

## TUGAS AKHIR

# **Pengaruh Tempurung Kelapa Sebagai Substitusi Agregat Kasar Dengan *Sikament-NN* Sebagai Bahan Tambah Campuran Beton Terhadap Kuat Tarik Belah Beton (Studi Penelitian)**

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

Disusun Oleh:

**INDRA GIASAPUTRA**

**1907210076**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**FAKULTAS TEKNIK  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2023**

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh :

Nama : Indra Giasaputra

NPM : 1907210076

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pengaruh Tempurung Kelapa Sebagai Substitusi  
Agregat Kasar Dengan *Sikament-NN* Sebagai Bahan  
Tambah Campuran Beton Terhadap Kuat Tarik Belah Beton

Bidang Ilmu : Struktur

Telah berhasil dipertahankan dihadapan 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.

Disetujui Untuk Disampaikan

Kepada Panitia Ujian :

Dosen Pembimbing



Dr. Fahrizal Zulkarnain

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh :

Nama : Indra Giasaputra

NPM : 1907210076

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pengaruh Tempurung Kelapa Sebagai Substitusi  
Agregat Kasar Dengan *Sikament-NN* Sebagai Bahan  
Tambah Campuran Beton Terhadap Kuat Tarik Belah Beton

Bidang Ilmu : Struktur

Telah berhasil dipertahankan dihadapan 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, 13 September 2023

Mengetahui dan Menyetujui :

Dosen Pembimbing



Dr. Fahrizal Zulkarnain

Dosen Pembanding I



Sri Frapanti, S.T., M.T

Dosen Pembanding II



Rizki Efrida, S.T., M.T

Ketua Prodi Teknik Sipil



Dr. Fahrizal Zulkarnain

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Indra Giasaputra

Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 30 November 2000

NPM : 1907210076

Fakultas : Teknik

Program Studi : Teknik Sipil

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

“Pengaruh Tempurung Kelapa Sebagai Substitusi Agregat Kasar Dengan *Sikament-NN* Sebagai Bahan Tambah Campuran Beton Terhadap Kuat Tarik Belah Beton (Studi Penelitian).”

Bukan merupakan plagiatisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena/hubungan material dan nonmaterial serta segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

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

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

Medan, 13 September 2023

Saya yang menyatakan:



Indra Giasaputra

## ABSTRAK

### **Pengaruh Tempurung Kelapa Sebagai Substitusi Agregat Kasar Dengan *Sikament-NN* Sebagai Bahan Tambah Campuran Beton Terhadap Kuat Tarik Belah Beton**

Indra Giasaputra  
1907210076  
Dr. Fahrizal Zulkarnain

Beton didefinisikan sebagai campuran dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan hidrolik (portland cement), agregat kasar, agregat halus, dan air dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah (admixture atau additive). Beton dipakai karena bahannya mudah untuk diperoleh serta harganya yang relative murah. Tempurung kelapa dipergunakan sebagai bahan dasar pembuatan arang, sebab tempurung kelapa memiliki sifat difusitermal yang baik yang diakibatkan oleh tingginya kandungan selulosa serta lignin yang ada di dalam tempurung. Nilai kuat tekan beton relatif lebih tinggi dibandingkan kuat tariknya dan beton merupakan bahan bersifat getas. Nilai kuat tariknya hanya berkisar 9% - 15% dari kuat tekannya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah tempurung kelapa bisa untuk menggantikan agregat kasar. Berdasarkan data hasil pengujian, variasi beton tempurung kelapa mengalami penurunan kuat tarik dari beton normal, tetapi untuk variasi beton tempurung kelapa dengan *Sikament-NN* mengalami kenaikan kuat tarik. Tempurung kelapa dapat dijadikan pengganti agregat kasar hanya jika ditambahkan dengan bahan zat adicctif.

Kata Kunci : Tempurung Kelapa, *Sikament-NN*, Kuat Tarik Beton.

## **ABSTRACT**

### ***Effect of Coconut Shell as Coarse Aggregate Substitution with Sikament-NN as Concrete Admixture Additive Against Tensile Strength of Concrete***

Indra Giasaputra  
1907210076  
Dr. Fahrizal Zulkarnain

*Concrete is defined as a mixture of constituent materials consisting of hydraulic materials (portland cement), coarse aggregate, fine aggregate, and water with or without the use of admixtures or additives. Concrete is used because the material is easy to obtain and the price is relatively cheap. Coconut shell is used as a basic material for making charcoal, because coconut shell has good thermal diffusion properties due to the high content of cellulose and lignin in the shell. The compressive strength of concrete is relatively higher than its tensile strength and concrete is a brittle material. The purpose of this study is to determine whether coconut shell can replace coarse aggregate. Based on the test data, the variation of coconut shell concrete decreased the tensile strength of normal concrete, but the variation of coconut shell concrete with Sikament-NN increased the tensile strength.*

*Keywords: Coconut Shell, Sikament-NN, Tensile Strength of Concrete.*

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Pengaruh Tempurung Kelapa Sebagai Substitusi Agregat Kasar Dengan *Sikament-NN* Sebagai Bahan Campuran Beton Terhadap Kuat Tarik Belah Beton” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

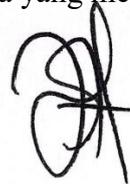
1. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, dan juga sebagai Ketua Prodi Teknik Sipil.
2. Ibu Sri Frapanti, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, dan juga sebagai Sekretaris Prodi Teknik Sipil.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Dr. Ade Faisal, ST, M.Sc, Ph.D. selaku selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik sipil kepada penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

8. Teristimewa sekali kepada Almarhum Ayahanda tercinta Bahagia Pandia dan Ibunda tercinta Ratna Damayanti yang telah bersusah payah membesarkan dan memberikan kasih sayangnya yang tidak ternilai kepada penulis.
9. Eyang, Pak Tengah Firma, Kila Sipken, yang telah banyak membantu selama masa perkuliahan.
10. Rekan-rekan seperjuangan dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.
11. PT.Sika Berkah Mandiri, yang sudah bersedia memberikan bantuan berupa *Sikament-NN*.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang membangun untuk menjadi Bahan pembelajaran berkesinambungan penulis dimasa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi Dunia Konstruksi Teknik Sipil.

Medan, 13 September 2023

Saya yang menyatakan:



Indra Giasaputra

## DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Beton	5
2.2 Tempurung Kelapa	6
2.3 Material Penyusun Campuran Beton	6
2.3.1 Semen Portland	6
2.3.2 Agregat	7
2.3.3 Air	11
2.4 Bahan Tambah	11
2.4.1 <i>Sikament-NN</i>	12
2.5 Slump <i>Test</i>	13
2.6 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	14
2.7 Penelitian Terdahulu	14
BAB 3 METODE PENELITIAN	17
3.1 Metode Penelitian	17
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	20
3.3 Bahan dan Peralatan	20
3.3.1 Bahan	20

3.3.2 Peralatan	21
3.4 Persiapan Bahan	21
3.5 Pemeriksaan Bahan	22
3.5.1 Analisa Saringan	22
3.5.2 Kadar Air	22
3.5.3 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar	23
3.5.4 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus	23
3.5.5 Berat Isi Agregat	23
3.5.6 Kadar Lumpur	24
3.6 Pengolahan Tempurung Kelapa	24
3.7 Perencanaan Campuran Beton Menurut SNI 7656:2012	24
3.8 Slump <i>Test</i>	25
3.9 Pembuatan Benda Uji	26
3.10 Perawatan Beton	26
3.11 Pengujian Kuat Tarik Belah	26
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	27
4.1 Tinjauan Umum	27
4.2 Hasil Pemeriksaan Agregat	27
4.3 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus	27
4.3.1 Pengujian Analisa Saringan	27
4.3.2 Kadar Air	28
4.3.3 Berat Jenis dan Penyerapan Air	29
4.3.4 Berat Isi Agregat	30
4.3.5 Kadar Lumpur	31
4.4 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar	31
4.4.1 Pengujian Analisa Saringan	32
4.4.2 Kadar Air	33
4.4.3 Berat Jenis dan Penyerapan	34
4.4.4 Berat Isi	34
4.4.5 Kadar Lumpur	35
4.5 Perencanaan Campuran Beton	36
4.6 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton	40

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	47
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	70

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Batas gradasi agregat halus (Beton,1994).	9
Tabel 2.2: Batas gradasi agregat kasar (Beton,1994).	10
Tabel 2.3: Karakteristik Sikament-NN (PT.SIKA,2017).	12
Tabel 3.1: Komposisi campuran benda uji dan kode benda uji.	25
Tabel 4.1: Hasil pengujian analisa agregat halus.	28
Tabel 4.2: Hasil pengujian kadar air agregat halus.	29
Tabel 4.3: Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus.	29
Tabel 4.4: Hasil perhitungan berat isi agregat halus.	30
Tabel 4.5: Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus.	31
Tabel 4.6: Hasil pengujian analisa saringan agregat kasar.	32
Tabel 4.7: Hasil pengujian kadar air agregat kasar.	33
Tabel 4.8: Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar.	34
Tabel 4.9: Hasil pengujian berat isi agregat kasar.	35
Tabel 4.10: Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar.	35
Tabel 4.11: Data yang akan digunakan.	36
Tabel 4.12: Perkiraan kebutuhan air pencampuran dan kadar udara untuk berbagai slump dan ukuran nominal agregat maksimum batu pecah.	37
Tabel 4.13: Hubungan antara rasio air-semen (w/c) atau rasio air-bahan b ersifat semen $\{w/(c+p)\}$ dan kekuatan beton.	37
Tabel 4.14: Volume agregat kasar per satuan volume beton.	38
Tabel 4.15: Perkiraan awal berat beton segar.	38
Tabel 4.16: Perbandingan campuran beton dengan dua cara.	39
Tabel 4.21: Perbandingan kuat tarik belah beton.	41

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Cetakan untuk uji slump (kerucut Abram).	13
Gambar 2.2 Skema pengujian kuat tarik belah beton.	14
Gambar 3.1 Bagan alir penelitian.	19
Gambar 3.2 Benda uji silinder.	26
Gambar 4.2 Grafik kuat tarik belah beton secara keseluruhan.	40
Gambar 4.3 Grafik kuat tarik belah beton rata-rata.	41

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Beton di Indonesia sebagai pilihan utama menjadi material pada pembangunan konstruksi, sebab beton mempunyai sifat-sifat serta karakter tertentu yang bervariasi sesuai dengan perubahan campuran material penyusunnya seperti air, semen portland, agregat kasar dan halus, dan bahan tambah bila diharapkan. Hal ini terlihat bahwa konsumsi semen pada Indonesia diperkirakan 29 juta ton pada tahun 1997. Dengan perkiraan bahwa 1000 Kilo Gram semen akan memproduksi tiga m<sup>3</sup> beton, maka itu sama menggunakan 87 juta m<sup>3</sup> beton (Emi 2019).

Beton didefinisikan sebagai campuran dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan hidrolis (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, dan air dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah (*admixture atau additive*) (SNI 2013).

Tempurung kelapa dipergunakan sebagai bahan dasar pembuatan arang, sebab tempurung kelapa memiliki sifat difusitermal yang baik yang diakibatkan oleh tingginya kandungan *selulosa* serta *lignin* yang ada di dalam tempurung. Selain itu, eksistensi tempurung kelapa yang melimpah baik yang berasal dari limbah pertanian maupun yang berasal dari limbah rumah tangga dan industri yang belum dimanfaatkan secara aporisma. Komposisi kimia tempurung kelapa terdiri atas, *selulosa* 26,60%, *pentosan* 27,70%, *lignin* 29,40% (Tumbel, Makalalag, and Manurung 2019).

Nilai kuat tekan beton relatif lebih tinggi dibandingkan kuat tariknya dan beton merupakan bahan bersifat getas. Sehingga umumnya beton diperkuat dengan penambahan tulangan baja dengan asumsi bahwa kedua material bekerjasama dalam menahan gaya yang bekerja dimana tulangan baja menahan gaya tarik dan beton hanya menerima gaya tekan (Kurniawan, Rasidi, and Prawandha 2017)

Untuk mengurangi masalah yang timbul karena terjadi rongga-rongga pada beton diperlukan material sebagai substitusi semen sehingga mengurangi

permasalahan pada beton. Komposisi kimia yang dimiliki tempurung kelapa, meliputi, *sellulose* 26,6%, *pentosan* 27,7%, *lignin* 29,4%, abu 0,6%, *solvent ekstraktif* 4,2%, *uronat anydrat* 3,5%, *nitrogen* 0,11%, dan air 8%. Penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar bahan tersebut kaya *silika amorf* bisa digunakan dalam penggantian sebagian semen dalam beton (Lisantonu and Kristino 2019).

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun permasalahan yang akan dibahas pada penelitian ini ialah :

1. Bagaimana perbandingan antara kuat tarik belah beton tempurung kelapa dan *Sikament-NN* dengan beton normal?
2. Bagaimana pengaruh tempurung kelapa dan *Sikament-NN* terhadap kuat tarik belah beton pada benda uji silinder?
3. Pada persentase berapa tempurung kelapa dan *Sikament-NN* yang memiliki pengaruh paling besar terhadap kuat tarik belah beton?

## 1.3 Ruang Lingkup

Mengingat luasnya ruang lingkup permasalahan yang ada pada penelitian ini, maka penulis membatasi permasalahan sebagai berikut :

1. Penelitian dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Metode untuk perencanaan campuran beton menggunakan standar nasional Indonesia (SNI 7656:2012) dan tidak membahas kandungan kimia yang terdapat dalam tempurung kelapa.
3. Persentase tempurung kelapa yang digunakan pada penelitian ini adalah 1,5%, 1,7%, dan 1,9% dari berat agregat kasar yang digunakan.
4. Ukuran tempurung kelapa yang digunakan ialah lolos saringan 3/4" dan tertahan pada saringan 1/2".
5. Persentase *Sikament-NN* yang digunakan dalam penelitian ini adalah 2,3% dari berat semen sebagai bahan tambah kimia pada campuran beton.
6. Umur beton yang diuji adalah 28 hari.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui perbandingan kuat tarik belah beton tempurung kelapa dan *Sikament-NN* dengan kuat tarik beton normal.
2. Untuk mengetahui pengaruh tempurung kelapa dan *Sikament-NN* terhadap kuat tarik belah beton pada benda uji silinder.
3. Untuk mengetahui pada persentase berapa tempurung kelapa dan *Sikament-NN* yang memiliki pengaruh paling besar terhadap kuat tarik belah beton.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan bahwa tempurung kelapa sebagai substitusi agregat kasar dapat memberikan peningkatan kualitas pada beton, dan dapat memberikan suatu pandangan dan bukti nyata tentang penggunaan tempurung kelapa sebagai substitusi agregat karena cara mendapatkannya mudah dan harganya relative murah, sehingga diharapkan dapat digunakan pada tahap pelaksanaan dilapangan dan dapat memberikan perkembangan terhadap teknologi beton.

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Penulisan laporan tugas akhir ini diuraikan menjadi lima bab dengan sistematika sebagai berikut :

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

Pada bab ini membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika pembahasan.

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

Pada bab ini menuangkan teori-teori yang menjadi landasan teori yang berhubungan dengan judul tugas akhir dan metode-metode perhitungan yang akan digunakan.

##### **BAB 3 METODE PENELITIAN**

Pada bab ini menerangkan tempat dan waktu penelitian, sumber data, metode pengumpulan data dan metode analisis data.

#### BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan data-data hasil penelitian yang telah diperoleh dan dibuatkan pembahasan yang digunakan untuk memecahkan masalah.

#### BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan berdasarkan hasil dan pembahasan dan memberikan saran yang berkaitan dengan judul tugas akhir sebagai suatu usulan.

## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pengertian Beton

Beton merupakan salah satu bahan konstruksi yang telah umum digunakan untuk bangunan gedung, jembatan, jalan, dan lain-lain. Beton merupakan satu kesatuan yang homogen. Beton ini didapatkan dengan cara mencampur agregat halus atau pasir, agregat kasar atau kerikil, atau jenis agregat lain dan air, dengan semen portland atau semen hidrolik yang lain, kadang – kadang dengan bahan tambahan atau Additive yang bersifat kimiawi ataupun fisikal pada perbandingan tertentu, sampai menjadi satu kesatuan yang homogen. Campuran tersebut akan mengeras seperti batuan. Pengerasan terjadi karena peristiwa reaksi kimia antara semen dengan air. Beton yang sudah mengeras dapat juga dikatakan sebagai batuan tiruan, dengan rongga – rongga antara butiran yang besar (agregat kasar atau batu pecah), dan diisi oleh batuan kecil (agregat halus atau pasir), dan pori– pori antara agregat halus diisi oleh semen dan air (pasta semen). Pasta semen juga berfungsi sebagai perekat atau pengikat dalam proses pengerasan, sehingga butiran–butiran agregat saling terikat dengan kuat sehingga terbentuklah suatu kesatuan yang padat dan tahan lama.

Bila ingin menghasilkan beton yang baik, dalam arti memenuhi persyaratan yang lebih ketat sebab tuntutan yang lebih tinggi, maka harus diperhitungkan dengan saksama cara-cara memperoleh adukan beton segar (*fresh concrete*) yang baik serta beton keras (*hardened concrete*) yang dihasilkan juga baik. Beton yang baik artinya beton yg kuat, tahan usang serta kedap air.

Beton dapat diklasifikasikan berdasarkan berat jenisnya (SNI 03-2847-2002), yaitu :

1. Beton Ringan Berat jenis  $< 1900 \text{ kg/m}^3$
2. Beton normal Berat jenis  $2200 \text{ kg/m}^3$  - $2500 \text{ kg/m}^3$
3. Beton Berat Berat jenis  $> 2500 \text{ kg/m}^3$

## **2.2 Tempurung Kelapa**

Tempurung kelapa merupakan limbah (sisa pengolahan) dari rumah tangga atau industri yang menggunakan kelapa sebagai bahan utama. Keberadaannya banyak terdapat di sekitar kita, dan pemanfaatannya kebanyakan hanya sebatas sebagai bahan kayu bakar (Wahyu 2019).

Secara visual baik kaca atau tempurung kelapa apabila dilebur performanya tidak jauh berbeda, yaitu berbentuk serpihan yang keras. Sehingga karakteristiknya pun diperkirakan sama. Maka tempurung kelapa bila dijadikan material serat pengaruhnya akan sama atau lebih tinggi dari kaca. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor antara adalah kekuatan dan keuletan tempurung kelapa lebih tinggi dari pada kaca (kaca lebih getas dari pada tempurung kelapa). Kekuatan dan keuletan yang tinggi umumnya mengakibatkan modulus elastisitas tinggi, sehingga akan menghasilkan beton dengan modulus elastisitas tinggi pula. Akibat sisa-sisa sabut kelapa tekstur permukaan tempurung kelapa lebih kasar dari pada kaca, sehingga ikatannya dengan pasta semen akan lebih kuat (Rizky 2018).

## **2.3 Material Penyusun Campuran Beton**

Beton adalah suatu elemen struktur yang memiliki karakteristik yang terdiri dari beberapa bahan penyusun seperti berikut :

### **2.3.1 Semen Portland**

Portland Cement (PC) atau semen merupakan bahan yang bertindak sebagai bahan pengikat agregat, bila dicampur dengan air semen menjadi pasta. Dengan proses waktu dan panas, reaksi kimia akibat campuran air serta semen menghasilkan sifat perkerasan pasta semen. Penemu semen (Portland Cement) adalah Joseph Aspdin pada tahun 1824, seorang tukang batu kebangsaan Inggris. Dinamakan semen portland, karena awalnya semen dihasilkan mempunyai warna serupa dengan tanah liat alam di Pulau Portland (Wahyu 2019).

Berdasarkan (SNI 15-2049-2004), semen portland merupakan semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat hidrolis serta digiling bersama-sama

menggunakan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat serta boleh ditambah dengan tambahan lain. Pemakaian semen portland yang ditimbulkan oleh kondisi tertentu yang dibutuhkan di aplikasi konstruksi dilapangan, membuat para ahli menciptakan aneka macam jenis semen portland, antara lain menjadi berikut :

- a. Semen portland tipe I, semen portland yang dalam penggunaannya tidak memerlukan persyaratan khusus seperti jenis-jenis lainnya.
- b. Semen portland tipe II, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidras dengan tingkat sedang.
- c. Semen portland tipe III, semen portland yang memerlukan kekuatan awal yang tinggi, kekuatan 28 hari umumnya dapat dicapai dalam 1 minggu.
- d. Semen portland tipe IV, semen portland yang penggunaannya diperlukan panas hidrasi yang rendah. Digunakan untuk pekerjaan-pekerjaan bangunan seperti bendungan.
- e. Semen portland tipe V, semen portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan yang tinggi terhadap sulfat. Digunakan untuk bangunan yang berhubungan dengan air laut.

### **2.3.2 Agregat**

Agregat adalah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70% dari volume mortar atau beton. Agregat sendiri berfungsi untuk menghasilkan kekuatan pada beton, kepadatan pada beton, dan mengontrol *workability* pada beton. Agregat yang digunakan dalam campuran beton dibedakan menjadi dua jenis yaitu agregat halus dan agregat kasar. Berdasarkan berat jenisnya, agregat dibedakan menjadi 3 (tiga) jenis, yaitu :

#### **1. Agregat normal**

Agregat normal adalah agregat yang berat jenisnya antara 2,5 – 2,7 gr/cm<sup>3</sup>. Agregat ini biasanya berasal dari agregat basalt, granit, kuarsa dan sebagainya. Beton yang dihasilkan mempunyai berat jenis sekitar 2,3 gr/cm<sup>3</sup>.

## 2. Agregat berat

Agregat berat adalah agregat yang mempunyai berat jenis lebih dari 2,8 gr/cm<sup>3</sup>, misalnya magnetik (FeO<sub>4</sub>) atau serbuk besi. Beton yang dihasilkan mempunyai berat jenis tinggi sampai 5 gr/cm<sup>3</sup>. Penggunaannya dipakai sebagai pelindung dari radias.

## 3. Agregat ringan

Agregat ringan adalah agregat yang mempunyai berat jenis kurang dari 2,0 gr/cm<sup>3</sup> yang biasanya dibuat untuk beton non struktural atau dinding beton. Kebaikannya adalah berat sendiri yang rendah sehingga strukturnya ringan dan pondasinya lebih ringan.

Berdasarkan (SNI 1970:2016) agregat halus adalah pasir alam sebagai hasil disintegrasi 'alami' batuan atau pasir yang dihasilkan oleh industri pemecah batu dan mempunyai ukuran terbesar 4,75 mm (No.4).

Persyaratan agregat halus secara umum menurut SNI 03-6821-2002 adalah sebagai berikut :

1. Agregat halus berbentuk butir-butir tajam dan keras.
2. Butir-butir halus bersifat kekal, artinya tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca. Sifat kekal agregat halus dapat di uji dengan larutan jenuh garam. Jika dipakai natrium sulfat maksimum bagian yang hancur adalah 10% berat.
3. Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5% (terhadap berat kering), jika kadar lumpur melampaui 5% maka pasir harus di cuci (Mulia and Zulkarnain 2021).

Pada buku Perencanaan Campuran dan Pengendalian Mutu Beton (Beton 1994), agregat halus dapat dibagi menjadi 4 jenis berdasarkan gradasinya, yaitu pasir halus, agak halus, agak kasar, dan kasar yang batas gradasinya bisa di lihat pada tabel 2.1 berikut :

Tabel 2.1: Batas gradasi agregat halus (Beton,1994).

Lubang Ayakan (mm)	Persen bahan butiran yang lewat ayakan			
	Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
10	100	100	100	100
4,8	90-100	90-100	90-100	95-100
2,4	60-95	75-100	85-100	95-100
1,2	30-70	55-90	75-100	90-100
0,6	15-34	35-59	60-79	80-100
0,3	5-20	8-30	12-40	15-50
0,15	0-10	0-10	0-10	0-15

Pasir alam dapat digolongkan menjadi 3 (tiga) macam, yaitu :

1. Pasir galian

Pasir ini diperoleh langsung dari bagian atas tanah atau dengan cara menggali. Bentuk pasir ini umumnya tajam, bersudut, berpori serta bebas dari kandungan garam walaupun biasanya harus dibersihkan dari kotoran tanah dengan cara dicuci terlebih dahulu.

2. Pasir sungai

Pasir ini diperoleh langsung dari dasar sungai, yang pada umumnya berbutir halus, bundar-bulat akibat proses tabrakan. Daya lekatan antar butiran relatif kurang karena bentuk butiran yang bulat.

3. Pasir laut

Pasir laut ialah pasir yang diambil dari pantai. Butir-butirnya halus dan bulat sebab tabrakan. Pasir ini adalah pasir yang buruk karena mengandung banyak garam. Garam ini menyerap kandungan air dari udara dan menyebabkan pasir selalu agak basah dan menyebabkan pengembangan volume bila dipakai pada bangunan. Selain dari garam ini mengakibatkan korosi terhadap struktur beton, oleh sebab itu pasir laut usahakan tidak digunakan.

Berdasarkan (SNI 1969:2016) agregat kasar adalah kerikil sebagai hasil disintegrasi 'alami' dari batuan atau berupa batu pecah yang diperoleh dari industri

pemecah batu dan mempunyai ukuran butir antara 4,75 mm (No.4) sampai 40 mm (No.1½inci).

Berdasarkan ASTM C33 (1986), agregat kasar untuk beton harus memenuhi persyaratan sebagai berikut :

- a. Agregat kasar tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 1% terhadap berat kering. Apabila kadar lumpur melampaui 1% maka agregat kasar harus dicuci.
- b. Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang dapat merusak beton, seperti zat-zat reaktif alkali.
- c. Agregat kasar harus terdiri dari butir-butir yang beraneka ragam besarnya dan apabila diayak dengan ayakan harus memenuhi syarat-syarat :
  1. Sisa diatas ayakan 31,5 mm lebih kurang 0% berat total
  2. Sisa diatas ayakan 4 mm lebih kurang 90% - 98% berat total
  3. Selisih antara sisa-sisa komulatif diatas dua ayakan yang berurutan adalah maksimum 60% berat total, minimum 10% berat total.
  4. Berat butir agregat maksimum tidak boleh lebih dari 1/5 jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan, 1/3 dari tebal plat atau 3/4 dari jarak besi minimum antara tulang-tulangan (Togu Rahman and Zulkarnain 2020).

Untuk mendapatkan ukuran butir maksimum agregat kasar yang digunakan pada campuran beton dapat lihat pada tabel 2.2, sehingga akan memberikan tingkat yang optimal pada campuran beton.

Tabel 2.2: Batas gradasi agregat kasar (Beton,1994).

Lubang Ayakan (mm)	Persen bahan butiran yang lewat ayakan		
	40 mm	20 mm	10 mm
40	95-100	100	-
20	30-70	95-100	100
10	10-35	25-55	50-85
4,8	0-5	0-10	0-10

### 2.3.3 Air

Untuk bereaksi dengan semen Portland, air yang diperlukan hanya kurang lebih 25-30% dari berat semen. Tetapi dalam kenyataannya bila faktor air semen (berat air dibagi berat semen) kurang dari 0,35 maka adukan beton sulit dikerjakan, sehingga umumnya nilai faktor air semen lebih dari 0,40 (berarti ada kelebihan air yang tidak bereaksi dengan semen). Berdasarkan Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A SNI S-04-1989-F (1989), persyaratan air untuk bahan bangunan adalah sebagai berikut :

- a) Air harus bersih.
- b) Tidak mengandung lumpur, minyak dan benda melayang lainnya, yang dapat dilihat secara visual. Benda-benda tersuspensi ini tidak boleh lebih dari 2 gram per liter.
- c) Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak beton (asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gram per liter.
- d) Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram per liter. Khusus untuk beton prategang kandungan klorida tidak boleh lebih dari 0,05 gram per liter.
- e) Tidak mengandung senyawa sulfat (SO<sub>3</sub>) lebih dari 1 gram per liter (Lumbangaol and Panjaitan 2021).

### 2.4 Bahan Tambah

Bahan tambah ialah bahan selain unsur utama beton (air, semen ,serta agregat) yang ditambahkan di adukan beton. Tujuannya merupakan untuk mengganti satu atau lebih sifat-sifat beton sewaktu masih dalam keadaan segar atau sesudah mengeras. Bahan tambah seharusnya hanya bermanfaat kalau sudah ada evaluasi yang teliti perihal pengaruhnya pada beton, khususnya dalam kondisi di mana beton diharapkan akan dipergunakan. Bahan tambah ini umumnya diberikan dalam jumlah yang relatif sedikit, dan pengawasan yang ketat wajib diberikan agar tidak berlebihan yang justru akan dapat memperburuk sifat beton. Sifat-sifat beton yang diperbaiki itu antara lain kecepatan hidrasi atau saat pengikatan, kemudahan pengerjaan, dan kekedapan terhadap air.

### 2.4.1 Sikament-NN

Pemakaian bahan tambah yang berlebihan juga akan mengakibatkan beton tidak ekonomis, mengingat harga dari suatu bahan tambah sangat mahal. *Sikament-NN* memberikan keuntungan sebagai berikut :

1. Sebagai *superplasticizer*
  - a) Kelecekan (*workability*) meningkat tajam, memudahkan pengecoran untuk struktur ramping dengan penulangan yang rapat.
  - b) Mengurangi jumlah getaran yang dibutuhkan, waktu pengerasan normal tanpa perlambatan (*retardation*).
  - c) Mengurangi resiko pemisahan (*segregation*) secara signifikan.
2. Sebagai bahan pengurang air
  - a) Pengurangan air hingga 20% akan memberikan peningkatan 40% kuat tekan dalam 28 hari.
  - b) Kekuatan tinggi selama 12 jam *Sikament-NN* dapat digunakan dengan dosis 0,30% - 2,30% dari berat semen tergantung pada kelecekan dan kuat tekan beton yang diperlukan. *Sikament- NN* dapat ditambahkan ke air adukan sebelum air tersebut dicampurkan dengan agregat atau dalam sebagian kasus ditambahkan langsung ke dalam beton yang baru di aduk. Ketika ditambahkan ke beton yang baru saja diaduk, efek *plastizing*-nya lebih terlihat. Untuk beton *ready mix*, *Sikament-NN* ditambahkan ke beton segera sebelum dituang (*discharge*) dan setelah pengadukan lebih lanjut selama tiga sampai lima menit. Karakteristik dari *Sikament-NN* dapat dilihat pada tabel 2.3 (Megasari and Winayati 2017).

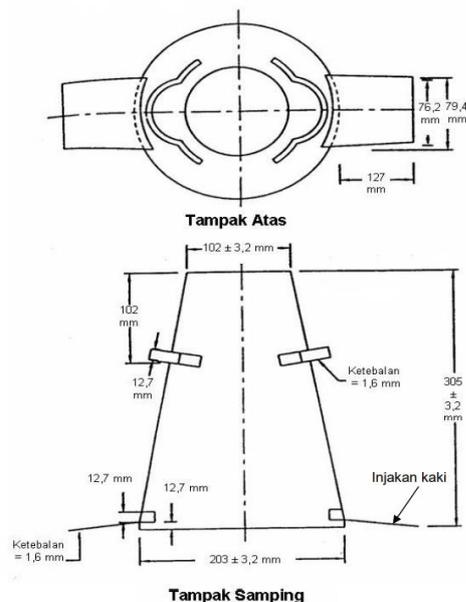
Tabel 2.3: Karakteristik *Sikament-NN* (PT.SIKA,2017).

Data Teknis	
Bentuk	Modifikasi <i>Naphtalene Formaldehyde Sulphonate</i>
Warna	Coklat Tua
Berat Jenis	$\pm 1,18 - 1,20$ kg/ltr
Umur dan Penyimpanan	Minimal 1 tahun apabila disimpan dalam kemasan asli yang belum dibuka pada tempat yang kering, sejuk dan teduh
Kemasan	Drum 240 kg, Bulk 1000 kg

## 2.5 Slump Test

Slump *Test* dipergunakan untuk pengukuran terhadap taraf kelecakan suatu adukan beton, yang berpengaruh pada tingkat pengerjaan beton (*workability*). Semakin besar nilai slump maka beton semakin encer serta semakin praktis untuk dikerjakan, sebaliknya semakin kecil nilai slump, maka beton akan semakin kental serta semakin sulit untuk dikerjakan. Nilai slump diperoleh dari selisih antara tinggi alat uji dengan penurunan kerucut benda uji. Semakin besar penurunan semakin besar nilai slump yang diperoleh.

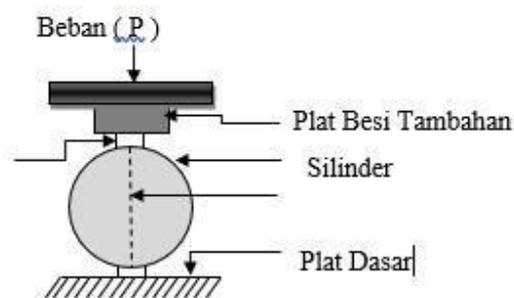
Pengujian slump dilakukan dengan menggunakan alat berbentuk kerucut terpancung yang memiliki diameter lubang atas 10 cm, diameter lubang bawah 20 cm, tinggi 30 cm serta dilengkapi dengan kuping untuk mengangkat beton segar dan tongkat pemadat berdiameter 1,6 cm sepanjang 60 cm. Dengan cara beton segar yang dituangkan kedalam wadah kerucut terpancung. Pengisian dilakukan dalam tiga lapisan adalah 1/3 dari tinggi kerucut. Masing-masing lapisan harus dipadatkan dengan cara penusukan sebanyak 25 kali dengan menggunakan tongkat besi anti karat. Setelah penuh sampai permukaan atasnya diratakan dengan menggunakan sendok semen. Kemudian kerucut diangkat keatas secara vertikal dan slump dapat diukur dengan cara mengukur perbedaan tinggi antara wadah dengan tinggi beton setelah wadah diangkat. Bentuk cetakan dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Cetakan untuk uji slump (kerucut Abram).

## 2.6 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Kuat tarik belah beton benda uji silinder beton 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 penekan mesin uji. Kuat tarik belah seperti inilah yang diperoleh melalui metode pengujian kuat tarik belah dengan menggunakan alat Compression Testing Machine (CTM).



Gambar 2.2 Skema pengujian kuat tarik belah beton.

Tegangan tarik yang timbul sewaktu benda uji terbelah disebut sebagai tegangan tarik belah, diperhitungkan dengan Pers. 2.1 sebagai berikut (SNI 03-2491-2014) :

$$T = \frac{2P}{\pi LD} \quad (2.1)$$

Dengan

- T : Kuat tarik belah (MPa).
- P : Beban maksimum beban belah (N).
- L : Panjang benda uji silinder (mm).
- D : Diameter benda uji silinder (mm).

## 2.7 Penelitian Terdahulu

Untuk mendukung penelitian ini ada beberapa jurnal-jurnal pendukung, antar lain :

1. (Megasari and Winayati 2017)

Pada penelitian yang berjudul analisis karakteristik beton dengan kombinasi bahan tambah *Plastiment-VZ* dan *Sikament-NN* pada pekerjaan *rigid pavement* di provinsi riau, hasil pengujian menunjukkan bahwa kecenderungan (*trend*) grafik kuat tekan rata-rata mengalami peningkatan seiring dengan penambahan persentase

*Plastiment-VZ*. Nilai kuat tekan rata-rata dengan kombinasi penambahan *Plastiment-VZ* dan *Sikament-NN* lebih tinggi dibandingkan dengan penambahan *Plastiment-VZ* saja. Nilai kuat tekan tertinggi diperoleh pada penambahan 0,15% *Plastiment-VZ* dan 1,3% *Sikament-NN* yaitu sebesar 565,22 kg/cm<sup>2</sup>. Sehingga dapat disimpulkan bahwa kombinasi penambahan *Plastiment-VZ* dan *Sikament-NN* dapat meningkatkan karakteristik beton pada pekerjaan rigid pavement.

2. (Rizky 2018)

Rizky melakukan penelitian pada tahun 2018 dengan judul pengaruh pecahan tempurung kelapa sebagai pengganti agregat kasar dalam campuran beton, hasil dari pengujian yang dilakukan dengan pecahan tempurung kelapa dihasilkan penggunaan pecahan tempurung kelapa dapat menggantikan agregat kasar sebesar 4% dari total kebutuhan agregat kasar. Hal tersebut dapat mengurangi penumpukan limbah tempurung kelapa bila beton yang diproduksi secara massal atau dalam jumlah yang banyak.

3. (Togu Rahman and Zulkarnain 2020)

Penelitian dengan judul pemanfaatan serat ijuk pada campuran beton dengan bahan tambah *Viscocrete 3115N* ditinjau dari kekuatan tarik belah, dari hasil penelitian diperoleh nilai kuat tekan beton rencana 26 MPa. Adapun persentase dari serat ijuk dalam campuran yaitu 7 %, 8 % dan 9 %, sedangkan untuk *Viscocrete 3115N* digunakan 0,8 %. Dari hasil penelitian ini didapatkan kuat tarik belah beton dengan nilai tertinggi berada pada komposisi serat ijuk 9 % dan *Viscocrete 3115N* 0,8 % yaitu 5,16 MPa untuk umur 28 hari.

4. (Arifin and Zulkarnain 2020).

Penelitian dengan judul pemanfaatan serat tandan kosong sawit sebagai penguat pada campuran beton dengan bahan tambah *AM 78* ditinjau dari kekuatan tarik belah beton, hasil kuat tarik belah beton optimum pada perendaman air 28 hari terjadi pada beton serat tandan kosong 3% dan *Admixture adhesive manufacturer (78)* 1,5% MPa. Hal ini menunjukkan bahwa beton yang dicampur dengan bahan tambah serat tandan kosong kelapa sawit dan *Admixture adhesive manufacturer (78)* mengalami kenaikan kuat tarik belah beton dibandingkan dengan beton normal, maka beton dengan campuran serat tandan kosong kelapa sawit dan *Admixture adhesive manufacturer (78)* dapat diaplikasikan untuk struktur bangunan.

5. (Mulia and Zulkarnain 2021)

Penelitian yang dilakukan pada tahun 2021 dengan judul analisa pengaruh penambahan serat bambu dan *Sika Viscocrete – 8760 MN* terhadap kuat tarik belah beton, semakin besar kandungan serat bambu maka semakin kecil nilai slump nya yang berarti tingkat kemudahan pengerjaannya semakin rendah tetapi semakin banyak serat bambu maka semakin lemah kuat tarik belah pada beton.

## BAB 3

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan merupakan metode eksperimen, yaitu metode yang dilakukan dengan mengadakan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data. Tahapan awal penelitian yang dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara adalah pengambilan data primer pengujian agregat yang akan digunakan pada percobaan campuran beton.

Sebagai acuan dalam penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari data-data pendukung. Data pendukung diperoleh dari :

##### 1. Data Primer

Data yang diperoleh dari hasil penelitian di Laboratorium, yaitu :

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

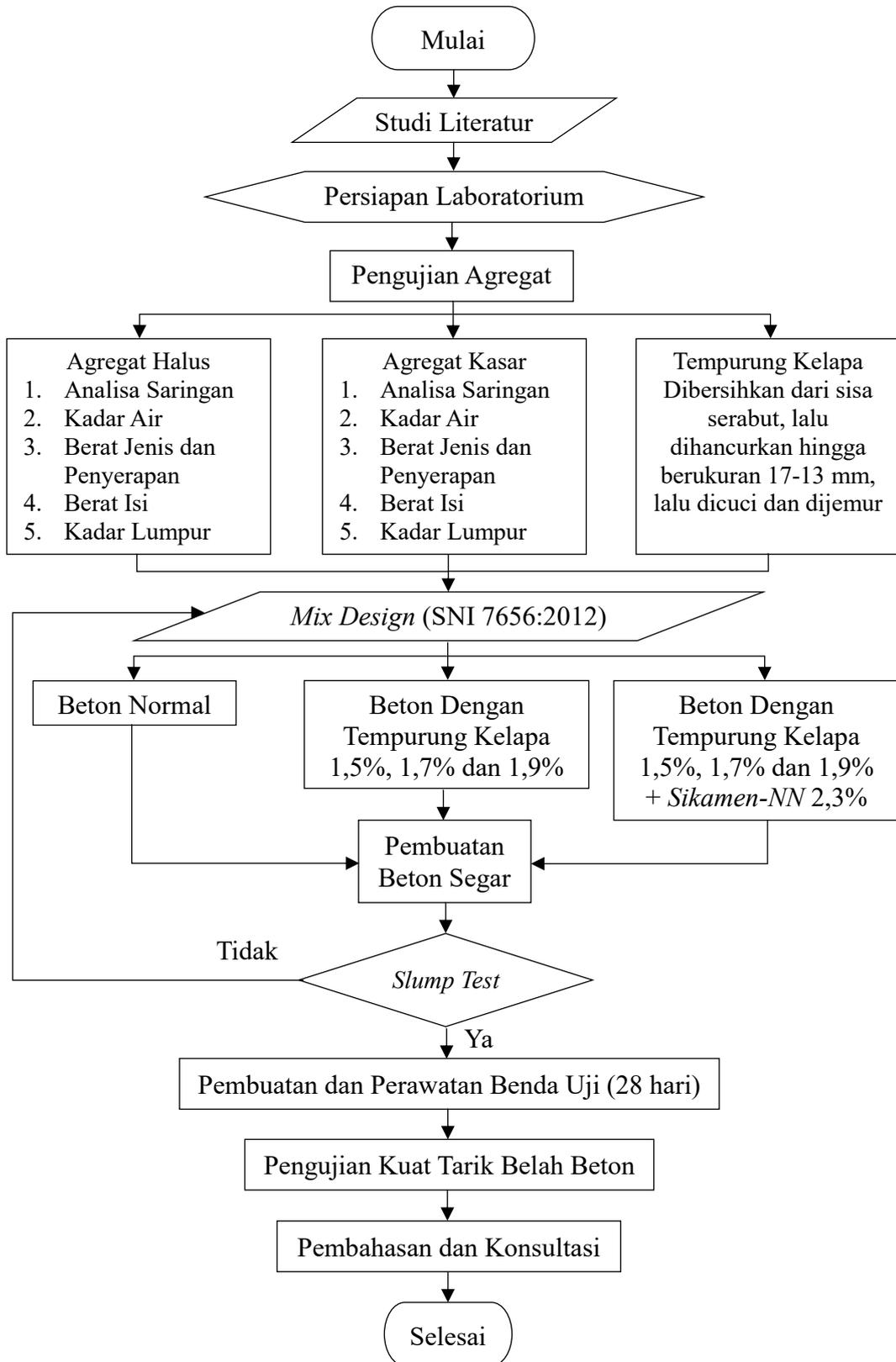
##### 2. Data sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku atau jurnal yang berhubungan dengan teknik beton (literatur) serta konsultasi langsung dengan dosen pembimbing di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Data teknis yang digunakan yaitu :

- a. Peraturan (SNI ASTM C136:2012) tentang metode uji untuk analisa saringan agregat halus dan agregat kasar.

- b. Peraturan (SNI 1969:2016) tentang metode uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar dan peraturan (SNI 1970:2016) tentang cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus.
- c. Peraturan (SNI 1973:2008) tentang cara uji berat isi, volume produksi campuran dan kadar udara beton.
- d. Peraturan (SNI 1971:2011) tentang cara uji kadar air total agregat.
- e. Peraturan (SNI 4142:1996) tentang metode pengujian jumlah bahan dalam agregat yang lolos saringan no.200.
- f. Peraturan (SNI 7656:2012) tentang tata cara pemilihan campuran untuk beton normal (*Mix design*).
- g. Peraturan (SNI 1972:2008) tentang cara uji slump beton.
- h. Peraturan (SNI 03-2491-2014) tentang metode uji kekuatan tarik belah spesimen beton silinder.

Langkah-langkah penelitian yang dilaksanakan dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Bagan alir penelitian.

### **3.2 Tempat dan Waktu Penelitian**

Tempat dan waktu penelitian adalah sebagai berikut :

#### **1. Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang berada di Jl. Kapten Mukhtar Basari No.3 Medan. Dengan kelengkapan peralatan laboratorium yang berstandar.

#### **2. Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2022 hingga Juni 2023.

### **3.3 Bahan dan Peralatan**

Adapun bahan dan peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini :

#### **3.3.1 Bahan**

Komponen bahan penyusun beton yang digunakan yaitu :

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

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen portland *type 1* dengan merek Padang.

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

Agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir.

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

Agregat kasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah batu pecah dengan ukuran maksimal 19,1 mm.

##### **4. Air**

Air yang digunakan berasal dari PDAM Tirtanadi Medan.

##### **5. Tempurung Kelapa**

Tempurung kelapa yang digunakan dengan ukuran 17-13 mm (lolos saringan 3/4" dan tertahan di saringan 1/2").

##### **6. Bahan Tambah**

Bahan tambah yang di gunakan adalah *Sikament-NN*.

### 3.3.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

1. Peralatan material
  - a. Satu set saringan agregat halus dan agregat kasar.  
Agregat halus No.4, No.8, No.16, No.30, No.50, No.100, pan.  
Agregat kasar 1,5",  $\frac{3}{4}$ ",  $\frac{1}{2}$ ",  $\frac{3}{8}$ ", No.4.
  - b. Timbangan digital.
  - c. Plastik ukuran 10 kg.
2. Peralatan pembuatan beton
  - a. Pan.
  - b. Ember
  - c. Satu set alat Slump *test* kerucut *abrams*, tongkat pemadat, mistar, dan plat baja.
  - d. Skop tangan.
  - e. Skrap.
  - f. Tabung ukur.
  - g. Sarung tangan.
  - h. Cetakan silinder ukuran 15 x 30 cm.
  - i. Minyak gemuk.
  - j. Kuas.
  - k. Mesin pengaduk beton (*Mixer*).
  - l. Bak perendam.
3. Alat pengujian kuat tarik belah beton
  - a. Mesin kuat tekan (*compression test*).
  - b. Plat atau batang penekan tambahan.
  - c. Bantalan bantu pembebanan.

### 3.4 Persiapan Bahan

Sesudah semua material tiba dilokasi penelitian, maka material dipisahkan berdasarkan jenisnya untuk mempermudah dalam tahapan-tahapan penelitian yang

akan dilaksanakan nantinya serta juga supaya material tidak tercampur dengan bahan-bahan yang lainnya sehingga mempengaruhi kualitas material.

### **3.5 Pemeriksaan Bahan**

Didalam pemeriksaan agregat baik agregat kasar maupun agregat halus dilakukan dilaboratorium mengikuti pedoman dari SNI tentang pemeriksaan agregat.

#### **3.5.1 Analisa Saringan**

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (SNI ASTM C136:2012), standar ini dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam pengujian analisis saringan agregat halus dan agregat kasar, adapun tujuannya adalah untuk mengetahui gradasi butiran dari agregat halus dan agregat kasar termasuk agregat campuran.

Pengujian dilakukan dengan cara penyiapan contoh uji, penimbangan, pengeringan, dan penyaringan. Hasil pengujian dinyatakan dalam persentase material yang tertahan pada setiap saringan, persentase total dari material yang lolos setiap saringan, dan persentase total dari material yang tertahan pada setiap saringan, serta indeks modulus kehalusan.

#### **3.5.2 Kadar Air**

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (SNI 1971:2011), standar ini dimaksudkan sebagai acuan para penanggung jawab dan teknis laboratorium untuk menentukan kadar air total agregat dengan cara seragam dan dengan hasil yang akurat. Hasil dari pengujian ini dapat digunakan untuk keperluan pengendalian kadar air agregat pada pekerjaan beton semen dan beton aspal.

Pengujian dilakukan dengan cara contoh agregat ditimbang, dikeringkan dengan cara di oven dan ditimbang kembali kemudian kandungan air agregat dihitung sebagai persen penurunan massa terhadap massa agregat kering oven.

### **3.5.3 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar**

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (SNI 1969:2016), standar metode uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar ini dimaksudkan untuk memberi tuntunan dan arahan bagi para pelaksana di laboratorium dalam melakukan pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar.

Pengujian dilakukan dengan cara contoh agregat direndam dalam air sehingga air masuk ke dalam pori-pori agregat. Setelah itu dikeluarkan agregat dari dalam air, keringkan permukaan lalu timbang. Kemudian timbang kembali agregat dalam keadaan terendam. Terakhir keringkan agregat dalam oven lalu timbanglah untuk ketiga kalinya. Gunakan hasil pengukuran massa dan berat yang diperoleh dan rumus pada metode ini untuk dapat menghitung 3 (tiga) tipe berat jenis dan penyerapan air.

### **3.5.4 Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus**

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (SNI 1970:2008), standar ini menetapkan cara uji berat jenis curah kering dan berat jenis semu serta penyerapan air agregat halus.

Pengujian dilakukan dengan cara isi piknometer dengan sebagian air lalu masukan agregat halus, tambahkan kembali air. Putar dan gincangkan piknometer dengan tangan untuk mengilangkan gelembung udara. Keluarkan agregat halus lalu keringkan dan timbang beratnya.

### **3.5.5 Berat Isi Agregat**

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (SNI 03-4804-1998), standar ini digunakan untuk menentukan berat isi dari agregat.

Pengujian dilakukan dengan cara memasukkan agregat ke dalam wadah, lalu meratakan permukaan atas, setelah diratakan bersihkan semua kelebihan agregat yang terdapat pada bagian luar wadah ukur, lalu timbang.

### **3.5.6 Kadar Lumpur**

Alat, bahan dan cara kerja sesuai, (SNI 30-4142-1996) metode pengujian gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat dimaksudkan sebagai acuan dan pegangan dalam pelaksanaan pengujian untuk menentukan gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat.

Pengujian dilakukan dengan cara benda uji ditimbang kemudian dicuci hingga bersih, setelah dicuci benda uji dikeringka dengan oven dan di timbang kembali.

### **3.6 Pengolahan Tempurung Kelapa**

Tempurung kelapa di hancurkan dengan menggunakan palu sehingga berukuran 17-13 mm (lolos saringan 3/4" dan tertahan di saringan 1/2" ), kemudian tempurung di cuci dan dikeringkan di bawah sinar matahari.

### **3.7 Perencanaan Campuran Beton Menurut SNI 7656:2012**

Perencanaan komposisi campuran adukan beton normal menurut SNI 7656:2012. Metode ini memberikan perkiraan awal pemilihan campuran yang diperiksa lebih lanjut dengan percobaan dilaboratorium.

Perencanaan dilakukan dengan cara pemilihan slump kemudian pemilihan ukuran besar butir agregat maksimum yang akan digunakan dalam campuran beton, perkiraan air pencampur dan kandungan udara, pemilihan rasio air-semen atau rasio air-bahan bersifat semen, selanjutnya perhitungan kadar semen, agregat kasar dan agregat halus. Selanjutnya penyesuaian terhadap kelembaban agregat dan yang terakhir pengaturan campuran percobaan. Komposisi bahan campuran dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1: Komposisi campuran benda uji dan kode benda uji.

No	Kode Benda Uji	Agregat Kasar	Agregat Halus	Tempurung Kelapa	<i>Sikament-NN</i>	Jumlah Sample
1	BN	100%	100%	0%	0%	3
2	BTK 1	98,5%	100%	1,5%	0%	3
3	BTK 2	98,3%	100%	1,7%	0%	3
4	BTK 3	98,1%	100%	1,9%	0%	3
5	BTKS 1	98,5%	100%	1,5%	2,3%	3
6	BTKS 2	98,3%	100%	1,7%	2,3%	3
7	BTKS 3	98,1%	100%	1,9%	2,3%	3
Jumlah						21

Keterangan :

BN : Beton Normal.

BTK 1 : Beton dengan tempurung kelapa 1,5%.

BTK 2 : Beton dengan tempurung kelapa 1,7%.

BTK 3 : Beton dengan tempurung kelapa 1,9%.

BTKS 1 : Beton dengan tempurung kelapa 1,5% + *Sikament-NN* 2,3%.

BTKS 2 : Beton dengan tempurung kelapa 1,7% + *Sikament-NN* 2,3%.

BTKS 3 : Beton dengan tempurung kelapa 1,9% + *Sikament-NN* 2,3%.

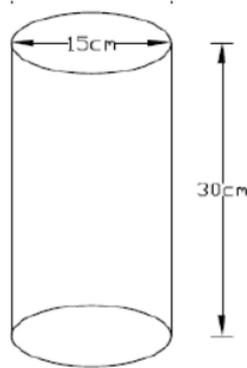
### 3.8 Slump Test

Pengukuran tinggi slump dilakukan untuk menentukan kekakuan (dapat dikerjakan atau tidak) dari campuran beton segar (*fresh concrete*) untuk menentukan tingkat *workability* nya. Pengujian slump dilakukan berdasarkan (SNI 1972:2008) yang telah ditetapkan.

Pengujian dilakukan dengan cara campuran beton segar dimasukkan kedalam kerucut abram dan dipadatkan dengan batang penusuk, kemudian cetakan diangkat dan beton dibiarkan sampai terjadi penurunan pada permukaan bagian atas beton. Jarak antara posisi permukaan semula dan posisi setelah peneurunan pada pusat permukaan atas beton diukur dan dilaporkan sebagai nilai slump beton.

### 3.9 Pembuatan Benda Uji

Benda uji yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm, ilustrasi benda uji yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Benda uji silinder.

### 3.10 Perawatan Beton

Setelah beton dikeluarkan dari cetakan, dilakukan perawatan basah sesuai (SNI 2493:2011) dengan cara melakukan perendaman dalam air sampai saat uji kuat tarik belah dilakukan, yaitu pada umur 28 hari.

### 3.11 Pengujian Kuat Tarik Belah

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan (SNI 03-2491-2014), dengan adanya standar ini, maka kekuatan tarik belah digunakan dalam mendesain elemen struktur beton untuk mengevaluasi ketahanan geser beton dan untuk menentukan panjang penyaluran tulangan.

Metode uji ini terdiri dari pemberian gaya tekan sepanjang diameter spesimen beton silinder pada kisaran laju yang ditentukan sampai batas keruntuhan. Pembebanan ini menimbulkan tegangan tarik pada bidang datar yang diberi beban dan gaya tekan relatif tinggi di daerah sekitar beban kerja.

## **BAB 4**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Tinjauan Umum**

Sebuah data dari penelitian perlu dilakukan sebuah analisis dan pembahasan untuk memperoleh tujuan yang direncanakan. Pada bab ini akan dijabarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan peneliti di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang diawali dengan pemeriksaan bahan penyusun beton, perencanaan campuran beton, pencampuran bahan penyusun beton, dan pengujian beton yang telah dibuat.

#### **4.2 Hasil Pemeriksaan Agregat**

Pada pemeriksaan agregat, baik agregat halus maupun kasar dilakukan di laboratorium teknik sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dengan mengikuti panduan dari SNI tentang pemeriksaan agregat.

#### **4.3 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus**

Pada penelitian ini digunakan agregat halus berupa pasir alam yang berasal dari Binjai. Secara umum mutu pasir Binjai sudah memenuhi kondisi untuk dapat dipergunakan menjadi bahan bangunan, adapun pemeriksaan yang dilakukan meliputi analisa saringan, kadar air, berat jenis dan penyerapan, berat isi, dan kadar lumpur.

##### **4.3.1 Pengujian Analisa Saringan**

Pelaksanaan pengujian analisa saringan berpedoman pada (SNI ASTM C136:2012). Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini.

Tabel 4.1: Hasil pengujian analisa agregat halus.

Saringan	Massa Tertahan	Jumlah Tertahan	Persentase Kumulatif (%)		Spesifikasi
			Tertahan (c)	Lolos (d)	
mm(inci)	Gram (a)	Gram (b)			
76,2 mm (3 inci)					
3,5 mm (2 1/2inci)					
50,8 mm (2 inci)					
36,1 mm (1 1/2 inci)					
25,4 mm (1 inci)					
19,1 mm (3/4 inci)					
12,7 mm (1/2 inci)					
9,52 mm (3/8 inci)			0	100	
4,75 mm (No, 4)	11	11	2,2	97,8	
2,36 mm (No, 8)	23	34	6,8	93,2	
1,18 mm (No, 16)	32	66	13,2	86,8	
0,6 mm (No, 30)	42	108	21,6	78,4	
0,3 mm (No, 50)	378	486	97,2	2,8	
0,15 mm (No, 100)	8	494	98,8	1,2	
0,075 mm (No, 200)	4	498	99,6	0,4	
Pan	2	500	100	0	
Total	500	-	240	-	

Berdasarkan tabel 4.1 maka diperoleh nilai modulus kehalusan sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Kehalusan} &= \frac{\sum \text{Berat tertahan kumulatif}}{100} \\
 &= \frac{240}{100} \\
 &= 2,40
 \end{aligned}$$

Pada umumnya modulus kehalusan agregat halus mempunyai interval antara 1,5 sampai 3,8. Dari hasil pengujian didapat hasil modulus kehalusan sebesar 2,40 yang berarti nilai ini juga sudah memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan pada tabel 4.14 untuk menjadi campuran beton.

#### 4.3.2 Kadar Air

Pelaksanaan pengujian kadar air berpedoman pada (SNI 1971:2011). Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini.

Tabel 4.2: Hasil pengujian kadar air agregat halus.

	Benda Uji ke 1	Benda Uji ke 2
Massa wadah + benda uji	1958 gr	2059 gr
Massa wadah	506 gr	493 gr
Massa benda uji ( $W_1$ )	1452 gr	1566 gr
Massa wadah + benda uji	1915 gr	2011 gr
Massa wadah	506 gr	493 gr
Massa benda uji Kering Oven ( $W_2$ )	1409 gr	1518 gr
Kadar air total (P) $\frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\%$	3,05%	3,16%
Kadar air total (P) rata-rata	3,11%	

Pengujian dilakukan sebanyak dua kali dengan pengujian pertama didapatkan hasil sebesar 3,05% sedangkan pengujian kedua didapatkan hasil sebesar 3,16%. Maka hasil kadar air rata-rata yang didapatkan dari analisa data yaitu sebesar 3,11%. Hasil pengujian tersebut memenuhi batas interval kadar air agregat halus yaitu 3% sampai 5%.

### 4.3.3 Berat Jenis dan Penyerapan Air

Pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan air berpedoman pada (SNI 1970:2008). Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.3 dibawah ini.

Tabel 4.3: Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus.

Pengujian	Notasi	I	II	Satuan
Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan	S	500	500	Gram
Berat benda uji kering oven	A	493	491	Gram
Berat piknometer yang berisi air	B	672	672	Gram
Berat piknometer dengan benda uji dan air sampai batas bacaan	C	1003	1010	Gram
Perhitungan	Persamaan	I	II	Rata-rata
Berat jenis curah ( $S_d$ )	$\frac{A}{B+S-C}$	2,92	3,05	2,98
Berat jenis jenuh kering permukaan ( $S_s$ )	$\frac{S}{B+S-C}$	2,96	3,11	3,03

Tabel 4.3: *Lanjutan*

Perhitungan	Persamaan	I	II	Rata-rata
Berat jenis semu ( $S_a$ )	$\frac{A}{B+A-C}$	3,04	3,23	3,14
Penyerapan air ( $A_w$ )	$\frac{S-A}{A} \times 100\%$	1,42	1,83	1,63

Pengujian dilakukan sebanyak 2 kali dengan pengujian pertama didapatkan sebesar 2,96 gr/cm<sup>3</sup> sedangkan pengujian kedua didapatkan sebesar 3,11 gr/cm<sup>3</sup>, maka rata-rata berat jenis jenuh kering permukaan ( $S_s$ ) sebesar 3,03 gr/cm<sup>3</sup>, hasil pengujian tersebut sudah memenuhi interval batas berat jenis yaitu 1,6 sampai 3,2. Penyerapan air untuk pengujian pertama didapatkan sebesar 1,42% sedangkan pengujian kedua sebesar 1,83%, sehingga rata-rata penyerapan air ( $S_w$ ) rata-rata 1,63%, Hasil tersebut juga sudah memenuhi interval penyerapan air yaitu 0,2 sampai 2%. Sehingga agregat halus tersebut dapat digunakan sebagai campuran beton.

#### 4.3.4 Berat Isi Agregat

Pelaksanaan pengujian berat isi agregat berpedoman pada (SNI 03-4804 1998). Hasil dari pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.4 dibawah ini.

Tabel 4.4: Hasil perhitungan berat isi agregat halus.

Agregat Halus	Notasi	Lepas	Rojok	Goyang	Satuan
Berat wadah + isi	1	5110	5290	5360	Gram
Berat wadah	2	1763	1763	1763	Gram
Volume wadah	3	3315,84	3315,84	3315,84	Cm <sup>3</sup>

Perhitungan	Persamaan	Lepas	Rojok	Goyang	Satuan
Berat contoh (4)	1-2	3347	3527	3597	Gram
Berat isi	4/3	1,01	1,06	1,08	Gram/cm <sup>3</sup>
Rata-rata berat isi		1,05			Gram/cm <sup>3</sup>
		1052,62			Kg/m <sup>3</sup>

Pengujian dilakukan dengan tiga cara, cara lepas didapatkan berat isi sebesar 1,05 gr/cm<sup>3</sup>, cara rojok sebesar 1,06 gr/cm<sup>3</sup>, dan cara goyang sebesar 1,08 gr/cm<sup>3</sup>. Maka rata-rata berat isi agregat halus sebesar 1,05 gr/cm<sup>3</sup>.

### 4.3.5 Kadar Lumpur

Pelaksanaan pengujian kadar lumpur berpedoman pada (SNI 30-4142-1996). Hasil dari pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.5 dibawah ini.

Tabel 4.5: Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus.

Agregat halus lolos saringan No.4	Notasi	I	II	Satuan
Berat wadah + isi	$W_1$	1982	2502	Gram
Berat wadah	$W_2$	943	506	Gram
Berat contoh kering + wadah	$W_3$	1946	2454	Gram

Perhitungan	Persamaan	I	II	Rata-rata
Berat kering contoh awal ( $W_3$ )	$W_1 - W_2$	1489	1996	1742,50
Berat kering contoh setelah di cuci ( $W_5$ )	$W_4 - W_2$	1453	1948	1700,50
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 ( $W_6$ )	$W_3 - W_5$	36	48	42
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200	$\frac{W_6}{W_3} \times 100\%$	2,42	2,40	2,41

Pengujian dilakukan sebanyak dua kali dengan pengujian pertama didapatkan hasil sebesar 2,42% sedangkan pengujian kedua didapatkan hasil sebesar 2,40%. Maka hasil kadar lumpur rata-rata yang didapatkan dari analisa data yaitu sebesar 2,41%. Agregat tersebut dapat digunakan sebagai bahan campuran beton karena memenuhi batas interval kadar lumpur agregat halus yaitu 0,2% sampai 6%.

### 4.4 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

Pada penelitian ini digunakan agregat kasar berupa batu pecah yang berasal dari Binjai. Secara umum mutu batu pecah Binjai sudah memenuhi kondisi untuk dapat dipergunakan menjadi bahan bangunan, adapun pemeriksaan yang dilakukan meliputi analisa saringan, kadar air, berat jenis dan penyerapan, berat isi, dan kadar lumpur.

#### 4.4.1 Pengujian Analisa Saringan

Pelaksanaan pengujian analisa saringan berpedoman pada (SNI ASTM C136:2012). Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.1 dibawah ini.

Tabel 4.6: Hasil pengujian analisa saringan agregat kasar.

Saringan	Massa Tertahan	Jumlah Tertahan	Persentase Kumulatif (%)		Spesifikasi
			Tertahan (c)	Lolos (d)	
mm(inci)	Gram (a)	Gram (a)			
76,2 mm (3 inci)					
63,5 mm (2 1/2 inci)					
50,8 mm (2 inci)					
36,1 mm(1 1/2 inci)					
25,4 mm (1 inci)			0	100	
19,1 mm (3/4 inci)	3341	3341	66,82	33,18	
12,7 mm (1/2 inci )	1125	4466	89,32	10,68	
9,52 mm (3/8 inci)	102	4568	91,36	8,64	
4,75 mm (No.4)	72	4640	100	0	
2,36 mm (No.8)	-	-	100	0	
1,18 mm (No.16)	-	-	100	0	
0,6 mm (No.30)	-	-	100	0	
0,3 mm (No.50)	-	-	100	0	
0,15 mm (No.100)	-	-	100	0	
0,075 mm (No.200)	-	-	100	0	
Pan	360	5000	100	0	
Total	5000	-	848	-	

Berdasarkan tabel 4.6 maka diperoleh nilai modulus kehalusan sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Kehalusan} &= \frac{\sum \text{Berat tertahan kumulatif}}{100} \\
 &= \frac{848}{100} \\
 &= 8,48
 \end{aligned}$$

Nilai ini sudah sudah memenuhi interval untuk modulus kehalusan agregat kasar yaitu antara 5,50 sampai 8,50. Jadi nilai modulus kehalusan yang diperoleh dari pengujian yaitu 8,48 telah sesuai spesifikasi, sehingga agregat kasar ini dapat digunakan untuk campuran beton.

#### 4.4.2 Kadar Air

Pelaksanaan pengujian kadar air berpedoman pada (SNI 1971:2011). Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.7 dibawah ini.

Tabel 4.7: Hasil pengujian kadar air agregat kasar.

	Benda Uji ke 1	Benda Uji ke 2
Massa wadah + benda uji	4099	3778
Massa wadah	565	494
Massa benda uji ( $W_1$ )	3534	3284
Massa wadah + benda uji	4075	3748
Massa wadah	565	494
Massa benda uji Kering Oven ( $W_2$ )	3510	3254
Kadar air total (P) $\frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\%$	0,7	0,9
Kadar air total ( P) rata-rata	0,80	

Pengujian dilakukan sebanyak dua kali dengan pengujian pertama didapatkan hasil sebesar 0,7% sedangkan pengujian kedua didapatkan hasil sebesar 0,9%. Maka hasil kadar air rata-rata yang didapatkan dari analisa data yaitu sebesar 0,80%. Hasil pengujian tersebut memenuhi batas interval kadar air agregat kasar yaitu 0,5% sampai 2%.

#### 4.4.3 Berat Jenis dan Penyerapan

Pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan air berpedoman pada (SNI 1969:2016). Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.8 dibawah ini.

Tabel 4.8: Hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat kasar.

Pengujian	Notasi	I	II	Satuan
Berat benda uji kering oven	A	3877	3967	Gram
Berat benda uji Kering permukaan di udara	B	3888	3976	Gram
Berat benda uji di dalam air	C	2140	2210	Gram

Perhitungan	Persamaan	I	II	Rata-rata
Berat jenis curah ( $S_d$ )	$\frac{A}{B-C}$	2,22	2,25	2,23
Berat jenis jenuh kering permukaan ( $S_s$ )	$\frac{B}{B-C}$	2,22	2,25	2,24
Berat jenis semu ( $S_a$ )	$\frac{A}{A-C}$	2,23	2,26	2,24
Penyerapan air ( $S_w$ )	$\frac{B-A}{A} \times 100\%$	0,28	0,23	0,26

Pengujian dilakukan sebanyak 2 kali dengan pengujian pertama didapatkan sebesar 2,22 gr/cm<sup>3</sup> sedangkan pengujian kedua didapatkan sebesar 2,25 gr/cm<sup>3</sup>, maka rata-rata berat jenis jenuh kering permukaan ( $S_s$ ) sebesar 2,24 gr/cm<sup>3</sup>, hasil pengujian tersebut sudah memenuhi interval batas berat jenis yaitu 1,6 sampai 3,2. Penyerapan air untuk pengujian pertama didapatkan sebesar 0,28% sedangkan pengujian kedua sebesar 0,23%, sehingga rata-rata penyerapan air ( $S_w$ ) rata-rata 0,26%. Hasil tersebut juga sudah memenuhi interval penyerapan air yaitu 0,2 sampai 4%. Sehingga agregat halus tersebut dapat digunakan sebagai campuran beton.

#### 4.4.4 Berat Isi

Pelaksanaan pengujian berat isi agregat berpedoman pada (SNI 03-4804 1998). Hasil dari pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.9 dibawah ini.

Tabel 4.9: Hasil pengujian berat isi agregat kasar.

Agregat Kasar	Notasi	Lepas	Rojok	Goyang	Satuan
Berat wadah + isi	1	6233	6437	6663	Gram
Berat wadah	2	1763	1763	1763	Gram
Volume wadah	3	3315,84	3315,84	3315,84	Cm <sup>3</sup>

Perhitungan	Persamaan	Lepas	Rojok	Goyang	Satuan
Berat contoh (4)	1-2	4470	4674	4900	Gram
Berat isi	4/3	1,35	1,41	1,48	Gram/cm <sup>3</sup>
Rata-rata berat isi		1,41			Gram/cm <sup>3</sup>
		1411,81			Kg/m <sup>3</sup>

Pengujian dilakukan dengan tiga cara, cara lepas didapatkan berat isi sebesar 1,35 gr/cm<sup>3</sup>, cara rojok sebesar 1,41 gr/cm<sup>3</sup>, dan cara goyang sebesar 1,78 gr/cm<sup>3</sup>. Maka rata-rata berat isi agregat halus sebesar 1,41 gr/cm<sup>3</sup>.

#### 4.4.5 Kadar Lumpur

Pelaksanaan pengujian kadar lumpur berpedoman pada (SNI 30-4142-1996). Hasil dari pengujian yang telah dilakukan dapat dilihat pada tabel 4.10 dibawah ini.

Tabel 4.10: Hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar.

Agregat kasar lolos saringan $\frac{3}{4}$ inci	Notasi	I	II	Satuan
Berat wadah + isi	W <sub>1</sub>	2495	2570	Gram
Berat wadah	W <sub>2</sub>	493	565	Gram
Berat contoh kering + wadah	W <sub>3</sub>	2478	2555	Gram

Perhitungan	Persamaan	I	II	Rata-rata
Berat kering contoh awal (W <sub>3</sub> )	W <sub>1</sub> -W <sub>2</sub>	2002	2005	2003,50
Berat kering contoh setelah di cuci (W <sub>5</sub> )	W <sub>4</sub> -W <sub>2</sub>	1985	1990	1987,50
Berat kotoran agregat lolos saringan No.200 (W <sub>6</sub> )	W <sub>3</sub> -W <sub>5</sub>	17	15	16
Persentase kotoran agregat lolos saringan No.200	$\frac{W_6}{W_3} \times 100\%$	0,85	0,75	0,80

Pengujian dilakukan sebanyak dua kali dengan pengujian pertama didapatkan hasil sebesar 0,85% sedangkan pengujian kedua didapatkan hasil sebesar 0,75%. Maka hasil kadar lumpur rata-rata yang didapatkan dari analisa data yaitu sebesar

0,80%. Agregat tersebut dapat digunakan sebagai bahan campuran beton karena memenuhi batas interval kadar lumpur agregat kasar yaitu 0,2% sampai 1%.

#### 4.5 Perencanaan Campuran Beton

Setelah pengujian agregat halus dan kasar selesai dilakukan, selanjutnya penulis akan menggunakan data-data tersebut untuk perencanaan campuran beton berdasarkan SNI 7656:2012. Adapun data-data yang akan digunakan dapat dilihat pada tabel 4.11 dibawah ini.

Tabel 4.11: Data yang akan digunakan.

Data pengujian	Nilai
Mutu beton rencana	25 MPa
Berat kering oven agregat kasar	1345 kg/cm <sup>3</sup>
Berat jenis semen tanpa tambahan udara	3,15
Modulus kehalusan agregat halus	2,40
Berat jenis (ssd) agregat halus	3,03 gr/cm <sup>3</sup>
Berat jenis (ssd) agregat kasar	2,24 gr/cm <sup>3</sup>
Penyerapan air agregat halus	1,63%
Penyerapan air agregat kasar	0,26%

Banyaknya masing-masing bahan per m<sup>3</sup> beton dihitung sebagai berikut

1. Slump yang disyaratkan 75 mm sampai dengan 100 mm.
2. Agregat yang digunakan memiliki ukuran nominal maksimum 19 mm.
3. Beton yang dibuat adalah beton tanpa tambahan udara, karena beton tidak akan terkena pemaparan tingkat berat. Dari tabel 4.12, banyaknya air pencampuran untuk beton tanpa tambahan udara dengan slump 75 mm sampai dengan 100 mm dan besar butir agregat maksimum yang dipakai 19 mm adalah 205 kg/m<sup>3</sup>.

Tabel 4.12: Perkiraan kebutuhan air pencampuran dan kadar udara untuk berbagai slump dan ukuran nominal agregat maksimum batu pecah.

<b>Air (kg/m<sup>3</sup>) untuk ukuran nominal agregat maksimum batu pecah</b>								
Slump (mm)	9,5 (mm)	12,7 (mm)	19 (mm)	25 (mm)	37,5 (mm)	50 (mm)	75 (mm)	150 (mm)
<b>Beton tanpa tambahan udara</b>								
25-50	207	199	190	179	166	154	130	113
75-100	228	216	205	193	181	169	145	124
150-175	243	228	216	202	190	178	160	-
>175*	-	-	-	-	-	-	-	-
Banyaknya udara Dakan beton (%)	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0,3	0,2
<b>Beton dengan tambahan udara</b>								
25-50	181	175	168	160	150	142	122	107
75-100	202	193	184	175	165	157	133	119
150-175	216	205	197	184	174	166	154	-
>175*	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah kadar udara yang disarankan untuk tingkat pemaparan sebagai berikut								
Ringan(%)	4,5	4,0	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0
Sedang (%)	6,0	5,5	5,0	4,5	4,5	4,0	3,5	3,0
Berat (%)	7,5	7,0	6,0	6,0	5,5	5,0	4,5	4,0

4. Rasio air-semen untuk beton berkekuatan 25 MPa adalah 0,61 berdasarkan tabel 4.13.

Tabel 4.13: Hubungan antara rasio air-semen (w/c) atau rasio air-bahan bersifat semen {w/(c+p)} dan kekuatan beton.

Kekuatan beton Umur 28 hari, MPa*	Rasio air-semen (berat)	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
40	0,42	-
35	0,47	0,39
30	0,54	0,45
25	0,61	0,52
20	0,69	0,60
15	0,79	0,70

5. Dari data yang diperoleh di langkah 3 dan langkah 4, banyaknya kadar semen adalah  $205 / 0,61 = 336,07$  kg
6. Banyaknya agregat kasar diperkirakan dari tabel 4.14, untuk agregat halus dengan modulus kehalusan 2,40 dan agregat kasar dengan ukuran nominal maksimum 19 mm, memberikan angka sebesar  $0,66 \text{ m}^3$  untuk setiap  $\text{m}^3$  beton,

Tabel 4.14: Volume agregat kasar per satuan volume beton.

Ukuran nominal agregat maksimum (mm)	Volume agregat kasar kering oven* persatuan volume beton untuk berbagai modulus kehalusan dari agregat halus			
	2,40	2,60	2,80	3,00
9,5	0,50	0,48	0,46	0,44
12,5	0,59	0,57	0,55	0,53
19	0,66	0,64	0,62	0,60
25	0,71	0,69	0,67	0,65
37,5	0,75	0,73	0,71	0,69
50	0,78	0,76	0,74	0,72
75	0,82	0,80	0,78	0,76
150	0,87	0,85	0,83	0,81

Dengan demikian, berat keringnya  $0,66 \times 1345 = 887,73$  kg

7. Dengan sudah diketahuinya jumlah air, semen, dan agregat kasar, maka bahan lain yang akan digunakan untuk membuat  $1 \text{ m}^3$  beton adalah agregat halus dan udara yang akan terperangkap, banyaknya agregat halus dapat ditentukan berdasarkan berat atau volume absolut sebagai berikut :

7.1 Atas dasar massa (berat)

Tabel 4.15: Perkiraan awal berat beton segar.

Ukuran nominal maksimum agregat (mm)	Perkiraan awal berat beton, kg/m <sup>3</sup>	
	Beton tanpa tambahan udara	Beton dengan tambahan udara
9,5	2280	2200
12,5	2310	2230
19	2345	2275
25	2380	2290
37,5	2410	2350
50	2445	2345
75	2490	2405
150	2530	2435

Dari tabel 4.15, massa 1 m<sup>3</sup> beton tanpa tambahan udara yang dibuat dengan agregat berukuran nominal maksimum 19 mm, diperkirakan sebesar 2345 kg, untuk campuran percobaan pertama, pengaturan pasti nilai ini akibat adanya perbedaan slump, faktor semen, dan berat jenis agregat tidaklah begitu penting, berat (massa) yang sudah diketahui adalah :

Air (berat bersih)	205 kg
Semen	336,07 kg
<u>Agregat kasar</u>	<u>887,73 kg</u>
Jumlah	1428,80 kg

Maka, berat (massa) agregat halus  $2345 - 1428,80 = 916,20$  kg

### 7.2 Atas dasar volume absolut

Dengan jumlah air, semen dan agregat kasar yang ada, dan perkiraan adanya udara terperangkap sebesar 1 persen diberikan dalam tabel 4.12 (berlawanan dengan udara yang ditambahkan), maka agregat halus dapat dihitung sebagai berikut :

Volume air	$= 205 / 1000 = 0,205 \text{ m}^3$
Volume padat semen	$= 336,07 / (3,15 \times 1000) = 0,107 \text{ m}^3$
Volume absolut agregat kasar	$= 887,73 / (2,24 \times 1000) = 0,397 \text{ m}^3$
Volume udara terperangkap	$= 1\% \times 1 = 0,010 \text{ m}^3$
Jumlah volume padat bahan selain agregat halus	$= 0,718 \text{ m}^3$

Volume agregat halus dibutuhkan  $= 1 - 0,718 = 0,282 \text{ m}^3$

Berat agregat halus kering yang dibutuhkan  $= 0,282 \times 3,03 \times 1000$   
 $= 853,90$  kg

### 7.3 Perbandingan berat campuran satu meter kubik beton yang dihitung dengan dua cara perhitungan di atas dapat dilihat pada tabel 4.16.

Tabel 4.16: Perbandingan campuran beton dengan dua cara.

	Berdasarkan perkiraan massa beton (kg)	Berdasarkan volume absolute (kg)
Air (berat bersih)	205	205
Semen	336,07	336,07
Agregat kasar (kering)	887,73	887,73
Agregat halus (kering)	916,20	853,90

8. Koreksi terhadap kandungan air

Pengujian menunjukkan kadar air sebesar 0,80% pada agregat kasar dan 3,11% pada agregat halus, jika proporsi campuran percobaan dengan anggapan berat (massa) yang digunakan, maka berat ( massa) penyesuaian dari agregat menjadi

$$\begin{aligned} \text{Agregat kasar (basah)} &= 887,73 \times (1 \times 0,0080) &= 894,86 \text{ kg} \\ \text{Agregat halus (basah)} &= 916,20 \times (1 \times 0,0311) &= 944,67 \text{ kg} \end{aligned}$$

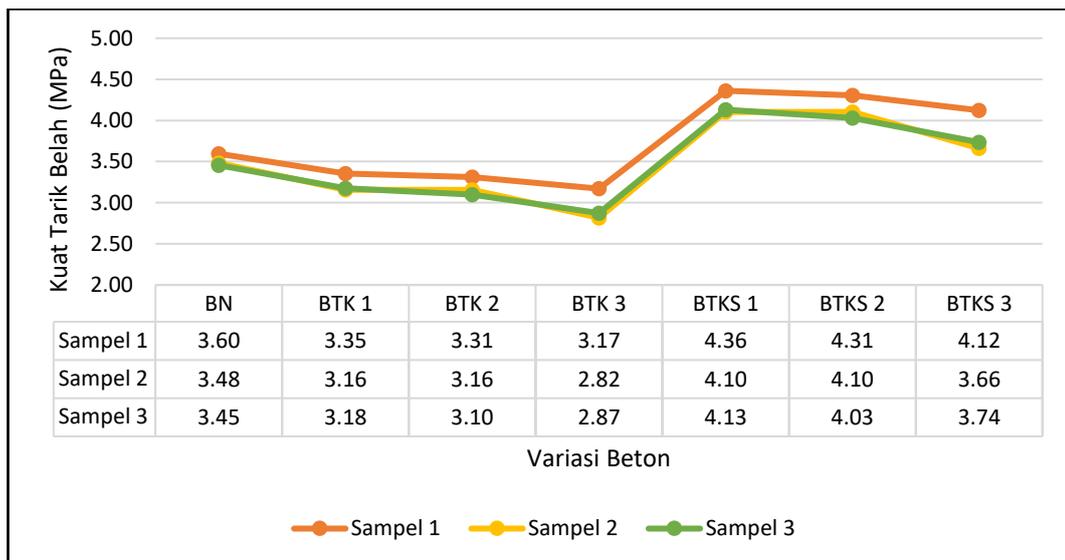
Air yang diserap tidak menjadi bagian dari air pencampur dan harus dikeluarkan dari penyesuaian dalam air yang ditambahkan, dengan demikian, air pada permukaan diberikan dari agregat kasar  $(0,80 - 0,26) = 0,55\%$  ; dari agregat halus  $(3,11 - 2,15) = 1,48\%$ , dengan demikian, kebutuhan perkiraan air yang ditambahkan

$$205 - (887,73 \times 0,55\%) - (916,20 \times 1,48\%) = 186,57 \text{ kg}$$

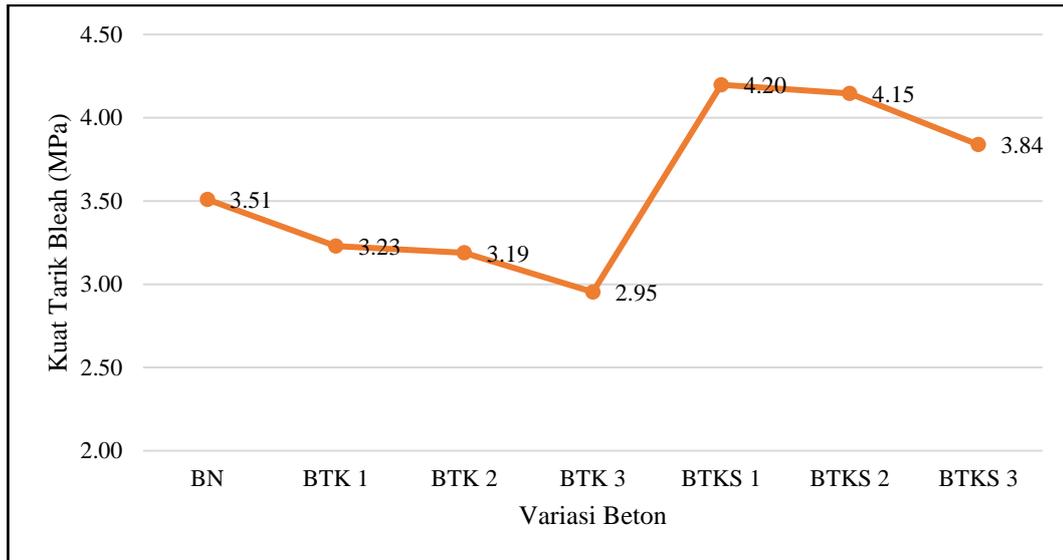
**4.6 Pengujian Kuat Tarik Belah Beton**

Pengujian kuat tarik belah beton dilaksanakan pada saat umur beton sudah mencapai 28 hari. Pengujian ini dilakukan berpedoman pada (SNI 03-2491-2014).

Berikut pada gambar 4.2 dapat dilihat naik dan turunnya nilai kuat tarik belah beton secara keseluruhan dan pada gambar 4.3 untuk nilai rata-ratanya.



Gambar 4.1 Grafik kuat tarik belah beton secara keseluruhan.



Gambar 4.2 Grafik kuat tarik belah beton rata-rata.

Dari gambar 4.3 dapat dilihat bahwa untuk variasi beton BTK1, BTK 2 dan BTK 3 terjadi penurunan. Perbandingan kuat tarik belah beton dapat dilihat pada tabel 4.21.

Tabel 4.17: Perbandingan kuat tarik belah beton.

No	Kode Benda Uji	Kuat Tarik Belah Rata-rata	Selisih		Persen Kumulatif
			MPa	%	
1	BN	3,51	0	0	100%
2	BTK 1	3.23	0,2	-8,00%	92,00%
3	BTK 2	3,19	0,32	-9,14%	90,86%
4	BTK 3	2,95	0,56	-15,86%	84,14%
5	BTKS 1	4,20	0,69	+19,60%	119,60%
6	BTKS 2	4,15	0,64	+18,12%	118,12%
7	BTKS 3	3,84	0,33	+9,38%	109,38%

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian beton tempurung kelapa dengan *Sikament-NN*, maka didapatkanlah beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan data hasil pengujian, variasi beton tempurung kelapa mengalami penurunan kuat tarik sebesar 0,2 Mpa untuk BTK 1 , 0,32 Mpa untuk BTK 2 dan 0,56 MPa untuk BTK 3 dari beton normal, tetapi untuk variasi beton tempurung kelapa dengan *Sikament-NN* mengalami kenaikan kuat tarik sebesar 0,69 Mpa untuk BTKS 1 , 0,64 Mpa untuk BTKS 2 dan 0,33 Mpa untuk BTKS 3.
2. Kuat tarik belah beton normal dengan beton tempurung kelapa mengalami penurunan hal ini disebabkan karena ketebalan tempurung kelapa yang relatif tipis jika dibandingkan dengan agregat kasar, sedangkan pada beton tempurung kelapa dengan sika mengalami kenaikan pada nilai kuat tarik belah beton hal ini disebabkan oleh pengaruh *Sikament-NN* yang dimana dapat meningkatkan kekuatan beton.
3. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, pengaruh tempurung kelapa dan *Sikament-NN* tertinggi terjadi pada variasi BTKS 1 dengan persentase kandungan tempurung kelapa sebesar 1,5% dan *Sikament-NN* 2,3% dengan hasil rata-rata 4,20 MPa.

#### 5.2 Saran

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat baik pada pengembangan keilmuan tentang bahan bangunan khususnya teknologi beton juga dalam penerapan secara praktis di lapangan. Diperlukan penelitian lanjutan bisa dilakukan oleh para peneliti lainnya, terutama terhadap beberapa permasalahan berikut :

1. Pada penelitian selanjutnya terhadap tempurung kelapa dengan *Sikament-NN* diharapkan untuk menggunakan variasi yang lebih besar dari 1,9% untuk pengujian kuat tarik.

2. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai tempurung kelapa dengan zat *addictif* yang berbeda.
3. Agar diperoleh sampel yang baik perlu diperhatikan pada saat pengadukan dan pemadatan, karena apabila pemadatan tidak baik maka sampel akan mengalami keropos dan akan mempengaruhi kekuatan sampel.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arianto, R., and Dan Maidiawati. 2017. "Studi Eksperimental Evaluasi Pengaruh Penambahan Serat Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tarik Beton Normal." 27978–602. doi 10.21063/SPI3.1017.143-149.
- Arifin, Hasnul, and Fahrizal Zulkarnain. 2020. "Pemanfaatan Serat Tandan Kosong Sawit Sebagai Penguat Pada Campuran Beton Dengan Bahan Tambah Am 78 Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Belah Beton." *Jspui* 1(1)12–57.
- Badan Standardisasi Nasional Indonesia. 2008. "SNI 1972 -2008 Cara Uji Slump Beton." *Badan Standar Nasional* 1–5.
- Badan Standardisasi Nasional Indonesia. 2016. *SNI 1969-2016 Metode Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar*.
- Beton, Pengendalian Mutu. 1994. *Perencanaan Campuran Dan Pengendalian Mutu Beton ~ •*.
- BSN. 1996. "Metode Pengujian Jumlah Bahan Dalam Agregat Yang Lolos Saringan No 200 (0,075 Mm)." *Badan Standar Nasional Indonesia* 200(200)1–6.
- BSN. 2011. *SNI 1971-2011 Cara Uji Kadar Air Total Dengan Pengeringan*.
- BSN. 2012. *SNI ASTM C 136-2012 Metode Uji Untuk Analisis Saringan Agregat Halus Dan Agregat Kasar*.
- Elisabeth, Stevania, Claudia Lukar, Ronny Pandaleke, and Steenie Wallah. 2020. "Pengujian Modulus Elastisitas Pada Beton Dengan Menggunakan Tras Sebagai Substitusi Parsial Agregat Halus." *Jurnal Sipil Statik* 8(1)33–38.
- Emi, Maulani. 2019. "Pengaruh Tempurung Kelapa Sebagai Substitusi Agregat Kasar Dengan Penggunaan Pasir Besi Terhadap Kuat Tarik Belah Beton." *Teras Jurnal* 8(2)409. doi 10.29103/tj.v8i2.152.
- Kurniawan, Fredy, Nawir Rasidi, and Adhika Prawandha. 2017. "Pengaruh Penambahan Tempurung Kelapa Pada Beton." 143–52.
- Lisantono, Ade, and Febrian Yafet Kristino. 2019. "Studi Abu Tempurung Kelapa Yang Dibakar Pada Suhu 500 Derajat Dan 700 Derajat Celcius Sebagai Substitusi Semen Pada Beton." *KoNTekS-13* 1(September)338–44.
- Lumbangaol, Partahi, and Yusac Panjaitan. 2021. "Pengaruh Penggunaan Limbah Tempurung Kelapa Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Beton Normal." *Jurnal Teknik Sipil* 1(1)25–31.
- Megasari, S. ..., and Winayati Winayati. 2017. "Analisis Karakteristik Beton Dengan Kombinasi Bahan Tambah Plastiment-VZ Dan Sikament-NN Pada Pekerjaan Rigid Pavement Di Provinsi Riau." 117–24. doi 10.21063/spi3.1017.117-124.
- Mulia, Raja Tondi, and Fahrizal Zulkarnain. 2021. "Analisa Pengaruh Penambahan Serat Bambu Dan Sika Viscocrete - 8670 MN Terhadap Kuat Tarik Belah

Beton.”

- Nasional, Badan Standardisasi. 2002. *SNI 03-2491 Metode Pengujian Kuat Tarik Belah Beton*.
- Nawati, N., T. Tumingan, and R. Tistro. 2019. “Pengaruh Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Tambah Terhadap Agregat Kasar Dalam Campuran Beton Normal.” *Teknologi Sipil* 316–20.
- PT.SIKA, Product Data. 2017. “Sikament ® NN Extra DESCRIPTION.” (November)1–3.
- Rego, Job ;. marwanto ;. lilis Zulaicha. 2022. “Pengaruh Penambahan Abu Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Beton.” 03(01)115–22.
- Risdianto, Yogie, and Ghary Rivaldo Lumban Tobing. 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.
- Rizky, Rachmansyah jacky Elnov Debora Rama Anggi Fernando. 2018. “View of Pengaruh Pecahan Tempurung Kelapa Sebagai Pengganti Agregat Kasar Dalam Campuran Beton.” 157–66.
- SNI 03-2491-2014. 2014. *Metode Uji Kekuatan Tarik Belah Spesimen Beton Silinder Standard Test Method for Splitting Tensile Strength Of*.
- SNI 03-4804, 1998. 1998. “Sni 03-4804-1998 Metode Pengujian Berat Isi Dan Rongga Udara Dalam Agregat ICS 91.100.20.” *Badan Standar Nasional* 1–6.
- SNI 1970-2008. 2008. *Cara Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus*.
- SNI 1970. 2016. “SNI 1970-2016 Metode Uji Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus.” *Jakarta,Indonesia Author*.
- SNI 1973. 2008. “Cara Uji Berat Isi, Volume Produksi Campuran Dan Kadar.” *Badan Standar Nasional Indonesia* (1)6684.
- SNI 2493-2011. 2011. *Tata Cara Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji Beton Di Laboratorium*.
- SNI, 2847:2013. 2013. “SNI 2847:2013, Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung.” *SNI 2847:2013, Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. Bandung Badan Standardisasi Indonesia, 1–265.Si Indonesia* 1–265.
- SNI 7656:2012. 2012. “Tata Cara Pemilihan Campuran Untuk Beton Normal, Beton Berat Dan Beton Massa.” *Badan Standardisasi Nasional* 52.
- Togu Rahman, and Fahrizal Zulkarnain. 2020. “Pemanfaatan Serat Ijuk Pada Campuran Beton Dengan Bahan Tambah Viscocrete 3115N Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Belah.”
- Tumbel, Nicolas, Ardi K. Makalalag, and Supardi Manurung. 2019. “Proses Pengolahan Arang Tempurung Kelapa Menggunakan Tungku Pembakaran

Termodifikasi.” *Jurnal Penelitian Teknologi Industri* 11(2)83–92.

Wahyu, Ramdani Lalu Mochamad. 2019. “Pengaruh Penggunaan Batok Kelapa Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Agregat Kasar Terhadap Sifat Mekanik Beton Diajukan.” *Skripsi* 1–10

# LAMPIRAN

**LAPORAN PENGUJIAN KUAT TARIK BELAH BETON  
SNI 03-2491-2014**

Nilai Kuat Tarik Belah Beton Normal (BN).

No	Identitas Benda Uji	Tanggal		Umur Beton (Hari)	L (mm)	D (mm)	Berat Benda Uji (Kg)	Beban Tekan (N)	Kuat Tarik Belah (MPa)
		Cetak	Uji						
1	SAMPEL 1	10-Apr-23	08-May-23	28	300	150	12,712	254000	3,60
2	SAMPEL 2	10-Apr-23	08-May-23	28	300	150	12,765	246000	3,48
3	SAMPEL 3	10-Apr-23	08-May-23	28	300	150	12,593	244000	3,45
Kuat Tarik Belah Beton Rata-Rata									3,51

Nilai Kuat Tarik Belah Beton Tempurung Kelapa 1,5% (BTK 1).

No	Identitas Benda Uji	Tanggal		Umur Beton (Hari)	L (mm)	D (mm)	Berat Benda Uji (Kg)	Beban Tekan (N)	Kuat Tarik Belah (MPa)
		Cetak	Uji						
1	SAMPEL 1	11-Apr-23	09-May-23	28	300	150	12,713	237000	3,35
2	SAMPEL 2	11-Apr-23	09-May-23	28	300	150	12,647	223000	3,16
3	SAMPEL 3	11-Apr-23	09-May-23	28	300	150	12,704	224500	3,18
Kuat Tarik Belah Beton Rata-Rata									3,23

Nilai Kuat Tarik Belah Beton Tempurung Kelapa 1,7% (BTK 2).

No	Identitas Benda Uji	Tanggal		Umur Beton (Hari)	L (mm)	D (mm)	Berat Benda Uji (Kg)	Beban Tekan (N)	Kuat Tarik Belah (MPa)
		Cetak	Uji						
1	SAMPEL 1	12-Apr-23	10-May-23	28	300	150	12,649	234000	3,31
2	SAMPEL 2	12-Apr-23	10-May-23	28	300	150	12,621	223000	3,16
3	SAMPEL 3	12-Apr-23	10-May-23	28	300	150	12,618	219000	3,10
Kuat Tarik Belah Beton Rata-Rata									3,19

Nilai Kuat Tarik Belah Beton Tempurung Kelapa 1,9% (BTK 3).

No	Identitas Benda Uji	Tanggal		Umur Beton (Hari)	L (mm)	D (mm)	Berat Benda Uji (Kg)	Beban Tekan (N)	Kuat Tarik Belah (MPa)
		Cetak	Uji						
1	SAMPEL 1	13-Apr-23	11-May-23	28	300	150	12,665	224000	3,17
2	SAMPEL 2	13-Apr-23	11-May-23	28	300	150	12,558	199000	2,82
3	SAMPEL 3	13-Apr-23	11-May-23	28	300	150	12,592	203000	2,87
Kuat Tarik Belah Beton Rata-Rata									2,95

Nilai Kuat Tarik Belah Beton Tempurung Kelapa 1,5% + *Sikament-NN* 2,3% (BTKS 1).

No	Identitas Benda Uji	Tanggal		Umur Beton (Hari)	L (mm)	D (mm)	Berat Benda Uji (Kg)	Beban Tekan (N)	Kuat Tarik Belah (MPa)
		Cetak	Uji						
1	SAMPEL 1	17-May-23	14-June-23	28	300	150	12,718	308100	4,36
2	SAMPEL 2	17-May-23	14-June-23	28	300	150	12,577	289900	4,10
3	SAMPEL 3	17-May-23	14-June-23	28	300	150	12,688	291850	4,13
Kuat Tarik Belah Beton Rata-Rata									4,20

Nilai Kuat Tarik Belah Beton Tempurung Kelapa 1,7% + *Sikament-NN* 2,3% (BTKS 2).

No	Identitas Benda Uji	Tanggal		Umur Beton (Hari)	L (mm)	D (mm)	Berat Benda Uji (Kg)	Beban Tekan (N)	Kuat Tarik Belah (MPa)
		Cetak	Uji						
1	SAMPEL 1	17-May-23	14-June-23	28	300	150	12,710	304200	4,31
2	SAMPEL 2	17-May-23	14-June-23	28	300	150	12,559	289900	4,10
3	SAMPEL 3	17-May-23	14-June-23	28	300	150	12,661	284700	4,03
Kuat Tarik Belah Beton Rata-Rata									4,15

Nilai Kuat Tarik Belah Beton Tempurung Kelapa 1,9% + *Sikament-NN* 2,3% (BTKS 3).

No	Identitas Benda Uji	Tanggal		Umur Beton (Hari)	L (mm)	D (mm)	Berat Benda Uji (Kg)	Beban Tekan (N)	Kuat Tarik Belah (MPa)
		Cetak	Uji						
1	SAMPEL 1	18-May-23	15-June-23	28	300	150	12,621	291200	4,12
2	SAMPEL 2	18-May-23	15-June-23	28	300	150	12,583	258700	3,66
3	SAMPEL 3	18-May-23	15-June-23	28	300	150	12,634	263900	3,74
Kuat Tarik Belah Beton Rata-Rata									3,84



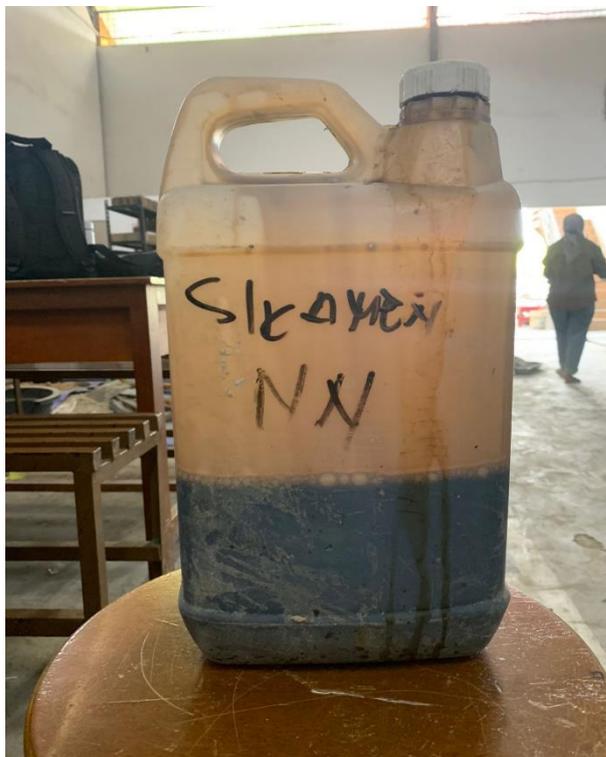
Gambar Lampiran- 1: Semen.



Gambar Lampiran- 2: Agregat kasar.



Gambar Lampiran- 3: Agregat halus.



Gambar Lampiran- 4: Sikament-NN.



Gambar Lampiran- 5: Air.



Gambar Lampiran- 6: Tempurung kelapa.



Gambar Lampiran- 7: Saringan agregat halus.



Gambar Lampiran- 8: Saringan agregat kasar.



Gambar Lampiran- 9: Timbangan digital.



Gambar Lampiran- 10: Oven.



Gambar Lampiran- 11: Plastik.



Gambar Lampiran- 12: Pan.



Gambar Lampiran- 13: Ember.



Gambar Lampiran- 14: Satu set alat slump test.



Gambar Lampiran- 15: Skop tangan.



Gambar Lampiran- 16: Sendok semen.



Gambar Lampiran- 17: Tabung ukur.



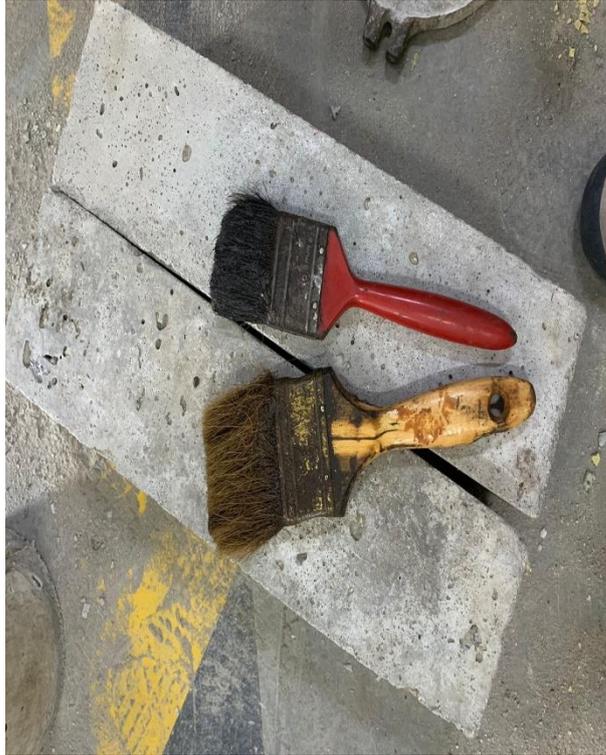
Gambar Lampiran- 18: Sarung tangan.



Gambar Lampiran- 19: Cetakan Silinder.



Gambar Lampiran- 20: Pelumas.



Gambar Lampiran- 21: Kuas.



Gambar Lampiran- 22: Palu Karet.



Gambar Lampiran- 23: Mesin pengaduk semen (Mixer).



Gambar Lampiran- 24: Bak perendaman.



Gambar Lampiran- 25: Compression machine test.



Gambar Lampiran- 26: Pengolahan tempurung kelapa.



Gambar Lampiran- 27: Pengujian analisa saringan.



Gambar Lampiran- 28: Pengujian berat jenis dan penyerapan air.



Gambar Lampiran- 29: Penimbangan bahan.



Gambar Lampiran- 30: Pembuatan beton.



Gambar Lampiran- 31: Slump test.



Gambar Lampiran- 32: Pembuatan benda uji.



Gambar Lampiran- 33: Proses perendaman.



Gambar Lampiran- 34: Membawa benda uji ke lab beton USU.



Gambar Lampiran- 35: Pengujian kuat tarik belah.



Gambar Lampiran- 36: Alat bantu perata beban (Keranjang beton).



Gambar Lampiran- 37: Silinder yang telah diuji.

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### INFORMASI PRIBADI

Nama Lengkap : Indra Giasaputra  
Nama Panggilan : Indra  
TeMPat, Tanggal Lahir : Medan, 30 November 2000  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Alamat : Jl. Purwosari No.20  
Agama : Islam  
Nama Orang Tua  
Ayah : Bahagia Pandia  
Ibu : Ratna Damayanti  
No. HP : 081265283300  
E-mail : [indragiasaputra20@gmail.com](mailto:indragiasaputra20@gmail.com)

### RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1907210076  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muctar Basri No.3 Medan 20238

### PENDIDIKAN FORMAL

Tingkat Pendidikan	Nama dan TeMPat	Tahun Kelulusan
Sekolah Dasar	SD N 060873 MEDAN	2013
Sekolah Menengah Pertama	SMP N 24 MEDAN	2016
Sekolah Menengah Atas	SMK N 5 MEDAN	2019