

**TUGAS AKHIR**

**INVESTIGASI KUAT TARIK BELAH BETON YANG  
DIPERKUAT OLEH SERAT SABUT KELAPA**

**(Studi Penelitian)**

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

**Disusun Oleh:**

**LAILAN UMMY NAZLI**  
**1907210053**



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

**MEDAN**

**2024**

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Lailan Ummi Nazli

NPM : 1907210053

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Investigasi Kuat Tarik Belah Beton yang Diperkuat oleh Serat Sabut Kelapa

Bidang Ilmu : Struktur

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

Disetujui Untuk Disampaikan

Kepada Panitia Ujian

Dosen Pembimbing



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

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Lailan Ummy Nazli

NPM : 1907210053

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Investigasi Kuat Tarik Belah Beton yang Diperkuat oleh Serat Sabut Kelapa

Bidang Ilmu : Struktur

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

Medan, 26 April 2024

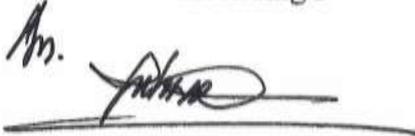
Mengetahui dan Menyetujui

Dosen Pembimbing



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

Dosen Pembanding I



Assoc. Prof. Ir. Ade Faisal, S.T, M.TSc, Ph.D

Dosen Pembanding II



Dr. Petra Venny Riza, S.T, M.Sc

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



Assoc. Prof. Ir. Fahrizal Zulkarnain, S.T, M.Sc, Ph.D

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama lengkap : Lailan Umyy Nazli

Tempat, tanggal lahir : Galang Suka, 10 September 2001

NPM : 1907210053

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

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

“Investigasi Kuat Tarik Belah Beton Yang Diperkuat Oleh Serat Sabut Kelapa (Studi Penelitian).”

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 hakikatnya karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

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

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan atau paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademi di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatra Utara.

Medan, 17 Februari 2024

Saya yang menyatakan,



Lailan Umyy Nazli

## **ABSTRAK**

### **INVESTIGASI KUAT TARIK BELAH BETON YANG DIPERKUAT OLEH SERAT SABUT KELAPA**

Lailan Umyy Nazli  
1907210053  
Dr. Josef Hadipramana

Perkembangan dunia konstruksi di Indonesia saat ini sangat berpengaruh pada bertambahnya penggunaan beton. Semakin meningkatnya perkembangan dunia konstruksi maka kebutuhan akan bahan material semakin besar pula. Dalam perkembangan teknologi beton, dilakukan cara untuk memperbaiki sifat-sifat yang kurang baik pada beton, antara lain dengan menambahkan serat ke dalam adukan beton. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan nilai kuat tarik belah beton dan kuat tekan beton. Penggunaan sabut kelapa dalam penelitian ini terdiri dari 3 variasi yaitu 0,3% SK, 0,5% SK, dan 1,0% SK dimana 1% variasi ASP digunakan pada setiap variasi. Hasil penelitian ini menunjukkan data perbandingan beton normal dan beton dengan bahan tambah diperoleh kuat tarik pada variasi 0,3% dengan persentase nilai 6,71%, variasi 0,5% dengan persentase nilai penurunan 11,85%, dan variasi 1% dengan persentase nilai penurunan 57,8%. Berdasarkan dari hasil pengujian yang telah dilakukan didapat nilai kuat tarik beton berserat dengan variasi 0,3%, 0,5%, dan 1% yang diuji pada umur 28 hari berturut-turut adalah 2,848 Mpa, 2,691 Mpa, dan 1,286 Mpa, sehingga nilai kuat tarik optimum pada beton terdapat pada variasi 0,3% dengan nilai 2,848 Mpa. Dari hasil tersebut dalam disimpulkan semakin banyaknya penggunaan bahan tambah mengakibatkan penggunaan semen semakin sedikit, sehingga workabilitas campuran menjadi kurang baik yang menyebabkan nilai kuat tarik beton menurun.

Kata Kunci: Serabut Kelapa, Kuat Tarik Belah, Kuat Tekan Beton.

## **ABSTRACT**

### **INVESTIGATION OF TENSILE STRENGTH OF CONCRETE REINFORCED BY COCONUT FIBER**

Lailan Uummy Nazli  
1907210053  
Dr. Josef Hadipramana

*The development of the world of construction in Indonesia currently has a big influence on the increasing use of concrete. As the development of the world of construction increases, the need for materials increases as well. In the development of concrete technology, methods have been taken to improve the poor properties of concrete, including by adding fiber to the concrete mix. The aim of this research is to determine the comparison of the values for the split tensile strength of concrete and the compressive strength of concrete. The use of coconut fiber in this research consisted of 3 variations, namely 0.3% SK, 0.5% SK, and 1.0% SK where 1% variation of ASP was used in each variation. The results of this research show that data comparing normal concrete and concrete with added materials obtained tensile strength at a variation of 0.3% with a percentage value of 6.71%, a variation of 0.5% with a percentage reduction value of 11.85%, and a variation of 1% with a percentage value decrease of 57.8%. Based on the results of the tests that have been carried out, the tensile strength values of fibrous concrete with variations of 0.3%, 0.5% and 1% which were tested at 28 days respectively are 2.848 Mpa, 2.691 Mpa and 1.286 Mpa, so that the values The optimum tensile strength of concrete varies between 0.3% with a value of 2.848 Mpa. From these results, it can be concluded that the increasing use of additional materials results in the use of less cement, so that the workability of the mixture becomes less good, which causes the tensile strength value of the concrete to decrease.*

*Keywords: Coconut Fiber, Split Tensile Strength, Compressive Strength of Concrete.*

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWt yang telah melimpahkan rahmad dan hidayah-Nya kepada kita semua sehingga kita dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Investigasi Kuat Tarik Belah Beton yang Diperkuat oleh Variasi Presentasi Serat Sabut Kelapa”.

Dimana tugas akhir ini adalah suatu silabus mata kuliah yang harus dilakukan oleh Mahasiswa/I Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Selama penulisan laporan dan penyelesaian tuga akhir ini, dengan segenap hati penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah banyak membantu terutama kepada:

1. Bapak Dr. Josef hadipramana, S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Assoc. Prof. Ir. Ade Faisal, S.T., M.Sc selaku dosen penguji 1 dan Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Ibu Dr. Fetra Venny Riza, S.T., M.Sc selaku dosen penguji 2 yang telah memberikan koreksi dan saran kepada penulis untuk menyelesaikan laporan Tugas Akhir.
4. Bapak Assoc. Prof. Ir. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Rizki Elfrida S.T, M.T, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Munawar Alfansuri Siregar S.T, M.Sc, selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen dan Staf Administrasi Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah memberikan

ilmu ketekniksipilan dan membantu penulis dalam menyelesaikan administasi tugas akhir ini.

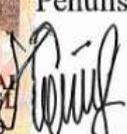
8. Teristimewa dan tersayang untuk Ibunda penulis, Ibu Siti Ramlah yang telah memberikan kasih sayang dan dukungan yang tidak ternilai kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Serta terimakasih kepada kedua kakak penulis, Widadz Fanny dan Fahrani Wilda yang selalu memberikan semangat dalam proses pengerjaan tugas akhir ini.
10. Terimakasih penulis berikan kepada diri sendiri yang mampu melewati segala kesulitan untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Terimakasih telah bertahan, berjuang, dan menyelesaikan kewajiban ini.
11. Keluarga besar Himpunan Mahasiswa Sipil Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (HMS FT UMSU) yang telah memberikan motivasi, dukungan, dan menciptakan memori yang tak terlupakan semasa perkuliahan.
12. Rekan seperjuangan Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Stambuk 2019. Yang telah memberikan perhatian serta dukungan dalam menjalankan perkuliahan. Terimakasih telah menjadi bagian dari sebuah kisah klasik.

Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini tidak luput dari berbagai kesalahan dan kekurangan, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan penelitian yang dilakukan.

Akhir kata, penulis mengharapkan semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan para pembaca. Dan akhirnya kepada Allah SWT penulis serahkan segalanya demi tercapainya keberhasilan yang sempurna.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, 17 Februari 2024

Penulis  
  
E2E6AAKX846258429

Lailan Ummy Nazli

## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Beton	5
2.2 Beton Serat	6
2.3 Material Penyusun Beton Serat dengan Campuran Sabut Kelapa	7
2.3.1 Semen	7
2.3.2 Agregat Kasar	8
2.3.3 Agregat Halus	9
2.3.4 Air	10
2.4 Sabut Kelapa (Coconut Fiber)	11
2.5 Bahan Tambah (Admixture)	14
2.5.1 Abu Sekam Padi	14
2.5.2 Sika Concrete Repair Mortar	15
2.6 Slump Test	15
2.7 Pengujian Kuat Tekan	16

2.8 Kuat Tarik Belah Beton	19
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b>	<b>21</b>
3.1 Diagram Alir Penelitian	21
3.2 Tempat Dan Waktu Penelitian	24
3.3 Alat dan Bahan	24
3.3.1 Alat	24
3.3.2 Bahan	24
3.4 Persiapan Penelitian	25
3.4.1 Pemeriksaan Kadar Air	25
3.4.2 Pengujian Kandungan Lumpur	26
3.4.3 Penetapan Benda Uji Beton	26
3.4.4 Perhitungan Campuran Beton (Mix Design)	27
3.4.5 Pembuatan Benda Uji	32
3.4.6 Pengujian Slump	33
3.4.7 Perawatan Benda Uji	33
3.4.8 Pengujian Kuat Tekan	33
3.4.9 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	34
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>36</b>
4.1 Umum	36
4.2 Pengujian Agregat	36
4.2.1 Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	36
4.2.2 Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar	37
4.2.3 Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus	38
4.2.4 Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar	41
4.2.5 Berat Isi Agregat Halus	43
4.2.6 Berat Isi Agregat Kasar	44
4.2.7 Kadar Air Agregat Halus	45
4.2.8 Kadar Air Agregat Kasar	45
4.2.9 Kadar Lumpur Agregat Halus	46
4.2.10 Kadar Lumpur Agregat Kasar	47
4.3 Perencanaan Campuran Beton	47
4.3.1 Mix Design Beton	47

4.3.2 Proporsi Kebutuhan Benda Uji Beton	53
4.4 Hasil Dan Analisa Pengujian Beton	57
4.4.1 Kuat Tekan Beton	57
4.4.2 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	59
4.5 Pembahasan	62
4.5.1 Pembahasan Kuat Tekan	62
4.5.2 Pembahasan Kuat Tarik Belah Beton	63
4.5.3 Hubungan Kuat Tekan dengan Kuat Tarik Belah	65
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>66</b>
5.1 Kesimpulan	66
5.2 Saran	66
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>68</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>71</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	<b>79</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Batas tiap daerah gradasi pada agregat halus (SNI 03-2834-2000).	10
Tabel 2.2: Hasil penelitian beton sabut kelapa sebelumnya.	13
Tabel 2.3: Sifat dan analisis kimia abu sekam padi.	14
Tabel 2.4: Hasil penelitian kuat tekan beton yang telah dilakukan sebelumnya.	18
Tabel 2.5: Hasil penelitian kuat tarik belah beton yang telah dilakukan sebelumnya.	20
Tabel 3.1: Sampel benda uji rencana.	27
Tabel 3.2: Faktor pengali untuk deviasi standar (SNI 03-2834-2000).	28
Tabel 3.3: Nilai tambah margin (SNI 03-2834-2000).	28
Tabel 3.4: Nilai tambah margin (SNI 03-2834, 2000).	29
Tabel 3.5: Perkiraan kadar air bebas (SNI 03-2834-2000).	30
Tabel 3.6: Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum.	31
Tabel 3.7: Nilai Slump untuk berbagai macam pekerjaan (PBI, 1971)	33

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1: Serat sabut kelapa.	12
Gambar 2.2: Abu sekam padi.	15
Gambar 2.3: Kerucut abrams sumber (SNI 1972-2008).	16
Gambar 2.4: Pengujian kuat tekan.	17
Gambar 3.1: Flow Chart tahapan penelitian.	21
Gambar 3.2: Grafik hubungan antara kuat tekan dan Faktor air semen	30
Gambar 3.3: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan	32
Gambar 4.1: Gambar gradasi agregat halus daerah 2.	41
Gambar 4.2: Grafik gradasi agregat kasar (Maks 40 mm).	43
Gambar 4.3: Hubungan FAS dengan kuat tekan (SNI 03-2834, 2000).	48
Gambar 4.4: Penentuan persentase pasir terhadap kadar total agregat	50
Gambar 4.5: Penentuan Berat Isi Beton Basah (SNI 03-2834-2000).	51
Gambar 4.6: Grafik slump test.	57
Gambar 4.7: Hasil pengujian kuat tekan.	59
Gambar 4.8: Hasil pengujian kuat tarik belah beton.	62
Gambar 4.9: Hubungan kuat tekan dengan kuat tarik belah.	65

## DAFTAR NOTASI

$A$	= luas penampang benda uji ( $\text{mm}^2$ )
$a$	= berat benda uji kering oven (gr)
$B$	= jumlah air ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
$b$	= berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan di udara (gr)
$B'$	= berat agregat setelah pengujian (gr)
$B_o$	= berat agregat sebelum pengujian (gr)
$C$	= jumlah agregat halus ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
$c$	= berat benda uji dalam air (gr)
$Ca$	= absorpsi agregat halus (%)
$Ck$	= kadar air agregat halus (%)
$D$	= jumlah agregat kasar ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )
$Da$	= absorpsi agregat kasar (%)
$Dk$	= kadar air agregat kasar (%)
$f_{as}$	= faktor air semen bebas
$f'_c$	= kuat tekan beton benda uji (MPa)
$f'_{cr}$	= kuat tekan beton rata-rata (MPa)
$f'_t$	= kuat tarik belah beton (MPa)
$P$	= beban maksimum (N)
$L$	= tinggi silinder beton (mm)
$D$	= diameter silinder beton (mm)
$M$	= nilai tambah margin
$M_c$	= berat wadah ukur yang diisi agregat (kg)
$M_m$	= berat wadah ukur (kg)
$N$	= jumlah benda uji
$n$	= jumlah nilai hasil uji
$P$	= beban maksimum (N)
$S$	= standar deviasi
$V_m$	= volume wadah ukur ( $\text{m}^3$ )
$W_{air}$	= kadar air bebas
$W_h$	= Batu tak dipecahkan / alami

$W_k$  = Batu pecah

$W_{semen}$  = jumlah semen ( $\text{kg/m}^3$ )

$\bar{x}$  = kuat tekan beton rata-rata (MPa)

$x_i$  = kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji (MPa)

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan dunia konstruksi di Indonesia saat ini sangat berpengaruh pada bertambahnya penggunaan beton. Semakin meningkatnya perkembangan dunia konstruksi maka kebutuhan akan bahan material semakin besar pula. Beton masih menjadi material pilihan utama oleh para perancang dalam pembuatan struktur. Beton merupakan suatu bahan komposit yang dihasilkan dari pencampuran bahan-bahan diantaranya yaitu agregat halus, agregat kasar, air, semen atau bahan lain yang berfungsi sebagai bahan pengikat hidrolis, dengan atau tanpa menggunakan bahan tambahan (Kumaat dan Windah, 2015).

Dalam perkembangan teknologi beton, dilakukan cara untuk memperbaiki sifat-sifat yang kurang baik pada beton, antara lain dengan menambahkan serat ke dalam adukan beton. Purwanto (2011) menyatakan bahwa serat membantu mengikat dan menyatukan campuran beton setelah terjadinya pengikatan awal dengan pasta semen yang dimana pasta beton akan semakin kokoh atau stabil dalam menahan beban karena aksi serat (*fiber bridging*) yang saling mengikat disekelilingnya. Pemanfaatan limbah sabut kelapa dapat menjadi alternatif sebagai serat alami yang mampu mengikat dan menyatukan campuran beton. Serabut kelapa memiliki sifat ulet, dapat menyerap air, dan mempunyai tingkat keawetan yang baik jika tidak berhubungan langsung dengan cuaca sehingga bahan tersebut sangat baik digunakan sebagai bahan campuran pembuatan semen serat (Risdianto dan Tobing, 2019).

Kuat tarik belah ialah nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton berbentuk silinder yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekanan uji desak (SNI03-2491-2002). Parameter kuat tarik beton secara tepat sulit untuk diukur. Suatu pendekatan yang umum untuk mengukur nilai kuat tarik beton adalah dengan pengujian kuat tarik belah beton yang umumnya memberikan hasil yang mencerminkan besarnya kuat tarik yang sebenarnya, hasilnya digunakan untuk menentukan nilai kuat tarik beton (Supit dkk, 2016)

Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui ketahanan beton dengan pemanfaatan limbah serat sabut kelapa yang di harapkan mampu menghasilkan produksi beton dengan kekuatan tarik belah beton yang baik. maka dari itu berdasarkan latar belakang tersebut disusunlah tugas akhir dengan judul: “INVESTIGASI KUAT TARIK BELAH BETON YANG DIPERKUAT OLEH VARIASI PRESENTASE SERAT SABUT KELAPA”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah yang didapat berdasarkan latar belakang diatasadalah sebagai berikut:

1. Bagaimana perbandingan hasil kuat tarik belah beton dan kuat tekan dengan tambahan variasi persentasi 0,3% ; 0,5% ; dan 1,0% serat sabut kelapa?
2. Berapa presentase optimum dari penggunaan serat sabut kelapa dengan beberapa variasi pada umur 28 hari?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui perbandingan nilai kuat tarik belah beton dan kuat tekan dengan tambahan variasi persentasi 0,3% ; 0,5% ; dan 1,0% serat sabut kelapa.
2. Untuk mengetahui presentase optimum dari penggunaan serat sabut kelapa dengan beberapa variasi pada umur 28 hari.

## **1.4 Ruang Lingkup Penelitian**

Mengenai perencanaan penelitian ini diperlukan adanya pembatasan permasalahan agar tercapainya tujuan penelitian dengan batasan sebagai berikut:

1. Karakteristik beton yang di uji adalah kuat tarik belah beton.
2. Benda uji yang digunakan berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
3. Digunakan serat sabut kelapa yang telah dipotong dengan panjang 5 cm.
4. Variasi campuran serat sabut kelapa sebesar : 0,3%, 0,5% dan 1% terhadap berat beton.
5. Bahan tambahan yang digunakan adalah abu sekam padi sebagai substitusi

semen sebanyak 1% dari berat semen.

6. Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan setelah umur perendaman 28 hari
7. Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen portland tipe 1.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang terkait, manfaat tersebut diantaranya:

1. Penelitian ini diharapkan mampu menambah pengetahuan khususnya di bidang inovasi pada beton
2. Mengurangi banyaknya angka limbah pangan dengan memanfaatkan penggunaan serat sabut kelapa
3. Penelitian ini dapat menambah tingkat pemahaman dan kemampuan dalam menganalisis data dengan menggunakan metode-metode yang ada, sehingga dapat menjadi bekal untuk terjun ke dunia kerja nantinya.
4. Penelitian ini diharapkan dapat diaplikasikan dalam dunia konstruksi.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan pada tugas akhir ini akan diuraikan dalam penulisan yang dibagi menjadi lima bab pokok bahasan sebagai berikut:

#### **BAB 1 PENDAHULUAN**

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

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

Bab ini menguraikan dan membahas kerangka teori mengenai penelitian secara singkat, sebagai dasar dalam mengkaji permasalahan yang ada dan mempersiapkan landasan teori.

#### **BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN**

Dalam bab ini diuraikan tentang tahapan penelitian, metode pelaksanaan penelitian, teknik pengumpulan data, variabel penelitian, jenis dan sumber data yang diperlukan, serta teknik analisis data.

## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menguraikan hasil yang diperoleh dari penelitian serta pembahasan analisis perhitungan dan pemecahan permasalahan dari hasil yang didapatkan.

## BAB 5 KESIMPULAN

Pada bab ini akan dipaparkan beberapa kesimpulan yang didapat dari hasil dan pembahasan serta berisikan beberapa saran dari penulis.

## DAFTAR PUSTAKA

## LAMPIRAN

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Beton**

Beton merupakan salah satu komponen untuk pembangunan suatu konstruksi dimana proses pembuatan beton berupa pencampuran antara agregat kasar (batu pecah), agregat halus (pasir), bahan pengikat (semen), serta air. Agar kualitas beton yang di hasilkan baik dinilai dari spesifikasi material yang memenuhi standarisasi yang berlaku. Oleh karena itu diperlukan perencanaan mix design untuk menentukan jumlah masing-masing bahan susun yang di butuhkan dalam melakukan mix design juga perlu di perhatikan dalam adukan beton untuk menghindari terjadinya segregasi dimana kekuatan beton ditentukan dari padat tidaknya campuran bahan penyusun beton.

Beton juga memiliki peranan penting dalam menentukan umur dan kekuatan suatu bangunan. Hal itu terjadi karena beton memiliki kelebihan dan kekurangan. Menurut pendapat Kumaat dan Windah (2015) Beton mempunyai beberapa sifat yang menguntungkan dibandingkan dengan bahan bangunan yang lain, misalnya:

1. Ekonomis yaitu pertimbangan yang sangat penting meliputi material, kemudahan dalam pelaksanaan, waktu untuk konstruksi, pemeliharaan struktur, daktilitas dan sebagainya.
2. Harganya dapat menjadi murah apabila bahan-bahan dasar lokal banyak tersedia.
3. Beton segar dapat dengan mudah diangkut maupun dicetak. Cetakan dapat pula dipakai ulang beberapa kali sehingga secara ekonomi lebih murah.
4. Kuat tekannya yang cukup tinggi mengakibatkan jika dikombinasikan dengan baja tulangan (yang kuat tariknya tinggi) dapat digunakan untuk struktur berat.
5. Beton segar dapat disemprotkan di permukaan beton lama yang retak maupun dimasukkan kedalam retakan beton dalam proses perbaikan.
6. Beton segar dapat dipompakan sehingga memungkinkan untuk dituang pada tempat- tempat yang sulit.
7. Beton memiliki sifat ketahanan terhadap pengaruh temperatur tinggi yang

mungkin timbul, seperti akibat peristiwa kebakaran.

8. Rigiditas tinggi.
9. Biaya pemeliharaan yang rendah.

Selain memiliki beberapa kelebihan, beton juga mempunyai beberapa kekurangan yaitu:

1. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak.
2. Beton sulit untuk dapat kedap air secara sempurna, sehingga selalu dapat dimasuki air, dan air yang membawa kandungan garam dapat merusakkan beton.
3. Beton bersifat getas atau tidak daktail sehingga harus dihitung dan didetail secara seksama setelah dikompositkan dengan baja tulangan menjadi bersifat daktail, terutama pada struktur tahan gempa.
4. Memerlukan biaya untuk bekisting dan perancah atau untuk beton yang di cor ditempat.

## **2.2 Beton Serat**

Beton berserat didefinisikan sebagai bahan beton yang dibuat dari campuran semen, agregat halus, agregat kasar, air dan sejumlah serat yang tersebar secara acak dalam matriks campuran beton segar (Hannant, 1978). Try Mulyono (2003) juga menjelaskan bahwa beton serat merupakan campuran beton ditambah serat, umumnya berupa batang-batang dengan ukuran 5-500 $\mu$ m, dengan panjang sekitar 25mm. Beton serat dapat menggunakan serat alam dan serat buatan. Contoh serat alam seperti serat ijuk, serat sabut kelapa, serat bambu. Sedangkan serat buatan umumnya adalah serat sintetis dari senyawa polimer. Banyak sekali jenis serat yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat beton seperti serat baja, kaca, plastik dan karbon (Prayitno dkk, 2016)

Penambahan serat pada campuran beton merupakan salah satu cara untuk memperbaiki kualitas beton, beton serat sendiri memiliki kuat tekan yang cukup tinggi dilihat dari kulit beton itu sendiri meningkatkan kualitas beton juga dapat dilakukan dengan penambahan material lain yang mampu memperbaiki kualitas beton (shudirman, 2011).

Dalam (ACI Committee, 1982) dalam Putra (2014) mengatakan bahwa beton dengan campuran semen, agregat kasar, agregat halus, dan tambahan fiber. Bahan serat yang digunakan antara lain baja, plastik, kaca, serta karbon.. Bahan ini diharapkan mampu memperbaiki sifat beton pada beton serat tersebut. Bahan serat lainnya seperti serat alamiah yang dapat digunakan antara lain: ijuk, sabut kelapa, dan serat tumbuhan lainnya. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penambahan serat pada campuran beton umumnya dapat meningkatkan performa ketahanan beton berupa:

1. Ketahanan terhadap tarik dan momen lentur
2. Ketahanan terhadap penyusutan (*shrinkage*)
3. Ketahanan terhadap beban kejut (*impact resistance*)
4. Ketahanan terhadap kekakuan (*ductility*)

### **2.3 Material Penyusun Beton Serat dengan Campuran Sabut Kelapa**

Pada umumnya campuran beton terdiri dari komponen utama yaitu semen, agregat kasar, agregat halus, dan air. Apabila ingin melakukan penelitian dengan tujuan mengubah sifat-sifat dari beton, maka bisa ditambahkan dengan bahan tambah (admixture). Beton serat merupakan salah satu beton komposit yang menggunakan serat dalam campurannya secara merata atau didistribusikan secara acak. Salah satu serat alami yang dapat digunakan pada beton ialah serat sabut kelapa dimana serat ini merupakan golongan limbah berlimpah yang dapat dimanfaatkan. Beton serat sabut kelapa ini disusun oleh material pembentuk sebagai berikut.

#### **2.3.1 Semen**

Semen adalah suatu bahan konstruksi yang paling banyak digunakan dalam dunia keteknik sipil. Semen digunakan sebagai bahan pengikat baik untuk beton, batu bata, mortar, acian, dan sebagainya. Bahan utama yang terkandung dalam semen adalah kapur dan didukung oleh unsur-unsur kimia lainnya.

Terdapat beberapa jenis semen yang berada dipasaran untuk di perjual belikan. Menurut (SNI, 2004) semen dapat digolongkan menjadi beberapa bagian sesuai jenis dan kegunaannya, yaitu:

1. Jenis I, yaitu semen portland untuk penggunaan secara umum dan tidak memerlukan persyaratan khusus seperti pada jenis lainnya.
2. Jenis II, yaitu semen portland yang penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat atau kalor hidrasi sedang
3. Jenis III, yaitu semen portland yang penggunaannya memerlukan kekuatan tinggi pada tahap permulaan setelah peningkatan terjadi.
4. Jenis IV, yaitu semen portland yang penggunaannya membutuhkan kalor hidrasi rendah.
5. Jenis V, yaitu semen portland yang penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat.

### **2.3.2 Agregat Kasar**

Agregat kasar merupakan butiran mineral dari hasil di sintegrasi alami batubatuan atau juga berupa hasil dari pemecah stone crusher. Agregat kasar adalah agregat dengan butir-butiran tertinggal diatas ayakan dengan lubang 4,8 mm tetapi lolos ayakan 40 mm (Arum, 2013) . Agregat kasar berupa batu pecah, kerikil , atau granit. Butiran agregat kasar merupakan batuan yang keras yang bersifat kekal dan tak hancur atau pecah oleh pengaruh air hujan dan terik matahari karena agregat kasar tidak boleh berpori.

Kekerasan agregat kasar dapat di uji dengan mesin pengaus *Los Angeles* dimana tidak boleh terjadi kehilangan berat lebih dari 50%. Dalam hal ini agregat kasar yang digunakan dalam campuran beton memiliki karakteristik tersendiri. Menurut (SNI 03-2834-2000) 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 sua ayakan yang berurutan adalah maksimal 60% berat total, minimal 10% berat total.

Berdasarkan (SNI 03-2834-2000), agregat kasar merupakan agregat yang butirannya tertahan pada ayakan 4,75 mm (No.4). Hal tersebut dapat dilihat melalui Tabel 2.1.

Tabel 2.1: Spesifikasi daerah gradasi pada agregat kasar (SNI 03-2834-2000).

Lubang ayakan (mm)	Persen Butir Lewat Ayakan, Diameter Terbesar 37,5 mm	
	Minimum	Maksimum
37,5 (1,5 inci)	0	5
25 (1 inci)	0	10
12,5 ( ½ inci)	25	60
4,75 (No.4)	95	100

### 2.3.3 Agregat Halus

Agregat halus (pasir) adalah butiran-butiran mineral yang dapat melewati ayakan berlubang persegi 5 mm dan tertinggal diatas ayakan 0,075 mm. Pasir dapat berupa pasir alam, sebagai hasil disintegrasi alam dari batu-batuan, atau berupa pasir pecahan batu yang dihasilkan oleh alat stone crusher. Berdasarkan (SNI 03-2834-2000), pasir dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya, yaitu pasir halus (daerah gradasi I), agak halus (daerah gradasi II), agak kasar (daerah gradasi III) dan kasar (daerah gradasi IV). Ke-empat gradasi tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut.

Menurut peraturan (SK SNI T-15-1990-03-1990) kekasaran pasir dibagi menjadi empat kelompok menurut gradasinya, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar dan kasar. Pasir yang digunakan dalam adukan beton harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

1. Pasir harus terdiri dari butir-butir tajam dan keras. Hal ini dikarenakan dengan adanya bentuk pasir yang tajam, maka kaitan antar agregat akan lebih baik, sedangkan sifat keras untuk menghasilkan beton yang keras pula.

2. Butirnya harus bersifat kekal. Sifat kekal ini berarti pasir tidak mudah hancur oleh pengaruh cuaca, sehingga beton yang dihasilkan juga tahan terhadap pengaruh cuaca.
3. Pasir tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% dari berat kering pasir, lumpur yang ada akan menghalangi ikatan antara pasir dan pasta semen, jika konsentrasi lumpur tinggi maka beton yang dihasilkan akan berkualitas rendah.
4. Pasir tidak boleh mengandung bahan organik terlalu banyak.

Tabel 2.1: Batas tiap daerah gradasi pada agregat halus (SNI 03-2834-2000).

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

#### 2.3.4 Air

Air merupakan bahan dasar dalam pembuatan beton. Air juga merupakan bahan yang paling penting dalam pembuatan beton karena air akan terjadi hidrasi kemudian akan mengikat agregat kasar, agregat halus dan semen yang kemudian akan mengeras setelah beberapa jam sehingga menghasilkan kemudahan pengerjaan (*workability*) dalam proses pembuatan beton.

Dalam proses hidrasi semen memerlukan 25% air dari berat semen yang digunakan. Jumlah air dapat ditentukan dari perbandingan berat terhadap berat semen. Apabila nilai faktor air semen (FAS) < 35% akan menyebabkan kesulitan

reaksi dalam pengerjaan beton segar (tanpa bahan tambahan).

Persyaratan Air untuk campuran beton (anonim sni-7974-2013-air, 2013)

1. Air yang dapat diminum bisa digunakan untuk campuran beton. Air yang digunakan harus bersih dan terhindar dari bahan yang mampu merusak kualitas beton, seperti garam, asam, alkali, oli, atau bahan lainnya.
2. Air tidak mengandung lumpur, minyak, dan benda yang tidak tercampur dengan air hingga dapat dilihat secara visual lebih dari 2 gram/liter sebab mampu mengurangi kelekatan beton.
3. Air tidak mengandung ion klorida dalam jumlah lebih dari 0,5 gram/liter. Air yang tidak dapat diminum tidak dianjurkan untuk digunakan.
4. Air tidak boleh mengandung senyawa sulfat ( $\text{SO}_3$ ) lebih dari 1 gram/liter

#### **2.4 Sabut Kelapa (*Coconut Fiber*)**

Sabut kelapa merupakan limbah yang berasal dari buah kelapa. Sabut kelapa tersusun atas 30% serat dan 70% empulur, dengan kandungan lignin dan fenolik yang tinggi (Panyakaew dan Fotios, 2011). Karena kandungan lignin yang tinggi, sabut kelapa sangat elastis, tahan lama, serta tidak rentan terhadap pembusukan. Menurut Danso (2017) mengukur serat sabut kelapa dengan diameter rata-rata 400  $\mu\text{m}$  dan panjang rata-rata 103 mm, lebih elastis dibandingkan serat dari kulit batang kelapa sawit. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Cook dkk, 1978), diamati bahwa penggunaan serat sabut kelapa yang optimal adalah dengan panjang 37,5 mm dan volume serat sebanyak 7,5%.

Serabut kelapa memiliki sifat ulet, dapat menyerap air, dan mempunyai tingkat keawetan yang baik jika tidak berhubungan langsung dengan cuaca sehingga bahan tersebut sangat baik digunakan sebagai bahan campuran pembuatan semen serat (Risdianto dan Tobing, 2019). Penggunaan sabut kelapa dapat menekan biaya pembuatan beton serat jauh lebih rendah dibandingkan dengan menggunakan serat pada umumnya seperti serat baja dan serat karbon.

Sabut kelapa digunakan agar dapat menahan tegangan yang diterima beton. Pada saat beton diberi beban maka beton akan terkekang sehingga serat akan mengalami kondisi tarik. Namun serat ini juga mempunyai kelemahan yaitu

pada proses pengerjaan harus dilakukan secara teliti dikarenakan besarnya kemampuan dari serat sabut kelapa untuk saling mengikat satu sama lain yang dapat menyebabkan penggumpalan pada campuran beton sehingga menurunkan kelecakan (tingkat kemudahan campuran beton untuk diaduk, diangkut, dituang, dan dipadatkan).



Gambar 2.1: Serat sabut kelapa.

Penambahan serat serabut kelapa pada beton dapat meningkatkan kuat tarik belah beton. Risdianto dan Tobing (2019) mengatakan dalam penelitiannya bahwa hasil Kuat tarik belah yang optimum pada beton serat dengan komposisi  $0,66 \text{ kg/m}^3$  yaitu berturut-turut dari umur 7, 14, 21, 28 hari adalah 1,99 MPa, 2,08 MPa, 2,20 MPa, 2,38 Mpa. Hasil penelitian terdahulu mengenai serat sabut kelapa sebagai campuran beton Dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.2: Hasil penelitian beton sabut kelapa sebelumnya.

No	Judul	Hasil
1	Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa (Coconut Fiber) Terhadap Kuat Tekan , Kuat Tarik Belah Dan Kuat Lentur Pada Beton (Risdianto dan Tobing, 2019)	Hasil penelitian menunjukkan penambahan serat serabut kelapa 2% mempunyai pengaruh terhadap peningkatan kuat tarik belah dan kuat lentur, namun mengalami penurunan kuat tekan. Sehingga, kadar optimum penambahan serat serabut kelapa terhadap kuat lentur dan kuat tarik belah tertinggi terjadi pada penambahan sebesar 2% diperoleh rata-rata kuat tarik belah sebesar 2,38 MPa dan kuat lentur sebesar 5,705 MPa.
2	Pengaruh penggunaan serat sabut kelapa terhadap kuat tekan dan kuat lentur (Purwanto dkk, 2021)	Hasil pengujian menunjukkan balok dengan serat sabut kelapa 0% mempunyai kuat tekan rata-rata sebesar 237,79 kg/cm <sup>2</sup> , balok dengan serat kelapa 1% mempunyai kuat tekan sebesar 228,73 kg/cm <sup>2</sup> , dan balok dengan sabut kelapa 2% mempunyai kuat tekan sebesar 212,88 kg/cm <sup>2</sup> .
3	Pengaruh penambahan serat sabut kelapa terhadap kuat tekan beton (Nadia, 2016)	Peningkatan kuat tekan beton berserat pada penambahan serat 0.50% sebesar 272.14 kgf.cm <sup>2</sup> naik 29.55% dan penambahan serat 0.125% sebesar 244.84 kgf/cm <sup>2</sup> naik 16.56% dari beton normal tanpa penambahan serat sabut kelapa sebesar 210.06 kgf/cm <sup>2</sup> .

## 2.5 Bahan Tambah (*Admixture*)

Bahan tambah didefinisikan sebagai bahan selain semen, air dan agregat yang digunakan sebagai bahan penyusun beton dan ditambahkan ke dalam campuran beton sebelum atau selama proses pengadukan (Shetty, 2005). Karena bahan tambah digunakan untuk meningkatkan mutu beton maka dalam proses pengerjaannya baik dalam proses pengadukan maupun dalam proses penuangannya perlu dilakukan secara teliti, sehingga dapat memberikan hasil yang lebih optimal pada beton.

### 2.5.1 Abu Sekam Padi

Abu sekam padi (*rice-husk ash*) merupakan limbah dari pembakaran sekam padi yang banyak ditemukan di negara tropis seperti Indonesia. Abu sekam padi dihasilkan melalui pembakaran pada suhu yang tidak melebihi 800°C selama beberapa menit. Melalui penelitiannya, (Zhang dan Malhotra, 1996) menjelaskan bahwa abu sekam padi mengandung kandungan karbon 5,91 persen, dan karena itu berwarna hitam. Analisis kimia menunjukkan bahwa bahan penyusun utama abu sekam padi ialah silikon dioksida ( $\text{SiO}_2$ ) dengan bobot sebanyak 87,2 %.

Tabel 2 3: Sifat dan analisis kimia abu sekam padi

Physical tests		
Specific gravity	2.06	-
passing 45 $\mu\text{m}$	99.0	%
nitrogen absorption	38.9	$\text{m}^2/\text{g}$
median grain size	7	Mm
Chemical analysis		
Silicon dioxide ( $\text{SiO}_2$ )	87.2	%
Aluminum oxide ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )	0.15	%
Ferric oxide ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )	0.16	%
Calcium oxide ( $\text{CaO}$ )	0.55	%
Magnesium oxide ( $\text{MgO}$ )	0.35	%

Tabel 2.4: *Lanjutan.*

Sodium oxide (Na <sub>2</sub> O)	1.12	%
Potassium oxide (K <sub>2</sub> O)	3.68	%
Phosphorus oxide (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	0.50	%
Titanium oxide (TiO <sub>2</sub> )	0.01	%
Sulfur trioxide (SO <sub>3</sub> )	0.24	%
Carbon (C)	5.91	%
Loss on ignition	8.55	%



Gambar 2.2: Abu sekam padi.

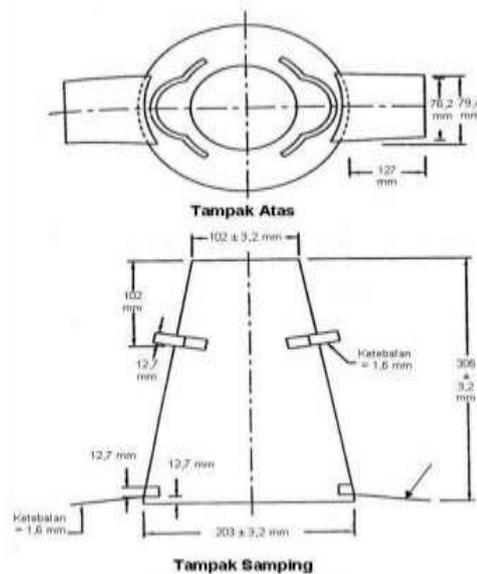
### 2.5.2 Sika Concrete Repair Mortar

Sika concrete repair mortar berfungsi sebagai komponen semen grouting untuk memperbaiki beton yang keropos dan juga untuk mengisi celah atau lubang-lubang seperti pada kolom baja, angkur baut dan sebagainya (Assrullah, 2018). Sika digunakan untuk sebagai accelerator sebagai bahan tambah juga berfungsi untuk mempercepat proses iakatan dan pengerasan. Mortar sendiri adalah istila untuk campuran pasir, semen, dan air (Hidayat, 2011)

### 2.6 Slump Test

Pengujian slump test dilakukan pada sampel yang menggunakan zat *additive*. Pengujian slump test dilakukan pada beton segar dengan menggunakan

kerucut Abrams dengan tinggi kerucut 305 mm. Benda uji akan dimasukkan kedalam 3 lapisan kemudian di isi dengan kerucut 1/3 dari tinggi kerucut. Setiap lapisan kemudian dipadatkan dengan tongkat penusuk yg terbuat dari baja sebanyak 25 kali. Cara ini dilakukan untuk memastikan sampel memadat tanpa ada rongga- rongga yang terisisa. Setelah kerucut abrams penuh kemudian diratakan dengan sendok semen dan kerucut abrahms diangkat secara vertikal ke atas kemudian mengukur perbandingan tinggi kerucut dan sampel yang di uji. Proses uji slump test telah di jelaskan pada (SNI 03-1972-1990). Pengujian slump bertujuan untuk mengetahui nilai viscosity pada beton dengan mengukur penurunan benda uji terhadap tinggi kerucut. Berikut merupakan gambar kerucut Abrams.



Gambar 2.3: Kerucut abrams sumber (SNI 1972-2008).

## 2.7 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan dengan standar yang telah di tetapkan oleh SNI-03-2491-2002. Pengujian dilakukan dengan mesin uji kuat tekan dengan kapasitas 1500 KN. Benda uji di letakkan tegak lurus diatas alat penguji kemudian beban tekan diberikan merata arah tegak dari atas pada seluruh panjang silinder. Sebelum di tekan benda uji di timbang terlebih dahulu untuk dapat menentukan berat jenis beton jumlah sempel di rencanakan berjumlah sebanyak 5 sampel.

Kuat tekan beton yang direncanakan ( $f_c'$ ) adalah kuat tekan yang ditetapkan oleh perencana struktur yang dipakai dalam perencanaan struktur beton dan dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa). Penghitungan kekuatan beton dimaksudkan untuk mencari mutu beton dengan menggunakan mesin hidrolik tekan.

Perhitungan untuk memperoleh nilai tekan beton adalah sebagai berikut:

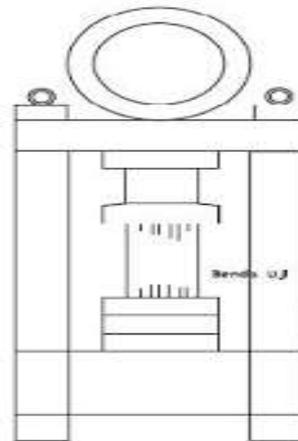
$$f_c' = \frac{P}{A} \quad (2.1)$$

dimana :

$f_c'$  : Kuat tekan beton ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

$P$  : Beban maksimum (kg)

$A$  : Luas penampang ( $\text{cm}^2$ )



Gambar 2.4: Pengujian kuat tekan.

penelitian terdahulu oleh Hermanto dan Shandy (2020) mengatakan bahwa kuat tekan beton merupakan gambaran mutu beton, karena biasanya kenaikan kuat tekan beton akan diikuti oleh perbaikan sifat beton yang lainnya. Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tertentu, yang dihasilkan oleh mesin uji tekan. Besarnya kuat tekan beton dapat dihitung dengan cara membagi beban maksimum pada saat benda uji hancur dengan luas penampang benda uji. Hasil penelitian terdahulu dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4: Hasil penelitian kuat tekan beton yang telah dilakukan sebelumnya.

No	Judul	Hasil
1	Karakteristik kuat tekan dan kuat lentur beton dengan penambahan limbah sabut kelapa (Hermanto dan Shandy, 2020)	Nilai hasil uji kuat tekan sesuai dengan mutu yang direncanakan, yaitu K-250 atau 21,7 MPa, dimana setiap umur rencana dengan nilai 21,75 MPa di umur 3 hari, 25,58 MPa di umur 7 hari, 22,62 MPa di umur 14 hari, 27,25 MPa di umur 21 hari, dan 31,86 MPa di umur 28 hari
2	Pengaruh penambahan serat serabut kelapa terhadap kuat tekan beton (Oktavianus dkk, 2014)	Penggunaan serabut kelapa dengan campuran variasi 0,15% umur 28 hari sebesar 21,11 Mpa mengalami penurunan paling rendah dari beton normal yang memiliki kuat tekan 22,24 Mpa, pada campuran beton umur 28 hari dengan variasi 0,30% sebesar 20,83% Mpa, 0,45% 19,89 Mpa, berdampak terhadap penurunan nilai kuat tekan beton normal yang memiliki kuat tekan sebesar 22,24 Mpa.
3	Pengaruh penggunaan serat sabut kelapa terhadap kuat tekan dan kuat lentur (Purwanto dkk, 2021)	Hasil pengujian menunjukkan balok dengan serat sabut kelapa 0% mempunyai kuat tekan rata-rata sebesar 237,79 kg/cm <sup>2</sup> , balok dengan serat kelapa 1% mempunyai kuat tekan sebesar 228,73 kg/cm <sup>2</sup> , dan balok dengan sabut kelapa 2% mempunyai kuat tekan sebesar 212,88 kg/cm <sup>2</sup> .

## 2.8 Kuat Tarik Belah Beton

Beton merupakan material yang lemah terhadap tegangan tarik. Faktor pembentuk kekuatan tarik sama dengan kuat tekan hanya besarnya kuat tarik untuk beton normal pada umumnya adalah antara 9% - 15% dari kuat tekannya (Supit dkk, 2016)

Metode pengujian ini mencakup cara penentuan kuat tarik belah benda uji yang dicetak berbentuk silinder atau beton inti yang diperoleh dengan cara pengeboran termasuk ketentuan peralatan dan prosedur pengujiannya serta perhitungan kekuatan tarik belahnya. Menurut (SNI 2491-2002) Pengujian kuat tarik belah digunakan untuk mengevaluasi ketahanan geser dari komponen struktur yang terbuat dari beton yang menggunakan agregat ringan.

Menurut Nawy, (1998:41) pendekatan yang baik dalam menghitung kekuatan tarik beton ( $f_{ct}$ ) adalah dengan menggunakan rumus  $0.1 f'c < f_{ct} < 0.2 f'c$ . Kekuatan tarik lebih sulit diukur dibandingkan dengan kekuatan tekan bila beban-beban aksial langsung dan masalah penjepitan (gripping) pada mesin. Sehingga untuk mengetahui kuat tarik beton dalam pengujian hanya dapat diukur dengan metode uji keruntuhan (modulus of rupture) dan metode uji belah silinder.

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. Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tarik belah beton adalah:

$$F't = \frac{2P}{\pi LD} \quad (2.2)$$

Keterangan:

$f't$  = kuat tarik belah beton (MPa )

$P$  = beban maksimum (N)

$L$  = tinggi silinder beton (mm)

$D$  = diameter silinder beton (mm)

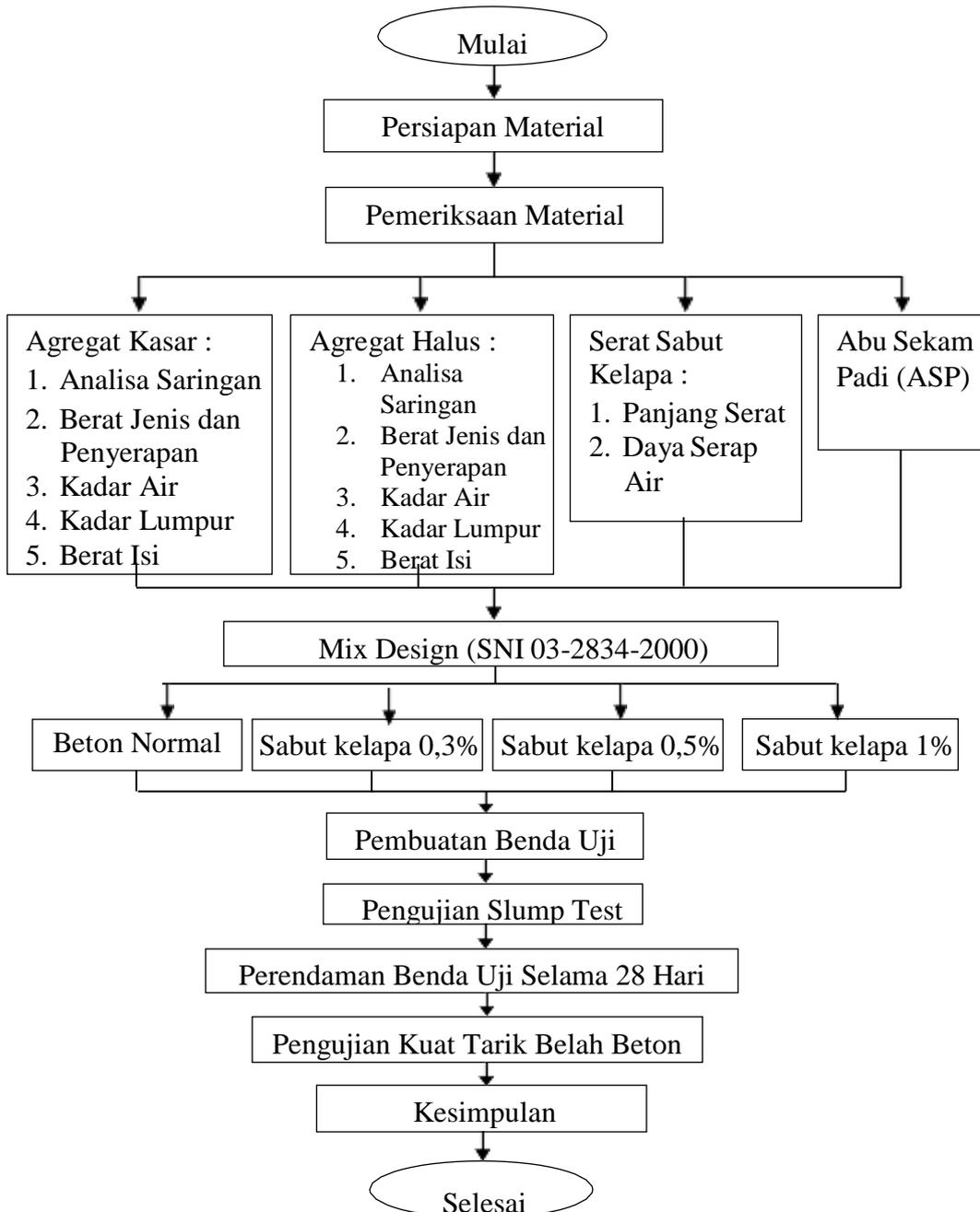
Tabel 2.5: Hasil penelitian kuat tarik belah beton yang telah dilakukan sebelumnya.

No	Judul	Hasil
1	Perbandingan Uji Tarik Langsung Dan Uji Tarik Belah Beton (Pandaleke dan Windah, 2017)	Nilai Kuat Tarik Dengan Pengujian Kuat Tarik Langsung Lebih Kecil Dibandingkan Dengan Nilai Kuat Tarik Dengan Pengujian Kuat Tarik Belah. Besar Kuat Tarik Langsung 74.69% Dari Kuat Tarik Belah.
2	Pemeriksaan Kuat Tarik Belah Beton Dengan Variasi Agregat Yang Berasal Dari Beberapa Tempat Di Sulawesi Utara (Supit dkk, 2016)	Hasil-hasil pengujian menunjukkan ternyata beton yang menggunakan kerikil pecah dan pasir girian yang mendapatkan nilai kuat tarik belah tertinggi dari semua kombinasi agregat pada umur 28 hari. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa penggunaan kerikil alam sebagai agregat kasar pada beton lebih kecil dari kerikil pecah.
3	Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Variasi Kuat Tekan Beton (Kumaat dan Windah, 2015)	Hasil pengujian menyatakan bahwa nilai kuat tarik belah pada beton mengalami kenaikan yaitu semakin besar nilai kuat tekan maka nilai kuat tarik belah yang dihasilkan semakin besar pula. Hubungan kuat tekan dan kuat tarik belah beton berkisar $0,52-0,55\sqrt{f_c}$ dan nilai perbandingan kuat tarik belah berkisar 8,78-11,59% dari kuat tekan beton.

## BAB 3 METODE PENELITIAN

### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Langkah-langkah yang akan digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 3.1: *Flow Chart* tahapan penelitian.

Metodologi penelitian adalah suatu ilmu yang mempelajari bagaimana cara membuat suatu penelitian ilmiah yang benar, dimana penelitian ilmiah merupakan kegiatan yang dilakukan dengan aturan yang ketat dan tujuannya untuk membangun pengetahuan yang akhirnya melahirkan ilmu (Syahza dan Riau, 2021).

Penelitian yang dilaksanakan pada tugas akhir ini tidak terlepas dari data-data pendukung. Data pendukung yang diperoleh dari hasil penelitian di laboratorium ini dibagi menjadi dua jenis sebagai berikut.

1. Data primer

Data ini terdiri dari:

- a. Persiapan bahan dan material
- b. Pengujian dasar material
- c. Perbandingan dalam campuran beton (*Mix design*)
- d. Kekentalan adukan beton segar (*Slump*)
- e. Pencetakan benda uji
- f. Perawatan benda uji
- g. Pengujian kuat tarik belah beton

2. Data sekunder

Data sekunder ini merupakan data berupa literasi yang diperoleh dari sekumpulan buku dan jurnal yang terkait dengan penelitian yang mengacu kepada referensi pembuatan beton berdasarkan:

- a. (SNI 03-2834-2000) tentang tata cara pembuatan rencana beton normal.
- b. Jurnal-jurnal ilmiah serta buku-buku sebagai acuan yang mendukung jalannya penelitian ini.
- c. (SNI 03-2491-2002) tentang metode pengujian kuat tarik belah beton
- d. Laporan Praktikum Beton, sebagai referensi untuk menunjang dalam penelitian ini.

Sebuah permasalahan yang telah diuraikan akan terjawab dengan dilakukannya penelitian secara bertahap yang sebelumnya sudah dirangkai dalam sebuah metode penelitian. Adapun langkah-langkah dalam penelitian ini akan dijelaskan sebagai berikut:

1. Persiapan bahan dan material  
Kegiatan ini dilakukan dengan mempersiapkan bahan dan material-material yang dibutuhkan sebelum dilakukannya pemeriksaan material.
2. Pengujian dasar material  
Pengujian dasar dilakukan pada sampel agregat kasar, agregat halus, abu sekam padi, dan serat sabut kelapa. Pengujian ini berupa pemeriksaan berat jenis dan penyerapan, kadar air, kadar lumpur, dan berat isi
3. Mix Design  
Dalam tahapan ini diperlukan adanya bimbingan oleh dosen pembimbing untuk meminimalisir terjadinya kesalahan perhitungan dalam menganalisa dan merencanakan kebutuhan pada campuran beton.
4. Pengujian *Slump Test*  
Sebelum melakukan tahap pencetakan dilakukan pengujian slump test pada beton segar untuk mengetahui nilai kekentalan dan plastisitas beton. Beton segar akan dimasukkan kedalam kerucut abrams dan akan dirojok dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali kemudian akan di lepas dan dihitung perbandingan penurunan beton segar dari tinggi kerucut abrams.
5. Pencetakan benda uji  
Dalam proses pencetakan benda uji, beton segar akan dimasukkan ke dalam cetakan silinder untuk pengujian kuat tarik belah beton dengan diameter 15 cm dan panjang 30 cm. Benda uji akan di cetak dan dibiarkan selama 24 jam.
6. Perawatan benda uji  
Jika beton telah mengering secara sempurna, beton tersebut di angkat dari cetakan lalu dilakukan perawatan beton (*curing*). Perawatan tersebut dilakukan dengan cara merendam beton pada bak perendam dengan estimasi waktu 28 hari.
7. Pengujian Kuat Tarik Belah Beton  
Setelah melewati semua prosedur pembuatan beton, kemudian dilakukan uji kuat tarik belah beton yang berfungsi untuk mengetahui seberapa besar ketahanan beton setelah diberi beban-beban tertentu.

### **3.2 Tempat Dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara selama 3 (tiga) bulan dimulai pada Juni 2022 sampai bulan September 2022.

### **3.3 Alat dan Bahan**

#### **3.3.1 Alat**

Untuk mendapatkan hasil yang diharapkan maka dalam penelitian ini diperlukan peralatan yang fungsinya untuk melaksanakan pengujian terhadap bahan maupun sampel yang dibuat. Peralatan yang digunakan meliputi:

1. Satu set saringan dengan nomor ayakan berturut-turut No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, dan No.100 untuk agregat halus, dan 1½”, 3/4”, 3/8” dan No.4 untuk agregat kasar.
2. Timbangan digital.
3. Gelas ukur
4. *Stopwatch*
5. Mesin pengaduk beton (*molen/mixer*).
6. Cetakan benda uji silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
7. Satu set alat slump test
8. Bak perendam.
9. Mesin kompres (*compression testing machine*)

#### **3.3.2 Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Agregat  
Agregat kasar (batu kerikil) dan halus (pasir) yang berasal dari kota Binjai.
2. Semen  
Semen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu semen portland tipe I dengan merk Andalas
3. Air  
Air yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Laboratorium Beton

Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah  
Sumatera Utara

4. Sabut kelapa

Penggunaan serat sabut kelapa sebagai bahan tambah pada penelitian ini berasal dari kota binjai

5. Abu sekam padi

Abu sekam padi pada penelitian ini di dapat dari daerah Deli Serdang.

### 3.4 Persiapan Penelitian

Setelah semua material di dapatkan dari lokasi maka dipisahkan material agar mempermudah dalam melakukan tahapan-tahapan penelitian dan agar material tidak tercampur dan mempengaruhi kualitas dari material lainnya. Material dibersihkan dari lumpur dan dilakukan penjemuran pada material yang basah.

#### 3.4.1 Pemeriksaan Kadar Air

1. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Kasar

Rumus

a) Berat samper SSD + berat wadah. ( $W_1$ )

b) Berat sampai kering oven + berat wadah. ( $W_2$ )

c) Berat wadah. ( $W_3$ )

d) Berat air. ( $W_1 + W_2$ )

e) 
$$\text{Kadar air} = \frac{\text{Kadar air}}{\text{Berat sampel oven}} \times 100\% \quad (3.1)$$

2. Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus

Rumus

a) Berat samper SSD + berat wadah. ( $W_1$ )

b) Berat sampai kering oven + berat wadah. ( $W_2$ )

c) Berat wadah. ( $W_3$ )

d) Berat air. ( $W_1 + W_2$ )

e) 
$$\text{Kadar air} = \frac{\text{Kadar air}}{\text{Berat sampel oven}} \times 100\% \quad (3.2)$$

### 3.4.2 Pengujian Kandungan Lumpur

Pengujian kadar lumpur pasir dilakukan untuk mengetahui kelayakan pasir yang akan digunakan dalam mortar. Pengujian ini mengacu pada (PBI, 1971) pasal 14 ayat 2b. Metoda pengujian kandungan lumpur pada pasir sebagai berikut:

1. Keringkan pasir yang akan di ujikan.
2. Timbang bejana yang akan digunakan sebagai wadah pasir.
3. Timbang pasir sebanyak 100 gram lalu masukan dalam gelas ukur 250 cc.
4. Masukkan air pada gelas ukur yang telah diisi pasir, hingga ketinggian airmencapai 12 cm dari permukaan pasir.
5. Kocok gelas ukur  $\pm 15$  kali, lalu diamkan selama 1 menit, kemudian buang airkeruh perlahan-lahan agar pasir tidak ikut terbang.
6. Percobaan diulangi sampai 1 - 5 kali, hingga air menjadi jernih.
7. Pisahkan pasir dengan air, kemudian pasir ditempatkan dalam bejana yang sudah ditimbang.
8. Masukkan pasir tersebut ke dalam oven dengan suhu  $105\text{ }^{\circ}\text{C} - 110\text{ }^{\circ}\text{C}$  selama  $\pm 36$  jam.
9. Keluarkan pasir dari oven. didinginkan lalu ditimbang.
10. Perhitungan Kandungan lumpur berdasarkan Pers. 3.1 berikut.

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{Bo-B}{Bo} \times 100\% \quad (3.3)$$

Dimana  $B_o$  = berat agregat sebelum pengujian, dan  $B$  = berat agregat setelah pengujian.

11. Presentase kandungan lumpur tidak boleh lebih dari 5%, jika didapat kadar lumpur dalam pasir lebih dari 5% maka pasir harus di cuci dahulu

### 3.4.3 Penetapan Benda Uji Beton

Dalam penelitian ini dibutuhkan beberapa sampel benda uji berdasarkan variabel-variabel yang ditetapkan. Adapun jumlah sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1: Sampel benda uji rencana.

No	Kode	Sabut Kelapa terhadap berat beton	Abu Sekam Padi terhadap berat semen	Keterangan
1	FOS1	0%	0%	Perendaman selama 28 hari
3	FS1	0,3%	1%	
4	FS2	0,5%	1%	
5	FS3	1,0%	1%	
6	FOS3	0%	0%	
8	FS7	0,3%	1%	
9	FS8	0,5%	1%	
10	FS9	1,0%	1%	

#### 3.4.4 Perhitungan Campuran Beton (*Mix Design*)

Perencanaan campuran beton (*mix design*) dalam penelitian ini menggunakan pedoman (SNI 03-2834-2000) dan berdasarkan kebutuhan pembuatan benda uji ditambah 10% dengan kemungkinan tercecernya bahan adukan beton selama proses pembuatan benda uji. Adapun langkah-langkah perhitungan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Menentukan kuat tekan beton yang direncanakan ( $f'c$ ) pada umur tertentu.
2. Menghitung deviasi standar.

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (3.4)$$

Keterangan:

$S$  = standar deviasi

$x_i$  = kuat tekan beton yang didapat dari masing-masing benda uji

$\bar{x}$  = kuat tekan beton rata-rata menurut rumus:

$$x = \frac{\sum_{i=0}^n X_i}{n} \quad (3.5)$$

Dengan:

n adalah jumlah nilai hasil uji, yang harus diambil minimal 30 buah (satu hasil uji adalah nilai uji rata-rata dari 2 buah benda uji), apabila suatu produksi beton tidak mempunyai dua hasil yang memenuhi deviasi standar, tetapi hanya sebanyak 15 samapi 29 hasil uji yang berurutan, maka nilai deviasi standar adalah perkalian deviasi standar yang dihitung dari data hasil uji tersebut dengan faktor pengali berdasarkan Tabel 3.3:

Tabel 3.2: Faktor pengali untuk deviasi standar (SNI 03-2834-2000).

Jumlah Pengujian	Faktor Pengali Deviasi Standar
< 15	$f'c + 12 \text{ Mpa}$
15	1,16
20	1,08
25	1,03
$\geq 30$	1,00

1. Menentukan nilai tambah margin berdasarkan Tabel 3.4.

Tabel 3.3: Nilai tambah margin (SNI 03-2834-2000).

Tingkat Mutu Pekerjaan	M (MPa)
Memuaskan	2,8
Hampir memuaskan	3,5
Sangat baik	4,2
Baik	5,7
Sedang	6,5
Kurang	7,0

- Menghitung kuat tekan beton rata rata  $f_{cr}$  berdasarkan Pers. 3.4.

$$f_{cr} = f'c + S + M \quad (3.6)$$

Keterangan:

$f_{cr}$  = kuat tekan rata-rata perlu (Mpa)

$f'c$  = kuat tekan yang direncanakan (Mpa)

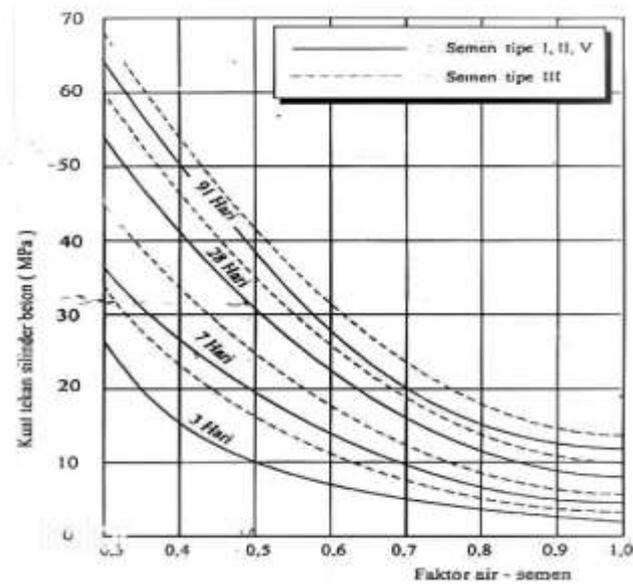
$S$  = standar deviasi

$M$  = nilai tambah margin

- Menentukan jenis/tipe semen yang digunakan.
- Penetapan jenis agregat.
- Penetapan nilai faktor air semen bebas dengan menghubungkan kuat tekan dan faktor air semen yang diperoleh dari penelitian lapangan sesuai dengan bahan dan kondisi pekerjaan yang diusulkan. Bila tidak tersedia data hasil penelitian sebagai pedoman dapat menggunakan acuan pada Tabel 3.5 grafik serta pada Gambar 3.2.

Tabel 3.4: Nilai tambah margin (SNI 03-2834-2000).

Jenis semen	Jenis agregat Kasar	Kekuatan tekan (Mpa)				Bentuk
		Pada umur (hari)				
		3	7	28	29	Bentuk uji
Semen portland Tipe I	Batu tak dipecahkan	17	23	33	40	Silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen tahan sulfat Tipe II, V	Batu tak dipecahkan	20	28	40	48	Kubus
	Batu pecah	25	32	45	54	
Semen portland Tipe III	Batu tak dipecahkan	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecahkan	25	31	46	53	Kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	



Gambar 3.2: Grafik hubungan antara kuat tekan dan Faktor air semen (SNI 03-2834-2000).

6. Menentukan faktor air semen maksimum atau dapat ditetapkan sebelumnya atau tidak. Jika nilai faktor air semen digunakan apabila nilai yang diperoleh dari butir 7 di atas lebih besar dari batas maksimum.
7. Menetapkan nilai slump.
8. Menentukan ukuran besar butir agregat maksimum jika tidak ditetapkan. Menentukan nilai kadar air bebas berdasarkan Tabel 3.6.

Tabel 3.5: Perkiraan kadar air bebas (SNI 03-2834-2000).

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

9. Menghitung jumlah semen minimum adalah kadar air bebas dibagi faktor air semen berdasarkan Pers. 3.5.

$$W_{semen} = \frac{W_{air}}{fas} \quad (3.11)$$

Keterangan:

$W_{semen}$  = jumlah semen ( $\text{kg/m}^3$ )

$W_{air}$  = kadar air bebas

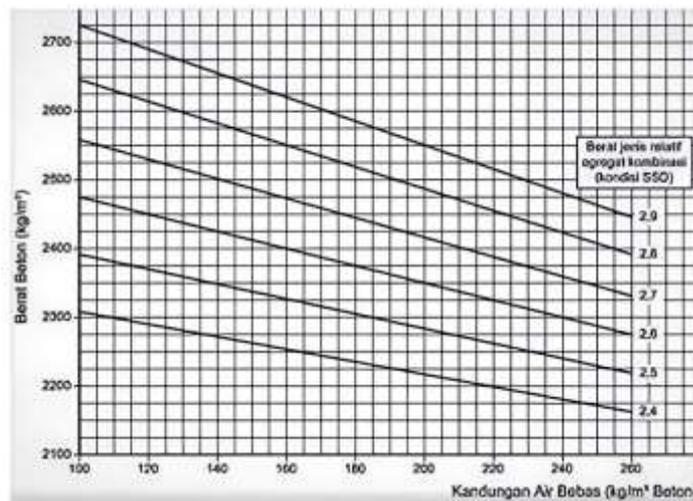
$Fas$  = faktor air semen bebas

10. Jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan, dapat diabaikan.  
 11. Menentukan jumlah semen minimum berdasarkan Tabel 3.7.

Tabel 3.6: Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum.

Lokasi	Jumlah Semen minimum per $\text{m}^3$ beton (kg)	Nilai faktor air semen maksimum
Beton di dalam ruang bangunan:		
a. Keadaan keliling non-korosif	275	0,62
b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif	325	0,52
Beton di luar ruang bangunan:		
a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	325	0,60
b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung	275	0,60
Beton masuk ke dalam tanah:		
a. Mengalami keadaan basah dan kering bergantian.		
b. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah.	325	0,55
Beton yang kontinyu berhubungan:		
a. Air tawar		
b. Air laut		

12. Menentukan faktor air semen yang disesuaikan jika jumlah semen berubah karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan), maka faktor air semen harus diperhitungkan kembali.
13. Menghitung berat jenis relatif agregat dari data hasil uji laboratorium.
14. Perkiraan berat isi beton berdasarkan Gambar 3.3.



Gambar 3.3: Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton (SNI 03-2834-2000).

15. Menghitung kadar agregat gabungan berdasarkan berat jenis beton yang dikurangi jumlah kadar semen dan kadar air bebas.
16. Menghitung kadar agregat halus yang besarnya adalah hasil kali persen pasir.
17. Menghitung kadar agregat kasar yang besarnya adalah kadar agregat gabunganyang dikurangi kadar agregat halus.
18. Proporsi campuran, kondisi agregat dalam keadaan jenuh kering permukaan.
19. Mengkoreksi proporsi campuran berdasarkan volume benda uji.

### 3.4.5 Pembuatan Benda Uji

Setelah mendapatkan komposisi yang direncanakan untuk kuat tekan tertentu, maka proses selanjutnya adalah pencampuran dan pengadukan di lapangan. Secara umum pengadukan dilakukan sampai didapatkan suatu sifat

yang plastis dalam sebuah campuran beton segar.

### 3.4.6 Pengujian Slump

Slump merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui tingkat kelecakan suatu adukan beton. Tingkat kelecakan itu berkaitan erat dengan tingkat kemudahan pekerjaan (*workability*). Semakin besar nilai slump berarti semakin cair adukan betonnya sehingga adukan beton semakin mudah dalam melakukan pengerjaannya. Pengujian slump dilakukan berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh (SNI 03-1972-2008). Sebagai pedoman awal penetapan nilai slump dapat mengacu kepada Peraturan Beton Indonesia (PBI, 1971) dalam penetapan nilai slump adukan beton melalui Tabel 3.8.

Tabel 3.7: Nilai Slump untuk berbagai macam pekerjaan (PBI, 1971)

Uraian	Slump (cm)	
	Maksimum	Minimum
Dinding, pelat fondasi dan fondasi telapak Bertulang	12,5	5,0
Fondasi telapak tidak bertulang, kaison dan konstruksi di bawah tanah	9,0	2,5
Pelat, balok, kolom dan dinding	15,0	7,5
Pengerasan jalan	7,5	5,0
Pembetonan masal	7,5	2,5

### 3.4.7 Perawatan Benda Uji

Perawatan beton dilakukan setelah beton dikeluarkan dari cetakan, yang dilakukan dengan cara merendam benda uji ke dalam air sampai mencapai 120 hari. Setelah dilakukan perawatan berupa perendaman benda uji selama 120 hari maka sampel siap untuk diuji.

### 3.4.8 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan menurut SNI 1974-2011 “Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Uji Silinder”. Kuat tekan (*Compressive Strength*), digunakan

untuk mengetahui kekuatan beton ringan. Sebelum ditekan benda uji ditimbang terlebih dahulu untuk dapat mengetahui berat jenis beton. Pada mesin uji tekan, benda yang akan diuji diletakkan dan diberikan beban hingga runtuh /hancur, yaitu pada saat beban maksimum bekerja. Pengujian kuat tekan dapat dihitung dengan Pers. 3.8:

$$f_c = \frac{P}{A} \quad (3.8)$$

Dimana:

$f_c$  = Kuat tekan (N/mm<sup>2</sup> )

P = Gaya tekan maksimum (N)

A = Luas penampang benda uji (mm<sup>2</sup>)

Langkah-langkah cara pengujian kuat tekan beton:

1. Setelah proses pembuatan dan perendaman selesai, benda uji yang sudah mengering bisa diuji.
2. Menimbang berat benda uji sebelum di tes uji.
3. Meletakkan benda uji kedalam mesin *Compression Testing Machine*.
4. Pengujian dilakukan dengan pembebanan maksimum sehingga benda uji jadi hancur
5. Untuk pengambilan data, dengan mencatat nilai beban maksimum pada benda uji.

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

#### **3.4.9 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton**

Kuat tarik adalah ukuran kuat beton yang diakibatkan oleh suatu gaya yang cenderung untuk memisahkan sebagian beton akibat tarikan. Kuat tarik beton berkisar seper-delapan belas kuat desak pada waktu umurnya masih muda, dan berkisar seperduapuluh sesudahnya. Pengujian Kuat Tekan dilakukan berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh (SNI 03-2491-2002). Sebelum dilakukan pengujian, benda uji terlebih dahulu ditimbang dan diberikan *capping*

pada kedua bagian permukaannya agar dapat diletakkan berdiri secara tegak pada alat penguji kemudian beban tekan diberikan merata arah tegak dari atas pada seluruh panjang silinder. Jumlah sampel pengujian direncanakan sebanyak 5 buah.

Kuat tarik beton biasanya 8%-15% dari kuat tekan beton. Pengujian kuat tarik menurut SNI 03-2491-2002 “Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Pada Benda Uji Silinder”. Pengujian kuat tarik belah beton menggunakan benda uji berbentuk silinder beton dengan diameter 150 mm dan panjang 300 mm, diletakkan arah memanjang atau horizontal diatas alat penguji. Kemudian diberi beban tekan secara merata searah tegak lurus dari atas ke seluruh panjang silinder. Maka untuk mendapatkan nilai kuat tarik masing-masing benda uji menggunakan rumus seperti di bawah ini:

$$f't = \frac{2P}{\pi DL} \quad (3.9)$$

Dimana:

$f't$  = kuat tarik belah beton (MPa )

$P$  = beban maksimum (N)

$L$  = tinggi silinder beton (mm)

$D$  = diameter silinder beton (mm)

Langkah-langkah cara pengujian kuat tarik:

1. Setelah proses pembuatan dan perendaman selesai, benda uji yang sudah mengering bisa diuji.
2. Menimbang berat benda uji sebelum di tes uji.
3. Meletakkan benda uji kedalam pelat penekan tambahan untuk mendapatkan nilai kuat tarik.
4. Meletakkan pelat penekan tambahan dan benda uji kedalam mesin compression testing machine.
5. Pengujian dilakukan dengan pembebanan tertinggi sehingga benda uji jadi terbelah atau patah menjadi dua.
6. Untuk pengambilan data, dengan mencatat nilai beban maksimum pada benda uji.

## **BAB 4**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Umum**

Pada bab ini akan diuraikan mengenai hasil dari penelitian yang telah dilaksanakan di Laboratorium beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Data yang diperoleh meliputi data material berupa berat jenis dan penyerapan agregat halus dan kasar, analisa saringan agregat halus dan kasar, berat isi agregat halus dan kasar, kadar air agregat halus dan kasar, dan kandungan lumpur yang terdapat pada agregat halus dan kasar.

Hasil analisis dilakukan pada penelitian ini mengacu pada beberapa jurnal yang menjadi referensi dalam melakukan penelitian ini. Pada bab ini juga ditampilkan hasil kuat tarik belah dengan variasi beton normal dan abu sekam padi 1% dengan serat sabut kelapa 0%, 0,3%, 0,5%, dan 1% dengan ukuran panjang 5 cm.

#### **4.2 Pengujian Agregat**

Pengujian agregat dilakukan guna penentuan rencana campuran beton. Pada penelitian ini digunakan agregat halus dan kasar yang berasal dari Kota Binjai. Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini dapat terbagi sebagai berikut.

##### **4.2.1 Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus**

Hasil dari pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1: Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus.

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata –rata
berat pasir kondisi jenuh kering muka (SSD), (B)	500	500	500
berat pasir kering mutlak, (E)	486	464	475

Tabel 4.1: *Lanjutan.*

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata –rata
berat piknometer berisi pasir dan air, (C)	948	943	945,5
berat piknometer berisi air, (D)	673	665	669
berat jenis curah = $(E / (B + D - C))$	2,16	2,09	2,13
berat jenis kering muka = $(B / (B + D - C))$	2,22	2,25	2,24
berat jenis semu = $(E / (E + D - C))$	2,30	2,49	2,40
Penyerapan air, $[(B - E) / E] \times 100\%$	2,88	7,76	5,32

Hasil dari pengujian yang dilakukan menunjukkan agregat halus memiliki nilai berat jenis curah sebesar 2,13, berat jenis jenuh kering muka (SSD) sebesar 500, berat jenis semu sebesar 2,40, Berdasarkan SK.SNI.T-15-1990:1 angka berat jenis kering muka normal berada di antara 2,2 - 2,7.. Berdasarkan Tabel 4.1 dapat dilihat bahwa penyerapan air rata-rata yang terjadi pada agregat halus adalah sebesar 5,32%.

#### 4.2.2 Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

Hasil dari pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2: Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar.

Uraian	Hasil Pengamatan		
	Sampel 1	Sampel 2	Rata - rata
berat krikil kondisi jenuh kering muka (SSD), (A)	6446	6466	6456
berat krikil kering mutlak, (B)	6284	6307	6296
berat kerikil dalam air, (C)	4047	4060	4053,5
berat jenis curah = $(B / (A - C))$	2,62	2,62	2,62
berat jenis kering muka = $(A / (A - C))$	2,69	2,69	2,69
berat jenis semu = $(B / (B - C))$	2,81	2,81	2,81
Penyerapan air, $( [(A - B) / B] \times 100\% )$	2,58	2,52	2,55

Berdasarkan SK.SNI.T-15-1990:1 angka berat jenis kering muka normal berada di antara 2,2-2,7. Dari Tabel 4.8 dapat dilihat hasil dari pengujian berat jenis jenuh kering muka didapatkan angka rata-rata sebesar 2,69. Hal ini berarti agregat yang digunakan telah memenuhi namun hampir melampaui syarat dan dapat digunakan untuk pembuatan beton. Berdasarkan Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa penyerapan air rerata sebesar 2,55%.

#### 4.2.3 Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus

Hasil dari pengujian analisa saringan pada agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3: Hasil pengujian analisa saringan agregat halus.

Ukuran Saringan		Berat Tertahan	Persentase Tertahan	Persentase Kumulatif	
SNI	ASTM	(gram)	(%)	Tertahan (%)	Lolos (%)
9,6	3/8"	0	0	0	100
4,8	No.4	99	4,95	4,95	95,05
2,4	No.8	205	10,25	15,20	84,80
1,2	No.16	387	19,35	34,55	65,45
0,6	No.30	301	15,05	49,60	50,40
0,3	No.50	561	28,05	77,65	22,35
0,15	No.100	330	16,50	94,15	5,85
Pan		117	5,85		0
Total		2000	100	276,10	

Berikut ini merupakan penjabaran perhitungan analisa saringan agregat halus pada tabel di atas

##### 1. Berat tertahan (gram)

- a. Ayakan 3/8" = 0 gram
- b. Ayakan No.4 = 99 gram
- c. Ayakan No.8 = 205 gram

- d. Ayakan No.16 = 387 gram
  - e. Ayakan No.30 = 301 gram
  - f. Ayakan No.50 = 561 gram
  - g. Ayakan No.100 = 330 gram
  - h. Pan = 117 gram
- Jumlah Keseluruhan = 2000 gram

2. Presentase Tertahan (%)

- a. Ayakan 3/8'' =  $0 / 2000 \times 100\% = 0\%$
  - b. Ayakan No.4 =  $99 / 2000 \times 100\% = 4,95\%$
  - c. Ayakan No.8 =  $205 / 2000 \times 100\% = 10,25\%$
  - d. Ayakan No.16 =  $387 / 2000 \times 100\% = 19,35\%$
  - e. Ayakan No.30 =  $301 / 2000 \times 100\% = 15,05\%$
  - f. Ayakan No.50 =  $561 / 2000 \times 100\% = 28,05\%$
  - g. Ayakan No.100 =  $330 / 2000 \times 100\% = 16,50\%$
  - h. Pan =  $117 / 2000 \times 100\% = 5,85\%$
- Jumlah keseluruhan = 100%

3. Presentase Tertahan kumulatif (%)

- a. Ayakan 3/8'' = 0%
- b. Ayakan No.4 =  $0\% + 4,95\% = 4,95\%$
- c. Ayakan No.8 =  $4,95\% + 10,25\% = 15,20\%$
- d. Ayakan No.16 =  $15,20\% + 19,35\% = 34,55\%$
- e. Ayakan No.30 =  $34,55\% + 15,05\% = 49,60\%$
- f. Ayakan No.50 =  $49,60\% + 28,05\% = 77,65\%$
- g. Ayakan No.100 =  $77,65\% + 16,50\% = 94,15\%$
- h. Pan =  $94,15\% + 5,85\% = 100\%$

4. Persen lolos kumulatif (%)

- a. Ayakan 3/8'' =  $100\% - 0\% = 100\%$
- b. Ayakan No.4 =  $100\% - 4,95\% = 95,05\%$
- c. Ayakan No.8 =  $100\% - 15,20\% = 84,80\%$
- d. Ayakan No.16 =  $100\% - 34,55\% = 65,45\%$
- e. Ayakan No.30 =  $100\% - 49,60\% = 50,40\%$
- f. Ayakan No.50 =  $100\% - 77,65\% = 22,35\%$

g. Ayakan No.100 = 100% - 94,15% = 5,85%

h. Pan = 100% - 100% = 0%

Berdasarkan Tabel 4.3, maka nilai modulus halus butir (MHB) / modulus kehalusan dapat dihitung sebagai berikut:

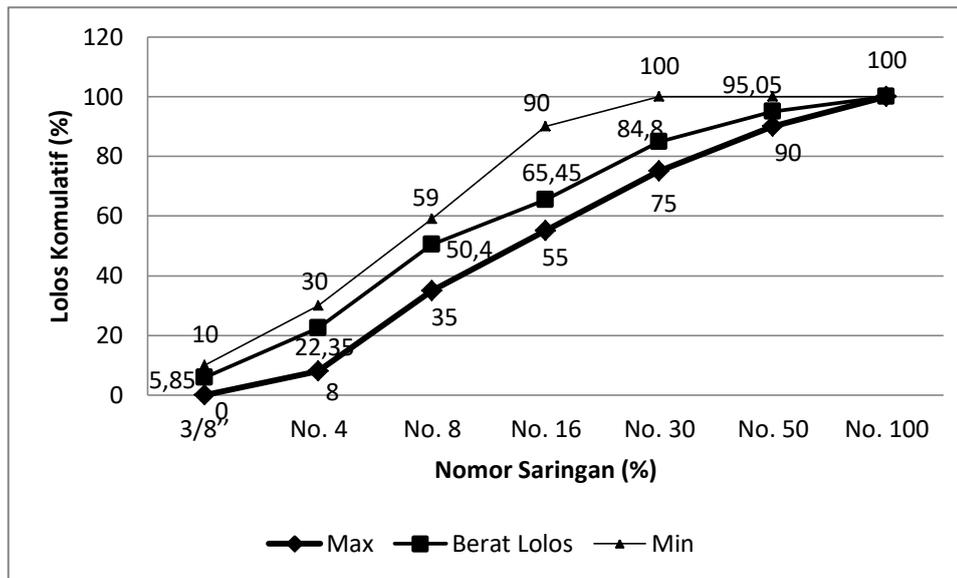
$$\text{Modulus Kehalusan (finess modulus)} = \frac{276,10}{100} = 2,76$$

Sesuai dengan syarat SNI 03-1750-1990 modulus halus butir yaitu berkisar antara 1,5 - 3,8. Oleh sebab itu pasir yang digunakan cukup baik dan telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh SNI. Hasil pengujian ini digunakan untuk menentukan daerah gradasi pada agregat halus. Penentuan daerah gradasi agregat halus ditetapkan berdasarkan persentase berat butir agregat lolos ayakan yang dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4: Daerah gradasi agregat halus (SNI 03-2834-2000).

Nomor Saringan (No)	Lubang Saringan (mm)	% Lolos Saringan			
		Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
3/8"	9,6	100 – 100	100 – 100	100 – 100	100 – 100
4	4,8	90 – 100	90 – 100	90 – 100	95 – 100
8	2,4	60 – 95	75 – 100	85 – 100	95 – 100
16	1,2	30 – 70	55 – 90	75 – 100	90 – 100
30	0,6	15 – 34	35 – 59	60 – 79	80 – 100
50	0,3	5 – 20	8 – 30	12 – 40	15 – 50
100	0,15	0 – 10	0 – 10	0 – 10	0 – 15

Berdasarkan tabel gradasi tersebut, gradasi yang dihasilkan dari pengujian analisa saringan untuk agregat halus berada dalam batas yang disyaratkan pada Daerah II dengan jenis gradasi pasir sedang. Grafik hubungan antara persentase lolos kumulatif dengan lubang ayakan yang dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1: Gambar gradasi agregat halus daerah 2.

#### 4.2.4 Pengujian Analisa Saringan Agregat Kasar

Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 4.5. Sehingga diketahui analisa saringan agregat kasar yang diperiksa.

Tabel 4.5: Hasil pengujian analisa saringan agregat kasar.

Ukuran Saringan		Berat Tertahan	Persentase Tertahan	Persentase Kumulatif	
SNI	ASTM	(gram)	(%)	Tertahan (%)	Lolos (%)
76 mm	3"	0	0	0	100
38 mm	1½"	43	2,15	2,15	97,85
19 mm	¾"	561	28,05	30,20	69,80
9,6 mm	3/8"	894	44,70	74,90	25,10
4,8 mm	No.4	472	23,60	98,50	1,50
Pan		30	1,50		0
Total		2000	100	698,25	

Berikut ini merupakan penjabaran perhitungan analisa saringan agregat kasar pada tabel di atas

1. Berat tertahan (gram)

- a. Ayakan 3'' = 0 gram
- b. Ayakan 1½'' = 43 gram
- c. Ayakan ¾'' = 561 gram
- d. Ayakan ⅜'' = 894 gram
- e. Ayakan No.4 = 472 gram
- k. Pan = 30 gram

Jumlah Keseluruhan = 2000 gram

2. Presentase Tertahan (%)

- a. Ayakan 3'' =  $0 / 2000 \times 100\% = 0\%$
- b. Ayakan 1½'' =  $43 / 2000 \times 100\% = 2,15\%$
- c. Ayakan ¾'' =  $561 / 2000 \times 100\% = 28,05\%$
- d. Ayakan ⅜'' =  $894 / 2000 \times 100\% = 44,70\%$
- e. Ayakan No.4 =  $473 / 2000 \times 100\% = 23,60\%$
- k. Pan =  $30 / 2000 \times 100\% = 1,50\%$

Jumlah keseluruhan = 100%

3. Presentase Tertahan kumulatif (%)

- a. Ayakan 3'' = 0%
- b. Ayakan 1½'' =  $0\% + 2,15\% = 2,15\%$
- c. Ayakan ¾'' =  $2,15\% + 28,05\% = 30,20\%$
- d. Ayakan ⅜'' =  $30,20\% + 44,70\% = 74,90\%$
- e. Ayakan No.4 =  $74,90\% + 23,60\% = 98,50\%$
- k. Pan =  $98,50\% + 1,50\% = 100\%$

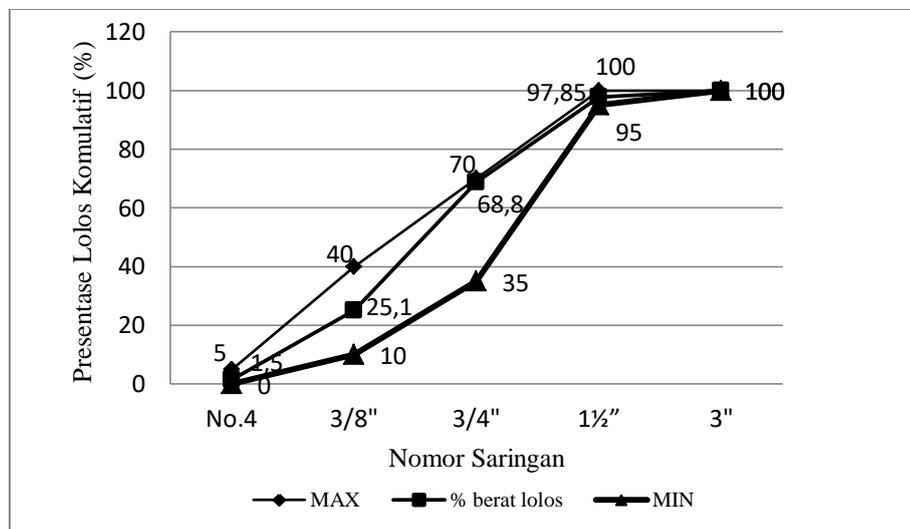
4. Persen lolos kumulatif (%)

- a. Ayakan 3'' =  $100\% - 0\% = 100\%$
- b. Ayakan 1½'' =  $100\% - 2,15\% = 97,85\%$
- c. Ayakan ¾'' =  $100\% - 30,20\% = 69,80\%$
- d. Ayakan ⅜'' =  $100\% - 74,90\% = 25,10\%$
- e. Ayakan No.4 =  $100\% - 98,50\% = 1,50\%$
- k. Pan =  $100\% - 100\% = 0\%$

Berdasarkan data dari Tabel 4.4, maka dapat dihitung nilai modulus halus butir (MHB) / modulus kehalusan:

$$\text{Modulus Kehalusan (finess modulus)} = \frac{698,25}{100} = 6,98$$

Hasil pengujian analisa saringan digunakan untuk menentukan daerah gradasi pada agregat kasar. Gradasi yang dihasilkan dari pengujian analisa saringan agregat kasar berada dalam batas yang disyaratkan yaitu pada daerah gradasi dengan jenis besar butir maksimum 40 mm. Berikut merupakan grafik hubungan antara persentase lolos kumulatif dengan lubang ayakan yang dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2: Grafik gradasi agregat kasar (Maks 40 mm).

#### 4.2.5 Berat Isi Agregat Halus

Berat isi berhubungan dengan kepadatan porositas, kondisi berat isi sangat mempengaruhi infiltrasi, dan konsistensi. Pengujian berat isi dilakukan dengan tiga cara, yaitu cara lepas, cara tusuk, dan cara penggoyangan. Data hasil pengujian berat isi agregat halus ditunjukkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6: Hasil pengujian bert isi agregat halus.

Uraian	Cara lepas	Cara tusuk	Cara penggoyangan	Rata-rata	Satuan
Berat contoh	25050	25430	25150	25210	gr
Berat wadah	6400	6400	6400	6400	gr
Berat contoh & wadah	31450	31830	31550	31610	gr
Volume wadah	15458,9	15458,9	15458,9	15458,9	cm <sup>3</sup>
Berat isi	1,62	1,64	1,63	1,63	gr/cm <sup>3</sup>

Didapat berat isi rata-rata dari hasil pengujian diatas sebesar 1,63 gr/cm<sup>3</sup>, nilai ini masih dalam batas yang diizinkan berdasarkan SII No.52 – 1980 yaitu minimal 1,2 gr/cm<sup>3</sup>.

#### 4.2.6 Berat Isi Agregat Kasar

Pengujian berat isi dilakukan dengan tiga cara, yaitu cara lepas, cara tusuk, dan cara penggoyangan. Data hasil pengujian berat isi agregat kasar ditunjukkan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7: Hasil pengujian berat isi agregat kasar.

Uraian	Cara lepas	Cara tusuk	Cara penggoyangan	Rata-rata	Satuan
Berat contoh	22450	22640	23640	22910	gr
Berat wadah	6400	6400	6400	6400	gr
Berat contoh & wadah	28850	29040	30040	29310	gr
Volume wadah	15458,9	15458,9	15458,9	15458,9	cm <sup>3</sup>
Berat isi	1,45	1,46	1,53	1,48	gr/cm <sup>3</sup>

Didapat berat isi rata-rata dari hasil pengujian sebesar 1,48 gr/cm<sup>3</sup>, nilai ini masih dalam batas yang diizinkan yaitu minimal 1,2 gr/cm<sup>3</sup> (SII No.52 – 1980).

#### 4.2.7 Kadar Air Agregat Halus

Pemeriksaan kadar air pada agregat halus ini dilakukan untuk memenuhi besarnya kadar air yang terkandung dalam agregat halus. Kadar air pada agregat halus adalah perbandingan antara berat agregat halus dalam kondisi kering terhadap berat semula yang dinyatakan dalam persen. Nilai kadar ini digunakan untuk koreksi takaran air untuk adukan beton yang disesuaikan dengan kondisi agregat di lapangan.

Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 4.8. Sehingga diketahui kadar air agregat halus yang diperiksa.

Tabel 4.8: Hasil pengujian kadar air agregat halus.

Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2
Berat contoh SSD dan berat wadah	gr	6991	7436
Berat contoh SSD	gr	6480	6928
Berat contoh kering oven & berat wadah	gr	6722	7012
Berat wadah	gr	511	508
Berat air	gr	269	424
Berat contoh kering	gr	6211	6504
Kadar air	%	4,33	6,52
Rata-rata	%	5,43	

Berdasarkan Tabel 4.8 menjelaskan hasil pemeriksaan kadar air pada agregat halus, didapat rata-rata kadar air sebesar 5,43%. Percobaan ini dilakukan dengan memakai 2 sampel, pada sampel pertama kadar air yang didapat sebesar 4,33%, dan pada sampel kedua didapat kadar air sebesar 6,52%.

#### 4.2.8 Kadar Air Agregat Kasar

Berikut merupakan data hasil pengujian kadar air yang terdapat pada agregat kasar ditunjukkan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9: Hasil pengujian kadar air agregat kasar.

Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2
Berat contoh SSD dan berat wadah	gr	6684	6597
Berat contoh SSD	gr	6191	6029
Berat contoh kering oven & berat wadah	gr	6588	6541
Berat wadah	gr	493	568
Berat air	gr	96	56
Berat contoh kering	gr	6095	5973
Kadar air	%	1,58	0,94
Rata-rata	%	1,26	

Dari pengujian kadar air agregat halus pada percobaan ini dengan memakai 2 sampel dimana nilai kadar air pada sampel 1 sebesar 1,58% dan sampel 2 sebesar 0,94% sehingga di dapat nilai rata-rata sebesar 1,26%.

#### 4.2.9 Kadar Lumpur Agregat Halus

Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 4.10. Sehingga diketahui kadar lumpur agregat halus yang diperiksa.

Tabel 4.10: Hasil pengujian kandungan lumpur pada agregat halus.

Uraian	Hasil Pengamatan	
	Sampel 1	Sampel 2
Wadah (W1), gr	511	507
Berat Pasir kering mutlak (W2), gr	500	500
Berat Pasir setelah dicuci dan dioven lagi (W3), gr	995	992
berat lumpur (W4), gr	16	15
Kadar lumpur %	3,31	3,09
Kadar lumpur rata-rata %	3,20	

Dari percobaan ini didapat persentase kadar lumpur untuk sampel yang pertama sebesar 3,31%, dan sampel kedua sebesar 3,09%. Maka, untuk

mengambil nilai kadar lumpur diambil dari rata-rata pengujian yakni sebesar 3,20%. Jumlah persentase tersebut telah memenuhi persyaratan berdasarkan Persyaratan Umum Bahan Bangunan di Indonesia 1982 (PUBI, 1982), yaitu < 5%.

#### 4.2.10 Kadar Lumpur Agregat Kasar

Data pengujian kandungan lumpur yang terdapat pada agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11: Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar.

Uraian	Hasil Pengamatan	
	Sampel 1	Sampel 2
Wadah (W1), gr	494	566
Berat Krikil kering mutlak (W2), gr	1500	1500
Berat Krikil setelah dicuci dan dioven lagi (W3), gr	1977	2042
berat lumpur (W4), gr	17	24
Kadar lumpur %	1,15	1,63
Kadar lumpur rata-rata %	1,39	

Berdasarkan hasil pengujian kadar lumpur didapat persentase kadar lumpur agregat kasar rata-rata 1,39%. Nilai ini masih berada dalam batas yang diijinkan yaitu maksimal 5% (SK-SNI S-04-1989-F), sehingga agregat aman digunakan.

### 4.3 Perencanaan Campuran Beton

Perencanaan campuran beton dapat dilakukan dalam berbagai metode, dalam penelitian ini perencanaan campuran beton dilakukan dengan SNI 03-2834-2000 dengan metode sebagai berikut.

#### 4.3.1 *Mix Design* Beton

Berikut adalah langkah- langkah perhitungan *mix design*:

1. Kuat tekan yang direncanakan = 25 MPa
2. Menentukan nilai tambah/margin (M)

Nilai tambah dapat dilihat pada SNI 03-2834, 2000, karena jumlah pengujian yang di buat adalah 10 buah maka jumlah data uji tersebut kurang dari 15 buah, oleh karena itu kuat tekan rata-rata yang ditargetkan  $f_{cr}$  harus diambil tidak kurang dari  $(f'c + 12 \text{ MPa})$ .

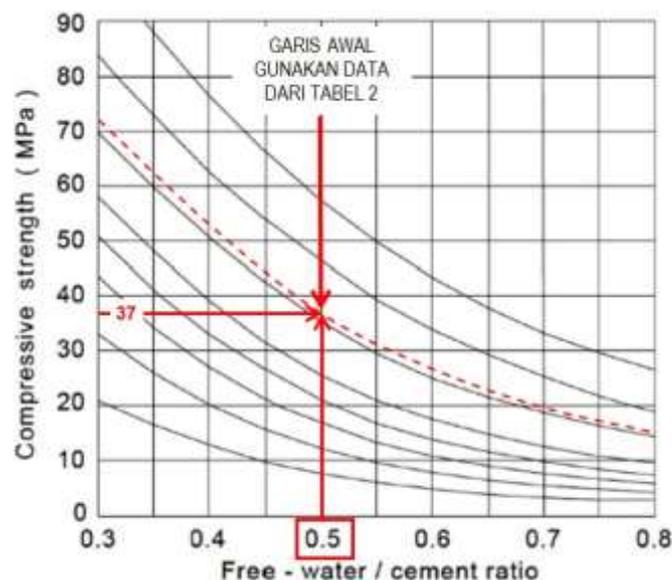
3. Kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan  $(f_{cr}) = f'c + M$

$$f_{cr} = 25 + 12$$

$$f_{cr} = 37 \text{ MPa}$$

4. Jenis semen ditetapkan menggunakan semen portland tipe 1.
5. Jenis agregat halus yang digunakan, yaitu alami, menggunakan pasir Binjai.
6. Agregat kasar yang digunakan yaitu batu pecah berasal dari *quarry* Binjaidengan ukuran maksimal 40 mm.
7. Penetapan Faktor Air Semen (FAS)

Faktor air semen ditentukan berdasarkan kuat tekannya. Pada Tabel 3.5, jenis semen tipe 1, dengan jenis agregat kasar batu pecah benda uji silinder memiliki kuat tekan sebesar 37 MPa pada umur 28 hari dengan nilai FAS yang digunakan sebesar 0,5. Karena kuat tekan yang ditargetkan ( $f_{cr}$ ) adalah 37 MPa, maka penarikan garis tidak diperlukan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3: Hubungan FAS dengan kuat tekan (SNI 03-2834, 2000).

## 8. Penetapan Kebutuhan Air

Penentuan kebutuhan air dapat digunakan berdasarkan Tabel 3.6, berikut urutan penentuan kebutuhan air:

- a. Ukuran maksimum agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini adalah sebesar adalah 40 mm.
- b. Penetapan nilai slump, nilai *slump* berpengaruh terhadap *workability*, pada penelitian ini penetapan nilai *slump* sebesar 30-60 mm.

c. Maka diperoleh:

$$\text{Batu tak dipecahkan / alami (Wh)} = 160$$

$$\text{Batu pecah (Wk)} = 190$$

d. Kebutuhan air =  $\frac{2}{3} \text{Wh} + \frac{1}{3} \text{Wk}$  (4.1)

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

## 9. Penetapan jumlah semen minimum

Berdasarkan tabel 3.6 didapatkan jumlah semen minimum sebagai berikut:

$$\text{Jumlah semen} = \text{kebutuhan air} / \text{fas} \quad (4.2)$$

$$\text{Jumlah semen} = 170 / 0,5$$

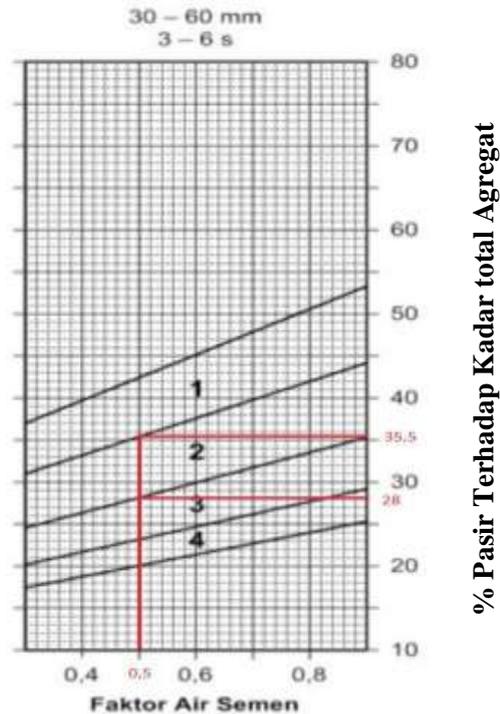
$$\text{Jumlah semen} = 340 \text{ kg/m}^3$$

Kadar semen minimum

Kadar semen minimum dengan jenis pembetonan beton didalam ruangan bangunan serta beton berada pada lingkungan tidak korosif adalah 275 kg/m<sup>3</sup> . Berdasarkan perhitungan, jumlah semen lebih besar dibandingkan dengan kadar semen minimum maka digunakan jumlah semen 340 kg/m<sup>3</sup>.

## 10. Penentuan Persentase Agregat

- a. Cara menentukan persentase agregat yang pertama yaitu kita harus dapat menentukan batas bawah dan batas atas terlebih dahulu pada gambar 4.4 dibawah. Pertama menentukan titik faktor air semen (FAS) yaitu 0,5 berdasarkan perhitungan sebelumnya.
- b. Setelah faktor air semen (FAS) sudah ditentukan lalu menarik garis lurus pada gradasi yang sudah ditentukan sebelumnya yaitu gradasi 2.



Gambar 4.4: Penentuan persentase pasir terhadap kadar total agregat yang digunakan ppda penelitian (butir maksimum 40 mm) (SNI 03-2834, 2000).

- c. Setelah garis faktor air semen (FAS) sudah bersinggungan dengan garis tegak lurus ke arah kanan, sehingga didapatkan batas dan arah batasnya.
- d. Dari gambar 4.4 maka didapatkan nilai batas atas dan batas bawah sebagai berikut:

Batas bawah : 28

Batas atas : 35,5

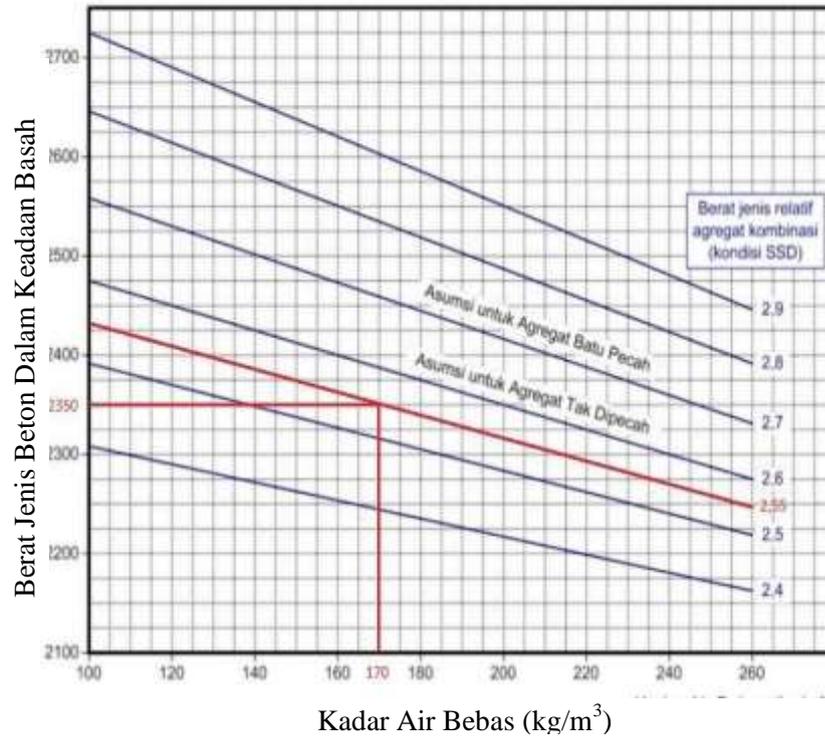
Persentase agregat halus :  $28 + 35,5 \div 2 = 32\%$

Persentase agregat kasar :  $100\% - 32\% = 68\%$

#### 11. Berat Jenis Agregat

- a. Berat jenis SSD pasir : 2,24
- b. Berat jenis SSD karikil : 2,69
- c. Berat isi gabungan :  $(32 \div 100 \times 2,24) + (68 \div 100 \times 2,69) = 2,55$

## 12. Penetapan Berat Isi Beton



Gambar 4.5: Penentuan Berat Isi Beton Basah (SNI 03-2834-2000).

Dari gambar diatas diperoleh berat isi beton adalah 2350 kg/m<sup>3</sup> .

## 13. Penentuan Berat Agregat Campuran

Berat agregat campuran = Berat isi beton – berat semen – berat air

$$\text{Berat agregat campuran} = 2350 - 340 - 170$$

$$\text{Berat agregat campuran} = 1840 \text{ kg/m}^3$$

## 14. Penentuan Berat Agregat Halus dan Agregat Kasar yang diperlukan

$$\text{Berat agregat halus} = 32 \text{ } 100 \times 1840 \text{ kg/m}^3 = 588,8 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Berat agregat kasar} = 1840 - 588,8 = 1251,2 \text{ kg/m}^3$$

## 15. Proporsi Campuran

Kondisi agregat dalam keadaan jenuh kering permukaan, maka jumlah semen, air, agregat halus dan agregat kasar yang dibutuhkan per m<sup>3</sup> adukan:

a. Semen = 340 kg/m<sup>3</sup>

b. Air = 170 kg/m<sup>3</sup>

c. Pasir = 588,8 kg/m<sup>3</sup> d. Krikil = 1251,2 kg/m<sup>3</sup>

## 16. Koreksi Proporsi Campuran

Apabila agregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan proporsi campuran harus dikoreksi terhadap kandungan air dalam agregat. Koreksi proporsi campuran dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Air} = B - (C_k - C_a) \times \frac{c}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \quad (4.3)$$

$$\text{Agregat halus} = C + (C_k - C_a) \times \frac{c}{100} \quad (4.4)$$

$$\text{Agregat kasar} = D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \quad (4.5)$$

Dimana:

B adalah jumlah air = 170 kg/m<sup>3</sup>

C adalah jumlah agregat halus = 588,8 kg/m<sup>3</sup>

D adalah jumlah agregat kasar = 1251,2 kg/m<sup>3</sup>

C<sub>a</sub> adalah absorbsi agregat halus = 5,32%

D<sub>a</sub> adalah absorbsi agregat kasar = 2,55%

C<sub>k</sub> adalah kadar air agregat halus = 5,43%

D<sub>k</sub> adalah kadar air agregat kasar = 1,26%

Maka proporsi terkoreksi yaitu:

$$\begin{aligned} \text{a. Air} &= 170 - (5,43 - 5,32) \times \frac{588,8}{100} - (1,26 - 2,55) \times \frac{1251,2}{100} \\ &= 185,49 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Agregat Halus} &= 588,8 + (5,43 - 5,32) \times \frac{588,8}{100} \\ &= 589,45 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Agregat Kasar} &= 1251,2 + (1,26 - 2,55) \times \frac{1251,2}{100} \\ &= 1235,06 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Rekapitulasi *mix design* beton dengan mutu 25 MPa menggunakan metode SNI03-2834-2000 dapat dilihat pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12: Rekapitulasi mix design beton mutu 25 Mpa.

No.	Uraian	Nilai	Satuan
1	Kuat tekan rencana (f'c)	25	Mpa
2	<i>Deviasi Standart</i>	-	-

Tabel 4.13: *Lanjutan.*

No.	Uraian	Nilai	Satuan
3	Nilai tambah	12	-
4	Kuat tekan beton ditargetkan ( $f_{cr}$ )	37	Mpa
5	Jenis semen	Tipe I	-
6	Faktor air semen (fas)	0,5	-
7	Ukuran agregat maksimum	40	Mm
8	Perkiraan jumlah air untuk agregat halus (Wh)	160	-
9	Perkiraan jumlah air untuk agregat kasar (Wk)	190	-
10	Jumlah air yang digunakan	170	kg/m <sup>3</sup>
11	Bj agregat halus	2,24	-
12	Bj agregat kasar	2,69	-
13	Bj butiran agregat gabungan	2,55	-
14	Persen agregat halus	32	%
15	Persen agregat kasar	68	%
16	Berat isi beton	2350	kg/m <sup>3</sup>
17	Kadar agregat gabungan	1840	kg/m <sup>3</sup>
18	Kadar agregat halus	588,8	kg/m <sup>3</sup>
19	Kadar agregat kasar	1251,2	kg/m <sup>3</sup>
20	Jumlah semen yang digunakan	340	kg/m <sup>3</sup>
21	Jumlah air terkoreksi	185,49	kg/m <sup>3</sup>
22	Jumlah agregat halus terkoreksi	589,45	kg/m <sup>3</sup>
23	Jumlah agregat kasar terkoreksi	1235,06	kg/m <sup>3</sup>

#### 4.3.2 Proporsi Kebutuhan Benda Uji Beton

Perhitungan ini dilakukan untuk menentukan berat dan volume masing-masing agregatnya untuk tiap silinder beton yang berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm maka didapatkan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Volume silinder} = \frac{1}{4} \pi D^2 t \quad (4.6)$$

$$= \frac{1}{4} \pi \times 15^2 \times 30 = 5298,75 \text{ cm}^3 / 0,0053 \text{ m}^3$$

Maka volume tiap satu silinder adalah 0,0053 m<sup>3</sup>, dengan hasil tersebut selanjutnya volume silinder dapat dihitung dengan cara mengalikan tiap tiap agregat dengan volume silinder dan dikali 110% untuk safety dari *mix design* dengan perhitungan sebagai berikut:

<i>Agregat halus</i>	= 589,45 x 0,0053 x 110%	= 3,44 kg
<i>Agregat kasar</i>	= 1235,06 x 0,0053 x 110%	= 7,20 kg
<i>Semen</i>	= 340 x 0,0053 x 110%	= 1,98 kg
<i>Air</i>	= 185,49 x 0,0053 x 110%	= 1,08 liter
	<b>Total</b>	<b>= 13,7 kg</b>

Untuk perhitungan *mix design* beton dengan bahan tambah abu sekam padi (ASP) maka perhitungan semennya berubah, karena ASP berperan sebagai *filler* sehingga berat semen akan dikurangi dengan berat ASP yang penggunaannya yaitu 1% dari berat semen, maka dari itu hasil *mix design* dapat dituliskan sebagai berikut:

$$ASP = 1\% \times 1,98 = 0,02 \text{ kg}$$

$$Semen = 1,98 - 0,02 = 1,96 \text{ kg}$$

Pada penelitian ini ditambahkan serat sabut kelapa (*additive*) sebesar 0,3%, 0,5%, dan 1% dari berat keseluruhan beton. Adapun penggunaan sabut kelapa ini tidak mengurangi berat apapun, hanya saja perlu adanya perhitungan dari penyerapan air yang diakibatkan oleh serat tersebut untuk ditambahkan terhadap berat air campuran. Besarnya penyerapan air pada sabut kelapa didapatkan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$Absorpsi \text{ sabut kelapa} : \frac{[b-a]}{a} \times 100\% \quad (4.7)$$

dimana:

(a) adalah berat sabut kelapa sebelum direndam air, yaitu didapat sebesar = 40 gr

(b) adalah berat sabut kelapa setelah direndam air, yaitu didapat sebesar = 90 gr

dengan demikian:

$$Absorpsi \text{ sabut kelapa} : \frac{[90-40]}{40} \times 100\% = 125\%$$

Maka berat masing-masing variasi penggunaan serat sabut kelapa dan kebutuhan airnya untuk benda uji silinder dijelaskan sebagai berikut:

a. Serat sabut kelapa 1%

$$\begin{aligned} \text{Jumlah serat} &= 13,7 \times 1\% &= 0,137 \text{ kg} \\ \text{Penambahan air} &= 0,137 \times 125\% &= 0,171 \text{ liter} \end{aligned}$$

b. Serat sabut kelapa 0,5%

$$\begin{aligned} \text{Jumlah serat} &= 13,7 \times 0,5\% &= 0,069 \text{ kg} \\ \text{Penambahan air} &= 0,069 \times 125\% &= 0,086 \text{ liter} \end{aligned}$$

c. Serat sabut kelapa 0,3%

$$\begin{aligned} \text{Jumlah serat} &= 13,7 \times 0,3\% &= 0,041 \text{ kg} \\ \text{Penambahan air} &= 0,041 \times 125\% &= 0,051 \text{ liter} \end{aligned}$$

Untuk hasil perhitungan mix design dapat dilihat pada Tabel 4.13 Rekap hasil mix design silinder beton 25 MPa berikut ini.

Tabel 4.14: Rekap hasil mix design silinder beton 25 Mpa.

No.	Kode	Jumlah (buah)	Bahan Penyusun Beton (kg)						Berat Sampel (kg)
			AH	AK	S	A	ASP	SK	
1	FOS1	1	3.44	7.20	1.98	1.08	0	0	13.70
2	FOS3	1	3.44	7.20	1.98	1.08	0	0	13.70
3	FS1	1	3.44	7.20	1.96	1.13	0.02	0.041	13.79
4	FS2	1	3.44	7.20	1.96	1.17	0.02	0.069	13.86
5	FS3	1	3.44	7.20	1.96	1.25	0.02	0.137	14.01
6	FS7	1	3.44	7.20	1.96	1.13	0.02	0.041	13.79
7	FS8	1	3.44	7.20	1.96	1.17	0.02	0.069	13,86
8	FS9	1	3.44	7.20	1.96	1.25	0.02	0.137	14.01
Total		8	27.52	57.60	15.72	9.26	0.12	0.494	110,72

Keterangan:

AH	= Agregat Halus	A	= Air
AK	= Agregat Kasar	ASP	= Abu Sekam Padi
S	= Semen	SK	= Sabut Kelapa

#### 4.4.1 Hasil Pengujian *Slump*

Uji *Slump* adalah suatu uji yang digunakan untuk menentukan *workability* pada beton dari campuran beton segar (*fresh concrete*) agar diketahui apakah campuran tersebut dapat dikerjakan atau tidak. Dalam suatu campuran beton, uji *slump* juga dapat menunjukkan berapa banyak air yang digunakan, apakah campuran beton kekurangan, kelebihan, atau cukup air. Kadar air merupakan hal

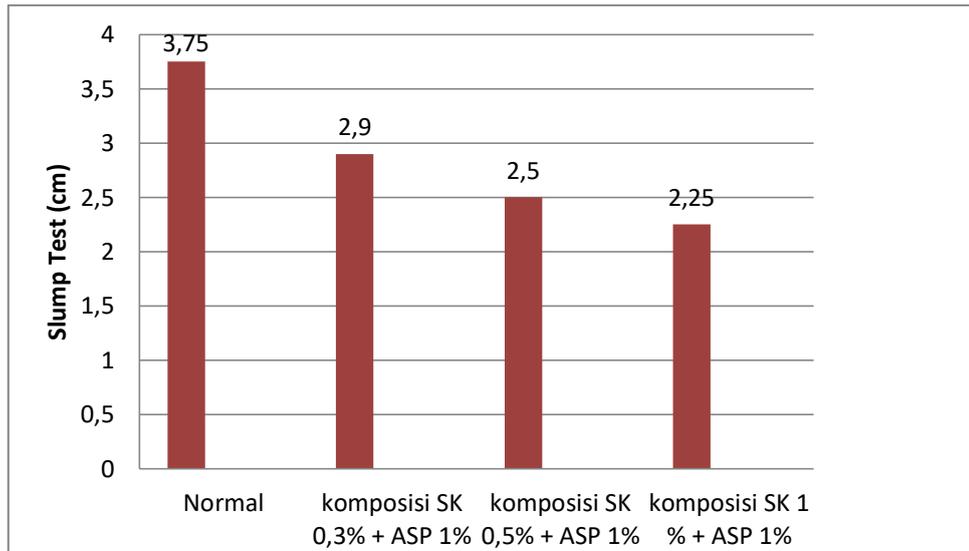
yang perlu diperhatikan dalam suatu campuran beton, karena akan menentukan tingkat *workability*nya atau tidak. Campuran beton yang terlalu cair akan menyebabkan mutu beton rendah, dan lama mengering. Sedangkan campuran beton yang kekurangan air menyebabkan adukan tidak merata dan sulit untuk dicetak serta rentan terhadap terjadinya pecah dan keretakan pada beton.

Pada penelitian ini pengujian *slump* dilakukan sebanyak sekali dalam setiap campuran beton normal maupun dengan campuran abu sekam padi dan serat sabut kelapa. Hasil pengujian *slump* dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.15: Hasil pengujian *Slump*.

No.	Kode	Komposisi Campuran		Tinggi Slump(cm)
		ASP (%)	SK (%)	
1	FOS1	0%	0%	4
2	FOS3			3,5
3	FS1	1%	0,3%	2,8
4	FS2			3
5	FS3	1%	0,5%	3
6	FS4			2
7	FS5	1%	1%	2,5
8	FS6			2

Berdasarkan pada Tabel 4.14 menjelaskan perbandingan nilai *slump* antara beton normal, beton variasi: 1% SK + 1% ASP; 0,5% SK + 1% ASP; 0,3% SK + 1% ASP, dimana pada beton normal didapat nilai *slump* sesuai rencana 3-6cm dikarenakan tidak ada campuran ASP dan SK, sedangkan untuk beton variasi campuran mendapatkan nilai *slump* rata-rata yang lebih rendah dari target rencana (3-6 cm) seperti pada Gambar 4.6. Hal ini menunjukkan bahwa adanya serat sabut kelapa mengakibatkan penurunan *workability* pada campuran beton.



Gambar 4.6: Grafik slump test.

#### 4.4 Hasil Dan Analisa Pengujian Beton

##### 4.4.1 Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan dilakukan pada saat umur beton 28 hari dengan menggunakan mesin tekan dengan kapasitas 1500 KN, dengan ukuran benda uji yang ditest berupa silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Berikut adalah hasil pengujian kuat tekan beton:

###### A. Beton Normal

Hasil pengujian kuat tekan pada beton normal adalah sebagai berikut:

Benda uji 1:

- Beban (P) = 749,8 kN
- Luas silinder (A) = 17671,46 mm<sup>2</sup>
- Kuat tekan ( $f'c$ ) =  $\frac{P}{A}$   
= 42,49 Mpa

Benda uji 2:

- Beban (P) = 453,3 kN
- Luas silinder (A) = 17671,46 mm<sup>2</sup>
- Kuat tekan ( $f'c$ ) =  $\frac{P}{A}$   
= 25,65 Mpa

$$\text{Rata-rata} = \frac{42,49 + 25,65}{2} = 34,25 \text{ MPa}$$

B. Beton Variasi 0,3% SK + 1% ASP

Hasil dari pengujian kuat tekan beton variasi SK dan ASP sebagai berikut

- Beban (P) = 739,7 kN
- Luas silinder (A) = 17671,46 mm<sup>2</sup>
- Kuat tekan ( $f'c$ ) =  $\frac{P}{A}$   
= 41,85 Mpa

C. Beton Variasi 0,5% SK + 1% ASP

Hasil dari pengujian kuat tekan beton variasi SK dan ASP sebagai berikut

- Beban (P) = 638,9 kN
- Luas silinder (A) = 17671,46 mm<sup>2</sup>
- Kuat tekan ( $f'c$ ) =  $\frac{P}{A}$   
= 36,15 Mpa

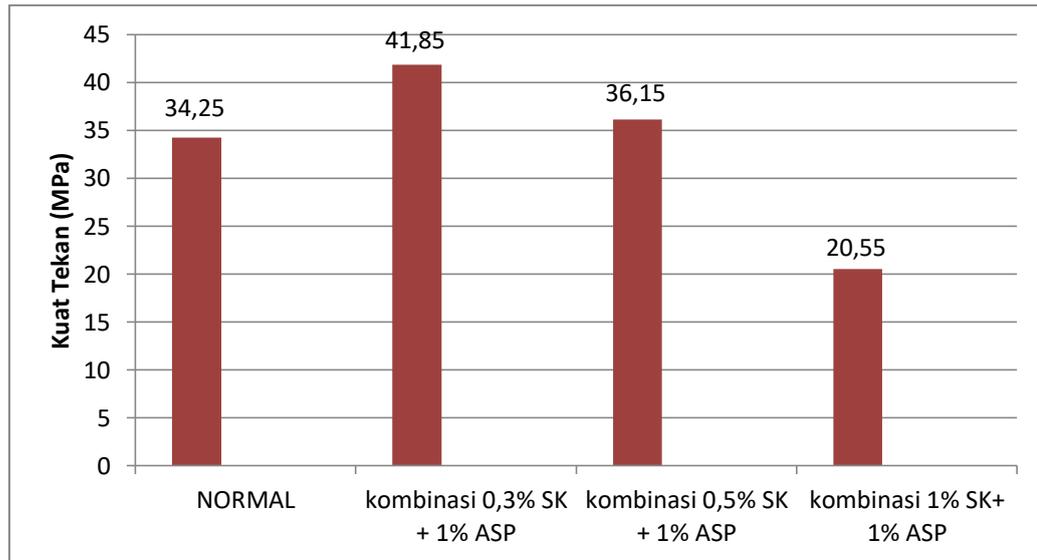
D. Beton Variasi 1% SK + 1% ASP

Hasil dari pengujian kuat tekan beton variasi SK dan ASP sebagai berikut

- Beban (P) = 363,2 kN
- Luas silinder (A) = 17671,46 mm<sup>2</sup>
- Kuat tekan ( $f'c$ ) =  $\frac{P}{A}$   
= 20,55 Mpa

Tabel 4.16: Hasil Pengujian Kuat Tekan.

No	Benda Uji	Umur (Hari)	Luas Permukaan (mm <sup>2</sup> )	Beban (kN)	Kuat Tekan (MPa)
1	Beton normal	28	17671,46	749,8	34,25
				453,3	
2	0,3% SK + 1% ASP	28	17671,46	739,7	41,85
3	0,5% SK + 1% ASP	28	17671,46	638,9	36,15
4	1% SK + 1% ASP	28	17671,46	363,2	20,55



Gambar 4.7: Hasil pengujian kuat tekan.

Berdasarkan grafik hasil pengujian kuat tekan beton diatas dapat dilihat bahwa pada beton normal atau beton dengan variasi 0% dengan hasil rata-rata kuat tekan beton normal yang didapatkan sebesar 34,25 MPa. Kemudian terjadi peningkatan pada beton variasi 0,3% dan 0,5% dengan kuat tekan beton secara berturut sebesar 41,85 Mpa dan 36,15 MPa. Sementara itu, pada beton dengan variasi penambahan 1% mengalami penurunan kekuatan menjadi 20,55 Mpa.

#### 4.4.2 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan saat benda uji berumur 28 hari dan telah melalui masa perawatan dengan cara perendaman dalam air dan pengeringan 1 hari sebelum pengujian. Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan menggunakan alat Compression Testing Machine sehingga dapat diperoleh beban maksimum saat beton mengalami kehancuran. Hasil dari pengujian kuat tarik belah beton dapat dihitung seperti berikut ini.

##### A. Beton Normal

Hasil pengujian kuat tarik belah pada beton normal adalah sebagai berikut:

Benda uji 1:

- Beban (P) = 196,54 kN  
= 196540 N
- Panjang benda uji (L) = 300 mm

- Diameter benda uji (D) = 150 mm
- Kuat tarik belah beton =  $\frac{2 P}{\pi L D}$   
 $= \frac{2 \times 196540}{\pi \times 300 \times 150}$   
 $= 2,871 \text{ MPa}$

Benda uji 2:

- Beban (P) = 228,68 kN  
 $= 228680 \text{ N}$
- Panjang benda uji (L) = 300 mm
- Diameter benda uji (D) = 150 mm
- Kuat tarik belah beton =  $\frac{2 P}{\pi L D}$   
 $= \frac{2 \times 228680}{\pi \times 300 \times 150}$   
 $= 3,236 \text{ MPa}$

Rata-rata =  $\frac{2,871 + 3,236}{2} = 3,053 \text{ MPa}$

B. Beton Variasi 0,3% SK + 1% ASP

Hasil dari pengujian kuat tarik belah beton variasi SK dan ASP sebagai berikut

- Beban (P) = 201,22 kN  
 $= 201220 \text{ N}$
- Panjang benda uji (L) = 300 mm
- Diameter benda uji (D) = 150 mm
- Kuat tarik belah beton =  $\frac{2 P}{\pi L D}$   
 $= \frac{2 \times 201220}{\pi \times 300 \times 150}$   
 $= 2,848 \text{ Mpa}$

C. Beton Variasi 0,5% SK + 1% ASP

Hasil dari pengujian kuat tarik belah beton variasi SK dan ASP sebagai berikut

- Beban (P) = 190,12 kN  
 $= 190120 \text{ N}$
- Panjang benda uji (L) = 300 mm

- Diameter benda uji (D) = 150 mm
- Kuat tarik belah beton =  $\frac{2P}{\pi L D}$   
 $= \frac{2 \times 190120}{\pi \times 300 \times 150}$   
 $= 2,691 \text{ Mpa}$

D. Beton Variasi 1% SK + 1% ASP

Hasil dari pengujian kuat tarik belah beton variasi SK dan ASP sebagai berikut

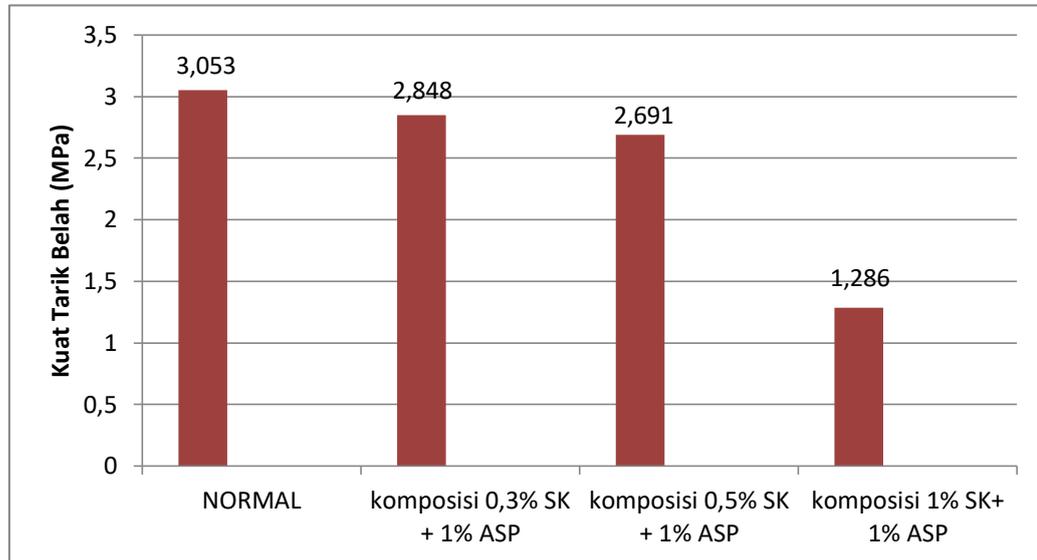
- Beban (P) = 90,87 kN  
 $= 90870 \text{ N}$
- Panjang benda uji (L) = 300 mm
- Diameter benda uji (D) = 150 mm
- Kuat tarik belah beton =  $\frac{2P}{\pi L D}$   
 $= \frac{2 \times 90870}{\pi \times 300 \times 150}$   
 $= 1,286 \text{ MPa}$

Adapun rekapitulasi hasil dari pengujian kuat tarik belah beton dengan bahan tambah serat sabut kelapa dapat dilihat pada Tabel 5.17.

Tabel 4.17: Hasil pengujian kuat tarik belah beton.

No	Benda Uji	Umur	Beban maksimum	Dimensi		Kuat Tarik Belah
				Panjang (L)	Diameter (D)	
		Hari	kN	mm	mm	MPa
1	Beton normal	28	196,54	300	150	3,053
			228,68			
2	0,3% SK + 1% ASP	28	201,22	300	150	2,848
3	0,5% SK + 1% ASP	28	190,1	300	150	2,691
4	1% SK + 1% ASP	28	90,87	300	150	1,286

Dari data tersebut dapat diperoleh grafik yang menggambarkan pengaruh penggunaan bahan tambah serat potongan banner pada campuran beton terhadap kuat tarik belah beton yang dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8: Hasil pengujian kuat tarik belah beton.

Berdasarkan grafik hasil pengujian kuat tarik belah beton diatas dapat dilihat bahwa pada beton normal atau beton dengan variasi 0% dengan hasil rata-rata kuat tarik belah beton normal yang didapatkan sebesar 3,053 MPa. Sementara itu, beton dengan penambahan serat sabut kelapa mengalami penurunan kuat tarik belah jika dibandingkan dengan beton normal.

Pada beton dengan variasi penambahan 0,3% mengalami penurunan kekuatan menjadi 2,848 MPa, begitu pula pada beton variasi 0,5% dan 0,3% yang mengalami penurunan secara signifikan dengan kuat tarik belah beton secara berturut sebesar 2,691 MPa dan 2,848 MPa.

## 4.5 Pembahasan

### 4.5.1 Pembahasan Kuat Tekan

Dari hasil pengujian kuat tekan pada beton yang berumur 28 hari. Beton normal dengan beton variasi SK dan ASP. Terdapat penurunan kuat tekan pada SK 1% juga terjadi penambahan kuat tekan pada SK 0,5% dan 0,3% berdasarkan presentase kenaikan kuat tekan dapat dilihat pada tabel di bawah:

- a. Variasi 1% SK + 1% ASP

Perbandingan umur beton 28 hari

$$= \frac{20,55}{34,24} = 0,60$$

Presentase perubahan kuat tekan beton umur 28 hari

$$= \frac{20,55-34,24}{34,24} \times 100\% = -39,98\%$$

- b. Variasi 0,5% SK + 1% ASP

Perbandingan umur beton 28 hari

$$= \frac{36,1}{34,24} = 1,05$$

Presentase perubahan kuat tekan beton umur 28 hari

$$= \frac{36,1 - 34,24}{34,24} \times 100\% = 5,43$$

- c. Variasi 0,3% SK + 1% ASP

Perbandingan umur beton 28 hari

$$= \frac{41,85}{34,24} = 1,22$$

Presentase perubahan kuat tekan beton umur 28 hari

$$= \frac{41,85 - 34,24}{34,24} \times 100\% = 22,22\%$$

Berdasarkan perhitungan terjadi penurunan dan kenaikan perentase dengan penambahan serat sabsut kelapa(SK) dan abu sekam padi (ASP). Beton yang mengalami penurunan pada variasi 1% SK terjadi penurunan sebesar 39,98% dan terjadi kenaikan kuat tekan pada variasi 0,5% SK dan 0,3% SK dengan kenaikan sebesar 5,43% dan 22,22% dari perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa serat sabsut kelapa pada beton dapat menaikkan kuat tekan jika digunakan pada 0,3% dan 0,5% serat sabsut kelapa dari berat beton.

#### **4.5.2 Pembahasan Kuat Tarik Belah Beton**

Dari hasil penelitian kuat tarik belah beton yang berumur 28 hari, terdapat penurunan kuat tarik belah beton pada beton variasi 0,3%; 0,5%; dan 1% SK, penjelasan perhitungandapat dilihat sebagai berikut:

- a. Variasi 1% SK + 1% ASP

Perbandingan umur beton 28 hari

$$= \frac{1,286}{3,053} = 0,42$$

Presentase perubahan kuat tekan beton umur 28 hari

$$= \frac{1,286 - 3,053}{3,053} \times 100\% = -57,8\%$$

- b. Variasi 0,5% SK + 1% ASP

Perbandingan umur beton 28 hari

$$= \frac{2,691}{3,053} = 0,88$$

Presentase perubahan kuat tekan beton umur 28 hari

$$= \frac{2,691 - 3,053}{3,053} \times 100\% = -11,85\%$$

- c. Variasi 0,5% SK + 1% ASP

Perbandingan umur beton 28 hari

$$= \frac{2,848}{3,053} = 0,93$$

Presentase perubahan kuat tekan beton umur 28 hari

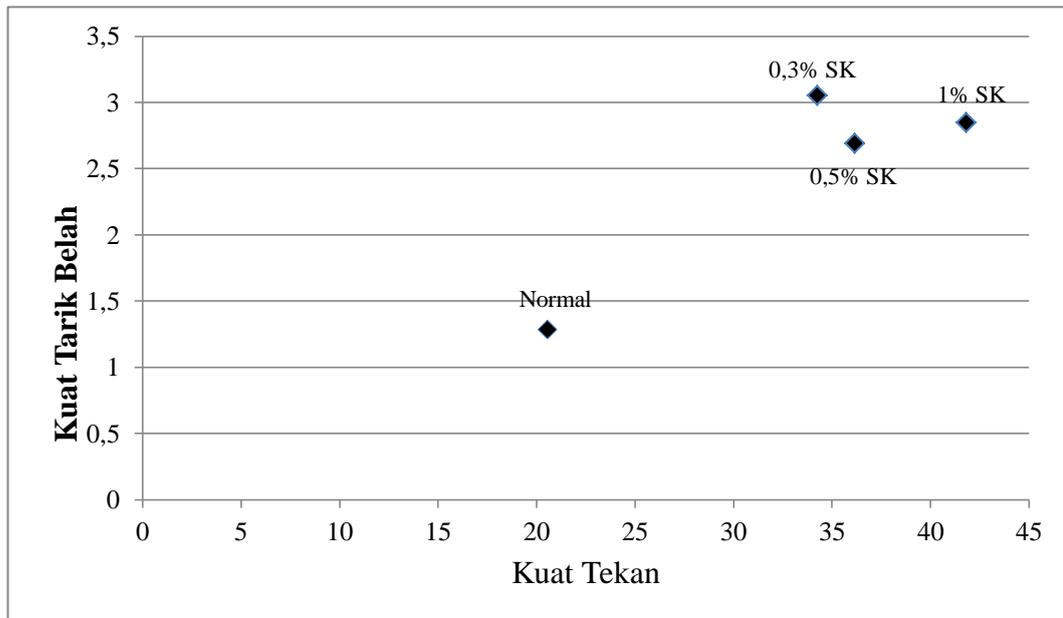
$$= \frac{2,848 - 3,053}{3,053} \times 100\% = -6,71\%$$

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan dengan penambahan serat sabut kelapa (SK) dan abu sekam padi (ASP) terjadi penurunan pada kuat tarik belah beton. Beton pada variasi 1% SK terjadi penurunan sebesar 57,8%, pada variasi 0,5% SK terjadi penurunan sebesar 11,85% dan pada variasi 0,3% SK terjadi penurunan sebesar 6,71%.

Hasil dari perhitungan ini menunjukkan bahwa besarnya presentase bahan tambah serat sabut kelapa (SK) mempengaruhi penurunan kuat tarik belah beton. Selain itu juga penambahan abu sekam padi (ASP) sebanyak 1% juga menjadi salah satu faktor yang mengakibatkan penurunan kuat tarik belah beton.

### 4.5.3 Hubungan Kuat Tekan dengan Kuat Tarik Belah

Pada Gambar 4.8 terdapat sebaran nilai kuat tekan dan kuat tarik belah menunjukkan nilai maksimum pada persentase serat yang sama. Kuat tekan dan kuat tarik belah mencapai nilai maksimal pada persentase 0,3% serat sabut kelapa.



Gambar 4.9: Hubungan kuat tekan dengan kuat tarik belah.

Dari hubungan kuat tekan dengan kuat tarik belah pada beton normal di peroleh nilai kuat tarik belah sebesar 8,91% dari kuat tekan. Pada variasi serat sabut kelapa 0,3%; 0,5%; dan 1% diperoleh nilai kuat tarik belah beton berturut yaitu sebesar 6,808%, 7,44% dan 13,91% dari kuat tekan.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil pengujian dan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan antara lain:

1. Penggunaan serat sabut kelapa pada campuran beton berpengaruh pada nilai *slump test* beton. Dimana penggunaan serat yang besar mempengaruhi nilai *slump* seperti pada beton variasi 1% SK yang memiliki nilai rata-rata *slump test* sebesar 2,25 sm pada benda uji. Dimana semakin kecil nilai *slump* maka tingkat *workability* semakin rendah.
2. Berdasarkan dari data perbandingan beton normal dan beton dengan bahan tambah diperoleh kuat tarik pada variasi 0,3% dengan persentase nilai 6,71%, variasi 0,5% dengan persentase nilai penurunan 11,85%, dan variasi 1% dengan persentase nilai penurunan 57,8%. Semakin banyaknya penggunaan bahan tambah mengakibatkan penggunaan semen semakin sedikit, sehingga workabilitas campuran menjadi kurang baik yang menyebabkan nilai kuat tarik beton menurun.
3. Berdasarkan dari hasil pengujian yang telah dilakukan didapat nilai kuat tarik beton berserat dengan variasi 0,3%, 0,5%, dan 1% yang diuji pada umur 28 hari berturut-turut adalah 2,848 Mpa, 2,691 Mpa, dan 1,286 Mpa, sehingga nilai kuat tarik optimum pada beton terdapat pada variasi 0,3% dengan nilai 2,848 Mpa.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan hasil pengujian dan kesimpulan yang didapatkan dari penelitian yang telah dilakukan dengan harapan bahwa penelitian ini akan menghasilkan hasil yang bervariasi dan maksimal, ada beberapa saran yang bisa diambil antara lain:

1. Penggunaan takaran ASP dan SK mempengaruhi kenaikan dan penurunan nilai kuat tekan dan tarik pada beton berserat. Perlu dilakukan riset lebih mendalam terhadap kandungan dan takaran yang digunakan serta perlu

dicoba dengan mix design yang berbeda sebagai perbandingan terhadap mutu beton.

2. Perlu dilakukan penelitian mengenai metode pencampuran serat dalam adukan beton agar tidak terjadi penggumpalan serat dan terhindar dari tidak meratanya serat dalam campuran beton.
3. Pengecoran beton harus dilakukan secara berkelanjutan serta menerima perlakuan yang sama. Hal ini dilakukan agar tidak menyebabkan nilai kuat tarik belah dihasilkan pada saat tes tidak beda jauh.
4. Perlu adanya penambahan jumlah sampel agar dapat menghindari adanya kesalahan atau kegagalan.
5. Penelitian tugas akhir ini dapat dijadikan sebagai literatur tambahan atau sebagai bahan evaluasi bagi penelitian tugas akhir selanjutnya, dengan harapan pada hasil penelitian selanjutnya akan menghasilkan karakteristik beton berserat yang lebih baik daripada penelitian sebelumnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- ACI Committee 544 (1982): *Report on Fiber Reinforced Concrete*, Concrete International, 6, 15–27.
- Arum, G. T. (2013). Kajian Optimasi Kuat Tekan Beton Dengan Simulasi Gradasi Ukuran Butir Agregat Kasar. *Jurnal Tugas Akhir*, 09510134004, 1–9.
- Badan Standardisasi Nasional. (2002). SNI 03-2491 Metode pengujian kuat tarik belah beton. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 14. <http://sispk.bsn.go.id/>
- Cook, D. J., Pama, R. P., dan Weerasinghe, H. L. S. D. (1978): Coir fibre reinforced cement as a low cost roofing material, *Building and Environment*, 13(3), 193–198.
- Danso, H. (2017): Properties of Coconut, Oil Palm and Bagasse Fibres: As Potential Building Materials, *Procedia Engineering*, 200, 1–9.
- Hermanto, J., & Shandy, S. (2020). Karakteristik Kuat Tekan dan Kuat Lentur Beton Dengan Penambahan Limbah Sabut Kelapa. *Jurnal Teknik*, 13(2), 75–85.
- Kumaat, E. J., & Windah, R. S. (2015). Pengujian Kuat Tarik Belah Dengan Variasi Kuat Tekan Beton. *Jurnal Sipil Statik*, 3(10), 703–708.
- Nadia, S. dan. (2016). 998-1926-1-Sm. *Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton*, 13–20.
- Nasional, B. S. (1990). Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar. *Sni 03-1968-1990*, 1–5.
- Nawy, E. G. (2009): *Reinforced Concrete : A Fundamental Approach* (6th ed.), Prentice Hall, London, 933.
- Oktavianus, eben, Oberlyn Simanjuntak, J., & Prani, E. (2014). Pengaruh Penambahan Serat Serabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton Eben. *Jurnal Inersia*, 6(1), 1–14.
- PBI (1971): Peraturan Beton Bertulang Indonesia, *Departemen Pekerjaan Umum*.
- Pandaleke, R. E., & Windah, R. S. (2017). Perbandingan Uji Tarik Langsung Dan Uji Tarik Belah Beton. *Jurnal Sipil Statik*, 5(10), 649–662.
- Pane, F. P., Tanudjaja, H., & Windah, R. S. (2015). Pengujian kuat tarik lentur beton dengan variasi kuat tekan beton. *Jurnal Sipil Statik*, 3(5), 313–321.

- Panyakaew, S., dan Fotios, S. (2011): New thermal insulation boards made from coconut husk and bagasse, *Energy and Buildings*, 43(7), 1732–1739.
- Prayitno, S., Supardi, & Asmara, D. A. Y. (2016). Pengaruh Penambahan Serat Kawat Ikat (Bendrat) Pada Kuat Tekan Dan Lentur Beton Bertulang Dengan Abu Sekam Padi Dan Accelerator. *E-Jurnal Matriks Teknik Sipil, September*, 899–908.
- PUBI (1982): Persyaratan Umum Bahan Bangunan Di Indonesia, *Departemen Pekerjaan Umum*.
- Purwanto, P., Rahmawati, D., & Sutarno, S. (2021). Pengaruh Penggunaan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton. *Teknika*, 16(2), 49. <https://doi.org/10.26623/teknika.v16i2.4224>
- Putra, M. A. (2014). Pemanfaatan Kombinasi Limbah Abu Ampas Tebu dan Abu Kulit Kerang sebagai Substitusi Semen pada Campuran Beton Mutu K225 dengan NaCl sebagai Rendaman. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 2, 413-417.
- Rahamudin, R. H., Manalip, H., & Mondoringin, M. (2016). Pengujian Kuat Tarik Belah Dan Kuat Tarik Lentur Beton Ringan Beragregat Kasar ( Batu Apung ) Dan. *Jurnal Sipil Statik*, 4(3), 225–231.
- Risdianto, Y., & Tobing, G. R. L. (2019). Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa (Coconut Fiber) Terhadap Kuat Tekan , Kuat Tarik Belah Dan Kuat Lentur Pada Beton. *Rekayasa Teknik Sipil*, 2(2), 1–8.
- Shetty, M. S. (2005): *Concrete Technology Theory And Practice* (6th ed.), S. Chand, New Delhi, 624.
- SNI 03-1968 (1990): Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar, *Badan Standarisasi Nasional*.
- SNI 03-1970-1990, S. (1990). Metode Pengujian Berat Jenis dan penyerapan air agregat halus. *Bandung: Badan Standardisasi Nasional*, 1–17.
- SNI 03-1972 (2008): Cara Uji Slump Beton, *Badan Standarisasi Nasional*.
- SNI 03-1974 (1990): Metode Pengujian Kuat Tekan Beton, *Badan Standarisasi Nasional*.
- SNI 03-2834-2000. (2000). SNI 03-2834-2000: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. *Sni 03-2834-2000*, 1–34.
- SNI 15-2049 (2004): Semen Portland, *Badan Standarisasi Nasional*.
- SNI 7974-2013. "Spesifikasi Air Pencampuran Yang Digunakan Dalam Produksi Beton Semen Hidraulis".
- Supit, F. V., Pandaleke, R., & Dapas, S. O. (2016). Pemeriksaan Kuat Tarik

Belah Beton Dengan Variasi Agregat Yang Berasal Dari Beberapa Tempat Di Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 6(2), 476–484.

Syahza, A., & Riau, U. (2021). *Buku Metodologi Penelitian , Edisi Revisi Tahun 2021* (Issue September).

Zhang, M. H., dan Malhotra, V. M. (1996): High-performance concrete incorporating rice husk ash as a supplementary cementing material, *ACI Materials Journal*, 93(6), 629–636. <https://doi.org/10.14359/9870>

## LAMPIRAN



Gambar L.1: Serabut Kelapa (SK).



Gambar L.2: Abu Sekam Padi (ASP).



Gambar L.3: pengujian berat isi agregat.



Gambar L.4: Pengujian berat jenis.



Gambar L.5: Pengujian analisa saringan.



Gambar L.6: Penyucian agregat kasar.



Gambar L.7: Penjemuran agregat halus.



Gambar L.8: Penimbangan agregat sesuai takaran.



Gambar L.9: Persiapan pembuatan benda uji.



Gambar L.10: *Mix Design*.



Gambar L.11: Adukan beton segar.



Gambar L.12: Pengujian *slump*.



Gambar L.13: Pemasangan *capping* pada benda uji.



Gambar L.14: Pemasangan *capping* pada benda uji.



Gambar L.15: Pengujian kuat tekan.



Gambar L.16: Pengujian kuat tarik belah.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### INFORMASI PRIBADI

Nama : Lailan Ummy Nazli  
Panggilan : Lailan  
Tempat, Tanggal Lahir : Galang Suka, 10 September 2001  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Alamat Sekarang : Dusun II, Desa Batu Lokong, Kec. Galang  
No.HP : 0877-1589-7831  
E-mail : [lailanummynazli@gmail.com](mailto:lailanummynazli@gmail.com)

### RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1907210053  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Peguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Alamat Peguruan Tinggi : Jl. Kapten Mochtar Basri, No. 3 Medan 20238

### PENDIDIKAN FORMAL

Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun Kelulusan
Sekolah Dasar	SDN 101980 N.Timbul	2007 - 2013
Sekolah Menengah Pertama	SMPN 1 Tanjung Morawa	2013 - 2016
Sekolah Menengah Atas	SMAN 2 Tanjung Morawa	2016 - 2019

### ORGANISASI

Informasi	Tahun
Pramuka SMAN 2 Tanjung Morawa	2017-2018
BPH HMS-FT-UMSU	2020 - 2021