

TUGAS AKHIR

**PENGUJIAN KUAT TARIK BELAH BETON MENGGUNAKAN SERBUK
KULIT RAJUNGAN SEBAGAI BAHAN GANTI AGREGAT HALUS
PADA FAS YANG BERBEDA
(Studi Penelitian)**

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

Disusun Oleh:

RIZKI MARTUA NST
1607210030



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

ila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

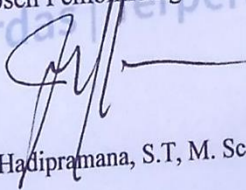
Nama : Rizki Martua Nst
NPM : 1607210030
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Pengujian Kuat Tarik Berlah Beton Menggunakan Serbuk Kulit Rajungan Sebagai Bahan Ganti Agregat Halus Pada FAS Yang Berbeda
Bidang Ilmu : Struktur

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA
PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan,

2020

Dosen Pembimbing


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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

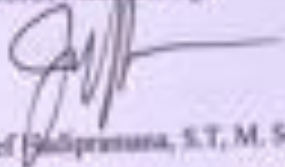
Nama : Rizki Martua Nasution
NPM : 1607210030
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Menggunakan Serbuk Kulit Rajangan Sebagai Bahan Ganti Agregat Halus Pada FAS Yang Berbeda
Bidang Ilmu : Struktur

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim pengaji 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



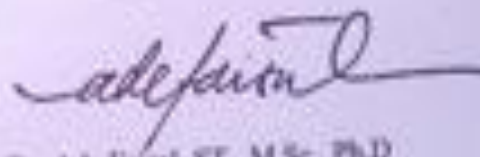
Dr. Josef Sulipramana, S.T., M. Sc

Dosen Pembimbing I



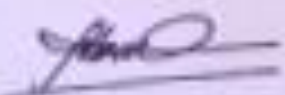
Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST., M.Eng

Dosen Pembimbing II



Dr. Ade Faisal, ST., M.Sc., Ph.D

Ketua Prodi Teknik Sipil



Dr. Fahrizal Zulkarnain, ST., M.Eng

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Rizki Martua Nasution
Tempat, Tanggal Lahir : Padangsidempuan, 01 Maret 1998
NPM : 1607210030
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

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

“Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Menggunakan Serbuk Kulit Rajungan Sebagai Bahan Ganti Agregat Halus Pada 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/kesarjana 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, Oktober 2020

Menyatakan,

Rizki Martua Nst

ABSTRAK

Pengujian Kuat Tarik Belah Beton Menggunakan Serbuk Kulit Rajungan Sebagai Bahan Ganti Agregat Halus Pada FAS Yang Berbeda

Rizki Martua Nasution

1607210030

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

Beton merupakan bahan komposit (campuran) dari beberapa material, yang bahan utamanya terdiri dari semen, agregat halus, agregat kasar, air serta bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu. Kekuatan tarik beton relatif rendah, kira-kira 10%-15% dari kekuatan tekan beton, kadang-kadang 20%. Kekuatan ini lebih sukar untuk diukur dan hasilnya berbeda-beda dari satu bahan percobaan ke bahan percobaan yang lain dibandingkan untuk silinder-silinder tekan. Rajungan mengandung 25% bahan padat, 20–25% daging yang dapat dimakan, dan sekitar 50–60% berupa hasil buangan. Tujuan penelitian ini Mengetahui perbandingan kualitas beton yang menggunakan faktor air semen (FAS) 0,4 dengan 0,5 yang memakai serbuk kulit rajungan dan untuk Mengetahui hasil pengujian kuat tarik belah beton normal dengan beton menggunakan serbuk kulit rajungan pada agregat halus dengan variasi 0%, 5%, 7%, 8%. Metode yang dilakukan berupa penelitian yang dimana melakukan pengujian terhadap kekuatan tarik belah beton. Benda uji dalam penelitian ini adalah beton normal yang menggunakan limbah kulit rajungan sebagai pengganti sebagian agregat halus. Hasil dari penelitian ini terjadinya penurunan kekuatan tarik belah pada beton dengan variasi 5%, 7%, dan 8% terhadap beton normal pada masing-masing FAS. Akan tetapi terjadi kenaikan pada beton variasi 7% terhadap beton variasi 5%. Penurunan yang signifikan terjadi pada beton dengan persentase variasi 5% sebesar 20% pada FAS 0,4% dan sebesar 22,2% pada FAS 0,5%.

Kata kunci: Beton, Kuat Tarik Belah, Penelitian, Rajungan, Bahan Ganti, Fas.

ABSTRACT

Testing Split Tensile Strength of Concrete Using Crab Skin Powder as a Substitute for Fine Aggregates at Different FAS

Rizki Martua Nasution
1607210030

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

Concrete is a composite material (mixture) of several materials, the main ingredients of which consist of cement, fine aggregate, coarse aggregate, water and other added materials with a certain ratio. The tensile strength of concrete is relatively low, roughly 10% -15% of the compressive strength of concrete, sometimes 20%. This strength is more difficult to measure and the results vary from one experimental material to another than for compressed cylinders. The crab contains 25% solid material, 20-25% edible meat, and about 50-60% is waste products. The purpose of this study was to determine the comparison of the quality of concrete using a cement water factor (FAS) 0.4 with 0.5 using crab shell powder and to determine the results of the normal concrete split tensile strength test using crab shell powder on fine aggregate with a variation of 0% , 5%, 7%, 8%. The method used is in the form of research which tests the tensile strength of concrete. The test object in this study was normal concrete using crab skin waste as a substitute for some of the fine aggregate. The results of this study decreased the split tensile strength in concrete with a variation of 5%, 7%, and 8% on normal concrete at each FAS. However, there was an increase in 7% variation of concrete

to 5% variation of concrete. A significant reduction occurred in concrete with a percentage of variation of 5% by 20% at FAS 0.4% and by 22.2% at FAS 0.5%.

Keywords: Concrete, split Tensile Strength, Research, Crab, Change Material, FAS.



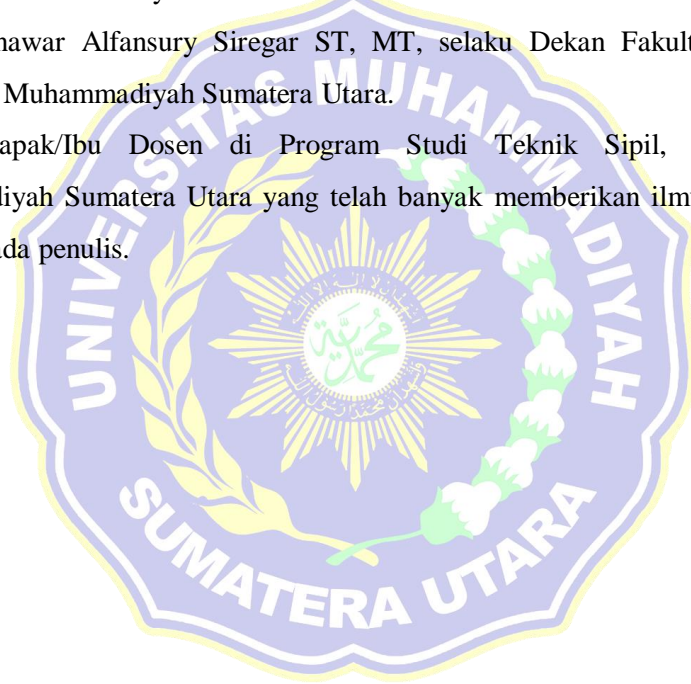
KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pengujian Kuat Tarik Berlah Beton Menggunakan Serbuk Kulit Rajungan Sebagai Bahan Ganti Agregat Halus Pada FAS Yang Berbeda” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Bapak Dr. Josef Hadipramana, S.T, M.Sc selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji sekaligus Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

3. Bapak Dr. Ade Faisal, ST., M.Sc., Ph.D, selaku Dosen Pembanding II dan Penguji Sekaligus Wakil Dekan 1 Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar ST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ke teknik sipil kepada penulis.



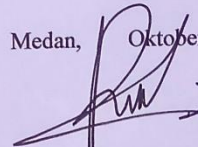
UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Orang tua penulis: Ayahanda tercinta Drs Maruntung Nasution, dan Ibunda tercinta Derliana Lubis, yang telah bersusah payah membesarkan dan membiayai studi penulis.
9. Terimakasih kepada Abang saya Mhd Irpan Noor Nst, dan Kakak saya Nova Mardelina Nst, serta Pathner saya Ella Rahayu, yang telah memberi dukungan semangat.
10. Terimakasih kepada rekan satu team penelitian Miftah Hidayat, Muhammad Azmi, Shyntia Hastia N P Serta kepada rekan-rekan seperjuangan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Stambuk 2016.

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

Medan, Oktober 2020



Rizki Martua Nst

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
LEMBAR KEASLIAN SKRIPSI	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Beton	5
2.2 Pengujian Kuat Tarik Belah	6
2.3 FAS (Factor Air Semen)	7
2.4 Proses Hidrasi Beton	8
2.5 Material Penyusun Campuran Beton	9
2.5.1 Agregat	10
2.5.2 Semen	12
2.5.3 Air	14
2.5.4 Limbah Kulit Rajungan	15
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Metode Penelitian	18
3.2 Diagram Alir Penelitian	18
3.3 Bahan dan Peralatan	20
3.3.1 Bahan	20
	viii

3.3.2 Peralatan	20
3.4 Persiapan Penelitian	21
3.5 Pemeriksaan Agregat	21
3.6 Pemeriksaan Agregat Halus	21
3.6.1 Kadar Air Agregat Halus	21
3.6.2 Kadar Lumpur Agregat Halus	22
3.6.3 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	23
3.6.4 Berat Isi Agregat Halus	24
3.6.5 Analisa Saringan Agregat Halus	25
3.7 Pemeriksaan Agregat Kasar	28
3.7.1 Kadar Air Agregat Kasar	28
3.7.2 Kadar Lumpur Agregat Kasar	29
3.7.3 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	30
3.7.4 Berat Isi Agregat Kasar	31
3.7.5 Analisa Saringan Agregat Kasar	32
3.8 Perencanaan Campuran Beton	36
3.9 Pelaksanaan Penelitian	37
3.9.1 <i>Trial Mix</i>	37
3.9.2 Pembuatan Benda Uji	37
3.9.3 Pengujian <i>Slump</i>	39
3.9.4 Perawatan Beton	41
3.9.5 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	41
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Hasil Perhitungan Perencanaan Campuran Beton	42
4.1.1 Hasil Perhitungan Perencanaan Campuran Beton FAS 0,4	42
4.1.2 Hasil Perhitungan Perencanaan Campuran Beton FAS 0,5	44
4.2 Hasil Perhitungan Perencanaan Campuran Beton untuk Benda Uji	46
4.2.1 Perhitungan Campuran Beton untuk Benda uji FAS 0,4	46
4.2.2 Perhitungan Campuran Beton untuk Benda uji FAS 0,5	52
4.3 Pembuatan Benda Uji	59
4.4 <i>Slump Test</i>	60
4.5 Kuat Tarik Belah Beton	61
4.6 Pembahasan	64
4.6.1 Pembahasan untuk Faktor Air Semen (FAS) 0,4	64
4.6.2 Pembahasan untuk Faktor Air Semen (FAS) 0,5	67
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	71
5.1 Kesimpulan	71
5.2 Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	73
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 : Kuat tarik Belah	6
Gambar 2.2 : Rajungan (<i>Portunus pelagicus</i>) (Galil 2004)	16
Gambar 3.1 : Diagram Alur Penelitian	19
Gambar 3.2 : Grafik gradasi agregat halus (zona 4 pasir halus).	28
Gambar 3.3 : Grafik gradasi agregat kasar diameter maksimum 40 mm.	35
Gambar 3.4 : Bahan pembuatan benda uji	38
Gambar 3.5 : Proses pencampuran bahan	38
Gambar 3.6 : Proses pemadatan benda uji	39
Gambar 3.7 : Benda uji	39
Gambar 3.8 : Pengambilan nilai <i>slump</i>	40
Gambar 3.9 : <i>Setting Up</i> Uji Kuat Tarik Beton	41
Gambar 4.1 : Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	62
Gambar 4.2 : Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	63
Gambar 4.3 : Grafik kuat tarik beton pada umur 28 hari FAS 0,4.	63
Gambar 4.4 : Grafik kuat tarik beton pada umur 28 hari FAS 0,5.	64
Gambar 4.5 : Grafik besar persentase kuat tarik Beton 1 pada FAS 0,4.	65
Gambar 4.6 : Grafik besar persentase kuat tarik beton 2 pada FAS 0,4.	66
Gambar 4.7 : Perbandingan grafik besar persentase kuat tarik beton 1 dan 2 pada FAS 0,4.	66
Gambar 4.8 : Grafik besar persentase kuat tarik neton 1 tekan pada FAS 0,5.	68
Gambar 4.9 : Grafik besar persentase kuat tarik beton 2 pada FAS 0,5	68
Gambar 4.10: Perbandingan grafik besar persentase kuat tarik beton 1 dan beton 2 pada FAS 0,5.	69

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 : Batas Gradasi Agregat Halus.	11
Tabel 2.2 : Batas Gradasi Agregat Kasar.	12
Tabel 2.3 : Unsur Kimia Semen (Kardiyono Tjokromulyo, 2007).	13
Tabel 2.4 : Komposisi kimia limbah kulit rajungan (Multazam, 2002).	16
Tabel 2.5 : Unsur Kimia Semen (Kardiyono Tjokromulyo, 2007).	17
Tabel 3.1 : Data-data hasil penelitian kadar air agregat halus.	21
Tabel 3.2 : Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat halus.	23
Tabel 3.3 : Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat halus.	23
Tabel 3.4 : Data-data hasil penelitian berat isi agregat halus.	25
Tabel 3.5 : Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat halus	26
Tabel 3.6 : Data-data hasil penelitian kadar air agregat kasar.	29
Tabel 3.7 : Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat kasar.	30
Tabel 3.8 : Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat kasar.	30
Tabel 3.9 : Data-data hasil penelitian berat isi agregat kasar.	32
Tabel 3.10: Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat kasar.	33
Tabel 3.11: Data-data dari hasil pengujian keausan agregat.	36
Tabel 3.12: Variasi dan jumlah benda uji.	37
Tabel 4.1: Hasil Perhitungan Perencanaan campuran beton FAS 0,4.	43
Tabel 4.2: Hasil Perhitungan Perencanaan campuran beton FAS 0,5 .	44
Tabel 4.3: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji FAS 0,4.	47
Tabel 4.4: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji FAS 0,4.	47
Tabel 4.5: Banyak serbuk kulit rajungan dan agregat halus No.50 yang dibutuhkan untuk satu benda uji FAS 0,4.	49
Tabel 4.6: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 8 benda uji FAS 0,4.	51
Tabel 4.7: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 8 benda uji FAS 0,4.	52
Tabel 4.8: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji FAS 0,5.	53
Tabel 4.9: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji FAS 0,5.	54
Tabel 4.10: Banyak serbuk kulit rajungan dan agregat halus No.50 yang dibutuhkan untuk satu benda uji FAS 0,5.	56
Tabel 4.11: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 8 benda uji FAS 0,5.	58

Tabel 4.12: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 8 benda uji FAS 0,5.	58
Tabel 4.13: Hasil pengujian nilai <i>slump</i> untuk FAS 0,4.	61
Tabel 4.14: Hasil pengujian nilai <i>slump</i> untuk FAS 0,5.	61
Tabel 4.15: Hasil pengujian kuat tarik beton untuk FAS 0,4.	62
Tabel 4.16: Hasil pengujian kuat tekan beton normal untuk FAS 0,5.	62



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Beton merupakan bahan komposit (campuran) dari beberapa material, yang bahan utamanya terdiri dari semen, agregat halus, agregat kasar, air serta bahan tambah lain dengan perbandingan tertentu. Campuran bahan-bahan pembentukan beton ditetapkan sedemikian rupa, sehingga menghasilkan beton segar yang mudah dikerjakan dan memenuhi kekuatan tekan rencana setelah mengeras dan cukup ekonomis. Oleh karena itu, beton banyak menjadi pilihan dan digunakan dalam konstruksi.

Beton sejak dulu dikenal sebagai material dengan kekuatan tekan yang memadai, mudah diproduksi secara lokal dan relatif kaku. Tetapi di sisi lain, beton juga menunjukkan banyak keterbatasan baik dalam proses produksi maupun sifat-sifat mekaniknya, sehingga beton pada umumnya hanya digunakan untuk konstruksi dengan ukuran kecil dan menengah.

Perkembangan teknologi sekarang ini sangat pesat seiring dengan perkembangan zaman. Teknologi di bidang konstruksi bangunan juga mengalami perkembangan pesat, termasuk teknologi beton, hampir pada setiap aspek kehidupan manusia selalu terkait dengan beton baik secara langsung maupun tidak langsung. Semen merupakan salah satu bahan penyusun beton yang bersifat sebagai pengikat agregat pada campuran beton. Besarnya kuat beton dipengaruhi beberapa hal antara lain faktor air semen, jenis semen, gradasi agregat, sifat agregat, dan pengerjaan (pencampuran, pemadatan, perawatan), umur beton, serta bahan kimia tambahan.

Kekuatan tarik beton relatif rendah, kira-kira 10%-15% dari kekuatan tekan beton, kadang-kadang 20%. Kekuatan ini lebih sukar untuk diukur dan hasilnya berbeda-beda dari satu bahan percobaan ke bahan percobaan yang lain dibandingkan untuk silinder-silinder tekan (Ferguson M.P, 1995).

Kekuatan beton bergantung pada beberapa aspek, salah satunya adalah faktor air semen (FAS) yang dipakai dalam adukan beton. Untuk mencapai adukan beton

yang memenuhi syarat, maka adukan beton yang menggunakan nilai fas yang besar, akan lebih sedikit membutuhkan pasta semen, sebaliknya adonan beton yang menggunakan nilai FAS yang kecil, akan lebih banyak membutuhkan pasta semen. Dengan demikian jelas, bahwa nilai faktor air semen dalam suatu adukan beton erat sekali kaitannya dengan jumlah semen yang diperlukan dalam adukan beton tersebut, selanjutnya akan mempengaruhi kekuatan beton itu sendiri (Tjokromulyo, 2012). Pada beton mutu tinggi perlu adanya desain dan kontrol dari komposisi penggunaan material yang mengandung unsur semen, agregat, air dan bahan substitusi yang tepat. Pemilihan kualitas agregat dan dimensi butiran agregat yang digunakan akan menentukan kekuatan beton yang direncanakan

(Maulana, 2017), didalam penelitiannya menggunakan bahan tambah alami berupa kulit kerang. Bahan penyusun kulit kerang mengandung senyawa kimia yang bersifat pozzolan yang sebagian besar terdiri dari kandungan zat kapur (CaO), alumina dan juga terdapat kandungan silka. Sama halnya dengan semen bahan penyusun semen Portland adalah 60% sampai 70% terdiri atas kapur atau CaO , dan 17% sampai 25% terdiri dari SiO_2 (SNI-15- 2049, 2004). Atas dasar ini gagasan awal penulisan ini berpedoman pada pemikiran bahwa unsur-unsur kimia yang ada pada kulit rajungan sama dengan kandungan yang ada pada kulit kerang. Sebagian diantaranya sama seperti yang ada pada semen seperti kalsium (Ca), fosfor (P), magnesium (Mg), tembaga (Cu), besi (Fe), seng (Zn), dan mangan (Mn), sehingga apabila kulit rajungan dihancurkan menjadi serbuk dengan ukuran tertentu maka dapat diasumsikan sebagai bahan ganti untuk meningkatkan kekuatan tarik beton.

(Yanuar, 2008) menyatakan Rajungan mengandung 25% bahan padat, 20–25% daging yang dapat dimakan, dan sekitar 50–60% berupa hasil buangan. Hal ini menunjukkan bahwa bobot cangkang rajungan kurang lebih 50% atau setengah dari bobot tubuh rajungan.

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.

1.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian ini terdapat beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana perbandingan kualitas beton yang menggunakan faktor air semen (FAS) 0,4 dengan 0,5 yang memakai serbuk kulir rajungan?
2. Bagaimana pemakaian serbuk kulit rajungan dengan variasi 0%, 5%, 7%, 8% dapat memberikan pengaruh terhadap kuat tarik beton?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui perbandingan kualitas beton yang menggunakan faktor air semen (FAS) 0,4 dengan 0,5 yang memakai serbuk kulit rajungan.
2. Mengetahui hasil pengujian kuat tarik beton normal dengan beton menggunakan serbuk kulit rajungan pada agregat halus dengan variasi 0%, 5%, 7%, 8%.

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. Perawatan benda uji dengan cara perendaman selama 28 hari.
2. Menggunakan kekuatan rencana sebesar 25 Mpa.
3. Menggunakan cetakan bentuk silinder dengan $d = 150$ mm, dan $t = 300$ mm.
4. Penggunaan serbuk kulit rajungan sebagai *filler* sebesar 0%, 5%, 7%, 8% dari berat agregat halus.
5. Menggunakan FAS sebesar 4% dan 5%.
6. 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/ bahan pengganti agregat halus dalam pembuatan beton dapat menjadi bahan pertimbangan untuk tahap selanjutnya, baik itu penggunaan untuk pelaksanaan di lapangan maupun dilakukan penelitian lebih lanjut ke depannya. Dan untuk mengetahui bagaimana perbandingan kuat tarik beton yang menggunakan faktor air semen (FAS) 0,4 dengan 0,5 yang memakai serbuk kulit rajungan.



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Beton

Beton adalah campuran antara semen *portland* atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat (SNI 03 - 2847, 2002).

Agregat merupakan komponen beton yang paling berperan dalam menentukan besarnya. Pada beton biasanya terdapat sekitar 60% sampai 80% volume agregat. 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 di antara agregat berukuran besar (Nawy, 1998).

Agregat halus dapat berupa pasir alam, pasir hasil olahan atau gabungan dari kedua pasir tersebut, agregat kasar dapat berupa kerikil, pecahan kerikil, batu pecah, terak tanur tiup atau beton semen hidrolis yang dipecah. Sesuai dengan (SNI 03 - 2847, 2002).

Beton berasal dari kata "*concretus*", yang artinya "tumbuh bersama". Ini berarti gambaran mengenai penggabungan partikel-partikel lepas menjadi suatu massa yang utuh (Raina, 1988).

Beton adalah material komposit. Sebagai material komposit, sifat beton sangat tergantung pada sifat unsur penyusunnya. Beton terdiri dari campuran yang dipilih dari bahan yang mengikat seperti kapur atau semen, agregat halus dan kasar, air dan adonan (untuk memproduksi beton dengan sifat khusus).

Beton dibentuk oleh pengerasan campuran semen, air, agregat halus, agregat kasar (batu pecah atau kerikil), udara dan kadang-kadang campuran bahan tambahan lainnya (mulai dari bahan kimia, serat sampai bahan buangan bukan kimia) dengan perbandingan tertentu. "Campuran yang masih plastis ini dicor kedalam perancah dan dirawat untuk mempercepat reaksi hidrasi campuran semen dan air yang menyebabkan pengerasan pada beton, bahan yang terbentuk ini

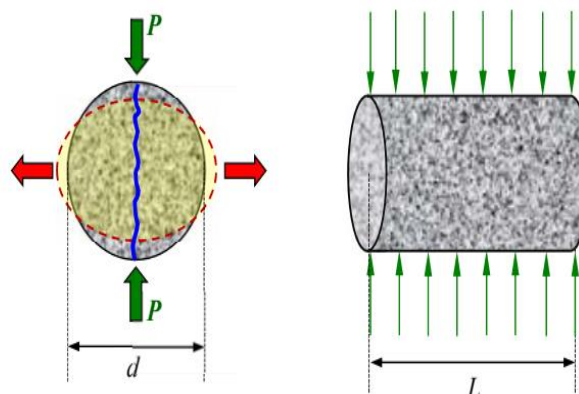
mempunyai kuat desak yang tinggi dan ketahanan terhadap tarik yang rendah.” (Nawy, 1998).

Beton dibagi menjadi beberapa jenis salah satunya beton normal, beton normal diperoleh dengan cara mencampurkan semen portland, air dan agregat, adapun jenis beton khusus selain beton normal. Beton khusus biasanya beton yang ditambahkan dengan bahan khusus, misalnya pozolan, bahan kimia pembantu, serat, dan sebagainya. Tujuan pemberian bahan tambah ialah untuk menghasilkan beton khusus yang lebih baik daripada beton normal (Tjokromulyo, 2012).

2.2 Pengujian Kuat Tarik Belah

Kekuatan tarik beton relatif rendah, kira-kira 10%-15% dari kekuatan tekan beton, kadang-kadang 20%. Kekuatan ini lebih sukar untuk diukur dan hasilnya berbeda-beda dari satu bahan percobaan ke bahan percobaan yang lain dibandingkan untuk silinder-silinder tekan (Ferguson M.P, 1995).

Pengujian kuat tarik belah beton berpedoman pada (SNI 03 - 2847, 2002). Pengujian kuat tarik belah digunakan untuk mengevaluasi ketahanan geser dari komponen struktur yang terbuat dari beton. Nilai kuat tarik diperoleh dari hasil pembebanan benda uji silinder yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji tekan. Uji belah didasarkan pada perilaku tekan benda uji dan Poisson rasio. Regangan tarik ini menimbulkan tegangan tarik, dan apabila beban ditingkatkan sampai benda uji terbelah, tegangan tarik batas (ultimat tensile stress) dapat dihitung (Gambar 2.1).



Gambar 2.1 : Kuat tarik Belah.

Apabila sebuah benda ditekan, maka akibat adanya adanya hukum kekekalan masa dan Poisson rasio, terjadi regangan tarik kearah tegak lurus gaya. Kuat tarik beton dapat dihitung dengan rumus :

$$f_{ct} = \frac{2P}{\pi d L} \quad (2.1)$$

Dimana :

- F_{ct} = kuat tarik belah (MPa)
- P = beban pada waktu belah (N)
- d = diameter benda uji silinder (mm)
- L = panjang benda uji silinder (mm)
- π = Phi

Penelitian yang dilakukan oleh (Tanditasik, 2015) menguji kekuatan tarik dengan variasi penggunaan *crumb rubber* + *tire chips* 0%, 10%, 20% dan 30% terhadap volume agregat halus dan kasar. Dimana hasil kuat tarik belah menurun sebesar 16%. Penambahan *crumb rubber* + *tire chips* lebih dari 10% dari volume agregat halus. Dari hasil penelitiannya dapat disimpulkan bahwa Semakin besar substitusi volume *crumb rubber* dan *tire chips* maka semakin besar penurunannya.

Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh (Munthe, 2019) kuat tarik belah beton menggunakan limbah pecahan beton dengan variasi limbah 0%, 15%, 30% dan 50% dengan mutu beton rencana K225. Hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa penambahan limbah pecahan beton mengakibatkan penurunan pada setiap penambahan variasi limbah pecahan beton.

2.3 FAS (Faktor Air Semen)

Faktor air semen (FAS) atau water cement ratio (wcr) adalah indikator yang penting dalam perancangan campuran beton karena FAS merupakan perbandingan jumlah air terhadap jumlah semen dalam suatu campuran beton. Jadi dapat dikatakan,

$$\text{FAS (kg/l)} = \frac{\text{Berat Air } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right)}{\text{Jumlah Semen } \left(\frac{\text{l}}{\text{m}^3}\right)} \quad (2.2)$$

Peningkatan jumlah air akan meningkatkan kemudahan pengerjaan dan pemadatan, tetapi akan mereduksi kekuatan beton. Pada umumnya tiap partikel membutuhkan air supaya plastis sehingga dapat dengan mudah dikerjakan. Harus ada cukup air terserap pada permukaan partikel, yang kemudian air tersebut akan mengisi ruang antar partikel. Partikel halus memiliki luas permukaan yang besar sehingga butuh air yang banyak. Dilain pihak tanpa partikel halus beton tidak akan mencapai plastisitas. Jadi faktor air semen (FAS) tidak dapat dipisahkan dengan grading agregat.

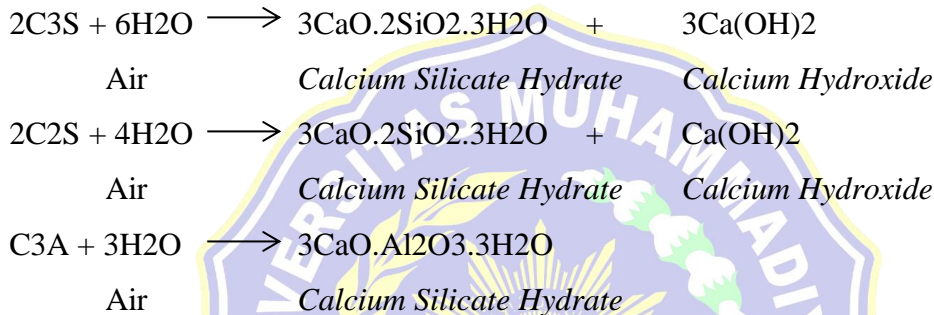
Semakin tinggi nilai FAS, mengakibatkan penurunan mutu kekuatan beton. Namun nilai FAS yang semakin rendah tidak selalu berarti bahwa kekuatan beton semakin tinggi. Jika FAS semakin rendah, maka beton akan semakin sulit untuk dipadatkan. Dengan demikian, ada suatu nilai FAS yang optimal yang dapat menghasilkan kuat tekan beton yang maksimal. Menurut (Tjokromulyo, 2012) umumnya nilai FAS yang diberikan dalam praktek pembuatan beton min. 0,4 dan max. 0,65.

2.4 Proses Hidrasi Beton

Ketika semen Portland di campur dengan air, maka partikel semen akan ilcnjadi sehllah fase cair atau pasta. Hasil dari pasta semen dapat dilihat segera setelah pencampuran dan akan bertahan untuk waktu yang disebut dengan "*dormant period*". Setelah dua sampai tiga jam dengan kondisi normal, pasta semen mulai mengeras dan kondisi plastis mulai berkurang dan akhirnya hilang, pasta semen menjadi getas (*brittle*). Proses pengerasan ini disebut dengan "*setting process*" yang terjadi setelah beberapa jam setelah pencampuran selesai (Popovich, 1992). *Setting process* dan pengerasan pasta semen Portland adalah hasil dari reaksi kimia yang teratur antara air dan bahan bahan penyusun semen, reaksi ini disebut dengan proses hidrasi. Ada dua proses reaksi kimia penting sclama periode awal dari proses hidrasi, yaitu:

- a. Reaksi antara C_3A dan *gypsum* dari semen menghasilkan *ettringite*, yaitu kalsium dan *alluminate trisulfate hydrate*.
- b. Hidrasi dari semen dan air menghasilkan *calcium silicate hydrate* (CSH).

Reaksi Hidrasi Semen:



Hidrasi adalah proses reaksi yang berkelanjutan antara semen dan air, atau lebih tepatnya disebut fase cair, yang dimulai dari permukaan partikel semen, kemudian dengan berjalannya waktu reaksi bergerak secara bertahap lebih ke bagian dalam dari partikel semen, air bereaksi dengan partikel semen dan memisahkan diri dari partikel-partikel semen menjadi gel yang mengitari bagian partikel semen yang tak terhidrasi (Popovich, 1992).

2.5 Material Penyusun Campuran Beton

Kualitas beton dapat ditentukan dengan cara pemilihan bahan-bahan pembentuk beton yang baik, perhitungan proporsi yang tepat, cara pengerjaan dan perawatan beton dengan baik, serta pemilihan bahan tambah yang tepat dengan dosis optimum yang diperlukan. Bahan pembentuk beton adalah agregat, semen, air, dan biasanya dengan bahan tambah atau pengisi.

Material pembentuk beton tersebut dicampur merata dengan komposisi tertentu menghasilkan suatu campuran yang plastis sehingga dapat dituang dalam cetakan untuk dibentuk sesuai dengan keinginan. Campuran tersebut bila dibiarkan akan mengalami pengerasan sebagai akibat reaksi kimia antara semen dan air yang berlangsung selama jangka waktu yang panjang atau dengan kata lain campuran beton akan bertambah keras sejalan dengan umurnya. Semen dan air akan bereaksi menghasilkan pasta semen yang plastis dan lecah (*workable*). Namun setelah selang

beberapa waktu, pasta akan menjadi kaku dan mulai sukar dikerjakan. Proses ini disebut pengikatan awal (*initial set*). Selanjutnya pasta semen akan bertambah kekakuannya sehingga diperoleh padatan yang utuh. Proses ini disebut pengikatan akhir (*final set*). Selanjutnya proses berlanjut sampai pasta mempunyai kekuatan yang disebut pengerasan (*hardening*). Pada semen portland biasa waktu pengikatan awal tidak boleh kurang dari 60 menit dan waktu pengikatan akhir tidak boleh lebih dari 8 jam. Reaksi antara semen dan air dimulai dari permukaan butir-butir semen, sehingga kehalusan partikel semen sangat berpengaruh, karena dengan semakin halus semen maka semakin luas permukaan spesifik semen dan akan menyebabkan kemungkinan terjadinya reaksi antara air dengan partikel semen persatuan waktu menjadi lebih besar, sehingga kecepatan reaksi bertambah besar.

Berikut akan dijelaskan mengenai ketiga bahan penyusun utama beton tersebut dan bahan pengisi yang akan digunakan.

2.5.1 Agregat

“Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70% volume mortar atau beton. Walaupun namanya hanya sebagai bahan pengisi, akan tetapi agregat sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar/betonnya, sehingga pemilihan agregat merupakan suatu bagian penting dalam pembuatan mortar/beton. Agregat adalah bahan pengisi yang berfungsi sebagai penguat.” (Tjokromulyo, 2012).

Berdasarkan ukurannya, agregat ini dapat dibedakan menjadi:

a. Agregat Halus

Agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi alami batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran butiran sebesar 5 mm.

Menurut ASTM C33, 1982: Agregat halus merupakan agregat yang semua butirannya menembus ayakan berlubang 4,75 mm yang biasanya disebut pasir. Jenis agregat ini dapat dibedakan lagi menjadi:

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

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

Maksud penggunaan agregat halus di dalam adukan beton adalah:

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

(SK.SNI T-15-03, 1990) memberikan syarat-syarat untuk agregat halus yang diadopsi dari *British Standard* di Inggris. Agregat halus dikelompokkan dalam empat zona (daerah) seperti dalam Tabel 2.1.

Tabel 2.1: Batas Gradasi Agregat Halus.

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

b. Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan agregat yang semua butirannya tertinggal di atas ayakan 4,75 mm (ASTM C 33, 2003), yang biasanya disebut kerikil. Material ini merupakan hasil disintegrasi alami batuan atau hasil dari industri pemecah batu. Butir-butir agregat harus bersifat kekal, artinya tidak pecah ataupun hancur oleh pengaruh-pengaruh cuaca, seperti terik matahari atau hujan.

Menurut (ASTM C 33, 2003), agregat kasar untuk beton harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% terhadap berat kering. Apabila kadar lumpur melampaui 1% maka agregat kasar harus dicuci.
2. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat reaktif alkali.
3. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan ayakan harus memenuhi syarat-syarat :
 - a. Sisa diatas ayakan 31,5 mm lebih kurang 0% berat total.
 - b. Sisa diatas ayakan 4 mm lebih kurang 90% - 98% berat total.
 - c. Selisih antara sisa-sisa komulatif diatas dua ayakan yang berurutan adalah maksimum 60% berat total, minimum 10% berat total.
4. Berat butir agregat maksimum tidak boleh lebih dari 1/5 jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan, 1/3 dari tebal plat atau 3/4 dari jarak besi minimum antara tulang-tulangan.

Menurut (ASTM C 33, 2003), batas gradasi agregat kasar dengan diameter agregat maksimum 37,5 mm dapat dilihat dalam Tabel 2.2.

Tabel 2.2: Batas Gradasi Agregat Kasar.

Lubang Ayakan (mm)	Persen Butir Lewat Ayakan, Diameter Terbesar 37,5 mm	
	Minimum	Maksimum
37,5 (1,5 in)	0	5
25 (1 in)	0	10
12,5 (1/2 in)	25	60
4,75 (No. 4)	95	100
2,36 (No. 8)	100	100

2.5.2 Semen

Fungsi semen adalah untuk merekatkan butir-butir agregat agar terjadi suatu massa yang padat dan juga mengisi rongga-rongga diantara butiran-butiran agregat. Semen merupakan bahan hidrolis yang dapat beraksi secara kimia dengan air, disebut dengan hidrasi, sehingga terjadi proses pembekuan yang membentuk material batu padat dan setelah pembekuan material tersebut akan mempertahankan

kekuatan dan stabilitas bahkan didalam air. Salah satu jenis semen yang biasa dipakai dalam pembuatan beton ialah semen portland, terbuat dari campuran kalsium (CaI), silika (SiO₂), alumunia (Al₂O₃) dan oksida besi (Fe₂O₃). Kalsium bisa didapatkan dari setiap bahan yang mengandung kapur.

Tabel 2.3 : Unsur Kimia Semen (Tjokromulyo, 2012).

Unsur Kimia	Persentase
Kapur CaO	60 -65
Silika SiO ₂	17 -25
Alumina Al ₂ O ₃	3 -8
Besi Fe ₂ O ₃	0,5 -6
Magnesia MgO	0,5 -4
Sulfur SO ₃	1 -2
Soda / potash Na ₂ O + K ₂ O	0,5 -1

Semen portland merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain (SNI-15- 2049, 2004).

Menurut (SNI-15- 2049, 2004) membagi semen portland menjadi 5 jenis:

- Jenis I : Semen Portland untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.
- Jenis II : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
- Jenis III : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah pengikatan terjadi.
- Jenis IV : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan kalor hidrasi yang rendah.
- Jenis V : Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat.

2.5.3 Air

Air juga tidak kalah penting dalam pelaksanaan pembuatan campuran beton. Pastinya air merupakan pemersatu proses pencampuran dari agregat dan semen, atau bahkan bahan tambah maupun zat *additive*. Air digunakan pada campuran beton agar terjadi reaksi kimiawi dengan semen untuk membasahi agregat dan untuk melumas campuran agar mudah dalam pengerjaannya. Air yang mengandung senyawa-senyawa yang berbahaya, yang tercemar garam, minyak, gula, atau bahan-bahan kimia lain, bila dipakai untuk campuran beton akan dapat menurunkan kekuatan beton dan juga dapat mengubah sifat-sifat beton yang dihasilkan.

Proporsi air yang sedikit akan memberikan kekuatan yang tinggi pada beton, tetapi kelemasan beton atau daya kerjanya menjadi berkurang. Sedangkan proporsi air yang agak besar dapat memberikan kemudahan pada waktu pelaksanaannya, tetapi kekuatan hancur beton akan menjadi rendah. Proporsi air ini dinyatakan dalam Faktor Air Semen (*water cement ratio*) atau yang sering kita singkat dengan FAS, yaitu angka yang menyatakan perbandingan antara berat air dibagi dengan berat semen dalam adukan beton tersebut.

Beton untuk konstruksi gedung biasanya memiliki nilai rasio semen sebesar 0,45 hingga 0,65. Dengan rasio tersebut dapat dihasilkan beton yang kedap air, namun mutu beton tetap dipengaruhi cara pemadatan dan daya kerjanya. Bilamana daya kerja beton rendah, maka diperlukan zat *additive*, sehingga daya kerja beton menjadi lebih baik, tanpa mempengaruhi kekuatan atau faktor air semen.

Menurut (SNI 03 - 2847, 2002), proses pengikatan, pengerasan semen atau hidrasi pada beton akan berjalan dengan baik jika menggunakan air yang memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- a. Air yang digunakan pada campuran beton harus bersih dan bebas dari bahan-bahan yang merusak seperti bahan yang mengandung oli, asam, alkali, garam, bahan organik, atau bahan-bahan lainnya yang merugikan terhadap beton dan tulangan.
- b. Air pencampur yang digunakan pada beton prategang atau beton yang didalamnya tertanam logam aluminium, termasuk air bebas yang terkandung

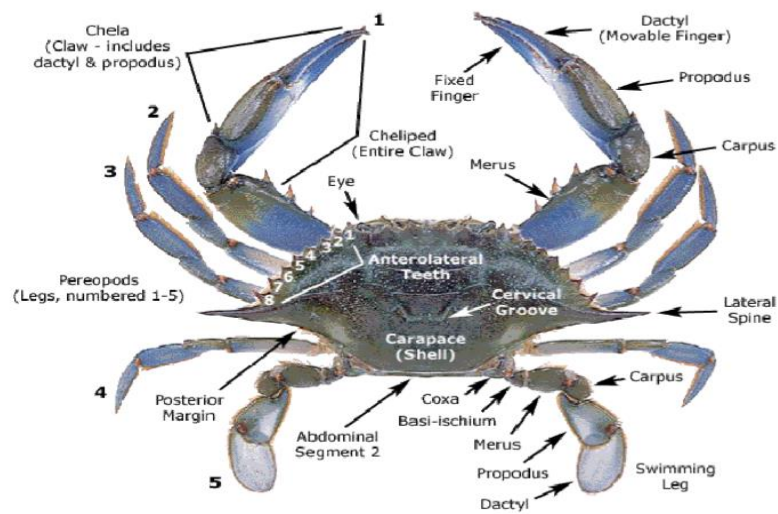
dalam agregat, tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan.

c. Air yang tidak dapat diminum tidak boleh digunakan pada beton, kecuali ketentuan berikut terpenuhi:

- Pemilihan proporsi campuran beton harus didasarkan pada campuran beton yang menggunakan air dari sumber yang sama.
- Hasil pengujian pada umur 7 dan 28 hari pada kubus uji mortar yang dibuat dari adukan dengan air yang tidak dapat diminum harus mempunyai kekuatan sekurangnya sama dengan 90% dari kekuatan benda uji yang dibuat dengan air yang dapat diminum. Perbandingan uji kekuatan tersebut harus dilakukan pada adukan serupa, terkecuali pada air pencampur, yang dibuat dan diuji sesuai dengan “Metode uji kuat tekan untuk mortar semen hidrolis (menggunakan spesimen kubus dengan ukuran sisi 50 mm)” (ASTM C 109).

2.5.4 Limbah Kulit Rajungan

Limbah adalah suatu zat atau bahan buangan suatu proses produksi, baik industri maupun rumah tangga yang kehadirannya tidak dikehendaki, menurunkan kualitas lingkungan serta tidak mempunyai nilai ekonomi. Rajungan merupakan salah satu komoditas ekspor andalan Indonesia, umumnya daging rajungan diekspor dalam bentuk segar, beku ataupun kaleng. Salah satu limbah padat dari pengolahan rajungan yaitu cangkang rajungan. (Multazam, 2000) 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. Cangkang rajungan mempunyai kandungan mineral yang tinggi, terutama kalsium (19,97%) dan fosfor (1,81%) (Multazam, 2000).



Gambar 2.2: Rajungan (*Portunus pelagicus*) (Galil, 2004).

Kandungan di dalam kulit rajungan memiliki kesamaan beberapa elemennya dengan kandungan yang ada pada semen. Kandungan utama pada semen berupa kalsium (CaI), silika (SiO_2), alumunia (Al_2O_3) dan oksida besi (Fe_2O_3), yang dimana dengan kandungan kalsium (CaI), kandungan besi (Fe) dan magnesium (Mg) yang terdapat pada kulit rajungan dapat menjadi pengganti agregat halus dan dapat menambah kekuatan beton, terutama pada pengujian kuat tarik beton. Dengan adanya beberapa kandungan kimia yang sama tersebut. Maka di asumsikan terjadinya proses hidrasi yang dapat menambah nilai lebih pada beton tersebut. Berikut kandungan yang ada pada kulit rajungan dan semen dapat dilihat pada Tabel 2.4 dan Tabel 2.5.

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Tabel 2.4: Komposisi kimia limbah kulit rajungan (Multazam, 2000).

Komposisi Kimia	Kadar
Air (%)	4,32
Protein (%)	18,18
Lemak (%)	2,27
Serat kasar (%)	16,67
Abu (%)	44,28
P (%)	1,81

Tabel 2.4: *Lanjutan.*

Komposisi Kimia	Kadar
CaI (%)	19,97
Mg (%)	1,29
Cu (ppm)	30,62
Fe (ppm)	195,59
Zn (ppm)	44,59
Mn (ppm)	184,52

Tabel 2.5 : Unsur Kimia Semen (Tjokromulyo, 2012).

Unsur Kimia	Persentase
Kapur CaO	60 –65
Silika SiO ₂	17 -25
Alumina Al ₂ O ₃	3 -8
Besi Fe ₂ O ₃	0,5 -6
Magnesium MgO	0,5 -4
Sulfur SO ₃	1 -2
Soda / potash Na ₂ O + K ₂ O	0,5 -1



UMSU

 Unggul | Cerdas | Terpercaya

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian mencakup prosedur dan teknik penelitian. Metode penelitian merupakan langkah penting untuk memecahkan masalah-masalah penelitian. Dengan menguasai metode penelitian, bukan hanya dapat memecahkan berbagai masalah penelitian, namun juga dapat mengembangkan bidang keilmuan yang digeluti.

Dalam penelitian ini dilakukan dengan cara membuat benda uji (sampel) di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Benda uji dalam penelitian ini adalah beton normal yang menggunakan limbah kulit rajungan sebagai pengganti sebagian agregat halus dengan variasi campuran 0 %, 5%, 7%, dan 8%. Sedangkan waktu pengujian dilakukan setelah beton berumur 28 hari.

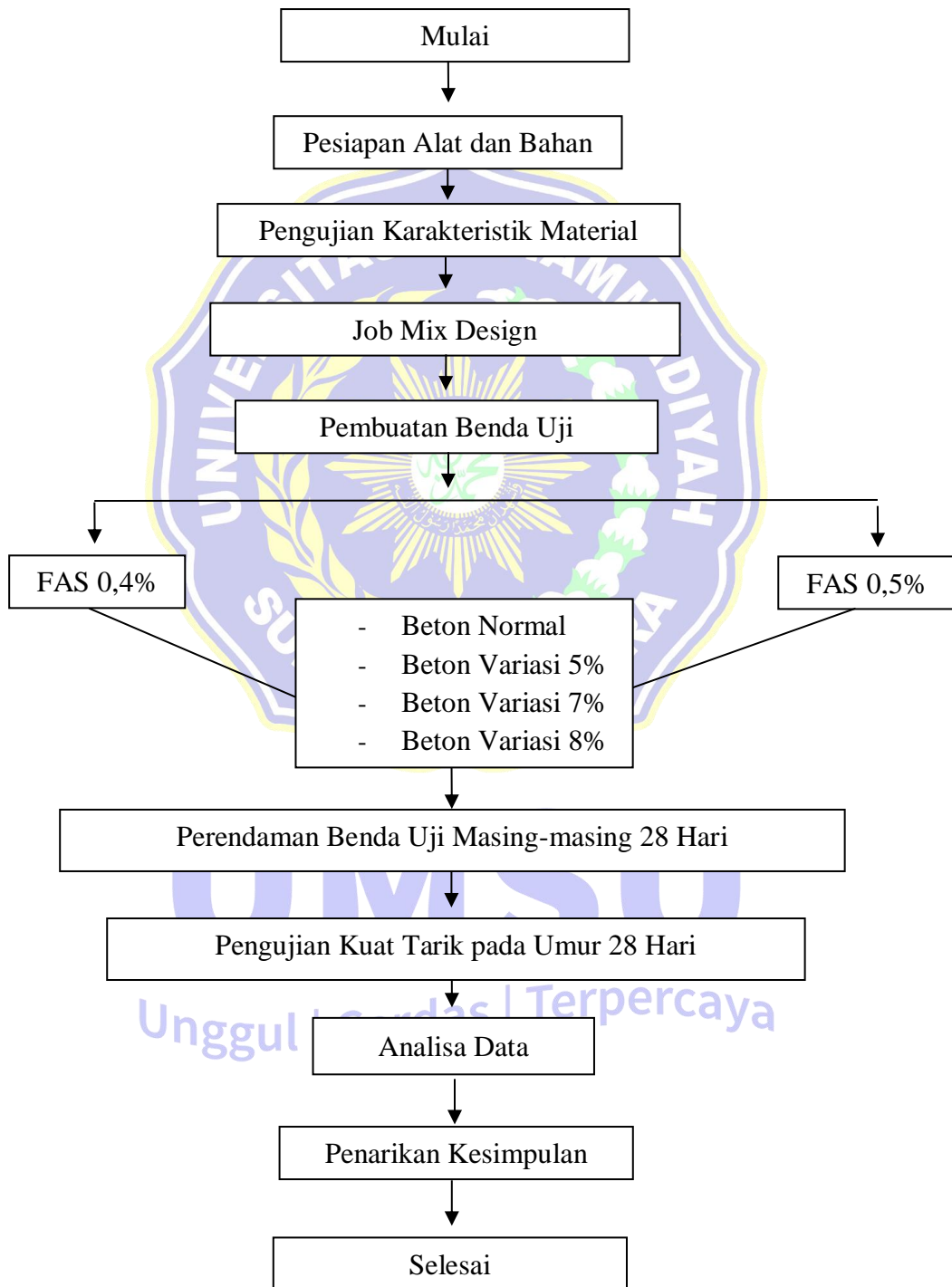
Data yang sebagai pendukung dalam penelitian diperoleh dari perhitungan di laboratorium. Data pendukung hasil perhitungan di laboratorium seperti:

- Analisa saringan agregat.
- Berat jenis dan penyerapan.
- Pemeriksaan berat isi agregat.
- Pemeriksaan kadar air agregat.
- Perbandingan dalam campuran beton (*Mix design*).
- Kekentalan adukan beton segar (*slump*).
- Uji kuat tarik beton.

3.2 Diagram Alur 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 Alur Penelitian.

3.3 Bahan dan Peralatan

3.3.1 Bahan

Komponen bahan pembentuk beton yang digunakan yaitu:

a. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Holcim PCC (*Portland Composit Cement*).

b. Agregat Halus

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

c. Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu pecah dengan ukuran 38.1 mm yang diperoleh dari daerah Binjai.

d. Air

Air yang digunakan berasal dari Laboratorium Teknik Umsu.

e. Kulit Rajungan

Kulit Rajungan yang diperoleh dari tempat pemisahan daging dengan cangkang Rajungan (*home industry*) Pantai Cermin dan pemisahan daging dengan cangkang Rajungan (*industry*) KIM.

3.3.2 Peralatan

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

a. Saringan untuk agregat halus, yaitu: No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100.

b. Saringan untuk agregat kasar, yaitu: 1,5", 3/4", 3/8", No.4.

c. Oven.

d. Timbangan digital.

e. Alat pengaduk beton (*mixer*).

f. Cetakan benda uji berbentuk silinder.

g. Alat penggetar (*vibrator*)

h. Mesin kompres (*compression test*).

3.4 Persiapan Penelitian

Setelah seluruh material sampai di lokasi penelitian, maka material dipisahkan menurut jenisnya untuk mempermudah dalam tahapan-tahapan penelitian yang akan dilaksanakan agar material tidak tercampur dengan bahan-bahan yang lain sehingga mempengaruhi kualitas material.

3.5 Pemeriksaan Agregat

Di dalam pemeriksaan agregat baik agregat kasar maupun agregat halus dilakukan di laboratorium mengikuti panduan dari SNI tentang pemeriksaan agregat serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

3.6 Pemeriksaan Agregat Halus

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan/pemeriksaan diantaranya:

- Pemeriksaan kadar air.
- Pemeriksaan kadar lumpur.
- Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan.
- Pemeriksaan berat isi.
- Pemeriksaan analisa saringan.

3.6.1 Kadar Air Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (ASTM C 556, 1997) serta mengikuti buku panduan praktikum beton program studi teknik sipil fakultas teknik UMSU tentang kadar air agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.1 sehingga diketahui kadar air agregat halus yang diperiksa.

Tabel 3.1: Data-data hasil penelitian kadar air agregat halus.

<i>Fine Agregate Passing No. 9.5 mm</i>	<i>Sample I (gr)</i>	<i>Sample II (gr)</i>	<i>Sample III (gr)</i>	<i>Average</i>
<i>Wt of SSD sample & mold (berat contoh SSD & berat wadah) (W1)</i>	605	633	663	663,67

Tabel 3.1: *Lanjutan*

<i>Fine Agregate Passing No. 9.5 mm</i>	<i>Sample I (gr)</i>	<i>Sample II (gr)</i>	<i>Sample III (gr)</i>	<i>Average</i>
<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)) x 100%</i>	2,25	2,25	2,25	2,25

Berdasarkan hasil pemeriksaan kadar air pada agregat halus yang telah diteliti di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil UMSU, didapat rata-rata kadar air sebesar 2,25%. Percobaan ini dilakukan sebanyak tiga kali pengujian, pada contoh pertama, kadar air yang didapat sebesar 2,249%, contoh kedua didapat kadar air sebesar 2,249%, sedangkan contoh ketiga didapat kadar air sebesar 2,249%. Hasil di atas tersebut telah memenuhi standar yang ditentukan yaitu 2,1%-2,3%.

3.6.2 Kadar Lumpur Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (SNI 03-2834, 1993) serta mengikuti buku panduan praktikum. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.2 sehingga diketahui kadar lumpur agregat halus yang diperiksa.

Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dilakukan dengan mencuci sampel dengan menggunakan air, kemudian disaring dengan menggunakan Saringan No. 200, persentase yang didapat dihitung dari pembagian berat kotoran agregat yang lolos saringan dibagi dengan berat contoh awal sampel, kemudian membuat hasilnya di dalam persentase.

Tabel 3.2: Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat halus.

<i>Fine Agregate</i> (Agregat halus)	<i>Sample I</i> (gr)	<i>Sample II</i> (gr)	<i>Sample III</i> (gr)	<i>Average</i>
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

Dari percobaan ini didapat persentase kadar lumpur untuk sampel yang pertama sebesar 3,6%, dan sampel kedua sebesar 3,4%, dan sampel ketiga sebesar 4,0%. Maka, untuk mengambil nilai kadar lumpur diambil dari rata-rata pengujian yakni sebesar 3,67%. Jumlah persentase tersebut telah memenuhi persyaratan berdasarkan PBI 1971 yaitu <5%.

3.6.3 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (ASTM C 128, 2001) serta mengikuti buku panduan praktikum beton program studi teknik sipil fakultas teknik UMSU tentang berat jenis dan penyerapan agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.3, sehingga diketahui berat jenis dan penyerapan agregat halus yang diperiksa.

Tabel 3.3: Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat halus.

<i>Fine Agregate Passing No. 9.5 mm</i>	<i>Sample I</i>	<i>Sample II</i>	<i>Sample III</i>	<i>Average</i>
<i>Wt of SSD sample in air</i> (berat contoh SSD kering permukaan jenuh) B	500	500	500	500
<i>Wt of oven dry sample</i> (berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan) E	492	491	490	491

Tabel 3.3: Lanjutan

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

Dari hasil pemeriksaan di dapat data-data pada Tabel 3.3 sehingga dapat diketahui nilai berat jenis maupun penyerapan (*absorption*) pada agregat halus yang diteliti. Pada tabel terlampir 3 macam berat jenis, yakni berat jenis contoh semu, berat jenis SSD, dan berat jenis contoh semu. Berat jenis agregat terpenuhi apabila nilai Berat Jenis Contoh Kering < Berat Jenis SSD < Berat Jenis Contoh Semu. Dari percobaan didapat rata-rata nilai berat jenis contoh kering sebesar 2,49 gr/cm³, nilai rata-rata berat jenis SSD sebesar 2,53 gr/cm³, dan nilai rata-rata berat jenis contoh semu sebesar 2,61 gr/cm³. Selain berat jenis, pada pemeriksaan ini juga didapat nilai penyerapan pada agregat halus yang didapat nilai rata-ratanya sebesar 1,83%. Berdasarkan standar (ASTM C 128, 2001) tentang absorpsi yang baik adalah dibawah 2% dan nilai absorpsi agregat halus yang diperoleh telah memenuhi standar.

3.6.4 Berat Isi Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (ASTM C 127, 2001) serta mengikuti buku panduan praktikum beton program studi teknik sipil fakultas teknik UMSU

tentang berat isi agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.4 sehingga diketahui berat isi agregat halus yang diperiksa.

Tabel 3.4: Data-data hasil penelitian berat isi agregat halus.

No	<i>Fine Agregate Passing No. 50.8 mm</i>	<i>Sample I</i>	<i>Sample II</i>	<i>Sample III</i>	<i>Average</i>
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

Berdasarkan Tabel 3.4, 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.

3.6.5 Analisa Saringan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (SNI 03-2834, 1993) serta mengikuti buku panduan praktikum beton program studi teknik sipil fakultas teknik UMSU tentang analisa saringan agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.5 dan batas gradasi agregat halus pada Gambar 3.2, sehingga diketahui modulus kehalusan agregat halus yang diperiksa.

Tabel 3.5: Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat halus.

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		

Pemeriksaan analisa saringan agregat halus ini menggunakan nomor saringan yang telah ditentukan berdasarkan(SNI 03-2834, 1993), yang nantinya akan dibuat grafik zona gradasi agregat yang didapat dari nilai kumulatif agregat. Apakah agregat yang dipakai termasuk zona pasir kasar, sedang, agak halus, atau pasir halus. Penjelasan nilai kumulatif agregat didapat dari penjelasan berikut ini:

Total berat pasir = 3293 gram.

- Persentase berat tertahan rata-rata:

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

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

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

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

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

$$\begin{aligned} \text{No.100} &= \frac{1227}{3293} \times 100\% = 37,26 \% \\ \text{Pan} &= \frac{381}{3293} \times 100\% = 11,57 \% \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif tertahan:

$$\begin{aligned} \text{No.4} &= 0 + 0,52 = 0,52 \% \\ \text{No.8} &= 0,52 + 0,61 = 1,13 \% \\ \text{No.16} &= 1,13 + 1,21 = 2,34 \% \\ \text{No.30} &= 2,34 + 3,89 = 6,23 \% \\ \text{No.50} &= 6,23 + 44,94 = 51,17 \% \\ \text{No.100} &= 51,17 + 37,26 = 88,43 \% \\ \text{Pan} &= 88,43 + 11,57 = 100,00 \% \end{aligned}$$

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 249,82 %

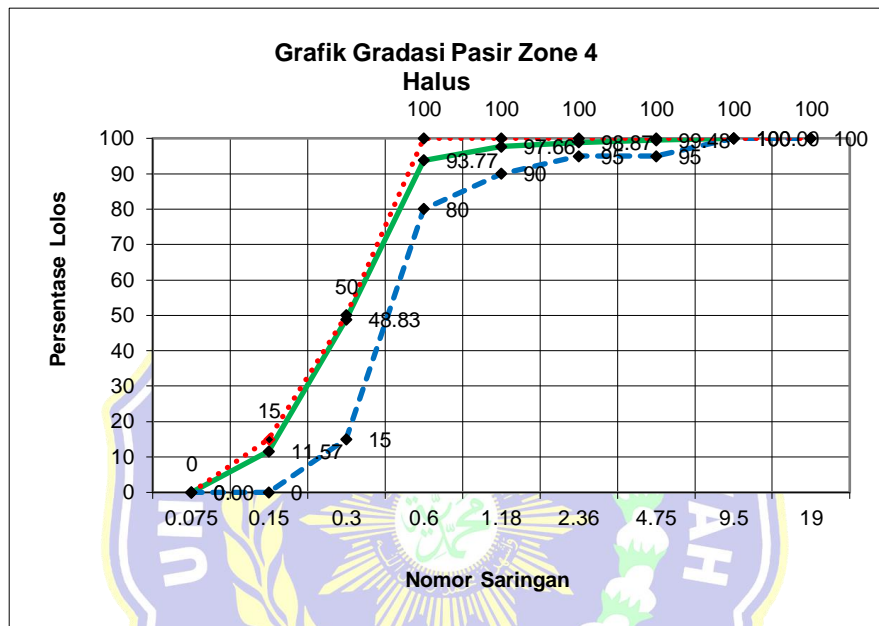
$$\begin{aligned} \text{FM (Modulus kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \\ &= \frac{249,82}{100} \end{aligned}$$

$$\text{FM} = 2,49$$

Modulus kehalusan atau Fine Modulus (FM) yang didapat sudah memenuhi syarat berdasarkan SNI 03-2461-1991 untuk agregat halus yaitu $2,2 < \text{FM} > 3,2$.

$$\begin{aligned} \text{No.4} &= 100 - 0,52 = 99,48 \% \\ \text{No.8} &= 100 - 1,13 = 98,87 \% \\ \text{No.16} &= 100 - 2,34 = 97,66 \% \\ \text{No.30} &= 100 - 6,23 = 93,77 \% \\ \text{No.50} &= 100 - 51,17 = 48,83 \% \\ \text{No.100} &= 100 - 88,43 = 11,57 \% \\ \text{Pan} &= 100 - 100,00 = 0,00 \% \end{aligned}$$

- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:



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

Pemeriksaan analisa saringan agregat halus ini menggunakan nomor saringan yang telah ditentukan berdasarkan(SNI 03-2834, 1993), dari hasil persentase berat kumulatif yang lolos saringan maka pasir tersebut masih dalam *range* pasir (halus) zona 4.

3.7 Pemeriksaan Agregat Kasar

Penelitian ini meliputi beberapa tahapan/pemeriksaan diantaranya:

- Pemeriksaan kadar air.
- Pemeriksaan kadar lumpur.
- Pemeriksaan berat jenis dan penyerapan.
- Pemeriksaan berat isi.
- Pemeriksaan analisa saringan.

3.7.1 Kadar Air Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (ASTM C 29, 2003) serta mengikuti buku panduan praktikum beton program studi teknik sipil fakultas teknik UMSU

tentang kadar air agregat halus. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.6 sehingga diketahui kadar air agregat kasar yang diperiksa.

Tabel 3.6: Data-data hasil penelitian kadar air agregat kasar.

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

Pengujian dilakukan menggunakan tiga sampel yang kemudian dirata-ratakan. Dari hasil pengujian didapat nilai kadar air agregat kasar pada contoh pertama sebesar 0,67%, pada contoh kedua sebesar 0,74%, dan pada contoh ketiga sebesar 0,67%. Sedangkan nilai rata-rata kadar air pada agregat kasar yang diteliti adalah sebesar 0,67% dan hasil tersebut telah memenuhi standar yang ditetapkan yaitu 0,5% - 1,5%.

3.7.2 Kadar Lumpur Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (SNI 03-2834, 1993) serta mengikuti buku panduan praktikum. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.7 sehingga diketahui kadar lumpur agregat kasar yang diperiksa. Pemeriksaan kadar lumpur agregat kasar dilakukan dengan mencuci sampel dengan menggunakan air, kemudian disaring dengan menggunakan Saringan No. 200, persentase yang didapat dihitung dari pembagian berat kotoran agregat yang lolos saringan dibagi dengan berat contoh awal sampel, kemudian membuat hasilnya di dalam persentase.

Tabel 3.7: Data-data hasil penelitian kadar lumpur agregat kasar.

<i>Course Agregate</i> (Agregat kasar)	<i>Sample I</i> (gr)	<i>Sample II</i> (gr)	<i>Sample III</i> (gr)	<i>Average</i>
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

Dari percobaan ini didapat persentase kadar lumpur untuk sampel yang pertama sebesar 0,67%, sampel kedua sebesar 0,53%, dan sampel ketiga sebesar 0,80%. Maka, untuk mengambil nilai kadar lumpur diambil dari rata-rata pengujian yakni sebesar 0,67%. Menurut (PBI, 1917) hasil pemeriksaan kadar lumpur di atas telah memenuhi syarat yaitu <1%.

3.7.3 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (ASTM C 127, 2001) serta mengikuti buku panduan praktikum beton program studi teknik sipil fakultas teknik UMSU tentang berat jenis dan penyerapan agregat kasar. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.8 sehingga diketahui berat jenis dan penyerapan agregat kasar yang diperiksa.

Tabel 3.8: Data-data hasil penelitian berat jenis dan penyerapan agregat kasar.

<i>Coarse Agregate Passing No. 19.10 mm</i>	<i>Sample I</i>	<i>Sample II</i>	<i>Sample III</i>	<i>Average</i>
<i>Wt of SSD sample in air</i> (berat contoh SSD kering permukaan jenuh) A (gr)	3100	2700	2900	2900
<i>Wt of SSD sample in air</i> (berat contoh SSD kering permukaan jenuh) A (gr)	3100	2700	2900	2900
<i>Wt of oven dry sample</i> (berat contoh SSD kering oven 110°C sampai konstan) C (gr)	3079	2678	2877	2878
<i>Wt of SSD Sample in water</i> (Berat contoh SSD di dalam air) B (gr)	1962	1711	1843	1838,67
<i>Bulk sp grafity dry</i> (berat jenis contoh kering) C/(A-B) (gr/cm ³)	2,71	2,71	2,72	2,713
<i>Bulk sp grafity SSD</i> (berat jenis contoh SSD) A/(A-B) (gr/cm ³)	2,72	2,71	2,74	2,723
<i>Apparent sp grafity</i> (berat jenis contoh semu) C/(C-B) (gr/cm ³)	2,76	2,77	2,78	2,77
<i>Absortion</i> (penyerapan) ((A-C)/C)x100%	0,68	0,82	0,80	0,77

Pada Tabel 3.8 terlampir 3 macam berat jenis, yakni berat jenis contoh semu, berat jenis SSD, dan berat jenis contoh kering. Berat jenis agregat terpenuhi apabila nilai Berat Jenis Contoh Kering < Berat Jenis SSD < Berat Jenis Contoh Semu. Dari percobaan didapat rata-rata nilai berat jenis contoh kering sebesar 2,713 gr/cm³, nilai rata-rata berat jenis SSD sebesar 2,723 gr/cm³, dan nilai rata-rata berat jenis contoh semu sebesar 2,77 gr/cm³. Selain berat jenis, pada pemeriksaan ini juga didapat nilai penyerapan pada agregat kasar yang didapat nilai rata-ratanya sebesar 0,77% dan berdasarkan (ASTM C 127, 2001) nilai ini berada di bawah nilai absorpsi agregat kasar maksimum yaitu sebesar 4%.

3.7.4 Berat Isi Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (ASTM C 29, 2003) serta mengikuti buku panduan praktikum beton program studi teknik sipil fakultas teknik UMSU

tentang berat isi agregat kasar. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.9 sehingga diketahui berat isi agregat kasar yang diperiksa.

Tabel 3.9: Data-data hasil penelitian berat isi agregat kasar.

No	<i>Fine Agregate Passing No. 50.8 mm</i>	<i>Sample I</i>	<i>Sample II</i>	<i>Sample III</i>	<i>Average</i>
1	<i>Wt of sample & mold (berat contoh & wadah) Gr</i>	26270	26970	26780	26673,33
2	<i>Wt of mold (berat wadah), gr</i>	6440	6440	6440	6440
3	<i>Wt of sample (berat contoh), gr</i>	19830	20530	20340	20233,33
4	<i>Vol of mold (volume wadah) cm³</i>	15465,21	15465,21	15465,21	15465,21
5	<i>Unit weight (berat Isi) gr/cm³</i>	1,282	1,328	1,315	1,308

Berdasarkan Tabel 3.9 menjelaskan tentang 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. Pada sampel pertama didapat nilai berat isi agregat sebesar 1,282 gr/cm³. Percobaan kedua menghasilkan nilai berat isi agregat sebesar 1,328 gr/cm³, dan pada percobaan ketiga berat isi agregat sebesar 1,315 gr/cm³. Hasil tersebut telah memenuhi standar yang ditentukan yaitu > 1,125 gr/cm³.

3.7.5 Analisa Saringan Agregat Kasar

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (SNI 03-1986, 1990) serta mengikuti buku panduan praktikum beton program studi teknik sipil fakultas teknik UMSU tentang analisa saringan agregat kasar. Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 3.10 sehingga diketahui modulus kehalusan agregat kasar yang diperiksa.

Berdasarkan Tabel 3.10, didapatkan nilai kumulatif agregat dan modulus kehalusan agregat kasar yang diperoleh dari persentase jumlah keseluruhan kumulatif tertahan agregat. Percobaan ini dilakukan dua kali, nomor saringan yang dipakai diambil berdasarkan metode (ASTM C 33, 2003), yang pada pengerjaan *Job Mix Design* nantinya dimodifikasi agar sesuai dengan tata cara perencanaan campuran beton menurut (SNI 03-2834, 1993).

Tabel 3.10: Data-data hasil penelitian analisa saringan agregat kasar.

Sieve Size	Retained Fraction					Cumulative	
	Sample I	Sample II	Sample III	Total Weight	%	Retained	Passing
	(gr)	(gr)	(gr)	(gr)			
38,1 (1.5 in)	128	77	92	297	3,42	3,42	96,26
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		

Penjelasan tentang persentase dan kumulatif agregat dijelaskan sebagai berikut:

Total berat pasir = 8691 gram

- Persentase berat tertahan rata-rata:

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

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

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

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

- Persentase berat kumulatif tertahan:

$$1,5 = 0 + 3,42 = 3,42 \%$$

$$3/4 = 3,42 + 33,82 = 37,24 \%$$

$$3/8 = 37,24 + 42,35 = 79,59 \%$$

$$\text{No.4} = 79,59 + 20,41 = 100,00 \%$$

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 220,25 + 500 (untuk No.8 sampai No.100)

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

$$= \frac{720,25}{100}$$

$$\text{FM} = 7,20$$

- Persentase berat kumulatif yang lolos saringan:

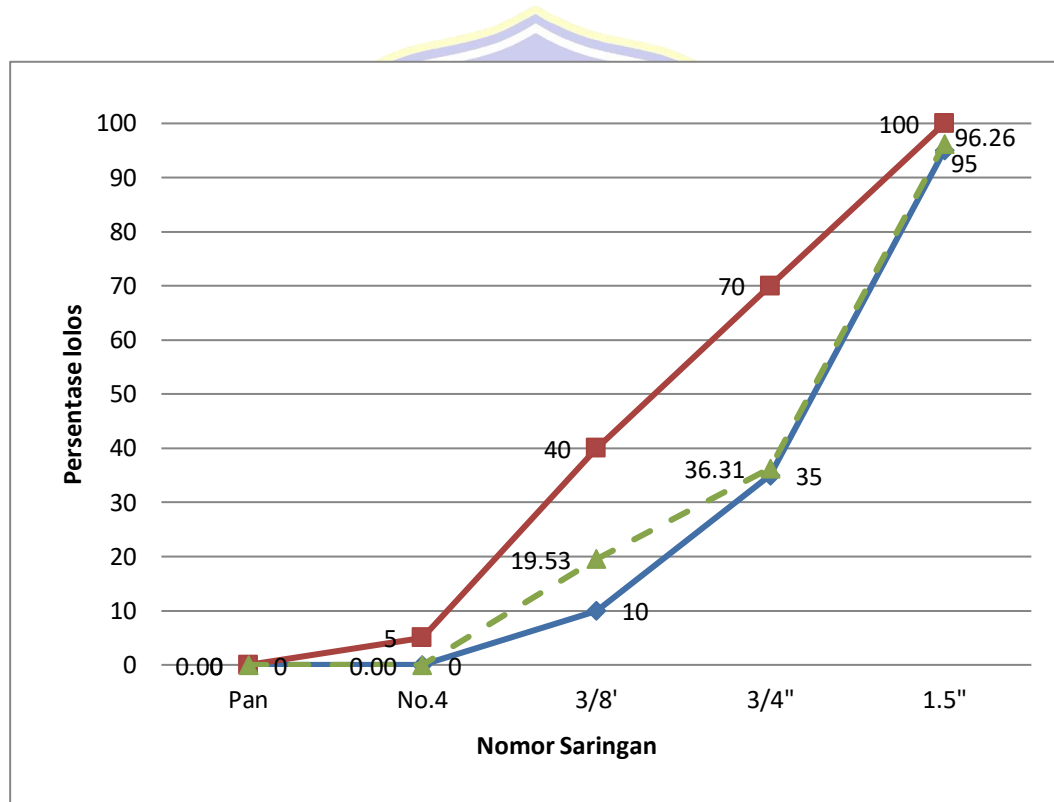
$$1,5 = 100 - 3,42 = 96,58 \%$$

$$3/4 = 100 - 37,24 = 62,76 \%$$

$$3/8 = 100 - 79,59 = 20,41 \%$$

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

Batas gradasi batu pecah sebagai agregat kasar dengan kriteria berdiameter maksimum 40 mm dapat dilihat pada Gambar 3.3. Pemeriksaan analisa saringan agregat kasar ini menggunakan nomor saringan yang telah ditentukan berdasarkan (SNI 03-2834, 1993), dari hasil persentase berat kumulatif yang lolos saringan maka pasir tersebut masih dalam range kerikil maksimum 40 mm.



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

3.7.6 Keausan Agregat Dengan Mesin *Los Angeles*

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (SNI 2417, 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 Tabel 3.11. Nilai keausan agregat didapatkan dari perbandingan persentase dari berat akhir agregat yang tertahan dengan saringan No. 12 dengan berat awal agregat yang diambil. Percobaan ini dimaksudkan untuk mengetahui berapa besar ketahanan agregat terhadap gesekan.

Tabel 3.11: Data-data dari hasil pengujian keausan agregat.

<i>Sieve Size</i>	<i>Wt of sample before test</i> (Berat awal) gr	<i>Wt of sample after test</i> (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 %

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

Dari hasil pemeriksaan di dapat pada Tabel 3.11 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%.

3.8 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).

3.9 Pelaksanaan Penelitian

3.9.1 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.

3.9.2 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 3.12: 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. Persiapan alat dan bahan

Gambar 3.4 persiapan bahan seperti semen, agregat kasar, agregat halus dan serbuk kulit rajungan yang telah di tentukan.



Gambar 3.4: Bahan pembuatan benda uji.

d. Proses pecampuran beton

Gambar 3.5 menjelaskan pencampuran beton menggunakan alat yang dinamakan *mixer* yang didalamnya terdapat tiga buah batang besi sebagai pengaduknya. Proses pencampuran ini dimulai dengan pencampuran semua komponen beton secara bertahap.



Gambar 3.5: Proses pencampuran bahan.

e. Proses pemadatan beton

Gambar 3.6 pemadatan benda uji. Setelah dilakukan pengujian *slump test*, beton di masukkan kedalam cetakan silinder. Kemudian, dipadatkan dengan cara memukul sisi cetakan silinder, yang tujuan pemukulan pada cetakan yaitu memaksa gelembung udara agar keluar naik keatas permukaan beton untuk mendapatkan beton padat sempurna.



Gambar 3.6: Proses pemadatan benda uji.

f. Penimbangan benda uji

Setelah benda uji ± 24 jam didiamkan, benda uji kemudian di lepas dari cetakan dan menimbang berat benda uji, proses ini dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7: Benda uji.

3.9.3 Pengujian *Slump*

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

- 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.
- Setelah didiamkan selama satu menit, kerucut *Abrams* diangkat lurus ke atas dan mengukur penurunan yang terjadi (nilai *Slump*).
- Nilai *slump* diambil pada saat sebelum dan sesudah serat dimasukkan ke dalam adukan beton, kemudian nilai *slump* dicatat dan ditabelkan. Gambar 3.8 berupa pengambilan nilai *slump test*.



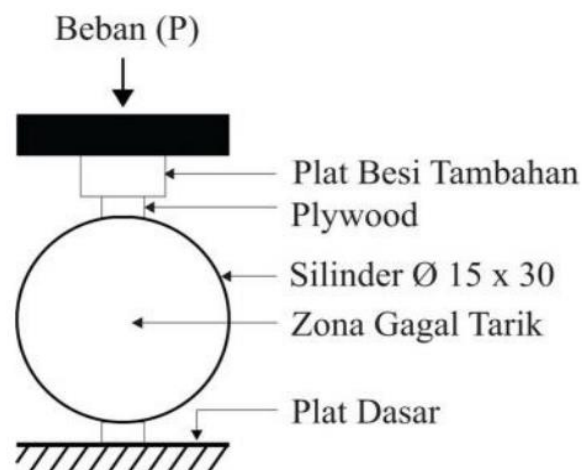
Gambar 3.8: Pengambilan nilai *slump*.

3.9.4 Perawatan Beton

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

3.9.5 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

pengujian kuat tarik belah beton menggunakan alat *compression testing machine* (CTM), dengan cara menekan silinder beton pada posisi rebah. Sebelum pengujian benda uji ditimbang terlebih dahulu untuk dapat mengetahui berat beton. Pengujian tersebut menggunakan benda uji silinder beton berdiameter 150 mm dan panjang 300 mm, diletakkan pada arah memanjang di atas alat penguji kemudian beban tekan diberikan merata arah tegak dari atas pada seluruh panjang silinder. Apabila kuat tarik terlampaui, benda uji terbelah menjadi dua bagian dari ujung ke ujung. Tegangan tarik yang timbul sewaktu benda uji terbelah disebut sebagai split cylinder strength. Kuat desak yang diperlukan untuk membuat silinder terbelah disebut dengan kuat tarik belah. Hasil pembebanan maksimum (beton hancur) dicatat dan dianalisis. Jumlah sampel pengujian untuk setiap variasi direncanakan sebanyak 2 benda uji. Dengan jumlah benda uji keseluruhan sebanyak 16 benda uji. *Setting up* uji kuat tarik belah beton dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 : *Setting Up* Uji Kuat Tarik Beton.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Perhitungan Perencanaan Campuran Beton

Sebelum melakukan perencanaan campuran beton (*mix design*), terlebih dahulu mengetahui data-data dari hasil penelitian pengujian dasar seperti berat jenis, kadar lumpur, berat isi dan sebagainya. Dalam hal ini penulis ingin menganalisis dari data-data yang telah diperoleh saat penelitian berlangsung sehingga didapat campuran beton yang diinginkan.

Dari hasil percobaan didapati data-data sebagai berikut:

- Berat jenis agregat kasar = 2,723 gr/cm³
- Berat jenis agregat halus = 2,53 gr/cm³
- Kadar lumpur agregat kasar = 0,67 %
- Kadar lumpur agregat halus = 3,67 %
- Berat isi agregat kasar = 1,31 gr/cm³
- Berat isi agregat halus = 1,15 gr/cm³
- FM agregat kasar = 7,20
- FM agregat halus = 2,49
- Kadar air agregat kasar = 0,67 %
- Kadar air agregat halus = 2,25 %
- Penyerapan agregat kasar = 0,76 %
- Penyerapan agregat halus = 1,83 %
- Nilai slump rencana = 30-60 mm
- Ukuran agregat maksimum = 40 mm

4.1.1. Hasil Perhitungan Perencanaan Campuran Beton FAS 0,4

Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai diatas tersebut dapat digunakan untuk perencanaan campuran beton (*Mix Design*) dengan kuat rencana disyaratkan sebesar 25 MPa yang terlampir pada Tabel 4.1 berdasarkan (SNI 03-2834, 1993).

Tabel 4.1: Hasil Perhitungan Perencanaan campuran beton FAS 0,4.

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	Deviiasi 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			Tipe I	
6	Jenis agregat :	Ditetapkan		Batu pecah Binjai	
	- kasar - halus	Ditetapkan		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	
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

Tabel 4.1: *Lanjutan.*

No.	Uraian	Tabel/Gambar		Nilai	
		Perhitungan			
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

4.1.2. Hasil Perhitungan Perencanaan Campuran Beton FAS 0,5

Setelah melakukan pengujian dasar maka nilai-nilai diatas dapat digunakan untuk perencanaan campuran beton (*Mix Design*) dengan kuat rencana disyaratkan sebesar 25 MPa yang terlampir pada Tabel 4.2 berdasarkan (SNI 03-2834, 1993).

Tabel 4.2: Hasil Perhitungan Perencanaan campuran beton FAS 0,5 .

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

Tabel 4.2: Lanjutan.

No.	Uraian	Tabel/Gambar Perhitungan		Nilai	
5	Jenis semen			Tipe I	
6	Jenis agregat :	Ditetapkan		Batu pecah Binjai	
	- kasar	Ditetapkan		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	
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

4.2. Hasil Perhitungan Perencanaan Campuran Beton untuk Benda Uji

4.2.1. Perhitungan 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

$$\begin{aligned}
 &= \text{Banyak semen} \times \text{Volume 1 benda uji} \\
 &= 425 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3 \\
 &= 2,254 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$\begin{aligned}
 &= \text{Banyak pasir} \times \text{Volume 1 benda uji} \\
 &= 408,743 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3 \\
 &= 2,168 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- Kerikil yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$\begin{aligned}
 &= \text{Banyak kerikil} \times \text{Volume 1 benda uji} \\
 &= 1444,416 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3 \\
 &= 7,661 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

- Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji

$$\begin{aligned}
 &= \text{Banyak air} \times \text{Volume 1 benda uji} \\
 &= 166,992 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3 \\
 &= 0,886 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Perbandingan untuk 1 benda uji:

Semen : Pasir : Batu pecah : Air
 2,254 : 2,168 : 7,661 : 0,886

Berdasarkan analisa saringan maka didapat berat untuk masing-masing saringan pada Tabel 4.3 dan 4.4.

Tabel 4.3: 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
¾	33,82	$\frac{33,82}{100} \times$	7,661	2,591
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 4.3 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 ¾ sebesar 2,591 kg, saringan 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 4.4: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji FAS 0,4.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat pasir	
No.4	0,52	$\frac{0,52}{100} \times$	2,168	0,011

Tabel 4.4: *Lanjutan.*

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat pasir	
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
Total				2,168

Berdasarkan Tabel 4.4 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.

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

$$= \frac{7}{100} \times 2,168 \text{ kg}$$

$$= 0,152 \text{ kg}$$

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.

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

$$= \frac{8}{100} \times 2,168 \text{ kg}$$

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

Maka, agregat halus tertahan saringan nomor 50 yang digunakan adalah

$$= 0,974 - 0,173$$

$$= 0,801 \text{ kg}$$

Tabel 4.5: Banyak serbuk kulit rajungan dan agregat halus No.50 yang dibutuhkan untuk satu benda uji FAS 0,4.

Penggunaan Bahan Ganti	Berat Serbuk Kulit Rajungan (kg)	Berat Agregat Halus No.50 (kg)
5%	0,108	0,866
7%	0,152	0,822
8%	0,173	0,801

Berdasarkan Tabel 4.5 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
= $2,254 \times 8$

$$= 18,032 \text{ kg}$$

- Air yang dibutuhkan untuk 8 benda uji
 $= \text{Banyak air untuk 1 benda uji} \times 8$
 $= 0,886 \times 8$
 $= 7,088 \text{ kg}$

Perbandingan untuk 16 benda uji:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Semen} & : & \text{Pasir} & : & \text{Batu pecah} & : & \text{Air} \\ 18,032 & : & 17,344 & : & 61,288 & : & 7,088 \end{array}$$

Berdasarkan analisa saringan untuk 8 benda uji, maka didapat berat untuk masing-masing saringan pada Tabel 4.6 dan Tabel 4.7.

Tabel 4.6: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 8 benda uji FAS 0,4.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (Kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	$\times \text{ berat batu pecah}$	
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 4.6 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 4.7: 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
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 4.7 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.

4.2.2. Perhitungan Campuran Beton untuk Benda Uji FAS 0,5

Menggunakan cetakan silinder dengan ukuran:

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

- Semen yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
= Banyak semen x Volume 1 benda uji
= $340 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3$
= 1,803 kg
- Pasir yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
= Banyak pasir x Volume 1 benda uji
= $466,387 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3$
= 2,474 kg
- Batu pecah yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
= Banyak kerikil x Volume 1 benda uji
= $1472,038 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3$
= 7,808 kg
- Air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji
= Banyak air x Volume 1 benda uji
= $166,726 \text{ kg/m}^3 \times 0,005304 \text{ m}^3$
= 0,884 kg

Perbandingan untuk 1 benda uji:

Semen : Pasir : Batu pecah : Air
1,803 : 2,474 : 7,808 : 0,884

Berdasarkan analisa saringan maka didapat berat untuk masing-masing saringan pada Tabel 4.8 dan 4.9.

Tabel 4.8: Banyak agregat kasar yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji FAS 0,5.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100}$	x berat kerikil	
1,5	3,42	$\frac{3,42}{100}$	x 7,808	0,267
$\frac{3}{4}$	33,82	$\frac{33,82}{100}$	x 7,808	2,641
$\frac{3}{8}$	42,35	$\frac{42,35}{100}$	x 7,808	3,307

Tabel 4.8: Lanjutan.

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times$	berat kerikil	
No. 4	20,41	$\frac{20,41}{100} \times$	7,808	1,593
Total				7,808

Berdasarkan Tabel 4.8 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 4.9: Banyak agregat halus yang dibutuhkan untuk tiap saringan dalam 1 benda uji FAS 0,5.

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

Berdasarkan Tabel 4.9 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.

$$\begin{aligned} &= \frac{5}{100} \times \text{Berat pasir} \\ &= \frac{5}{100} \times 2,474 \text{ kg} \\ &= 0,124 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka, agregat halus tertahan saringan nomor 50 yang digunakan adalah

$$\begin{aligned} &= 1,112 - 0,124 \\ &= 0,988 \text{ kg} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} &= \frac{7}{100} \times \text{Berat pasir} \\ &= \frac{7}{100} \times 2,474 \text{ kg} \\ &= 0,173 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka, agregat halus tertahan saringan nomor 50 yang digunakan adalah

$$\begin{aligned} &= 1,112 - 0,173 \\ &= 0,939 \text{ kg} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} &= \frac{8}{100} \times \text{Berat pasir} \\ &= \frac{8}{100} \times 2,474 \text{ kg} \\ &= 0,198 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka, agregat halus tertahan saringan nomor 50 yang digunakan adalah

$$= 1,112 - 0,198$$

$$= 0,914 \text{ kg}$$

Tabel 4.10: 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 4.10 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%

$$\begin{aligned}
&= \text{banyak serbuk kulit rajungan untuk satu benda uji} \times 2 \\
&= 0,198 \times 2 \\
&= 0,396 \text{ kg}
\end{aligned}$$

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

- Pasir yang dibutuhkan untuk 8 benda uji
 - = Banyak pasir untuk satu benda uji $\times 8$
 - = $2,474 \times 8$
 - = $19,792 \text{ kg}$
- Batu pecah yang dibutuhkan untuk 8 benda uji
 - = Banyak batu pecah untuk satu benda uji $\times 8$
 - = $7,808 \times 8$
 - = $62,464 \text{ kg}$
- 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
 - = 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 4.11: 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 4.11 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 4.12: 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

Tabel 4.12: *Lanjutan.*

Nomor saringan	% berat tertahan	Rumus		Berat tertahan (kg)
		$\frac{\% \text{ berat tertahan}}{100} \times \text{berat pasir}$		
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
Total				19,792

Pada Tabel 4.12 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.

4.3. Pembuatan Benda Uji

Dalam penelitian ini menggunakan silinder sebagai benda uji dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, jumlah benda uji yang dibuat adalah sebanyak 16 benda uji.

Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam pembuatan benda uji:

a. Pengadukan beton

Beton diaduk dengan menggunakan mesin pengaduk (*mixer*). Mula – mula sebagian air (kira-kira 75 % dari jumlah air yang ditetapkan) dimasukkan ke dalam mesin pengaduk, lalu agregat kasar, agregat halus, dan semen. Setelah diaduk rata, kemudian dimasukkan sisa air yang ada ke dalam mesin pengaduk. Pengadukan dilanjutkan sampai warna adukan tampak rata, dan campuran juga tampak homogen. Setelah beton tercampur merata kemudian adukan beton tersebut dituang ke dalam pan.

b. Pencetakan

Sebelum beton dimasukkan ke dalam cetakan, terlebih dahulu dilakukan pengukuran kelecakan adonan beton (*slump test*). Setelah itu kemudian adukan beton dimasukkan ke dalam cetakan yang telah disediakan, masukkan adukan beton ke dalam cetakan dengan menggunakan sekop. Setiap pengambilan dari pan harus dapat mewakili dari adukan tersebut, isi 1/3 cetakan dengan adukan lalu dilakukan pemadatan dengan cara di rojok/tusuk dengan batang besi yang berdiameter 16 mm, dengan jumlah tusukan 25 kali. Hal ini terus dilakukan untuk 2/3 dan 3/3 atau sampai cetakan penuh kemudian pukul-pukul bagian luar cetakan dengan menggunakan palu karet agar udara yang terperangkap di dalam adukan dapat keluar, setelah itu ratakan permukaan cetakan dan di tutup dengan keramik untuk menjaga penguapan air

dari beton segar. Lepaskan cetakan setelah 20 jam dan jangan lebih dari 48 jam setelah pencetakan.

c. Pemeliharaan beton

Setelah cetakan dibuka kemudian beton tersebut ditimbang lalu direndam di dalam air (terendam keseluruhan) hingga umur yang telah ditetapkan.

4.4. *Slump Test*

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

Tabel 4.13: Hasil pengujian nilai *slump* untuk FAS 0,4.

	Beton Normal		Beton dan Variasi Serbuk Kulit Rajungan 5%		Beton dan Variasi Serbuk Kulit Rajungan 7%		Beton dan Variasi Serbuk Kulit Rajungan 8%	
<i>Slump</i> (cm)	3	3,4	4,2	3,8	3,2	3,7	4,9	4

Berdasarkan Tabel 4.13, hasil *slump test* beton normal, beton dengan variasi serbuk kulit rajungan 5%, 7%, dan 8% adalah sebesar 3 s/d 4,9 cm.

Tabel 4.14: Hasil pengujian nilai *slump* untuk FAS 0,5.

	Beton Normal		Beton dan Variasi Serbuk Kulit Rajungan 5%		Beton dan Variasi Serbuk Kulit Rajungan 7%		Beton dan Variasi Serbuk Kulit Rajungan 8%	
<i>Slump</i> (cm)	3	3,4	3,8	3,5	3	3,8	3,7	4,7

Berdasarkan Tabel 4.14, hasil *slump test* beton normal, beton dengan variasi serbuk kulit rajungan 5%, 7%, dan 8% adalah sebesar 3 s/d 4,7 cm.

4.5. Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kuat tarik beton dilakukan pada saat beton berumur 28 hari dengan menggunakan mesin kuat tarik beton. Benda uji yang akan diuji adalah berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 16 benda uji. Pengujian kuat tarik belah beton dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.

Tabel 4.15: Hasil pengujian kuat tarik beton untuk FAS 0,4.

Variasi	Beban (P)		$fct = \frac{2P}{\pi d L}$		fct rata-rata		Rata-rata Karakteristik
0%	18354,6	20394	25,956	28,84	23,072	25,5955	24,33375
5%	15295,5	16315,2	21,63	23,072			
7%	16315,2	18354,6	23,072	25,956			
8%	15295,5	17334,9	21,63	24,514			

Pengujian beton dilakukan pada saat beton berumur 28 hari seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.15, dari 8 benda uji yang diuji kuat tariknya, maka diperoleh nilai kuat tarik karakteristik rata-rata sebesar 24,33 MPa pada umur beton 28 hari untuk faktor air semen (FAS) 0,4.

Tabel 4.16: Hasil pengujian kuat tekan beton normal untuk FAS 0,5.

Variasi	Beban (P)		$fct = \frac{2P}{\pi d L}$		fct rata-rata		Rata-rata Karakteristik
0%	17334,9	18354,6	24,514	25,956	22,7115	22,7115	22,7115
5%	15295,5	14275,8	21,63	20,188			
7%	16315,2	16315,2	23,072	23,072			
8%	15295,5	15295,5	21,63	21,63			

Pengujian beton dilakukan pada saat beton berumur 28 hari seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.16, dari 8 benda uji yang diuji kuat tariknya, maka diperoleh nilai kuat tarik karakteristik rata-rata sebesar 22,71 MPa pada umur beton

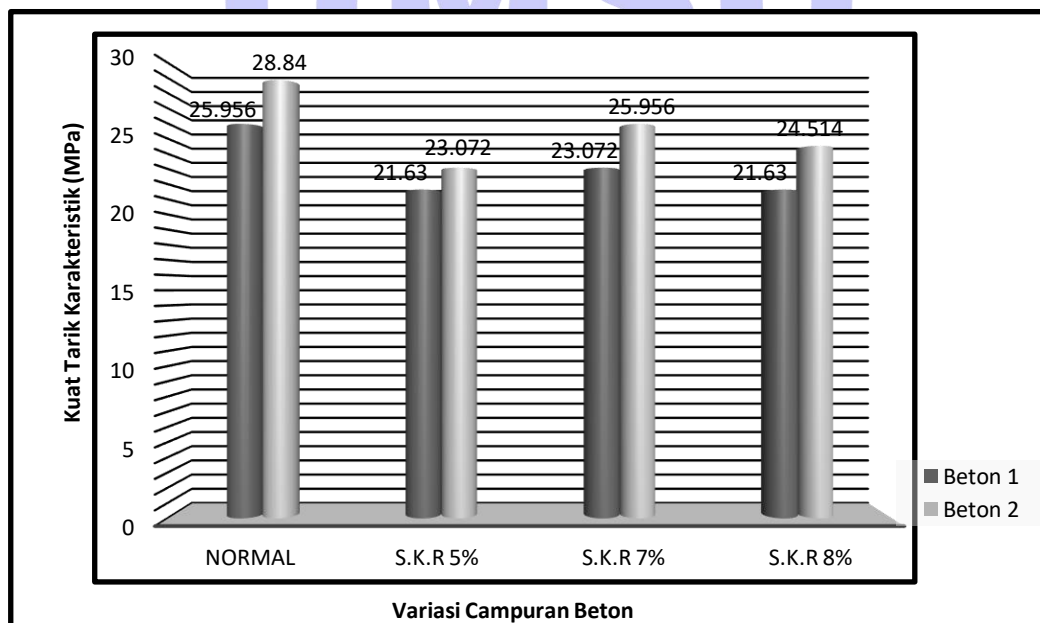
28 hari untuk faktor air semen (FAS) 0,5.

Setelah beton sampai pada titik kekuatan maksimal, benda uji beton akan mengalami keretakan / terbelah. Kondisi benda uji beton setelah pengujian kuat tarik belah beton dapat dilihat pada Gambar 4.2.

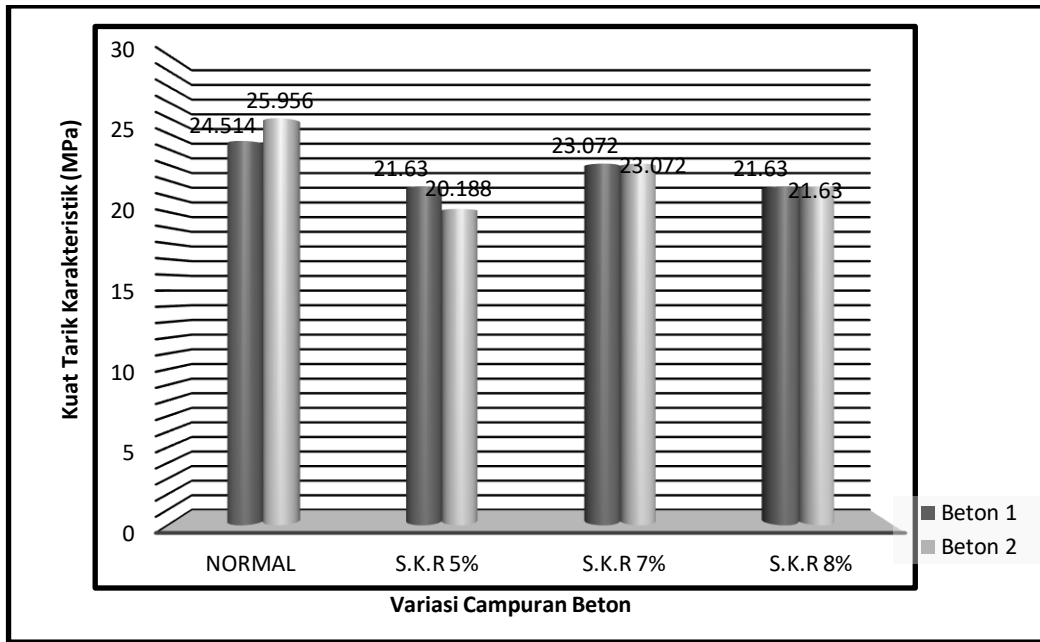


Gambar 4.2 Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton.

Maka, berdasarkan data yang telah dikumpulkan mengenai kenaikan dan penurunan kuat tarik beton yang menggunakan faktor air semen 0,4% dan 0,5% dapat digambarkan pada Gambar 4.3, Gambar 4.4.



Gambar 4.3: Grafik kuat tarik beton pada umur 28 hari FAS 0,4.



Gambar 4.4: Grafik kuat tarik beton pada umur 28 hari FAS 0,5.

4.6 Pembahasan

4.6.1 Pembahasan untuk Faktor Air Semen (FAS) 0,4

Bila dibandingkan kuat tarik beton normal dengan beton yang menggunakan serbuk kulit rajungan, maka dapat dilihat pada beton yang menggunakan serbuk kulit rajungan sebanyak 5%, 7% dan 8% mengalami penurunan. Persentase kuat tarik dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini:

- Pengisian serbuk kulit rajungan 0% (normal)

$$\text{Besar beton 1} = 25,956$$

$$\text{Besar beton 2} = 28,84$$

- Pengisian serbuk kulit rajungan 5%

$$\text{Besar nilai kenaikan beton 1} = \frac{21,63 - 25,956}{25,956} \times 100\%$$

$$= 16,67\% \text{ (Tutun)}$$

$$\text{Besar nilai kenaikan beton 2} = \frac{23,072 - 28,84}{28,84} \times 100\%$$

$$= 20\% \text{ (Turun)}$$

- Pengisian serbuk kulit rajungan 7%

$$\text{Besar nilai kenaikan beton 1} = \frac{23,072 - 25,956}{25,956} \times 100\%$$

$$= 9,9 \% \text{ (Turun)}$$

$$\text{Besar nilai kenaikan beton 2} = \frac{25,956 - 28,84}{28,84} \times 100\%$$

$$= 10\% \text{ (Turun)}$$

- Pengisian serbuk kulit rajungan 8%

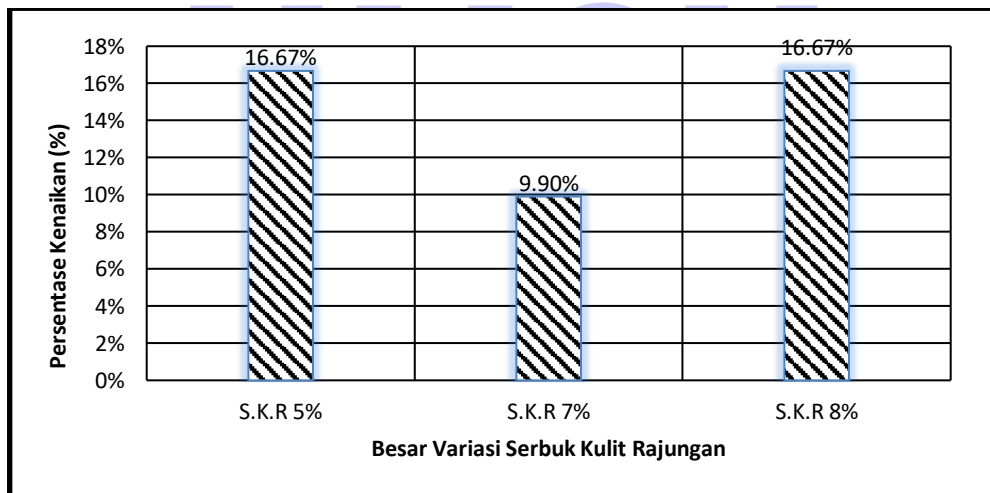
$$\text{Besar nilai kenaikan beton 1} = \frac{21,63 - 25,956}{25,956} \times 100\%$$

$$= 16,67\% \text{ (Turun)}$$

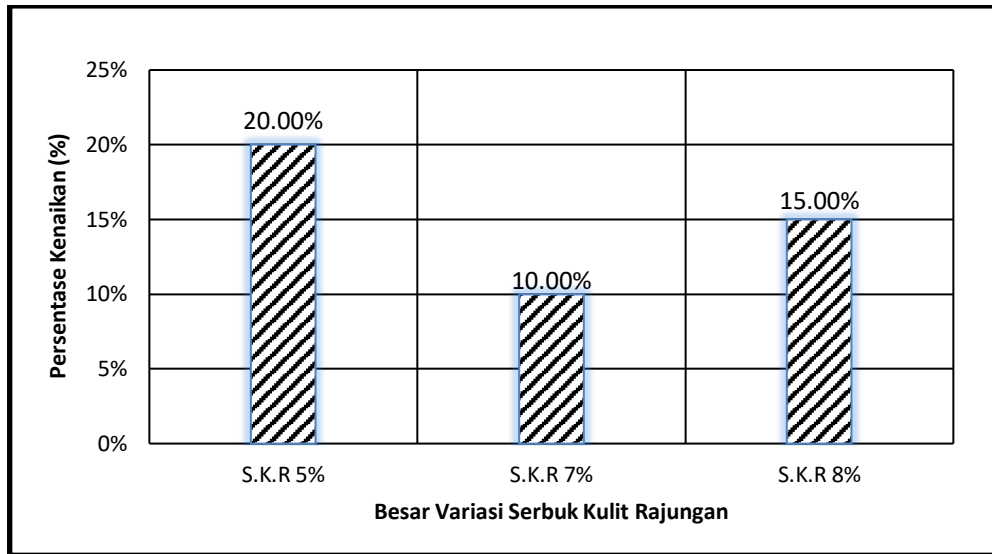
$$\text{Besar nilai kenaikan beton 2} = \frac{24,514 - 28,84}{28,84} \times 100\%$$

$$= 15\% \text{ (Turun)}$$

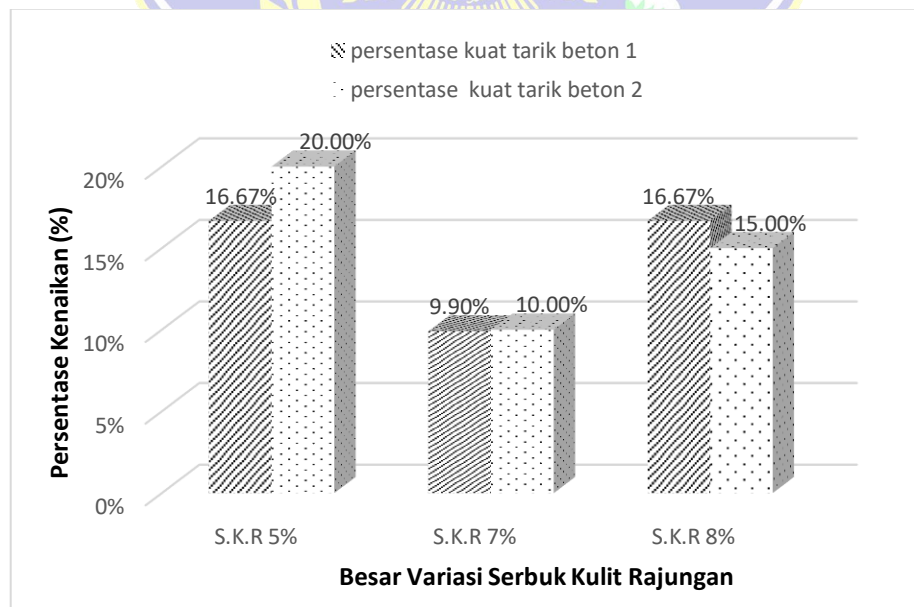
Berdasarkan persentase kuat tarik belah beton, terjadi penurunan nilai kuat tarik belah beton pada setiap variasi beton. Dimana penurunan yg signifikan terjadi pada variasi 5%. Namun, kenaikan beton terjadi pada variasi 7% terhadap beton variasi 5%. Hal ini dapat di lihat pada Gambar 4.5 dan Gambar 5.6.



Gambar 4.5: Grafik besar persentase kuat tarik Beton 1 pada FAS 0,4.



Gambar 4.6: Grafik besar persentase kuat tarik beton 2 pada FAS 0,4.



Gambar 4.7: Perbandingan grafik besar persentase kuat tarik beton 1 dan 2 pada FAS 0,4.

Gambar 4.7 menunjukkan Perbandingan kuat tarik belah pada beton 1 dan beton 2 pada FAS 4%. Nilai kuat tarik belah beton mengalami penurunan yang sangat signifikan pada variasi 5%. Penurunan kuat tarik belah beton disebabkan oleh beberapa faktor. Pada beton variasi 5% nilai *slump* sangat tinggi, yang dimana nilai *slump test* sangat berpengaruh pada beton itu sendiri.

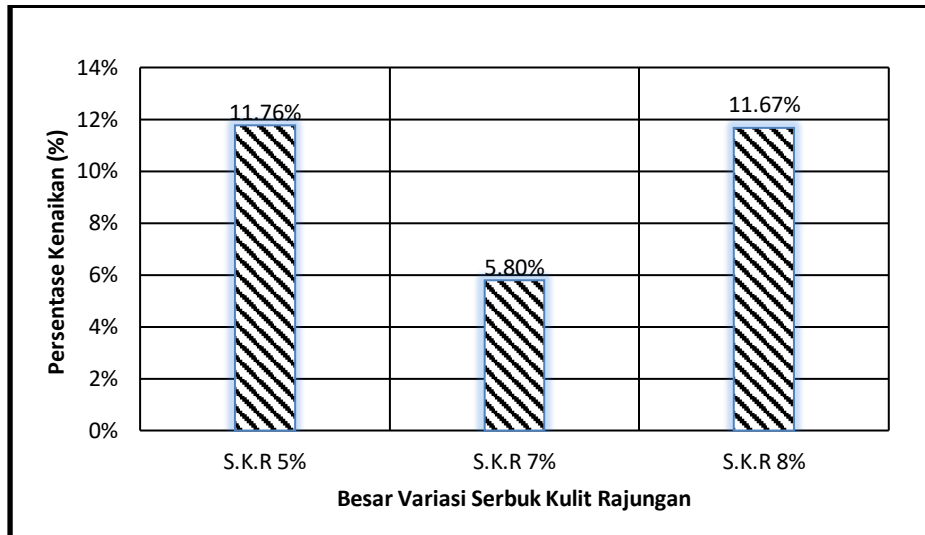
4.6.2 Pembahasan untuk Faktor Air Semen (FAS) 0,5

Bila dibandingkan kuat tarik beton normal dengan beton yang menggunakan serbuk kulit rajungan, maka dapat dilihat pada beton yang menggunakan serbuk kulit rajungan sebanyak 5%, 7% dan 8% mengalami penurunan. Persentase kuat tarik dapat dilihat pada perhitungan di bawah ini:

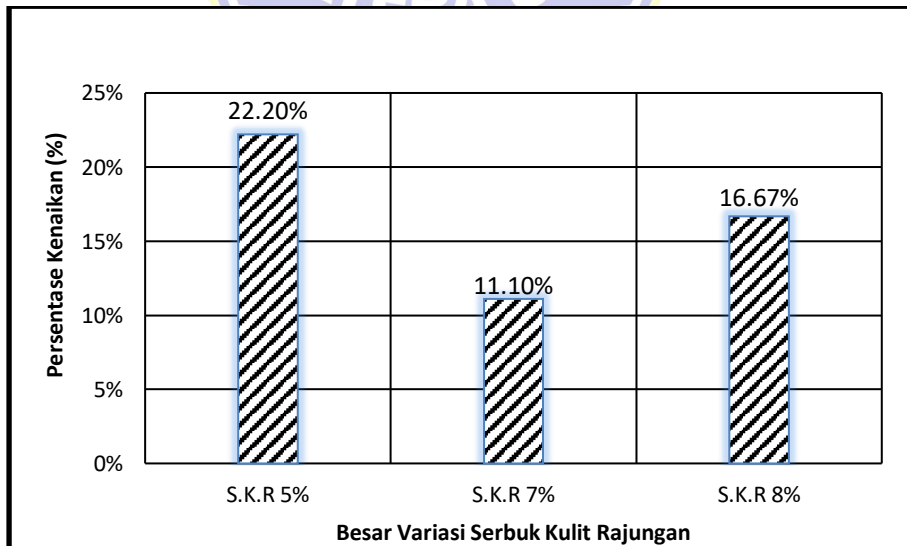
- Pengisian serbuk kulit rajungan 0% (beton normal)
Besarnya nilai kenaikan beton 1 = 24,514
Besarnya nilai kenaikan beton 2 = 25,956
- Pengisian serbuk kulit rajungan 5%
Besarnya nilai kenaikan beton 1 = $\frac{21,63 - 24,514}{24,514} \times 100\%$
= 11,67% (Turun)
Besarnya nilai kenaikan beton 2 = $\frac{20,188 - 25,956}{25,956} \times 100\%$
= 22,2% (Turun)
- Pengisian serbuk kulit rajungan 7%
Besarnya nilai kenaikan beton 1 = $\frac{23,072 - 24,514}{24,514} \times 100\%$
= 5,8% (Turun)
Besarnya nilai kenaikan beton 2 = $\frac{23,072 - 25,956}{25,956} \times 100\%$
= 11,1% (Turun)
- Pengisian serbuk kulit rajungan 8%
Besarnya nilai kenaikan beton 1 = $\frac{21,63 - 24,514}{24,514} \times 100\%$
= 11,76% (Turun)
Besarnya nilai kenaikan beton 2 = $\frac{21,63 - 25,956}{25,956} \times 100\%$
= 16,67% (Turun)

Berdasarkan persentase kuat tarik belah beton, terjadi penurunan nilai kuat tarik belah beton pada setiap variasi beton. Dimana penurunan yang signifikan terjadi

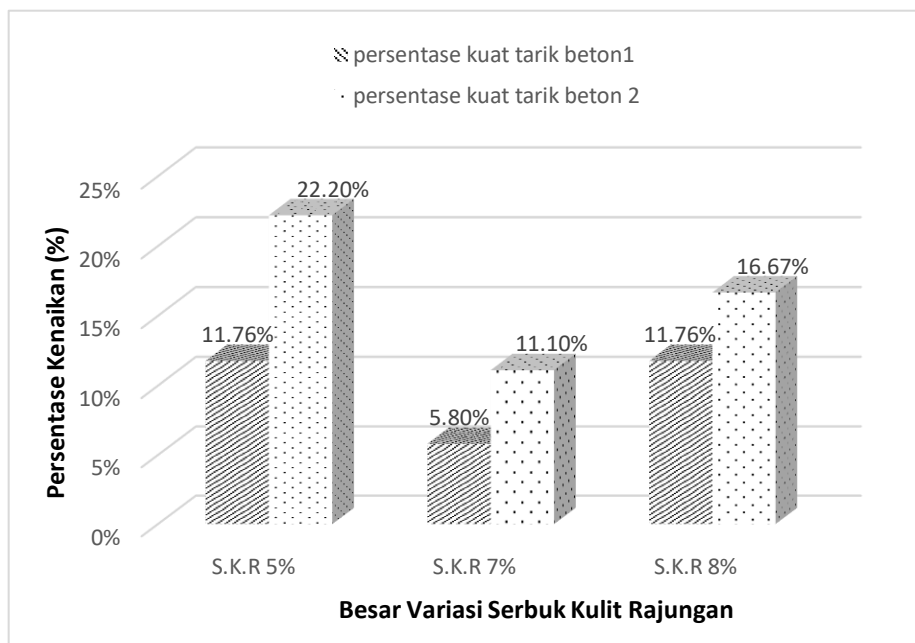
pada variasi 5%. Namun, kenaikan beton terjadi pada variasi 7% terhadap beton variasi 5%. Hal ini dapat di lihat pada Gambar 4.8 dan Gambar 4.9.



Gambar 4.8: Grafik besar persentase kuat tarik neton 1 tekan pada FAS 0,5.



Gambar 4.9: Grafik besar persentase kuat tarik beton 2 pada FAS 0,5.



Gambar 4.10: Perbandingan grafik besar persentase kuat tarik beton 1 dan beton 2 pada FAS 0,5.

Gambar 4.10 menunjukkan Perbandingan kuat tarik belah pada beton 1 dan beton 2 pada FAS 5%. Nilai kuat tarik belah beton mengalami penurunan yang sangat signifikan pada variasi 5%. Penurunan kuat tarik belah beton disebabkan oleh beberapa faktor. Pada beton variasi 5% nilai *slump* sangat tinggi, yang dimana nilai *slump test* sangat berpengaruh pada beton itu sendiri.

Dari Gambar 4.3. sampai Gambar 4.10 menjelaskan bahwa hasil pengujian kuat tarik beton dapat kita lihat telah terjadi penurunan kuat tarik beton dengan serbuk kulit rajungan sebagai variasi sebanyak 5%, 7%, dan 8% terhadap beton normal. Akan tetapi pada variasi 7% mengalami kenaikan dari pada variasi 5% dan 8%.

Adapun faktor yang telah mempengaruhi hal ini disebabkan oleh nilai *slump test* yang sangat tinggi (kadar air berlebih) dan juga disebabkan oleh serbuk kulit rajungan yang mengandung komposisi kimia, yang dimana dengan kandungan kalsium (Ca) 19,97%, kandungan besi (Fe) 195,59 ppm dan magnesium (Mg) 1,29% yang diasumsikan unsur yang terdapat pada kulit rajungan akan berperan menambah nilai dari kandungan yang ada pada semen. Adapun komposisi utama dalam beton berupa campuran kalsium (Ca), silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3) dan

oksida besi (Fe_2O_3). Namun, di dalam penelitian ini menunjukkan terjadinya penurunan akibat penambahan komponen tersebut.

Dengan ini saya dapat menyimpulkan bahwa dengan adanya serbuk kulit rajungan yang diharapkan membantu fungsi dari semen yaitu membantu mengikat agregat kasar dan halus menjadi satu kesatuan berdampak penurunan terhadap beton itu sendiri. Sehingga, penambahan serbuk kulit rajungan sebagai bahan ganti agregat halus tidak disarankan untuk kekuatan tarik belah beton.



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

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

1. Berdasarkan data dari kuat tarik belah yang dihasilkan bahwa faktor air semen dan variasi persen serbuk kulit rajungan dapat mempengaruhi mutu beton yang didapat, yaitu:
 - a. Untuk faktor air semen (FAS) 0,4
 - Nilai kuat tarik belah karakteristik rata-rata sebesar 24,33 Mpa pada umur beton 28 hari.
 - Penurunan signifikan terjadi pada variasi 5% sebesar 20% terhadap beton normal.
 - Peningkatan terjadi pada nilai kuat tarik belah variasi 7% sebesar 10% terhadap beton variasi 5%.
 - b. Untuk faktor air semen (FAS) 0,5
 - Nilai kuat tarik belah karakteristik rata-rata sebesar 22,71 Mpa pada umur beton 28 hari.
 - Penurunan signifikan terjadi pada variasi 5% sebesar 22,2% terhadap beton normal.
 - Peningkatan terjadi pada nilai kuat tarik belah variasi 7% sebesar 11,1% terhadap beton variasi 5%.
 - c. Berdasarkan data dari kuat tarik beton yang didapat, bahwa terjadi perbedaan kualitas beton antara beton yang menggunakan FAS 0,4% dengan beton yang menggunakan FAS 0,5%. Penurunan yang signifikan terjadi pada FAS 0,5%.
2. Berdasarkan data dari kuat tarik belah beton yang didapat, bahwa terjadi penurunan kekuatan tarik pada beton dengan variasi 5%, 7%, dan 8% terhadap beton normal pada masing-masing FAS. Akan tetapi terjadi kenaikan pada beton

variasi 7% terhadap beton variasi 5%. Penurunan yang signifikan terjadi pada beton dengan persentase variasi 5% sebesar 20% pada FAS 0,4% dan sebesar 22,2% pada FAS 0,5%. Kenaikan dan penurunan yang terjadi di setiap variasi disebabkan oleh beberapa factor, salah satunya yaitu kadar air beton (*Slump Test*). Kadar air ini diakibatkan keadaan pada saat pelaksanaan pembuatan benda uji, dan juga disebabkan oleh kandungan kalsium (Ca) 19,97%, kandungan besi (Fe) 195,59 ppm dan magnesium (Mg) 1,29% yang terdapat pada kulit rajungan memberi dampak buruk terhadap kekuatan beton itu sendiri. Sehingga, penambahan serbuk kulit rajungan sebagai bahan ganti agregat halus tidak disarankan untuk kekuatan tarik belah beton.

5.2 Saran

1. Penggunaan serbuk kulit rajungan sebagai bahan ganti agregat halus tidak disarankan karena dapat menurunkan nilai kuat tarik belah beton.
2. Perlunya alat khusus yang digunakan untuk pemadatan beton agar didapat hasil yang maksimal.
3. Perlu dilakukan pengujian lanjutan untuk pengujian kuat tarik belah menggunakan bahan ganti serbuk kulit rajungan dengan di kombinasi dengan bahan alami lainnya pada campuran beton.
4. Perlunya penelitian pada umur beton 7 hari dan 14 hari untuk mengetahui perbandingan kuat tarik belah beton.
5. Disarankan untuk melakukan penelitian yang mendalam mengenai sifat-sifat fisis dan kimiawi dari serbuk kulit rajungan.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C 127. (2001). *Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate I.*
- ASTM C 128. (2001). *Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate.*
- ASTM C 29. (2003). *Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate I.*
- ASTM C 33. (2003). *Standard Specification for Concrete Aggregates I.*
- ASTM C 556. (1997). *Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying I.*
- Ferguson M.P. (1995). *Dasar – Dasar Beton Bertulang.*
- Galil, B. (2004). *Portunus pelagicus*. <http://www.ciesm.org/atlas/portunuspelagicus.htm>.
Maret 2020.
- Maulana, S. (2017). Pengaruh Substitusi Semen Dengan Abu Cangkang Kerang Lokan (Galolnia Expansa) Dan Penambahan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Teknik Sipil*, 5(2), 108–124.
- Multazam. (2000). *Prospek pemanfaatan cangkang rajungan (Portunus sp.) sebagai suplemen pakan ikan.*
- Munthe, S. S. (2019). *Pemanfaatan Limbah Pecahan Beton Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Terhadap Kuat Tarik Belah Dengan Fas 0,3 Dan 0,5.*
- Nawy, E. G. (1998). *Beton Bertulang (Suatu Pendekatan Dasar).*
- PBI. (1917). *Peraturan Beton Bertulang Indonesia.*
- Popovich, S. (1992). *Setting process dan pengerasan pasta semen Portland.*
- Raina, V. . (1988). *Concrete for Construction: Facts and Practice.*
- SK.SNIT-15-03. (1990). *Taia Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung.*
- SNI-15- 2049. (2004). *Semen portland.*
- SNI 03-1986. (1990). *Etode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar.*
- SNI 03-2834. (1993). *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal.*
- SNI 03 - 2847. (2002). *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung.*
- SNI 2417. (2008). *Cara uji keausan agregat dengan mesin abrasi Los Angeles.*

Tanditasik, S. (2015). *Beton, Studi Kuat Tekan Dan Tarik Belah Sebagai, Menggunakan Limbah Ban (Tire) Agregat.*

Tjokromulyo, K. (2012). *Teknologi Beton.*

Yanuar, V. (2008). *Pemanfaatan Cangkang Rajungan (Portunus pelagicus) sebagai Sumber Kalsium dan Fosfor dalam Pembuatan Produk Crackers.*



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Hai - : Permohonan Judul Pendidikan
Tugas Akhir

Medan, 12 November 2019

Kepada Yth Ketua Program Study
Fakultas Teknik UMSU
Di -
Medan

Bismillahirrahmanirrahim.
Assalamualaikum Wr. Wb.

Dengan Hormat, yang bertanda tangan dibawah ini

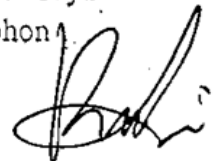
Nama : RIZKI MARTUA NST
NPM : 1607210030
Program Study : TEKNIK SIPIL
Semester : VII

Dengan ini mengajukan kepada Bapak / Ibu permohonan untuk melaksanakan penelitian dengan tugas akhir : "PERBANDINGAN ANTARA EKSPERIMEN DENGAN SIMULASI KEKUATAN TARIK BETON DENGAN FILLER SERBUK KULIT RAJUNGAN PADA FAS YANG BERBEDA"

Ke Perusahaan :
Sebagai syarat untuk menyelesaikan program sarjana (S-1)
Fakultas Teknik UMSU.

Demikianlah permohonan ini saya sampaikan atas perhatian Bapak & Ibu saya ucapkan terima kasih.

Hormat Saya
Pemohon



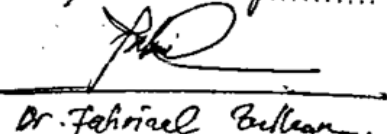
(RIZKI MARTUA NST)

Rekomendasi Program Study

Bedasarkan permohonan penelitian diatas maka program study dapat menyetujui judul tugas akhir "PERBANDINGAN ANTARA EKSPERIMEN DENGAN SIMULASI KEKUATAN TARIK BETON DENGAN FILLER SERBUK KULIT RAJUNGAN PADA FAS YANG BERBEDA"

Pembimbing I : Dr. Josef Hadiprana
Pembimbing II :

Medan, 20/11/2019
Ka. / Sek. Prodi Sipil



Dr. Fahrival Bulhan



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

Bila menjawab surat ini agar disebutkan nomor dan tanggalnya

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> E-mail : fatek@umsu.ac.id

**PENENTUAN TUGAS AKHIR DAN PENGHUJUKAN
DOSEN PEMBIMBING**

Nomor / 1893/AU/UMSU-07/F/2019

Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, berdasarkan rekomendasi Atas Nama Ketua Program Studi Teknik Sipil pada Tanggal 24 November 2019 ini Menetapkan :

Nama : RIZKI MARTUA NST
Npm : 1607210030
Program Study : TEKNIK Sipil
Semester : VII (Tujuh)
Judul tugas akhir : PERBANDINGAN ANTARA EXSPERIMEN DENGAN SIMULASI
KEKUATAN TARIK BETON DENGAN FILLER SERBUK KULIT
RAJUNGAN PADA FAS YANG BERBEDA .

Pembimbing I : Dr. JOSEF HADIPRAMANA

Demikian diizinkan untuk Menulis tugas akhir dengan ketentuan :

1. Bila judul Tugas Akhir kurang sesuai dapat diganti oleh Dosen Pembimbing setelah mendapat persetujuan dari Program Studi Teknik Sipil
 2. Penulisan Tugas Akhir Dinyatakan batal setelah 1 (satu) tahun tanggal ditetapkan
- Demikian surat penunjukan dosen Pembimbing dan menetapkan Judul Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Ditetapkan di Medan pada Tanggal.
Medan 28 Rabiul Awal 1441 H
25 November 2019 M

Dekan

Munawar Alfansury Siregar, ST., MT
NIDN: 0101017202

Cc. File



FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
Jl. Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan Telp. (061)6622400

LEMBAR ASISTENSI

TUGAS AKHIR

PERBANDINGAN ANTARA EKSPERIMEN DENGAN SIMULASI
KEKUATAN TARIK BETON DENGAN *FILLER* SERBUK KULIT
RAJUNGAN PADA FAS YANG BERBEDA

NAMA : RISKI MARTUA NST

NPM : 1607210030

KELAS : A.2 Struktur

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
	30/1 - 2020	Ace untuk Lemper	

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Josef Hadipramana



FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
Jl. Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan Telp. (061)6622400

LEMBAR ASISTENSI


TUGAS AKHIR

PENGUJIAN KUAT TARIK BELAH BETON MENGGUNAKAN SERBUK
KULIT RAJUNGAN SEBAGAI BAHAN GANTI AGREGAT HALUS
PADA FAS YANG BERBEDA

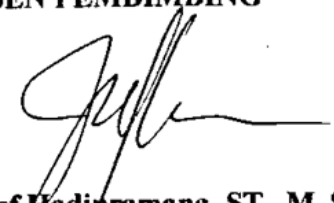
NAMA : RIZKI MARTUA NST

NPM : 1607210030

KELAS : A.2 Struktur

No	Tanggal	Keterangan	Paraf
		ACC Seminar Hasil 3/11-2020	

DOSEN PEMBIMBING


Dr. Josef Hadipramana, ST., M. Sc

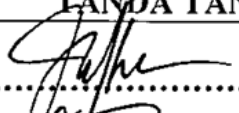
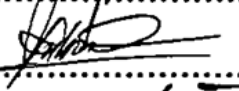


**DAFTAR HADIR SEMINAR
TUGAS AKHIR TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK – UMSU
TAHUN AKADEMIK 2020 – 2021**

Peserta seminar

Nama : Rizki Martua Nst

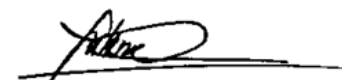
NPM : 1607210030

Judul Tugas Akhir : Pengujian Kuat Tarik Beton menggunakan Serbuk Kulit Rajungan Sebagai Bahan Ganti Agregat Halus Pada Pas Yang Berbeda.

DAFTAR HADIR			TANDA TANGAN
Pembimbing – I	: Dr. Josef Hadipramana	:	
Pemanding – I	: DR. Fahrizal Z.S.T.M.Sc	:	
Pemanding – II	: DR. Ade Faisal.S.T.M.Sc	:	
No	NPM	Nama Mahasiswa	Tanda Tangan
1	1607210030	RIZKI MARTUA NST	
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Medan, 20 Rab. Awal 1442 H
06 Nopember 2020 M

Ketua Prodi. T. Sipil



DR. Fahrizal Z.S.T.M.Sc

**DAFTAR EVALUASI SEMINAR FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

NAMA : Rizki Martua Nst
NPM : 1607210030
Judul T.Akhir : Pengujian Kuat Tarik Beton Menggunakan Serbuk Kulit Rajungan Sebagai Bahan Ganti Agregat Halus Pada Pas Yang Berbeda.

Dosen Pembimbing – I : DR.Josef hadipramana
Dosen Pembanding - I : DR.Fahrizal Z.S.T.M.Sc
Dosen Pembanding - II : DR.Ade Faisal.S.T.M.Sc

KEPUTUSAN

1. Baik dapat diterima ke sidang sarjana (collogium)
2. Dapat mengikuti sidang sarjana (collogium) setelah selesai melaksanakan perbaikan antara lain :

- perbaikan perencanaan menggunakan ke perantara!
- Cete Plupri ubk koreksi

3. Harus mengikuti seminar kembali
Perbaikan :

.....
.....
.....

Ass. telah diperbaiki!
adefaisal 7/2

Medan 20 Rab.Awal 1442H
06 Nopember 2020M

Diketahui :
Ketua Prodi. T.Sipil



DR.Fahrizal Z.S.T.M.Sc

Dosen Pembanding- II



DR.Ade Faisal.S.T.M.Sc

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : Rizki Martua Nst
Tempat/tgl lahir : Padangsidempuan/ 01 Maret 1998
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam
Status : Belum Menikah
Alamat : Jln Solo No 14, Padangsidempuan
No tlpn : 082370186160
Email : rizkimartuanst13@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1607210030
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Kelamin : Laki-laki
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 15 Padangsidempuan	2004 - 2010
Sekolah Menengah Pertama	SMPN 1 Padangsidempuan	2010 - 2013
Sekolah Menengah Atas	SMAN 2 Padangsidempuan	2013 - 2016