

**PENGARUH ABU CANGKANG BIJI KARET TERHADAP
KARAKTERISTIK BATAKO**

SKRIPSI

NURMAISAH HARAHAP

NIM: 0705162004



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA
MEDAN
2022**

**PENGARUH ABU CANGKANG BIJI KARET TERHADAP
KARAKTERISTIK BATAKO**

SKRIPSI

Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Mencapai Gelar Sarjana Sains (S.Si.)

NURMAISAH HARAHAHAP

NIM: 0705162004



**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA
MEDAN
2022**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Hal : Surat Persetujuan Skripsi

Lamp : -

Kepada Yth.,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi saudara,

Nama	: Nurmaisah Harahap
Nomor Induk Mahasiswa	: 0705162004
Program Studi	: Fisika
Judul	: Pengaruh Abu Cangkang Biji Karet Terhadap Karakteristik Batako

dapat disetujui untuk segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Medan, 25 Oktober 2021

18 Rabiul awal 1443 H

Komisi Pembimbing,

Pembimbing Skripsi I,

Pembimbing Skripsi II,

Dr. Abdul Halim Daulay, S.T., M.Si.
NIP. 198111062005011003

Nazaruddin Nasution, M.Pd.
NIP. 1100000070

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nurmaisah Harahap
Nomor Induk Mahasiswa : 0705162004
Program Studi : Fisika
Judul : Pengaruh Abu Cangkang Biji Karet
Terhadap Karakteristik Batako

menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya sendiri, kecuali beberapa kutipan dan ringkasan yang masing-masing disebutkan sumbernya. Apabila di kemudian hari ditemukan plagiat dalam skripsi ini maka saya bersedia menerima sanksi pencabutan gelar akademik yang saya peroleh dan sanksi lainnya sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Medan, 25 Oktober 2021



Nurmaisah Harahap
NIM. 0705162004



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA MEDAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Jl. Lapangan Golf, Desa Durian Jangak, Kecamatan Pancur Batu,
Kabupaten Deli Serdang Provinsi Sumatera Utara, Kode Pos 20353
Website : <https://www.saintek.uinsu.ac.id> E-mail : saintek@uinsu.ac.id

PENGESAHAN SKRIPSI

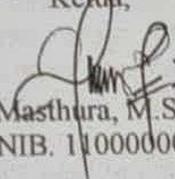
Nomor : B.051/ST/ST.V2/PP.01.1/03/2022

Judul : Pengaruh Abu Cangkang Biji Karet Terhadap Karakteristik Batako
Nama : Nurmaisah Harahap
Nomor Induk Mahasiswa : 0705162004
Program Studi : Fisika
Fakultas : Sains dan Teknologi

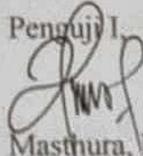
Telah dipertahankan dihadapan Depan Penguji Skripsi Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan dan dinyatakan **LULUS**.

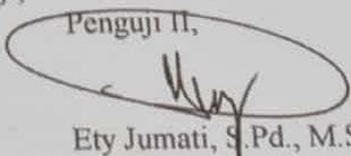
Pada hari/ tanggal : Kamis / 24 Februari 2022
Tempat : Ruang Sidang Fakultas Sains dan Teknologi

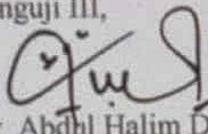
Tim Ujian Munaqasyah,
Ketua,

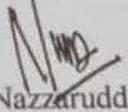

Masthura, M.Si.
NIB. 1100000069

Dewan Penguji,

Penguji I,

Masthura, M.Si.
NIB. 1100000069

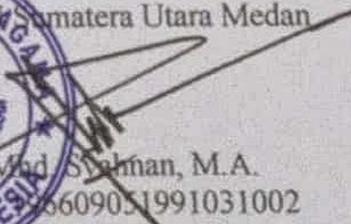
Penguji II,

Ety Jumati, S.Pd., M.Si.
NIB. 1100000072

Penguji III,

Dr. Abdul Halim Daulay, S.T., M.Si.
NIP. 198111062005011003

Penguji IV,

Nazzaruddin Nasution, M.Pd.
NIB. 1100000070

Mengesahkan,
Depan Fakultas Sains dan Teknologi
Sumatera Utara Medan




Abd Syahman, M.A.
6609051991031002

THE EFFECT OF RUBBER SEED SHELLS ASH ON THE CHARACTERISTICS OF BRICKS

ABSTRACT

Research has been carried out which aims (i) to determine the effect of mixing rubber seed shell ash on the characteristics of the bricks, and (ii) to determine the composition of mixing rubber seed shell ash, cement, and sand in order to produce bricks with the most optimal characteristics. Making bricks using the basic ingredients of rubber seed shell ash, cement, sand, and water. The sand used is commercial sand. Rubber seed shell ash was obtained through a manual combustion process at 100°C for 3 hours. Variations in the composition of the brick mixture are: rubber seed shell ash, cement, and sand, namely A: 0%:30%:70%, B:5% 25%:70%, C:10%:20%:70%, D:15%:15%:70% with a FAS of 0.5. Drying time for 28 days. In this study, the tests included: physical testing (density and water absorption) and mechanical testing (compressive strength and flexural strength). The addition of rubber seed shell ash has an effect n the characteristics of the brick. With the addition of rubber seed shell ash at variations 0%-15% causes the value of water absorption to increase, while the compressive strength and flexural strength decrease.The bricks with the most optimum characteristics in the composition of rubber seed shell ash, cement, and sand of 5%:25%:70% (sample B), for the overall test of water absorption and compressive strength have met the standards of SNI 03-0349-1989, and the overall test flexural strength has met the standard of SNI 4431:2011

Keywords: *Rubber seed shell ash, brick, density, water absorption compressive strength, and flexural strength.*

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur atas karunia Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Sains dalam Program Studi Fisika.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis menyadari bahwa banyak kesulitan yang dihadapi, namun dengan usaha dan dukungan dari berbagai pihak akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan walaupun masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Syahrin Harahap, M.A., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
2. Dr. Mhd. Syahnan, M.A., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
3. Muhammad Nuh, S.Pd., M.Pd, selaku Ketua Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan, sekaligus selaku Dosen Penasihat Akademik yang telah memberikan bimbingan, arahan, motivasi, dan saran selama penyusunan skripsi.
4. Miftahul Husnah, S.Pd., M.Si., selaku Sekretaris Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.
5. Dr. Abdul Halim Daulay, S.T., M.Si., selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan arahan dengan penuh kesabaran serta meluangkan waktu memberikan ide, masukan, saran, dan motivasi selama penyusunan skripsi.
6. Nazaruddin Nasution, M.Pd., selaku Pembimbing Skripsi II yang telah meluangkan waktu dengan penuh kesabaran untuk membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.

7. Seluruh dosen Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan. Terima kasih banyak telah membantu dan meluangkan waktunya untuk membimbing dan berbagi ilmunya kepada penulis.
8. Kepada kedua orang tua Ayahanda Atan Harahap, dan Ibunda tercinta Rukiah Dalimunthe, seluruh keluarga yang selalu mendoakan, memberikan semangat dan mendukung setiap langkah yang penulis tempuh dalam pendidikan.
9. Kepada seluruh teman-teman kelas Fisika 1 stambuk 2016 yang selalu memberikan motivasi dan semangat kepada penulis.
10. Kepada Teman-teman Siti Rahma Daulay, Rini Rahmadani, Purnama Indah Lase, Leli Mariati, Nurainun Br Pasaribu, Yuli paradita, Putri Handayani, Putri Rabiatul, Pranita Harahap, Syahro aina, dan Nitha Zahara Nst, yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritikan yang membangun dari pembaca demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat berguna bagi pembaca dan bagi penulis sendirinya.

Wassalamu Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Medan, 25 Oktober 2021

Penulis,



Nurmaisah Harahap
NIM. 0705162004

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERSETUJUAN SKRIPSI.....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tanaman Karet	5
2.2 Biji Karet	6
2.3 Abu Cangkang Biji Karet.....	9
2.4 Batako.....	10
2.4.1 Batako putih (trass).....	11
2.4.2 Batako semen (batako press)	11
2.4.3 Batako Ringan	11
2.5 Materi Penyusun Batako	12
2.5.1 Agregat	12
2.5.2 Semen	13
2.5.3 Air	15
2.6 Sifat Fisik Batako.....	17
2.6.1 Densitas	17
2.6.2 Daya Serap Air	18
2.7 Sifat Mekanik Batako (Bata Beton)	18
2.7.1 Kuat Tekan	18
2.7.2 Kuat Lentur.....	20
2.8 Penelitian yang Relevan.....	20

2.9 Hipotesis Penelitian.....	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	21
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	21
3.1.1 Lokasi Penelitian	21
3.1.2 Waktu Penelitian.....	21
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	21
3.2.1 Alat Penelitian	21
3.2.2 Bahan Penelitian	22
3.3 Diagram Alir Penelitian	23
3.3.1 Tahap Pembuatan Abu Cangkang Biji Karet	23
3.3.2 Tahap Pembuatan Batako dan Karakterisasi Batako	24
3.4 Prosedur Penelitian	25
3.4.1 Pembuatan Abu Cangkang Biji Karet	25
3.4.2 Pembuatan Batako	25
3.4.3 Tahap Pengujian	25
BAB IV PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Hasil Penelitian	28
4.1.1 Densitas	28
4.1.2 Daya Serap Air	29
4.1.3 Kuat tekan.....	30
4.1.4 Kuat Lentur.....	32
4.2 Pembahasan Penelitian.....	33
4.2.1 Densitas	33
4.2.2 Daya Serap Air	33
4.2.3 Kuat tekan.....	33
4.2.4 Kuat Lentur.....	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	35
5.1 Kesimpulan	35
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul Gambar	Halaman
2.1	Tanaman Karet	5
2.2	Biji Karet.....	8
2.3	(a) Batako Trass dan (b) Batako Press (c) Batako Ringan.....	12
2.4	Semen Portland	15
3.1	Tahap Pembuatan Agregat Halus.....	23
3.2	Tahap Pembuatan dan karakterisasi Batako.....	24
4.1	Data Hasil Pengukuran Densitas	29
4.2	Data Hasil Pengukuran Daya Serap Air.....	30
4.3	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan	31
4.4	Data Hasil Pengujian Kuat Lentur	32

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul Tabel	Halaman
2.1	Ukuran Biji Karet	7
2.2	Komposisi Kimia Dari Cangkang Biji Karet	9
2.3	Syarat-syarat Fisis Batako Pejal Mutu	12
2.4	Susunan Oksidasi Semen Portland Menurut ASTM.....	14
2.5	Syarat-syarat Fisis Batako Pejal Mutu	18
2.6	Syarat-syarat Fisis Batako Pejal Mutu	19
3.1	Rancangan Pencampuran Bahan Dasar Abu Cangkang Biji Karet....	26
4.1	Data Hasil Pengukuran Densitas	28
4.2	Data Hasil Pengukuran Daya Serap Air.....	30
4.3	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan	31
4.4	Data Hasil Pengujian Kuat Lentur	32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

1. Gambar Alat-alat Percobaan
2. Gambar Bahan Percobaan
3. Gambar Sampel Uji Batako
4. Data Pengukuran Densitas
5. Data Pengukuran Daya Serap Air
6. Data Pengujian Kuat Tekan
7. Data Pengujian Kuat Lentur
8. Surat Keterangan Penelitian
9. SNI 03-0349-1989
10. SNI 03-2847-2002
11. SNI 4431:2011

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Sejalan dengan meningkatnya kebutuhan perumahan, maka bahan-bahan bangunan semakin meningkat. Bahan bangunan yang digunakan seperti semen, pasir, batu bata dan lainnya semakin banyak digunakan. Kebutuhan masyarakat akan perumahan tidak pernah surut bahkan selalu meningkat dari tahun ke tahun. Adapun salah satu permasalahan utama yaitu tingginya biaya bahan bangunan. Seiring dengan perkembangan ilmu dan teknologi kita dapat menciptakan berbagai macam rekayasa dengan memanfaatkan bahan-bahan yang ada di sekitar kita demi terciptanya bahan bangunan yang tepat guna dan ramah lingkungan.

Batako merupakan salah satu alternatif bahan dinding bangunan yang murah dan relatif kuat. Batako biasanya terbuat dari campuran semen, pasir, dan air yang dipress dengan perbandingan tertentu. Akan tetapi seiring dengan perkembangan zaman penggunaan bahan material batako semakin bervariasi. Berbagai cara dilakukan untuk mendapatkan batako dengan kualitas yang lebih tinggi dari batako konvensional biasa yang juga tentunya dengan biaya yang lebih ekonomis. Ditinjau dari segi ekonomisnya salah satu bahan dari batako yang termahal adalah semen. Dengan itu, semen diusahakan untuk diganti atau dikurangi kadar pemakaiannya.

Batako memiliki sifat keras, kuat dan stabil pada temperatur tinggi. Salah satu yang mempengaruhi sifat kekuatan batako adalah komposisi tambahannya. Pembuatan batako memerlukan bahan mentah dengan komposisi pelepas dan pengisi. Untuk meningkatkan kekuatan batako diperlukan variasi penambahan komposisi campuran yang mengandung silika sebagai bahan pengisi dan pelepas pada pembuatan batako (Mirna, 2017).

Silika dibagi menjadi dua jenis, yaitu TEOS (*Tetraethylorthosilicate*) dan TMOS (*Tetramethylorthosilicate*), namun keduanya mempunyai harga yang relatif mahal, tidak ramah lingkungan dan sulit didapat. Sehingga dapat memperoleh biaya pada pembuatan batako menjadi tidak ekonomis. Untuk itu,

dibutuhkan suatu bahan tambah yang terdapat dengan kandungan silika yang mudah dan didapatkan dengan harga yang relatif lebih jauh serta ekonomis untuk digunakan dalam pembuatan batako. Sehingga perlu dilakukan penelitian agar mendapatkan silika alternatif dengan memanfaatkan bahan dasar nabati baik limbah maupun sumber daya alam disekitar kita yang belum dimanfaatkan secara optimal (Sinaga, 2015).

Indonesia merupakan Negara dengan perkebunan karet terbesar di dunia setelah negara Thailand, yang memiliki luas areal perkebunan karet mencapai 3,4 juta hektar dengan total produksi sebesar 2,55 juta ton/tahun pada tahun 2007. Provinsi yang memiliki areal perkebunan karet terluas adalah Sumatera Selatan pada tahun 2004 dengan mencapai 671.290 hektar (Setyawardhani, DA, dkk. 2010).

Tanaman karet sebagian besar hanya diambil getahnya saja sedangkan biji karet masih terbuang percuma. Salah satu yang dapat dimanfaatkan secara optimal adalah cangkang biji karet. Cangkang biji karet dapat digunakan sebagai bahan pengganti silika pada pembuatan batako dengan mengubahnya menjadi abu. Abu cangkang biji karet adalah butiran kecil dari sisa hasil pembakaran dari cangkang biji karet yang memiliki kandungan silika, sehingga memiliki sifat yang apabila ditambahkan pada campuran batako dapat menambah daya ikat antar partikelnya.

Pada penelitian sebelumnya pengujian penggunaa biji karet sebagai pengganti agregat pada campuran beton ringan kombinas pasir Tanjung Raja dan *Conplast* WP421 dimana hasil penelitiannya, peningkatan kuat tekan betonyang meggunakan *Conplast* WP421 jika dibandingkan dengan beton biji karet tanpa bahan tambah pada umur 7 hari, 21 hari dan 28 hari berturut turut meningkat kuat tekannya (Sheila Yuhesti, 2014).

Berdasarkan penjelasan di atas, maka penulis mencoba memanfaatkan potensi alam yang ada dan menganalisis karakteristik batako dengan melakukan penelitian terkait **Pengaruh Abu Cangkang Biji Karet Terhadap Karakteristik Batako**. Adapun parameter yang diukur meliputi: densitas, daya serap air, kuat tekan, dan kuat lentur.

1.2. Rumusan Masalah

Maka rumusan masalah yang timbul yaitu:

1. Bagaimana pengaruh pencampuran abu cangkang biji karet terhadap karakteristik batako?
2. Bagaimana komposisi pencampuran abu cangkang biji karet, semen, dan pasir agar dihasilkan batako dengan karakteristik yang paling optimum?

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini meliputi:

1. Pembuatan batako menggunakan bahan dasar abu cangkang biji karet, semen, pasir, dan air.
2. Pasir yang digunakan adalah pasir komersial.
3. Abu cangkang biji karet diperoleh melalui proses pembakaran manual selama 3 jam.
4. Variasi komposisi bahan campuran batako yaitu: abu cangkang biji karet, semen, dan pasir dengan FAS 0,5.

Sampel : Abu cangkang biji karet : Semen : Pasir

A : 0% : 30% : 70%

B : 5% : 25% : 70%

C : 10% : 20% : 70%

D : 15% : 15% : 70%

5. Proses penelitian dilakukan secara manual, ukuran cetakan batako yang digunakan adalah $3 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$ untuk cetakan sampel uji densitas, daya serap air, dan kuat tekan serta $10 \times 3 \times 3 \text{ cm}^3$ untuk cetakan sampel kuat lentur.
6. Waktu penjemuran selama 28 hari.
7. Melakukan pengujian fisis dan mekanik pada sampel batako yang telah dicetak dan dijemur, pengujiannya meliputi: pengujian fisis (densitas dan daya serap air) dan pengujian mekanik (kuat tekan dan kuat lentur).

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh pencampuran abu cangkang biji karet terhadap karakteristik batako.
2. Untuk mengetahui komposisi pencampuran abu cangkang biji karet, semen, dan pasir agar dihasilkan batako dengan karakteristik yang paling optimum.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Masyarakat dapat mengetahui manfaat lain dari cangkang biji karet.
2. Bagi para peneliti dan mahasiswa hasil penelitian ini dapat dijadikan bahan informasi dan referensi untuk melakukan penelitian selanjutnya.
3. Mengurangi pencemaran lingkungan karena biji karet dimanfaatkan dan tidak berserakan di mana-mana.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Karet

Tanaman karet (*Hevea brasiliensis*) berasal dari negara Brazil. Tanaman ini merupakan tanaman yang tumbuh dan berbatang cukup besar. Tinggi pohon dewasa mencapai 15-25 m. Batang tanaman biasanya tumbuh lurus dan memiliki percabangan yang tinggi di atas sehingga memiliki ranting-ranting. Di beberapa kebun karet ada kecondongan arah pertumbuhan pada tanaman mengarah miring ke utara.

Batang tanaman ini mengandung getah yang dikenal dengan nama lateks. Daun karet berwarna hijau, apabila akan rontok warna berubah menjadi kuning atau merah. Biasanya pada tanaman karet mempunyai “jadwal” kerontokan daun pada setiap musim kemarau. Tanaman karet dapat menghasilkan 800 biji karet untuk setiap pohon pertahun. Pada lahan seluas 1 hektar, dapat ditanami sebanyak 400 pohon karet. Maka untuk lahan seluas 1 hektar diperkirakan dapat menghasilkan 5.050 kg biji karet pertahunnya (Budiman, 2012).



Gambar 2.1 Tanaman Karet

Daun karet terdiri dari tangkai daun utama dan tangkai anak daun. Panjang tangkai daun utama 3-20 cm. Panjang tangkai anak daun antara 3-10 cm dan pada ujungnya terdapat kelenjar. Biasanya ada tiga anak daun yang terdapat pada sehelai daun karet. Anak daun berbentuk elips, memanjang dengan ujung meruncing tepinya rata dan gundul, tidak tajam.

Bunga karet terdiri dari bunga jantan dan betina. Pangkal tenda bunga berbentuk lonceng. Pada ujungnya terdapat lima taju yang sempit. Panjang tenda bunga 4-8 mm. Bunga betina berambut vilt. Ukurannya lebih besar sedikit dari yang jantan dan mengandung bakal buah yang beruang tiga. Kepala putik yang akan dibuahi dalam posisi duduk juga berjumlah tiga buah. Bunga jantan mempunyai sepuluh benang sari yang tersusun menjadi suatu tiang. Kepala sari terbagi dalam 2 karangan, tersusun satu lebih tinggi dari yang lain.

Buah karet memiliki pembagian ruang yang jelas. Masing-masing ruang berbentuk setengah bola. Jumlah ruang biasanya tiga, kadang-kadang sampai enam ruang. Garis tengah buah 3-5 cm. Bila buah sudah masak, maka akan pecah dengan sendirinya. Pemecahan ini terjadi dengan kuat menurut ruang-ruangnya. Pemecahan biji ini berhubungan dengan pengembangbiakan tanaman karet secara alami. Biji-biji yang terlontar, kadang-kadang sampai jauh dari pohonnya dan akan tumbuh dalam lingkungan yang mendukung.

2.2. Biji Karet

Biji karet terdapat dalam setiap ruang buah. Jadi, biasanya jumlah biji ada tiga sampai enam biji atau sesuai dengan jumlah ruangnya. Warna biji cokelat kehitaman dengan bercak-bercak berpola yang jelas. Tanaman karet pada umumnya dapat menghasilkan 800 biji karet untuk setiap pohonnya per tahun. Untuk lahan seluas 1 hektar, dapat ditanami sebanyak 400 pohon karet. Maka untuk lahan seluas 1 hektar diperkirakan dapat menghasilkan 5.050 kg biji karet pertahunnya (Siahaan, dkk., 2011).

Buah karet berbentuk kotak tiga atau empat ruang, dimana variasi perposisi pada kulit dan daging buah tergantung kesegaran biji. Setelah berumur enam bulan buah karet akan masak dan pecah, sehingga biji karet akan terlepas dari temperturnya. Biji karet berbentuk bulat dengan panjang 2,3-3 cm, besarnya 2-4 gram/biji. Biji karet terdiri dari 40-50% kulit yang keras berwarna coklat dan 50-60% kernel yang berwarna putih kekuningan. Biji karet yang segar memiliki kadar minyak yang tinggi dan kandungan air yang rendah. Akan tetapi biji karet yang terlalu lama disimpan akan mengandung kadar air yang tinggi sehingga menghasilkan minyak dengan mutu kualitas yang buruk (Nikma Ulya, 2017).

Tabel 2.1.Ukuran Rata-Rata Biji Karet

Ukuran	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tebal (cm)	Berat (gram/butir)
Terkecil	1,733	1,545	1,393	1,630
Agak kecil	1,887	1,670	1.464	2,064
Kecil	1,978	1,733	1,536	2,231
Sedang	2,060	1,794	1,626	2,840
Besar	2,291	1,928	1,750	3,300

Berdasarkan ukurannya, secara umum biji karet ukuran sedang memiliki daya kecambah paling baik dibandingkan dengan ukuran lainnya dan daya kecambah biji berukuran besar lebih baik daripada biji ukuran kecil. Berdasarkan pengamatan, biji karet yang memiliki daya kecambah baik adalah yang berkulit luar dan mengkilat. Sementara itu, berdasarkan daya tingginya, biji yang dijatuhkan di ubin dan memantul berarti keadaannya cukup baik. Sebaliknya, jika tidak memantul keadaannya jelek.

Untuk mengetahui daya kecambah biji adalah melalui pembelahan. Pembelahan ini dilakukan dengan metode *sample*. Sekitar 100 biji karet dari 200 kg biji diambil secara acak dan kemudian dibelah dengan menggunakan batu atau palu. Setelah dilakukan pembelahan, ada enam kriteria daya kecambah biji karet yang bisa disimpulkan berdasarkan warna belahannya.

Keenam kriteria warna tersebut sebagai berikut:

1. Belahan biji berwarna putih dinilai sangat baik
2. Belahan biji berwarna kekuningan dinilai baik.
3. Belahan biji berwarna kekuningan agak kehijauan dinilai cukup baik.
4. Belahan biji kekuningan berminyak dinilai jelek.
5. Belahan biji kekuningan gelap dinilai rusak.
6. Belahan biji kecokelatan hingga kehitaman dinilai busuk.



Gambar 2.2 Biji Karet

Biji karet pada umumnya dimanfaatkan sebagai bibit untuk ditanam pada perkebunan karet. Padahal biji karet dapat dimanfaatkan sebagai bahan campuran pembuatan batako. Hal ini dapat meningkatkan nilai ekonomis serta memanfaatkannya sehingga tidak terbuang dengan percuma. Sebagaimana yang tercantum dalam Al-qur'an surah Al-Imran ayat 191.

هَذَا خَلَقْتُمْ مَارَبَّنَا وَالْأَرْضِ السَّمَاوَاتِ خَلَقَ فِي خَلْقٍ وَيَتَفَكَّرُونَ جُنُوبِهِمْ وَعَلَىٰ وَفُعُودًا قِيَامًا اللَّهُ يَذْكُرُونَ الَّذِينَ
النَّارِ عَذَابٍ فَعِنَّا سُبْحَانَكَ بَاطِلًا

Artinya: “(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri, duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata), “Ya Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan ini sia-sia, Maha suci Engkau, Lindungilah kami dari azab neraka”.

Dijelaskan bahwa segala yang Allah ciptakan selalu tunduk dan mengingat-Nya dalam keadaan apapun, baik dalam keadaan susah, senang, berdiri, duduk dan dalam keadaan berbaring sekalipun kita harus mengingat-Nya dan segala apa yang ia ciptakan tidaklah sia-sia dan mempunyai banyak manfaat. Semua itu merupakan tanda-tanda dan kekuasaan dari Allah dan kita sebagai ciptaan-Nya harus memikirkan manfaatnya supaya apa yang diciptakan tidaklah sia-sia. Seperti tumbuh-tumbuhan limbah pun dapat di olah menjadi sesuatu yang mempunyai manfaat dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari, salah satunya adalah cangkang biji karet (Quraish shihab dalam tafsir Al-Mishbahdi).

Pengolahan biji karet hanya terfokus pada pengolahan isi bijinya, sedangkan cangkang menjadi limbah yang kurang termanfaatkan. Adapun kandungan cangkang biji karet sebagai berikut.

Tabel 2.2. Komposisi kimia dari cangkang biji karet

No.	Komposisi Kimia	Jumlah
1.	Selulosa	48,64
2.	Lignin	33,54
3.	Pentosa	16,81
4.	Kadar abu	1,25
5.	Kadar Silika	0,52

Sumber: Rosdiana Moeksin, 2017.

2.3. Abu Cangkang Biji Karet

Silika sebagai limbah yang dihasilkan dari pembakaran abu cangkang biji karet dapat dimanfaatkan sebagai bahan perekat dalam proses pembuatan batako. Hal pertama yang mendasari pemanfaatan silika yang berasal dari abu cangkang biji karet yaitu mengurangi ketergantungan terhadap kebutuhan silika sintesis yang mempunyai harga relatif mahal, sulit diperoleh dan tidak ramah lingkungan. Sehingga pembuatan batako menjadi tidak ekonomis lagi. Kemudian, yang mendasari pemanfaatan silika dari abu cangkang biji karet ini yaitu mengurangi limbah abu cangkang biji karet yang banyak dibiarkan percuma dan menyebabkan pencemaran lingkungan karena pencemaran. Hal ini sesuai dengan perintah Allah SWT. Yang melarang hamba-Nya untuk membuat kerusakan. Sebagaimana firman Allah pada QS. Al-Baqarah :11;

وَإِذَا قِيلَ لَهُمْ لَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ قَالُوا إِنَّمَا نَحْنُ مُصْلِحُونَ

Artinya: Dan apabila dikatakan kepada mereka: “janganlah kamu membuat kerusakan di muka bumi”. Mereka menjawab: “sesungguhnya kami orang-orang yang mengadakan perbaikan”.

Alam semesta diciptakan oleh Allah SWT, dalam keadaan harmonis dan serasi untuk memenuhi kebutuhan makhluk. Allah menjadikannya baik bahkan memerintahkan hamba-hambanya untuk memperbaikinya. Salah satu bentuk perbaikan yang dilakukan Allah adalah dengan mengutus para nabi untuk meluruskan dan memperbaiki kehidupan yang kacau dalam kehidupan

masyarakat. Merusak setelah diperbaiki jauh lebih buruk dari pada merusaknya sebelum diperbaiki. Karena hal itu, ayat diatas secara tegas menggaris bawahi larangan merusak lingkungan tersebut.

Maksud dari ayat di atas menunjukkan bahwa kerusakan lingkungan di muka bumi disebabkan perbuatan tangan manusia sendiri karena jika kita membiarkan limbah-limbah yang ada dan tidak menanganinya maka sama halnya dengan membuat kerusakan pada lingkungan atau alam ini. Salah satu limbah yang dapat ditangani seperti silika yang dimanfaatkan sebagai perekat (Esse dkk, 2018).

2.4. Batako

Batako atau disebut juga bata beton merupakan suatu jenis unsure bangunan berbentuk bata yang dibuat dari campuran bahan perekat hidrolis dan sejenisnya, air dan agregat, atau tanpa bahan tambahan lainnya yang tidak merugikan sifat dari batako tersebut (Nugroho, 2014).

Berdasarkan PUBI 1982, sesuai dengan pemakaiannya batako diklasifikasikan dalam beberapa kelompok sebagai berikut:

1. Batako dengan mutu A1, adalah batako yang digunakan untuk konstruksi yang tidak memikul beban, dinding penyekat serta konstruksi lainnya yang selalu terlindungi dari cuaca luar.
2. Batako dengan mutu A2, adalah batako yang hanya digunakan untuk hal-hal seperti dalam jenis A1, tetapi hanya untuk konstruksi dari batako tersebut boleh tidak dipilester.
3. Batako dengan mutu B1, adalah batako yang digunakan untuk konstruksi yang memiliki beban, tetapi penggunaannya hanya untuk konstruksi yang terlindungi dari cuaca luar (untuk konstruksi di bawah atap).
4. Batako dengan mutu B2, adalah batako untuk konstruksi yang memikul beban dan dapat digunakan untuk konstruksi yang tidak terindungi.

Batako terdiri dari dua jenis, yaitu batako jenis padat (*solid*), berlubang (*hallow*). Jenis batako *solid* lebih padat dan mempunyai kekuatan yang lebih baik.

Batako berlubang mempunyai luas penampang lubang dan isi lubang masing-masing tidak melebihi 5% dari seluruh luas permukaannya. Berdasarkan bahan pembuatannya batako dapat dikelompokkan ke dalam 3 jenis, yaitu:

2.4.1. Batako putih (trass)

Tras merupakan jenis tanah berwarna putih atau putih kecoklatan yang berasal dari pelapukan batuan-batuan gunung berapi. Batako putih dibuat dari campuran tras, batu kapur, dan air. Umumnya batako putih memiliki ukuran panjang 25-2 cm, tebal 8-10 cm dan tinggi 14-18 cm.

2.4.2. Batako semen/batako press

Batako press terbuat dari campuran semen, pasir, air dan abu batu. Ada yang dibuat secara manual (menggunakan tangan), tetapi ada juga yang menggunakan mesin. Perbedaannya adalah dapat dilihat pada kepadatan permukaan batakonya. Umumnya batako press memiliki ukuran 36-40 cm, tebal 8-10 cm, dan tinggi 18-20 cm.

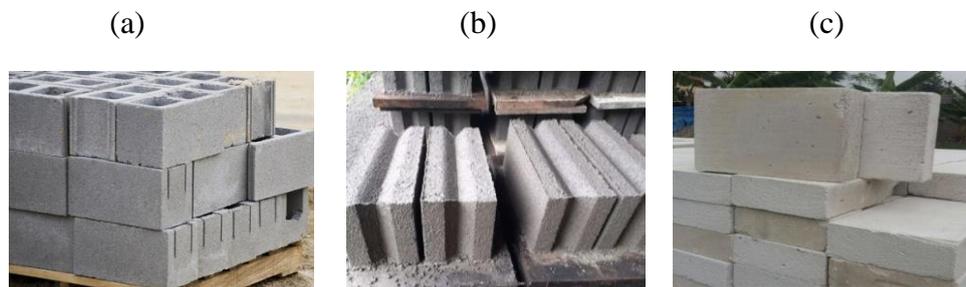
2.4.3. Batako Ringan

Batako ringan merupakan batako yang mempunyai berat volume yang lebih ringan dari batako normal. Batako disebut ringan jika beratnya kurang dari 1800 kg/m^3 . Metode yang dapat digunakan untuk membuat beton ringan diantaranya adalah membuat gelembung-gelembung gas/udara dalam adukan di dalam batako, dengan menggunakan agregat ringan sehingga beton akan lebih ringan dari batako normal biasanya.

Keunggulan dan keuntungan dari batako

1. Lebih mudah dalam hal pengangkutan dan dalam pemasangan. Perbandingan dengan bata 1:4. Batako padat memiliki ukuran yaitu “satuan utuh” dan “tengahan”. Dengan itu, ukuran menengah tersebut, pekerja/tukang tidak perlu memotong batako satuan sendiri.
2. Penghematan waktu karena mudah pesangannya, otomatis cepat dalam waktu pengerjaannya. Penghematan waktu artinya penghematan biaya untuk ongkos tukang. Selain proses pemasangan yang cepat batako dengan

adukan pada komposisi yang tepat dengan bahan yang baik menjamin kualitas batako yang sangat kuat.



Gambar 2.3. (a) Batako Trass, (b) Batako Press, (c) Batako Ringan

Berdasarkan SNI 03-0349-1989, bata beton (batako) harus memenuhi syarat-syarat fisis. Syarat-syarat fisis tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.3. Syarat-syarat Fisis Batako Pejal Mutu

Syarat-syarat Fisis	Tingkat Mutu Batako Pejal				Tingkat Mutu Batako Lubang			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
	Kuat tekanbruto rata-rata minimal (kg/cm^2)	100	70	40	25	70	50	35
Kuat tekanbruto masing-masing bendauji (kg/cm^2)	90	65	35	21	65	45	30	17
Penyerapanair rata-rata (%)	25	35	-	-	25	35	-	-

2.5. Materi Penyusun Batako

Bahan untuk membentuk suatu batako terdiri dari campuran agregat halus dan agregat kasar dengan bahan pengikat meliputi air dan semen. Kadang ditambahkan juga campuran bahan tamah lainnya untuk memperbaiki kualitas suatu batako.

2.5.1. Agregat

Agregat merupakan bahan campuran pembuatan batako, meliputi pasir, krikil, batu pecah dan lainnya. Agregat yang sering digunakan karena sifatnya yang ekonomis adalah pasir dan krikil, pasir dan krikil alamia yang sering terdapat pada tempat yang dangkal seperti sungai.

Sifat-sifat agergat berpengaruh besar terhadap kualitas dari batako yang sudah mengeras, karena agergat biasanya mempunyai 60-80% dari isi total batako. Agregat yaitu bahan yang paling terbanyak di dalam suatu batako, semakin banyak persenan agergat dalam campuran batako akan semakin murah harga batako itu sendiri. Sifat yang terpenting dari suatu agregat ialah kekuatan hancur dan ketahanannya terhadap benturan yang dapat mempengaruhi ikatannya dengan pasta semen, porositas dan karakteristik penyerapan air yang dapat mempengaruhi daya tahan terhadap proses pembekuan waktu musim dingin dan agersi kimia lainnya, serta ketahanan terhadap penyusutan batako tersebut.

a. Agregat Kasar

Agregat kasar adalah agergat yang mempunyai ukuran butiran lebih besar dari 4,75 mm. Ketentuan mengenai agergat kasar menurut standar SK-SNI S-04-1989-F.

b. Agregat Halus

Agregat halus terdiri atas pasir alam, pasir hasil buatan, dan gabungan dari kedua pasir tersebut. Dengan ukuran butir terbesar 4,75 mm.

Pasir merupakan agregat halus terdiri atas butiran sebesar 0,14-5 mm yang didapat dari bahan alam. Pasir alam dapat dibedakan meliputi pasir galian, pasir sungai, dan pasir laut. Pasir ini berfungsi sebagai bahan yang digunakan dengan tanah liat untuk membuat adukan. Kemudian pasir juga berpengaruh terhadap sifat tahan kekerasan pada produk bahan bangunan campuran tanah liat. Pasir juga merupakan contoh bahan mineral butiran (Nugraha, 2016).

2.5.2. Semen

Semen yang biasa digunakan adalah semen *Portland*. Semen *Portland* adalah bahan kontruksi bangunan yang paling banyak digunakan dalam pembuatan batako. Semen *Portland* juga disebut sebagai semen hidrolisis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen Portland terutama yang terdiri atas kalsium silikat yang bersifat sebagai hidrolisis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa kalsium sulfat dan boleh bentuk kristal senyawa kalsium sulfat atau boleh ditambah

dengan bahan tambah lainnya (SNI 15-2049-2004). Semen dapat bereaksi dengan air dan membentuk zat baru yang bersifat sebagai perekat terhadap batuan.

Sifat-sifat semen pada umumnya:

a. Hidrasi Semen

Hidrasi semen adalah proses yang terjadi setelah semen ditambah dengan air, reaksi ini dipengaruhi oleh kehalusan semen, suhu dan sebagainya.

b. Setting (pengikatan) dan Hardening (pengerasan)

Gejala terjadinya kekakuan pada adonan yang diukur sebagai waktu mulai dari adonan terjadi hingga terjadinya kekuatan disebut pengikat. Sedangkan pengerasan merupakan proses yang terjadi setelah pengikatan sehingga kekuatan adonan penuh tercapai (Yusup Amran, 2015).

Tabel 2.4 Susunan Oksidasi Semen Portland Menurut ASTM

No	Oksidasi	Persentase (%)
1	Kapur (CaO)	63
2	Silika (SiO_2)	22
3	Alumina (Al_2O_3)	7
4	Besi (Fe_2O_3)	3
5	Magnesium (MgO)	2
6.	Sulfur SO_3	2

(Sumber: Indra Syahrul Fuad, 2015)

Semen Portland dibagi menjadi 5 jenis:

1. Portland tipe I

untuk penggunaan umum yang tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang disyaratkan pada jenis-jenis lain.

2. Portland tipe II

Semen Portland yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.

3. Portland tipe III

Semen Portland untuk konstruksi dengan syarat kekuatan awal yang tinggi.

4. Portland tipe IV

Semen Portland yang dalam penggunaannya untuk konstruksi menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.

5. Portland tipe V

Semen Portland yang dalam penggunaannya menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.



Gambar 2.4 Semen Portland

2.5.3. Air

Air merupakan bahan dasar yang sangat penting dalam pembuatan batako. Fungsi dari air adalah sebagai berikut:

- a) Bereaksi dengan semen portland
- b) Menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat, agar dapat mudah dikerjakan (diaduk, dituang, dan dipadatkan).

Kualitas beton sangat berpengaruh terhadap kualitas air yang akan digunakan. Kekuatan beton akan menurun apabila, air yang mengandung zat-zat kimia berbahaya, mengandung garam, minyak, dan lain-lain. Air yang berlebihan dapat menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai. Dan, apabila air terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi tidak mencapai seluruhnya, sehingga akan mempengaruhi kekuatan beton dan sulit untuk dikerjakan (Praktiktok dkk., 2019).

Air sebagai bahan bangunan sebaiknya memenuhi persyaratan sebagai berikut. (Standar SK SNI S-04-1989-F, Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian Air).

- a) Air harus bersih

- b) Tidak mengandung lumpur, minyak dan benda melayang, yang dapat dilihat secara visual, benda-benda tersuspensi ini tidak boleh lebih dari 2 gram per liter.
- c) Tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dan dapat merusak batako (asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gram per liter.
- d) Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram per liter
- e) Tidak mengandung senyawa sulfat (sebagai SO_3) lebih dari 1 liter per gram.

Air harus terbebas dari zat-zat yang dapat membahayakan batako, dimana pengaruh zat tersebut antara lain:

- 1) Pengaruh adanya garam-garam, mangan, timah, seng tembaga dan timah hitam dengan jumlah yang cukup besar pada air adukan karena akan menyebabkan pengurangan kekuatan batako.
- 2) Pengaruh adanya seng klorida dapat memperlambat ikatan awal batako sehingga batako belum memiliki kekuatan yang cukup pada umur 2-3 hari.
- 3) Pengaruh adanya sodium karbonat dan natrium dapat menyebabkan ikatan awal sangat cepat dan dalam konsentrasi yang besar akan mengurangi kekuatan batako.
- 4) Pengaruh air laut yang umumnya mengandung 3,5% larutan garam, sekitar 78 persennya adalah sodium klorida dan 15 persennya adalah magnesium sulfat akan dapat mengurangi kekuatan batako sampai 20% dan dapat memperbesar resiko terhadap korosi terhadap batako.
- 5) Pengaruh adanya ganggang yang mungkin terdapat dalam air atau pada permukaan butir-butiran agregat, bila tercampur dalam adukan dapat mengurangi retakan antara permukaan butir agregat dan pasta.
- 6) Pengaruh adanya kandungan gula yang mungkin juga terdapat dalam air. Jika kandungan ini kurang dari 0,05% berat air tampaknya tidak berpengaruh terhadap kekuatan batako. Namun, dalam jumlah yang lebih banyak dapat memperlambat ikatan awal dan kekuatan batako dapat berkurang.

2.5.4. Faktor Air Semen (FAS)

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

$$\text{FAS} = \frac{\text{Berat Air (kg/m}^3\text{)}}{\text{Jumlah Semen (1/m}^3\text{)}}$$

Fungsi FAS, yaitu:

1. Untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan.
2. Memberikan kemudahan dalam pengerjaan beton.

Faktor air semen yang rendah dapat menyebabkan kesulitan dalam pekerjaan, seperti kesulitan dalam pelaksanaan pemadatan beton yang akhirnya akan menyebabkan mutu beton menurun. Namun nilai faktor air semen yang tinggi dapat menyebabkan beton yang dihasilkan mempunyai kuat tekan yang rendah dan jika semakin rendah faktor air semen kuat tekan beton semakin tinggi. (Muhammad Ikhwan dkk., 2017).

2.6. Sifat Fisis Batako

2.6.1. Densitas

Densitas merupakan pengukuran massa yang dilakukan pada setiap satuan volume benda. Semakin tinggi densitas (massa jenis) suatu benda, maka semakin besar pula setiap volumenya. Menurut SNI 03-2847-2002 pada beton normal memiliki nilai densitas sekitar 2.200-2.500 kg/m³

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Dimana:

ρ = Massa jenis beton(kg/m³)

m = Massa benda (g)

V = Volume beton (cm³)

2.6.2 Daya Serap Air

Serapan air merupakan persentase besar air yang mampu diserap agregat (batako) di dalam air, sedangkan kadar air disebut dengan banyaknya air yang terkandung dalam agregat. Besar kecilnya penyerapan air sangat mempengaruhi rongga atau pori yang terkandung pada suatu batako. Semakin banyak pori yang terkandung maka akan semakin besar pula penyerapan sehingga dapat menyebabkan ketahanan batako menurun.

Tabel 2.5. Syarat-syarat Fisis Batako Pejal Mutu

Batako pejal mutu	Kuat tekan minimum (kg/cm ²)		Penyerapan air maksimum (% volume)
	Rata-rata dari 4 buah bata	Masing-masing	
B 25	25	21	-
B 40	40	35	-
B 70	70	65	35
B 100	100	90	24

(Nugroho, 2014)

SNI 03-0349-1989 tentang batako, 25% merupakan persyaratan nilai maksimum penyerapan air. Nilai penyerapan air mencerminkan kemampuan benda uji yang menyerap air setelah direndam selama 3 hari. Pengujian daya serap ini bertujuan untuk mengetahui seberapa banyaknya air yang mampu diserap oleh benda uji dalam waktu 3 hari. Besar penyerapan air ini dihitung sebagai berikut:

$$P = \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\%$$

Dengan:

P = Persentase air yang terserap batako

m_b = Massa batako setelah direndam dalam air (g)

m_k = Massa batako kering (g)

2.7. Sifat Mekanis Batako (Bata beton)

2.7.1 Kuat Tekan

Kuat tekan adalah maksimum muatan yang dapat dipukul dari presentase luas. Selain itu kuat tekan merupakan salah satu parameter yang harus diperhatikan selain ketahanan dan daya serap air. kuat tekan sangat dipengaruhi

oleh perbandingan oleh suatu bahan campuran penyusunan dalam pembuatan beton. Syarat mutu batako meliputi kondisi fisik serta dimensi. Secara fisik pada batako harus tidak terdapat retak-retak dan catat, siku-siku yang rusak dan sudut tidak boleh mudah direpihkan dengan kekuatan jari tangan. Berdasarkan SNI 03-0348-1989, maka nilai kuat tekan batako pejal sebagai bahan bangunan dinding adalah sebagai berikut:

Tabel 2.6. Syarat-syarat Fisis Batako Pejal Mutu

Batako pejal mutu	Kuat tekan minimum (kg/cm^2)		Penyerapan air maksimum (% volume)
	Rata-rata dari 4 buah bata	Masing-masing	
B 25	25	21	-
B 40	40	35	-
B 70	70	65	35
B 100	100	90	24

Kuat tekan batao harus direncanakan dengan baik sesuai dengan gaya yang akan bekerja pada konstruksi, kuat tekan batako pada umumnya dipengaruhi oleh:

- a) Faktor air semen
- b) Umur batako
- c) Jenis semen
- d) Jumlah semen
- e) Perawatan
- f) Sifat agregasi (pasir)

Kuat tekan batako dilambangkan oleh (P). Nilai kuat tekan didapatkan melalui cara pengujian yang dilakukan dengan menggunakan (UTM). Dengan prinsip kerja yaitu beban yang diberikan akan dipikul rata oleh penampang sehingga besar beban yang dihasilkan. Kuat tekan juga bisa didefinisikan sebagai daya tahan bahan terhadap gaya-gaya yang bekerja sejajar atau tegak lurus, yang sifatnya ditekan. Persyaratan kuat tekan batako terdapat pada SNI 03-0348-1989, dengan persamaan:

$$P = \frac{F_{maks}}{A}$$

Dengan:

P = Kuat tekan sampel (kg/cm²)

F_{maks} = Beban maksimum (kg)

A = Luas sampel yang diuji (cm²) (Nursyid, dkk, 2016)

2.7.2 Kuat Lentur

Kekuatan lentur adalah kemampuan balok beton yang diletakkan pada dua perletakan untuk menahan gaya dengan arah yang tegak lurus dengan sumbu benda uji, yang diberikan padanya, sampai benda uji patah yang dinyatakan dalam Mega Pascal (MPa). Menurut SNI 4431:2011 untuk menghitung nilai kuat lentur pada satu jenis beton yaitu:

$$f_r = \frac{PL}{bh^2}$$

Dengan:

f_r = Kuat lentur

P = Beban maksimum yang terjadi

L = Panjang bentang (mm)

b = Lebar penampang balok (mm)

h = Tinggi penampang balok (mm)

(Bambang Irawan, 2014)

2.8 Penelitian yang Relevan

Sumiati (2019) pemanfaatan biji karet sebagai material yang akan digunakan untuk campuran beton, agar didapatkan hasil yang sesuai dengan rencana, maka terlebih dahulu harus dilakukan pengujian sifat fisiknya. Berdasarkan spesifikasi Standard Nasional Indonesia dan hasil pengujian didapatkan, jika biji karet yang digantikan 5-10% terhadap berat agregat kasar dapat digolongkan beton ringan struktural, sedangkan jika biji karet yang digantikan >10% dapat digolongkan beton ringan non struktural. Biji karet dapat digantikan sebagai pengganti agregat kasar <10%.

Elia Anggarini (2021) dari hasil pengujian kuat tekan beton, beton dengan campuran cangkang biji karet sebagai pengganti agregat kasar memiliki kuat tekan yang lebih rendah apabila dibandingkan dengan beton tanpa menggunakan substitusi cangkang biji karet. Pada campuran 10% biji karet sebagai pengganti

agregat kasar memiliki nilai kuat tekan beton paling rendah dibandingkan variasi campuran lainnya sebesar 16,99 MPa pada umur 28 hari.

Sheila Yuhesti (2014) dari Universitas Sriwijaya meneliti tentang pengujian kuat tekan beton ringan kombinas pasir Tanjung Raja dan *Conplast* WP421 dimana hasil penelitiannya peningkatan. Kuat tekan beton biji karet tanpa bahan tambah dengan presentase penggunaan biji karet 25%, 50% dan 75% untuk umur 28 hari berturut-turut adalah 12,74 MPa, 9,70 MPa dan 6,96 MPa sedangkan kuat tekan biji menggunakan kuat tekan beton yang menggunakan *Conplast* WP421 adalah 13,70 MPa, 10,59 MPa. Peningkatan kuat tekan beton menggunakan *Conplast* WP421 jika dibandingkan dengan beton biji karet tanpa bahan tambah pada umur 7 hari, 21 hari dan 28 hari berturut turut meningkat sebesar 18,94%, 14,74% dan 9,50%.

2.9 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian ini adalah terdapat pengaruh abu cangkang biji karet terhadap karakteristik batako.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, dengan melakukan pendekatan secara kuantitatif. Sampel yang digunakan adalah abu cangkang biji karet. Sampel tersebut diuji untuk mengetahui hubungan karakteristik sifat fisis dan mekanik dengan komposisi bahan.

3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

3.1.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Hutan (THH), Fakultas Kehutanan Universitas Sumatera Utara, Jl. Tri Darma Ujung No.1, Medan.

3.1.2. Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan April - Mei 2021.

3.2. Alat dan Bahan Penelitian

3.2.1. Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Jangka sorong.
Jangka sorong digunakan untuk pengujian ukuran tebal batako..
2. Mistar/penggaris.
Meteran/penggaris digunakan untuk mengukur panjang batako.
3. Ember/wadah
Ember digunakan untuk merendam batako pada pengujian daya serap air.
4. Sendok Semen.
Sendok semen digunakan untuk mengaduk campuran semen, cangkang biji karet, air dan pasir.
5. Timbangan Analog.

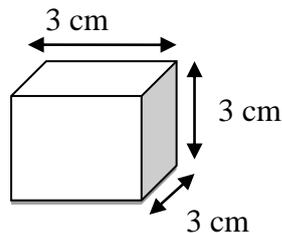
Timbangan analog digunakan untuk mengukur massa cangkang biji karet, semen dan pasir.

6. UTM (*Universal Testing Machine*).

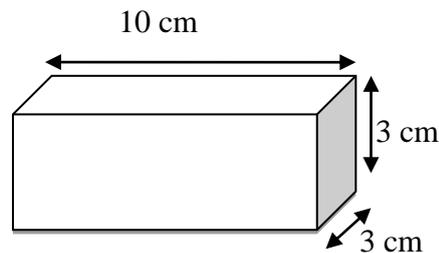
Berfungsi sebagai alat untuk menguji kuat tekan dan kuat patah pada sampel.

7. Cetakan:

- a) Kubus ($3 \times 3 \times 3$) cm^3 berfungsi sebagai cetakan untuk sampel uji kuat tekan, densitas, dan daya serap air.



- b) Balok ($10 \times 3 \times 3$) cm^3 berfungsi sebagai cetakan untuk sampel uji kuat lentur.



8. Gelas ukur 500 ml.

Gelas ukur digunakan sebagai wadah untuk takaran perbandingan volume air dengan bahan.

9. Alat press manual.

Digunakan untuk menekan cetakan pada sampel.

10. Saringan 100 mesh.

Digunakan untuk mengayak abu cangkang biji karet.

3.2.2. Bahan Penelitian

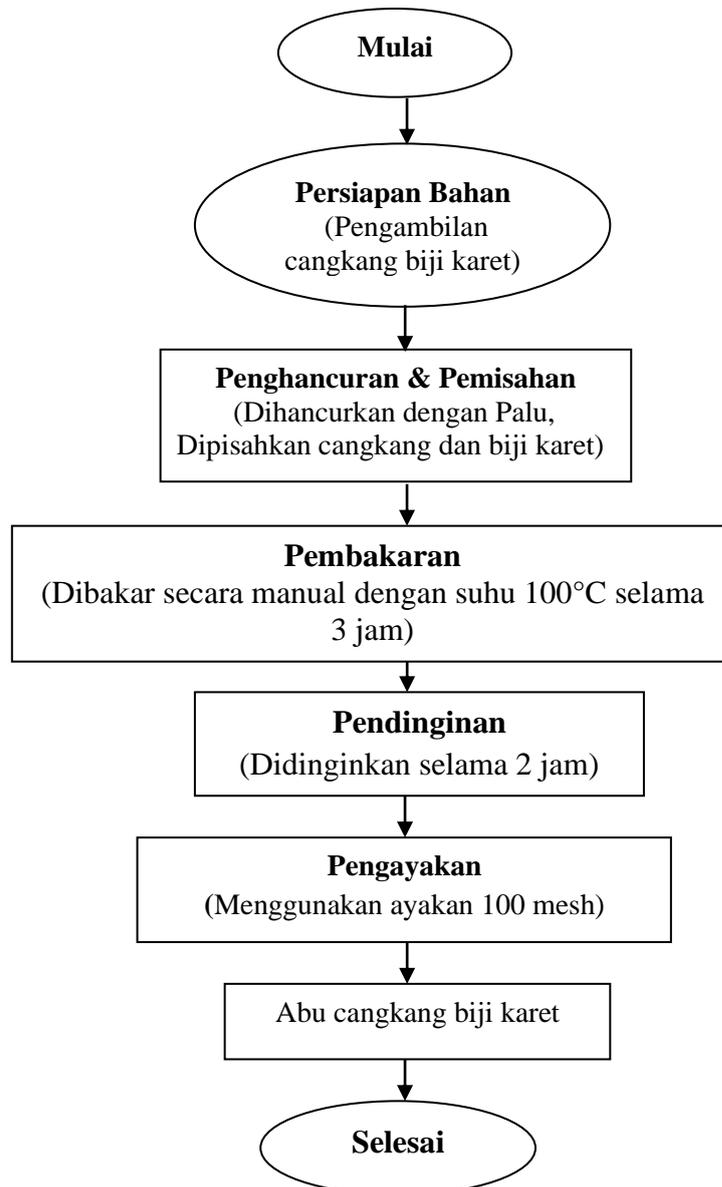
Bahan yang digunakan dalam penelitian:

1. Abu Cangkang biji karet
2. Pasir
3. Semen Portland
4. Air

3.3. Diagram Alir Penelitian

3.3.1. Tahap Pembuatan Abu Cangkang Biji Karet

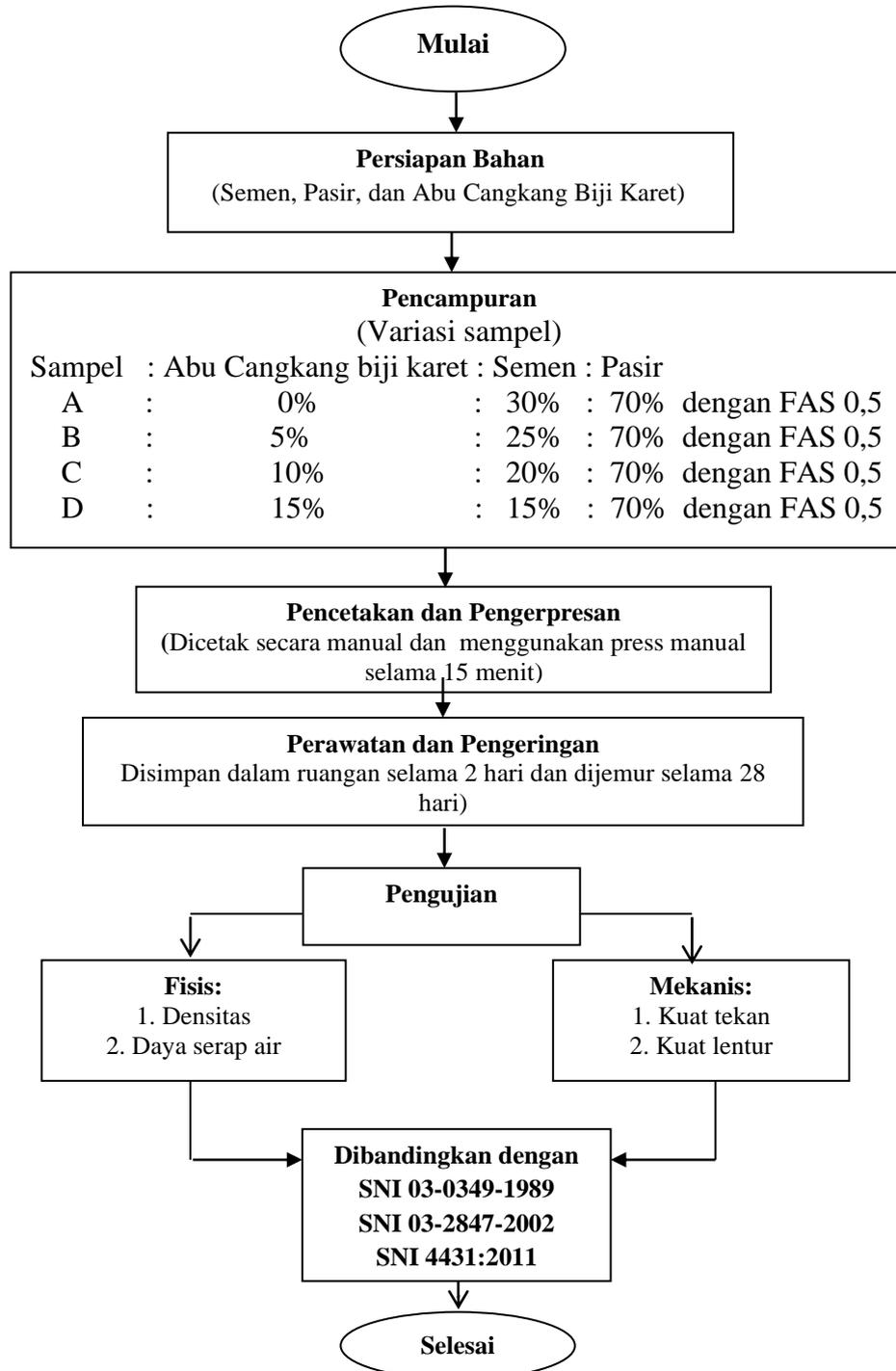
Pada penelitian ini terdapat dua tahap yaitu tahap pembuatan abu cangkang biji karet dan pembuatan batako. Adapun tahapan pembuatan abu cangkang biji karet menjadi agregat halus yaitu:



Gambar 3.1 Tahap Pembuatan Agregat Halus

3.3.2. Tahap Pembuatan dan Karakterisasi Batako

Tahap pembuatan sampel penelitian dapat dilihat pada gambar diagram alir berikut:



Gambar 3.2 Tahap pembuatan dan Karakterisasi batako

3.4. Prosedur Penelitian

3.4.1. Pembuatan Abu Cangkang Biji Karet

Pembuatan abu cangkang biji karet dapat dilakukan dengan langkah langkah sebagai berikut:

1. Menyediakan cangkang biji karet
2. Melakukan proses penghancuran dan pemisahan antara biji dan cangkang biji karet.
3. Melakukan pembakaran cangkang biji karet secara manual selama 3 jam. Kemudian didinginkan abu cangkang biji karet selama 2 jam.
4. Kemudian melakukan pengayakan abu cangkang biji karet dengan ayakan 100 mesh.

3.4.2. Pembuatan Batako

Prosedur pembuatan batako yaitu:

1. Menyediakan bahan campuran batako yaitu abu cangkang biji karet, semen, air, dan pasir.
2. Membersihkan semua alat yang akan digunakan agar tidak ada bahan-bahan lain yang mempengaruhi campuran batako.
3. Mencampurkan semua bahan campuran batako yang telah ditakar, kemudian aduk hingga campurannya homogen.
4. Menuangkan adonan ke dalam cetakan yang telah tersedia.
5. Mengepress cetakan secara manual selama 15 menit sekaligus meratakan permukaan cetakan batako.
6. Cetakan yang telah diisi campuran bahan batako disimpan dalam ruangan perawatan selama 2 hari sampai batako mengeras dan dijemur dibawah sinar matahari selama 28 hari sampai kering.

3.4.3. Tahap Pengujian

Parameter yang diuji terdiri atas: densitas, daya serap air, kuat tekan dan kuat lentur. Rancangan pencampuran bahan dasar cangkang biji karet dengan FAS 0,5 dapat dilihat pada tabel 3.1

Tabel 3.1. Rancangan pencampuran bahan dasar dengan cangkang biji karet

Kode uji sampel	Komposisi pencampuran cangkang biji karet, semen, dan pasir		
	Cangkang biji karet	Semen	Pasir
A	0%	30%	70%
B	5%	25%	70%
C	10%	20%	70%
D	15%	15%	70%

Pada proses pengujian sampel uji batako meliputi: pengujian densitas, daya serap air, kuat tekan, dan kuat lentur.

3.4.3.1. Densitas

Cara kerja pengujian densitas antara lain:

1. Menyiapkan benda uji.
2. Menimbang massa benda uji.
3. Mengukur besar volume dari masing-masing variasi benda uji.
4. Menghitung nilai densitas masing-masing benda uji dari data yang dihasilkan.
5. Mencatat besar nilai densitas yang dihasilkan.

3.4.2.2. Daya Serap Air

Cara kerja pengujian daya serap air antara lain:

1. Menyiapkan benda uji, wadah sebanyak 5 buah, dan air secukupnya.
2. Mengukur massa benda uji dan catat hasilnya.
3. Masukkan air ke dalam wadah tersebut secukupnya, kemudian benda uji dimasukkan ke dalam wadah tersebut dan direndam selama 2 hari.
4. Setelah benda uji diangkat di wadah perendaman, kemudian dihitung massa benda uji basah.
5. Menghitung nilai daya serap air masing-masing benda uji dari data yang dihasilkan.
6. Mencatat nilai daya serap air yang dihasilkan.

3.4.2.3. Kuat Tekan

Cara kerja pengujian kuat tekan antara lain:

1. Menyiapkan benda uji batako.
2. Mengukur dimensi panjang, lebar, dan tinggi untuk masing-masing sampel yang akan diuji tekanannya.
3. Meletakkan benda uji (3x3x3) cm³ pada alat uji kuat tekan yaitu UTM.
4. Mengatur jarum alat kuat tekan tepat pada angka nol.
5. Menyalakan tombol power kemudian mengamati jarum petunjuk beban, sambil memberikan beban tekan (F) dari atas perlahan demi perlahan sampai batako tersebut hancur.
6. Mencatat besarnya nilai beban tekan maksimum yang terbaca pada jarum.
7. Mengulangi kegiatan 3-6 dengan menggunakan sampel uji untuk kode sampai komposisi yang berbeda.

3.4.2.4. Kuat Lentur

1. Menyiapkan benda uji batako.
2. Mengukur dimensi panjang, lebar, dan tinggi untuk masing-masing sampel yang akan diuji kuat tekannya.
3. Meletakkan benda uji (10x3x3) cm³ pada alat uji kuat lentur yaitu UTM.
4. Menyalakan tombol power, kemudian diamati data didalam computer sambil memberikan beban tekan (F) pada titik pembebanan secara perlahan sampai benda uji tersebut patah.
5. Mencatat besarnya nilai beban patah maksimum yang terbaca pada komputer.
6. Mengulangi kegiatan 3 sampai 6 untuk sampel uji dengan komposisi berbeda.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

Dari hasil penelitian yang dilakukan untuk komposisi variasi abu cangkang biji karet diperoleh data pengukuran karakteristik sifat fisis (densitas, daya serap air) dan karakteristik sifat mekanik (kuat tekan, kuat lentur).

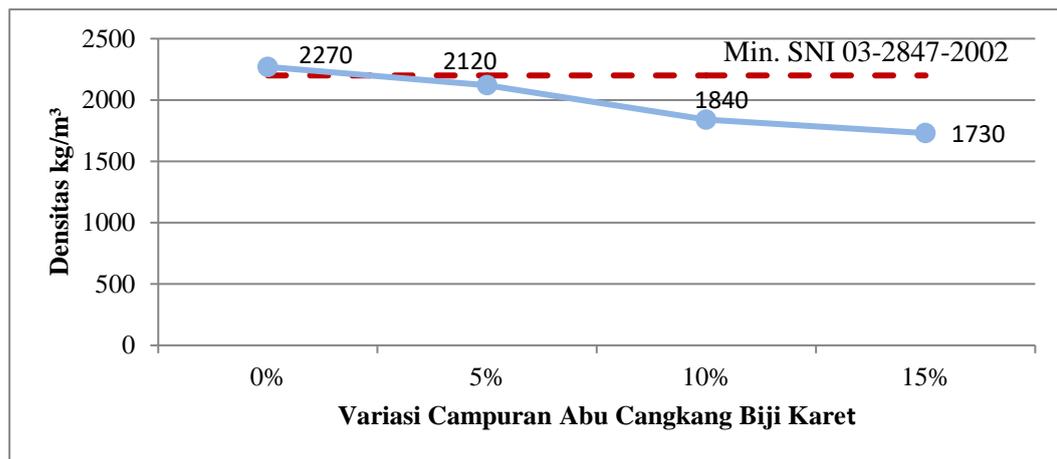
4.1.1 Densitas

Untuk memperoleh nilai densitas parameter yang diperlukan yaitu massa kering dan volume (panjang, lebar dan tinggi). Hasil penelitian batako campuran abu cangkang biji karet diperoleh data pengukuran densitas sebagai berikut:

Tabel 4.1 Data Hasil Pengukuran Densitas

Variasi Campuran Abu Cangkang Biji Karet	Kode Sampel	Densitas (kg/cm ³)	Densitas Rata-rata (kg/m ³)	SNI 03-2847-2002 (kg/m ³)
0%	A1	2230	2270	Min 2200
	A2	2280		
	A3	2310		
5%	B1	2050	2120	
	B2	2140		
	B3	2180		
10%	C1	1880	1840	
	C2	1810		
	C3	1830		
15%	D1	1720	1730	
	D2	1710		
	D3	1760		

Dari tabel 4.1 di atas dapat dilihat bahwa hasil pengukuran densitas batako dari variasi campuran abu cangkang biji karet sampel 0% yaitu 2270 kg/m³ mencapai nilai standar yang ditetapkan SNI 03-2847-2002 sebesar 2200 kg/m³, kemudian untuk variasi campuran abu cangkang biji karet sampel 5% yaitu 2120 kg/m³, 10% yaitu 1840 kg/m³, dan 15% yaitu 1750 kg/m³ tidak mencapai nilai standar SNI 03-2847-2002. Berikut ini adalah grafik pengukuran densitas terhadap campuran abu cangkang biji karet.



Gambar 4.1. Grafik Pengukuran Densitas Terhadap Komposisi Abu Cangkang Biji Karet

Dari Gambar 4.1 di atas dapat dilihat bahwa terjadi penurunan nilai densitas batako pada variasi campuran 0-15%. Nilai densitas terbesar pada sampel uji yang mengandung abu cangkang biji karet terdapat pada variasi campuran 5% yaitu sebesar 2120 g/cm³, nilai terendah diperoleh pada komposisi campuran abu cangkang biji karet pada sampel 15% yaitu sebesar 1730 g/cm³.

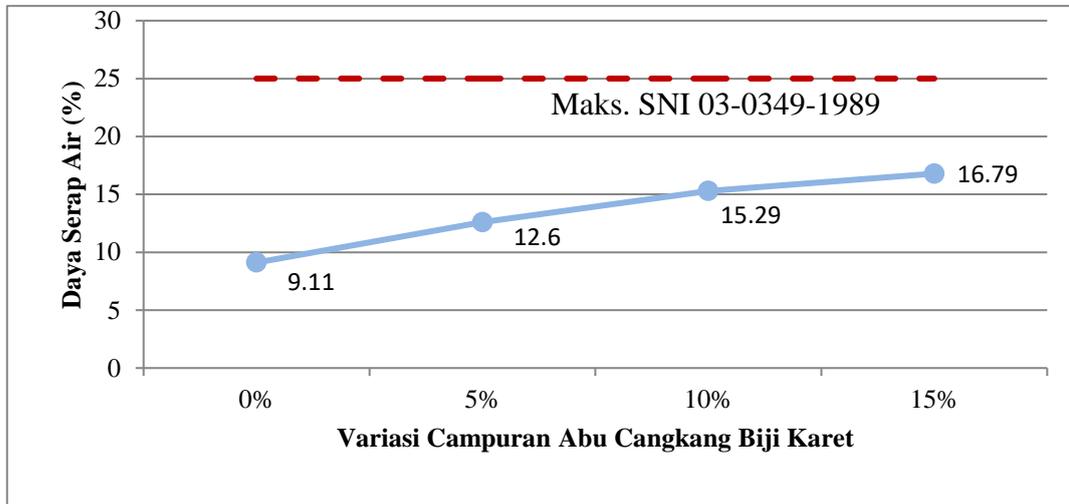
4.1.2. Daya Serap Air

Dari hasil penelitian daya serap air sampel batako komposisi abu cangkang biji karet yang telah direndam selama 24 jam dapat diperoleh data pengujian daya serap air sebagai berikut:

Tabel 4.2 Data Hasil Pengukuran Daya Serap Air

Variasi Campuran Abu Cangkang Biji Karet	Kode Sampel	Daya Serap Air (%)	Daya Serap Air Rata-rata (%)	SNI 03-0349-1989 (%)
0%	A1	9,38	9,11	Maks 25
	A2	8,64		
	A3	9,31		
5%	B1	13,76	12,6	
	B2	11,71		
	B3	12,33		
10%	C1	15,57	15,29	
	C2	15,43		
	C3	14,88		
15%	D1	17,06	16,97	
	D2	16,35		
	D3	16,97		

Dari tabel 4.2 di atas dapat dilihat bahwa nilai daya serap air pada variasi campuran abu cangkang biji karet 0% - 15% masing-masing serta berturut-turut yaitu 9,11, 12,6, 15,29, dan 16,79%. Berikut adalah grafik pengukuran variasi campuran abu cangkang biji karet terhadap daya serap air.



Gambar 4.2. Grafik Pengukuran Daya Serap Air Terhadap Komposisi Abu Cangkang Biji karet

Dari gambar 4.2. Dapat dilihat bahwa nilai daya serap air terendah pada sampel uji yang mengandung abu cangkang biji karet terdapat pada variasi campuran 0% yaitu sebesar 9,11%, sedangkan nilai daya serap air tertinggi terdapat pada variasi campuran abu cangkang biji karet 15% yaitu sebesar 16,79%. Secara keseluruhan nilai daya serap air mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya abu cangkang biji karet.

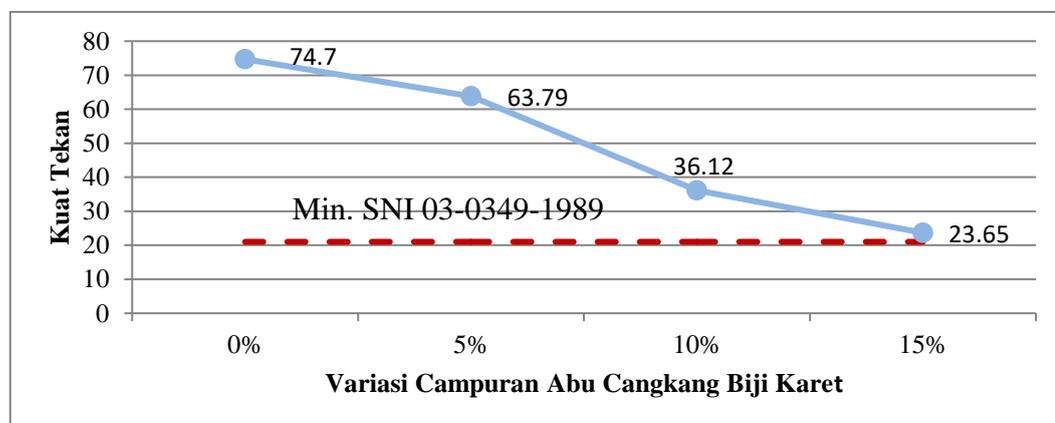
4.1.3. Kuat Tekan

Proses perhitungan kuat tekan sampel batako menggunakan parameter hasil pengukuran yaitu luas bidang tekan dan beban tekan. Kedua parameter itu diukur dengan menggunakan alat UTM (*Universal Testing Machine*). Dari pengujian yang telah dilakukan, maka besarnya kuat tekan dapat dilihat pada tabel 4.3.berikut:

Tabel 4.3. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan

Variasi Campuran Abu Cangkang Biji Karet	Kode Sampel	Kuat Tekan (kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata (kg/cm ²)	SNI 03-0349-1989 (kg/cm ²)
0%	A1	77,60	74,70	Min 21
	A2	73,11		
	A3	73,41		
5%	B1	69,23	63,79	
	B2	54,35		
	B3	67,81		
10%	C1	38,54	36,12	
	C2	35,58		
	C3	34,26		
15%	D1	24,98	23,65	
	D2	22,73		
	D3	23,24		

Dari tabel 4.3 di atas dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan pada variasi campuran 0% diperoleh sebesar 74,7 kg/cm² dan variasi komposisi campuran abu cangkang biji karet dengan 5-15% yaitu 63,79, 36,12 dan 23,12 kg/cm². Berikut adalah grafik pengujian abu cangkang biji karet terhadap kuat tekan.



Gambar 4.3. Grafik Pengukuran Kuat Tekan Terhadap Komposisi Abu Cangkang Biji Karet

Pada grafik 4.3 di atas dapat dilihat bahwa terjadi penurunan nilai kuat tekan batako pada variasi sampel 0%-15%. Nilai kuat tekan terbesar pada sampel dengan campuran abu cangkang biji karet 5% yaitu 63,79 kg/cm² sedangkan yang terendah untuk campuran abu cangkang biji karet sampel 15% yaitu 23,65 kg/cm

². Secara keseluruhan nilai kuat tekan mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya komposisi abu cangkang biji karet.

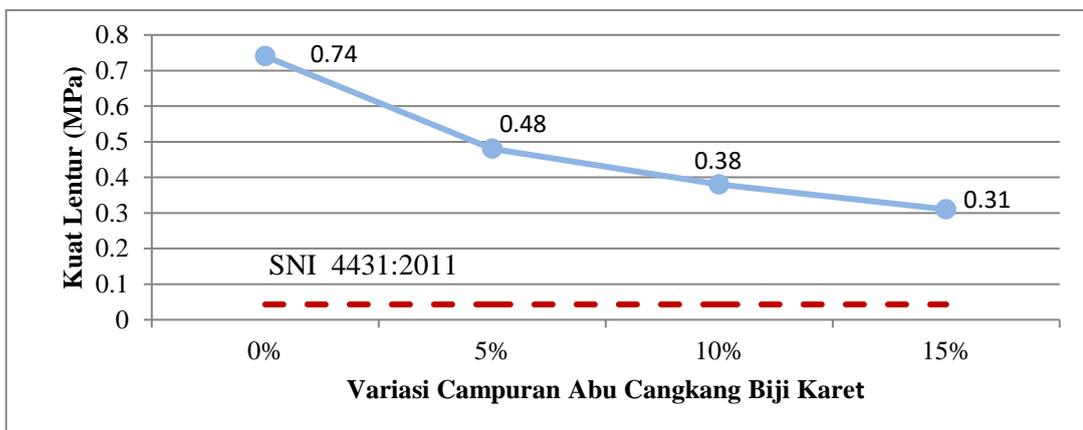
4.1.4. Kuat Lentur

Dari pengujian yang telah dilakukan, maka besarnya kuat lentur dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.4 Data Hasil Pengujian Kuat Lentur

Variasi Campuran Abu Cangkang Biji Karet	Kode Sampel	Kuat Lentur (MPa)	Kuat Lentur Rata-rata (MPa)	SNI 4431:2011 (MPa)
0%	A1	0,70	0,74	Min 0,043
	A2	0,75		
	A3	0,72		
5%	B1	0,47	0,48	
	B2	0,49		
	B3	0,49		
10%	C1	0,39	0,38	
	C2	0,43		
	C3	0,41		
15%	D1	0,31	0,31	
	D2	0,30		
	D3	0,33		

Dari tabel 4.4 di atas dapat dilihat bahwa nilai kuat lentur pada variasi campuran abu cangkang biji karet sampel 0-15% yaitu masing-masing berturut-turut yaitu 0,74, 0,48, 0,38 dan 0,31 MPa. Berikut ini adalah grafik pengujian variasi campuran abu cangkang biji karet terhadap kuat lentur.



Gambar 4.4 Grafik Pengujian Kuat Lentur Terhadap Komposisi Abu Cangkang Biji Karet.

Dari grafik 4.4 di atas dapat dilihat bahwa nilai kuat lentur batako tertinggi pada sampel uji yang mengandung abu cangkang biji karet terdapat pada variasi 5% yaitu sebesar 0,48 MPa, sedangkan nilai kuat lentur yang paling terendah terdapat pada variasi campuran abu cangkang biji karet 15% yaitu sebesar 0,31 MPa.

4.2. Pembahasan Penelitian

4.2.1 Densitas

Dari hasil penelitian densitas hasil yang diperoleh variasi campuran abu cangkang biji karet sampel 0% yaitu 2270 kg/m^3 , 5% yaitu 2120 kg/m^3 , 10% yaitu 1840 kg/m^3 , dan 15% yaitu 1730 kg/m^3 . Untuk variasi campuran abu cangkang biji karet nilai densitas tertinggi adalah sampel 5% dengan nilai densitas sebesar 2120 kg/m^3 , dan nilai terendah terdapat pada sampel 15% dengan nilai densitas 1730 kg/m^3 . Hasil pengujian densitas yang memenuhi SNI 03-2847-2002 adalah sampel variasi 0% yaitu 2270 kg/m^3 , sedangkan untuk sampel 5-15% tidak memenuhi nilai standar. Nilai densitas mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya komposisi campuran abu cangkang biji karet. Hal ini karena, berat jenis abu cangkang biji karet yang ringan menyebabkan batako mengalami penurunan berat jenis pula. Selain itu, penurunan nilai densitas disebabkan karena kurangnya pemadatan pada saat pencetakan batako sehingga menghasilkan banyaknya pori-pori pada batako. Menurut penelitian Wahyu Anggoro (2014), rendahnya suatu nilai densitas dipengaruhi oleh adanya penambahan jumlah campuran yang memiliki berat yang sangat ringan.

4.2.2 Daya Serap air

Daya serap air yang dilakukan pada penelitian ini diperoleh variasi abu cangkang biji karet sampel 0% yaitu 9,38%, 5% yaitu 12,6%, 10% yaitu 15,29% dan 15% yaitu 16,79%. Nilai daya serap air tertinggi pada sampel uji yang mengandung abu cangkang biji karet terdapat pada variasi campuran sampel 15% yaitu 16,79% dan nilai terendah pada variasi campuran abu cangkang biji karet sampel 5% yaitu 12,6% dengan kata lain, penelitian ini sudah memenuhi SNI 03-

0349-1989 dengan nilai standar maksimal 25%. Hasil daya serap air mengalami peningkatan, hal ini karena sifat fisik abu memiliki daya serap yang tinggi yang mengganggu reaksi pengikatan agregat. Dengan itu, air banyak diserap oleh abu cangkang biji karet yang ada dalam campuran abu cangkang biji karet sehingga daya serap air menaik. Menurut Hanif Nursyahid (2016), hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin besar daya serap air, maka nilai pengujian kuat tekan beton semakin kecil, begitu pun sebaliknya.

4.2.3 Kuat Tekan

Nilai kuat tekan variasi campuran abu cangkang biji karet sampel 0% yaitu $74,70 \text{ kg/cm}^2$, 5% yaitu $63,79 \text{ kg/cm}^2$, 10% yaitu $36,12 \text{ kg/cm}^2$ dan 15% yaitu $23,12 \text{ kg/cm}^2$. Untuk variasi campuran abu cangkang biji karet nilai kuat tekan tertinggi adalah sampel 5% dengan nilai kuat tekan sebesar $63,79 \text{ kg/cm}^2$, dan nilai terendah terdapat pada sampel 15% dengan nilai $23,12 \text{ kg/cm}^2$. Terjadi penurunan nilai kuat tekan pada batako seiring dengan bertambahnya abu cangkang biji karet, hal ini disebabkan karena proses pemadatan dalam pembuatan batako dilakukan dengan alat manual. Hal tersebut sangat mungkin menyebabkan kepadatan batako yang dihasilkan terbatas. Sehingga terdapat banyak rongga yang ada dalam batako. Rongga yang banyak tersebut menyebabkan peningkatan serapan air dan mengisi rongga-rongga tersebut.

Menurut Penelitian Sumiati, dkk. "Pemanfaatan Biji Karet Sebagai Agregat Kasar Terdapat Workability dan Kuat Tekan Beton Ringan". Berat jenis beton dapat menggambarkan besar kecilnya kekuatan beton dalam menyangga suatu konstruksi. Semakin padat beton, maka kekuatannya juga akan semakin besar sehingga dapat menyangga konstruksi yang lebih berat. Di samping itu Penelitian yang sudah dilakukan sudah memenuhi SNI 03-0349-1989 dengan nilai standar minimal 21 kg/cm^2 sehingga penelitian ini sudah dapat diaplikasikan.

4.2.4. Kuat Lentur

Dari hasil penelitian kuat lentur variasi campuran abu cangkang biji karet sampel 0% yaitu 0,74 MPa, 5% yaitu 0,48 MPa, 10% yaitu 0,38 MPa dan 15% yaitu 0,31 MPa. Untuk variasi campuran abu cangkang biji karet nilai kuat lentur

tertinggi adalah sampel 5% dengan nilai kuat lentur sebesar 0,48 MPa dan nilai terendah terdapat pada sampel 15% dengan nilai 0,31 MPa. Dengan kata lain, penelitian ini telah memenuhi nilai SNI 4431:2011 dengan nilai standar 0,043 MPa . Nilai kuat lentur mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya abu cangkang biji karet. Selain itu, penurunan terhadap nilai kuat lentur disebabkan karena pencampuran dan pemadatan yang kurang baik pada saat pencetakan sampel batako yang dilakukan secara manual. Menurut Elisabeth (2020) hasil pengujian kuat lentur yang memiliki nilai minimum dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti takaran air yang dipakai terlalu banyak dalam campuran pembuatan batako, gradasi campuran agregat, dan sifat pada bahan-bahan penyusun batako.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai daya serap air yang dihasilkan sampel 0%-15% yaitu 9,11% - 16,79%. Nilai kuat tekan yang dihasilkan sampel 0% - 15% yaitu 74,70 kg/cm² - 23,65 kg/cm², dan nilai kuat lentur yang dihasilkan sampel 0%-15% yaitu 0,74 MPa - 0,31 MPa. Seiring dengan bertambahnya kandungan abu cangkang biji karet maka akan terjadi peningkatan daya serap air dan penurunan kuat tekan, kuat lentur pada batako. Keseluruhan sampel pengujian daya serap air dan kuat tekan telah memenuhi SNI 03-0349-1989 tentang bata beton untuk pasang dinding, dan keseluruhan sampel pengujian kuat lentur telah memenuhi SNI 4431:2011 tentang cara uji kuat lentur beton normal dengan dua titik pembebanan.
2. Batako dengan karakteristik yang paling optimum pada komposisi abu cangkang biji karet, semen, dan pasir sebesar 5% : 25% : 70% (sampel B). Hal ini disebabkan karena sampel B tersebut memiliki daya serap air terendah, dan, kuat tekan, kuat lentur tertinggi.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan penulis, maka disarankan kepada peneliti selanjutnya sebaiknya pada saat proses pencetakan batako dipress dengan alat *hot press* agar batako yang dihasilkan lebih padat, sehingga nilai densitas semakin meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Amran, Yusuf. 2015. *Pemanfaatan Limbah Plastik Untuk Bahan Tambahan Pembuatan Paving Block Sebagai Alternatif Perkerasan Pada Lahan Parkir Di Universitas Muhammadiyah Metro*. Jurnal Teknik Sipil. 4(2): 125-129.
- Anggarini, Elia, Irwandy, Muzaidi. 2021. *Pengaruh penambah Cangkang Biji Karet Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Beton Mutu Normal*. Fakultas Teknik, Universitas Palangan Raya. Vol. 3 No.2 Juli, 2021.
- Anggoro, Wahyu. *Karakteristik Batako Ringan Dengan Campuran Limbah Styrofoam Ditinjau Dari Densitas, Kuat Tekan Dan Daya Serap Air*. Skripsi: Universitas Negeri Semarang.
- Ardi, Andi Wahyuni. 2016. *Uji Kuat Tekan, Daya Serap Air Dan Densitas Material Batu Bata Dengan Penambahan Agregat Limbah Botol Kaca*. Fakultas Sains Dan Teknologi UIN Alauddin Makassar.
- Budiman, H. 2012. *Budidaya Karet Unggul*. Yogyakarta: Pustaka Baru Press.
- Esse. 2018. *Pemanfaatan Lignin Hasil Delignifikasi Ampas Tebu Sebagai Perekat Kignin Resorsinol Formaldehida (LRF)*. Skripsi. Makassar: Universitas Islam Negeri Alauddin.
- Hanif Nursyahid, Fadillawaty Saleh, Hakas Prayuda. 2016. *Analisis Sifat dan Mekanis Batako Pejal Dalam Meningkatkan Kekuatan Dinding Di Yogyakarta*. Jurnal Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Ikhwan, Muhammad, Satriawan, Melwita, Elda. 2017. *Pengaruh Penambahan Aditif Kalsium Klorida (CaCl₂) Dari Limbah Kulit Telur Terhadap Reaksi Pengerasan Semen*. Jurnal Teknik Kimia. 23(1): 48-56.

- Indra Syahrul Fuad. 2015. *Pengaruh Penggunaan Pasir Sungai Dengan Pasir Laut Terhadap Kuat Tekan Dan Lentur Pada Mutu Beton*. Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik Universitas Tridinanti Palembang. Jurnal Desiminasi Teknologi Vol. 3 No. 1 Januari 2015.
- Mirna, M., Iqbal, I., dan Kasman. 2017. *Analisis Sifat-sifat Fisik Keramik Berbahan Tambahan Abu Ampas Tebu dan Abu Sekam Padi*. ISSN: Vol. 16 No.2
- Moeksin Rosdiana, Kgs, Ade Anggara Pratama, Dwi Riski Tyani. 2017. *Pembuatan Briket Bioarang Dari Campuran Limbah Tempurung Kelapa Sawit dan Cangkang Biji Karet*. Jurnal Tehnik Kimia. Vol 23 No.3.
- Murdock, I.J, K.M. Brock, dan Stephanus Hendarko. 1991. *Bahan dan Praktek Beton Edisi Keempat*. Jakarta:Erlangga.
- Nugraha, Igit. 2016. *Pengaruh Pemanfaatan Abu Ampas tebu dan Limbah Bata Merah Terhadap Karakteristik Genteng Tanah Liat Tradisional*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Nugroho, Ari Setyo. 2014. *Tinjauan Kualitas Batako Dengan Pemakaian Bahan Tambah Limbah Gypsum*. Naskah Publikasi Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Nikma Ulya. 2017. *Sintesis Biodiesel Dari Minyak Biji Karet (Haeva Brasiliensis) Pada Variasi Suhu Transesterifikasi dan Rasio (Metanol/Minyak) Pada Waktu 60 Menit*. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Nursyhid Hanif. 2016. *Analisis Sifat Fisis dan Mekanis Batako Pejal Dalam Meningkatkan Kekuatan Dinding di Yogyakarta*. Seminar Tugas Akir. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Praktikto, Ginanjar A. 2019. *Pemanfaatan Serbuk Kayu Bernuas Sisa Industri Penggergajian Sebagai Bahan Pembuatan Paving Block*. Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejurusan Balanga. 1(2): 50-61.

- Shela, Yuhesti. 2014. *Kajian Eksperimental Penggunaan Limbah Biji karet Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Beton Ringan Kombinasi Pasir Tanjung Raja dan Conplast WP421*. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, Vol.2, No. 3, September.
- Siahaan, S., Setyaningsih, D., & Hariyadi. 2011. *Potensi Pemanfaatan Biji Karet (Hevea Brasiliensis Muell Arg) Sebagai Sumber Energi Alternatif Biokerosin*, Jurnal Teknologi Industri Pertanian. 19 (3):145-151.
- Simatupang, Mulyani. 2020. *Penambahan Bahan Limbah Abu Sekam Padi Pada Campuran Batako Ditinjau Terhadap Kuat tekan dan Kuat Lentur*. Jurnal Media Teknik Sipil Samudra.
- Sinaga, Sandoro. 2015. *Pengaruh Suhu Pembakaran Terhadap Karakteristik Keramik Silika dari Daun Bambu Hasil Leaching Asam Sitrat dan Suhu Pembakaran 500°C - 700°C*. Lampung: Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika Vol. 03, No. 01
- SNI (Standar Nasional Indonesia) 03-03491989. Bata Beton Untuk Pasangan Dinding
- Sumiati, Mahmuda, Fadhillah Firdausa. 2019. *Pemanfaatan Biji Karet Sebagai Agregat Kasar Terdapat Workability dan Kuat Tekan Beton Ringan*. Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.
- Tambunan, Elisabeth. 2020. *Analisis Pengujian Kuat Tekan dan Kuat Lentur Pada Paving Block Dari Campuran Limbah Cangkang Telur*. Skripsi Universitas Pelita Bangsa.

LAMPIRAN 1
GAMBAR ALAT-ALAT PERCOBAAN

1. Jangka sorong



2. Mistar Penggaris



3. Ember/wadah



4. Sendok Semen



5. Timbangan Analog



6. UTM (*Universal Testing Machine*)



7. Cetakan:

a. 3 cm x 3cm x 3 cm



b. 3 cm x 3 cm x 10 cm



8. Gelas ukur 500 ml.



9. Alat press manual



10. Saringan 100 mesh



LAMPIRAN 2
GAMBAR BAHAN PERCOBAAN

1. Abu Cangkang Biji Karet



2. Agregat Halus (Pasir)



3. Semen Portland



4. Air



LAMPIRAN 3
GAMBAR SAMPEL BATAKO

1. Untuk Pengujian Densitas dan Kuat Tekan



2. Untuk Pengujian Daya Serap Air



3. Untuk pengujian kuat lentur



LAMPIRAN 4
GAMBAR PENGUKURAN DENSITAS

Nilai densitas dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Dimana:

P = Massa jenis (kg/m^3)

m = Massa (g)

V = Volume (cm^3)

Tabel 4.4. Data Hasil Pengujian Densitas

Variasi Campuran Abu Cangkang Biji Karet	Kode Sampel	Densitas (kg/cm^3)	Densitas Rata-rata (kg/cm^3)
0%	A1	2230	2270
	A2	2280	
	A3	2310	
5%	B1	2050	2120
	B2	2140	
	B3	2180	
10%	C1	1880	1840
	C2	1810	
	C3	1830	
15%	D1	1720	1730
	D2	1710	
	D3	1760	

Untuk variasi campuran normal 0%

1. Massa benda uji (m) = 60,28 g
- Volume benda uji (v) = s x s x s
= 3 x 3 x 3
= 26,97 cm^3

Berdasarkan densitas (ρ) sampel berdasarkan persamaan

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$= \frac{60,28}{26,97}$$

$$= 2,23 \text{ g/cm}^3$$

$$= 2230 \text{ kg/m}^3$$

2. Massa benda uji (m) = 61,67 g

Volume benda uji (v) = s x s x s

$$= 3 \times 3 \times 3$$

$$= 27 \text{ cm}^3$$

Berdasarkan densitas (ρ) sampel berdasarkan persamaan

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$= \frac{61,67}{27}$$

$$= 2,28 \text{ g/cm}^3$$

$$= 2280 \text{ kg/m}^3$$

3. Massa benda uji (m) = 62,53 g

Volume benda uji (v) = s x s x s

$$= 2,9 \times 3 \times 3,1$$

$$= 26,97 \text{ cm}^3$$

Berdasarkan densitas (ρ) sampel berdasarkan persamaan

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$= \frac{62,53}{26,97}$$

$$= 2,31 \text{ g/cm}^3$$

$$= 2310 \text{ kg/m}^3$$

Untuk perhitungan densitas rata-rata:

$$\text{Densitas } (\rho) \text{ rata-rata} = \frac{2230 + 2280 + 2310}{3} = 2273 \text{ kg/cm}^3$$

Untuk variasi campuran 5%

1. Massa benda uji (m) = 57,33 g

$$\begin{aligned}
 \text{Volume benda uji (v)} &= s \times s \times s \\
 &= 3,1 \times 3 \times 3 \\
 &= 27,9 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

Berdasarkan densitas (ρ) sampel berdasarkan persamaan

$$\begin{aligned}
 \rho &= \frac{m}{v} \\
 &= \frac{57,33}{27,9} \\
 &= 2,05 \text{ g/cm}^3 \\
 &= 2050 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \text{ Massa benda uji (m)} &= 57,94 \text{ g} \\
 \text{Volume benda uji (v)} &= s \times s \times s \\
 &= 3 \times 3 \times 3 \\
 &= 27 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

Berdasarkan densitas (ρ) sampel berdasarkan persamaan

$$\begin{aligned}
 \rho &= \frac{m}{v} \\
 &= \frac{57,94}{27} \\
 &= 2,14 \text{ g/cm}^3 \\
 &= 2140 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3. \text{ Massa benda uji (m)} &= 57,08 \text{ g} \\
 \text{Volume benda uji (v)} &= s \times s \times s \\
 &= 3 \times 2,9 \times 3 \\
 &= 26,1 \text{ cm}^3
 \end{aligned}$$

Berdasarkan densitas (ρ) sampel berdasarkan persamaan

$$\rho = \frac{m}{v}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{57,08}{26,1} \\
&= 2,18 \text{ g/cm}^3 \\
&= 2180 \text{ kg/m}^3
\end{aligned}$$

Untuk perhitungan densitas rata-rata:

$$\text{Densitas } (\rho) \text{ rata-rata} = \frac{2050 + 2140 + 2180}{3} = 2120 \text{ kg/m}^3$$

Untuk variasi campuran 10%

$$\begin{aligned}
1. \text{ Massa benda uji } (m) &= 50,79 \text{ g} \\
\text{Volume benda uji } (v) &= s \times s \times s \\
&= 3 \times 3 \times 3 \\
&= 27 \text{ cm}^3
\end{aligned}$$

Berdasarkan densitas (ρ) sampel berdasarkan persamaan

$$\begin{aligned}
\rho &= \frac{m}{v} \\
&= \frac{50,79}{27} \\
&= 1,88 \text{ g/cm}^3 \\
&= 1880 \text{ kg/m}^3
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
2. \text{ Massa benda uji } (m) &= 49,12 \text{ g} \\
\text{Volume benda uji } (v) &= s \times s \times s \\
&= 3 \times 3 \times 3 \\
&= 27 \text{ cm}^3
\end{aligned}$$

Berdasarkan densitas (ρ) sampel berdasarkan persamaan

$$\begin{aligned}
\rho &= \frac{m}{v} \\
&= \frac{49,12}{27} \\
&= 1,81 \text{ g/cm}^3 \\
&= 1810 \text{ kg/m}^3
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
3. \text{ Massa benda uji (} m \text{)} &= 49,43 \text{ g} \\
\text{Volume benda uji (} v \text{)} &= s \times s \times s \\
&= 3 \times 2,9 \times 3,1 \\
&= 26,97 \text{ cm}^3
\end{aligned}$$

Berdasarkan densitas (ρ) sampel berdasarkan persamaan

$$\begin{aligned}
\rho &= \frac{m}{v} \\
&= \frac{49,43}{26,97} \\
&= 1,83 \text{ g/cm}^3 \\
&= 1830 \text{ kg/m}^3
\end{aligned}$$

Untuk perhitungan densitas rata-rata:

$$\text{Densitas } (\rho) \text{ rata-rata} = \frac{1880 + 1810 + 1830}{3} = 1840 \text{ kg/m}^3$$

Untuk variasi campuran 15%

$$\begin{aligned}
1. \text{ Massa benda uji (} m \text{)} &= 46,54 \text{ g} \\
\text{Volume benda uji (} v \text{)} &= s \times s \times s \\
&= 3 \times 3 \times 3 \\
&= 27 \text{ cm}^3
\end{aligned}$$

Berdasarkan densitas (ρ) sampel berdasarkan persamaan

$$\begin{aligned}
\rho &= \frac{m}{v} \\
&= \frac{46,54}{27} \\
&= 1,72 \text{ g/cm}^3 \\
&= 1720 \text{ kg/m}^3
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
2. \text{ Massa benda uji (} m \text{)} &= 47,79 \text{ g} \\
\text{Volume benda uji (} v \text{)} &= s \times s \times s \\
&= 2,9 \times 3 \times 3,2
\end{aligned}$$

$$= 27,84 \text{ cm}^3$$

Berdasarkan densitas (ρ) sampel berdasarkan persamaan

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{m}{v} \\ &= \frac{47,79}{27,84} \\ &= 1,71 \text{ g/cm}^3 \\ &= 1710 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

3. Massa benda uji (m)	= 47,56 g
Volume benda uji (v)	= s x s x s
	= 3 x 3 x 3
	= 27 cm ³

Berdasarkan densitas (ρ) sampel berdasarkan persamaan

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{m}{v} \\ &= \frac{47,56}{27} \\ &= 1,76 \text{ g/cm}^3 \\ &= 1760 \text{ kg/m}^3\end{aligned}$$

Untuk perhitungan densitas rata-rata:

$$\text{Densitas } (\rho) \text{ rata-rata} = \frac{1720 + 1710 + 1760}{3} = 1730 \text{ kg/m}^3$$

LAMPIRAN 5
DATA PERCOBAAN DAYA SERAP AIR

Nilai daya serap air dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Daya Serap Air} = \frac{M_b - M_k}{M_k} \times 100\%$$

Dengan:

M_b = Massa basah sampel setelah direndam (g)

M_k = Massa kering sampel setelah direndam (g)

Tabel 4.5 Data Hasil Pengukuran Daya Serap Air

Variasi Campuran Abu Cangkang Biji Karet	Kode Sampel	Daya Serap Air (%)	Daya Serap Air Rata-rata (%)
0%	A1	9,38	9,11
	A2	8,64	
	A3	9,31	
5%	B1	13,76	12,6
	B2	11,71	
	B3	12,33	
10%	C1	15,57	15,29
	C2	15,43	
	C3	14,88	
15%	D1	17,06	16,97
	D2	16,35	
	D3	16,97	

Untuk variasi campuran normal 0%

1. Massa kering (M_k) = 60,28 g

Massa basah (M_b) = 65,92 g

Besar nilai daya serap air (P) sampel berdasarkan persamaan

$$\begin{aligned} P &= \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \\ &= \frac{65,92 - 60,28}{60,28} \times 100\% \\ &= \frac{5,56}{60,28} \times 100\% \end{aligned}$$

$$= 0,092 \times 100\%$$

$$= 9,22\%$$

2. Massa kering (M_k) = 61,67 g
 Massa basah (M_b) = 65,00 g

Besar nilai daya serap air (P) sampel berdasarkan persamaan

$$P = \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\%$$

$$= \frac{67,00 - 61,67}{61,67} \times 100\%$$

$$= \frac{5,33}{61,67} \times 100\%$$

$$= 0,86 \times 100\%$$

$$= 8,64\%$$

3. Massa kering (M_k) = 62,53 g
 Massa basah (M_b) = 68,36 g

Besar nilai daya serap air (P) sampel berdasarkan persamaan

$$P = \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\%$$

$$= \frac{68,36 - 62,53}{62,53} \times 100\%$$

$$= \frac{5,83}{62,53} \times 100\%$$

$$= 0,093 \times 100\%$$

$$= 9,32\%$$

Untuk perhitungan daya serap air rata-rata:

$$\text{Daya serap air} = \frac{9,22 + 8,64 + 9,32}{3} = 9,06\%$$

Untuk variasi campuran 5%

1. Massa kering (M_k) = 57,33 g

$$\text{Massa basah } (M_b) = 64,22 \text{ g}$$

Besar nilai daya serap air (P) sampel berdasarkan persamaan

$$\begin{aligned} P &= \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \\ &= \frac{64,22 - 57,33}{57,33} \times 100\% \\ &= \frac{6,89}{57,33} \times 100\% \\ &= 0,120 \times 100\% \\ &= 12,01\% \end{aligned}$$

2. $\text{Massa kering } (M_k) = 57,94 \text{ g}$

$$\text{Massa basah } (M_b) = 64,73 \text{ g}$$

Besar nilai daya serap air (P) sampel berdasarkan persamaan

$$\begin{aligned} P &= \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \\ &= \frac{64,73 - 57,94}{57,94} \times 100\% \\ &= \frac{6,79}{57,94} \times 100\% \\ &= 0,771 \times 100\% \\ &= 11,71\% \end{aligned}$$

3. $\text{Massa kering } (M_k) = 57,08 \text{ g}$

$$\text{Massa basah } (M_b) = 65,02 \text{ g}$$

Besar nilai daya serap air (P) sampel berdasarkan persamaan

$$\begin{aligned} P &= \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \\ &= \frac{65,02 - 57,08}{57,08} \times 100\% \\ &= \frac{7,94}{57,08} \times 100\% \\ &= 0,139 \times 100\% \\ &= 13,91\% \end{aligned}$$

Untuk perhitungan daya serap air rata-rata:

$$\text{Daya serap air} = \frac{12,01 + 11,71 + 13,91}{3} = 12,54\%$$

Untuk variasi campuran 10%

1. Massa kering (M_k) = 50,79 g

Massa basah (M_b) = 58,70 g

Besar nilai daya serap air (P) sampel berdasarkan persamaan

$$\begin{aligned} P &= \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \\ &= \frac{58,70 - 50,79}{50,79} \times 100\% \\ &= \frac{7,91}{50,79} \times 100\% \\ &= 0,155 \times 100\% \\ &= 15,57\% \end{aligned}$$

2. Massa kering (M_k) = 49,12 g

Massa basah (M_b) = 56,70 g

Besar nilai daya serap air (P) sampel berdasarkan persamaan

$$\begin{aligned} P &= \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \\ &= \frac{56,70 - 49,12}{49,12} \times 100\% \\ &= \frac{7,56}{49,12} \times 100\% \\ &= 0,154 \times 100\% \\ &= 15,43\% \end{aligned}$$

3. Massa kering (M_k) = 49,43 g

Massa basah (M_b) = 56,79 g

Besar nilai daya serap air (P) sampel berdasarkan persamaan

$$P = \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\%$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{56,79 - 49,43}{49,43} \times 100\% \\
&= \frac{7,36}{49,43} \times 100\% \\
&= 0,148 \times 100\% \\
&= 14,88\%
\end{aligned}$$

Untuk perhitungan daya serap air rata-rata:

$$\text{Daya serap air} = \frac{15,57 + 15,43 + 14,88}{3} = 15,29\%$$

Untuk variasi campuran 15%

1. Massa kering (M_k) = 46,54 g

Massa basah (M_b) = 54,63 g

Besar nilai daya serap air (P) sampel berdasarkan persamaan

$$\begin{aligned}
P &= \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \\
&= \frac{54,63 - 46,54}{46,54} \times 100\% \\
&= \frac{8,09}{46,54} \times 100\% \\
&= 0,173 \times 100\% \\
&= 17,38\%
\end{aligned}$$

2. Massa kering (M_k) = 47,79 g

Massa basah (M_b) = 55,94 g

Besar nilai daya serap air (P) sampel berdasarkan persamaan

$$\begin{aligned}
P &= \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \\
&= \frac{55,94 - 47,79}{47,79} \times 100\% \\
&= \frac{8,15}{47,79} \times 100\% \\
&= 0,170 \times 100\% \\
&= 17,05\%
\end{aligned}$$

3. Massa kering (M_k) = 47,56 g
Massa basah (M_b) = 55,75 g

Besar nilai daya serap air (P) sampel berdasarkan persamaan

$$\begin{aligned} P &= \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \\ &= \frac{55,75 - 47,56}{47,56} \times 100\% \\ &= \frac{7,94}{47,56} \times 100\% \\ &= 0,172 \times 100\% \\ &= 17,22\% \end{aligned}$$

Untuk perhitungan daya serap air rata-rata:

$$\text{Daya serap air} = \frac{17,38 + 17,05 + 17,22}{3} = 17,21\%$$

LAMPIRAN 6
DATA PENGUKURAN KUAT TEKAN

Tabel 4.6. Data Hasil Pengujian Kuat Tekan

Variasi Campuran Abu Cangkang Biji Karet	Kode Sampel	Kuat Tekan (kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-rata (kg/cm ²)
0%	A1	77,60	74,70
	A2	73,11	
	A3	73,41	
5%	B1	69,23	63,79
	B2	54,35	
	B3	67,81	
10%	C1	38,54	36,12
	C2	35,58	
	C3	34,26	
15%	D1	24,98	23,65
	D2	22,73	
	D3	23,24	

LAMPIRAN 7
DATA PENGUJIAN KUAT LENTUR

Tabel 4.7. Data Hasil Pengujian Kuat Lentur

Variasi Campuran Abu Cangkang Biji Karet	Kode Sampel	Kuat Lentur (MPa)	Kuat Lentur Rata-rata (MPa)
0%	A1	0,70	0,74
	A2	0,75	
	A3	0,72	
5%	B1	0,47	0,48
	B2	0,49	
	B3	0,49	
10%	C1	0,39	0,38
	C2	0,43	
	C3	0,41	
15%	D1	0,31	0,31
	D2	0,30	
	D3	0,33	



EMENTERIAAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS KEHUTANAN
LABORATORIUM TEKNOLOGI HASIL HUTAN
alan Tri Darma Ujung No.1 Kampus USU Medan – 20155
Telepon. 061-8220605. Fax. 061-8201920

Kepada Yth.
Dekan Fakultas Sains Dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara
Di tempat

Dengan hormat,

Menindaklanjuti surat Bapak/Ibu dengan pengantar surat Izin Pengujian dan Pengambilan data bagi mahasiswa Program Studi Fisika Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, maka dengan ini kami sampaikan bahwa mahasiswa yang namanya tercantum dibawah ini:

Nama : Nurmaisah Harahap
Nim : 0705162004

Telah menyelesaikan Pengujian dan Pengambilan Data skripsi dengan penggunaan alat Universal Testing (Tensile Machine) di Laboratorium Teknologi Hasil Hutan dengan judul skripsi "*Pengaruh Pemanfaatan Abu Cangkang Biji karet Terhadap Karakteristik Batako*"

Demikian surat keterangan ini dibuat, atas perhatiaanya diucapkan terima kasih

Medan, 29 maret 2021
Ketua Laboratorium THH

Ridwan Batubara, S.Hut, MP
NIP 1997602152001122001

SNI 03 – 2847 - 2002

SNI STANDAR NASIONAL INDONESIA

**Tata Cara Perhitungan Struktur Beton
Untuk Bangunan Gedung
(Beta Version)**

Bandung, Desember 2002

3.12

beton

campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat

3.13

beton bertulang

beton yang ditulangi dengan luas dan jumlah tulangan yang tidak kurang dari nilai minimum, yang disyaratkan dengan atau tanpa prategang, dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua material bekerja bersama-sama dalam menahan gaya yang bekerja

3.14

beton-normal

beton yang mempunyai berat satuan 2 200 kg/m³ sampai 2 500 kg/m³ dan dibuat menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah

3.15

beton polos

beton tanpa tulangan atau mempunyai tulangan tetapi kurang dari ketentuan minimum

3.16

beton pracetak

elemen atau komponen beton tanpa atau dengan tulangan yang dicetak terlebih dahulu sebelum dirakit menjadi bangunan

3.17

beton prategang

beton bertulang yang telah diberikan tegangan tekan dalam untuk mengurangi tegangan tarik potensial dalam beton akibat beban kerja

3.12

beton

campuran antara semen portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat

3.13

beton bertulang

beton yang ditulangi dengan luas dan jumlah tulangan yang tidak kurang dari nilai minimum, yang disyaratkan dengan atau tanpa prategang, dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua material bekerja bersama-sama dalam menahan gaya yang bekerja

3.14

beton-normal

beton yang mempunyai berat satuan 2 200 kg/m³ sampai 2 500 kg/m³ dan dibuat menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah

3.15

beton polos

beton tanpa tulangan atau mempunyai tulangan tetapi kurang dari ketentuan minimum

3.16

beton pracetak

elemen atau komponen beton tanpa atau dengan tulangan yang dicetak terlebih dahulu sebelum dirakit menjadi bangunan

3.17

beton prategang

beton bertulang yang telah diberikan tegangan tekan dalam untuk mengurangi tegangan tarik potensial dalam beton akibat beban kerja

SNI

Standar Nasional Indonesia

SNI 03-0349-1989

Bata beton untuk pasangan dinding



"Hak Cipta Badan Standardisasi Nasional, Copy standar ini dibuat untuk penayangan di website dan tidak untuk dikomersialkan"

Tabel I.
Ukuran bata beton

satuan : mm

Jenis	Ukuran			Tebal dinding sekatian lobang, minimum	
	Panjang	Lebar	Tebal	Luar	Dalam
1. Pejal	390 + 3 - 5	90 ± 2	100 ± 2	—	—
2. Berlobang.					
a. Kecil	390 + 3 - 5	190 + 3 - 5	100 ± 2	20	15
b. Besar	390 + 3 - 5	190 + 3 - 5	200 ± 3	25	20

4.3 Syarat Fisis

Bata beton harus memenuhi syarat-syarat fisis sesuai dengan tabel II.

Tabel II

Syarat-syarat fisis bata beton

Syarat fisis	Satuan.	Tingkat mutu bata beton pejal				Tingkat mutu bata beton berlobang			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
1. Kuat tekan bruto* rata-rata min.	kg/cm ²	100	70	40	25	70	50	35	20
2. Kuat-tekan bruto masing-masing benda uji min.	kg/cm ²	90	65	35	21	65	45	30	17
3. Penyerapan air rata-rata, maks.	%	25	35	—	—	25	35	—	—

- Kuat tekan bruto - adalah beban tekan keseluruhan pada waktu benda coba pecah, dibagi dengan luas ukuran nyata dari bata termasuk luas lubang serta cekungan tepi.

5 Cara pengambilan contoh

- 5.1 Contoh uji yang diambil harus terdiri dari satuan yang utuh.
- 5.2 Contoh uji diambil secara acak dari suatu kelompok/tanding yang sama, dengan jumlah contoh uji seperti tercantum dalam tabel III.

Tabel III
Jumlah contoh

Jumlah kelompok/tanding bata	Jumlah contoh
< 10.000	10 buah
10.001 – 100.000.	20 buah
> 100.000	10 buah untuk tiap kelompok dari 50.000.

5.3 Penyerahan contoh untuk diuji harus memenuhi keadaan sebagai berikut :

- 5.3.1 Contoh harus dalam keadaan seperti pada saat pengambilan contoh (tidak boleh rusak).
- 5.3.2 Disertai risalah pengambilan contoh, yang mencakup : cara pengambilan contoh, jumlah kelompok/tanding, jumlah contoh, nama petugas pengambilan contoh dan keterangan lain yang dianggap perlu.

6 Cara uji

6.1 Pengukuran benda uji

Untuk mengetahui ukuran contoh, dipakai 5 (lima) buah benda uji yang utuh. Sebagai alat pengukur dipakai kaliper/mistar sorong yang dapat mengukur teliti sampai 1 mm, setiap pengukuran panjang, lebar, tebal bata atau tebal dinding bata berlubang, dilakukan paling sedikit 3 kali pada tempat yang berbeda-beda, kemudian dihitung harga rata-rata dari ketiga pengukuran tersebut.

Harga pengukuran dari 5 (lima) buah benda uji, dilaporkan mengenai ukuran rata-rata dan penyimpangannya.

6.2 Pengujian kuat tekan

Untuk pengujian kuat tekan dipakai 5 (lima) buah benda uji tersebut dalam 6.1.

6.2.1. Meratakan/menerap bidang tekan

Bahan penerapan dibuat dari adukan 1 (satu) bagian semen portland ditambah 1 atau 2 (satu atau dua) bagian pasir halus tembus ayakan 0,3 mm. Pemakaian bahan penerap lain, diperbolehkan asalkan kekuatannya sama atau lebih tinggi dari kuat tekan batanya.

Bidang tekan benda uji (2 bagian) diterap dengan aduk semen sedemikian rupa sehingga terdapat bidang yang rata dan sejajar satu dengan lainnya. Tebal lapisan perata/penerap kurang lebih 3 mm. Benda coba ditentukan kuat tekannya apabila pengerasan lapisan penerap sedikitnya telah berumur 3 hari.

6.2.2 Penentuan kuat tekan.

6.4 Penyerapan air.

Untuk pengujian penyerapan air, dipakai 5 (lima) buah benda uji dalam keadaan utuh dengan peralatan sebagai berikut :

6.4.1 Timbangan yang dapat menimbang teliti sampai 0,5 % dari berat contoh uji.

6.4.2 Dapur pengering yang dapat mencapai suhu 105 ± 5 °C.

Benda uji seutuhnya direndam dalam air bersih yang bersuhu ruangan, selama 24 (dua puluh empat) jam. Kemudian benda uji diangkat dari rendaman, dan air sisanya dibiarkan meniris kurang lebih 1 (satu) menit, lalu permukaan bidang benda uji diseka dengan kain lembab, agar air yang berlebihan yang masih melekat dibidang permukaan benda uji terserap kain lembab itu. Benda uji kemudian ditimbang (A). Setelah itu benda uji dikeringkan di dalam dapur pengering pada suhu 105 ± 5 °C, sampai beratnya pada 2 (dua) kali penimbangan tidak berbeda lebih dari 0,2 % dari penimbangannya yang terdahulu (B). Selisih penimbangan dalam keadaan basah (A) dan dalam keadaan kering (B) adalah jumlah penyerapan air, dan harus dihitung berdasarkan persen berat benda uji kering.

$$\text{Penyerapan air} = \frac{A - B}{B} \times 100 \%$$

Laporkan hasil rata-rata dari lima buah benda uji.

7 Syarat lulus uji

7.1 Kelompok dinyatakan lulus uji apabila contoh uji memenuhi persyaratan yang ditentukan di dalam butir 4.

7.2 Apabila salah satu syarat tidak dipenuhi, dapat dilakukan uji ulang terhadap contoh kedua yang diambil dari kelompok/tanding yang sama.

7.3 Apabila hasil uji ulang, contoh memenuhi semua syarat yang ditentukan, kelompok/tanding dinyatakan lulus uji



Cara uji kuat lentur beton normal dengan dua titik pembebanan

Tabel C.2 Contoh formulir pengujian kuat lentur beton yang telah diisi

PENGUJIAN KUAT LENTUR BETON						
PATAH PADA PUSAT 1/3 LEBAR PADA SISI TARIK						
RUMUS : $\sigma_1 = (P.l) / (B.H^2)$						
Nama	: PT. BOROBUDUR					
Tanggal uji	: 29-11-2006	Tanggal dibuat				: 01-11-2006
Tempat uji	: Lab. Balai PBPS					
Benda Uji	: Balok beton	Ukuran				: 15 cm x 15 cm x 53 cm
PERBANDINGAN CAMPURAN						
Kondisi	Ukuran maks. agregat kasar (mm)	Slum (cm)	Kadar udara (%)	Faktor air semen W / C %	Volume agregat halus s / a (%)	
	31,5	2	1	0,52		
Berat Volume	Air W (kg/m ³)	PC C (kg/m ³)	Pasir S (kg/m ³)	Kerikil C (kg/m ³)	Bahan pencampur (g atau cc/m ³)	
2.400	131,27	324	675,49	1.238,24	-	
Nomor benda uji	1	2	3			
Umur benda uji (hari)	28	28	28			
Lebar benda uji (cm)	150	150	150			
Tinggi benda uji (cm)	150	150,1	150,2			
Panjang benda uji (cm)	530	530	530,0			
Berat benda uji (kg)	2,9	3	2,98			
Volume benda uji (cm ³)	11,925	12,004	12,084			
Berat Volume (kg/m ³)	2,4	2,4	2,4			
Beban maksimum (N)	420	410	430			
Jarak bentang (cm)	450	450	450			
Lebar tampak lintang = b (cm)	150	155	156			
Tinggi tampak lintang = h (cm)	170	168	167			
Kuat lentur uji (MPa)	0,043	0,042	0,044			
Rumus : $\sigma_1 = (P.l) / (B.H^2)$						
Kuat lentur rata-rata (MPa)		0,043				

Yogyakarta, 29 Nopember 2006

Penanggung Jawab

Pengawas

Pelaksana

Ir. Agus Sumaryono, Dipl. HE.

Ir. Churiyah

Suprijatin, BE.

RIWAYAT HIDUP



Nurmaisah Harahap, lahir di Padangri 17 September 1997, anak ke 6 dari 7 bersaudara, pasangan dari Ayahanda “**Atan Harahap**” dan Ibunda “**Rukiah Dalimunthe**”. Penulis pertama kali menempah pendidikan tepat pada umur 7 tahun di sekolah dasar (SD) pada SD Negeri 112226 Simatahari tahun 2004 dan selesai pada tahun 2010, dan pada tahun yang sama penulis melanjutkan di sekolah Menengah pertama di SMP Negeri 3 Kotapinang dan selesai pada tahun 2013, dan pada tahun yang sama penulis mengambil jurusan IPA dan selesai pada tahun 2016. Pada tahun 2016 penulis terdaftar pada salah satu Perguruan Tinggi Negeri jurusan Fisika Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan dan Alhamdulillah selesai pada tahun 2022.

Berkat petunjuk dan pertolongan Allah SWT, usaha dan disertai doa dan kedua orang tua dalam menjalankan aktivitas akademik di Perguruan Tinggi Universitas Islam Negeri Sumatera Utara. Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan skripsi yang berjudul “Pengaruh Abu Cangkang Biji Karet Terhadap Karakteristik Batako.