadar organik yang tinggi akan membuat beton mengalami *long setting*. Pasir yang baik tentunya bergradasi baik. Contoh pasir yang baik adalah pasir galunggung, pasir lumajang. dll.

2.3. Bahan Penyusun Beton

Untuk memahami dan mempelajari seluruh perilaku elemen gabungan diperlukan pengetahuan tentang karakteristik masing-masing komponen. Beton dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi sejumlah material pembentuknya (Nawy, 1998). Bahan pembentuk beton terdiri atas campuran agregat halus, agregat kasar, air dan semen sebagai pengikatnya. Dalam mendesain suatu campuran beton terkadang juga diberi bahan tambahan (*additive*) maupun bahan campur (*admixture*) demi mencapai tujuan tertentu.

2.3.1. Semen Portland

Semen adalah perekat hidrolis yang berarti bahwa senyawa-senyawa yang terkandung di dalam semen tersebut dapat bereaksi dengan air dan membentuk zat baru yang bersifat sebagai perekat terhadap batuan. Semen yang di gunakan dalam perencanaan beton ialah yang digunakan semen *portland*. Semen *portland* adalah suatu bahan pengikat hidrolis (*hydraulic binder*) yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya. Semen *Portland* (PC) umum pada berbagai tipe (yang memenuhi spesifikasi standar ASTM C 150) dapat digunakan untuk memperoleh campuran beton dengan kekuatan tekan sampai dengan 50 Mpa. Kandungan semen portland menurut Neville (2010) yaitu :

Tabel 2.2: Komposisi Semen.

Unsur	Komposisi (%)
CaO	63
SiO ₂	20
Al ₂ O ₃	6

Fe ₂ O ₃	3
MgO	1,5
SO ₃	2
K ₂ O dan Na ₂ O	1

Tabel 2.2: *Lanjutan.*

Unsur	Komposisi (%)
Dan lain-lain	3,5

Menurut SNI 15-2049-2004 semen *portland* dibedakan menjadi 5 jenis/tipe, yaitu:

- a. Semen *Portland* tipe I, yaitu semen *Portland* untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
- b. Semen *Portland* tipe II, yaitu semen *Portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang. Digunakan untuk konstruksi bangunan dan beton yang terus menerus berhubungan dengan air kotor, air tanah atau untuk pondasi yang tertanam di tanah yang mengandung garam sulfat.
- c. Semen *Portland* tipe III, yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi. Jenis ini cukup banyak di produksi karena dapat digunakan untuk berbagai konstruksi.
- d. Semen *Portland* tipe IV, yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya membutuhkan kalor hidrasi rendah. Digunakan untuk pekerjaan dimana kecepatan dan jumlah panas yang timbul harus minimum, misalnya pada bangunan seperti bendungan gravitasi yang besar.
- e. Semen *Portland* tipe V, yaitu semen *portland* yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat. Digunakan untuk bangunan yang berhubungan dengan air tanah yang mengandung sulfat dalam

presentase yang tinggi.

Dan didalam SNI 15-7064-2004 terdapat jenis semen komposit yang secara umum lebih sering digunakan dalam dunia konstruksi di Indonesia karena mudah didapat dan harganya terjangkau. Semen *Portland* Komposit didefinisikan sebagai bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama terak semen portland dan gips dengan satu atau lebih bahan anorganik, atau hasil pencampuran antara bubuk semen *portland* dengan bubuk bahan anorganik lain. Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (*blast furnace slag*), *pozolan*, senyawa silikat, batu kapur, dengan kadar total bahan anorganik 6% - 35 % dari massa semen *portland* komposit.

Semen merupakan bahan ikat yang penting dan banyak digunakan dalam pembangunan fisik di sektor konstruksi sipil. Jika ditambah air, semen akan menjadi pasta semen dan bila ditambah dengan agregat halus, pasta semen akan menjadi mortar yang jika digabungkan dengan agregat kasar akan menjadi campuran beton yang setelah mengeras akan menjadi beton keras (*concrete*).

2.3.2. Agregat

Agregat merupakan butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Pada beton biasanya terdapat sekitar 60 % - 80 % volume agregat. Sifat yang terpenting dari agregat adalah kekuatan hancur dan ketahanan terhadap benturan, yang mempunyai pengaruh terhadap ikatan dengan pasta semen, porositas, dan karakteristik penyerapan air yang mempengaruhi daya tahan terhadap proses pembekuan pada musim dingin, dan ketahanan terhadap penyusutan.

Agregat ini harus bergradasi sedemikian rupa sehingga seluruh massa beton dapat berfungsi sebagai benda yang utuh, homogen, dan rapat, dimana agregat yang berukuran kecil berfungsi sebagai pengisi celah yang ada diantara agregat berukuran besar. (Nawy, 1998).

Dua jenis agregat adalah :

1. Agregat kasar (kerikil, batu pecah).
2. Agregat halus (pasir).

2.3.3. Agregat Kasar

Agregat kasar didefinisikan sebagai butiran yang tertahan saringan 4,75 mm (No.4 standart ASTM). Agregat kasar mempengaruhi kekuatan akhir beton keras dan daya tahannya terhadap disintegrasi beton, cuaca, dan efek-efek perusak lainnya. Agregat kasar harus bersih dari bahan-bahan organik dan harus mempunyai ikatan yang baik dengan semen. Agregat kasar sebagai bahan campuran untuk membentuk beton dapat berupa kerikil atau batu pecah.

Agregat harus mempunyai gradasi yang baik, artinya harus terdiri dari butiran yang beragam besarnya, sehingga dapat mengisi rongga-rongga akibat ukuran yang besar, sehingga akan mengurangi penggunaan semen atau penggunaan semen yang minimal. Agregat kasar harus mempunyai susunan butiran dalam batas-batas seperti yang terlihat pada tabel:

Tabel 2.3: Gradasi Agregat Kasar.

Ukuran lubang ayakan (mm)	Persentase lolos komulatif (%)
38,1	95 - 100
19,1	35 – 70
9,52	10 - 30
4,75	0 - 5

2.3.4. Agregat Halus

Menurut SNI 03-6820-2002 (2002: 171), agregat halus adalah agregat isi yang berupa pasir alam hasil disintegrasi alami dari batu-batuan (*natural sand*) atau berupa pasir buatan yang dihasilkan dari alat-alat pemecah batuan (*artificial sand*) dengan ukuran kecil (0,15-5 mm). Agregat halus yang baik harus bebas bahan organik, lempung, partikel yang lebih kecil dari saringan No. 200, atau bahan-bahan lain yang dapat merusak beton.

Agregat halus yang akan digunakan harus memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan oleh ASTM. Jika seluruh spesifikasi yang ada telah terpenuhi maka

barulah dapat dikatakan agregat tersebut bermutu baik. Adapun spesifikasi tersebut adalah :

1. Susunan Butiran (Gradasi)

Agregat halus yang digunakan harus mempunyai gradasi yang baik, karena akan mengisi ruang-ruang kosong yang tidak dapat diisi oleh material lain sehingga menghasilkan beton yang padat disamping untuk mengurangi penyusutan. Analisa saringan akan memperlihatkan jenis dari agregat halus tersebut. Melalui analisa saringan maka akan diperoleh angka *Fines Modulus*. Melalui *Fines Modulus* ini dapat digolongkan 3 jenis pasir yaitu :

- Pasir Kasar : $2.9 < FM < 3.2$
- Pasir Sedang : $2.6 < FM < 2.9$
- Pasir Halus : $2.2 < FM < 2.6$

Selain itu ada juga batasan gradasi untuk agregat halus, sesuai dengan ASTM C 33 – 74 a. Batasan tersebut dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.4: Batas Gradasi untuk Agregat Halus ASTM C33-74 a.

Ukuran Saringan ASTM	Persentase berat yang lolos pada tiap saringan
9.5 mm (3/8 in)	100
4.76 mm (No. 4)	95 – 100
2.36 mm (No.8)	80 – 100
1.19 mm (No.16)	50 – 85
0.595 mm (No.30)	25 – 60
0.300 mm (No.50)	10 – 30
0.150 mm (No.100)	2 - 10

Agregat alami yang digunakan untuk agregat campuran beton dapat

digolongkan menjadi 3 macam, yaitu:

1. Pasir galian

Pasir golongan ini diperoleh langsung dari permukaan tanah atau dengan cara menggali terlebih dahulu. Pasir ini biasanya tajam, bersudut, berpori dan bebas dari kandungan garam, tetapi biasanya harus dibersihkan dari kotoran tanah dengan cara mencucinya.

2. Pasir sungai

Pasir ini diperoleh langsung dari dasar sungai, umumnya berbutir halus, bulat-bulat akibat proses gesekan. Daya lekat antar butir – butir agak kurang karena butir yang bulat. Karena besar butir-butirnya kecil, maka baik dipakai untuk pelasteran tembok, juga dapat dipakai untuk keperluan yang lain.

3. Pasir laut

Pasir laut ini adalah pasir yang diambil dari pantai. Butir-butirnya halus dan bulat karena gesekan. Pasir ini merupakan pasir yang paling jelek karena banyak mengandung garam-garaman. Garam-garaman ini menyerap kandungan air dari udara dan ini mengakibatkan pasir selalu agak basah dan juga menyebabkan pengembangan bila sudah menjadi bangunan.

2.3.5. Air

Air merupakan bahan pembuat beton yang sangat penting namun harganya paling murah. Air diperlukan untuk bereaksi dengan semen sehingga terjadi reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya proses pengerasan pada beton, serta untuk menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Untuk bereaksi dengan semen, air hanya diperlukan 25% dari berat semen saja. Selain itu, air juga digunakan untuk perawatan beton dengan cara pembasahan setelah dicor. (Tjokrodinuljo, 1996).

Menurut Dipohusodo (1994) nilai banding berat air dan semen untuk suatu adukan beton dinamakan *water cement ratio (w/c)*. Agar terjadi proses hidrasi yang sempurna dalam adukan beton, pada umumnya dipakai nilai w/c 0,40-0,65 tergantung mutu beton yang hendak dicapai umumnya menggunakan nilai w/c yang rendah, sedangkan dilain pihak untuk menambah daya workability (kemudahan pengerjaan) diperlukan nilai w/c yang lebih tinggi. Air yang digunakan dalam

campuran beton sebaiknya memenuhi berbagai syarat-syarat yang telah ditentukan. Berikut ini beberapa persyaratan air menurut SKSNI, ACI, PBI 1971 dan British Standard.

a. Persyaratan air menurut SKSNI S-04-1989-F :

1. bersih.
2. tidak mengandung lumpur, minyak, benda terapung lain yang bisa dilihat secara visual.
3. tidak mengandung benda tersuspensi > 2 gram/liter
4. Tidak mengandung garam yang mudah larut dan mudah merusak beton (asam, zat organik) > 15 gram/liter.
5. kandungan Cl < 500 ppm
6. senyawa sulfat < 1000 ppm sebagai SO₃
7. bila dibandingkan dengan kekuatan tekan beton yang memakai air suling, maka penurunan kekuatan beton yang memakai air yang diperiksa tidak lebih dari 10%.
8. semua air yang mutunya meragukan harus dianalisa secara kimia dan dievaluasi mutunya menurut pemakaiannya.
9. untuk beton pratekan kecuali persyaratan air diatas tidak boleh mengandung Cl > 50 ppm.

b. Persyaratan air menurut ACI 318-83 :

1. bersih.
2. tidak mengandung minyak, alkali, garam, bahan organik yang berbahaya terhadap beton.
3. untuk beton pratekan, atau beton yang dekat dengan aluminium, maka air tidak boleh mengandung Cl.
4. bukan air minum tidak boleh dipakai untuk campuran beton, kecuali uji adukan standar seperti tersebut dalam ASTM C109.
5. kuat tekan umur 7 dan 28 hari tidak kurang dari 90% di banding kuat tekan kubus yang dibuat dengan air minum.

- c. Persyaratan air menurut British Standard 3148-1959 :
 - 1. bersih.
 - 2. larutan padat tidak lebih dari 2000 ppm.
 - 3. alkali karbonat dan/atau bikarbonat tidak lebih dari 1000 ppm.
 - 4. untuk air tersebut jika dibuat kubus percobaan kekuatan tekannya tidak turun lebih dari 20%.
 - 5. kadar $SO_3 < 1000$ ppm.
 - 6. kadar Cl < 500 ppm.

- d. Persyaratan air menurut (PBI 1971) :
 - 1. Tidak mengandung lumpur atau benda melayang lainnya lebih dari 2 gram/liter.
 - 2. Tidak mengandung garam yang dapat merusak beton (asam, zat organik, dan lainnya).
 - 3. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
 - 4. Tidak mengandung senyawa-senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

2.3.6. Bahan Additive

Bahan mineral pembantu saat ini banyak ditambahkan ke dalam campuran beton dengan berbagai tujuan, antara lain untuk mengurangi pemakaian semen, mengurangi temperatur akibat reaksi hidrasi, mengurangi atau menambah kelecakan beton segar. Cara pemakaiannya pun berbeda-beda, sebagai bahan pengganti sebagian semen atau sebagai tambahan pada campuran untuk mengurangi pemakaian agregat. Pembuatan beton dengan menggunakan bahan tambah akan memberikan kualitas beton yang baik apabila pemilihan kualitas bahannya baik, komposisi campurannya sesuai dan metode pelaksanaan pengecoran, pemeliharaan serta perawatannya baik. Bahan tambahan mineral ini merupakan bahan padat yang dihaluskan yang ditambahkan untuk memperbaiki sifat beton agar beton mudah dikerjakan dan kekuatan serta keawetannya meningkat. Berikut adalah bahan tambah yang dipakai dalam penelitian :

- a. Cangkang Kulit Rajungan

Rajungan (*Portunus pelagicus*) merupakan hewan dasar laut pemakan daging yang termasuk dalam family portunidae (Hastuti dkk, 2012). Rajungan menjadi salah satu komoditas ekspor andalan perikanan Indonesia mendampingi komoditas udang windu, tuna dan rumput laut. Data statistik perikanan tangkap tahun 2014 memperlihatkan hasil tangkapan rajungan tahun 2005-2013 cenderung mengalami peningkatan dengan peningkatan tertinggi pada tahun 2013 mencapai 50.000 ton. Direktorat Pengolahan dan Pemasaran

Hasil Pertanian (Ditjen P2HP) pada tahun 2012 menyebutkan negara tujuan dan jumlah ekspor produk rajungan pada tahun 2011 diantaranya adalah amerika 10.021 ton, tiongkok 4.379 ton, Singapura 2.242 ton, Jepang 1.149 ton dan negara lainnya dengan total ekspor rajungan 23.089 ton (KEPMEN-KP 2015). Produksi rajungan yang besar diikuti dengan jumlah limbah rajungan yang besar. Limbah rajungan menurut Haryati (2005) yaitu limbah padat berupa cangkang dan limbah cair berupa air rebusan. Satu ekor rajungan menurut Multazam (2002) dapat menghasilkan limbah proses yang terdiri dari 57% cangkang, 3% daging reject, dan 20% air rebusan. Rajungan dengan bobot 100-350 g menghasilkan limbah cangkang rajungan 51-150 g. Limbah cangkang rajungan dapat berdampak pada pencemaran lingkungan bila tidak dilakukan pengelolaan dengan benar. Pemanfaatan berupa peningkatan nilai dari limbah cangkang dapat menjadi solusi penanggulangan pencemaran cangkang terhadap lingkungan selain peningkatan pendapatan masyarakat.

Cangkang rajungan kurang lebih 50% atau setengah dari bobot tubuh rajungan. Menurut Multazam (2002) kulit rajungan terdiri dari kalsium (Ca), fosfor (P), magnesium (Mg), tembaga (Cu), besi (Fe), seng (Zn), dan mangan (Mn) yang dapat dilihat pada tabel 2.5 berikut :

Tabel 2.5: Komposisi kimia limbah kulit rajungan.

Komposisi kimia	Kadar
Air (%)	4,32
Protein (%)	18,18

Lemak (%)	2,27
Serat kasar (%)	16,67
Abu (%)	44,28
P (%)	1,81
Ca (%)	19,97
Mg (%)	1,29
Cu (ppm)	30,62
Fe (ppm)	195,59
Zn (ppm)	44,59
Mn (ppm)	184,52

2.4. Sifat-sifat Beton

Beton memiliki dua kondisi yaitu kondisi segar dimana agregat, semen dan air telah tercampur menjadi satu kesatuan dan memiliki sifat seperti fluida yang mudah di bentuk sesuai dengan wadah yang di tempatinya. Kondisi kedua adalah kondisi dimana beton telah mengeras dan menjadi kaku.

2.4.1. Beton Segar (*Fresh Concrete*)

Secara umum beton segar adalah beton yang masih dalam keadaan yang dapat diaduk, diangkut, dituang, dipadatkan (*good workability*) dan tidak ada kecenderungan untuk terjadinya segregasi (pemisahan kerikil dari adukan) maupun *bleeding* (pemisahan air dan semen dari adukan). Tiga hal penting yang perlu diketahui dari sifat-sifat beton segar, yaitu: kemudahan pengerjaan (*workability*), pemisahan kerikil (*segregation*), dan pemisahan air (*bleeding*).

2.4.1.1. Kemudahan Pengerjaan (*Workability*)

Workability adalah bahan-bahan beton yang setelah diaduk bersama, akan menghasilkan adukan yang mudah diangkut, dituang, dicetak, dan dipadatkan, tanpa terjadi perubahan yang menimbulkan kesukaran atau penurunan mutu. Unsur-unsur yang mempengaruhi *workability* adalah :

a. Jumlah air pencampur.

Semakin banyak air yang dipakai, maka akan semakin mudah beton segar itu dikerjakan, akan tetapi jumlahnya tetap diperhatikan agar tidak terjadi segregasi.

b. Kandungan semen.

Penambahan semen ke dalam campuran memudahkan cara pengerjaan adukan beton, karena diikuti dengan penambahan air campuran untuk memperoleh nilai FAS (Faktor Air Semen) tetap.

c. Gradasi campuran pasir dan kerikil.

Bila campuran pasir dan kerikil mengikuti gradasi yang telah disarankan oleh peraturan maka adukan beton akan mudah dikerjakan. Gradasi adalah distribusi ukuran dari agregat berdasarkan hasil persentase berat yang lolos pada setiap ukuran saringan dari analisa saringan.

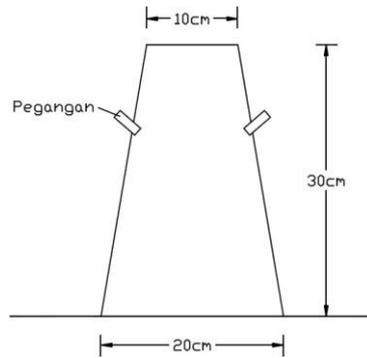
d. Bentuk butiran agregat kasar

Agregat berbentuk bulat-bulat lebih mudah untuk dikerjakan.

b. Cara pemadatan dan alat pemadat.

Bila cara pemadatan dilakukan dengan alat getar maka diperlukan tingkat kelecakan yang berbeda, sehingga diperlukan jumlah air yang lebih sedikit daripada jika dipadatkan dengan tangan.

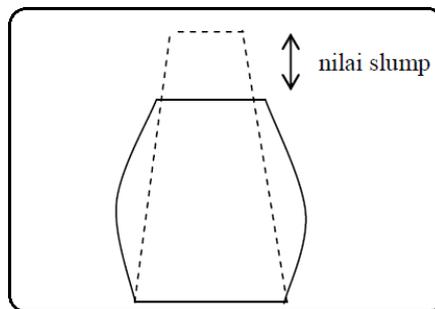
Konsistensi/kelecakan adukan beton dapat diperiksa melalui pengujian *slump* yang didasarkan pada SNI 03-1972-1990 atau ASTM C.143. Percobaan ini menggunakan corong baja yang berbentuk konus berlubang pada kedua ujungnya (kerucut Abrams). Bagian bawah berdiameter 20 cm, bagian atas berdiameter 10 cm, dan tinggi 30 cm, dilengkapi pegangan untuk mengangkat beton segar, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1:



Gambar 2.2: Kerucut Abrams.

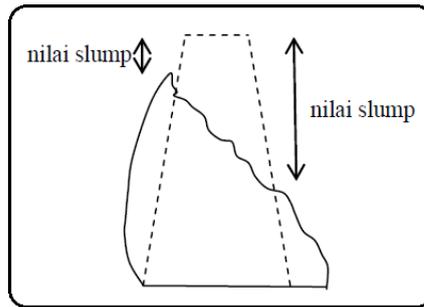
Ada tiga jenis slump yaitu *slump* sejati (*slump* sebenarnya), *slump* geser dan *slump* runtuh.

1. *Slump* sejati (sebenarnya) merupakan penurunan umum dan seragam tanpa ada adukan beton yang pecah, oleh karena itu dapat disebut *slump* yang sebenarnya. Nilai *slump* yang diambil adalah nilai penurunan minimum dari puncak kerucut.



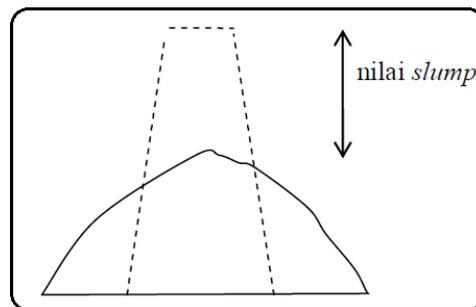
Gambar 2.3: *Slump* sejati (sebenarnya).

2. *Slump* geser terjadi bila sebagian puncaknya tergeser atau tergelincir ke bawah pada bidang miring. Nilai *slump* yang diambil ada dua yaitu dengan mengukur penurunan minimum dan penurunan rata-rata dari puncak kerucut.



Gambar 2.4: *Slump* geser.

3. *Slump* runtuh terjadi pada kerucut adukan beton dengan kondisi runtuh seluruhnya akibat adukan beton yang terlalu cair. Nilai yang diambil adalah nilai penurunan minimum dari puncak kerucut.



Gambar 2.5: *Slump* runtuh.

2.4.1.2. Pemisahan Kerikil (*Segregation*)

Beton cair bisa dipandang sebagai suatu suspensi butir agregat di dalam matriks mortar semen. Bila kohesi tidak cukup untuk menahan partikel dalam suspensi maka akan terjadi segregasi. Campuran beton yang tersegregasi adalah sukar atau tidak mungkin dituang, tidak seragam, sehingga kualitasnya jelek. Segregasi dapat terjadi karena turunnya butiran ke bagian bawah dari beton segar, atau terpisahnya agregat kasar dari campuran, akibat cara penuangan dan pemadatan yang salah. Segregasi tidak bisa diujikan sebelumnya, hanya dapat dilihat semuanya terjadi.

Menurut Nugraha dan Antoni (2007) ada beberapa faktor yang menyebabkan segregasi yaitu :

- a. Ukuran partikel yang lebih besar dari 25 mm.
- b. Berat jenis agregat kasar yang berbeda dengan agregat halus.
- c. Kurangnya jumlah material halus dalam campuran.
- d. Bentuk butir yang tidak rata dan tidak bulat.
- e. Campuran yang terlalu basah atau terlalu kering.

Segregasi mengakibatkan mutu beton menjadi berkurang. Untuk mengurangi kecenderungan pemisahan agregat tersebut, dapat dilakukan upaya-upaya sebagai berikut :

- a. Mengurangi jumlah air yang digunakan.
- b. Adukan beton jangan dijatuhkan dengan ketinggian yang terlalu besar.
- c. Cara mengangkut, penuangan maupun pemadatan harus dilakukan dengan cara yang benar.

2.4.1.3. Pemisahan Air (*Bleeding*)

Bleeding adalah pengeluaran air dari adukan beton yang disebabkan oleh pelepasan air dari pasta semen. Sesaat setelah dicetak, air yang terkandung di dalam beton segar cenderung untuk naik ke permukaan. Adapun penyebab *bleeding* menurut Neville (1987) adalah ketidakmampuan bahan padat campuran untuk menangkap air pencampur.

Ketika *bleeding* sedang berlangsung, air campuran terjebak di dalam kantung-kantung yang terbentuk antara agregat dan pasta semen. Sesudah *bleeding* selesai dan beton mengeras, kantung-kantung menjadi kering. Akibatnya apabila ada tekanan, kantung-kantung tersebut menjadi penyebab mudahnya retak pada beton. Menurut Mulyono (2003) pemisahan air (*bleeding*) dapat dikurangi dengan cara:

- a. Memberi lebih banyak semen.
- b. Menggunakan air sedikit mungkin.
- c. Menggunakan butir halus lebih banyak.
- d. Memasukan sedikit udara dalam adukan untuk beton khusus.

2.4.2. Beton Keras

(a) Sifat-sifat beton yang telah mengeras mempunyai arti yang penting selama masa pemakaiannya. Sifat-sifat penting dari beton yang telah mengeras adalah kekuatan tekannya, modulus elastisitas beton, ketahanan beton (*durability*), *permeability* dan penyusutan.

(b)

2.4.1.2. Kuat Tekan Beton

(c) Kuat tekan beton merupakan sifat yang paling penting dalam beton keras, dan umumnya dipertimbangkan dalam perencanaan campuran beton. Kuat tekan beton umur 28 hari berkisar antara 10-65 MPa. Untuk struktur beton bertulang pada umumnya menggunakan beton dengan kekuatan berkisar 17-30 MPa, sedangkan untuk beton prategang berkisar 30-45 MPa. Untuk keadaan dan keperluan struktur khusus, beton ready mix sanggup mencapai nilai kuat tekan 62 MPa dan untuk memproduksi beton kuat tinggi tersebut umumnya dilaksanakan dengan pengawasan ketat dalam laboratorium (Dipohusodo, 1994).

(d) Benda uji yang digunakan untuk pengujian beton mutu tinggi ialah silinder dengan diameter 10cm dengan tinggi 20cm dengan faktor koreksi sebesar 1,04 sesuai dengan Standart Nasional Indonesia 1974:2011.

(e) Beberapa faktor seperti ukuran dan bentuk agregat, jumlah pemakaian semen, jumlah pemakaian air, proporsi campuran beton, perawatan beton (*curing*), usia beton ukuran dan bentuk sampel, dapat mempengaruhi kekuatan tekan beton.

(f) Kekuatan tekan benda uji beton dihitung dengan rumus :

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

Dimana:

$f'c$: Kekuatan Tekan (Kg/cm^2)

P : Beban Tekan (Kg)

A : Luas Permukaan Benda Uji (cm^2)

Kuat tekan beton dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu faktor air semen (*water cement ratio* = w/c), sifat dan jenis agregat, jenis campuran, kelecakan (*workability*), perawatan (*curing*) beton dan umur beton.

1. Faktor Air semen

Faktor air semen (*water cement ratio* = w/c) sangat mempengaruhi kuat tekan beton. Semakin kecil nilai w/c nya maka jumlah airnya sedikit yang akan menghasilkan kuat tekan beton yang besar. D.A Abrams pada tahun 1918 menyatakan bahwa untuk material yang diberikan, kekuatan beton hanya tergantung pada satu faktor saja, yaitu faktor air semen dari pasta. Ini dinyatakan dengan rumus:

$$f'c = \frac{A}{B\left(\frac{w}{c}\right)} \quad (2.2)$$

Dimana:

- $f'c$: Kuat tekan pada umur tentu
- A : Konstanta Empiris
- B : Konstanta tergantung sifat semen
- w/c : Faktor air semen

2. Sifat dan Jenis Agregat

Sifat dan jenis agregat yang digunakan juga berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Semakin tinggi tingkat kekerasan agregat yang digunakan akan dihasilkan kuat tekan beton yang tinggi. Selain itu susunan besar butiran agregat yang baik dan tidak seragam dapat memungkinkan terjadinya interaksi antar butir sehingga rongga antar agregat dalam kondisi optimum yang menghasilkan beton padat dan kuat tekan yang tinggi.

3. Jenis Campuran

Jenis campuran beton akan mempengaruhi kuat tekan beton. Jumlah pasta semen harus cukup untuk melumasi seluruh permukaan butiran agregat dan

mengisi rongga-rongga diantara agregat sehingga dihasilkan beton dengan kuat tekan yang diinginkan.

4. Perawatan (*curing*)

Untuk memperoleh beton dengan kekuatan seperti yang diinginkan, maka beton yang masih muda perlu dilakukan perawatan dengan tujuan agar proses hidrasi pada semen berjalan dengan sempurna. Pada proses hidrasi semen dibutuhkan kondisi dengan kelembaban tertentu. Apabila beton terlalu cepat mengering, akan timbul retak-retak pada permukaannya. Retak-retak ini akan menyebabkan kekuatan beton turun, juga akibat kegagalan mencapai reaksi hidrasi kimiawi penuh.

5. Umur Beton

Kuat tekan beton mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya umur beton. Kuat tekan beton dianggap mencapai 100 % setelah beton berumur 28 hari. Menurut SNI 1974:2011, faktor konversi untuk kuat tekan beton 28 hari berdasarkan umur beton disajikan pada Tabel 2.6:

Tabel 2.6: Faktor Konversi Untuk Kuat Tekan Beton 28 Hari.

Umur Beton (hari)	3	7	14	21	28	90	365
Semen Portland Biasa	0.40	0.65	0.88	0.95	1.00	1.20	1.35
Semen Portland Kekuatan awal tinggi	0.55	0.75	0.90	0.95	1.00	1.15	1.20

2.4.1.3. Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas didefinisikan sebagai kemiringan dari diagram tegangan regangan yang masih dalam keadaan elastisitas. Modulus elastisitas yang besar menunjukkan kemampuan menahan tegangan yang cukup besar dalam kondisi regangan yang masih kecil, artinya bahwa beton tersebut mampu menahan tegangan (desak utama) yang cukup besar akibat beban-beban yang terjadi pada suatu regangan (sebagai kemampuan terjadi retak) kecil. Tolak ukur yang umum dari sifat elastis suatu bahan adalah modulus elastisitas, yang merupakan

perbandingan dari tekanan yang diberikan dengan perubahan persatuan panjang, sebagai akibat dari tekanan yang diberikan itu (Murdock,1986).

Modulus elastis beton mempunyai hubungan dengan sifat beton lainnya terutama kuat tekan beton itu sendiri. Modulus ini merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan, dan dengan pengujian ini dapat diketahui besarnya beban yang dapat dipikul tanpa merusak beton itu sendiri (masih dalam keadaan plastis). Modulus elastisitas adalah rasio dari tegangan normal tarik atau tekan terhadap regangan.

Menurut ASTM 496-94(2) dari hasil pengujian di laboratorium menetapkan modulus elastisitas sebagai rasio tegangan saat mencapai 40% dari tungan runtuh terhadap regangan yang bersesuaian dengan tegangan pada kondisi tersebut.

$$E_c = \frac{(\sigma_2 - \sigma_1)}{(\varepsilon_2 - \varepsilon_1)} \quad (2.3)$$

Dengan:

E_c = Modulus elastisitas (Mpa)

σ_2 = Tegangan pada 40% tegangan runtuh (Mpa)

σ_1 = Tegangan pada saat nilai kurva regangan ε_1 (Mpa)

ε_1 = Regangan sebesar 0,000050 (kg/cm²)

ε_2 = Nilai kurva regangan yang terjadi pada saat σ_2

Berdasarkan hukum Hooke nilai modulus elastisitas diberikan pada Persamaan berikut

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (2.4)$$

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (2.5)$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{l_0} \quad (2.6)$$

Dengan:

σ = Tegangan (MPa),

ε = regangan,

P = Beban elastis (N),

A = Luas penampang (mm^2),

l_0 = Tinggi alat ukur modulus elastisitas dan

ΔL = Defleksi.

Modulus elastisitas beton juga dapat dihitung dengan rumus empiris menurut SNI 2847-2013 yaitu $E_c = 4700\sqrt{f_c}$ untuk beton normal atau $E_c = w_c \cdot 1,50 \cdot 0,043\sqrt{f_c}$ untuk nilai w_c antara 1440 dan 2560 kg/m^3 f_c dalam MPa.

Modulus elastisitas dan kuat tekan dari beton dipengaruhi oleh fas dan umur: berkurang dengan meningkatnya fas dan meningkat dengan bertambahnya umur beton. Peningkatan fas akan meningkatkan jumlah pori dalam beton sehingga praktis akan mengurangi kepadatan yang akhirnya berimplikasi pada berkurangnya modulus elastisitas dan kekuatan beton. Sebaliknya dengan bertambahnya umur, reaksi pada semen semakin sempurna dan jumlah produk hidrasi yang dihasilkan dari reaksi tersebut semakin bertambah sehingga kepadatan beton semakin meningkat. Dengan demikian modulus elastisitas dan kekuatan beton juga meningkat.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

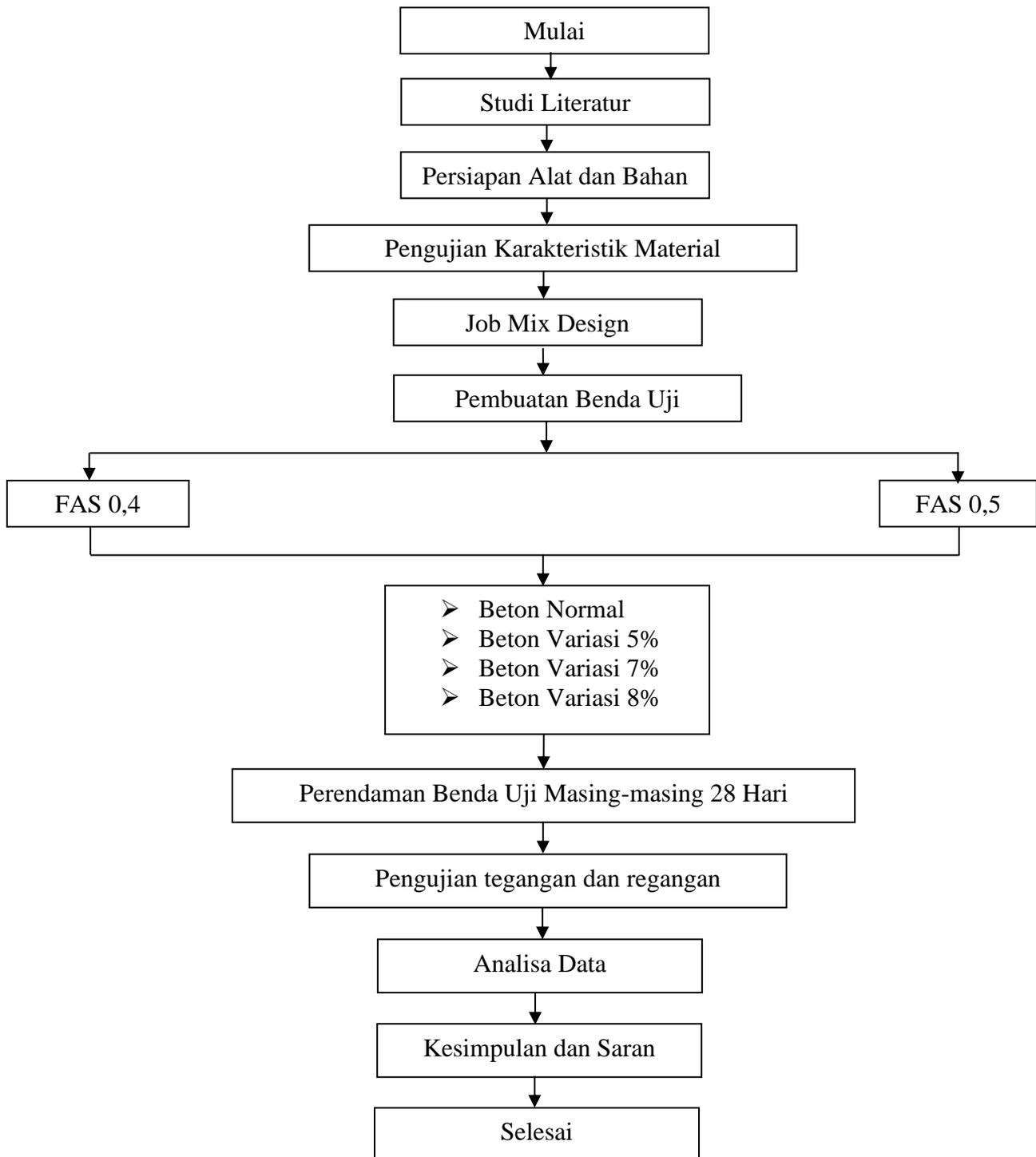
3.1. Umum

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah kajian eksperimental yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Benda uji yang di eksperimenkan menggunakan dari bahan kulit rajungan sebagai pengganti agregat halus dan menggunakan variasi yang berbeda yaitu, 0% , 5% , 7% , 8% , juga menggunakan FAS berbeda yaitu, 0,4 dan 0,5 . Secara umum urutan tahap penelitian ini meliputi:

- a. Penyediaan bahan penyusun beton.
- b. Pemeriksaan bahan.
- c. Perencanaan campuran beton (*mix design*).
- d. Pembuatan benda uji.
- e. Pemeliharaan (curing) benda uji.
- f. Pengujian tegangan dan regangan (modulus Elastisitas) dan kuat tekan beton umur 28 hari.

3.2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam 3 tahapan. Tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap pembahasan / analisis. Pada tahapan pembuatan benda uji terbagi dalam 2 tahapan . Dimana didalam penelitian ini menggunakan 2 FAS yang berbeda yaitu FAS 0,4 dan FAS 0,5. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam diagram alur penelitian di bawah ini.



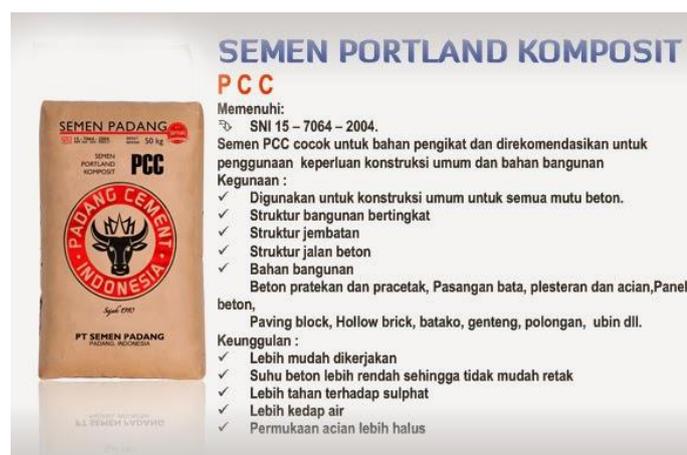
Gambar 3.1: Diagram Alir Penelitian.

3.3. Bahan Penyusun Beton

Bahan penyusun beton terdiri dari semen portland, agregat halus, agregat kasar dan air. Sering pula ditambah bahan campuran tambahan yang sangat bervariasi atau substitusi bahan penyusunnya untuk mendapatkan sifat-sifat beton yang diinginkan. Biasanya perbandingan campuran yang digunakan adalah perbandingan jumlah bahan penyusun beton yang lebih ekonomis dan efektif. Pada penelitian ini digunakan bahan kulit rajungan yang diambil dari Kawasan Industri Medan (KIM) sebagai substitusi terhadap agregat halus.

3.3.1. Semen Portland

Pada SNI 15-7064-2004 terdapat jenis semen komposit yang secara umum lebih sering digunakan dalam dunia konstruksi di Indonesia karena mudah didapat dan harganya terjangkau. Semen Portland Komposit didefinisikan sebagai bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama terak semen portland dan gips dengan satu atau lebih bahan anorganik, atau hasil pencampuran antara bubuk semen portland dengan bubuk bahan anorganik lain. Bahan anorganik tersebut antara lain terak tanur tinggi (blast furnace slag), pozolan, senyawa silikat, batu kapur, dengan kadar total bahan anorganik 6% - 35 % dari massa semen portland komposit. Pada penelitian semen yang digunakan adalah tipe semen komposit (PCC).



Gambar.3.2: Semen Portland Komposit.

3.3.2. Agregat Halus

Index properties dari material dalam perencanaan beton normal haruslah index properties yang masuk dalam kategori yang terbaik. Untuk mencapai index properties material yang diinginkan maka perlu dilakukan suatu usaha yang dapat meningkatkan mutu dari material tersebut. Dalam penelitian kali ini agregat halus yang digunakan melalui tahapan pembersihan lumpur dan liat melalui penyucian dengan ayakan no.200. Agregat halus (pasir) yang dipakai dalam campuran beton melalui pemeriksaan, meliputi:

- a. Pemeriksaan kadar air.
- b. Pemeriksaan kadar lumpur (pencucian pasir lewat ayakan no. 200).
- c. Pemeriksaan berat isi pasir.
- d. Pemeriksaan berat jenis dan absorpsi pasir.
- e. Analisa saringan.

Agregat halus (pasir) yang dipakai dalam penelitian ini diperoleh dari PT Gurning, Jalan Megawati Binjai. Pemeriksaan karakteristik material dilakukan berdasarkan ASTM C 136-84a (Pemeriksaan Analisa Ayakan Pasir), ASTM C128-88 (Pemeriksaan Berat Jenis dan Absorpsi Pasir), ASTM C177-90 (Pemeriksaan Kadar Lumpur), ASTM C 40 – 84C dan ASTM C29M-90 (Pemeriksaan Berat Isi Pasir).

Kadar Lumpur Agregat Halus (pencucian pasir lewat ayakan 200)

- a. Tujuan:
untuk memeriksa kandungan lumpur pada pasir.
- b. Hasil pemeriksaan
Kandungan lumpur 3,67% < 5% , Memenuhi persyaratan.
- c. Pedoman

$$kadar\ lumpur\ (\%) = \frac{berat\ awal\ (gr) - berat\ kering\ (gr)}{berat\ awal\ (gr)} \times 100$$

Berdasarkan ASTM C177-90 kandungan Lumpur yang terdapat pada agregat halus tidak dibenarkan melebihi 5% (dari berat kering). Apabila kadar lumpur melebihi 5% maka pasir harus dicuci.

Pemeriksaan Berat Jenis Dan Absorpsi Pasir

a. Tujuan:

Untuk menentukan berat jenis (*specific gravity*) dan penyerapan air (*absorpsi*) pasir.

b. Hasil pemeriksaan :

- Berat jenis SSD : 2,53%
- Berat jenis kering : 2,49%
- Berat jenis semu : 2,61%
- Absorpsi : 1,83 %

c. Pedoman

- $Berat\ jenis\ SSD = \frac{A}{B+500-C}$
- $Berat\ jenis\ kering = \frac{500}{B+500-C}$
- $Berat\ jenis\ semu = \frac{A}{B+A-C}$
- $Absorpsi = \frac{500-A}{A} \times 100\%$

Berat jenis SSD merupakan perbandingan antara berat batu pecah dalam keadaan SSD dengan volume batu pecah dalam keadaan SSD. Keadaan SSD (*Saturated Surface Dry*) di mana permukaan batu pecah jenuh dengan uap air, keadaan batu pecah kering di manapori batu pecah berisikan udara tanpa air dengan kandungan air sama dengan nol, sedangkan keadaan semu di mana pasir basah total dengan pori penuh air. Absorpsi atau penyerapan air adalah persentase dari berat batu pecah yang hilang terhadap berat batu pecah kering, di mana absorpsi terjadi dari keadaan SSD sampai kering.

Hasil pengujian harus memenuhi ASTM C 127 – 88 :

Berat jenis kering < berat jenis SSD < berat jenis semu.

Berat Isi Agregat Halus

a. Tujuan

Untuk menentukan berat isi (*unit weight*) pasir dalam keadaan padat dan longgar.

b. Hasil pemeriksaan

Berat isi keadaan rojok / padat : 1,15 gr/cm³

c. Pedoman

Percobaan berat isi agregat halus didapat rata-rata pada pengujian sebesar 1,15 gr/cm³. Hasil ini didapat dari rata-rata ketiga sampel, yang berdasarkan perbandingan nilai berat contoh yang didapat dengan volume wadah yang dipakai dalam percobaan. Hasil dari percobaan tersebut telah memenuhi standar yang ditetapkan yaitu >1,125 gr/cm dari ASTM C 127.

Analisa Saringan Pasir

a. Tujuan:

Untuk memeriksa penyebaran butiran (gradasi) dan menentukan nilai modulus kehalusan pasir (FM).

b. Hasil pemeriksaan:

Modulus kehalusan pasir (FM) : 2,49

Pasir dapat dikategorikan pasir Sedang.

c. Pedoman:

$$FM = \frac{\% \text{ komulatif tertahan hingga ayakan } 0,15 \text{ mm}}{100}$$

Berdasarkan ASTM C 136-84a nilai modulus kehalusan (FM), agregat halus dibagi dalam beberapa kelas, yaitu :

- Pasir halus : 2.20 < FM < 2.60
- Pasir sedang : 2.60 < FM < 2.90
- Pasir kasar : 2.90 < FM < 3.20

3.3.3. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam perancangan beton mutu tinggi adalah Batu Pecah. Untuk mencapai tujuan dari penelitian, ukuran diameter agregat kasar (Batu Pecah) yang digunakan adalah agregat lolos ayakan no.15.

Pencucian agregat juga terlebih dahulu dilakukan demi mencapai *index properties* yang baik dari material yang digunakan. Pencucian dimaksudkan untuk meminimalisasi lumpur maupun liat yang mungkin terdapat pada material dan dapat menurunkan mutu rencana dari beton.

Pemeriksaan yang dilakukan pada agregat kasar meliputi:

- a. Analisa saringan batu pecah.
- b. Pemeriksaan kadar lumpur (pencucian lewat ayakan No.200).
- c. Pemeriksaan berat isi batu pecah.
- d. Pemeriksaan berat jenis dan absorpsi dan batu pecah.

Analisa Saringan Batu Pecah

- a. Tujuan :

Untuk memeriksa penyebaran butiran (gradasi) dan menentukan nilai modulus kehalusan (*fineness modulus / FM*) kerikil.

- b. Hasil Pemeriksaan

FM : 7,2

7,2 < 7,20 < 7.5 , memenuhi persyaratan.

- c. Pedoman

$$FM = \frac{\% \text{ komulatif tertahan hingga ayakan } 0,15 \text{ mm}}{100}$$

Berdasarkan ASTM C 136-84a agregat kasar untuk campuran beton adalah agregat kasar dengan modulus kehalusan (FM) antara 5.5 sampai 7.5.

Pemeriksaan Kadar Lumpur (Pencucian Kerikil Melewati Ayakan No.200)

a. Tujuan :

Untuk memeriksa kandungan lumpur pada kerikil.

b. Hasil pemeriksaan :

Kandungan lumpur : 0,67% < 1% , memenuhi persyaratan.

c. Pedoman :

$$\text{kadar lumpur (\%)} = \frac{\text{berat awal (gr)} - \text{berat kering (gr)}}{\text{berat awal (gr)}} \times 100$$

Berdasarkan ASTM C 117 – 90 kandungan Lumpur yang terdapat pada agregat kasar tidak dibenarkan melebihi 1% (ditentukan dari berat kering). Apabila kadar lumpur melebihi 1% maka pasir harus dicuci.

Pemeriksaan Berat Isi Batu Pecah

a. Tujuan :

Untuk pemeriksaan berat isi (*unit weight*) agregat kasar dalam keadaan padat dan longgar.

b. Hasil pemeriksaan :

Berat isi keadaan rojok / padat : 1,308 gr/cm³

c. Pedoman

Nilai berat isi agregat kasar yang rata-ratanya didapat sebesar 1,31 gr/cm³. Nilai berat isi agregat didapatkan dari perbandingan nilai antara berat contoh yang didapat dengan volume wadah yang dipakai dalam penelitian ini. Hasil tersebut telah memenuhi standar yang ditentukan yaitu > 1,125 gr/cm³ sesuai dengan ASTM C 29.

Pemeriksaan Berat Jenis dan Absorpsi Batu Pecah

a. Tujuan :

Untuk menentukan berat jenis (*specific gravity*) dan penyerapan air (absorpsi) batu pecah.

b. Hasil pemeriksaan :

- Berat jenis SSD : 2,723
- Berat jenis kering : 2,713
- Berat jenis semu : 2,77
- Absorpsi : 0,77 %

c. Pedoman

- $Berat\ jenis\ SSD = \frac{A}{B+500-C}$
- $Berat\ jenis\ kering = \frac{500}{B+500-C}$
- $Berat\ jenis\ semu = \frac{A}{B+A-C}$
- $Absorpsi = \frac{500-A}{A} \times 100\%$

Dimana : A = berat agregat dalam keadaan kering (gr)

B = berat agregat dalam keadaan SSD (gr)

C = berat agregat dalam air (gr)

Berat jenis SSD merupakan perbandingan antara berat batu pecah dalam keadaan SSD dengan volume batu pecah dalam keadaan SSD. Keadaan SSD (*Saturated Surface Dry*) di mana permukaan batu pecah jenuh dengan uap air, keadaan batu pecah kering di manapori batu pecah berisikan udara tanpa air dengan kandungan air sama dengan nol, sedangkan keadaan semu di mana pasir basah total dengan pori penuh air. Absorpsi atau penyerapan air adalah persentase dari berat batu pecah yang hilang terhadap berat batu pecah kering, di mana absorpsi terjadi dari keadaan SSD sampai kering.

Hasil pengujian harus memenuhi ASTM C 127 – 88 :

Berat jenis kering < berat jenis SSD < berat jenis semu.

Keausan Agregat Dengan Mesin *Los Angeles*

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 2147:2008 serta mengikuti buku panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil UMSU tentang kekerasan agregat dengan Mesin *Los Angeles*.

Dari hasil penelitian didapat data-data sebagai berikut:

- Berat *sample* sebelum pengujian = 5000 gr

Berat tiap-tiap ayakan tercantum dalam lampiran. 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.

Dari hasil pemeriksaan diketahui bahwa berat akhir setelah melakukan pengujian keausan agregat adalah sebesar 4123 gr dan nilai *abrasion* (keausan) sebesar 17,54 %. Nilai tersebut telah memenuhi standar PBI 1971 bahwa nilai keausan agregat tidak lebih dari 50%.

3.3.4. Air

Air yang digunakan dalam pembuatan sampel adalah air yang berasal dari sumber air yang bersih. Secara pengamatan visual air yang dapat pembuatan beton yaitu air yang jernih, tidak berwarna dan tidak mengandung kotoran-kotoran seperti minyak dan zat organik lainnya. Dalam penelitian ini air yang dipakai adalah berasal dari PDAM Tirtanadi, di Laboratorium Teknik Sipil UMSU.

3.4. Perencanaan Campuran Beton

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

3.5. Pelaksanaan Penelitian

3.5.1. Trial Mix

Menentukan persentase atau komposisi masing-masing komponen material pembentuk beton untuk memperoleh suatu campuran beton yang ekonomis, memenuhi kekuatan dan keawetan yang direncanakan, serta memiliki kelecakan yang sesuai sehingga mempermudah proses pengerjaan.

3.5.2. Pembuatan Benda Uji

Benda uji yang akan dibuat terdiri dari silinder diameter 150 mm dengan tinggi 300 mm, yang berjumlah 16 buah. Adapun tahap-tahap pembuatan benda uji antara lain:

- a. Pembuatan campuran adukan beton sesuai proporsi campuran hasil perhitungan beton . Persiapan bahan campuran adukan beton Bahan-bahan penyusun beton seperti agregat halus, agregat kasar, dan semen disiapkan terlebih dahulu dalam kondisi saturated surface dry (SSD). Ini dilakukan agar bahan-bahan tersebut tidak menyerap air atau menambah air pada proses pencampuran yang akan mempengaruhi kekuatan beton.
- b. Penambahan serbuk kulit rajungan sesuai variasi (0%, 5%, 7%, 8%).

Tabel 3.1: Variasi dan jumlah benda uji.

Variasi	FAS 0,4	FAS 0,5	Jumlah sampel
0%	2	2	4
5%	2	2	4
7%	2	2	4
8%	2	2	4
Jumlah			16

- c. Setelah semua bahan selesai disediakan, hidupkan mesin molen dan masukkan air kedalamnya yang berfungsi untuk membasahi mesin tersebut supaya adukan beton yang sebenarnya tidak berkurang. Setelah ± 30 detik, air didalam molen dibuang. Langkah pertama yang dilakukan adalah memasukkan pasir, semen, serbuk kulit rajungan dan batu pecah biarkan selama ± 5 menit supaya pasir, semen, serbuk kulit rajungan dan batu pecah tercampur rata.
- d. Kemudian 80% dari total air dimasukkan secukupnya ke dalam molen secara menyebar, dengan tujuan agar campuran pasir, semen, serbuk kulit rajungan dan batu pecah tidak menimbulkan abu yang mengepul dan keluar dari molen. Setelah itu masukkan air secara bertahap (sisa air 20%) sehingga terlihat campuran mulai mengalami penggumpalan. Setelah itu tunggu campuran beton hingga mencapai kondisi beton segar.
- e. Adukan yang sudah tercampur merata, dituangkan ke dalam sebuah pan besar yang tidak menyerap air, dan kemudian adukan diukur kekentalannya dengan menggunakan metode *slump test* dari kerucut *Abrams-Harder*. Setelah pengukuran nilai *slump Flow*, campuran beton dimasukkan ke dalam cetakan silinder yang berukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 dengan cara dibagi dalam dua tahapan, dimana masing-masing tahapan diisi 1/3 bagian dari cetakan silinder dan lalu dipadatkan dengan menggunakan *vibrator* atau dirojok selama 25 kali per lapisan. Setelah umur beton 24 jam, cetakan silinder dibuka dan mulai dilakukan perawatan beton (*curing*) dengan cara direndam dalam bak perendaman sampai pada masa yang direncanakan untuk melakukan pengujian.



Gambar 3.3: Bahan pembuatan benda uji.



Gambar 3.4: Proses pencampuran bahan.



Gambar 3.5: Proses pemadatan benda uji.



Gambar 3.6: Benda uji.

3.5.3. Pengujian *Slump*

Pengujian *slump* dilakukan berdasarkan standard SNI 03-2834-1993. *Slump* ditetapkan sesuai dengan kondisi pelaksanaan pekerjaan agar diperoleh beton yang mudah dituangkan, dipadatkan dan diratakan. Adapun langkah-langkah pengujian *slump* sebagai berikut:

- a. *Slump test* (kerucut Abrams) dan diletakkan diatas meja (plat *slump*) , lalu adukan beton dimasukkan di dalamnya hingga 1/3 bagian, lalu dipadatkan dengan alat penumbuk sebanyak 25 kali. Menambahkan adukan sampai 2/3 bagian lalu ditumbuk 25 kali kembali. Menambahkan adukan sampai penuh lalu ditumbuk sebanyak 25 kali lalu bagian atas diratakan.
- b. Setelah didiamkan selama satu menit, kerucut *Abrams* diangkat lurus ke atas dan mengukur penurunan yang terjadi (nilai *Slump*).
- c. Nilai *slump* diambil pada saat sebelum dan sesudah serat dimasukkan ke dalam adukan beton, kemudian nilai *slump* dicatat dan ditabelkan.



Gambar 3.7: Pengambilan nilai *slump*.

3.5.4. Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian dilakukan pada umur beton 28 hari untuk tiap variasi beton masing-masing. Sehari sebelum pengujian sesuai umur rencana, silinder beton dikeluarkan dari bak perendaman dan dikeringkan kurang lebih 24 jam.

Adapun tahapan pengujian kuat tekan silinder beton berdasarkan SNI 1974:2011 adalah sebagai berikut:

1. Keluarkan benda uji silinder yang akan diuji kekuatannya dari bak perendaman untuk tiap benda uji yang akan diuji kuat tekannya berdasarkan umur beton kemudian diamkan 1 hari agar benda uji berada dalam kondisi kering saat pengujian.
2. Lelehkan mortar belerang dan letakkan kedalam cetakan pelapis.
3. Letakkan permukaan atas benda uji ke dalam cetakan pelapis secara tegak lurus dan diamkan selama beberapa detik sampai mortar belerang mengeras dan menempel pada permukaan atas benda uji. Lakukan pengapungan untuk kedua sisi beton.
4. Timbang benda uji.
5. Letakkan benda uji pada mesin tekan *compression machine* secara sentris.
6. Hidupkan mesin tekan dengan penambahan beban yang konstan.
7. Lakukan pembebanan sampai jarum penunjuk beban tidak naik lagi dan menunjukkan bahwa beton tidak lagi memberi perlawanan terhadap kuat tekan yang diberikan dan catat angka yang ditunjukkan jarum penunjuk.

3.5.5. Pengujian Modulus Elastisitas Beton

Pengujian dilakukan pada umur beton 28 hari untuk tiap variasi beton masing-masing. Sehari sebelum pengujian sesuai umur rencana, silinder beton dikeluarkan dari bak perendaman dan dikeringkan kurang lebih 24 jam.

Pengujian ini bertujuan untuk mengamati besarnya perubahan panjang silinder beton akibat pembebanan serta besarnya beban (P) pada saat beton mulai retak. Pengujian ini menggunakan mesin uji kuat tekan (*Compression Testing Machine*) dan alat ukur regangan dial (*extensometer*).

Langkah-langkah pengujiannya adalah sebagai berikut:

- a. Menimbang berat, tinggi dan diameter benda uji.
- b. Memasang alat dial extensometer dan menyetel dial pada posisi nol kemudian meletakkan benda uji pada mesin uji kuat tekan.
- c. Pengujian dilakukan dengan beban pada kecepatan yang konstan dan beban bertambah secara kontinyu setiap 5 ton (50 kN).
- d. Untuk pengambilan data, dengan cara mencatat besar perubahan panjang untuk setiap penambahan tekanan sebesar 5 ton yang dapat dibaca dari alat Compression Testing Machine dan extensometer.
- e. Menghitung regangan (ϵ) yang terjadi sesuai dengan persamaan yang telah dijelaskan pada bab 2.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.4. Pengujian Slump Test

Nilai *slump* selalu dihubungkan dengan kemudahan pengerjaan beton (*workability*). *Slump test* adalah pengujian yang digunakan untuk mengukur *workabilitas* beton segar, karena kelecakan beton segar sering diidentikkan dengan slumpnya. Unsur-unsur yang mempengaruhi nilai slump antara lain:

1. Gradasi dan bentuk permukaan agregat.
2. Faktor air semen.
3. Volume udara pada adukan beton.
4. Karakteristik semen.
5. Bahan tambahan.

Hasil pengujian nilai *slump* untuk beton normal dan beton dengan variasi pasir silika dapat dilihat dalam Table 4.1 :

Tabel 4.1: Hasil pengujian *slump* beton FAS 0,4.

Variasi	Umur Beton (Hari)	Slump Test (cm)
0%	28	3,20
5%	28	4,00
7%	28	3,45
8%	28	4,45

Tabel 4.2: Hasil pengujian *slump* beton FAS 0,5.

Variasi	Umur Beton (Hari)	Slump Test (cm)
0%	28	3,20
5%	28	3,60
7%	28	3,40
8%	28	4,20

Dari data nilai slump diatas berkisar antara 3 cm sampai 4,5 cm dan workability yang dilakukan pada saat beton segar cukup mudah dikerjakan hingga sampai ke tahap pencetakan benda uji.

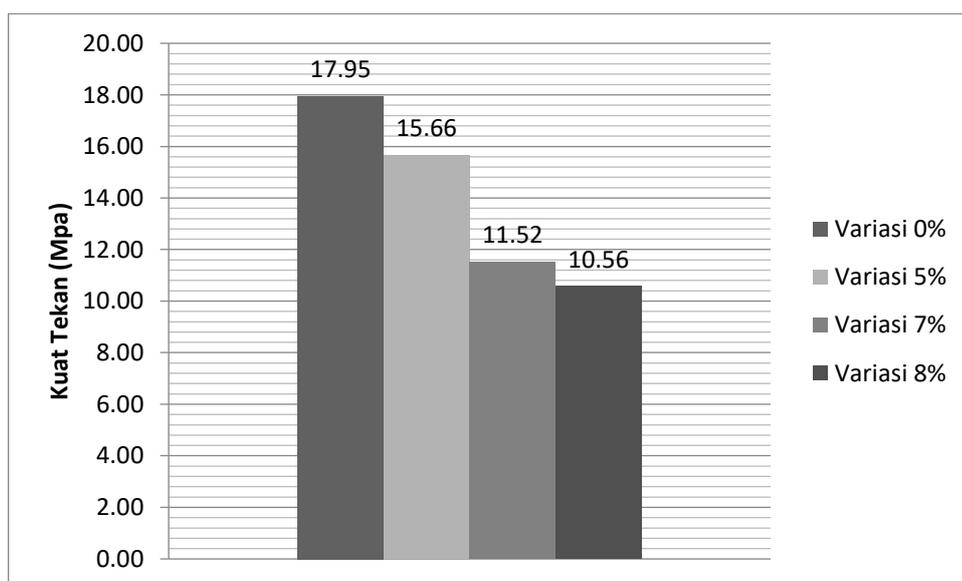
3.5. Kuat Tekan Silinder Beton

Pengujian dilakukan pada umur 28 hari, dan hasil kuat tekan yang tertera pada tabel merupakan hasil kuat tekan dengan ukuran benda uji diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Pengujian dilakukan berdasarkan SNI 1974 : 2011, Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder.

Hasil pengujian kuat tekan beton dengan tambahan serbuk cangkang kulit rajungan untuk setiap variasi dapat dilihat pada Tabel 4.3:

Tabel 4.3: Hasil pengujian kuat tekan beton FAS 0,4.

Variasi	Umur Beton (Hari)	Berat (kg)	Luas Penampang (cm ²)	Kuat Tekan (Mpa)
0%	28	12,42	176,63	17,95
5%	28	12,10	176,63	15,66
7%	28	11,82	176,63	11,52
8%	28	11,59	176,63	10,56

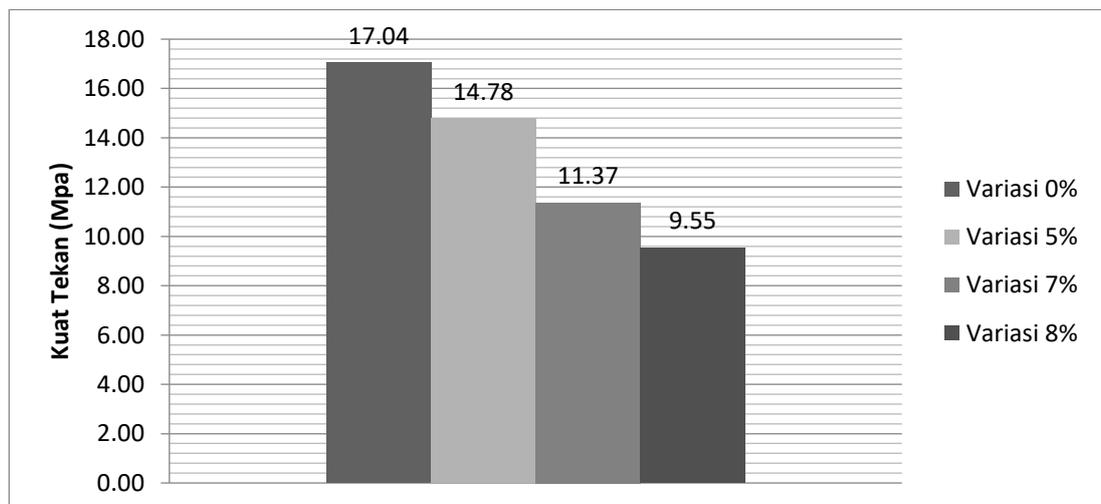


Gambar 4.1: Perbandingan kuat tekan beton FAS 0,4 setiap variasi.

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat dilihat bahwa dengan fas 0,4 nilai rata-rata kuat tekan beton normal atau variasi campuran serbuk cangkang rajungan 0% memiliki kuat tekan sebesar 17,95 Mpa. Untuk beton variasi campuran serbuk cangkang rajungan 5% memiliki kuat tekan sebesar 15,66 Mpa dan variasi campuran serbuk cangkang rajungan 7% memiliki kuat tekan sebesar 11,52 Mpa. Sedangkan beton variasi campuran serbuk cangkang rajungan 8% memiliki kuat tekan sebesar 10,56 Mpa pada umur 28 hari. Jika dimasukkan menjadi suatu grafik batang, dapat dilihat pada Gambar 4.1. Dimana terlihat semakin tinggi variasi campuran serbuk cangkang rajungan, maka semakin menurun kuat tekan yang didapat pada umur 28 hari.

Tabel 4.4: Hasil pengujian kuat tekan beton FAS 0,5.

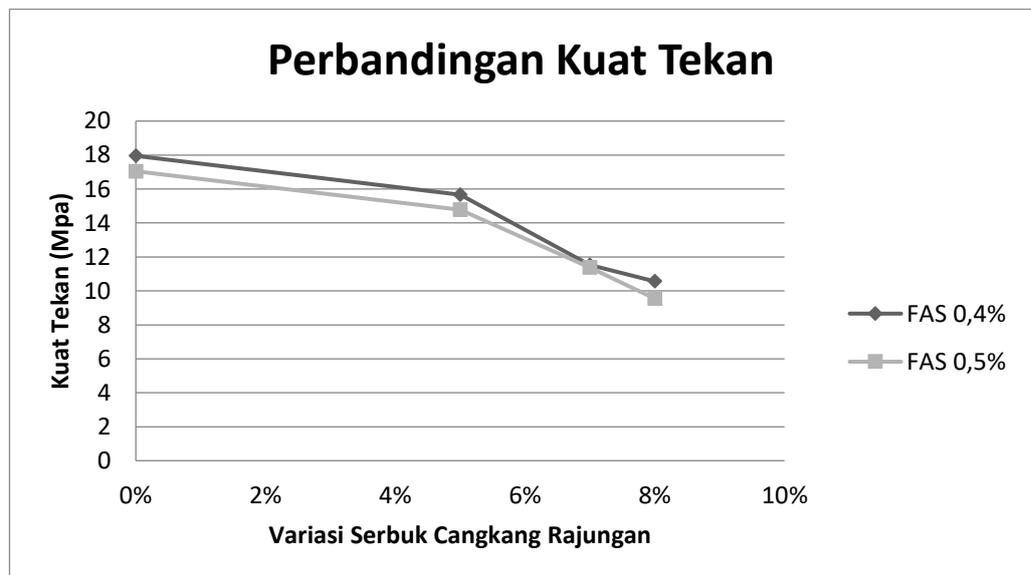
Variasi	Umur Beton (Hari)	Berat (kg)	Luas Penampang (cm ²)	Kuat Tekan (Mpa)
0%	28	12,33	176,63	17,04
5%	28	12,18	176,63	14,78
7%	28	12,01	176,63	11,37
8%	28	11,91	176,63	9,55



Gambar 4.2: Perbandingan kuat tekan beton FAS 0,5 setiap variasi.

Berdasarkan Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa dengan fas 0,5 nilai rata-rata kuat tekan beton normal atau variasi campuran serbuk cangkang rajungan 0% memiliki kuat tekan sebesar 17,04 Mpa. Untuk beton variasi campuran serbuk cangkang rajungan 5% memiliki kuat tekan sebesar 14,78 Mpa dan variasi campuran serbuk cangkang rajungan 7% memiliki kuat tekan sebesar 11,37 Mpa. Sedangkan beton variasi campuran serbuk cangkang rajungan 8% memiliki kuat tekan sebesar 9,55 Mpa pada umur 28 hari. Jika dimasukkan menjadi suatu grafik batang, dapat dilihat pada gambar 4.2. Dimana terlihat semakin tinggi variasi campuran serbuk cangkang rajungan, maka semakin menurun kuat tekan yang didapat pada umur 28 hari.

Maka untuk perbandingan fas 0,4 dan fas 0,5 dapat dilihat pada Gambar 4.3 :



Gambar 4.3: Perbandingan kuat tekan beton FAS 0,4 dan FAS 0,5.

3.6. Pengujian Modulus Elastisitas Beton

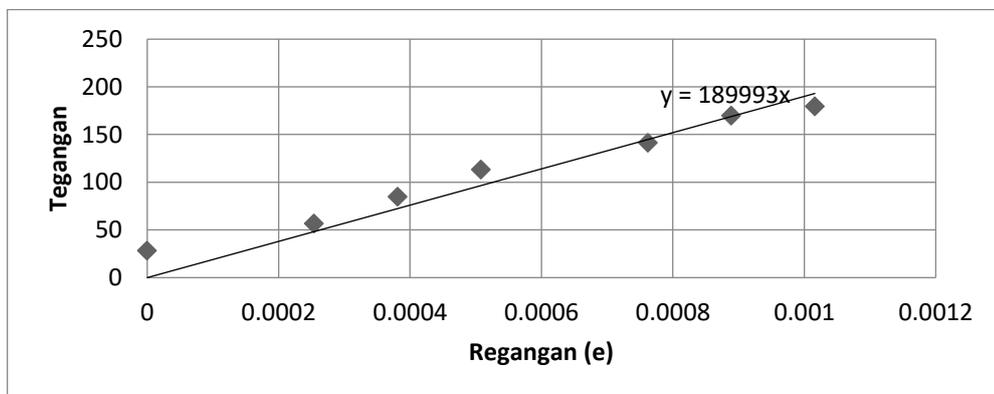
Pengujian dilakukan pada silinder beton uji dengan menggunakan *compress test machine* dengan pembebanan secara konstan untuk mengetahui besar beban yang diterima sampai dengan beban maksimum (saat beton mulai retak) dan *extensometer* untuk mengetahui perubahan panjang yang terjadi sehingga dapat

diketahui nilai tegangan dan regangan yang terjadi pada setiap pembebanan. Hasil dari pengujian beton dengan fas 0,4 tersebut untuk setiap variasi ditampilkan dalam Tabel 4.5:

Tabel 4.5: Hasil pengujian modulus elastisitas FAS 0,4 dengan variasi 0%.

No	Gaya Tekan (P) (kg)	Bacaan dial	Δl	$\epsilon = \frac{\Delta l}{l}$	$\sigma = \frac{P}{A}$ (kg/cm ²)
1	5000	0	0	0	28,30856334
2	10000	20	0,00508	0,000254	56,61712668
3	15000	30	0,00762	0,000381	84,92569002
4	20000	40	0,01016	0,000508	113,2342534
5	25000	60	0,01524	0,000762	141,5428167
6	30000	70	0,01778	0,000889	169,85138
7	31700	80	0,02032	0,001016	179,4762916

Dari data hasil pengujian dilaboratorium, dihasilkan data tegangan dan regangan sesuai dengan gaya tekan yang dilakukan seperti pada Tabel 4.5 dan dimasukkan kedalam grafik lalu dilakukan regresi linear. Menurut Nawy (1985), nilai modulus elastisitas beton didapat dari kemiringan suatu garis lurus (linier) yang menghubungkan titik pusat dengan suatu harga tegangan (sekitar 40 % f_c').



Gambar 4.4: Grafik tegangan-regangan beton FAS 0,4 dengan variasi 0%. Untuk perhitungan modulus elastisitas benda uji Beton FAS 0,4 dengan

Variasi 0% umur 28 hari digunakan sebagai contoh untuk menjadi acuan perhitungan variasi yang lainnya dengan data perhitungan adalah sebagai berikut:

Persamaan regresi linier: $y = 189993 x$

Kemudian dihitung nilai modulus elastisitas (E_c) menggunakan persamaan:

$$E_c = \frac{(\sigma_2 - \sigma_1)}{(\varepsilon_2 - \varepsilon_1)}$$

$$\sigma_2 = 0,4 \times f_c$$

$$\sigma_2 = 0,4 \times 317 \text{ Ton}$$

$$\sigma_2 = 126,8 \text{ Ton}$$

Dengan persamaan $y = 189993 x$, maka didapat :

$$\sigma_2 = 126,8 \quad - \quad \varepsilon_2 = 0,000667393$$

$$\varepsilon_1 = 0,00005 \quad - \quad \sigma_1 = 9,49965$$

Sehingga nilai modulus elastisitasnya adalah :

$$E_c = \frac{(\sigma_2 - \sigma_1)}{(\varepsilon_2 - \varepsilon_1)}$$

$$E_c = \frac{(126,8 - 9,49965)}{(0,000667393 - 0,00005)}$$

$$E_c = 189993 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_c = 18632,24478 \text{ Mpa}$$

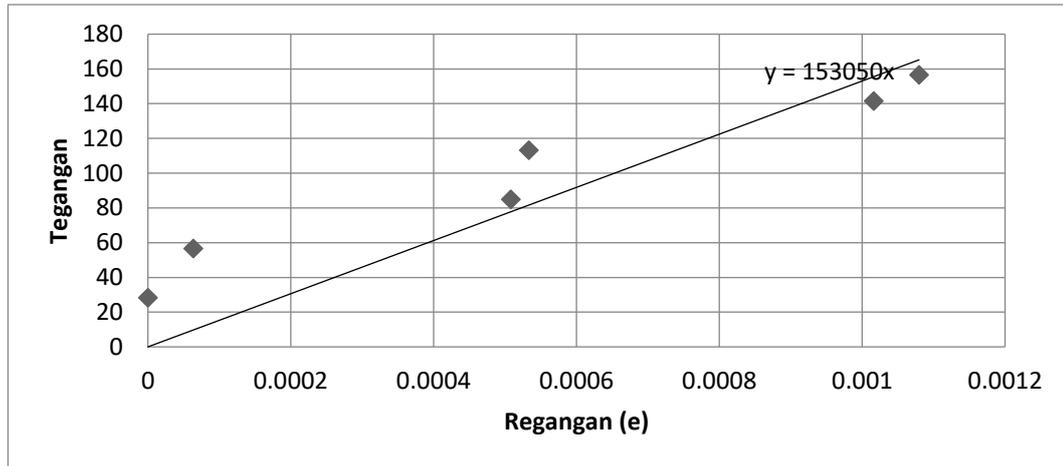
Maka dari hasil perhitungan diatas didapat modulus elastisitas dari benda uji Beton FAS 0,4 dengan Variasi 0% umur 28 hari adalah 18632,24478 Mpa.

Tabel 4.6: Hasil pengujian modulus elastisitas FAS 0,4 dengan variasi 5%.

No	Gaya Tekan (P) (kg)	Bacaan dial	Δl	$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$	$\sigma = \frac{P}{A}$ (kg/cm ²)
1	5000	0	0	0	28,30856334
2	10000	5	0,00127	0,0000635	56,61712668
3	15000	40	0,01016	0,000508	84,92569002
4	20000	42	0,01067	0,0005334	113,2342534
5	25000	80	0,02032	0,001016	141,5428167
6	27660	85	0,02159	0,0010795	156,6029724

Dari data hasil pengujian dilaboratorium, dihasilkan data tegangan dan

regangan sesuai dengan gaya tekan yang dilakukan seperti pada Tabel 4.6 dan dimasukkan kedalam grafik lalu dilakukan regresi linear menggunakan Ms. Excel sama seperti contoh diatas.



Gambar 4.5: Grafik tegangan-regangan beton FAS 0,4 dengan variasi 5%.

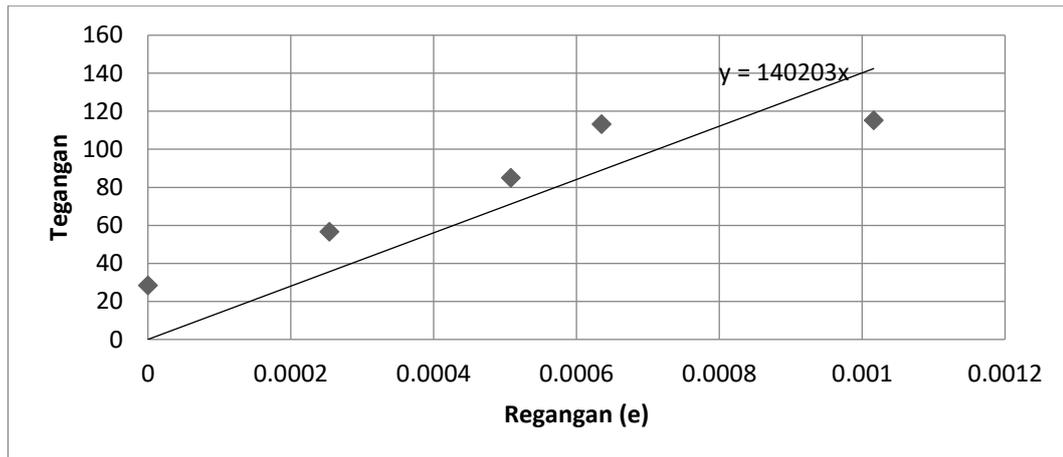
Persamaan regresi linier: $y = 153050 x$

Kemudian dihitung nilai modulus elastisitas (E_c) menggunakan persamaan sama seperti pada perhitungan pengujian modulus elastisitas fas 0,4 dengan variasi 0% didapat $E_c = 15009,31647$ Mpa.

Tabel 4.7: Hasil pengujian modulus elastisitas FAS 0,4 dengan variasi 7%.

No	Gaya Tekan (P) (kg)	Bacaan dial	Δl	$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$	$\sigma = \frac{P}{A}$ (kg/cm ²)
1	5000	0	0	0	28,30856334
2	10000	20	0,00508	0,000254	56,61712668
3	15000	40	0,01016	0,000508	84,92569002
4	20000	50	0,0127	0,000635	113,2342534
5	20350	80	0,02032	0,001016	115,2158528

Berdasarkan data hasil pengujian dilaboratorium, dihasilkan data tegangan dan regangan sesuai dengan gaya tekan yang dilakukan seperti pada Tabel 4.7 dan dimasukkan kedalam grafik lalu dilakukan regresi linear sama seperti contoh diatas.



Gambar 4.6: Grafik tegangan-regangan beton FAS 0,4 dengan variasi 7%.

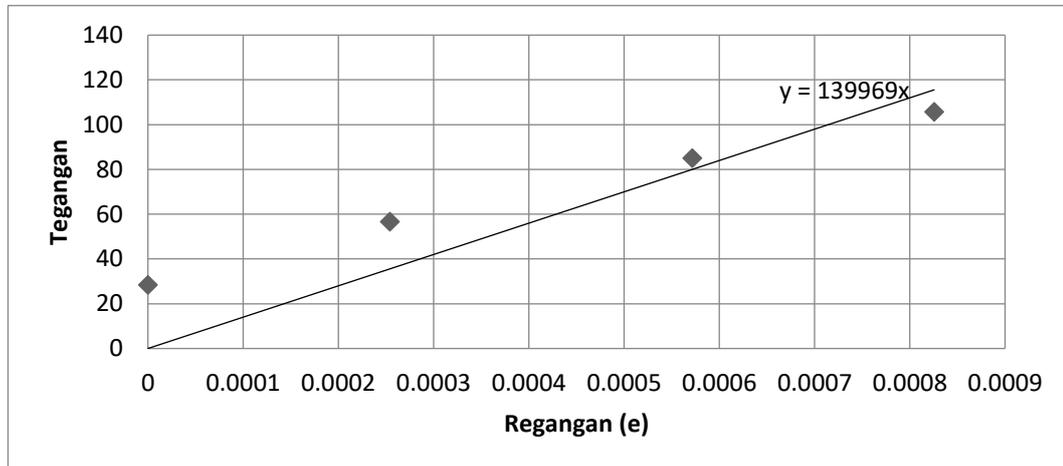
Persamaan regresi linier: $y = 140203 x$

Lalu dihitung nilai modulus elastisitas (E_c) menggunakan persamaan sama seperti pada perhitungan pengujian modulus elastisitas fas 0,4 dengan variasi 0% didapat $E_c = 13749,43611$ Mpa.

Tabel 4.8: Hasil pengujian modulus elastisitas FAS 0,4 dengan variasi 8%.

No	Gaya Tekan (P) (kg)	Bacaan dial	Δl	$\epsilon = \frac{\Delta l}{l}$	$\sigma = \frac{P}{A}$ (kg/cm ²)
1	5000	0	0	0	28,30856334
2	10000	20	0,00508	0,000254	56,61712668
3	15000	45	0,01143	0,0005715	84,92569002
4	18660	65	0,01651	0,0008255	105,6475584

Berdasarkan data tegangan dan regangan sesuai dengan gaya tekan yang dilakukan seperti pada Tabel 4.8 dan dimasukkan kedalam grafik lalu dilakukan regresi linear menggunakan Ms. Excel sehingga dihasilkan data berikut :



Gambar 4.7: Grafik tegangan-regangan beton FAS 0,4 dengan variasi 8%.

Persamaan regresi linier: $y = 139969 x$

Kemudian dihitung nilai modulus elastisitas (E_c) menggunakan persamaan sama seperti pada perhitungan pengujian modulus elastisitas fas 0,4 dengan variasi 0% didapat $E_c = 13726,48818$ Mpa.

Setelah dilakukan perhitungan melalui data grafik hubungan tegangan-regangan beton fas 0,4 maka dilakukan juga perhitungan modulus elastisitas berdasarkan SNI 2847-2013 yaitu $E_c = 4700\sqrt{f_c}$ sebagai perbandingan dan didapat hasil dari masing-masing variasi adalah sebagai berikut:

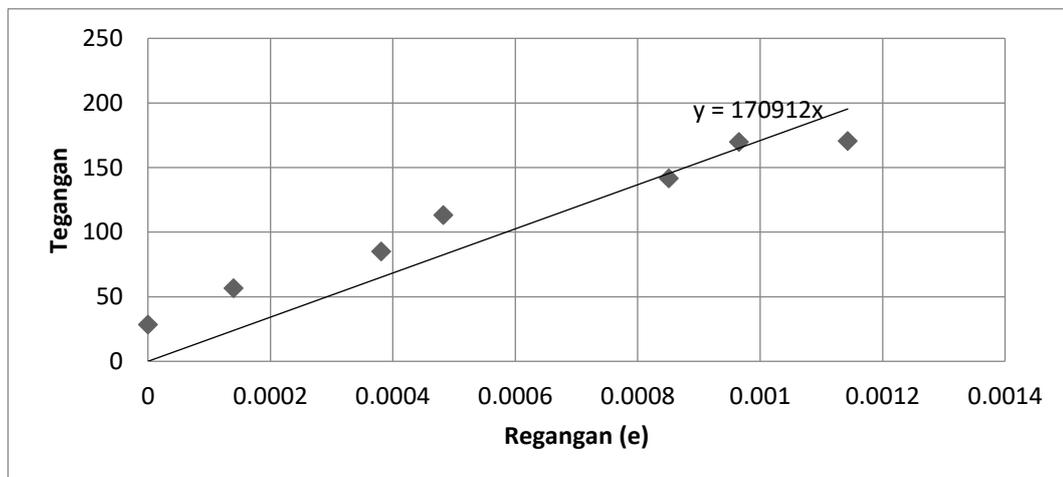
Tabel 4.9: Hasil modulus elastisitas FAS 0,4 metode perhitungan dan SNI.

Variasi	Berat (kg)	Kuat Tekan (Mpa)	Modulus Elastisitas Perhitungan	Modulus Elastisitas SNI
0%	12,415	17,94	18632,24478	19911,38187
5%	12,102	15,66	15009,31647	18599,35391
7%	11,818	11,52	13749,43611	15953,42655
8%	11,593	10,56	13726,48818	15276,63106

Hasil dari pengujian beton dengan fas 0,5 tersebut untuk setiap variasi ditampilkan dalam Tabel 4.10 :

Tabel 4.10: Hasil pengujian modulus elastisitas FAS 0,5 dengan variasi 0%.

No	Gaya Tekan (P) (kg)	Bacaan dial	Δl	$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$	$\sigma = \frac{P}{A}$ (kg/cm ²)
1	5000	0	0	0	28,30856334
2	10000	11	0,00279	0,0001397	56,61712668
3	15000	30	0,00762	0,000381	84,92569002
4	20000	38	0,00965	0,0004826	113,2342534
5	25000	67	0,01702	0,0008509	141,5428167
6	30000	76	0,0193	0,0009652	169,85138
7	30120	90	0,02286	0,001143	170,5307856



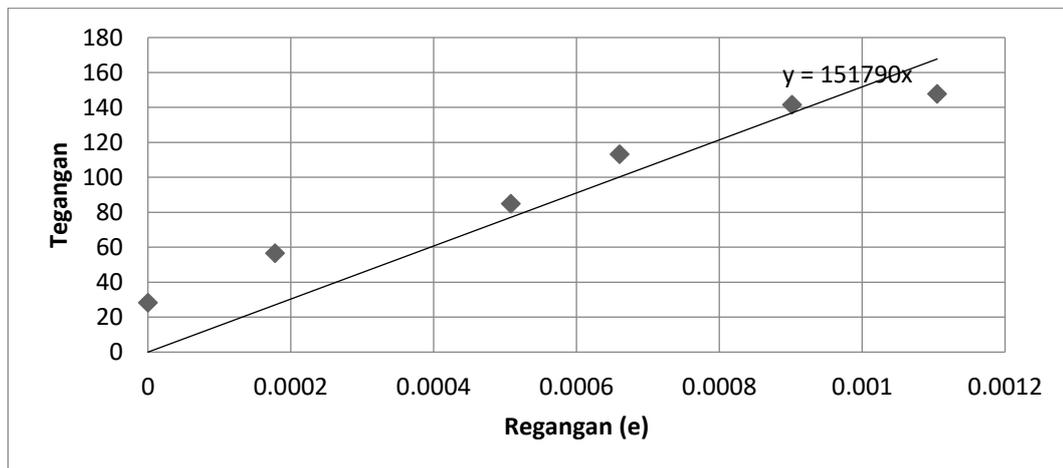
Gambar 4.8: Grafik tegangan-regangan beton FAS 0,5 dengan variasi 0%.

Persamaan regresi linier: $y = 170912 x$

Kemudian dihitung nilai modulus elastisitas (E_c) menggunakan persamaan sama seperti pada perhitungan pengujian modulus elastisitas fas 0,4 dengan variasi 0% didapat $E_c = 16761,00814$ Mpa.

Tabel 4.11: Hasil pengujian modulus elastisitas FAS 0,5 dengan variasi 5%.

No	Gaya Tekan (P) (kg)	Bacaan dial	Δl	$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$	$\sigma = \frac{P}{A}$ (kg/cm ²)
1	5000	0	0	0	28,30856334
2	10000	14	0,00356	0,0001778	56,61712668
3	15000	40	0,01016	0,000508	84,92569002
4	20000	52	0,01321	0,0006604	113,2342534
6	26100	87	0,0221	0,0011049	147,7707006
5	25000	71	0,01803	0,0009017	141,5428167



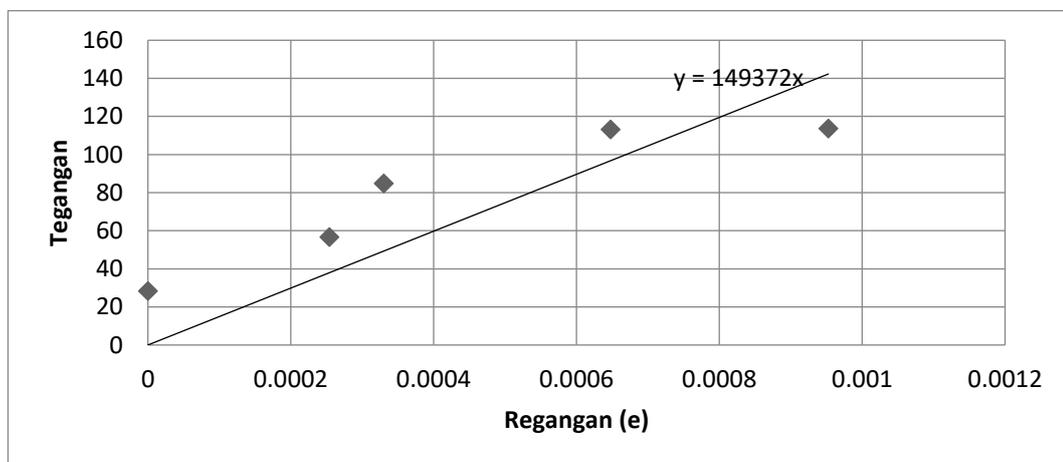
Gambar 4.9: Grafik tegangan-regangan beton FAS 0,5 dengan variasi 5%.

Persamaan regresi linier: $y = 151790 x$

Kemudian dihitung nilai modulus elastisitas (E_c) menggunakan persamaan sama seperti pada perhitungan pengujian modulus elastisitas fas 0,4 dengan variasi 0% didapat $E_c = 14648,6221$ Mpa.

Tabel 4.12: Hasil pengujian modulus elastisitas FAS 0,5 dengan variasi 7%.

No	Gaya Tekan (P) (kg)	Bacaan dial	Δl	$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$	$\sigma = \frac{P}{A}$ (kg/cm ²)
1	5000	0	0	0	28,30856334
2	10000	20	0,00508	0,000254	56,61712668
3	15000	26	0,0066	0,0003302	84,92569002
4	20000	51	0,01295	0,0006477	113,2342534
5	20090	75	0,01905	0,0009525	113,7438075



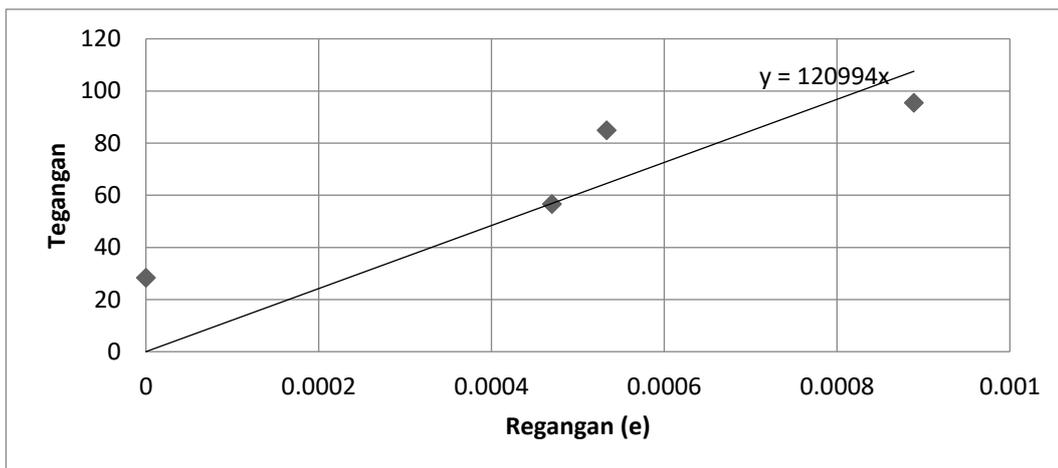
Gambar 4.10: Grafik tegangan-regangan beton FAS 0,5 dengan variasi 7%.

Persamaan regresi linier: $y = 149372 x$

Kemudian dihitung nilai modulus elastisitas (E_c) menggunakan persamaan sama seperti pada perhitungan pengujian modulus elastisitas fas 0,4 dengan variasi 0% didapat $E_c = 14648,6221 \text{ Mpa}$

Tabel 4.13: Hasil pengujian modulus elastisitas FAS 0,5 dengan variasi 8%.

No	Gaya Tekan (P) (kg)	Bacaan dial	Δl	$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$	$\sigma = \frac{P}{A}$ (kg/cm ²)
1	5000	0	0	0	28,30856334
2	10000	37	0,0094	0,0004699	56,61712668
3	15000	42	0,01067	0,0005334	84,92569002
4	16860	70	0,01778	0,000889	95,45647558



Gambar 4.11: Grafik tegangan-regangan beton FAS 0,5 dengan variasi 8%.

Persamaan regresi linier: $y = 149372 x$

Kemudian dihitung nilai modulus elastisitas (E_c) menggunakan persamaan sama seperti pada perhitungan pengujian modulus elastisitas fas 0,4 dengan variasi 0% didapat $E_c = 11865,6467 \text{ Mpa}$

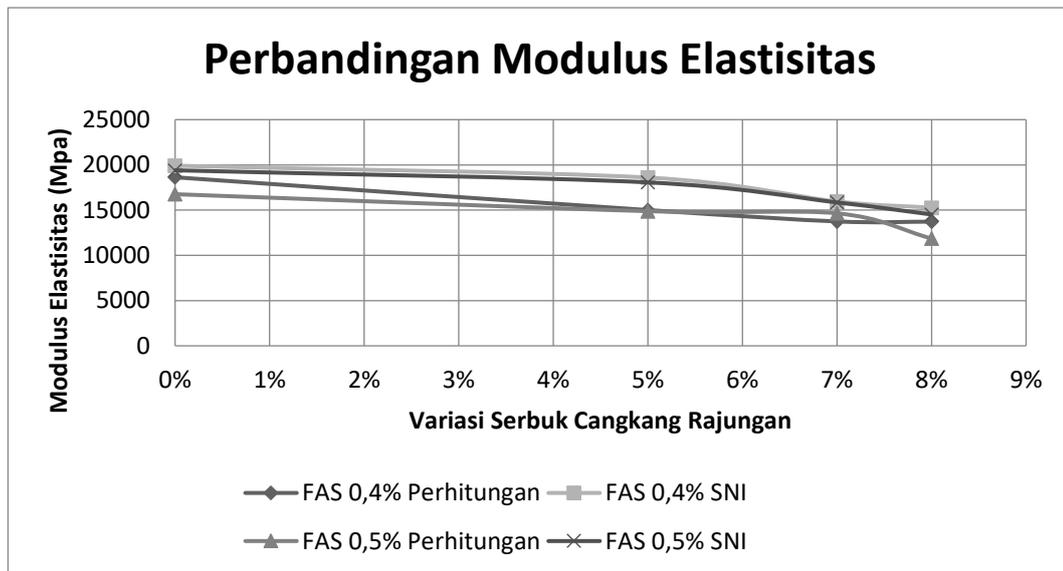
Setelah dilakukan perhitungan melalui data grafik hubungan tegangan-regangan beton fas 0,5 maka dilakukan juga perhitungan modulus elastisitas berdasarkan SNI 2847-2013 yaitu $E_c = 4700\sqrt{f_c}$ sama seperti data beton fas 0,4 sebagai perbandingan dan didapat hasil dari masing-masing variasi adalah sebagai berikut:

Tabel 4.14: Hasil modulus elastisitas FAS 0,5 metode perhitungan dan SNI.

Variasi	Berat (kg)	Kuat Tekan (Mpa)	Modulus Elastisitas Perhitungan	Modulus Elastisitas SNI
0%	12,327	17,04	16761,00814	19402,38055
5%	12,181	14,77	14885,75071	18067,24876
7%	12,011	11,37	14648,62214	15851,18515
8%	11,912	9,54	11865,64676	14521,13475

Tabel 4.15: Hasil pengujian modulus elastisitas FAS 0,4 dan FAS 0,5.

FAS	Variasi	Berat (kg)	Kuat Tekan (Mpa)	Modulus Elastisitas Perhitungan	Modulus Elastisitas SNI
0,4%	0%	12,415	17,94	18632,24478	19911,38187
	5%	12,102	15,66	15009,31647	18599,35391
	7%	11,818	11,52	13749,43611	15953,42655
	8%	11,593	10,56	13726,48818	15276,63106
0,5%	0%	12,327	17,04	16761,00814	19402,38055
	5%	12,181	14,77	14885,75071	18067,24876
	7%	12,011	11,37	14648,62214	15851,18515
	8%	11,912	9,54	11865,64676	14521,13475



Gambar 4.12: Grafik modulus elastisitas beton FAS 0,4 dan FAS 0,5.

2.3. Kesimpulan

Dari hasil pengujian, analisa data dan pembahasan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian nilai slump test, didapat berkisar antara 3 cm sampai 4,5 cm dan workability dari beton segar dalam pengerjaan penelitian ini mudah untuk dikerjakan.
2. Nilai kuat tekan beton dengan nilai fas 0,4 lebih tinggi daripada kuat tekan beton dengan nilai fas 0,5. Dan untuk beton dengan variasi serbuk cangkang rajungan, semakin tinggi nilai persentase bahan tambah serbuk cangkang rajungan maka semakin rendah kuat tekan yang dihasilkan dari benda uji. Kuat tekan tertinggi dari benda uji adalah pada variasi benda uji beton fas 0,4 dengan campuran serbuk cangkang rajungan 0% dengan nilai 17,94 Mpa. Untuk kuat tekan terendah adalah pada benda uji beton fas 0,5 dengan campuran serbuk cangkang rajungan 8% dengan kuat tekan 9,54 Mpa.
3. Nilai modulus elastisitas beton berbandingan lurus dengan kuat tekan beton, dimana semakin tinggi kuat beton maka semakin tinggi nilai modulus elastisitasnya. Modulus elastisitas tertinggi dari benda uji adalah pada variasi benda uji beton fas 0,4 dengan campuran serbuk cangkang rajungan 0% dengan nilai 19911,38187 Mpa. Untuk modulus elastisitas terendah adalah pada benda uji beton fas 0,5 dengan campuran serbuk cangkang rajungan 8% dengan kuat tekan 14521,13475 Mpa.

5.2. Saran

1. Melakukan penelitian lebih lanjut mengenai campuran serbuk cangkang rajungan dengan persentase yang berbeda demi mencapai beton dengan mutu yang lebih tinggi.
2. Melakukan penambahan superplasticizer untuk melihat kinerja beton yang berbeda.

LAMPIRAN I
PEMERIKSAAN BAHAN



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

ANALISA SARINGAN PASIR
UNTUK MATERIAL BALOK
SNI 03-2834-1993

Sieve Size	Retained Fraction					Cumulative	
	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Sample III (gr)	Total Weight (gr)	%	Ret.	Pass.
9.50 (No 3/8 in)	0	0	0	0	0	0	100
4.75 (No. 4)	4	6	7	17	0,52	0,52	99,48
2.36 (No. 8)	7	8	5	20	0,61	1,13	98,87
1.18 (No.16)	10	15	15	40	1,21	2,34	97,66
0.60 (No. 30)	12	10	106	128	3,89	6,23	93,77
0.30 (No. 50)	520	517	443	1480	44,94	51,17	48,83
0.15 (No. 100)	318	410	499	1227	37,26	88,43	11,57
Pan	127	132	122	381	11,57	100	0
Total	998	1098	1197	3293	100		

➤ Persentasi berat tertahan rata-rata :

$$\text{No.4} = \frac{17}{3293} \times 100\% = 0,52 \%$$

$$\text{No.8} = \frac{20}{3293} \times 100\% = 0,61 \%$$

$$\text{No.16} = \frac{40}{3293} \times 100\% = 1,21 \%$$

$$\text{No.30} = \frac{128}{3293} \times 100\% = 3,89 \%$$

$$\text{No.50} = \frac{1480}{3293} \times 100\% = 44,94 \%$$

$$\text{No.100} = \frac{1227}{3293} \times 100\% = 37,26 \%$$

$$\text{Pan} = \frac{381}{3293} \times 100\% = 11,57 \%$$

➤ Persentasi berat kumulatif tertahan :

$$\text{No.4} = 0 + 0,52 = 0,52 \%$$

$$\text{No.8} = 0,52 + 0,61 = 1,13 \%$$

$$\text{No.16} = 1,13 + 1,21 = 2,34 \%$$

$$\text{No.30} = 2,34 + 3,89 = 6,23 \%$$

$$\text{No.50} = 6,23 + 44,94 = 51,17 \%$$

$$\text{No.100} = 51,17 + 37,26 = 88,43 \%$$

$$\text{Pan} = 88,43 + 11,57 = 100,00 \%$$

$$\text{Fineness Modulus (FM)} = \frac{249,82}{100} = 2,49$$

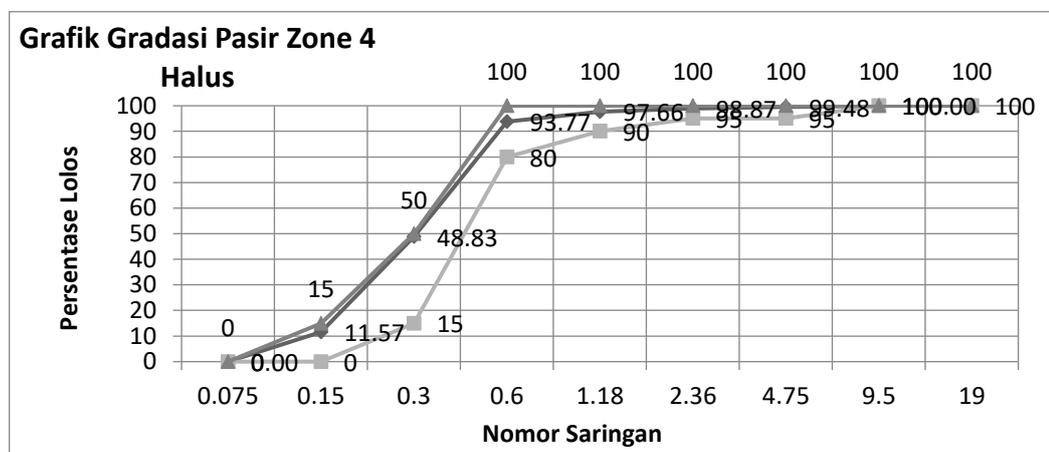
Klasifikasi pasir yang baik :

Halus : $2,2 < \text{FM} < 2,6$

Sedang : $2,6 < \text{FM} < 2,9$

Kasar : $2,9 < \text{FM} < 3,2$

➤ Persentasi berat kumulatif yang lolos saringan



Gambar 3.2: Grafik gradasi agregat halus (zona 4 pasir halus).

BERAT JENIS DAN ABSORSI
AGREGAT HALUS UNTUK MATERIAL BETON
ASTM C 128

Fine Agregate Passing No. 9.5 mm	Sample I	Sample II	Sample III	Average
<i>Wt of SSD sample in air (berat contoh SSD kering permukaan jenuh) B</i>	500	500	500	500
<i>Wt of oven dry sample (berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan) E</i>	492	491	490	491
<i>Wt of flask + water (berat piknometer penuh air) D</i>	666	667	667	666,67
<i>Wt of flask + water + sample (berat contoh SSD dalam piknometer penuh air) C</i>	971	969	969	969,67
<i>Bulk sp gravity dry (berat jenis contoh kering) $E/(B+D-C)$</i>	2,52	2,48	2,47	2,49
<i>Bulk sp gravity SSD (berat jenis contoh SSD) $B/(B+D-C)$</i>	2,56	2,52	2,52	2,53
<i>Apparent sp gravity (berat jenis contoh semu) $E/(E+D-C)$</i>	2,63	2,60	2,61	2,61
<i>Absortion (penyerapan) $((B-E)/E) \times 100\%$</i>	1,63	1,83	2,04	1,83

PEMERIKSAAN KADAR LUMPUR
AGREGAT HALUS UNTUK MATERIAL BETON
SNI 03-2834-1993

Fine Agregate (Agregat halus)	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Sample III (gr)	Average
Berat contoh kering : A (gr)	500	500	500	500
Berat kering contoh setelah dicuci : B (gr)	482	483	480	481,67
Berat kotoran agregat lolos saringan (No. 200) setelah dicuci : C (gr)	18	17	20	18,33
Persentase kotoran agregat lolos saringan (No. 200) dicuci % setelah	3,6	3,4	4,0	3,67

BERAT ISI PASIR**ASTM C 127**

No	Fine Agregate Passing No. 50.8 mm	Sample I	Sample II	Sample III	Average
1	<i>Wt of sample & mold</i> (berat contoh & wadah) Gr	17830	17670	18210	17903,33
2	<i>Wt of mold</i> (berat wadah), gr	5300	5300	5300	5300
3	<i>Wt of sample</i> (berat contoh), gr	12330	12370	12910	12536,67
4	<i>Vol of mold</i> (volume wadah) cm ³	10952,33	10952,33	10952,33	10952,33
5	<i>Unit weight</i> (berat Isi) gr/cm ³	1,126	1,129	1,179	1,145

KADAR AIR PASIR
UNTUK MATERIAL BETON
ASTM C 566

Fine Agregate Passing No. 9.5 mm	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Sample III (gr)	Average
<i>Wt of SSD sample & mold (berat contoh SSD & berat wadah) (W1)</i>	605	633	663	663,67
<i>Wt of oven dry sample & mold (berat contoh kering oven & wadah) (W2)</i>	594	622	652	622,67
<i>Wt of mold (berat wadah) (W3)</i>	105	133	163	133,67
<i>Wt of water (berat air) (W1-W2)</i>	11	11	11	11
<i>Wt of oven dry sample (berat contoh kering) (W2-W3)</i>	489	489	489	489
<i>Water content (kadar air) $((W1-W2)/(W2-W3)) \times 100\%$</i>	2,25	2,25	2,25	2,25

ANALISA SARINGAN AGREGAT KASAR
UNTUK MATERIAL BETON
SNI 03-2834-1993

Sieve Size	Retained Fraction					Cumulative	
	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Sample III (gr)	Total Weight (gr)	%	Retained	Passing
	38,1 (1.5 in)	128	77	92	297		
19.0 (3/4 in)	790	1001	1148	2939	33,82	63,69	36,31
9.52 (3/8 in)	1466	1497	718	3681	42,35	80,47	19,53
4.75 (No. 4)	314	321	1139	1774	20,41	100,00	0,00
2.36 (No. 8)	0	0	0	0	0,00	100,00	0,00
1.18 (No.16)	0	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0.60 (No. 30)	0	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0.30 (No. 50)	0	0	0	0	0,00	100,00	0,00
0.15 (No. 100)	0	0	0	0	0,00	100,00	0,00
Pan	0	0	0	0	0,00	100	0
Total	2698	2896	3097	8691	100		

➤ Persentasi tertahan:

$$1,5 = \frac{297}{8691} \times 100\% = 3,42 \%$$

$$3/4 = \frac{2939}{8691} \times 100\% = 33,82 \%$$

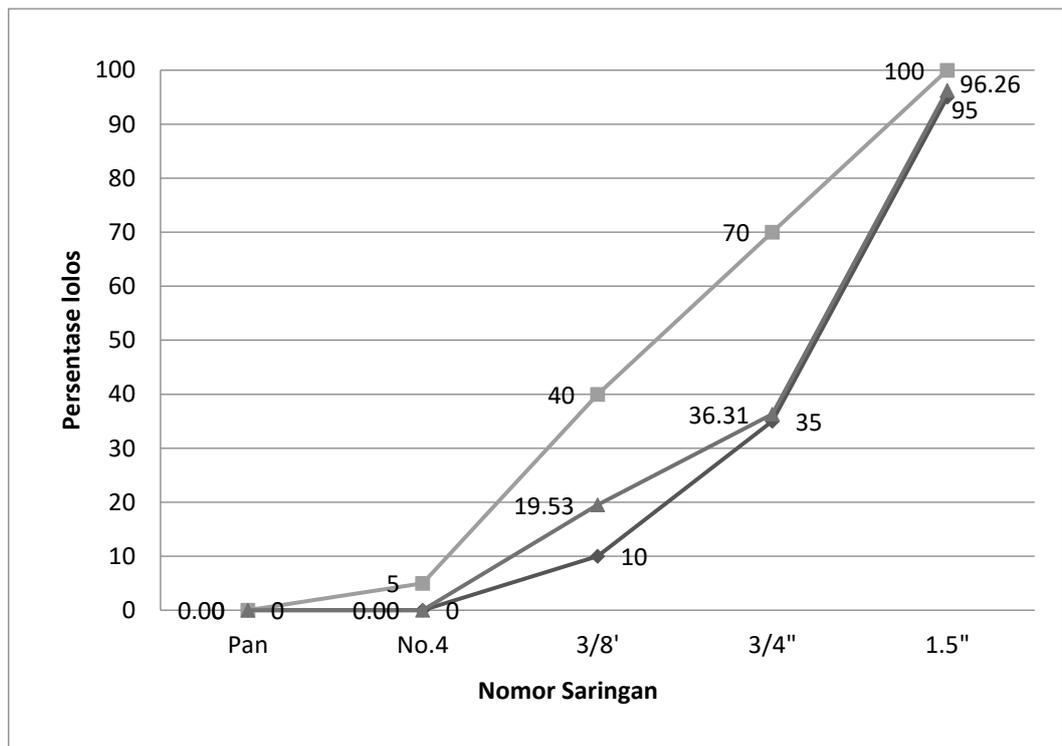
$$3/8 = \frac{3681}{8691} \times 100\% = 42,35 \%$$

$$\text{No. 4} = \frac{1774}{8691} \times 100\% = 20,41 \%$$

➤ Persentasi berat kumulatif tertahan:

1,5	=	0	+	3,42	=	3,42	%
3/4	=	3,42	+	33,82	=	37,24	%
3/8	=	37,24	+	42,35	=	79,59	%
No.4	=	79,59	+	20,41	=	100,00	%

$$\text{Fineness Modulus (FM)} = \frac{720,25}{100} = 7,2$$



KADAR AIR AGREGAT KASAR
UNTUK MATERIAL BETON
ASTM C 29

Course Agregate Passing No. 50.8 mm	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Sample III (gr)	Average
<i>Wt of SSD sample & mold</i> (berat contoh SSD & berat wadah)	1737	1740	1992	1823
<i>Wt of SSD sample</i> (berat contoh SSD)	1500	1500	1500	1500
<i>Wt of oven dry sample & mold</i> (berat contoh kering oven & wadah)	1727	1729	1983	1813
<i>Wt of mold</i> (berat wadah)	237	240	492	328
<i>Wt of water</i> (berat air)	10	11	9	10
<i>Wt of oven dry sample</i> (berat contoh kering)	1490	1489	1491	1490
<i>Water content</i> (kadar air)	0,67	0,74	0,60	0,67

KADAR LUMPUR AGREGAT KASAR

UNTUK MATERIAL BETON

SNI 03-2834-1993

Course Agregate (Agregat kasar)	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Sample III (gr)	Average
Berat contoh kering : A (gr)	1500	1500	1500	1500
Berat kering contoh setelah dicuci : B (gr)	1490	1492	1488	1490
Berat kotoran agregat lolos saringan (No. 200) setelah dicuci : C (gr)	10	8	12	10
Persentase kotoran agregat lolos saringan (No. 200) setelah dicuci %	0,67	0,53	0,80	0,67

BERAT JENIS DAN ABSORSI AGREGAT KASAR
UNTUK MATERIAL BETON
ASTM C 127

Coarse Agregate Passing No. 19.10 mm	Sample I	Sample II	Sample III	Average
<i>Wt of SSD sample in air (berat contoh SSD kering permukaan jenuh) A (gr)</i>	3100	2700	2900	2900
<i>Wt of SSD sample in air (berat contoh SSD kering permukaan jenuh) A (gr)</i>	3100	2700	2900	2900
<i>Wt of oven dry sample (berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan) C (gr)</i>	3079	2678	2877	2878
<i>Wt of SSD Sample in water (Berat contoh SSD di dalam air) B (gr)</i>	1962	1711	1843	1838,67
<i>Bulk sp grafity dry (berat jenis contoh kering) $C/(A-B)$ (gr/cm³)</i>	2,71	2,71	2,72	2,713
<i>Bulk sp grafity SSD (berat jenis contoh SSD) $A/(A-B)$ (gr/cm³)</i>	2,72	2,71	2,74	2,723
<i>Apparent sp grafity (berat jenis contoh semu) $C/(C-B)$ (gr/cm³)</i>	2,76	2,77	2,78	2,77
<i>Absortion (penyerapan) $((A-C)/C) \times 100\%$</i>	0,68	0,82	0,80	0,77

BERAT ISI AGREGAT KASAR
UNTUK MATERIAL BETON
ASTM C 29

No	Fine Agregate Passing No. 50.8 mm	Sample I	Sample II	Sample III	Average
1	<i>Wt of sample & mold</i> (berat contoh & wadah) Gr	26270	26970	26780	26673,33
2	<i>Wt of mold</i> (berat wadah), gr	6440	6440	6440	6440
3	<i>Wt of sample</i> (berat contoh), gr	19830	20530	20340	20233,33
4	<i>Vol of mold</i> (volume wadah) cm ³	15465,21	15465,21	15465,21	15465,21
5	<i>Unit weight</i> (berat Isi) gr/cm ³	1,282	1,328	1,315	1,308

KEAUSAN AGREGAT DENGAN MESIN *LOS ANGELES*

SNI 2147:2008

Sieve Size	Wt of sample before test (Berat awal) gr	Wt of sample after test (Berat akhir) gr
12,5 (1/2 in)	2500	1556
9,50 (3/8 in)	2500	1630
4,75 (No. 4)	-	554
2,36 (No. 8)	-	287
1,18 (No. 16)	-	-
0,60 (No. 30)	-	-
0,30 (No. 50)	-	-
0,15 (No. 100)	-	-
Pan	-	96
Total	5000	4123
	Berat lolos saringan No. 12	877
	<i>Abrasion</i> (Keausan) (%)	17,54 %

$$\begin{aligned} \textit{Abrasion} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100\% \\ &= \frac{5000 - 4123}{5000} \times 100\% = 17,54\% \end{aligned}$$

LAMPIRAN II

PERENCANAAN CAMPURAN BETON

(MIX DESIGN)



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

PERENCANAAN CAMPURAN BETON FAS 0,4

SNI 03-2834-1993

Mutu rencana : 25 MPa

PERENCANAAN CAMPURAN BETON SNI 03-2834-1993			
No	Uraian	Tabel/Gambar Perhitungan	Nilai
1	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji silinder)	Ditetapkan	25 Mpa
2	Deviasi Standar	Tabel 1	12 Mpa
3	Nilai tambah (margin)		5,6 Mpa
4	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	1+2+3	42,6 Mpa
5	Jenis semen		PCC
6	Jenis agregat : - kasar - halus	Ditetapkan Ditetapkan	Batu pecah Binjai Pasir alami Binjai
7	Faktor air-semen bebas		0,40
8	Faktor air-semen maksimum	Ditetapkan	0,60
9	Slump	Ditetapkan	30-60 mm
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	40 mm
11	Kadar air bebas	Tabel 2	170 kg/m ³
12	Jumlah semen	11:7	425 kg/m ³
13	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan	425 kg/m ³
14	Jumlah semen minimum	Ditetapkan	275 kg/m ³
15	Faktor air-semen yang disesuaikan	-	0,40
16	Susunan besar butir agregat halus	Grafik 3 s/d 6	Daerah gradasi zona 4
17	Susunan agregat kasar atau gabungan	Grafik 7,8,9	Gradasi maksimum 40 mm
18	Persen agregat halus	Grafik 13 s/d 15	22%
19	Berat jenis relatif, agregat (kering permukaan)	Ditetapkan	2.68
20	Berat isi beton	Grafik 16	2445,15 kg/m ³
21	Kadar agregat gabungan	20-12-11	1850,15 kg/m ³
22	Kadar agregat halus	18 x 21	407,033 kg/m ³

Tabel : Lanjutan.

PERENCANAAN CAMPURAN BETON SNI 03-2834-1993					
No	Uraian	Tabel/Gambar Perhitungan		Nilai	
23	Kadar agregat kasar	21-22		1443,117 kg/m ³	
24	Proporsi campuran	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
	- Tiap m ³	425	170	407,033	1443,117
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,40	0,958	3,396
24	- Tiap campuran uji 0,005304 m ³ (1 Silinder)	1	0,902	2,159	7,654
25	Koreksi proporsi campuran				
	- Tiap m ³	425	166,992	408,743	1444,416
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,393	0,961	3,399
	- Tiap campuran uji 0,005304 m ³ (1 silinder)	1	0,886	2,168	7,661

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

Semen	:	Pasir	:	Batu pecah	:	Air
425	:	408,743	:	1444,416	:	166,992
1	:	0,961	:	3,399	:	0,393

PERENCANAAN CAMPURAN BETON FAS 0,5

SNI 03-2834 (1993)

Mutu rencana : 25 MPa

PERENCANAAN CAMPURAN BETON SNI 03-2834-1993			
No.	Uraian	Tabel/Gambar Perhitungan	Nilai
1	Kuat tekan yang disyaratkan (benda uji silinder)	Ditetapkan	25 Mpa
2	Deviasi Standar	Tabel 1	12 Mpa
3	Nilai tambah (margin)		5,6 Mpa
4	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	1+2+3	42,1 Mpa
5	Jenis semen		PCC
6	Jenis agregat : - kasar - halus	Ditetapkan Ditetapkan	Batu pecah Binjai Pasir alami Binjai
7	Faktor air-semen bebas		0,40
8	Faktor air-semen maksimum	Ditetapkan	0,60
9	Slump	Ditetapkan	30-60 mm
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan	40 mm
11	Kadar air bebas	Tabel 2	170 kg/m ³
12	Jumlah semen	11:7	340 kg/m ³
13	Jumlah semen maksimum	Ditetapkan	340 kg/m ³
14	Jumlah semen minimum	Ditetapkan	275 kg/m ³
15	Faktor air-semen yang disesuaikan	-	0,50
16	Susunan besar butir agregat halus	Grafik 3 s/d 6	Daerah gradasi zona 4
17	Susunan agregat kasar atau gabungan	Grafik 7,8,9	Gradasi maksimum 40 mm
18	Persen agregat halus	Grafik 13 s/d 15	24%
19	Berat jenis relatif, agregat (kering permukaan)	Ditetapkan	2.68
20	Berat isi beton	Grafik 16	2445,15 kg/m ³
21	Kadar agregat gabungan	20-12-11	1935,15 kg/m ³
22	Kadar agregat halus	18 x 21	464,436 kg/m ³

Tabel : Lanjutan.

PERENCANAAN CAMPURAN BETON SNI 03-2834-1993					
No	Uraian	Tabel/Gambar Perhitungan		Nilai	
23	Kadar agregat kasar	21-22		1470,714 kg/m ³	
24	Proporsi campuran	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat kondisi jenuh kering permukaan (kg)	
				Halus	Kasar
	- Tiap m ³	340	170	464,436	1470,714
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,50	1,366	4,326
	- Tiap campuran uji 0,005304 m ³ (1 Silinder)	1	0,902	2,463	7,801
25	Koreksi proporsi campuran				
	- Tiap m ³	340	166,726	466,387	1472,038
	- Tiap campuran uji m ³	1	0,491	1,372	4,330
	- Tiap campuran uji 0,005304 m ³ (1 Silinder)	1	0,884	2,474	7,808

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

Semen	:	Pasir	:	Batu pecah	:	Air
340	:	466,387	:	1472,038	:	166,726
1	:	1,372	:	4,330	:	0,491

PERENCANAAN CAMPURAN BETON UNTUK BENDA UJI



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

PERENCANAAN CAMPURAN BETON UNTUK BENDA UJI FAS 0,4

Menggunakan cetakan silinder dengan ukuran:

$$\begin{aligned}\text{Diameter alas} &= 15 \text{ cm} \\ \text{Tinggi} &= 30 \text{ cm} \\ \text{Volume Silinder} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\ &= 0,25 \times 22/7 \times 0,15^2 \times 0,30 \\ &= 0,005304 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Maka:

- Semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
= Banyak semen x Volume 1 benda uji
= $425 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3$
= 2,254 kg
- Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
= Banyak pasir x Volume 1 benda uji
= $408,743 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3$
= 2,168 kg
- Kerikil yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
= Banyak kerikil x Volume 1 benda uji
= $1444,416 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3$
= 7,661 kg
- Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
= Banyak air x Volume 1 benda uji
= $166,992 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3$
= 0,886 kg

Perbandingan untuk 1 benda uji:

$$\begin{array}{ccccccccc} \text{Semen} & : & & \text{Pasir} & : & & \text{Batu pecah} & : & & \text{Air} \\ 2,254 & : & & 2,168 & : & & 7,661 & : & & 0,886 \end{array}$$

Berdasarkan analisa saringan maka didapat berat untuk masing-masing saringan pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1 : Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji FAS 0,4.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat kerikil	
1,5	3,42	$\frac{3,42}{100} \times$	7,661	0,262
$\frac{3}{4}$	33,82	$\frac{33,82}{100} \times$	7,661	2,591
$\frac{3}{8}$	42,35	$\frac{42,35}{100} \times$	7,661	3,244
No. 4	20,41	$\frac{20,41}{100} \times$	7,661	1,564
Total				7,661

Berdasarkan Tabel 1 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji adalah saringan 1,5 sebesar 0,262 kg, saringan $\frac{3}{4}$ sebesar 2,591 kg, saringan $\frac{3}{8}$ sebesar 3,244 kg dan saringan no 4 sebesar 1,564 kg. Total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 7,661 kg.

Tabel 2: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji FAS 0,4.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat pasir	
No.4	0,52	$\frac{0,52}{100}$	x 2,168	0,011
No. 8	0,61	$\frac{0,61}{100}$	x 2,168	0,014
No.16	1,21	$\frac{1,21}{100}$	x 2,168	0,026
No.30	3,89	$\frac{3,89}{100}$	x 2,168	0,084
No.50	44,94	$\frac{44,94}{100}$	x 2,168	0,974
No.100	37,26	$\frac{37,26}{100}$	x 2,168	0,808
Pan	11,57	$\frac{11,57}{100}$	x 2,168	0,251

Berdasarkan Tabel 2 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan no 4 sebesar 0,011 kg, saringan no 8 sebesar 0,014 kg, saringan no 16 sebesar 0,026 kg, saringan no 30 sebesar 0,084 kg, saringan no 50 sebesar 0,974 kg, saringan no 100 sebesar 0,808 kg, dan pan sebesar 0,251 kg . Total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 2,168 kg.

➤ Bahan ganti agregat halus

Untuk penggunaan bahan ganti agregat halus tertahan saringan nomor 50 menggunakan serbuk kulit rajungan sebesar 5%, 7% dan 8% dapat dilihat pada Tabel 4.4.

- Serbuk kulit rajungan yang dibutuhkan sebanyak 5% untuk 1 benda uji.

$$\begin{aligned} &= \frac{5}{100} \times \text{Berat pasir} \\ &= \frac{5}{100} \times 2,168 \text{ kg} \\ &= 0,108 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka, agregat halus tertahan saringan nomor 50 yang digunakan adalah $= 0,974 - 0,108$
 $= 0,866 \text{ kg}$

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

$$\begin{aligned} &= \frac{7}{100} \times \text{Berat pasir} \\ &= \frac{7}{100} \times 2,168 \text{ kg} \\ &= 0,152 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka, agregat halus tertahan saringan nomor 50 yang digunakan adalah $= 0,974 - 0,152$
 $= 0,822 \text{ kg}$

- Serbuk kulit rajungan yang dibutuhkan sebanyak 8% untuk 1 benda uji.

$$\begin{aligned} &= \frac{8}{100} \times \text{Berat pasir} \\ &= \frac{8}{100} \times 2,168 \text{ kg} \\ &= 0,173 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka, agregat halus tertahan saringan nomor 50 yang digunakan adalah $= 0,974 - 0,173$
 $= 0,801 \text{ kg}$

Tabel 3: Banyak serbuk kulit rajungan dan agregat halus No.50 yang dibutuhkan untuk satu benda uji FAS 0,4.

Penggunaan	Berat Serbuk Kulit Rajungan	Berat Agregat Halus No.50
------------	-----------------------------	---------------------------

Bahan Ganti	(kg)	(kg)
5%	0,108	0,866
7%	0,152	0,822
8%	0,173	0,801

Berdasarkan Tabel 3 menjelaskan jumlah penggunaan bahan ganti dan agregat halus No.50 sebesar 5% adalah 0,108 kg untuk berat serbuk kulit rajungan dan 0,866 kg untuk berat agregat halus, jumlah bahan ganti dan agregat halus No.50 sebesar 7% adalah 0,152 kg untuk berat serbuk kulit rajungan dan 0,822 kg untuk berat agregat halus, dan jumlah bahan ganti serta agregat halus No.50 sebesar 8% adalah 0,173 kg dan 0,822 kg untuk agregat halus.

Dalam penelitian ini jumlah benda uji yang akan dibuat adalah sebanyak 8 benda uji untuk faktor air semen 0,4 dengan perincian 2 benda uji untuk beton normal , 2 benda uji dengan variasi 5%, 2 benda uji dengan variasi 7%, dan 2 benda uji dengan variasi 8%. Banyak bahan yang dibutuhkan untuk 8 benda uji adalah:

- Serbuk kulit rajungan sebagai bahan tambah yang dibutuhkan untuk 8 benda uji:
 - Untuk beton dengan variasi 5%
 - = banyak serbuk kulit rajungan untuk satu benda uji \times 2
 - = $0,108 \times 2$
 - = 0,216 kg
 - Untuk beton dengan variasi 7%
 - = banyak serbuk kulit rajungan untuk satu benda uji \times 2
 - = $0,152 \times 2$
 - = 0,304 kg
 - Untuk beton dengan variasi 8%
 - = banyak serbuk kulit rajungan untuk satu benda uji \times 2
 - = $0,173 \times 2$
 - = 0,346 kg

Maka, jumlah serbuk kulit rajungan yang dibutuhkan untuk 8 benda uji adalah $0,216 + 0,304 + 0,346 = 0,866$ kg.

- Pasir yang dibutuhkan untuk 8 benda uji
= Banyak pasir untuk satu benda uji $\times 8$
= $2,168 \times 8$
= $17,344$ kg
- Batu pecah yang dibutuhkan untuk 8 benda uji
= Banyak batu pecah untuk satu benda uji $\times 8$
= $7,661 \times 8$
= $61,288$ kg
- Semen yang dibutuhkan untuk 8 benda uji
= Banyak semen untuk satu benda uji $\times 8$ benda uji
= $2,254 \times 8$
= $18,032$ kg
- Air yang dibutuhkan untuk 8 benda uji
= Banyak air untuk 1 benda uji $\times 8$
= $0,886 \times 8$
= $7,088$ kg

Perbandingan untuk 16 benda uji:

Semen	:	Pasir	:	Batu pecah	:	Air
18,032	:	17,344	:	61,288	:	7,088

Berdasarkan analisa saringan untuk 8 benda uji, maka didapat berat untuk masing-masing saringan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 4: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 8 benda uji FAS 0,4.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (Kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat batu pecah	
1,5"	3,42	$\frac{3,42}{100} \times$	61,288	2,096
3/4"	33,82	$\frac{33,82}{100} \times$	61,288	20,728
3/8"	42,35	$\frac{42,35}{100} \times$	61,288	25,955
No. 4	20,41	$\frac{20,41}{100} \times$	61,288	12,509
Total				61,288

Pada Tabel 4 dijelaskan bahwa jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk 8 benda uji pada tiap-tiap nomor saringan antara lain saringan 1,5" sebesar 2,096 kg, saringan 3/4" sebesar 20,728 kg, saringan 3/8" sebesar 25,955 kg dan saringan No.4 sebesar 12,509 kg. Total keseluruhan agregat kasar untuk 8 benda uji sebesar 61,288 kg.

Tabel 5: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 8 benda uji FAS 0,4.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat pasir	
No. 4	0,52	$\frac{0,52}{100} \times$	17,344	0,090
No. 8	0,61	$\frac{0,61}{100} \times$	17,344	0,105
No. 16	1,21	$\frac{1,21}{100} \times$	17,344	0,210
No. 30	3,89	$\frac{3,89}{100} \times$	17,344	0,675

Tabel 5 : *Lanjutan.*

No. 50	44,94	$\frac{44,94}{100} \times 17,344$	7,795
No. 100	37,26	$\frac{37,26}{100} \times 17,344$	6,462
Pan	11,57	$\frac{11,57}{100} \times 17,344$	2,007
Total			17,347

Pada Tabel 5 dijelaskan bahwa jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk 8 benda uji pada tiap-tiap nomor saringan antara lain saringan No. 4 sebesar 0,090 kg, saringan No. 8 sebesar 0,105 kg, saringan No. 16 sebesar 0,210 kg, saringan No. 30 sebesar 0,675 kg, saringan No. 50 sebesar 7,795 kg, saringan No. 100 sebesar 6,462 kg, dan pan sebesar 2,007 kg.

Perencanaan Campuran Beton untuk Benda Uji FAS 0,5

Menggunakan cetakan silinder dengan ukuran:

$$\begin{aligned}
 \text{Diameter alas} &= 15 \text{ cm} \\
 \text{Tinggi} &= 30 \text{ cm} \\
 \text{Volume Silinder} &= \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times t \\
 &= 0,25 \times 22/7 \times 0,15^2 \times 0,30 \\
 &= 0,005304 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Maka:

- Semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 $= \text{Banyak semen} \times \text{Volume 1 benda uji}$
 $= 340 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3$
 $= 1,803 \text{ kg}$
- Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 $= \text{Banyak pasir} \times \text{Volume 1 benda uji}$
 $= 466,387 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3$
 $= 2,474 \text{ kg}$
- Batu pecah yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 $= \text{Banyak kerikil} \times \text{Volume 1 benda uji}$

$$= 1472,038 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3$$

$$= 7,808 \text{ kg}$$

- Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
 $= \text{Banyak air} \times \text{Volume 1 benda uji}$
 $= 166,726 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3$
 $= 0,884 \text{ kg}$

Perbandingan untuk 1 benda uji:

$$\begin{array}{cccccc} \text{Semen} & : & \text{Pasir} & : & \text{Batu pecah} & : & \text{Air} \\ 1,803 & : & 2,474 & : & 7,808 & : & 0,884 \end{array}$$

Berdasarkan analisa saringan maka didapat berat untuk masing-masing saringan pada Tabel 6 dan 7.

Tabel 6: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji FAS 0,5.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat kerikil	
1,5	3,42	$\frac{3,42}{100} \times$	7,808	0,267
$\frac{3}{4}$	33,82	$\frac{33,82}{100} \times$	7,808	2,641
3/8	42,35	$\frac{42,35}{100} \times$	7,808	3,307
No. 4	20,41	$\frac{20,41}{100} \times$	7,808	1,593

Berdasarkan Tabel 6 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji adalah saringan 1,5 sebesar 0,267 kg, saringan 3/4 sebesar 2,641 kg, saringan 3/8 sebesar 3,307 kg dan saringan no 4 sebesar 1,593 kg. Total keseluruhan agregat kasar yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 7,808 kg.

Tabel 7: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji FAS 0,5.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat pasir	
No.4	0,52	$\frac{0,52}{100}$	x 2,474	0,013
No.8	0,61	$\frac{0,61}{100}$	x 2,474	0,015
No.16	1,21	$\frac{1,21}{100}$	x 2,474	0,030
No.30	3,89	$\frac{3,89}{100}$	x 2,474	0,096
No.50	44,94	$\frac{44,94}{100}$	x 2,474	1,112
No.100	37,26	$\frac{37,26}{100}$	x 2,474	0,922
Pan	11,57	$\frac{11,57}{100}$	x 2,474	0,286
Total				2,474

Berdasarkan Tabel 7 menjelaskan jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji ialah saringan no 4 sebesar 0,013 kg, saringan no 8 sebesar 0,015 kg, saringan no 16 sebesar 0,030 kg, saringan no 30 sebesar 0,096 kg, saringan no 50 sebesar 1,112 kg, saringan no 100 sebesar 0,922 kg, dan pan sebesar 0,286 kg . Total keseluruhan agregat halus yang tertahan untuk 1 benda uji sebesar 2,474 kg.

➤ Bahan ganti agregat halus

Untuk penggunaan bahan ganti agregat halus tertahan saringan nomor 50 menggunakan serbuk kulit rajungan sebesar 5%, 7% dan 8% dapat dilihat pada Tabel 4.10.

- Serbuk kulit rajungan yang dibutuhkan sebanyak 5% untuk 1 benda uji.

$$= \frac{5}{100} \times \text{Berat pasir}$$

$$= \frac{5}{100} \times 2,474 \text{ kg}$$

$$= 0,124 \text{ kg}$$

Maka, agregat halus tertahan saringan nomor 50 yang digunakan adalah = 1,112 - 0,124
= 0,988 kg

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

$$= \frac{7}{100} \times \text{Berat pasir}$$

$$= \frac{7}{100} \times 2,474 \text{ kg}$$

$$= 0,173 \text{ kg}$$

Maka, agregat halus tertahan saringan nomor 50 yang digunakan adalah = 1,112 - 0,173
= 0,939 kg

- Serbuk kulit rajungan yang dibutuhkan sebanyak 8% untuk 1 benda uji.

$$= \frac{8}{100} \times \text{Berat pasir}$$

$$= \frac{8}{100} \times 2,474 \text{ kg}$$

$$= 0,198 \text{ kg}$$

Maka, agregat halus tertahan saringan nomor 50 yang digunakan adalah = 1,112 - 0,198
= 0,914 kg

Tabel 8: Banyak serbuk kulit rajungan dan agregat halus No.50 yang dibutuhkan untuk satu benda uji FAS 0,5.

Penggunaan Bahan Ganti	Berat Serbuk Kulit Rajungan (kg)	Berat Agregat Halus No.50 (kg)
5%	0,124	0,988
7%	0,173	0,939
8%	0,198	0,914

Berdasarkan Tabel 8 menjelaskan jumlah penggunaan ganti dan agregat halus No.50 sebesar 5% adalah 0,124 kg untuk berat serbuk kulit rajungan dan 0,988 kg untuk berat agregat halus, jumlah bahan ganti dan agregat halus No.50 sebesar 7%

adalah 0,173 kg untuk berat serbuk kulit rajungan dan 0,939 kg untuk berat agregat halus, dan jumlah bahan ganti serta agregat halus No.50 sebesar 8% adalah 0,198 kg dan 0,914 kg untuk agregat halus.

Dalam penelitian ini jumlah benda uji yang akan dibuat adalah sebanyak 8 benda uji untuk faktor air semen 0,5 dengan perincian 2 benda uji untuk beton normal, 2 benda uji dengan variasi 5%, 2 benda uji dengan variasi 7%, dan 2 benda uji dengan variasi 8%. Banyak bahan yang dibutuhkan untuk 8 benda uji adalah:

- Serbuk kulit rajungan sebagai bahan ganti yang dibutuhkan untuk 8 benda uji:
 - Untuk beton dengan variasi 5%
= banyak serbuk kulit rajungan untuk satu benda uji \times 2
= $0,124 \times 2$
= 0,248 kg
 - Untuk beton dengan variasi 7%
= banyak serbuk kulit rajungan untuk satu benda uji \times 2
= $0,173 \times 2$
= 0,346 kg
 - Untuk beton dengan variasi 8%
= banyak serbuk kulit rajungan untuk satu benda uji \times 2
= $0,198 \times 2$
= 0,396 kg

Maka, jumlah serbuk kulit rajungan yang dibutuhkan untuk 8 benda uji adalah $0,248 + 0,346 + 0,396 = 0,99$ kg.

- Pasir yang dibutuhkan untuk 8 benda uji
= Banyak pasir untuk satu benda uji \times 8
= $2,474 \times 8$
= 19,792 kg
- Batu pecah yang dibutuhkan untuk 8 benda uji
= Banyak batu pecah untuk satu benda uji \times 8
= $7,808 \times 8$
= 62,464 kg
- Semen yang dibutuhkan untuk 8 benda uji
= Banyak semen untuk satu benda uji \times 8 benda uji

$$= 1,803 \times 8$$

$$= 14,424 \text{ kg}$$

- Air yang dibutuhkan untuk 8 benda uji

$$= \text{Banyak air untuk satu benda uji} \times 8$$

$$= 0,884 \times 8$$

$$= 7,072 \text{ kg}$$

Perbandingan untuk 8 benda uji:

Semen : Pasir : Batu pecah : Air

14,424 : 19,792 : 62,464 : 7,072

Berdasarkan analisa saringan untuk 8 benda uji, maka didapat berat untuk masing-masing saringan pada Tabel 4.11 dan Tabel 4.12.

Tabel 9: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 8 benda uji FAS 0,5.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (Kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat batu pecah	
1,5"	3,42	$\frac{3,42}{100} \times$	62,464	2,136
3/4"	33,82	$\frac{33,82}{100} \times$	62,464	21.125
3/8"	42,05	$\frac{42,35}{100} \times$	62,464	26,454
No. 4	20,41	$\frac{20,41}{100} \times$	62,464	12,749
Total				62,464

Pada Tabel 9 dijelaskan bahwa jumlah berat tertahan untuk agregat kasar yang dibutuhkan untuk 8 benda uji pada tiap-tiap nomor saringan antara lain

saringan 1,5" sebesar 2,136 kg, saringan 3/4" sebesar 21,125 kg, saringan 3/8" sebesar 26,454 kg dan saringan No.4 sebesar 12,749 kg.

Tabel 10: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 8 benda uji FAS 0,5.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat pasir	
No. 4	0,52	$\frac{0,52}{100} \times$	19,792	0,103
No. 8	0,61	$\frac{0,61}{100} \times$	19,792	0,121
No. 16	1,21	$\frac{1,21}{100} \times$	19,792	0,240
No. 30	3,89	$\frac{3,89}{100} \times$	19,792	0,770
No. 50	44,94	$\frac{44,94}{100} \times$	19,792	8,895
No. 100	37,26	$\frac{37,26}{100} \times$	19,792	7,374
Pan	11,57	$\frac{11,57}{100} \times$	19,792	2,289

Pada Tabel 10 dijelaskan bahwa jumlah berat tertahan untuk agregat halus yang dibutuhkan untuk 8 benda uji pada tiap-tiap nomor saringan antara lain saringan No. 4 sebesar 0,103 kg, saringan No. 8 sebesar 0,121 kg, saringan No. 16 sebesar 0,240 kg, saringan No. 30 sebesar 0,770 kg, saringan No. 50 sebesar 8,895 kg, saringan No. 100 sebesar 7,374 kg, dan pan sebesar 2,289 kg.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfaruqi, U. (2020). Pemanfaatan Limbah Cangkang Rajungan (*Portunus pelagicus*) sebagai Produk Pangan di Kabupaten Cirebon, *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat*. Vol.2, hal. 12-17.
- Rompas, G.P., Pangouw, J.D., Pandaleke, R., Mangare, J.B.. (2013) Pengaruh Pemanfaatan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Parsial Semen Dalam Campuran Beton Ditinjau Terhadap Kuat Tarik Lentur Dan Modulus Elastisitas. *Jurnal Sipil Statik*, Vol. 1.
- Hardagung, H.T., Sambowo, K.A., Gunawan, P.(2014). Kajian nilai slump, Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Dengan Bahan Tambahan Filler Abu Batu Paras. *Laporan Tugas Akhir*. Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret.
- Dharma Giri, I.B., Sudarsana, I.K., Tutarani, N.M., (2008) Kuat Tekan dan Modulus Elastisitas Beton dengan Penambahan Styrofoam (Styrocon). *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, Vol.12(1).
- Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. (2015) *Rencana Pengelolaan Perikanan Rajungan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Republik Indonesia*. Jakarta. Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia
- Isneini, M, (2009) Analisis Modulus Elastisitas Lentur Terhadap *Loss Factor* Beton Polimer. *Jurnal Rekayasa*, Vol.13 (1).
- Maria, M. M., Pade, E. J., Kumaat, H. Tanudjaja, R. Pandaleke. (2013) Pemeriksaan Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Beragregat Kasar Batu Ringan Ape Dari Kepulauan Talaud. *Laporan Tugas Akhir*. Manado: Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Mulyono, T. (2005) *Teknologi Beton*. Yogyakarta. ANDI.
- Multazam. (2002) Prospek pemanfaatan cangkang rajungan (*Portunus sp.*) sebagai suplemen pakan ikan. *Laporan Tugas Akhir*. Bogor : Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Nawy, E.G. (1985) *Reinforced Concrete a Fundamental Approach*. Sidney. Mac Graw-Hill Book Company.
- Nawy, E.G. (1990) *Beton Bertulang*. Bandung: PT Eresco.

- Nawy, E.G. (1998) *Beton Bertulang: suatu pendekatan dasar*. Diterjemahkan oleh : Suryoatmono, Bambang. Bandung : Refika Aditama.
- Neville, A.M and Brook, J.J. (1987) *Concrete Technology*. London. Longman Scientific and Technical.
- Neville, A,M and Brooks, J, J. (2010) *Concrete Technology*. England : Pearson Education Limited.
- Nugraha, P., Antoni. (2007) *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi.
- Sehonanda, O., Ointu, B.O, Tamboto, W.J. , Pandleke, R.R. (2013). Kajian Uji Laboratorium Nilai Modulus Elastisitas Bata Merah Dalam Sumbangan Kekakuan Pada Struktur Sederhana. *Jurnal Statik*. Vol. 1(12).
- Standart Nasional Indonesia 1974:2011. (2011) *Cara Uji Kuat Tekan Beton Dengan Benda Uji Silinder*.
- Standart Nasional Indonesia 03-6820-2002. (2002) *Spesifikasi Agregat Halus Untuk Pekerjaan Adukan dan Plesteran Dengan Bahan Dasar Semen*.
- Standart Nasional Indonesia 2847:2013. (2013) . *Persyaratan Struktural Beton Untuk Bangunan Gedung*.
- Standart Nasional Indonesia 03-6433-2000. (2000) *Metode Pengujian Kerapatan, Penyerapan Dan Rongga Dalam Beton Yang Telah Mengeras*.
- Gusanti, W., Sambowo, K.A., Wibowo. (2014) Tinjauan Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas Beton Dengan Menggunakan Limbah Batu Candi Sebagai Pengganti Agregat Kasar. *Matriks Teknik Sipil*. Vol. 2 (2).

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Shyntia Hastia Ningrum Pasaribu
Tempat/tgl lahir : Medan/ 02 Desember 1998
Jenis Kelamin : Perempuan
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Alamat : Jln Fillisium VII No.34 PHM
No tlpn : +62813-7181-5072
Email : shyntianingrum@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1607210065
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Kelamin : Perempuan
Peguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Peguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri, No. 3 Medan 20238

PENDIDIKAN FORMAL

Tingkat Pendidikan Kelulusan	Nama dan Tempat	Tahun
Sekolah Dasar	SDN 064982 Helvetia	2004 - 2010
Sekolah Menengah Pertama	MTs Miftahussalam Medan	2010 - 2013
Sekolah Menengah Atas	SMAS KARTIKA I-2 Medan	2013 - 2016