

**TUGAS AKHIR**

**PEMANFAATAN ABU BATOK KELAPA SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR  
PADA CAMPURAN BETON DENGAN BAHAN TAMBAH  
SIKAMENT NN DITINJAU DARI KUAT  
TEKAN BETON  
(Studi Penelitian)**

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

**Disusun Oleh:**

**MUHAMMAD MULYADHI**

**1707210135**



**UMSU**  
Unggul | Cerdas | Terpercaya

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2021



FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

Jl. Kapten Muchtar Basri No.3 Medan 20238 (061) 6622400  
Website: <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail: [fatek@umsu.ac.id](mailto:fatek@umsu.ac.id)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Mulyadhi  
Npm : 1707210135  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Pemanfaatan Abu Batok Kelapa Sebagai Substitusi Pasir Pada Campuran Beton Dengan Bahan Tambah *Sikament NN* Di Tinjau Dari Kuat Tekan Beton (Studi Penelitian)  
Bidang Ilmu : Struktur

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPADA  
PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, 9 September 2021

Dosen Pembimbing

Assoc Prof Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T, M.Sc

Unggul | Cerdas | Terpercaya



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

Jl. Kapten Muchtar Basri No.3 Medan 20238 (061) 6622400  
Website: <http://fatek.umsu.ac.id> E-mail: [fatek@umsu.ac.id](mailto:fatek@umsu.ac.id)

**HALAMAN PENGESAHAN**

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Mulyadhi  
NPM : 1707210135  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Pemanfaatan Abu Batok Kelapa Sebagai Substitusi Pasir  
Pada Campuran Beton Dengan Bahan Tambah *Sikament NN*  
Di Tinjau Dari Kuat Tekan Beton (Studi Penelitian)  
Bidang Ilmu : Struktur

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

Medan, 9 September 2021

Mengetahui dan menyetujui:  
Dosen Pembimbing

Assoc Prof Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc

Dosen Pembanding I

Dr. Fetra Venny Riza

Dosen Pembanding II

Sri Prafanti, S.T., M.T

Ketua Prodi Teknik Sipil

Assoc Prof Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Muhammad Mulyadhi  
Tempat /Tanggal Lahir : Sibuhuan, 09 September 1999  
NPM : 1707210135  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil

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

“Pemanfaatan Abu Batok Kelapa Sebagai Substitusi Pasir Pada Campuran Beton Dengan Bahan Tambah *Sikament NN* Ditinjau Dari Kuat Tekan Beton (Studi Penelitian)”

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

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

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

Medan, 9 September 2021  
Saya Yang Menyatakan



Muhammad Mulyadhi

## ABSTRAK

### PEMANFAATAN ABU BATOK KELAPA SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR PADA CAMPURAN BETON DENGAN BAHAN TAMBAH *SIKAMENT NN* DI TINJAU DARI KUAT TEKAN BETON (STUDI PENELITIAN)

Muhammad Mulyadhi

1707210135

Assoc Prof Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T, M.Sc

Sumber daya alam di negara kita tersedia cukup melimpah, namun tidak bisa dikatakan tak terbatas, pemanfaatan sumber daya alam haruslah diusahakan sehingga mencapai daya guna dan tepat guna yang sebesar-besarnya. Tempurung kelapa merupakan limbah (sisa pengolahan) dari rumah tangga atau industri yang menggunakan kelapa sebagai bahan utama. *Sikament NN* adalah bahan campuran yang berfungsi zat *additive* untuk mengurangi kadar air dan untuk mempercepat pengerasan beton dan kekecekannya tinggi, campuran semen terkonsentrasi yang dirancang khusus untuk meningkatkan mutu dan kekuatan suatu bangunan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh dari penambahan abu batok kelapa sebagai substitusi pasir dan *Sikament NN* terhadap nilai kuat tekan beton. Dengan variasi penambahan abu batok kelapa BN, 0%, 5%, 10%, 15% dari berat pasir dan *Sikament NN* sebesar 0,8% dari berat semen. Sampel pengujian beton yang digunakan adalah silinder dengan ukuran 15 x 30 cm<sup>3</sup> sebanyak 15 benda uji. Pengujian dilakukan dengan menguji tentang pengaruh penambahan abu batok kelapa terhadap nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari. Nilai rata-rata kuat tekan beton yang diperoleh sesuai dengan variasi adalah BN (31,33 MPa), 0% (38,12 MPa), 5% (29,25 MPa), 10% (25,29 MPa), 15% (22,46 MPa). Nilai rata-rata kuat tekan beton optimum diperoleh pada variasi abu batok kelapa 0%. Semakin banyak persentasi abu batok kelapa yang dimasukkan pada campuran beton, maka semakin rendah nilai kuat tekan beton yang dihasilkan dan hasil *slump test* rata-rata menunjukkan penurunan adukan beton diakibatkan karena abu batok kelapa cukup banyak menyerap air.

Kata Kunci: Abu Tempurung Kelapa, *Sikament NN*, Kuat Tekan Beton, *Slump test*

## **ABSTRACT**

### **THE UTILIZATION OF COCONUT ASH AS A SUBSTITUTION OF SAND IN CONCRETE MIXED WITH SIKAMENT NN ADDITIONAL MATERIALS IN VIEW OF THE STRONG PRESS OF CONCRETE (RESEARCH STUDY)**

Muhammad Mulyadhi

1707210135

Assoc Prof Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T, M.Sc

*Natural resources in our country are quite abundant, but cannot be said to be limited, the use of natural resources must be sought to achieve maximum usability and use. Coconut shell is waste (remaining processing) from households or industries that use coconut as the main ingredient. Sikament NN is a mixture that functions as an additive to reduce water content and to accelerate the hardening of concrete and cement mixtures that are specially designed to improve the quality and strength of a building. This study aims to study the effect of adding coconut shell ash as a substitute for sand and Sikament NN on the compressive strength of concrete. With variations in the addition of coconut shell ash BN, 0%, 5%, 10%, 15% of the weight of sand and Sikament NN of 0.8% of the weight of cement. The concrete test sample used was a cylinder with a size of 15 x 30 cm<sup>3</sup> as many as 15 test objects. The test was conducted by examining the effect of increasing coconut shell ash on the compressive strength of concrete at the age of 28 days. The average compressive strength of concrete obtained according to the variation is BN (31,33 MPa), 0% (38,12 MPa), 5% (29,25 MPa), 10% (25,29 MPa), 15% (22,46 MPa). The average value of the optimal compressive strength of concrete is obtained at 0% coconut shell ash variation. The higher the percentage of coconut shell ash that is added to the concrete mixture, the lower the value of the compressive strength of the resulting concrete and the average slump test results show a decrease in the concrete mix due to the coconut shell ash absorbing quite a lot of water.*

*Keywords: Coconut Shell Ash, Sikament NN, Concrete Compressive Strength,  
Slump test*

## KATA PENGANTAR

**Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh**

Puji syukur penulis ucapkan kepada ALLAH SWT berkat dan rahmatnya penulis dapat menyelesaikan skripsi penelitian pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Judul dari skripsi ini adalah **“Pemanfaatan Abu Batok Kelapa Sebagai Substitusi Pasir Pada Campuran Beton Dengan Bahan Tambah *Sikament NN* Ditinjau Dari kuat Tekan Beton (Studi Penelitian)”**.

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

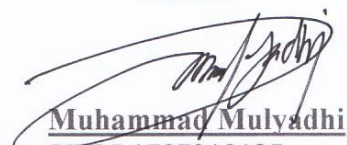
1. Bapak Assoc Prof Dr. Fahrizal Zulkarnain, Selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Ibu Dr. Fetra Venny Riza, Selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ibu Sri Prafanti, S.T., M.T, Selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar S.T., M.T, Selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

5. Ibu Rizki Efrida, S.T, M.T, selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil 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 Ayahanda tercinta Iskandar Arda dan Ibunda tercinta Farida Husni yang telah bersusah payah membesarkan dan memberikan kasih sayang yang tidak ternilai kepada penulis.
9. Rekan-rekan seperjuangan Teknik Sipil terutama Rahmatsyah Hendri, Tondi Mulia Raja, Dicki Juwanda, Ardi Fatahilla, Bustanul Kamil, Ferdian Dinni, Syahid Muammar dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.

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

Medan, 9 September 2021

Penulis

  
**Muhammad Mulyadhi**  
**NPM.1707210135**



## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN KEASLIAAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
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	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Beton	5
2.2 Abu Tempurung Kelapa	5
2.3 <i>Sikament NN</i>	9
2.4 Kuat Tekan Beton	10
BAB 3 METODE PENELITIAN	11
3.1 Tinjauan Umum	12
3.1.1 Tahapan Penelitian	12
3.2 Sumber Data Dan Teknik Pengambilan	14
3.2.1 Data Primer	14
3.2.2 Data Sekunder	14
3.2.3 Tempat Dan Waktu Penelitian	14
3.3 Instrumen Penelitian	15

3.3.1 Benda Uji	15
3.3.2 Bahan Pembuatan Benda Uji	16
3.3.3 Alat Pembuatan Benda Uji	19
3.3.4 Alat Pendukung	19
3.4 Langkah – Langkah Pemeriksaan Bahan	20
3.4.1 Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus (Pasir)	20
3.4.2 Analisa Gradasi Agregat Halus (pasir)	21
3.4.3 Kadar Lumpur Agregat Halus (Pasir)	22
3.4.4 Berat Isi Agregat Halus (Pasir)	22
3.4.5 Kadar Air Agregat Halus (Pasir)	24
3.4.6 Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar (Batu Pecah)	24
3.4.7 Analisa Gradasi Agregat Kasar (Batu Pecah)	25
3.4.8 Berat Isi Agregat Kasar (Batu Pecah)	26
3.4.9 Kadar Air Agregat Kasar (Batu Pecah)	27
3.4.10 Kadar Lumpur Agregat Kasar (Batu Pecah)	27
3.5 Pembuatan Abu Batok Kelapa	28
3.6 Perencanaan Campuran Beton	29
3.7 Pembuatan Benda Uji	39
3.8 Pemeriksaan <i>Slump Test</i>	40
3.9 Pengujian Kuat Tekan	41
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	42
4.1 Tinjauan Umum	42
4.2 Hasil Pemeriksaaan Bahan Penyusun Beton	42
4.2.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus	42
4.2.2 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar	47
4.3 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Abu Batok Kelapa	52
4.4 Perencanaan Campuran Beton	53
4.5 Kebutuhan Bahan	58
4.6 Pengujian <i>Slump Test</i>	59
4.7 Berat Isi Beton	60
4.8 Pengujian Kuat Tekan Beton	62
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	68

5.1 Kesimpulan	68
5.2 Saran	69
DAFTAR PUSTAKA	70
LAMPIRAN	73

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Persentase Kandungan Kimia Tempurung Kelapa	6
Tabel 2.2.	Daftar Hasil Penelitian Batok kelapa yang Telah Dilakukan	7
Tabel 2.3.	Daftar Hasil Penelitian Terdahulu Menggunakan <i>Sikament NN</i>	10
Tabel 3.1.	Komposisi campuran benda uji dan kode benda uji	15
Tabel 3.2.	Peralatan pembuatan benda uji	19
Tabel 3.3.	Alat pendukung pembuatan benda uji	19
Tabel 3.4.	Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji	30
Tabel 3.5.	Perkiraan kekuatan tekan (MPa) beton dengan faktor air semen dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia	31
Tabel 3.6.	Perkiraan kadar air bebas ( $\text{kg/m}^3$ ) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton	34
Tabel 3.7.	Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus	35
Tabel 4.1.	Hasil Pengujian Analisa Agregat Halus	42
Tabel 4.2.	Daerah Gradasi Agregat Halus	43
Tabel 4.3.	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus	45
Tabel 4.4.	Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus	46
Tabel 4.5.	Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus	46
Tabel 4.6.	Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus	47
Tabel 4.7.	Hasil Pengujian Analisa Agregat Kasar	48
Tabel 4.8.	Batas Gradasi Agregat Kasar	49
Tabel 4.9.	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar	50
Tabel 4.10.	Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar	51
Tabel 4.11.	Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Kasar	51
Tabel 4.12.	Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar	52
Tabel 4.13.	Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Abu Batok Kelapa	52
Tabel 4.14.	Rekapitulasi Perencanaan Campuran Beton ( <i>Mix design</i> )	57
Tabel 4.15.	Kebutuhan Bahan Berbagai Variasi Campuran	58
Tabel 4.16.	Hasil Pengujian <i>Slump</i>	59
Tabel 4.17.	Hasil Pengujian Berat Isi Beton	60



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Pembakaran Tempurung Kelapa	6
Gambar 2.2. <i>Sikament NN</i>	9
Gambar 3.1. <i>Flowchart</i> tahapan penelitian	11
Gambar 3.2. Semen Tipe 1	16
Gambar 3.3. Agregat Kasar	16
Gambar 3.4. Agregat Halus	17
Gambar 3.5. Air	17
Gambar 3.6. Abu Batok Kelapa	18
Gambar 3.7. <i>Sikament NN</i>	18
Gambar 3.8. Proses Pembakaran Batok Kelapa	29
Gambar 3.9. Grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm, tinggi 300 mm)	32
Gambar 3.10. Batas gradasi pasir (sedang) No. 2	36
Gambar 3.11. Batas gradasi kerikil atau koral ukuran maksimum 20 mm	36
Gambar 3.12. Persen pasir terhadap kadar total agregat yang di anjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm	37
Gambar 3.13. Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton	38
Gambar 4.1. Grafik Analisa Agregat Halus	44
Gambar 4.2. Grafik Analisa Agregat Kasar	49
Gambar 4.3. Grafik <i>Slump Test</i>	59
Gambar 4.4. Grafik Nilai Kuat Tekan Beton Semua Variasi	66
Gambar 4.5. Grafik Nilai Kuat Tekan Beton Rata-Rata	66

## DAFTAR NOTASI

$A$	= Luas Penampang
$B_j$	= Berat Jenis
$FM$	= Modulus Kehalusan
$f'c$	= Kuat Tekan
$n$	= Jumlah Benda Uji
$P$	= Beban Tekan
$t$	= Tinggi Benda Uji
$V$	= Volume
$W$	= Berat
$\Theta$	= Diameter
$M$	= Nilai Tambah
$S_r$	= Standar Rencana
$Wh$	= Perkiraan Jumlah Air Untuk Agregat Halus
$Wk$	= Perkiraan Jumlah Air Untuk Agregat Kasar
$B$	= Jumlah Air
$C$	= Agregat Halus
$D$	= Agregat Kasar
$Ca$	= Absorpsi Air Pada Agregat Halus
$Da$	= Absorpsi Agregat Kasar
$Ck$	= Kandungan Air Dalam Agregat Halus
$Dk$	= Kandungan Air Dalam Agregat Kasar
$BN$	= Beton Normal
$BA-0$	= Beton Campuran Abu Batok Kelapa 0% dan <i>Sikament NN</i> 0,8%
$BA-5$	= Beton Campuran Abu Batok Kelapa 5% dan <i>Sikament NN</i> 0,8%
$BA-10$	= Beton Campuran Abu Batok Kelapa 10% dan <i>Sikament NN</i> 0,8%
$BA-15$	= Beton Campuran Abu Batok Kelapa 15% dan <i>Sikament NN</i> 0,8%

## DAFTAR LAMPIRAN

Gambar L-1. <i>Compressing Test Machine</i>	74
Gambar L-2. Saringan Agregat Kasar	74
Gambar L-3. Saringan Agregat Halus	75
Gambar L-4. Cetakan Silinder	75
Gambar L-5. Oven	76
Gambar L-6. Gelas Ukur	76
Gambar L-7. Kerucut Abrams	77
Gambar L-8. <i>Mixer</i> Beton	77
Gambar L-9. Timbangan	78
Gambar L-10. Tongkat Penumbuk	78
Gambar L-11. Bak Perendaman	79
Gambar L-12. Ember	79
Gambar L-13. Sendok semen dan sekop tangan	80
Gambar L-14. Penggaris	80
Gambar L-15. Skrap	81
Gambar L-16. Proses Pembuatan Adukan Beton	81
Gambar L-17. Proses Pengujian <i>Slump Test</i>	82
Gambar L-18. Perojokan Adukan Beton di Cetakan	82
Gambar L-19. Perendaman Benda Uji	83
Gambar L-20. BN	83
Gambar L-21. BA0	84
Gambar L-22. BA5	84
Gambar L-23. BA10	85
Gambar L-24. BA15	85
Gambar L-25. Pengujian Kuat Tekan Beton BN	86
Gambar L-26. Pengujian Kuat Tekan Beton BA0	86
Gambar L-27. Pengujian Kuat Tekan Beton BA5	87
Gambar L-28. Pengujian Kuat Tekan Beton BA10	87
Gambar L-29. Pengujian Kuat Tekan Beton BA15	88





# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Sumber daya alam di negara kita tersedia cukup melimpah, namun tidak bisa dikatakan tak terbatas, pemanfaatan sumber daya alam haruslah diusahakan sehingga mencapai daya guna dan tepat guna yang sebesar-besarnya. Dalam sejarah selalu menuntut untuk meningkatkan pembangunan sarana dan prasarana yang dianggap vital oleh suatu negara, misalnya pembangunan perumahan, perkantoran ataupun untuk pendidikan, guna mencapai peningkatan dan pemerataan kesejahteraan serta kemakmuran masyarakat, bangsa dan negara. Suatu kreatifitas dalam menciptakan kreasi konstruksi dengan melakukan rekayasa - rekayasa konstruksi yang bersifat sederhana. Namun dalam rekayasa konstruksi ini harus diperhatikan juga bagaimana tingkat keamanan dan kelayakan dari rekayasa tersebut (Riyanto et al., 2018).

Indonesia dikenal sebagai negara yang kaya akan sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan. Kekayaan alam Indonesia dipenuhi dengan berbagai jenis tumbuhan, salah satunya adalah kelapa, di mana buahnya biasa digunakan untuk bahan makanan dan tempurungnya untuk pembakaran. Berdasarkan data dari Kementerian Pertanian Indonesia, produktivitas kelapa di Indonesia sebanyak 2.920.665 pada tahun 2015 (Elnov et al., 2018). Produktivitas yang tinggi menempatkan Indonesia sebagai negara dengan penghasil kelapa terbanyak di dunia. Kebutuhan kelapa yang terus meningkat akan menghasilkan sisa tempurung kelapa yang semakin banyak dan akhirnya menjadi limbah sampah. Limbah tempurung kelapa dapat dijadikan bahan *recycle* untuk dikembangkan dalam pembuatan beton. Pemilihan tempurung kelapa sebagai bahan campuran beton dikarenakan strukturnya yang keras. Kekuatan yang dimiliki tempurung kelapa diharapkan dapat mempertahankan atau bahkan meningkatkan nilai kuat tekan beton normal. Selain itu, penggunaan pecahan tempurung kelapa juga untuk meninjau nilai absorpsi yang ditimbulkannya (Elnov et al., 2018).

*Sikament NN* adalah bahan campuran yang berfungsi zat *additive* untuk mengurangi kadar air dan untuk mempercepat pengerasan beton dan kekecekkannya tinggi, campuran semen terkonsentrasi yang dirancang khusus untuk meningkatkan mutu dan kekuatan suatu bangunan (*Additive Sikament NN Dan Zat Foam Agent ( Busa )*, 2020).

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang diambil pada penelitian ini adalah:

- 1 Apakah penambahan abu batok kelapa mempengaruhi *workability* pada beton segar ?
- 2 Bagaimana pengaruh penambahan abu batok kelapa terhadap kekuatan beton ?
- 3 Bagaimana pengaruh penambahan *Sikament NN* terhadap kekuatan beton ?

## 1.3 Ruang Lingkup

Karena luasnya permasalahan, penulis merasa perlu untuk membatasi masalah yang akan dibahas dalam tugas akhir ini, mengingat keterbatasan waktu, tempat, kemampuan dan pengalaman.

Adapun hal-hal yang akan dibatasi dalam tugas sarjana ini adalah sebagai berikut:

1. Metode perhitungan menggunakan (SNI1974-2011, 2011) “Metode Uji Kekuatan Tekan Beton Silinder”
2. Metode perencanaan campuran adukan beton menggunakan (SNI 03-2834-2000, 2000b) “Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal”
3. Penelitian ini membandingkan kuat tekan beton yang menggunakan bahan tambah *Sikament NN* dan abu batok kelapa sebagai pengganti sebagian agregat halus dengan kuat tekan beton yang tidak menggunakan abu batok kelapa.
4. Abu batok kelapa sebagai bahan tambah berasal dari sisa limbah pertanian dan persentase variasi sebesar 0%, 5%, 10%, dan 15% dengan penambahan *Sikament NN* sebesar 0,8%.

5. Penelitian menggunakan benda uji yang berupa silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, dengan sampel 15 buah beton dan 5 (lima) variasi yang masing-masing variasi berjumlah 3 sampel.
6. Pengujian dilaksanakan pada umur 28 hari setelah perendaman beton.
7. Bahan pembuat beton: *Portland Cement* type I, agregat halus dari Binjai, agregat kasar yang digunakan dari Binjai, air yang digunakan dari laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Penelitian dilakukan di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Komposisi campuran benda uji dan kode benda uji.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

- 1 Untuk mengetahui nilai *slump test* dari penggantian sebagian agregat halus dengan abu batok kelapa bersamaan penambahan *Sikament NN*.
- 2 Mengetahui besarnya peningkatan kuat tekan beton dengan penambahan *Sikament NN* dan penggantian agregat halus dengan abu batok kelapa.
- 3 Untuk mengetahui nilai kekuatan beton segar terhadap penambahan *Sikament NN*.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat yang diharapkan penulis adalah:

- 1 Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dan memberikan informasi yang jelas bagi pengembangan ilmu teknologi beton dan pengaruh yang terjadi akibat penambahan zat adiktif jenis *Sikament NN* dan penggantian agregat halus dengan abu batok kelapa terhadap campuran beton.
- 2 Memberikan informasi dengan perbandingan mutu beton dari variasi sampel beton dengan penambahan *Sikament NN*.

## **1.6 Sistematika penulisan**

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis membagi materi yang akan disampaikan dalam beberapa bab yaitu:

### **BAB 1 Pendahuluan**

Membahas tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

### **BAB 2 Tinjauan Pustaka**

Membahas hal-hal berupa teori yang berhubungan dengan judul tugas akhir dan metode-metode perhitungan yang digunakan.

### **BAB 3 Metodologi Penelitian**

Bagian ini menerangkan tentang tempat dan waktu penelitian, sumber data, teknik pengumpulan data dan metode analisis data.

### **BAB 4 Hasil dan Pembahasan**

Merupakan hasil penelitian dan pembahasan singkat mengenai hasil penelitian yang digunakan untuk memecahkan masalah dan menarik kesimpulan.

### **BAB 5 Kesimpulan dan Saran**

Dari pembahasan dan analisa data yang telah didapat, penulis dapat memberikan kesimpulan dan saran yang berkaitan dengan judul tugas akhir ini.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Beton**

Beton adalah campuran antara semen *Portland* atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat. Beton merupakan fungsi dari bahan penyusunnya yang terdiri dari bahan semen hidrolis (*portland cement*), agregat kasar, agregat halus, air dan bahan tambah (*admixture* atau *additive*) (Wijaya, Handrian & Zulkarnain, 2020).

#### **2.2 Abu 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 (Akbar et al., 2014).

Tempurung merupakan lapisan keras yang terdiri dari lignin, selulosa, metoksil, dan berbagai mineral. Kandungan bahan-bahan tersebut beragam sesuai dengan jenis kelapanya. Struktur yang keras disebabkan oleh silikat ( $\text{SiO}_2$ ) yang cukup tinggi pada tempurung. Berat tempurung sekitar 15%~19% dari berat keseluruhan buah kelapa (Prayogi, 2021). Tempurung kelapa dapat dibakar langsung sebagai kayu bakar atau diolah menjadi arang. Arang batok kelapa dapat digunakan sebagai kayu bakar biasa atau diolah menjadi arang aktif yang diperlukan oleh berbagai industri pengolahan. Arang tempurung kelapa adalah produk yang diperoleh dari pembakaran tidak sempurna terhadap tempurung kelapa. Pembakaran tidak sempurna terhadap tempurung kelapa akan menyebabkan senyawa karbon kompleks tidak teroksidasi menjadi karbon dioksida. Peristiwa tersebut disebut sebagai pirolisis. Pada saat pirolisis, energi panas mendorong terjadinya oksidasi sehingga sebagian besar molekul karbon yang kompleks terurai menjadi karbon atau arang. Pirolisis untuk pembentukan arang terjadi pada temperature 150-3000 °C (Prayogi, 2021). Pembentukan arang tersebut disebut sebagai pirolisis primer.

Arang dapat mengalami perubahan lebih lanjut menjadi karbon monoksida, gas hidrogen dan gas-gas hidrokarbon. Peristiwa ini disebut pirolisis skunder. Makin rendah kadar abu, air dan zat yang menguap maka makin tinggi pula kadar *fixed* karbonnya dan mutu arang tersebut akan semakin tinggi (Prayogi, 2021).

Berikut kandungan yang terdapat pada arang tempurung, yaitu:

1. *Volatile*: 10,60 %
2. Karbon: 76,32 %
3. Abu: 13,08 %

(Prayogi, 2021).

Abu yang dimaksudkan ialah abu yang telah hancur dan tidak digunakan (Prayogi, 2021).



Gambar 2.1 Pembakaran Tempurung Kelapa

Tabel 2.1 Persentase Kandungan Kimia Tempurung Kelapa

KOMPONEN	PERSENTASE
Selulosa	26,6 %
Hemiselulosa	27,7 %
Lignin	29,4 %
Abu	0,6 %
Komponen ekstraktif	4,2 %
Uronat anhidrat Nitrogen	3,5 %
Nitrogen	0,1 %
Air	8,0 %

Sumber: (Mukhlis Iwan Mustaqim, Juli Marliansyah, 2017)

Hasil penelitian (Riyanto et al., 2018) melakukan penelitian dengan variasi arang batok kelapa 0%, 7,5%, 10% dan 12,5% terhadap agregat halus (pasir) umur 3, 7 dan 14 hari. Lalu (Asrullah, 2019) melakukan penelitian dengan variasi tempurung kelapa 2,5%, 5% dan 7,5% dari berat agregat kasar penambahan sika *concrete repair* mortar sebesar 2,5%, 5%, 7,5 dari berat semen umur 3, 14, 21, 28. Selanjutnya (Mukhlis Iwan Mustaqim, Juli Marliansyah, 2017) melakukan penelitian dengan variasi abu tempurung kelapa 0 %, 5 %, 10 %, 15 %, dan 20 % dari berat semen rata-rata umur 14 hari. Selanjutnya (Suriansyah, Ahmad, 2016) melakukan penelitian dengan variasi tempurung kelapa 5%, 15%, 25% dari berat agregat kasar dengan umur kuat tekan beton adalah 28 hari. Kemudian (Bobby N, Zulkarnain F, 2020) melakukan penelitian dengan variasi abu batang pisang sebesar 4%, 5%, dan 6% dari berat semen, dan sikacim *concrete additive* yang digunakan sebesar 0,6% dari berat semen dengan umur 28 hari. Dan (Fani Surya Rizki, Zulkarnain F, 2020) melakukan penelitian dengan variasi serbuk kayu sebesar 5%, 7%, dan 10% dari berat agregat halus dan *am 78* sebesar 0,8% dari berat semen dengan umur 28 hari. Hasil kuat tekan dari para peneliti dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut.

Tabel 2.2 Daftar Hasil Penelitian Batok kelapa yang Telah Dilakukan

No	Nama, Tahun	Bahan/Cara	Persentase	Kuat Tekan	Umur
1	(Riyanto et al., 2018)	Arang batok kelapa	0 % terhadap agregat halus	390.57 (Kg/cm <sup>2</sup> )	3
				298.58 (Kg/cm <sup>2</sup> )	7
				254.21 (Kg/cm <sup>2</sup> )	14
			7,5 % terhadap agregat halus	410.77 (Kg/cm <sup>2</sup> )	3
				335,04 (Kg/cm <sup>2</sup> )	7
				274.11 (Kg/cm <sup>2</sup> )	14
			10 % terhadap agregat halus	393.94 (Kg/cm <sup>2</sup> )	3
				335.04 (Kg/cm <sup>2</sup> )	7
				269.36 (Kg/cm <sup>2</sup> )	14
			12,5 % terhadap agregat halus	367.00 (Kg/cm <sup>2</sup> )	3
				294.02 (Kg/cm <sup>2</sup> )	7



				254,21 (Kg/cm <sup>2</sup> )	14
2	(Asrullah, 2019)	Tempurung kelapa	2,5% dari berat agregat kasar	144,21 (Kg/cm <sup>2</sup> )	3
				199,32 (Kg/cm <sup>2</sup> )	14
				249,30 (Kg/cm <sup>2</sup> )	21
				267,87 (Kg/cm <sup>2</sup> )	28
			5% dari berat agregat kasar	124,03 (Kg/cm <sup>2</sup> )	3
				178,36 (Kg/cm <sup>2</sup> )	14
				212,82 (Kg/cm <sup>2</sup> )	21
			7,5% dari berat agregat kasar	244,07 (Kg/cm <sup>2</sup> )	28
				107,71 (Kg/cm <sup>2</sup> )	3
				144,96 (Kg/cm <sup>2</sup> )	14
200,35 (Kg/cm <sup>2</sup> )	21				
			219,13 (Kg/cm <sup>2</sup> )	28	
3	(Mukhlis Iwan Mustaqim, Juli Marliansyah, 2017)	Abu tempurung kelapa	0% dari berat semen	101,00 (Kg/cm <sup>2</sup> )	14
			5% dari berat semen	113,00 (Kg/cm <sup>2</sup> )	14
			10% dari berat semen	108,00 (Kg/cm <sup>2</sup> )	14
			15% dari berat semen	86,00 (Kg/cm <sup>2</sup> )	14
			20% dari berat semen	81,00 (Kg/cm <sup>2</sup> )	14
4	(Suriansyah, Ahmad, 2016)	Tempurung kelapa	0% dari berat agregat kasar	211 (Kg/cm <sup>2</sup> )	28
			5% dari berat agregat kasar	209,5 (Kg/cm <sup>2</sup> )	28
			15% dari berat agregat kasar	175,3 (Kg/cm <sup>2</sup> )	28
			25% dari berat agregat kasar	170,2 (Kg/cm <sup>2</sup> )	28
5	(Bobby N, Zulkarnain F, 2020)	Abu batang pisang	4% dari berat semen	278,5 (Kg/cm <sup>2</sup> )	28
			5% dari berat semen	288,5 (Kg/cm <sup>2</sup> )	28

			6% dari berat semen	307,4 (Kg/cm <sup>2</sup> )	28
6	(Fani Surya Rizki, Zulkarnain F, 2020)	Serbuk kayu	5% dari berat agregat halus	2088,9 (Kg/cm <sup>2</sup> )	28
			7% dari berat agregat halus	2711,1 (Kg/cm <sup>2</sup> )	28
			10% dari berat agregat halus	1733,3 (Kg/cm <sup>2</sup> )	28

### 2.3 Sikament NN

*Sikament NN* adalah bahan campuran yang berfungsi zat *additive* untuk mengurangi kadar air dan untuk mempercepat pengerasan beton dan kekecekkannya tinggi, campuran semen terkonsentrasi yang dirancang khusus untuk meningkatkan mutu dan kekuatan suatu bangunan (*Additive Sikament NN Dan Zat Foam Agent ( Busa )*, 2020).



Gambar 2.2 *Sikament NN*

Hasil penelitian (*Additive Sikament NN Dan Zat Foam Agent ( Busa )*, 2020), melakukan penelitian dengan variasi campuran beton dengan *Sikament NN* 5%; 10%; 15% untuk mencari tahu ingin menganalisa hasil dari campuran beton menggunakan zat *additive Sikament NN* pada beton ringan. Hasil kuat tekan dari penelitian yang telah dilakukan terdapat pada Tabel 2.3 pada halaman 10.

Tabel 2.3 Daftar Hasil Penelitian Terdahulu Menggunakan *Sikament NN*

No	Nama, Tahun	Bahan/Cara	Persentase	Kuat Tekan	Umur
1	<i>(Additive Sikament NN Dan Zat Foam Agent ( Busa ), 2020)</i>	<i>Sikament NN</i>	5% dari berat campuran beton	193 (Kg/cm <sup>2</sup> )	28
			10% dari berat campuran	269,7 (Kg/cm <sup>2</sup> )	28
			15% dari berat campuran	299,4 (Kg/cm <sup>2</sup> )	28

## 2.4 Kuat Tekan Beton

SNI 03-1974-1990 mengemukakan bahwa kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan (Hidayat R & Zulkarnain F, 2020). Biasanya, kuat tekan dilakukan terhadap benda uji berbentuk kubus berukuran 100 x 100 x 100 mm, atau kubus 150 x 150 x 150 mm, atau kubus 200 x 200 x 200 mm, atau dengan benda uji berbentuk silinder berdiameter 100 mm dan tinggi 200 mm, atau silinder berdiameter 150 mm dan tinggi 300 mm (BJBPI, 2008). Penggunaan mutu kekuatan karakteristik rencana ditetapkan sesuai dengan kebutuhan struktur yang akan dibuat (Pratama & Hisyam, 2016).

Hal lain yang mendasari pemilihan dan penggunaan beton sebagai bahan konstruksi adalah faktor efektifitas dan tingkat efisiensinya. Secara umum bahan pengisi beton terbuat dari bahan-bahan yang mudah diperoleh, mudah diolah (*workability*), dan mempunyai keawetan (*durability*) serta kekuatan (*strength*) yang sangat diperlukan dalam suatu konstruksi (Indra, Muhammad & Zulkarnain, 2020).

Rumus yang digunakan untuk perhitungan kuat tekan beton berdasarkan (SNI1974-2011, 2011), adalah:

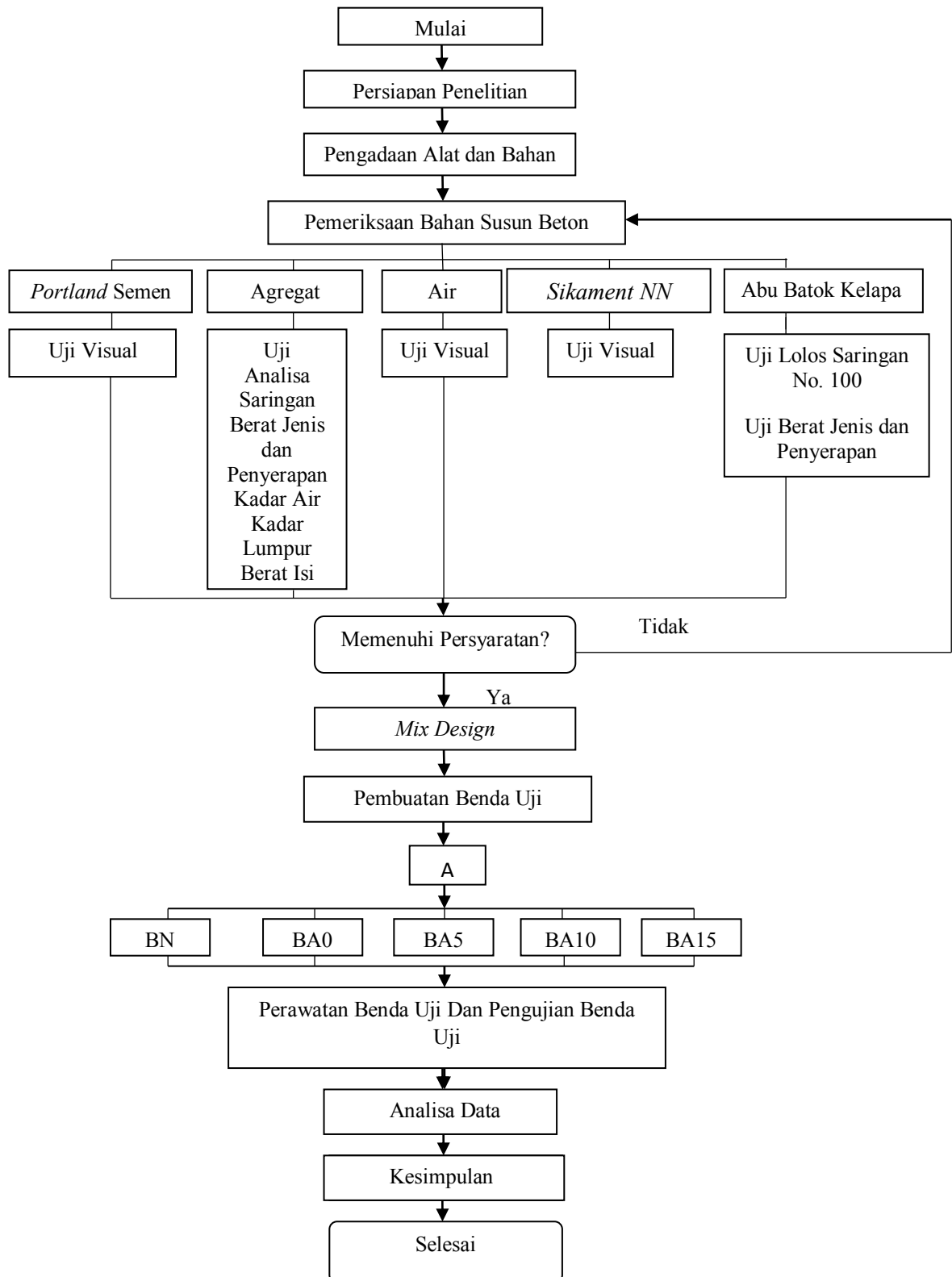
$$f'c = \frac{P}{A} \quad (2.1)$$

di mana:

$P$  = adalah gaya tekan aksial, dinyatakan dalam Newton (N)

$A$  = adalah luas penampang melintang benda uji, dinyatakan dalam mm<sup>2</sup>

### BAB 3 METODE PENELITIAN



Gambar 3.1 *Flowchart* tahapan penelitian

### 3.1 Tinjauan Umum

Metodologi penelitian merupakan langkah-langkah umum atau metode yang dilakukan dalam penelitian sebuah masalah, kasus, fenomena, atau yang lain secara eksperimen. Pada penelitian ini akan dilakukan sebuah penelitian dengan metode eksperimental yang dilaksanakan di laboratorium. Metode eksperimen yang dilakukan dengan memanipulasi terhadap satu variabel atau lebih sehingga berpengaruh pada satu atau lebih variabel yang diukur.

#### 3.1.1 Tahapan Penelitian

1. Persiapan

Persiapan yang dilakukan meliputi persiapan studi pustaka, persiapan literatur, pengadaan alat dan bahan termasuk pembakaran batok kelapa untuk mendapatkan abunya, serta persiapan laboratorium.

2. Pemeriksaan Bahan Susun Beton

Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui sifat serta karakteristik bahan susun beton apakah telah memenuhi persyaratan yang sudah ditentukan atau belum apabila digunakan dalam pencampuran beton (*mix design*).

3. Perencanaan Campuran

Perencanaan campuran (*mix design*) dilakukan mengacu pada SNI 03-2834-2000. Perencanaan yang dilakukan berdasarkan hasil pemeriksaan dari masing-masing bahan sebelumnya untuk merencanakan pencampuran beton, mulai dari semen, agregat halus, agregat kasar dan air. Hasil dari *mix design* ini berupa perbandingan antara bahan-bahan penyusun beton yang selanjutnya akan digunakan sebagai dasar dalam pembuatan benda uji.

4. Pembuatan Benda Uji

Pada tahapan ini dilakukan pekerjaan-pekerjaan sebagai berikut:

- a. Pembuatan adonan beton.
- b. Pengujian *slump test*.
- c. Pengecoran ke dalam cetakan silinder.
- d. Pelepasan benda uji dari cetakan silinder.

5. Perawatan Benda Uji

Perawatan benda uji dilakukan dengan cara merendam beton di dalam bak selama hari 28 hari.

6. Pengujian Beton

Pada tahapan ini dilakukan pengujian beton yang mengacu pada SNI 1974-2011.

7. Analisis Data dan Pembahasan

Pada tahap ini dilakukan pengolahan data dari pengujian yang telah dilakukan dengan bantuan program *Microsoft Excel*, kemudian dilakukan pembahasan terkait hasil pengujian yang diperoleh.

8. Penarikan Kesimpulan

Tahapan ini merupakan tahapan terakhir dari penelitian ini. Dalam tahapan ini data yang sudah dianalisis dibuat suatu kesimpulan penelitian yang berhubungan dengan tujuan penelitian, selain itu dibuat juga saran-saran untuk penelitian selanjutnya.

Secara keseluruhan tahapan penelitian ini dapat dilihat secara skematis dalam bentuk bagan alir pada Gambar 3.1 pada halaman 11.

## **3.2 Sumber Data Dan Teknik Pengambilan**

### **3.2.1 Data Primer**

Data yang diperoleh dari hasil penelitian di laboratorium, yaitu:

1. Analisa saringan agregat (Badan Standardisasi Nasional, 1990).
2. Berat jenis dan penyerapan agregat kasar (SNI 1969, 2008).
3. Berat jenis dan penyerapan agregat halus (Badan Standardisasi Nasional Indonesia, 2008).
4. Pemeriksaan berat isi agregat (SNI 03-4804, 1998).
5. Pemeriksaan kadar air agregat (SNI 1971, 2011).
6. Pemeriksaan kadar lumpur (SNI.03-4141-1996, 1996).
7. Perencanaan campuran beton (*Mix Design*) (SNI 03-2834-2000, 2000a).
8. Kekentalan adukan beton segar (uji *Slump test*) (SNI 1972, 2008).
9. Uji kuat tekan beton (SNI1974-2011, 2011).

### **3.2.2 Data Sekunder**

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku dan jurnal yang berhubungan dengan teknik beton dan konsultasi langsung dengan dosen pembimbing di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Data teknis yang dipergunakan yaitu:

1. Peraturan SNI 03-2834-2000 tentang tata cara pembuatan rencana beton normal.
2. Peraturan SNI 1974-2011 Metode Uji Kekuatan Tekan Beton Silinder.

### **3.2.3 Tempat Dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Waktu penelitian yang direncanakan kurang lebih selama 3 bulan.

### 3.3 Instrumen Penelitian

#### 3.3.1 Benda uji

Penelitian menggunakan benda uji berbentuk silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, dengan sampel 15 buah beton dengan 5 (lima) variasi yang masing-masing variasi berjumlah 3 sampel. Pengujian akan dilaksanakan pada umur 28 hari setelah perendaman beton. Komposisi campuran benda uji dan kode benda uji dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut:

Tabel 3.1 Komposisi campuran benda uji dan kode benda uji

NO	KODE BENDA UJI	AGREGAT HALUS	ABU BATOK KELAPA	<i>Sikament NN</i>	JUMLAH SAMPEL 28 HARI
1	BN	100%	0%	0%	3
2	BA0	100%	0%	0,8%	3
3	BA5	95%	5%	0,8%	3
4	BA10	90%	10%	0,8%	3
5	BA15	85%	15%	0,8%	3
Jumlah					15

Keterangan:

BN = Beton dengan campuran 0% abu batok kelapa dari berat agregat halus dan campuran 0% *Sikament NN* dari berat semen.

BA0 = Beton dengan campuran 0% abu batok kelapa dari berat agregat halus dan campuran 0,8% *Sikament NN* dari berat semen.

BA5 = Beton dengan campuran 5% abu batok kelapa dari berat agregat halus dan campuran 0,8% *Sikament NN* dari berat semen.

BA10 = Beton dengan campuran 10% abu batok kelapa dari berat agregat halus dan campuran 0,8% *Sikament NN* dari berat semen.

BA15 = Beton dengan campuran 15% abu batok kelapa dari berat agregat halus dan campuran 0,8% *Sikament NN* dari berat semen.



### 3.3.2 Bahan Pembuat Benda Uji

Pada penelitian ini digunakan bahan dan material untuk pembuatan benda uji sebagai berikut:

#### 1. Semen *Portland*

Semen *Portland* yang digunakan pada penelitian ini merupakan semen *Portland* tipe I. Pengamatan yang dilakukan terhadap semen berupa kondisi fisik keutuhan kemasan semen (tidak rusak) dan kehalusan butiran semen atau butiran berwarna abu-abu, halus, dan tidak terdapat yang menggumpal.



Gambar 3.2 Semen Tipe 1

#### 2. Agregat kasar

Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini merupakan batu pecah dengan ukuran maksimum 20 mm. Agregat yang digunakan berasal dari Binjai, Sumatera Utara.



Gambar 3.3 Agregat Kasar

### 3. Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini merupakan agregat yang lolos saringan no. 4. Agregat yang digunakan berasal dari Binjai, Sumatera Utara.



Gambar 3.4 Agregat Halus

### 4. Air

Pada pembuatan benda uji digunakan air yang berasal dari Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Air yang digunakan pada penelitian ini untuk untuk memicu proses kimiawi semen sebagai bahan perekat dan melumasi agregat agar mudah dikerjakan. Kualitas air yang digunakan untuk mencampur beton sangat berpengaruh terhadap kualitas beton itu sendiri.



Gambar 3.5 Air

5. Abu Batok Kelapa

Abu batok kelapa yang digunakan merupakan hasil dari pembakaran limbah batok kelapa yang sudah dikeringkan dan ditumbuk. Abu batok kelapa yang digunakan dalam penelitian ini merupakan abu yang lolos saringan no. 100.



Gambar 3.6 Abu Batok Kelapa

6. *Sikament NN*

Bahan tambah kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Sikament NN*.



Gambar 3.7 *Sikament NN*

### 3.3.3 Alat Pembuat Benda Uji

Alat yang digunakan dalam pembuatan benda uji dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut:

Tabel 3.2 Peralatan pembuatan benda uji

No	Nama Alat	Kegunaan
1	<i>Compression Test Machine (CTM)</i>	Menguji kuat tekan beton
2	Saringan agregat kasar	Memisahkan agregat kasar sesuai ukuran
3	Saringan agregat halus	Memisahkan agregat halus sesuai ukuran
4	Cetakan silinder	Mencetak benda uji
5	Oven	Mengeringkan agregat kasar dan halus
6	Gelas ukur	Mengukur takaran air dan <i>Sikament NN</i>
7	Kerucut Abrams	Untuk menguji <i>slump</i>
8	<i>Mixer</i> beton	Untuk membuat campuran atau adonan beton
9	Timbangan	Menimbang benda uji
10	Tongkat penumbuk	Memadatkan benda uji
11	Bak perendaman	Untuk merendam benda uji

### 3.3.4 Alat Pendukung

Pada penelitian ini digunakan alat-alat pendukung untuk pengujian yang dapat dilihat pada Tabel 3.3 berikut:

Tabel 3.3 Alat pendukung pembuatan benda uji

No	Nama Alat	Kegunaan
1	Alat Tulis	Menulis atau menandai benda uji
2	Ember	Wadah agregat

3	Plastik	Wadah agregat dan abu batok kelapa yang sudah selesai uji saringan
4	Sendok semen	Meratakan campuran beton saat dimasukkan ke dalam cetakan
5	Penggaris	Mengukur <i>slump</i>
6	Sekop	Mengaduk dan memasukkan agregat kedalam cetakan
7	Skrap	Meratakan campuran beton
8	Masker	Melindungi pernapasan dari debu
9	Sarung tangan	Melindungi kulit

### 3.4 Langkah – Langkah Pemeriksaan Bahan

#### 3.4.1 Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Halus (Pasir)

Prosedur Pengujian:

1. Pertama-tama benda uji dicuci untuk menghilangkan lumpur atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan.
2. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu 105°C sampai berat tetap.
3. Keluarkan benda uji dari oven, lalu benda uji didinginkan pada suhu kamar selama 1 - 3 jam.
4. Kemudian benda uji ditimbang dengan ketelitian 0,5 gr (*Bk*). Selanjutnya rendam benda uji dalam air pada suhu kamar selama  $24 \pm 4$  jam.
5. Setelah direndam, benda uji dikeluarkan dari air, lalu dilap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang (jenuh permukaan kering/*SSD*). Untuk butir yang besar pengeringan harus satu persatu.
6. Kemudian timbang benda uji dalam keadaan jenuh (*BJ<sub>SSD</sub>*).
7. Benda uji diletakan didalam keranjang, lalu benda uji diguncangkan untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya di dalam air (*Ba*). Suhu air diukur untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar 25 °C.

Perhitungan:

- a. Berat Jenis (*Bulk Specific Gravity*)  $= \frac{Bk}{Bssd - Ba}$
- b. Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (*SSD*)  $= \frac{Bssd}{Bssd - Ba}$
- c. Berat Jenis Semu (*Apparent Surface Dry*)  $= \frac{Bk}{Bk - Ba}$
- d. Penyerapan Air (*Absorption*)  $= \frac{Bssd - bk}{Bk} \times 100\%$

Keterangan:

$Bk$  = Berat benda uji kering oven (gr)

$Bssd$  = Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh (gr)

$Ba$  = Berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam air (gr)

### 3.4.2 Analisa Gradasi Agregat Halus (pasir)

Prosedur pengujian:

1. Benda uji dikeringkan di dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ , sampai berat tetap.
2. Timbang benda uji sesuai dengan berat yang disyaratkan. Lalu susun saringan, dengan menempatkan saringan paling besar di bagian atas. Lalu pan diletakan pada bagian bawah. Kemudian agregat dimasukkan dari bagian atas, lalu bagian atas saringan ditutup dengan penutup saringan. Pengayakan dilakukan dengan menggunakan mesin pengayak selama 15 menit agar hasil ayakan terpisah merata.
3. Kemudian berat agregat yang terdapat pada masing-masing saringan ditimbang.

Perhitungan:

Hitung persentase berat benda uji yang tertahan diatas masing-masing ayakan terhadap berat total benda uji

$$FM = \frac{\sum \text{persen tertahan komulatif mulai dari saringan } 150 \mu\text{m (0,15 mm)}}{100}$$

### 3.4.3 Kadar Lumpur Agregat Halus (Pasir)

Prosedur pengujian:

1. Benda uji dimasukkan dengan berat 1000 gram kemudian ditimbang ( $W1$ ).
2. Lalu benda uji dimasukkan ke dalam wadah, dan diberi air pencuci secukupnya sehingga benda uji terendam.
3. Wadah diguncang-guncangkan hingga kotoran-kotoran pada benda uji hilang dan diulangi pekerjaan di atas sampai air cucian menjadi bersih.
4. Kemudian semua bahan dikembalikan ke dalam wadah, lalu seluruh bahan tersebut dimasukkan ke dalam talem yang telah diketahui beratnya ( $W2$ ).
5. Lalu benda uji dikeringkan dalam oven sampai berat tetap.
6. Setelah kering ditimbang dan dicatat beratnya ( $W3$ ).
7. Kemudian dihitung berat bahan kering ( $W4 = W3 - W2$ ).

Perhitungan:

$$\text{Kadar lumpur} = \frac{W_1 - W_4}{W_1} \times 100\%$$

Keterangan:

$W1$  = Berat Agregat

$W4$  = Berat Agregat di atas saringan no. 200 dan no.16

### 3.4.4 Berat Isi Agregat Halus (Pasir)

Prosedur Pengujian:

1. Berat Isi Lepas:
  - a. Langkah pertama adalah silinder ditimbang kosong dan dicatat beratnya ( $W1$ ).
  - b. Kemudian benda uji dimasukkan dengan hati – hati supaya tidak terjadi pemisahan butiran, dari ketinggian maksimum 5 cm di atas silinder dengan menggunakan sekop sampai penuh.
  - c. Lalu benda uji diratakan permukaannya dengan menggunakan mistar perata.

- d. Kemudian silinder serta isinya ditimbang lalu dicatat ( $W_2$ ).
  - e. Selanjutnya dihitung berat benda uji ( $W_3 = W_2 - W_1$ ).
2. Berat Isi Padat:
- a. Langkah pertama adalah silinder kosong ditimbang dan dicatat beratnya ( $W_1$ ).
  - b. Kemudian silinder diisi dengan benda uji dalam tiga lapis yang sama tebal, masing-masing setebal  $1/3$  dari tinggi silinder.
  - c. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tusukan secara merata. Pada saat dilakukan pemadatan, tongkat masuk sampai lapisan bagian bawah tiap lapisan.
  - d. Lalu permukaan benda uji diratakan dengan mistar perata. Kemudian menimbang berat silinder serta benda uji dan dicatat ( $W_4$ ). Kemudian dihitung berat benda uji ( $W_5 = W_4 - W_1$ ).

Perhitungan:

- a. Berat Isi Agregat Lepas =  $\frac{W_3}{V}$
- b. Berat Isi Agregat Padat =  $\frac{W_5}{V}$
- c. *Voids* =  $\frac{[(S \times W) - M] \times 100}{(S \times W)}$

Keterangan:

$W_3$  = Berat Benda Uji dalam kondisi lepas (kg)

$W_5$  = Berat benda uji dalam kondisi dipadatkan (kg)

$V$  = Volume Tabung Silinder

$S$  = *Bulk Specific Gravity* (Berat Jenis Agregat)

$M$  = Berat Isi Agregat (kg/lt)

$W$  = *Density* (Kerapatan) air = 998 kg/lt = 0,998 gr/lt



### 3.4.5 Kadar Air Agregat Halus (Pasir)

Prosedur Pengujian:

1. Timbang berat talam kosong dan catat ( $W1$ ).
2. Kemudian benda uji dimasukkan ke dalam talam lalu ditimbang dan dicatat beratnya ( $W2$ ).
3. Lalu dihitung berat benda ujinya ( $W3 = W2 - W1$ ).
4. Setelah itu benda uji dikeringkan beserta talam di dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ , sampai berat tetap.
5. Setelah kering, ditimbang dan dicatat berat benda uji beserta talam ( $W4$ ).
6. Lalu dihitung berat benda uji kering ( $W5 = W4 - W1$ ).

Perhitungan:

$$\text{Kadar Air Agregat} = \frac{W_3 - W_5}{W_5} \times 100\%$$

### 3.4.6 Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar (Batu Pecah)

Prosedur Pengujian:

1. Pertama-tama benda uji dicuci untuk menghilangkan lumpur atau bahan-bahan lain yang melekat pada permukaan.
2. Keringkan benda uji dalam oven pada suhu  $105^\circ\text{C}$  sampai berat tetap.
3. Keluarkan benda uji dari oven, lalu benda uji didinginkan pada suhu kamar selama 1 - 3 jam.
4. Kemudian benda uji ditimbang dengan ketelitian 0,5 gr ( $Bk$ ). Selanjutnya rendam benda uji dalam air pada suhu kamar selama  $24 \pm 4$  jam.
5. Setelah direndam, benda uji dikeluarkan dari air, lalu dilap dengan kain penyerap sampai selaput air pada permukaan hilang (jenuh permukaan kering/ $SSD$ ). Untuk butir yang besar pengeringan harus satu persatu.
6. Kemudian timbang benda uji dalam keadaan jenuh ( $BJ_{ssd}$ ).
7. Benda uji diletakkan didalam keranjang, lalu benda uji diguncangkan untuk mengeluarkan udara yang tersekap dan tentukan beratnya di dalam

air ( $Ba$ ). Suhu air diukur untuk penyesuaian perhitungan kepada suhu standar 25 °C.

Perhitungan:

- a. Berat Jenis (*Bulk Specific Gravity*)  $= \frac{Bk}{Bssd - Ba}$
- b. Berat Jenis Kering Permukaan Jenuh (*SSD*)  $= \frac{Bssd}{Bssd - Ba}$
- c. Berat Jenis Semu (*Apparent Surface Dry*)  $= \frac{Bk}{Bk - Ba}$
- d. Penyerapan Air (*Absorption*)  $= \frac{Bssd - bk}{Bk} \times 100\%$

Keterangan:

$Bk$  = Berat benda uji kering oven (gr)

$Bssd$  = Berat benda uji dalam keadaan kering permukaan jenuh (gr)

$Ba$  = Berat benda uji kering permukaan jenuh di dalam air (gr)

### 3.4.7 Analisa Gradasi Agregat Kasar (Batu Pecah)

Prosedur Pengujian:

1. Langkah pertama benda uji dikeringkan di dalam oven dengan suhu (110  $\pm$  5)°C, sampai berat tetap.
2. Kemudian benda uji ditimbang sesuai dengan berat yang disyaratkan.
3. Lalu susun saringan, dengan menempatkan saringan paling besar di bagian atas. Lalu pan diletakan pada bagian bawah. Kemudian agregat dimasukkan dari bagian atas, lalu bagian atas saringan ditutup dengan penutup saringan.
4. Selanjutnya susunan saringan diletakan dalam mesin penggetar saringan (*sieve shaker*). Lalu mesin penggetar saringan dijalankan selama  $\pm$  15 menit.
5. Kemudian menimbang berat agregat yang terdapat pada masing- masing saringan.

Perhitungan:

Hitung persentase berat benda uji yang tertahan di atas masing-masing ayakan terhadap berat total benda uji.

$$FM = \frac{\sum \text{persen tertahan komulatif mulai dari saringan } 150 \mu\text{m (0,15 mm)}}{100}$$

### 3.4.8 Berat Isi Agregat Kasar (Batu Pecah)

Prosedur Pengujian:

1. Berat Isi Lepas:

- a. Langkah pertama adalah silinder ditimbang kosong dan dicatat beratnya ( $W1$ ).
- b. Kemudian benda uji dimasukkan dengan hati – hati supaya tidak terjadi pemisahan butiran, dari ketinggian maksimum 5 cm diatas silinder dengan menggunakan sekop sampai penuh.
- c. Lalu benda uji diratakan permukaannya dengan menggunakan mistar perata. Kemudian silinder serta isinya ditimbang lalu dicatat ( $W2$ ). Selanjutnya dihitung berat benda uji ( $W3 = W2 - W1$ ).

2. Berat Isi Padat:

- a. Langkah pertama adalah silinder kosong ditimbang dan dicatat beratnya ( $W1$ ).
- b. Kemudian silinder diisi dengan benda uji dalam tiga lapis yang sama tebal, masing-masing setebal 1/3 dari tinggi silinder.
- c. Setiap lapis dipadatkan dengan tongkat pemadat sebanyak 25 kali tusukan secara merata. Pada saat dilakukan pemadatan, tongkat masuk sampai lapisan bagian bawah tiap lapisan.
- d. Lalu permukaan benda uji diratakan dengan mistar perata. Kemudian menimbang berat silinder serta benda uji dan dicatat ( $W4$ ). Kemudian dihitung berat benda uji ( $W5 = W4 - W1$ ).

Perhitungan:

a. Berat Isi Agregat Lepas  $= \frac{W_3}{V}$

$$b. \quad \text{Berat Isi Agregat Padat} = \frac{W_5}{V}$$

$$c. \quad \text{Voids} = \frac{[(S \times W) - M] \times 100}{(S \times W)}$$

Keterangan:

$W_3$  = Berat Benda Uji dalam kondisi lepas (kg)

$W_5$  = Berat benda uji dalam kondisi dipadatkan (kg)

$V$  = Volume Tabung Silinder

$S$  = *Bulk Specific Gravity* (Berat Jenis Agregat)

$M$  = Berat Isi Agregat (kg/lt)

$W$  = Density (Kerapatan) air = 998 kg/lt = 0,998 gr/lt

### 3.4.9 Kadar Air Agregat Kasar (Batu Pecah)

Prosedur Pengujian:

1. Timbang berat talam kosong dan catat ( $W1$ ). Kemudian benda uji dimasukkan ke dalam talam lalu ditimbang dan dicatat beratnya ( $W2$ ).
2. Lalu dihitung berat benda ujinya ( $W3 = W2 - W1$ ). Setelah itu benda uji dikeringkan beserta talam di dalam oven dengan suhu  $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ , sampai berat tetap.
3. Setelah kering, ditimbang dan dicatat berat benda uji beserta talam ( $W4$ ).
4. Lalu dihitung berat benda uji kering ( $W5 = W4 - W1$ )

Perhitungan:

$$\text{Kadar Air Agregat} = \frac{W_3 - W_5}{W_5} \times 100\%$$

### 3.4.10 Kadar Lumpur Agregat Kasar (Batu Pecah)

Prosedur Pengujian:

1. Benda uji dimasukkan dengan berat 1500 gram kemudian ditimbang ( $W1$ ).
2. Lalu benda uji dimasukkan ke dalam wadah, dan diberi air pencuci secukupnya sehingga benda uji terendam.

3. Wadah diguncang–guncangkan hingga kotoran–kotoran pada benda uji hilang dan diulangi pekerjaan di atas sampai air cucian menjadi bersih.
4. Kemudian semua bahan dikembalikan ke dalam wadah, lalu seluruh bahan tersebut dimasukkan ke dalam talam yang telah diketahui beratnya ( $W_2$ ).
5. Lalu benda uji dikeringkan dalam oven sampai berat tetap.
6. Setelah kering ditimbang dan dicatat beratnya ( $W_3$ ).
7. Kemudian dihitung berat bahan kering (  $W_4 = W_3 - W_2$  ).

Perhitungan:

$$\text{Kadar Lumpur} = \frac{W_1 - W_4}{W_1} \times 100\%$$

### **3.5 Pembuatan Abu Batok Kelapa**

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan abu batok kelapa adalah sebagai berikut:

1. Pengambilan limbah batok kelapa dari daerah Medan.
2. Siapkan tong besi sebagai media pembakaran dan siapkan juga lumpung kayu (media penumbuk) untuk menghancurkan batok kelapa yang sudah dibakar tadi.
3. Masukkan batok kelapa yang sudah di bakar tadi ke dalam lumpung kayu (media penumbuk) hingga hancur menjadi abu.
4. Abu batok kelapa yg telah jadi lalu diayak atau disaring terlebih dahulu sehingga didapat tekstur serbuk atau abu yang yang lolos saringan No. 100 untuk penelitian.



Gambar 3.8 Proses Pembakaran Batok Kelapa

### 3.6 Perencanaan Campuran Beton

Pada penelitian ini digunakan metode perencanaan campuran adukan beton sesuai dengan standar SNI-03-2834-2000. Salah satu tujuan penelitian digunakan perencanaan campuran beton dengan standar SNI-03-2834-2000 adalah untuk menghasilkan beton yang mudah dikerjakan dan sesuai dengan standar pengerjaan yang ada di Indonesia. Tingkat derajat kekentalan dan kemudahan pengerjaan dapat dilihat saat pengujian *slump*. Perencanaan campuran adukan beton menurut SNI 03-2834-2000 adalah sebagai berikut.

1. Menentukan kuat tekan beton yang disyaratkan  $f_c'$  pada umur tertentu.
2. Menghitung deviasi standar.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (3.1)$$

dengan:

$s$  adalah deviasi standar

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

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

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (3.2)$$

dengan:

$n$  adalah jumlah nilai hasil uji, yang harus diambil minimum 30 buah (satu hasil uji adalah nilai uji rata-rata dari 2 buah benda uji) dua hasil uji yang akan digunakan untuk menghitung standar deviasi harus sebagai berikut:

- 1) Mewakili bahan-bahan prosedur pengawasan mutu, dan kondisi produksi yang serupa dengan pekerjaan yang diusulkan.
- 2) Mewakili kuat tekan beton yang disyaratkan  $f'c$  yang nilainya dalam batas 7 MPa dari nilai  $fcr$  yang ditentukan.
- 3) Paling sedikit terdiri dari 30 hasil uji yang berurutan atau dua kelompok hasil uji diambil dalam produksi selama jangka waktu tidak kurang dari 45 hari.
- 4) Bila suatu produksi beton tidak mempunyai dua hasil uji yang memenuhi deviasi standar, tetapi hanya ada sebanyak 15 sampai 29 hasil uji yang berurutan, maka nilai deviasi standar adalah perkalian deviasi standar yang dihitung dari data hasil uji tersebut dengan faktor pengali dari Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia

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

3. Menghitung nilai tambah.

$$M = 1,64 \times Sr \quad (3.3)$$

Dengan  $M$  adalah nilai tambah 1,64 adalah ketetapan statistik yang nilainya tergantung pada persentase kegagalan hasil uji sebesar maksimum 5%  $Sr$  adalah deviasi standar rencana.

4. Menghitung kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan ( $f_{cr}$ ).

$$f_{cr} = f'c + M$$

$$f_{cr} = f'c + 1,64 Sr \quad (3.4)$$

5. Menetapkan jenis semen.  
 6. Menentukan jenis agregat kasar dan agregat halus, agregat ini dapat dalam bentuk tak dipecahkan (pasir atau koral) atau dipecahkan.  
 7. Menentukan faktor air semen

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 dipergunakan Tabel 3.5. Bila dipergunakan gambar 3.9 ikuti langkah-langkah berikut:

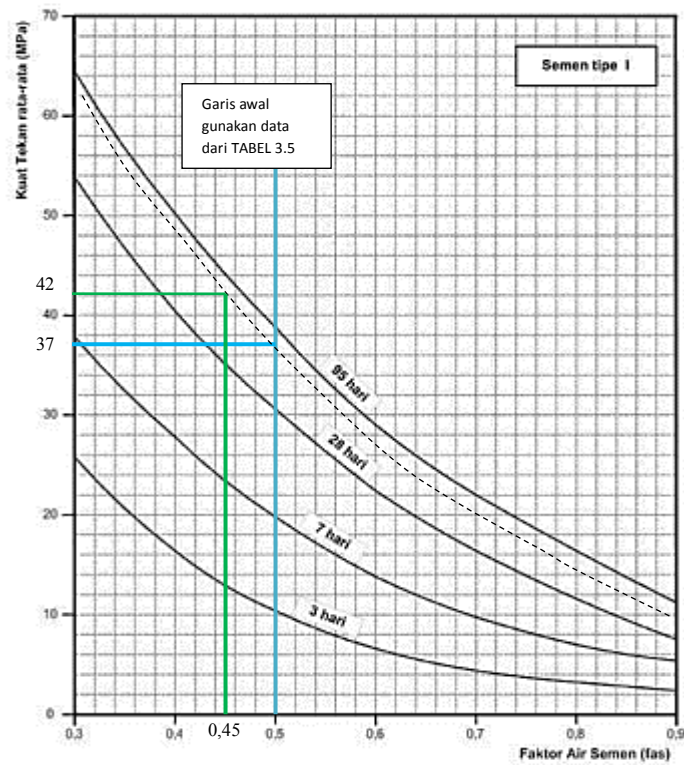
- 1) Menentukan nilai kuat tekan pada umur 28 hari dengan menggunakan Tabel 3.5, sesuai dengan semen dan agregat yang akan dipakai;
- 2) Melihat gambar 3.2 untuk benda uji berbentuk silinder;
- 3) Menarik garis tegak lurus ke atas melalui faktor air semen 0,5 sampai memotong kurva kuat tekan yang ditentukan pada sub butir 1 di atas;
- 4) Menarik garis lengkung melalui titik pada sub butir 3 secara proporsional;
- 5) Menarik garis mendatar melalui nilai kuat tekan yang ditargetkan sampai memotong kurva baru yang ditentukan pada sub butir 4 di atas;
- 6) Menarik garis tegak lurus kebawah melalui titik potong tersebut untuk mendapatkan faktor air semen yang diperlukan.

Tabel 3.5 Perkiraan kekuatan tekan (MPa) beton dengan faktor air semen dan agregat kasar yang biasa dipakai di Indonesia.

Jenis Semen	Jenis Agregat Kasar	Kekuatan tekan (MPa)				Bentuk uji
		Pada Umur (hari)				
		3	7	28	29	
Semen <i>portland</i> Tipe 1	Batu tak dipecah	17	23	33	40	silinder
	Batu pecah	19	27	37	45	
Semen	Batu tak	20	28	40	48	kubus



tahan sulfat Tipe I,II,V	dipecah					
	Batu pecah	25	32	45	54	
Semen Portland Tipe III	Batu tak dipecah	21	28	38	44	Silinder
	Batu pecah	25	33	44	48	
	Batu tak dipecah	25	31	46	53	kubus
	Batu pecah	30	40	53	60	



Gambar 3.9 Grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen (benda uji berbentuk silinder diameter 150 mm, tinggi 300 mm)

8. Menentukan faktor air semen maksimum atau dapat ditetapkan sebelumnya atau tidak.

Jika nilai faktor air semen yang diperoleh dari butir 7 di atas lebih kecil dari yang dikehendaki, maka yang dipakai yang terendah.

9. Menentukan *slump*.

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

10. Menentukan ukuran agregat maksimum jika tidak ditetapkan.

Besar butir agregat maksimum tidak boleh melebihi:

- 1) Seperlima jarak terkecil antara bidang-bidang samping dari cetakan.
- 2) Sepertiga dari tebal pelat.
- 3) Tiga perempat dari jarak bersih minimum di antara batang-batang atau berkas-berkas tulangan.

11. Menentukan nilai kadar air bebas.

Kadar air bebas ditentukan sebagai berikut:

- 1) Agregat tak dipecah dan agregat dipecah digunakan nilai-nilai pada Tabel 3.5 dan Gambar 3.3.
- 2) Agregat campuran (tak dipecah dan dipecah), dihitung menurut rumus berikut:

$$\frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k \quad (3.5)$$

dengan:

$W_h$  adalah perkiraan jumlah air untuk agregat halus.

$W_k$  adalah perkiraan jumlah air untuk agregat kasar pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Perkiraan kadar air bebas ( $\text{kg/m}^3$ ) yang dibutuhkan untuk beberapa tingkat kemudahan pengerjaan adukan beton.

Ukuran Besar Butir Agregat Maksimum (mm)	Jenis Agregat	<i>Slump</i> (mm)			
		0-10	10-30	30-60	60-180
10	Batu tak di pecah	150	180	205	225
	Batu pecah	180	205	230	250
20	Batu tak di pecah	137	160	180	195
	Batu pecah	170	190	210	225
40	Batu tak di pecah	115	140	160	175
	Batu pecah	155	175	190	205

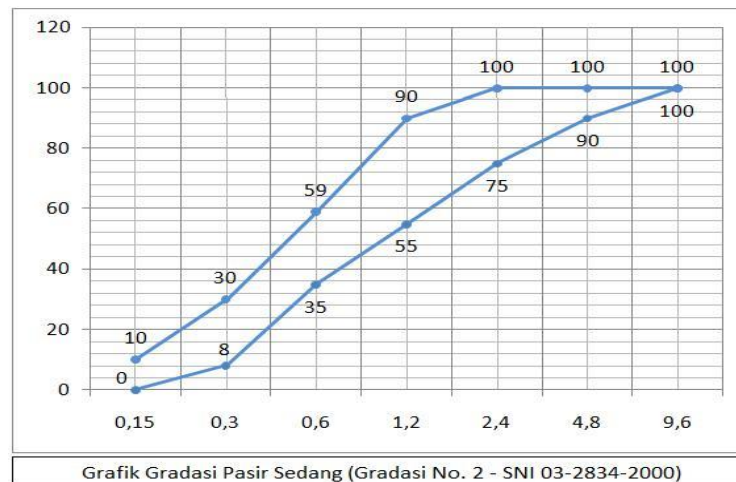
Catatan: Koreksi suhu udara untuk suhu di atas  $25^{\circ}\text{C}$ , setiap kenaikan  $5^{\circ}\text{C}$  harus ditambah air 5 liter per  $\text{m}^2$  adukan beton.

12. Menghitung jumlah semen minimum adalah kadar air bebas dibagi faktor air semen.
13. Jumlah semen maksimum jika tidak ditetapkan, dapat diabaikan.
14. Menentukan jumlah semen seminimum mungkin, Jika tidak lihat Tabel 3.7 jumlah semen yang diperoleh dari perhitungan jika perlu disesuaikan.

Tabel 3.7 Persyaratan jumlah semen minimum dan faktor air semen maksimum untuk berbagai macam pembetonan dalam lingkungan khusus.

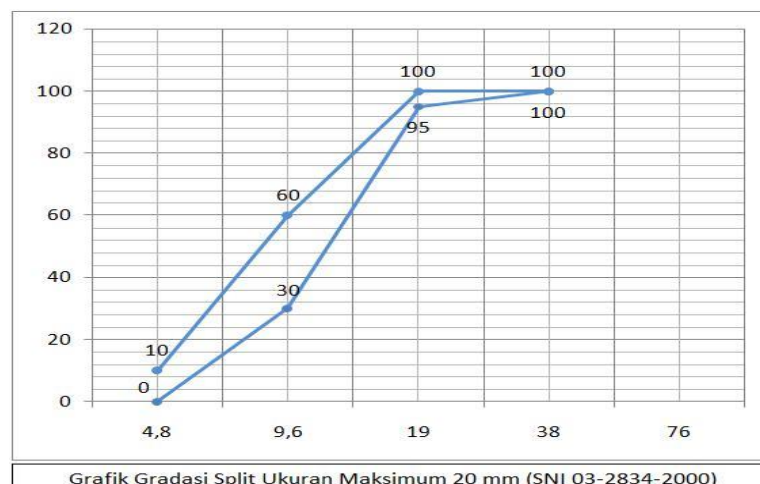
Lokasi	Jumlah semen minimum per m <sup>3</sup> beton (kg)	Nilai faktor air-semen maksimum
Beton di dalam ruang bangunan: <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Keadaan keliling non-korosif</li> <li>b. Keadaan keliling korosif disebabkan oleh kondensasi atau uap korosif</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. 275</li> <li>b. 325</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. 0,60</li> <li>b. 0,52</li> </ul>
Beton di luar ruangan bangunan; <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Tidak terlindung dari hujan dan terik matahari langsung.</li> <li>b. Terlindung dari hujan dan terik matahari langsung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. 325</li> <li>b. 275</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. 0,60</li> <li>b. 0,60</li> </ul>
Beton masuk ke dalam tanah: <ul style="list-style-type: none"> <li>b. Mengalami keadaan basah dan kering berganti-ganti</li> <li>c. Mendapat pengaruh sulfat dan alkali dari tanah</li> </ul> Beton yang kontinyu berhubungan: <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Air tawar</li> <li>b. Air laut</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>b. 325</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>b. 0,55</li> <li>c. Lihat Tabel 2.10</li> <li>a. Lihat Tabel 2.11</li> <li>b. Lihat Tabel 2.11</li> </ul>

15. Menentukan faktor air semen yang disesuaikan jika jumlah semen berubah karena lebih kecil dari jumlah semen minimum yang ditetapkan (atau lebih besar dari jumlah semen maksimum yang disyaratkan), maka faktor air semen harus diperhitungkan kembali.
16. Menentukan susunan butir agregat halus (pasir kalau agregat halus sudah dikenal dan sudah dilakukan analisa ayak menurut standar yang berlaku, maka kurva dari pasir ini dapat dibandingkan dengan kurva-kurva yang tertera dalam gambar 3.10. (ukuran mata ayakan (mm)).



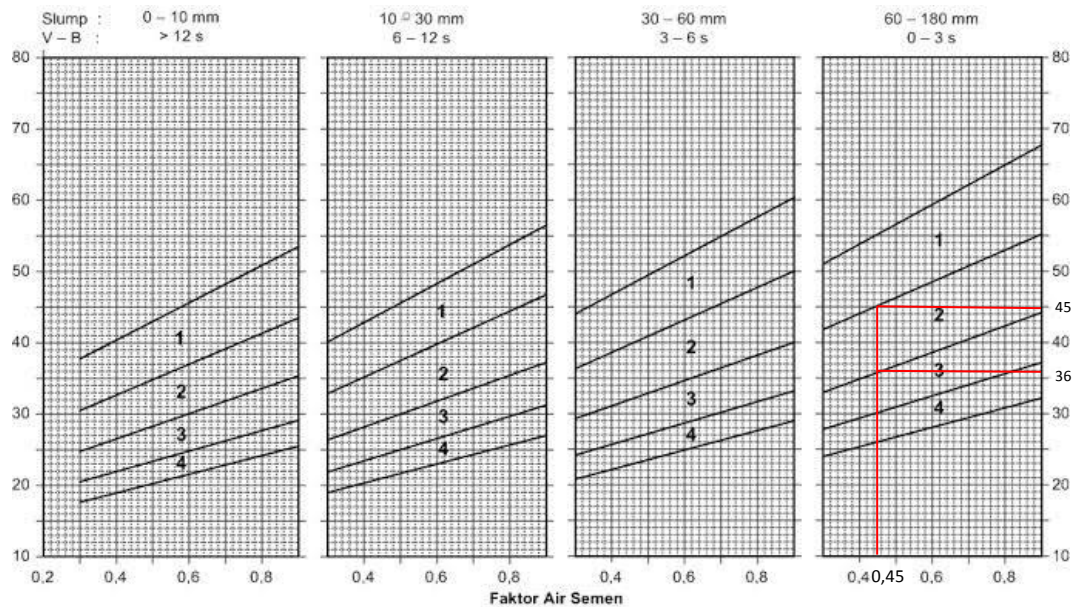
Gambar 3.10 Batas gradasi pasir (Sedang) No. 2

17. Menentukan susunan agregat kasar menurut gambar 3.11.



Gambar 3.11 Batas gradasi kerikil atau koral ukuran maksimum 20 mm

18. Menentukan persentase pasir dengan perhitungan ukuran butir agregat maksimum menurut butir 10, *slump* menurut butir 9, faktor air semen menurut butir 15 dan daerah susunan butir 16, maka jumlah persentase pasir yang diperlukan dapat dibaca pada grafik.



Gambar 3.12 Persen pasir terhadap kadar total agregat yang dianjurkan untuk ukuran butir maksimum 20 mm

19. Menghitung berat jenis relative agregat.

Berat jenis relative agregat ditentukan sebagai berikut:

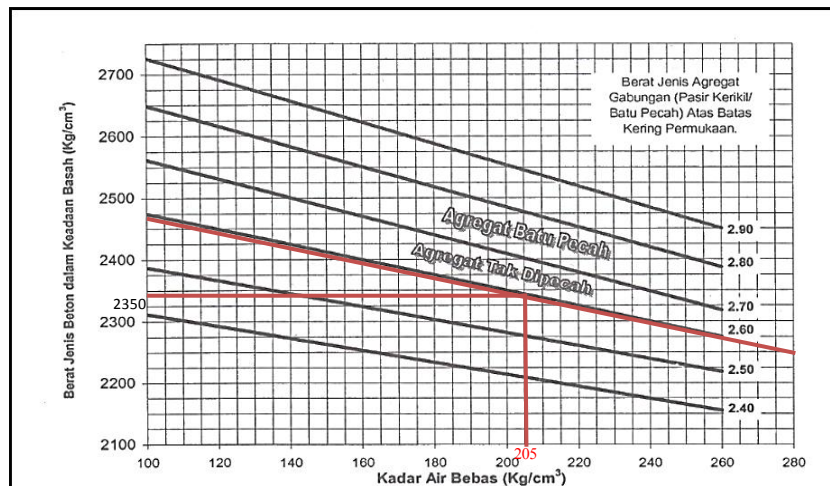
1) Diperoleh dari data hasil uji atau bila tidak tersedia dapat dipakai nilai di bawah ini:

- agregat tak dipecah : 2,5
- agregat dipecah : 2,6 atau 2,7

2) Berat jenis agregat gabungan dihitung sebagai berikut:

berat jenis agregat gabungan = persentase agregat halus x berat jenis agregat halus + persentase agregat kasar x berat jenis agregat kasar.

20. Menentukan berat isi beton menurut Gambar 3.12 sesuai dengan kadar air bebas yang sudah ditemukan dari Tabel 3.6 dan berat jenis relative dari agregat gabungan menurut butir 18.



Gambar 3.13 Hubungan kandungan air, berat jenis agregat campuran dan berat isi beton

21. Menghitung kadar agregat gabungan yang besarnya adalah berat jenis beton dikurangi jumlah kadar semen dan kadar air bebas;
22. Menghitung kadar agregat halus yang besarnya adalah hasil kali persen pasir butir 18 dengan agregat gabungan butir 21;
23. Menghitung kadar agregat kasar yang besarnya adalah kadar agregat gabungan butir 21 dikurangi kadar agregat halus butir 22; dari langkah-langkah tersebut di atas butir 1 sampai dengan 23 sudah dapat diketahui susunan campuran bahan-bahan untuk 1m<sup>3</sup> beton;
24. Proporsi campuran, kondisi agregat dalam keadaan jenuh kering permukaan.
25. Mengkoreksi proporsi campuran menurut perhitungan.

Apabila agregat tidak dalam keadaan jenuh kering permukaan proporsi campuran halus dikoreksi terhadap kandungan air dalam agregat. Koreksi proporsi campuran harus dilakukan terhadap kadar air dalam agregat paling sedikit satu kali dalam sehari dan dihitung menurut rumus sebagai berikut:

$$a. \text{ Air} = B - (C_k - C_a)x \frac{C}{100} - (D_k - D_a)x \frac{D}{100} \quad (3.6)$$

$$b. \text{ Agregat halus} = C - (C_k - C_a)x \frac{C}{100} \quad (3.7)$$

$$c. \text{ Agregat kasar} = D + (D_k - D_a)x \frac{D}{100} \quad (3.8)$$

dengan:

$B$  = jumlah air (kg/m<sup>3</sup>).

$C$  = agregat halus (kg/m<sup>3</sup>).

$D$  = agregat kasar (kg/m<sup>3</sup>).

$Ca$  = absorpsi air pada agregat halus (%).

$Da$  = absorpsi agregat kasar (%).

$Ck$  = kandungan air dalam agregat halus (%).

$Dk$  = kandungan air dalam agregat kasar (%).

### 3.7 Pembuatan Benda Uji

Pembuatan benda uji dibedakan menjadi 2 yaitu beton normal dan beton abu batok kelapa.

1. Langkah-langkah pembuatan benda uji beton normal adalah sebagai berikut:
  - a. Alat-alat yang akan digunakan dibersihkan terlebih dahulu, kemudian menimbang bahan-bahan yang akan digunakan sesuai dengan komposisi hasil *mix design*.
  - b. Menyiapkan molen yang bagian dalamnya sudah dilembabkan.
  - c. Kemudian pertama-tama tuangkan agregat halus, agregat kasar, dan semen. Aduk hingga ketiga bahan tersebut tercampur merata menggunakan molen.
  - d. Setelah ketiga bahan tersebut tercampur rata, masukkan air sedikit demi sedikit.
  - e. Setelah tercampur rata, dilakukan uji *slump test* untuk memantau *homogenitas* dan *workability* adukan beton segar.
  - f. Apabila nilai *slump test* telah memenuhi spesifikasi, selanjutnya adukan beton dituangkan ke dalam cetakan silinder, dan dirojok agar campuran beton menjadi padat.
  - g. Diamkan selama 24 jam.
  - h. Setelah 24 jam, cetakan dibuka kemudian dilakukan perawatan beton.
2. Langkah-langkah pembuatan benda uji beton abu batok kelapa adalah sebagai berikut:
  - a. Alat-alat yang akan digunakan dibersihkan terlebih dahulu, kemudian menimbang bahan-bahan yang akan digunakan sesuai dengan komposisi hasil *mix design*.
  - b. Menyiapkan molen yang bagian dalamnya sudah dilembabkan.



- c. Kemudian tuangkan agregat halus ke dalam molen lalu masukkan abu batok kelapa yang telah lolos saringan no.100 dengan variasi yang telah ditentukan.
- d. Kemudian masukkan agregat kasar.
- e. Kemudian masukkan semen ke dalam molen.
- f. Setelah keempat bahan tersebut tercampur rata, masukkan air sedikit demi sedikit.
- g. Kemudian masukkan *Sikament NN* sedikit demi sedikit dengan takaran yang telah ditentukan.
- h. Setelah tercampur rata, dilakukan uji *slump* untuk mengukur tingkat *workability* adukan.
- i. Apabila nilai *slump* telah memenuhi spesifikasi, selanjutnya adukan beton dituangkan ke dalam cetakan silinder, dan dirojok agar campuran beton menjadi padat.
- j. Diamkan selama 24 jam.
- k. Setelah 24 jam, cetakan dibuka kemudian dilakukan perawatan beton.

### 3.8 Pemeriksaan *Slump Test*

Langkah-langkah pengujian *Slump Test*:

1. Basahi kerucut Abrams, seng plat, dan tropol dengan air.
2. Letakan seng plat dan kerucut pada tempat yang datar, kerucut Abrams ditahan dengan tangan agar tidak terjadi pergeseran.
3. Tuangkan campuran beton ke dalam kerucut Abrams dengan membagi 3 lapisan, tiap lapisan diberikan tusukan sebanyak 25 kali dengan menggunakan tongkat besi.
4. Ratakan permukaan kerucut abrams yang sudah berisi campuran beton dengan tropol lalu bersihkan daerah sekitar kerucut..
5. Besar diameter sebaran adukan menunjukkan tingkat kekentalan adukan tersebut, semakin besar diameter yang didapat maka semakin encer pula adukan tersebut.

### 3.9 Pengujian Kuat Tekan Beton

Langkah-langkah pengujian kuat tekan beton adalah sebagai berikut:

1. Sebelum dilakukan pengujian dibuat catatan benda uji, baik nomor benda uji, nilai *slump*, tanggal pembuatan benda uji dan tanggal pengujian.
2. Ambil benda uji yang akan ditentukan kekuatannya dari bak perendam, kemudian bersihkan dari kotoran yang menempel dengan kain lembab.
3. Tentukan berat dan ukuran benda uji.
4. Lapisilah (*capping*) permukaan atas dan bawah benda uji dengan mortar belerang.
5. Letakkan benda uji pada mesin tekan secara sentris.
6. Jalankan mesin tekan dengan penambahan beban yang konstan berkisar antara 2 sampai 4 kg/cm<sup>2</sup> per detik.
7. Lakukan pembebanan sampai benda uji menjadi hancur dan catatlah beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji.
8. Gambar bentuk pecah dan catatlah keadaan benda uji.

## 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 Bahan Penyusun Beton

Pada pemeriksaan bahan penyusun beton peneliti memperoleh data material meliputi berat jenis, kadar air, kadar lumpur, berat isi, penyerapan serta analisa saringan. Bahan-bahan yang akan digunakan pada pencampuran beton memiliki beberapa persyaratan yang harus dipenuhi sehingga perlu dilakukan pemeriksaan bahan penyusun beton.

#### 4.2.1 Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

Pada penelitian ini digunakan agregat halus berupa pasir alam yang di peroleh dari Binjai. Pada agregat halus dilakukan pemeriksaan bahan yang meliputi pengujian analisa saringan, pengujian berat jenis dan penyerapan air, pengujian kadar air, pengujian berat isi, dan pengujian kadar lumpur.

##### 1. Hasil Pengujian Analisa Saringan

Pelaksanaan pengujian analisa saringan mengacu pada SNI 03-1968-1990 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang analisa saringan agregat halus. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut ini.

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Analisa Agregat Halus

Sieve Size	Retained Fraction				Cumulative	
	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Total Weight (gr)	%	Retained	Passing
	4.75 (No. 4)	9	13	22	2,00	2,00

2.36 (No. 8)	33	52	85	7,73	9,73	90,27
1.18 (No.16)	90	109	199	18,09	27,82	72,18
0.60 (No. 30)	144	161	305	27,73	55,55	44,45
0.30 (No. 50)	145	166	311	28,27	83,82	16,18
0.15 (No. 100)	67	82	149	13,55	97,36	2,64
<i>Pan</i>	12	17	29	2,64	100.00	0
Total	500	600	1100	100.00	<b>276,27</b>	

Berdasarkan Tabel 4.1 maka diperoleh nilai modulus halus butir (MHB) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Halus Butir (MHB)} &= \frac{\sum \text{Berat tertinggal kumulatif}}{100} \\
 &= \frac{276.27}{100} \\
 &= 2,76
 \end{aligned}$$

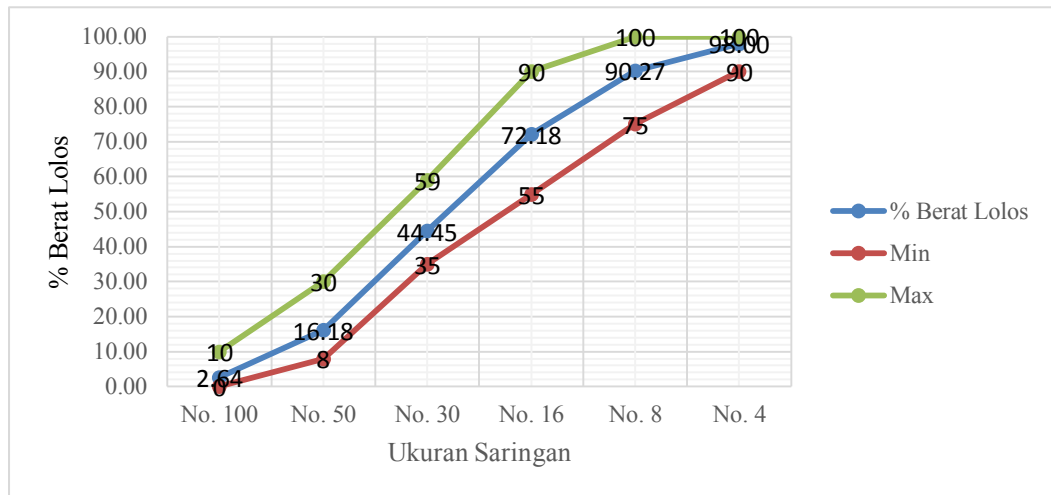
Menurut Tjokrodinuljo (2007) pada umumnya modulus halus butir agregat halus mempunyai nilai antara 1,5 sampai 3,8. Pada pengujian ini diperoleh nilai sebesar 2,76 yang berarti memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan. Hasil pengujian analisa saringan selain menentukan nilai modulus halus butir juga digunakan untuk mengetahui gradasi agregat halus. Daerah gradasi agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Daerah Gradasi Agregat Halus

Nomor Saringan	Lubang Saringan (mm)	Persen bahan butiran yang lolos saringan			
		Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV
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 4.2 agregat halus yang digunakan memenuhi persyaratan gradasi daerah II dengan jenis pasir agak kasar. Grafik hubungan antara persentase lolos kumulatif dengan persen bahan butiran yang lewat saringan gradasi daerah II dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik Analisa Agregat Halus

## 2. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air

Pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan air mengacu pada SNI 1970-2008 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang berat jenis dan penyerapan air agregat halus. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.3 di halaman 45.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus

<i>FINE AGGREGATE</i> (Agregat Halus) <i>Passing No.4</i> (Lolos Ayakan N0.4)	1	2	Rata-Rata
	(gr)	(gr)	(gr)
<i>Wt. Of SSD Sample in Air</i> (Berat contoh (SSD) kering permukaan jenuh) (B)	500	500	500
<i>Wt. Of Oven Dry Sample</i> (Berat contoh (SSD) kering oven (110° C) Sampai Konstan) (E)	495	488	491,5
<i>Wt. Of Flask + Water</i> ( Berat Piknometer penuh air) (D)	689	692	690,5
<i>Wt. Of Flask + Water + Sample</i> ( Berat contoh SSD di dalam piknometer penuh air) (C)	993	995	994
<i>Bulk Sp. Gravity-Dry</i> (Berat jenis contoh kering) $E / (B + D - C)$	2,53	2,48	2,50
<i>Bulk Sp. Gravity-SSD</i> (Berat jenis contoh SSD) $B / (B + D - C)$	2,55	2,54	2,54
<i>Apparent Sp. Gravity-Dry</i> (Berat jenis contoh semu) $E / (E + D - C)$	2,59	2,64	2,61
<i>Absorption</i> $[(B - E) / E] \times 100\%$	1,01	2,46	1,73

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh hasil berat jenis jenuh kering muka rata-rata sebesar 2,54 gram/cm<sup>3</sup> dan penyerapan air rata-rata sebesar 1,73%. Sebuah berat jenis agregat normal berada diantara 2,4-2,7 (Tjokrodinuljo,2007). Hal ini menyatakan bahwa agregat halus yang digunakan termasuk berat jenis agregat normal karena berada diantara 2,4-2,7.

### 3. Pengujian Kadar Air

Pelaksanaan pengujian kadar air mengacu pada ASTM C 566-89 Dari hasil penelitian didapat data-data pada Tabel 4.4 sehingga diketahui kadar air agregat halus yang diperiksa. Dari 2 data yang dilakukan pengujian dengan berat masing-masing 1000 gr.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus

Agregat Halus	1 (gr)	2 (gr)
<i>Wt of SSD Sample &amp; Mold</i> (Berat contoh SSD dan berat wadah)	1493	1509
<i>Wt of SSD sample</i> (berat contoh SSD)	1000	1000
<i>Wt of Oven Dry Sample &amp; Mold</i> (Berat contoh kering oven & berat wadah)	1481	1498
<i>Wt of Mold</i> (berat wadah)	493	509
<i>Wt of Water</i> (berat air)	12	11
<i>Wt of Oven Dry Sample</i> (Berat contoh kering)	988	989
Kadar Air	1,21	1,11
Rata-Rata	1,16	

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh rata-rata kadar air sebesar 1,16%. Percobaan dilakukan sebanyak dua kali, dengan percobaan pertama didapat hasil kadar air sebesar 1,21%. Sedangkan percobaan kedua didapat hasil kadar air sebesar 1,11%.

#### 4. Pengujian Berat Isi

Pelaksanaan pengujian berat isi mengacu pada SNI 03-4804-1998 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang berat isi agregat halus. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.5 berikut ini.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Halus

Pengujian	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Sampel 3 (gr)	Rata – Rata (gr)
Berat Contoh & Wadah	17566	18306	18383	18085
Berat Wadah	5336	5336	5336	5336
Berat Contoh & Wadah	22902	23642	23719	23421
Volume Wadah	11125,4	11125,4	11125,4	11125,4
Berat Isi	1,58	1,65	1,65	1,63

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh rata-rata berat isi sebesar  $1,63 \text{ gr/cm}^3$ . Berat isi yang disyaratkan pada beton normal berkisar 1,5-1,8 sehingga berat volume padat agregat halus yang digunakan telah memenuhi persyaratan.

#### 5. Pengujian Kadar Lumpur

Pelaksanaan pengujian kadar lumpur mengacu pada SNI 03-4141-1996 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang kadar lumpur agregat halus. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.6 berikut ini.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus

Agregat Halus Lolos Saringan No.9,5 mm	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Rata – rata (gr)
Berat contoh kering	1000	1000	1000
Berat contoh kering setelah di cuci	965	968	967
Berat kotoran	35	32	34
Persentase kotoran	3,6	3,3	3,5

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh nilai persentase kadar lumpur dari sampel 1 sebesar 3,6% dan nilai persentase kadar lumpur dari sampel 2 sebesar 3,3%. Maka rata-rata nilai kadar lumpur dari kedua sampel adalah sebesar 3,5%.

#### 4.2.2 Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

Pada penelitian ini digunakan agregat kasar berupa batu pecah yang di peroleh dari Binjai. Pada agregat kasar dilakukan pemeriksaan bahan yang meliputi pengujian analisa saringan, pengujian berat jenis dan penyerapan air, pengujian kadar air, pengujian berat isi, dan pengujian kadar lumpur.

##### 1. Hasil Pengujian Analisa Saringan

Pelaksanaan pengujian analisa saringan mengacu pada SNI 03-1969-1990 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang analisa saringan agregat kasar. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.7 di halaman 48.



Tabel 4.7 Hasil Pengujian Analisa Agregat Kasar

Sieve Size	Retained Fraction				Cumulative	
	Sample I (gr)	Sample II (gr)	Total Weight (gr)	%		
38,1 (1.5 in)	0	0	0	0.00	0.00	100.00
19.0 (3/4 in)	87	55	142	2,84	2,84	97,16
9.52 (3/8 in)	1465	1497	2962	59,24	62,08	37,92
4.75 (No. 4)	948	948	1896	37,92	100.00	0.00
2.36 (No. 8)	0	0	0	0.00	100.00	0.00
1.18 (No.16)	0	0	0	0.00	100.00	0.00
0.60 (No.30)	0	0	0	0.00	100.00	0.00
0.30 (No.50)	0	0	0	0.00	100.00	0.00
0.15(No.100)	0	0	0	0.00	100.00	0.00
Pan	0	0	0	0.00	100	0
Total	2500	2500	5000	100.00	<b>664,92</b>	

Berdasarkan Tabel 4.7 maka diperoleh nilai modulus halus butir (MHB) sebagai berikut:

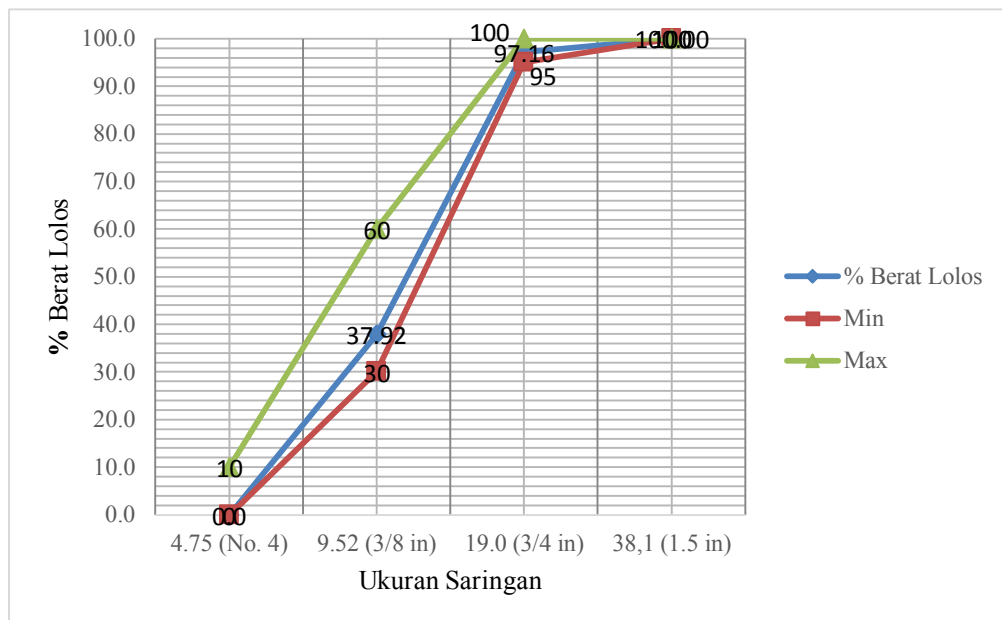
$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Halus Butir (MHB)} &= \frac{\sum \text{Berat tertinggal kumulatif}}{100} \\
 &= \frac{664,92}{100} \\
 &= 6,65
 \end{aligned}$$

Menurut Tjokrodinuljo (2007) pada umumnya modulus halus butir agregat kasar mempunyai nilai antara 6,0 sampai 7,0. Pada pengujian ini diperoleh nilai sebesar 6,65 yang berarti memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan. Hasil pengujian analisa saringan selain menentukan nilai modulus halus butir juga digunakan untuk mengetahui gradasi agregat kasar. Daerah gradasi agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4.8 pada halaman 49.

Tabel 4.8 Batas Gradasi Agregat Kasar

Ukuran Saringan (mm)	Persentase Lolos (%)		
	Gradasi Agregat		
	40 mm	20 mm	10 mm
76	100	-	-
38	95-100	100	-
19	37-70	95-100	100
9,6	10-40	30-60	50-85
4,8	0-5	0-10	0-10

Berdasarkan Tabel 4.8 gradasi agregat kasar menggunakan persyaratan gradasi agregat dengan ukuran butir maksimum 20 mm, tetapi dalam analisa saringan agrgeat kasar ini diperoleh gradasi sela karena terdapat fraksi ukuran 20 mm dan 10 mm yang tidak terpenuhi. Apabila salah satu fraksi ukuran yang tidak terpenuhi maka akan mengakibatkan volume pori (ruang kosong) pada beton menjadi lebih banyak. Variasi ukuran agregat kasar akan mengakibatkan volume pori menjadi lebih kecil dan beton yang dihasilkan akan menjadi lebih padat. Grafik hubungan antara persentase lolos kumulatif dengan persen bahan butiran yang lewat saringan dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Grafik Analisa Agregat Kasar

## 2. Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air

Pelaksanaan pengujian berat jenis dan penyerapan air mengacu pada SNI 1969-2008 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik

Sipil UMSU tentang berat jenis dan penyerapan air agregat kasar. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.9 berikut ini.

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar

<i>COARSE AGGREGATE</i> (Agregat Kasar)	1	2	Rata-Rata
<i>Passing No.4</i> (Lolos Ayakan N0.4)	(gr)	(gr)	(gr)
<i>Wt. Of SSD Sample in Air</i> (Berat contoh (SSD) kering permukaan jenuh) (A)	2492	2465	2478,5
<i>Wt. Of Oven Dry Sample</i> (Berat contoh (SSD) keringoven (110° C) Sampai Konstan) (C)	2480	2459	2469,5
<i>Wt. Of SSD Sample in Water</i> (Berat contoh (SSD) didalam air) (B)	1550	1529	1539,5
<i>Bulk Sp. Gravity-Dry</i> (Berat jenis contoh kering) C / (A - B)	2,63	2,63	2,63
<i>Bulk Sp. Gravity-SSD</i> (Berat jenis contoh SSD) A / (A - B)	2,65	2,63	2,64
<i>Apparent Sp. Gravity-Dry</i> (Berat jenis contoh semu) C / (C - B)	2,67	2,64	2,66
<i>Absorption</i> (Penyerapan) [ (A - C) / C ] x 100%	0,48	0,24	0,36

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan pada agregat kasar diperoleh berat jenis jenuh kering muka rata-rata sebesar 2,64 gram/cm<sup>3</sup> dan penyerapan air rata-rata sebesar 0,36%. Penyerapan agregat kasar lebih kecil dari agregat halus, hal ini menunjukkan rongga-rongga yang diisi air oleh air lebih sedikit dari pada agregat halus. Sebuah berat jenis agregat normal berada diantara 2,4-2,7 gram/cm<sup>3</sup> (Tjokrodinuljo,2007). Hal ini menyatakan bahwa agregat kasar yang digunakan termasuk berat jenis agregat normal karena berada diantara 2,4-2,7 gram/cm<sup>3</sup>.

### 3. Pengujian Kadar Air

Pelaksanaan pengujian kadar air mengacu pada SNI 1971-2011 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang kadar air agregat kasar. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.10 di halaman 51.

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Kasar

Agregat Kasar	1 (gr)	2 (gr)
<i>Wt of SSD Sample &amp; Mold</i> (Berat contoh SSD dan berat wadah) gr	2009	1993
<i>Wt of SSD sample</i> (berat contoh SSD) gr	1500	1500
<i>Wt of Oven Dry Sample &amp; Mold</i> (Berat contoh kering oven & berat wadah) gr	2004	1989
<i>Wt of Mold</i> (berat wadah) gr	509	493
<i>Wt of Water</i> (berat air) gr	5	4
<i>Wt of Oven Dry Sample</i> (Berat contoh kering) gr	1495	1496
Kadar Air	0,33	0,27
Rata-Rata	0,30	

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh rata-rata kadar air sebesar 0,30%. Percobaan dilakukan sebanyak dua kali, dengan percobaan pertama didapat hasil kadar air sebesar 0,33%. Sedangkan percobaan kedua didapat hasil kadar air sebesar 0,27%.

#### 4. Pengujian Berat Isi

Pelaksanaan pengujian berat isi mengacu pada SNI 03-4804-1998 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang berat isi agregat kasar. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.11 berikut ini.

Tabel 4.11 Hasil Pengujian Berat Isi Agregat Kasar

Pengujian	Sampel 1 (gr)	Sample 2 (gr)	Sample 3 (gr)	Rata-Rata (gr)
Berat Contoh & Wadah	18836	19837	20523	19732
Berat Wadah	5336	5336	5336	5336
Berat Contoh & Wadah	24172	25173	25859	25068
Volume Wadah	11125,4	11125,4	11125,4	11125,4
Berat Isi	1,69	1,78	1,84	1,77

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh rata-rata berat isi sebesar 1,77 gr/cm<sup>3</sup>. Berat isi yang disyaratkan pada beton normal

berkisar 1,5-1,8 gr/cm<sup>3</sup> sehingga berat volume padat agregat halus yang digunakan telah memenuhi persyaratan.

#### 5. Pengujian Kadar Lumpur

Pelaksanaan pengujian kadar lumpur mengacu pada SNI 03-4141-1996 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil UMSU tentang kadar lumpur agregat kasar. Hasil dari pengujian yang sudah dilakukan dapat dilihat pada Tabel 4.12 berikut ini.

Tabel 4.12 Hasil Pengujian Kadar Lumpur Agregat Kasar

Agregat Kasar Lolos Saringan No. 50,8 mm	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Rata – rata (gr)
Berat Contoh Kering	1500	1500	1500
Berat Contoh Kering Setelah Di Cuci	1497	1494	1496
Berat Kotoran	3	6	5
Persentase Kotoran	0,2	0,4	0,3

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang dilakukan diperoleh nilai persentase kadar lumpur dari sampel 1 sebesar 0,2% dan nilai persentase kadar lumpur dari sampel 2 sebesar 0,4%. Maka rata-rata nilai kadar lumpur dari kedua sampel adalah sebesar 0,3%.

#### 4.3 Hasil Pemeriksaan Berat Jenis dan Penyerapan Abu Batok Kelapa

Tabel 4.13 Hasil Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Abu Batok Kelapa

Abu Batok Kelapa	Satuan	Sample 1	Sample 2	Rata-rata
Berat SSD (B)	gr	50	50	50
Berat SSD kering oven (E)	gr	49	47	48
Berat Pic + air (D)	gr	690	691	690,5
Berat SSD + berat pic + air (C)	gr	719	718	718,5
BJ Bulk = $(E / (B + D - C))$		2,33	2,04	2,18
BJ SSD = $(B / (B + D - C))$		2,38	2,17	2,27
BJ Semu = $(E / (E + D - C))$		2,45	2,35	2,4
Absorption = $([(B - E) / E] \times 100\%)$	%	2,04	6,38	4,21

Dari hasil pengujian didapatkan data seperti dicantumkan diatas. Analisa yang bisa didapatkan, pada pengujian berat jenis SSD sebesar 2,27 gram/cm<sup>3</sup>. Suatu agregat bisa dikatakan agregat normal, mempunyai berat jenis antara 2,2–2,7

gram/cm<sup>3</sup>. Dalam pengujian abu batok kelapa, diketahui agregatnya dikategorikan sebagai agregat normal. Sedangkan penyerapan air didapatkan 4,21%, batas maksimal persentase penyerapan air dalam SNI adalah sebesar 3%.

#### 4.4 Perencanaan Campuran Beton

Pada penelitian ini perencanaan campuran beton (*mix design*) menggunakan metode SNI 03-2834-2000. Perencanaan campuran beton bertujuan untuk memperoleh proposi campuran yang sesuai dengan kuat tekan beton rencana. Pada perencanaan beton normal ini direncanakan memiliki nilai kuat tekan 30 MPa yang perhitungannya sebagai berikut.

1. Kuat tekan rencana ( $f'c$ ) = 30 MPa dan benda uji akan dilakukan pengujian pada umur rencana 28 hari.
2. Standar deviasi ditiadakan.
3. Nilai tambah margin (M) karena benda uji yang direncanakan kurang dari 15 buah, maka nilai yang diambil sebesar 12 MPa.
4. Kuat tekan beton rata-rata yang ditargetkan ( $f'cr$ ) berdasarkan Persamaan 3.4 diperoleh sebagai berikut.

$$\begin{aligned} f'cr &= f'c + M \\ &= 30 + 12 \\ &= 42 \text{ MPa} \end{aligned}$$

5. Semen yang digunakan seharusnya semen *Portland* tipe I tetapi karena keterbatasan untuk memperoleh diganti semen tipe PCC semen padang yang memiliki kekuatan setara dengan semen *Portland* tipe I.
6. Agregat yang digunakan berupa agregat halus pasir alami dari Binjai dan agregat kasar batu pecah dengan ukuran maksimum 20 mm dari Binjai.
7. Faktor air semen (FAS), berdasarkan perhitungan pada Gambar 3.9 tentang grafik hubungan antara kuat tekan dan faktor air semen dengan perkiraan kekuatan tekan beton rata-rata 42 MPa, semen yang digunakan PCC semen padang, beton dilakukan pengujian pada umur rencana 28 hari, benda uji silinder dan agregat kasar berupa batu pecah maka digunakan nilai FAS sebesar 0,45.

8. Faktor air semen maksimum, berdasarkan tabel 3.7 mengenai persyaratan faktor air maksimum karena beton berada di lokasi yang non-korosif maka faktor air maksimum ditetapkan sebesar 0,60.
9. Nilai *slump* yang direncanakan pada penelitian ini menggunakan *slump* rencana sebesar 60-180 mm.
10. Ukuran maksimum yang digunakan sebesar 20 mm.
11. Kadar air bebas agregat campuran, ukuran agregat maksimum yang digunakan adalah 20 mm dan nilai *slump* yang ditentukan adalah 60-180 mm sehingga dari Tabel 3.6 diperoleh nilai perkiraan jumlah air untuk agregat halus ( $W_h$ ) adalah 195 sedangkan untuk agregat kasar ( $W_k$ ) adalah 225 sehingga nilai kadar air bebas yang digunakan berdasarkan Persamaan 3.5 diperoleh sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar Air Bebas} &= \frac{2}{3} W_h + \frac{1}{3} W_k \\
 &= \frac{2}{3} 195 + \frac{1}{3} 225 \\
 &= 205 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

12. Kadar semen dapat dihitung dengan cara nilai kadar air bebas dibagi faktor air semen, maka jumlah semen yang digunakan sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar semen} &= \frac{\text{Kadar Air Bebas}}{\text{Faktor Air Semen}} \\
 &= \frac{205}{0,45} \\
 &= 455,56 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

13. Kadar semen maksimum sebesar 455,56 Kg/m<sup>3</sup>
14. Kadar semen minimum untuk beton yang direncanakan di dalam ruangan dan terlindung dari hujan serta terik matahari langsung dari Tabel 3.7 mempunyai kadar semen minimum per-m<sup>3</sup> sebesar 275 kg.
15. Faktor air semen yang disesuaikan berdasarkan Gambar 3.9 yaitu sebesar 0,45.
16. Susunan butir agregat halus berdasarkan Gambar 3.10 yaitu batas gradasi pasir no.2.
17. Susunan butir agregat kasar berdasarkan Gambar 3.11 yaitu batara gradasi kerikil ukuran maksimum 20 mm.

18. Persentase agregat halus, dengan mengacu pada *slump* 60-180 mm, faktor air semen 0,45 dan ukuran butir maksimum 20 mm serta agregat halus berada pada gradasi 2 maka persentase agregat halus terhadap kadar agregat total sesuai pada Gambar 3.12. Sehingga diperoleh persentase halus batas bawah sebesar 36% dan batas atas sebesar 45%. Nilai yang digunakan adalah nilai rata-rata sehingga digunakan sebesar 40,5%.

19. Menghitung berat jenis relatif dengan nilai yang diperoleh dari pemeriksaan bahan susun beton nilai berat jenis agregat halus (BJAH) sebesar 2,54 dan berat jenis agregat kasar (BJAK) sebesar 2,64. Maka diperoleh perhitungan berat jenis gabungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Berat Jenis Relatif} &= (\%AH \cdot \text{BJAH}) + ((100\% - \%AH) \cdot \text{BJAK}) \\ &= (40,5\% \cdot 2,54) + ((100\% - 40,5\%) \cdot 2,64) \\ &= 2,60 \end{aligned}$$

20. Berat isi beton diperoleh dari Gambar 3.13 dengan nilai kadar air bebas yang digunakan sebesar 205 dan berat jenis gabungan sebesar 2,60, maka diperoleh nilai berat isi beton sebesar 2350 kg/m<sup>3</sup>

21. Kadar agregat gabungan diperoleh sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Kadar agregat gabungan} &= \text{Berat isi beton} - \text{kadar semen} - \text{kadar air bebas} \\ &= 2350 - 455,56 - 205 \\ &= 1689,44 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

22. Kadar agregat halus diperoleh sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Kadar agregat halus} &= \text{Kadar agregat gabungan} \cdot \%AH \\ &= 1689,44 \cdot 40,5\% \\ &= 684,22 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

23. Kadar agregat kasar diperoleh sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Kadar agregat kasar} &= \text{Kadar agregat gabungan} - \text{kadar agregat halus} \\ &= 1689,44 - 684,22 \\ &= 1005,22 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

24. Proporsi Campuran

Berdasarkan hasil perhitungan di atas, maka didapatkan susunan campuran proporsi teoritis untuk setiap 1 m<sup>3</sup> beton adalah sebagai berikut.

$$\text{Semen} = 455,56 \text{ kg}$$



$$\begin{aligned} \text{Air} &= 205 \text{ kg} \\ \text{Agregat Halus} &= 684,23 \text{ kg} \\ \text{Agregat Kasar} &= 1005,22 \text{ kg} \end{aligned}$$

## 25. Koreksi Proporsi Campuran

Koreksi proporsi campuran untuk mendapatkan susunan campuran yang sebenarnya, yaitu yang akan dipakai sebagai campuran uji. Angka-angka teoritis tersebut perlu dibetulkan dengan memperhitungkan jumlah air bebas yang terdapat dalam masing-masing agregat yang akan dipakai, perhitungan dengan menggunakan persamaan 3.6 s/d 3.8 sebagai berikut:

Diketahui:

- Jumlah air (B)  $= 205 \text{ kg/m}^3$
- Jumlah agregat halus (C)  $= 684,23 \text{ kg/m}^3$
- Jumlah agregat kasar (D)  $= 1005,22 \text{ kg/m}^3$
- Penyerapan agregat halus ( $C_a$ )  $= 1,73\%$
- Penyerapan agregat kasar ( $D_a$ )  $= 0,36\%$
- Kadar air agregat halus ( $C_k$ )  $= 1,16\%$
- Kadar air agregat kasar ( $D_k$ )  $= 0,30\%$

### a. Air

$$\begin{aligned} \text{Air} &= B - (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} - (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\ &= 205 - (1,16 - 1,73) \times \frac{684,23}{100} - (0,30 - 0,36) \times \frac{1005,22}{100} \\ &= 209,54 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

### b. Agregat Halus

$$\begin{aligned} \text{Agregat halus} &= C + (C_k - C_a) \times \frac{C}{100} \\ &= 684,22 + (1,16 - 1,73) \times \frac{684,23}{100} \\ &= 680,32 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

### c. Agregat Kasar

$$\begin{aligned} \text{Agregat Kasar} &= D + (D_k - D_a) \times \frac{D}{100} \\ &= 1005,22 + (0,30 - 0,36) \times \frac{1005,22}{100} \\ &= 1004,59 \text{ kg/m}^3 \end{aligned}$$

Tabel 4.14 Rekapitulasi Perencanaan Campuran Beton (*Mix Design*)

No	Uraian	Tabel/Gambar /Perhitungan		Nilai	
1	Kuat tekan yang disyaratkan (silinder)	Ditetapkan		30 MPa	
2	Deviasi standar	-		-	
3	Nilai tambah (margin)	Tabel 3.4		12 MPa	
4	Kekuatan rata-rata yang ditargetkan	1+3		42 MPa	
5	Jenis semen	Ditetapkan		Semen <i>Portland I</i>	
6	Jenis agregat:-kasar	Ditetapkan		Batu Pecah	
	-halus	Ditetapkan		Pasir Alami	
7	FAS	Tabel 3.5 dan Gambar 3.2		0,45	
8	FAS maksimum	Tabel 3.7		0,6	
9	<i>Slump</i>	Ditetapkan		60-180 mm	
10	Ukuran agregat maksimum	Ditetapkan		20 mm	
11	Kadar air bebas	Tabel 3.6		205 kg/m <sup>3</sup>	
12	Kadar semen	11:7		455,56 kg/m <sup>3</sup>	
13	Kadar semen maksimum	Ditetapkan		455,56 kg/m <sup>3</sup>	
14	Kadar semen minimum	Tabel 3.7		275 kg/m <sup>3</sup>	
15	FAS yang disesuaikan	-		0,45	
16	Susunan butir agregat halus	Gambar 3.10		no.2	
17	Susunan butir agregat kasar	Gambar 3.11		no.20 mm	
18	Persen agregat halus	Gambar 3.12		40,5%	
19	Berat jenis relatif	Dihitung		2,60	
20	Berat isi	Gambar 3.13		2350 kg/m <sup>3</sup>	
21	Kadar agregat gabungan	20-12-11		1689,44 kg/m <sup>3</sup>	
22	Kadar agregat halus	21x18		684,23 kg/m <sup>3</sup>	
23	Kadar agregat kasar	21-22		1005,22 kg/m <sup>3</sup>	
24	Proporsi campuran	Semen (kg/m <sup>3</sup> )	Air (kg/m <sup>3</sup> )	Agregat (kg/m <sup>3</sup> )	
				Halus	Kasar
		455,56	205	684,23	1005,22
		1	0,45	1,50	2,21
25	Koreksi proporsi campuran	455,56	209,54	680,32	1004,59
		1,00	0,46	1,49	2,21

#### 4.5 Kebutuhan Bahan

Berdasarkan hasil mix design beton normal mutu sedang maka kebutuhan bahan untuk 1 m<sup>3</sup> sebagai berikut:

- PC = 455,56 kg/m<sup>3</sup>
- Agregat halus = 680,32 kg/m<sup>3</sup>
- Agregat kasar = 1004,5 kg/m<sup>3</sup>
- Air = 209,54 kg/m<sup>3</sup>

Kebutuhan volume satu benda uji dengan cetakan silinder sebagai berikut:

a. Tinggi = 30 cm

b. Diameter = 15 cm

$$\begin{aligned} \text{Volume silinder} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot T \\ &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 0,15^2 \cdot 0,30 \\ &= 0,0053 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Sedangkan kebutuhan volume setiap variasi atau satu kali adukan, ialah = 3 x 0,0053 m<sup>3</sup> = 0,01590 m<sup>3</sup> dan sebagai toleransi kehilangan saat pembuatan, Maka kebutuhan bahan untuk jumlah setiap total variasi ditambah 10% dari total variasi, yaitu = 0,01590 m<sup>3</sup> + (0,01590 m<sup>3</sup> x 10%) = 0,0175 m<sup>3</sup>. Sehingga didapat seluruh kebutuhan bahan pada setiap variasi atau 3 kali adukan sebagai berikut:

Tabel 4.15 Kebutuhan Bahan Berbagai Variasi Campuran

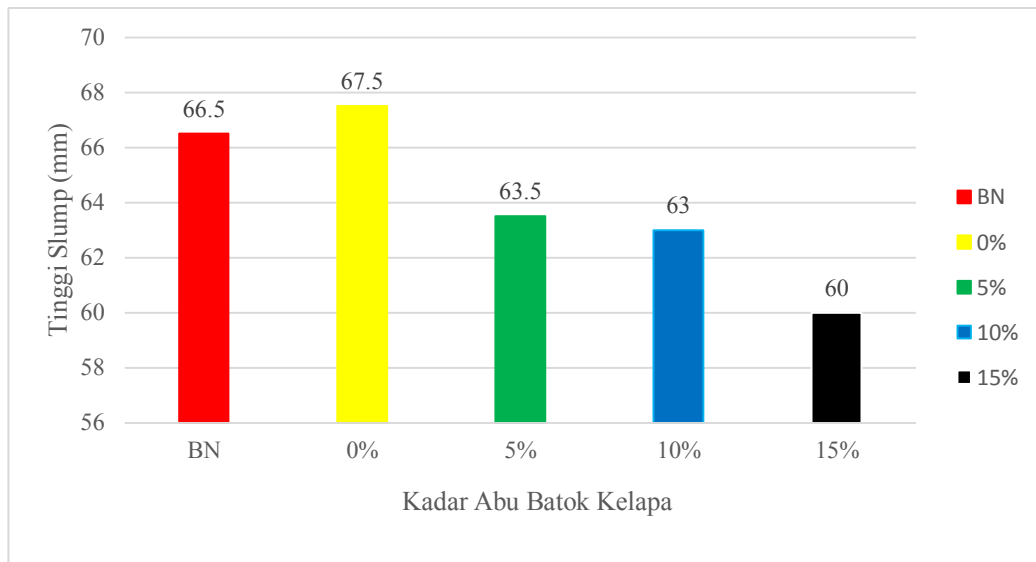
No	Kode Benda Uji	Volume 1x Adukan Per (m <sup>3</sup> )	Komposisi Bahan						Total (kg)
			PCC + Sikament NN		Agregat Halus		Agregat Kasar (kg)	Air (kg)	
			PCC (kg)	Sikament NN (kg)	Pasir (kg)	Abu Batok Kelapa (kg)			
1	BN	0,0175	100% 8,449	-	100% 12,617	-	18,634	3,885	43,585
2	BA0	0,0175	100% 8,449	0,8% 0,068	100% 12,617	-	18,634	3,885	43,653
3	BA5	0,0175	100% 8,449	0,8% 0,068	95% 11,987	5% 0,630	18,634	3,885	43,653
4	BA10	0,0175	100% 8,449	0,8% 0,068	90% 11,356	10% 1,261	18,634	3,885	43,653
5	BA15	0,0175	100% 8,449	0,8% 0,068	85% 10,725	15% 1,892	18,634	3,885	43,653
Total		0,0875	42,245	0,272	59,302	3,783	93,17	19,425	218,197

#### 4.6 Pengujian *Slump* (*Slump* rencana 60-180 mm)

Hasil dari pengujian *slump test* yang telah dilakukan pada penelitian beton di laboratorium yang akan di jelaskan pada tabel 4.16, seperti di bawah ini.

Tabel 4.16 Hasil Pengujian *Slump*

Variasi Campuran	Tinggi <i>Slump</i> (cm)		<i>Slump</i> Rata-rata (mm)	Tambahkan air	Air 1 x Adukan (Liter)
	1	2			
BN	6,7	6,6	66,5	-	3,885
BA-0	6,8	6,7	67,5	-	3,885
BA-5	6,5	6,2	63,5	0,7	4,585
BA-10	6,3	6,3	63	0,7	4,585
BA-15	6	6	60	0,7	4,585



Gambar 4.3 Grafik Perbandingan *Slump* Rata – rata

Berdasarkan Gambar 4.3 data hasil pengujian tersebut, nilai rata-rata *slump* campuran beton normal, BA-0, BA-5, BA-10 dan BA-15 yaitu; 66,5 mm; 67,5 mm; 63,5 mm; 63 mm; dan 60 mm. Didapat bahwa nilai *slump* seluruh campuran masuk kedalam *slump* rencana yaitu 60 – 180 mm. *Slump* rata-rata menunjukkan penurunan seiring penambahan abu batok kelapa. Penurunan *workability* dari adukan beton diakibatkan karena abu batok kelapa cukup banyak menyerap air.

#### 4.7 Berat Isi Beton

$$\text{Berat isi rencana} = 2250 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Volume pekerjaan} = 0,070 \text{ m}^3$$

Tabel 4.17 Hasil Pengujian Berat Isi Beton

No	Variasi Campuran	Berat Air Pada Volume Silinder (kg)	Berat Beton (kg)	Berat Isi Beton (kg/m <sup>3</sup> )	Berat Isi Beton Rata-Rata (kg/m <sup>3</sup> )	Berat Isi Beton Rencana (kg /m <sup>3</sup> )	Yield	Berat Isi Lebih (%)		
1	BN	5,299	12,654	2388	2389	2250	1,06	0,06		
			12,658	2389						
			12,660	2389						
2	BA0	5,299	12,978	2449	2426		2250	1,08	0,07	
			12,798	2415						
			12,788	2413						
3	BA5	5,299	12,156	2294	2338			2250	1,04	0,04
			12,393	2339						
			12,609	2380						
4	BA10	5,299	12,211	2305	2254				2250	1,00
			11,723	2212						
			11,899	2246						
5	BA15	5,299	12,055	2275	2200	2250				0,98
			11,463	2163						
			11,447	2160						

Data yang dihasilkan pada tabel diatas dapat dilihat pada rincian berikut:

1. Beton Normal (BN)

a. Berat Penuh Air Pada Volume Silinder =  $0,0053 \times 1000 = 5,299 \text{ kg}$

b. Berat Isi Beton

$$- \frac{12,654}{5,299} \times 1000 = 2388 \text{ kg/m}^3$$

$$- \frac{12,658}{5,299} \times 1000 = 2389 \text{ kg/m}^3$$

$$- \frac{12,660}{5,299} \times 1000 = 2389 \text{ kg/m}^3$$

$$- \text{Rata-rata} = 2389 \text{ kg/m}^3$$

c. Yield =  $\frac{2389}{2250} \times 100\% = 1,06$

d. Berat Isi Lebih =  $\frac{1,06 - 1}{1,06} \times 100\% = 0,06\%$

2. Beton Abu Batok Kelapa 0%

a. Berat Penuh Air Pada Volume Silinder =  $0,0053 \times 1000 = 5,299$  kg

b. Berat Isi Beton

-  $\frac{12,978}{5,299} \times 1000 = 2449$  kg/m<sup>3</sup>

-  $\frac{12,798}{5,299} \times 1000 = 2415$  kg/m<sup>3</sup>

-  $\frac{12,788}{5,299} \times 1000 = 2413$  kg/m<sup>3</sup>

- Rata-rata =  $2426$  kg/m<sup>3</sup>

c. *Yield* =  $\frac{2426}{2250} \times 100\% = 1,08$

d. Berat Isi Lebih =  $\frac{1,08 - 1}{1,08} \times 100\% = 0,07\%$

3. Beton Abu Batok Kelapa 5%

a. Berat Penuh Air Pada Volume Silinder =  $0,0053 \times 1000 = 5,299$  kg

Berat Isi Beton

-  $\frac{12,156}{5,299} \times 1000 = 2294$  kg/m<sup>3</sup>

-  $\frac{12,393}{5,299} \times 1000 = 2339$  kg/m<sup>3</sup>

-  $\frac{12,609}{5,299} \times 1000 = 2380$  kg/m<sup>3</sup>

- Rata-rata =  $2338$  Kg/m<sup>3</sup>

b. *Yield* =  $\frac{2338}{2250} \times 100\% = 1,04$

c. Berat Isi Lebih =  $\frac{1,04 - 1}{1,04} \times 100\% = 0,04\%$

4. Beton Abu Batok Kelapa 10%

a. Berat Penuh Air Pada Volume Silinder =  $0,0053 \times 1000 = 5,299$  kg

b. Berat Isi Beton

-  $\frac{12,211}{5,299} \times 1000 = 2305$  kg/m<sup>3</sup>

-  $\frac{11,723}{5,299} \times 1000 = 2212$  kg/m<sup>3</sup>

-  $\frac{11,899}{5,299} \times 1000 = 2246$  kg/m<sup>3</sup>

- Rata-rata =  $2254$  kg/m<sup>3</sup>

$$c. \text{ Yield} = \frac{2254}{2250} \times 100\% = 1,00$$

$$d. \text{ Berat Isi Lebih} = \frac{1,00 - 1}{1,00} \times 100\% = 0,00\%$$

5. Beton Abu Batok Kelapa 15%

a. Berat Penuh Air Pada Volume Silinder =  $0,0053 \times 1000 = 5,299 \text{ kg}$

Berat Isi Beton

$$- \frac{12,055}{5,299} \times 1000 = 2275 \text{ kg/m}^3$$

$$- \frac{11,463}{5,299} \times 1000 = 2163 \text{ kg/m}^3$$

$$- \frac{11,447}{5,299} \times 1000 = 2160 \text{ kg/m}^3$$

$$- \text{Rata-rata} = 2200 \text{ kg/m}^3$$

b. *Yield* =  $\frac{2200}{2250} \times 100\% = 0,98$

d. Berat Isi Lebih =  $\frac{0,98 - 1}{0,98} \times 100\% = -0,02\%$

Berdasarkan data pengujian, berat isi beton untuk berbagai variasi campuran masing – masing sebesar  $2389 \text{ kg/m}^3$  (BN),  $2426 \text{ kg/m}^3$  (BA0),  $2338 \text{ kg/m}^3$  (BA5),  $2254 \text{ kg/m}^3$  (BA10) dan  $2200 \text{ kg/m}^3$  (BA15). Dikarenakan nilai toleransi kehilangan bahan, jumlah bahan dlebihkan sehingga untuk berat isi BN, BA0, BA5 dan BA10 melebihi dari berai isi beton rencana. Sedangkan untuk berat isi BA15 kurang dari berat isi beton rencana akibat banyaknya volume rongga udara pada beton. Tetapi berat isi beton rata-rata diatas masih sesuai dengan berat satuan beton normal yaitu antara  $2200 - 2500 \text{ kg/m}^3$  (SNI 03 – 2847 – 2002).

#### 4.8 Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilaksanakan setelah benda uji berumur 28 hari. Pengujian ini dengan memberikan beban yang mampu diterima oleh benda uji pada sisi beton yang diletakkan pada mesin uji. Pengujian ini menggunakan metode SNI 1974-2011,2011 tentang pengujian kuat tekan beton. Beban yang mampu diterima oleh benda uji berdasarkan Persamaan 2.1 diperoleh hasil pengujian kuat tekan beton yang dapat dilihat pada Tabel 4.18 pada halaman 63.

Tabel 4.18 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Variasi Beton	Luas ( $\pi r^2$ ) (mm <sup>2</sup> )	Beban (Ton)			Kuat Tekan (MPa)			Kuat Tekan Rata-Rata (MPa)
		1	2	3	1	2	3	
BN	17662,5	55	55	56	31,14	31,14	31,71	31,33
BA0	17662,5	66	63	73	37,37	35,67	41,33	38,12
BA5	17662,5	52	51	52	29,44	28,87	29,44	29,25
BA10	17662,5	43	46	45	24,35	26,04	25,48	25,29
BA15	17662,5	37	43	39	20,95	24,35	22,08	22,46

Data yang dihasilkan pada tabel diatas dapat dilihat pada rincian berikut:

1. Beton Normal

a. Benda Uji 1

- Luas  $= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 150^2 = 17662,5 \text{ mm}^2$

- Beban = 55 Ton

- Kuat Tekan Beton =  $f'c = \frac{P}{A} = \frac{55}{17662,5} = 31,14 \text{ MPa}$

b. Benda Uji 2

- Luas  $= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 150^2 = 17662,5 \text{ mm}^2$

- Beban = 55 Ton

- Kuat Tekan Beton =  $f'c = \frac{P}{A} = \frac{55}{17662,5} = 31,14 \text{ MPa}$

c. Benda Uji 3

- Luas  $= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 150^2 = 17662,5 \text{ mm}^2$

- Beban = 56 Ton

- Kuat Tekan Beton =  $f'c = \frac{P}{A} = \frac{56}{17662,5} = 31,71 \text{ MPa}$

d. Rata-rata = 31,33 MPa

2. Beton Abu Batok Kelapa 0%

a. Benda Uji 1



- Luas  $= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 150^2 = 17662,5 \text{ mm}^2$
- Beban = 66 Ton
- Kuat Tekan Beton =  $f'c = \frac{P}{A} = \frac{66}{17662,5} = 37,37 \text{ MPa}$

b. Benda Uji 2

- Luas  $= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 150^2 = 17662,5 \text{ mm}^2$
- Beban = 63 Ton
- Kuat Tekan Beton =  $f'c = \frac{P}{A} = \frac{63}{17662,5} = 35,67 \text{ MPa}$

c. Benda Uji 3

- Luas  $= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 150^2 = 17662,5 \text{ mm}^2$
- Beban = 73 Ton
- Kuat Tekan Beton =  $f'c = \frac{P}{A} = \frac{73}{17662,5} = 41,33 \text{ MPa}$

d. Rata-rata = 38,12 MPa

3. Beton Abu Batok Kelapa 5%

a. Benda Uji 1

- Luas  $= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 150^2 = 17662,5 \text{ mm}^2$
- Beban = 52 Ton
- Kuat Tekan Beton =  $f'c = \frac{P}{A} = \frac{52}{17662,5} = 29,44 \text{ MPa}$

b. Benda Uji 2

- Luas  $= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 150^2 = 17662,5 \text{ mm}^2$
- Beban = 51 Ton
- Kuat Tekan Beton =  $f'c = \frac{P}{A} = \frac{51}{17662,5} = 28,87 \text{ MPa}$

c. Benda Uji 3

- Luas  $= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 150^2 = 17662,5 \text{ mm}^2$
- Beban = 52 Ton
- Kuat Tekan Beton =  $f'c = \frac{P}{A} = \frac{52}{17662,5} = 29,44 \text{ MPa}$

d. Rata-rata = 29,25 MPa

4. Beton Abu Batok Kelapa 10%

a. Benda Uji 1

- Luas =  $\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 150^2 = 17662,5 \text{ mm}^2$

- Beban = 43 Ton

- Kuat Tekan Beton =  $f'c = \frac{P}{A} = \frac{43}{17662,5} = 24,35 \text{ MPa}$

b. Benda Uji 2

- Luas =  $\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 150^2 = 17662,5 \text{ mm}^2$

- Beban = 46 Ton

- Kuat Tekan Beton =  $f'c = \frac{P}{A} = \frac{46}{17662,5} = 26,04 \text{ MPa}$

c. Benda Uji 3

- Luas =  $\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 150^2 = 17662,5 \text{ mm}^2$

- Beban = 45 Ton

- Kuat Tekan Beton =  $f'c = \frac{P}{A} = \frac{45}{17662,5} = 25,48 \text{ MPa}$

d. Rata-rata = 25,29 MPa

5. Beton Abu Batok Kelapa 15%

a. Benda Uji 1

- Luas =  $\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 150^2 = 17662,5 \text{ mm}^2$

- Beban = 37 Ton

- Kuat Tekan Beton =  $f'c = \frac{P}{A} = \frac{37}{17662,5} = 20,95 \text{ MPa}$

b. Benda Uji 2

- Luas =  $\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 150^2 = 17662,5 \text{ mm}^2$

- Beban = 43 Ton

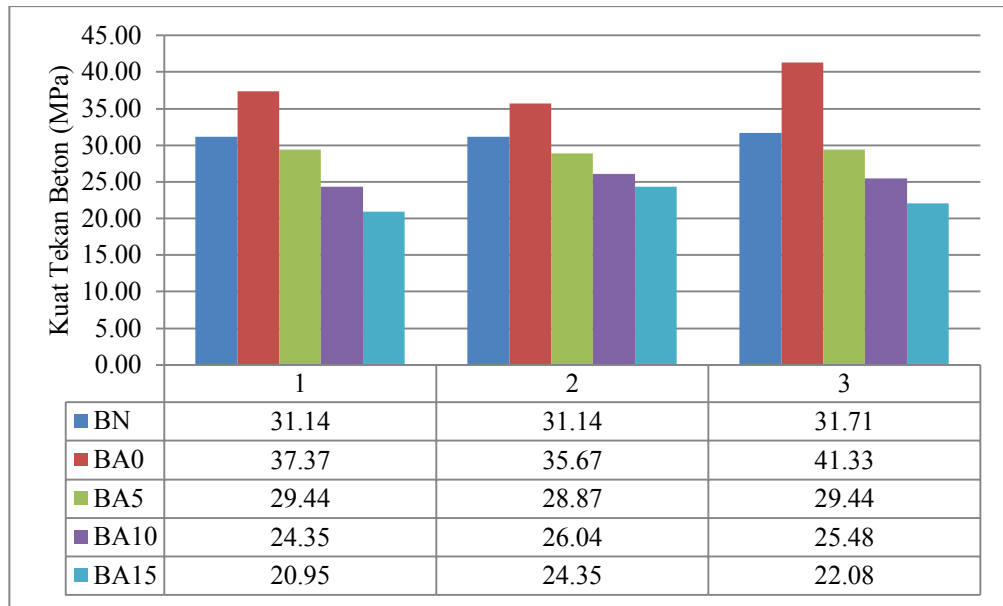
- Kuat Tekan Beton =  $f'c = \frac{P}{A} = \frac{43}{17662,5} = 24,35 \text{ MPa}$

c. Benda Uji 3

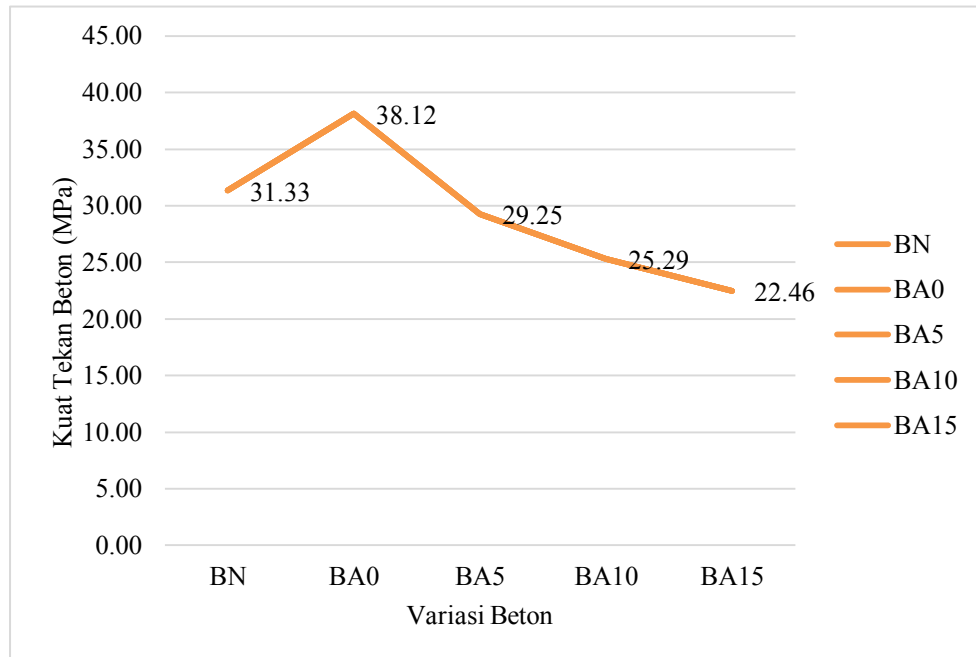
- Luas =  $\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 150^2 = 17662,5 \text{ mm}^2$

- Beban = 39 Ton
- Kuat Tekan Beton =  $f'c = \frac{P}{A} = \frac{39}{17662,5} = 22,08 \text{ MPa}$
- d. Rata-rata = 22,46 MPa

Berdasarkan Tabel 4.18 diperoleh grafik hasil pengujian kuat tekan beton yang dapat dilihat pada Gambar 4.4 dan Gambar 4.5 berikut.



Gambar 4.4 Grafik Nilai Kuat Tekan Beton Semua Variasi



Gambar 4.5 Grafik Nilai Kuat Tekan Beton Rata-rata

Berdasarkan data hasil pengujian kuat tekan beton dapat diketahui bahwa untuk sampel beton variasi BA0 mempunyai kuat tekan rata-rata yang paling tinggi yakni sebesar 38,12 MPa, beton variasi BA5 mempunyai kuat tekan rata-rata sebesar 29,25 MPa, beton variasi BA10 mempunyai kuat tekan rata-rata sebesar 25,29 MPa dan beton variasi BA15 memperoleh penurunan kuat tekan rata-rata sebesar 22,46 MPa, Sedangkan beton normal mempunyai kuat tekan rata-rata sebesar 31,33 MPa, ini dikarenakan pada saat akan pengujian beton tidak diangin-anginkan hingga kering permukaan selama satu hari dari sebelum pengujian dan pengaruh campuran abu batok kelapa.

Apabila kita membandingkan antara nilai kuat tekan rata-rata beton normal dengan beton yang menggunakan campuran abu batok kelapa dan *Sikament NN*, maka dapat dilihat adanya persentase perbandingan kuat tekan sebagai berikut:

Beton campuran abu batok kelapa 0% dan *Sikament NN* 0,8% (BA0) terhadap

$$\text{beton normal: } \frac{38,12-31,33}{31,33} \times 100\% = 21,67\%$$

Beton campuran abu batok kelapa 5% dan *Sikament NN* 0,8% (BA5) terhadap

$$\text{beton normal: } \frac{29,25-31,33}{31,33} \times 100\% = -6,63\%$$

Beton campuran abu batok kelapa 10% dan *Sikament NN* 0,8% (BA10) terhadap

$$\text{beton normal: } \frac{25,29-31,33}{31,33} \times 100\% = -19,27\%$$

Beton campuran abu batok kelapa 15% dan *Sikament NN* 0,8% (BA15) terhadap

$$\text{beton normal: } \frac{22,46-31,33}{31,33} \times 100\% = -28,31\%$$

Dari hasil diatas dapat dilihat bahwa persentase peningkatan kuat tekan beton penambahan bahan pengganti berupa abu batok kelapa masing-masing 5%, 10%, 15% serta bahan tambah *Sikament NN* 0,8% pada masing-masing variasi abu batok kelapa mengalami penurunan kuat tekan beton dengan beton normal yang cukup signifikan kecuali variasi campuran 0%, dikarenakan beberapa faktor yaitu kurang tepatnya nilai kuat tekan yang direncanakan, terjadi kesalahan pada saat melakukan pencampuran benda uji beton, pengaruh penambahan abu batok kelapa dan *Sikament NN* yang tidak sesuai dan kurangnya ketelitian dalam pengerjaan.

## BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Hasil pengaruh penambahan *Sikament NN* dan penggantian sebagian agregat halus dengan abu batok kelapa terhadap nilai *slump test* adalah sebagai berikut.
  - a. Hasil nilai rata-rata *slump* campuran beton normal, BA-0, BA-5, BA-10 dan BA-15 yaitu; 66,5 mm; 67,5 mm; 63,5 mm; 63 mm; dan 60 mm. Didapat bahwa nilai *slump* seluruh campuran masuk kedalam *slump* rencana yaitu 60–180 mm. *Slump* rata-rata menunjukkan penurunan seiring penambahan abu batok kelapa. Penurunan *workability* dari adukan beton diakibatkan karena abu batok kelapa cukup banyak menyerap air.
  - b. Perbandingan nilai *slump* rata-rata beton normal dengan beton abu batok kelapa 0% terjadi kenaikan sebesar 1,50%, nilai *slump* rata-rata beton abu batok kelapa 0% dengan beton abu batok kelapa 5% terjadi penurunan sebesar 6,29%, nilai *slump* rata-rata beton abu batok kelapa 5% dengan beton abu batok kelapa 10% terjadi penurunan sebesar 0,79%, nilai *slump* rata-rata beton abu batok kelapa 10% dengan beton abu batok kelapa 15% terjadi penurunan sebesar 5%.
2. Hasil pengujian kuat tekan beton yang dilakukan menunjukkan bahwa semakin banyak persentase abu batok kelapa yang dimasukkan pada campuran beton, maka semakin rendah nilai kuat tekan beton yang dihasilkan. Hal ini ditunjukkan dari nilai kuat tekan beton dengan abu batok kelapa 0% dan *Sikament NN* 0,8% sebesar 38,12 Mpa terjadi kenaikan sebesar 21,67% dari nilai kuat tekan beton normal, nilai kuat tekan beton dengan abu batok kelapa 5% dan *Sikament NN* 0,8% sebesar 29,25 MPa terjadi penurunan sebesar 30,32% dari beton abu batok kelapa 0%, nilai kuat tekan beton dengan abu batok kelapa 10% dan *Sikament NN* 0,8% sebesar 25,29 MPa terjadi

penurunan sebesar 15,65% dari abu batok kelapa 5%, nilai kuat tekan beton dengan abu batok kelapa 15% dan *Sikament NN* 0,8% sebesar 22,46 MPa terjadi penurunan sebesar 12,60% dari beton abu batok kelapa 10%, dan nilai kuat tekan beton normal adalah sebesar 31,33 MPa.

3. Hasil dari nilai penambahan *Sikament NN* terhadap beton segar adalah sebagai berikut.
  - a. Penambahan *Sikament NN* dari berat semen pada campuran beton abu batok kelapa 0% mampu meningkatkan kuat tekan beton sebesar 21,67% dari beton normal. Sedangkan beton variasi 5%, 10%, 15% terjadi penurunan kuat tekan beton di akibatkan terlalu banyak campuran abu batok kelapa dan *sikament NN* yang tidak sesuai dan kurangnya ketelitian dalam pengerjaan.

## 5.2 Saran

Berdasarkan kesimpulan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat menjadi saran untuk penelitian selanjutnya untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Adapun saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut untuk pengujian kuat tekan akibat pengaruh penambahan abu batok kelapa dalam campuran beton.
2. Pada proses pemadatan alangkah baiknya menggunakan alat penggetar karena dapat mempengaruhi kualitas dari hasil pengujian.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang standar-standar dalam pengembangan pengolahan abu batok kelapa sehingga dapat memenuhi syarat sebagai agregat halus.

## DAFTAR PUSTAKA

- additive sikament NN dan zat Foam Agent ( Busa ).* (2020). 3(1), 14–20.
- Akbar, F., Ariyanto, A., Eng, M., Bambang Edison, ), & Pd, S. (2014).  
Penggunaan Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Beton K-100. *Jurnal Mahasiswa Teknik, 2014 - e-Journal.Upp.Ac.Id*, 1(1), 1–11.  
[https://scholar.google.co.id/scholar?hl=en&as\\_sdt=0%2C5&scioq=PENGGUNAAN+TEMPURUNG+KELAPA+TERHADAP+KUAT+TEKAN+BETON+K-100&q=PENGGUNAAN+TEMPURUNG+KELAPA+TERHADAP+KUAT+TEKAN+BETON+K-100&btnG=](https://scholar.google.co.id/scholar?hl=en&as_sdt=0%2C5&scioq=PENGGUNAAN+TEMPURUNG+KELAPA+TERHADAP+KUAT+TEKAN+BETON+K-100&q=PENGGUNAAN+TEMPURUNG+KELAPA+TERHADAP+KUAT+TEKAN+BETON+K-100&btnG=)
- Asrullah. (2019). *Analisa Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Sika Concrete Refair Mortar Dan Tempurung Kelapa Pada Campuran Beton K 300.* 9(1).
- Badan Standardisasi Nasional. (1990). SNI 03-1968-1990 Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus dan Kasar. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 1–5.  
<http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/pendidikan/dr-slamet-widodo-stmt/sni-03-1968-1990.pdf>
- Badan Standardisasi Nasional Indonesia. (2008). SNI 1970-2008, Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 7–18.  
<http://sni.litbang.pu.go.id/index.php?r=/sni/new/sni/detail/id/195>
- Bobby N, Z. F. (2020). *Sikacim Concrete Additive Terhadap Kuat Tekan Beton ( Studi Penelitian ).*
- Elnov, D., Debrinda Rama, A., & Fernando, R. (2018). *Pengaruh Pecahan Tempurung Kelapa Sebagai Pengganti Agregat Kasar Dalam Campuran Beton Effect of Coconut Shell Fragments As Substitute for Coarse Aggregate in Concrete Mixture.* 07(4), 157–166.
- Fani Surya Rizki, Z. F. (2020). *Tugas akhir pengaruh penambahan limbah serbuk kayu sebagai substitusi parsial agregat halus dengan bahan tambah am 78 concrete additive terhadap kuat tekan beton.*
- Hidayat R, Z. F. (2020). *Pengaruh Serbuk Kaca Pada Kuat Tekan Sebagai*

- Substitusi Parsial Semen Dengan Bahan Tambah Sikacim Concrete Additive.*
- Indra, Muhammad & Zulkarnain, F. (2020). *Pengujian Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Abu Cangkang Kelapa Sawit Dengan Bahan Tambah Bondcrete.*
- Mukhlis Iwan Mustaqim, Juli Marliansyah, A. R. (2017). Pengaruh Penambahan Abu Tempurung Kelapa Terhadap Kuat Tekan Paving Block. *Jurnal Mahasiswa Teknik*, 3, 1–9.
- Pratama, E., & Hisyam, E. S. (2016). Kajian Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton Kertas (Papercrete) Dengan Bahan Tambah Serat Nylon. *Forum Profesional Teknik Sipil*, 4(1), 28–38.
- Prayogi, A. (2021). *Pengaruh campuran abu sekam padi dan abu arang tempurung sebagai pengganti sebagian agregat halus terhadap kuat tekan beton. 1*, 1–9.
- Riyanto, D., Cahyadi, H., & Respati, R. (2018). Pengaruh Pemakaian Arang Batok Kelapa terhadap Kuat Tekan Beton K225. *Media Ilmiah Teknik Sipil*, 6(2), 94–101. <https://doi.org/10.33084/mits.v6i2.252>
- SNI.03-4141-1996. (1996). Metode pengujian gumpalan lempung dan butir-butir mudah pecah dalam agregat. *Pusjatan-Balitbang PU*, 1–6.
- SNI 03-2834-2000. (2000a). SNI 03-2834-2000: Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. *Sni 03-2834-2000*, 1–34.
- SNI 03-2834-2000, tata cara pembuatan rencana campuran beton normal. (2000b). *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. SNI 03-2834-2000*. 1–34.
- SNI 03-4804. (1998). Metode Pengujian Bobot Isi dan Rongga Udara dalam Agregat. *Balitbang PU*, 1–6.
- SNI 1969, B. S. N. (2008). Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 20.
- SNI 1971, B. S. N. (2011). Sni 1971:2011. *Cara Uji Kadar Air Total Agregat Dengan Pengeringan.*
- SNI 1972. (2008). Cara Uji Slump Beton. *Badan Standar Nasional Indonesia*, 5.
- SNI1974-2011. (2011). Cara Uji Kuat Tekan Beton dengan Benda Uji Silinder. *Badan Standardisasi Nasional Indonesia*, 20.



Suriansyah, Ahmad, S. A. . (2016). Universitas Lambung Mangkurat.

*Polyacrylonitrile (PAN)*, 2020(0511), 22.

Wijaya, Handrian & Zulkarnain, F. (2020). *Pemanfaatan Abu Bonggol Jagung Sebagai Substitusi Pasir Pada Campuran Beton Dengan Bahan Tambah Superplasticizer Ditinjau Dari Kekuatan Tarik Belah Beton.*

# LAMPIRAN



Gambar L-1 *Compressing Test Machine*



Gambar L-2 *Saringan Agregat Kasar*



Gambar L-3 Saringan Agregat Halus



Gambar L-4 Cetakan Silinder



Gambar L-5 Oven



Gambar L-6 Gelas Ukur



Gambar L-7 Kerucut Abrams



Gambar L-8 *Mixer* Beton



Gambar L-9 Timbangan



Gambar L-10 Tongkat Penumbuk



Gambar L-11 Bak Perendaman



Gambar L-12 Ember





Gambar L-13 Sendok semen dan sekop tangan



Gambar L-14 Penggaris



Gambar L-15 Skrap



Gambar L-16 Proses Pembuatan Adukan Beton



Gambar L-17 Proses Pengujian *Slump Test*



Gambar L-18 Perojokan Adukan Beton di Cetakan



Gambar L-19 Perendaman Benda Uji



Gambar L-20 Beton Normal



Gambar L-21 BA0



Gambar L-22 BA5



Gambar L-23 BA10



Gambar L-24 BA15



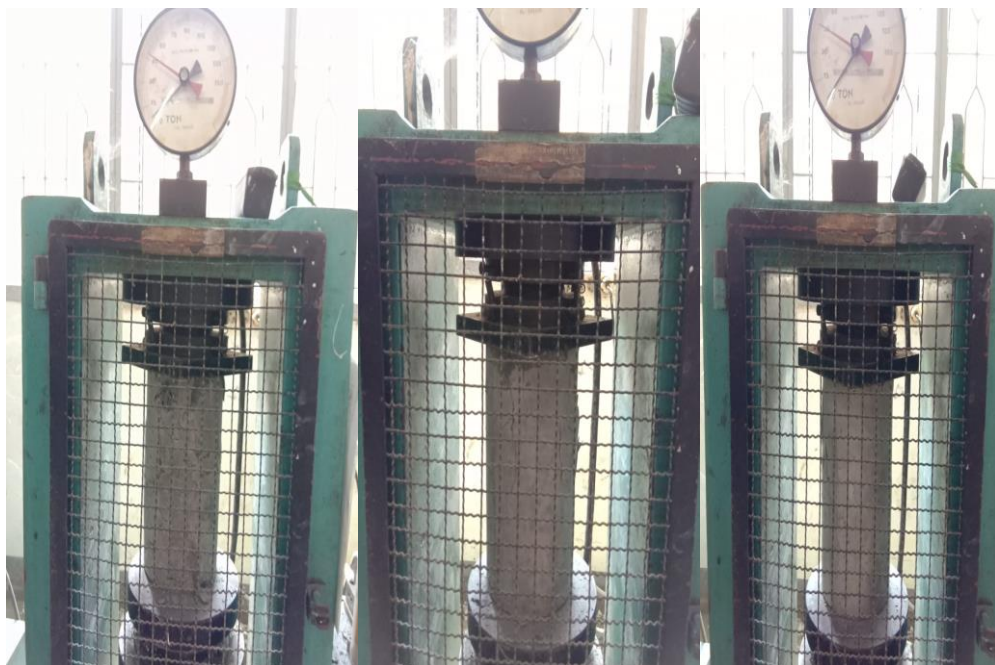
Gambar L-25 Pengujian Kuat Tekan Beton BN



Gambar L-26 Pengujian Kuat Tekan Beton BA0



Gambar L-27 Pengujian Kuat Tekan Beton BA5



Gambar L-28 Pengujian Kuat Tekan Beton BA10





Gambar L-29 Pengujian Kuat Tekan Beton BA15



Gambar L-30 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### INFORMASI PRIBADI

Nama Lengkap : Muhammad Mulyadhi  
Nama Panggilan : Yadhi  
Tempat, Tanggal Lahir : Sibuhuan, 9 September 1999  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Alamat : Jalan Sudirman No 7 Pasar Sibuhuan kab Palas  
Agama : Islam  
Nama Orang Tua  
Ayah : Iskandar Arda,S.P  
Ibu : Farida Husni  
No Hp : 085157010909  
Email : vadydgr4692@gmail.com

### RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1707210135  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil  
Jenis Kelamin : Laki-laki  
Peguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Alamat Perguruan Tinggi : Jalan Kapten Mughtar Basri No.3 Medan 20238

### PENDIDIKAN FORMAL

Tingkat Pendidikan	Nama dan Tempat	Tahun
<b>Kelulusan</b>		
Sekolah Dasar	SDN 0102 Sibuhuan	2005 - 2011
Sekolah Menengah Pertama	MTSN Sibuhuan	2011 - 2014
Sekolah Menengah Atas	SMAN 1 Sibuhuan	2014 - 2017

### ORGANISASI

Informasi	Tahun
Wakil Ketua OSIS SMAN 1 SIBUHUAN	2016 - 2017