

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS KUAT TEKAN BATAKO DENGAN PENAMBAHAN  
SERABUT KELAPA SEBAGAI BAHAN CAMPURAN**

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

**Disusun Oleh:**

**AWANIS SABRINA RANGKUTI**

**2107210087**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

**MEDAN**

**2025**

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh :

Nama : Awanis Sabrina Rangkuti  
NPM : 2107210087  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Analisis Kuat Tekan Batako Dengan Penambahan Serabut Kelapa Sebagai Bahan Campuran  
Bidang Ilmu : Struktur

DISETUJUI UNTUK DISAMPAIKAN KEPALA  
PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, Agustus 2025

Dosen Pembimbing



Rizki Efrida, S.T., M.T

## HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh :

Nama : Awanis Sabrina Rangkuti  
Npm : 2107210087  
Program Studi : Teknik Sipil  
Judul Skripsi : Analisis Kuat Tekan Batako Dengan Penambahan Serabut Kelapa Sebagai Bahan Campuran  
Bidang Ilmu : Struktur

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

Medan, Agustus 2025

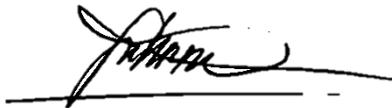
Mengetahui Dan Menyetujui :

Dosen Pembimbing



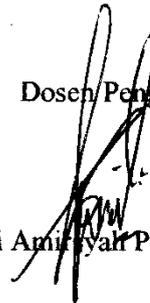
Rizki Efrida, S.T., M.T

Dosen Penguji I



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

Dosen Penguji II



Ir. Tondi Amriyati Putera, S.T., M.T

Ketua prodi teknik sipil



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

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Awanis Sabrina Rangkuti  
Tempat/Tanggal Lahir : Pematang Siantar, 11-03-2003  
Npm : 2107210087  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya ,bahwa laporan tugas akhir saya yang berjudul :

“Analisis Kuat Tekan Batako Dengan Penambahan Serabut Kelapa Sebagai Bahan Campuran”

Bukan merupakan plagiarisme mencuri hasil karya milik orang lain ,hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada ha kekatnya bukan merupakan karya tulis tugas akhir saya secara orisinal dan otentik.

Bila kemungkinan hari diduga kuat ada tidak sesuai antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia di proses oleh tim fakultas yang di bentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak ada atas tekanan ataupun paksaan dari pihak mana pun demi menegakkan integritas akademik di program studi teknik sipil, Fakultas teknik, universitas Muhammadiyah Sumatera utara.

Medan, Agustus 2025



yang menyatakan,

Handwritten signature of Awanis Sabrina Rangkuti.

Awanis Sabrina Rangkuti

## ABSTRAK

### ANALISIS KUAT TEKAN BATAKO DENGAN PENAMBAHAN SERABUT KELAPA SEBAGAI BAHAN CAMPURAN

Awanis Sabrina Rangkuti  
2107210087  
Rizki Efrida, S.T., M.T

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan serabut kelapa terhadap kuat tekan batako. Batako merupakan salah satu material bangunan yang banyak digunakan karena harganya ekonomis, mudah diproduksi, dan pemasangannya sederhana. Namun, kualitas batako konvensional masih dapat ditingkatkan melalui inovasi bahan tambahan. Di sisi lain, Indonesia memiliki potensi besar limbah serabut kelapa yang belum dimanfaatkan secara optimal. Serabut kelapa memiliki sifat mekanis yang baik, tahan lama, dan ringan sehingga berpotensi meningkatkan sifat fisik dan mekanis batako. Penelitian ini dilakukan secara eksperimental di Laboratorium Bahan dan Rekayasa Beton Universitas Sumatera Utara. Variasi campuran serabut kelapa adalah 0%, 1%, 2%, dan 3% dari berat agregat halus dengan panjang  $\pm 2$  cm. Benda uji berukuran  $21 \times 10 \times 10$  cm dicetak menggunakan cetakan logam, kemudian dirawat selama 28 hari pada suhu ruang. Uji kuat tekan dilakukan menggunakan Compression Testing Machine (CTM) sesuai SNI 03-0349-1989. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan serabut kelapa berpengaruh signifikan terhadap nilai kuat tekan batako. Pada persentase rendah, serabut kelapa mampu meningkatkan ikatan antarpartikel, memperbaiki ketahanan retak, dan memberikan fleksibilitas struktural. Namun, pada persentase tinggi, serabut menyerap air secara berlebihan, mengurangi kerapatan campuran, dan melemahkan ikatan semen-agregat, sehingga menurunkan kekuatan tekan. Kesimpulannya, penambahan serabut kelapa dalam batas optimum dapat menghasilkan batako berkualitas sesuai standar SNI, sekaligus menjadi solusi ramah lingkungan untuk pengelolaan limbah organik, serta mendukung prinsip konstruksi berkelanjutan. Penelitian ini merekomendasikan kajian lebih lanjut mengenai kombinasi serabut kelapa dengan bahan aditif lain untuk mengoptimalkan sifat mekanis batako.

Kata Kunci: Batako, Serabut Kelapa, Kuat Tekan, Limbah Organik, Bahan Bangunan, SNI 03-0349-1989.

## **ABSTRACT**

### ***Analysis Of The Compressive Strength Of Concrete Blocks With The Addition Of Coconut Fiber As A Mixed Material***

*Awanis Sabrina Rangkuti  
2107210087  
Rizki Efrida, S.T., M.T*

*This study aims to analyze the effect of coconut fiber addition on the compressive strength of concrete blocks. Concrete blocks are widely used in construction due to their affordability, ease of production, and simple installation. However, the quality of conventional concrete blocks can still be improved through the innovation of additive materials. Indonesia has a large potential of coconut fiber waste that remains underutilized. Coconut fiber possesses favorable mechanical properties, durability, and light weight, making it a promising material to enhance the physical and mechanical characteristics of concrete blocks. The research was conducted experimentally at the Materials and Concrete Engineering Laboratory, University of North Sumatra. The coconut fiber variations used were 0%, 1%, 2%, and 3% of the fine aggregate weight, with a fiber length of approximately 2 cm. Test specimens measuring 21 × 10 × 10 cm were molded using steel molds and cured for 28 days at room temperature. Compressive strength tests were performed using a Compression Testing Machine (CTM) in accordance with SNI 03-0349-1989. The results revealed that the addition of coconut fiber significantly influenced the compressive strength of concrete blocks. At lower percentages, coconut fiber enhanced particle bonding, improved crack resistance, and increased structural flexibility. However, at higher percentages, excessive water absorption by the fibers reduced the mixture density and weakened the cement–aggregate bond, resulting in decreased strength. In conclusion, coconut fiber addition within an optimum limit can produce high-quality concrete blocks that meet SNI standards while offering an environmentally friendly solution for organic waste management and supporting sustainable construction principles. This study recommends further research on combining coconut fiber with other additives to optimize the mechanical properties of concrete blocks.*

*Keywords: Concrete Block, Coconut Fiber, Compressive Strength, Organic Waste, construction material, SNI 03-0349-1989.*

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “ANALISIS Kuat Tekan Batako Dengan Penambahan Serabut Kelapa Sebagai Bahan Campuran” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Dalam penyelesaian tugas akhir ini banyak pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah memberikan dukungan, bimbingan dan bantuan, sehingga dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji sekaligus sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Sipil yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Assoc. Prof. Ir. Fahrizal Zulkarnain, S.T, M.Sc, Ph.D selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Ir. Tondi Amirsyah Putera, 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 Dr. Josef Hadipramana, S.T, M.Sc, Ph.D, selaku Ketua Prodi Fakultas Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Dr. Ir. Ade Faisal, selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu Teknik Sipil kepada penulis.
8. Bapak/Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Usni Thamrin Rangkuti, S.T. dan Ibunda tercinta Deni Apriani, S.Sos dengan penuh kerendahan hati, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang tak terhingga kepada kedua orang tua tercinta yang selalu memberikan doa, dukungan, serta kasih sayang tanpa henti. Segala pengorbanan, kesabaran, dan keikhlasan yang telah diberikan menjadi kekuatan utama bagi penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Faisal Ahmad, Nina Damayanti BR Bangun, dan Adelia Putri, penulis mengucapkan terima kasih atas segala dukungan, motivasi, serta kebersamaan yang telah diberikan. Kehadiran dan perhatian kalian menjadi dorongan berharga dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Teman mahasiswa/i Teknik Sipil 21 terkhusus I-B, dan seluruh teman-teman yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu serta telah menjadi motivator untuk penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

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, Agustus 2025

Penulis

Awanis Sabrina Rangkuti

## DAFTAR ISI

<b>ABSTRAK</b>	<b>i</b>
<b><i>ABSTRACT</i></b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>viii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan masalah	3
1.3 Batasan masalah	3
1.4 Tujuan penelitian	4
1.5 Manfaat penelitian	4
1.6 Sistematika penulisan	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	<b>6</b>
2.1 Batako	6
2.1.1 Bahan-bahan penyusunan batako	7
2.1.2 Sifat dan karakteristik batako	9
2.1.3 Mutu batako	11
2.1.4 Keunggulan menggunakan batako	14
2.1.5 Kekurangan menggunakan batako	14
2.2 Mix desain pembuatan batako	15
2.3 Limbah	17
2.3.1 Jenis limbah berdasarkan wujudnya	18
2.3.2 Jenis limbah berdasarkan senyawanya	19
2.3.3 Serabut kelapa	19
2.4 Kuat tekan	21
2.5 Penelitian terdahulu	22
<b>BAB 3 METODE PENELITIAN</b>	<b>24</b>
3.1 Diagram alir penelitian	24
3.2 Studi literatur	25

3.2.1	Data primer	25
3.2.2	Data skunder	25
3.3	Tempat Dan Waktu penelitian	25
3.4	Bahan dan peralatan	26
3.4.1	Bahan	26
3.4.2	Alat	26
3.5	Pengujian bahan dasar	27
3.5.1	Pemeriksaan semen	27
3.5.2	Pemeriksaan agregat halus	28
3.6	Pembuatan dan perawatan benda uji	35
3.6.1	Proses persiapan serabut kelapa	36
3.6.2	Pembuatan dan perawatan batako	36
3.7	Pengujian benda uji	37
3.8	Analisa dan pembahasan	38
	<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>39</b>
4.1	Pengerjaan mix desain batako	39
4.1.1	Hasil pemeriksaan serabut kelapa	39
4.1.2	Proporsi bahan campuran batako	40
4.2	Hasil pengujian kuat tekan batako	42
4.2.1	Kuat tekan batako normal (saat pengujian)	42
4.2.2	Kuat tekan batako dengan bahan tambahan serabut kelapa 1% (saat pengujian)	43
4.2.3	Kuat tekan batako dengan bahan tambahan serabut kelapa 2% (saat pengujian)	43
4.2.4	Kuat tekan batako dengan bahan tambahan serabut kelapa 3% (saat pengujian)	44
4.2.5	Standar deviasi	45
	<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>47</b>
5.1	Kesimpulan	47
5.2	Saran	48
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>49</b>
	<b>LAMPIRAN DOKUMENTASI PENGUJIAN</b>	<b>51</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ukuran bata beton (SNI 03-0349-1989)	11
Tabel 2.2 Syarat – syarat fisis bata beton (SNI 03-0349-1989)	12
Tabel 2.3 Pembagian kelas dan mutu beton (Peraturan Beton Indonesia, 1971)	13
Tabel 2.4 Mutu batako sesuai penggunaannya (PUBI, 1982)	14
Tabel 2.5 Faktor pengali untuk standar defiasi (SNI 03-2834-2000)	15
Tabel 2.6 Penentuan standar defiasi (SNI 03-49-89)	16
Tabel 3.1 Proporsi berat sempel pemeriksaan berat volume semen (hasil analisa)	27
Tabel 3.2 Hasil perhitungan berat jenis volume semen (hasil analisis)	27
Tabel 3.3 Hasil analisa saringan agregat halus (pasir)	28
Tabel 3.4 Penggolongan gradasi agregat halus (SNI 03-2834-2000)	30
Tabel 3.5 Proporsi berat sampel pemeriksaan berat jenis (hasil analisa)	32
Tabel 3.6 Hasil perhitungan berat jenis dan penyerapan agregat halus pasir (hasil analisa)	32
Tabel 3.7 Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat halus (hasil analisa)	33
Tabel 3.8 Hasil pemeriksaan kadar air agregat halus (hasil analisa)	34
Tabel 3.9 Hasil pemeriksaan berat volume gembur agregat halus (hasil analisa)	35
Tabel 3.10 Hasil pemerintah berat volume padat agregat halus (hasil analisa)	35
Tabel 3.11 Jumlah variasi sampel pengujian batako (Hasil Analisa)	38
Tabel 4.1 Hasil pemeriksaan berat volume serabut kelapa (uraian)	39
Tabel 4.2 Analisa kebutuhan serabut kelapa perbatako (hasil analisa)	42
Tabel 4.3 Hasil pengujian kuat tekan batako normal 28 hari	42
Tabel 4.4 Hasil pengujian kuat tekan batako serabut kelapa 1% 28 hari	43
Tabel 4.5 Hasil pengujian kuat tekan batako serabut kelapa 2% 28 hari	43
Tabel 4.6 Hasil pengujian kuat tekan batako serabut kelapa 3% 28 hari	44
Tabel 4.7 Standar deviasi kuat tekan setiap variasi	45

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bata beton pejal/padat	10
Gambar 2.2 Bata beton belubang	10
Gambar 2.3 Grafik hubungan kuat tekan dengan FAS	16
Gambar 2.4 Lubang/rongga pada batako	17
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	24
Gambar 3.2 Kurva hasil gradasi agregat halus	31
Gambar 3.3 Ukuran benda uji	38
Gambar 3.4 Mesin uji kuat tekan CTM ( <i>Compression Testing Machine</i> )	38
Gambar 4.1 Nilai FAS pada campuran batako	41
Gambar 4.2 Grafik nilai kuat tekan rata-rata batako dengan standar deviasi	45
Gambar L.1 Peralatan pengujian agregat halus	51
Gambar L.2 Agregat halus benda uji	51
Gambar L.3 Serabut kelapa benda uji	52
Gambar L.4 Proses pencegtakan benda uji	52
Gambar L.5 Benda uji setelah dicetak	53
Gambqr L.6 Benda uji dibiarkan disuhu ruangan	53
Gambar L.7 Proses pengujian dengan mesin CTM ( <i>compression testing mechine</i> )	54

## DAFTAR NOTASI

Notasi	Keterangan	Satuan
F'c	Kuat Tekan	Mpa
P	Beban maksimum saat benda uji hancur	kN
A	Luas penampang benda uji	cm <sup>2</sup>
B	Berat contoh SSD permukaan jenuh	gram
C	Berat contoh SSD dalam piknometer penuh air	gram
D	Berat piknometer penuh air	gram
E	Berat contoh SSD kering oven	gram
Vm	Volume wadah	Cm <sup>3</sup>
BV	Berat volume	gram/ cm <sup>3</sup>
S	Standar Deviasi	
FM/MHB	Modulus Halus Butir (Modulus of Fine Aggregate)	
FAS	Faktor air semen	

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Seiring perkembangan zaman, pertumbuhan penduduk di Indonesia setiap tahunnya semakin meningkat terutama pada provinsi Sumatera Utara. Dengan pertumbuhan penduduk yang melonjak meningkatkan pula perkembangan bangunan-bangunan yang berada di wilayah tersebut. Pengembangan bahan bangunan memerlukan inovasi baru agar pekerjaan pembangunan dapat dilakukan dengan tepat dan cepat. Bangunan (gedung) adalah struktur yang dibuat dan dirancang oleh manusia, yang terdiri dari dinding dan atap yang didirikan secara permanen di suatu tempat.

Bangunan dapat kita sebut juga dengan rumah atau gedung, yaitu segala sarana, prasarana atau infrastruktur dalam kebudayaan atau kehidupan manusia dalam membangun peradabannya. Pembangunan Infrastruktur di Indonesia telah mengalami kemajuan signifikan dalam beberapa dekade terakhir. Perkembangan ini tidak hanya meningkatkan kualitas hidup masyarakat, tetapi juga memperkuat perekonomian nasional. Secara sederhana bangunan di Indonesia tersusun dari pondasi, lantai, dinding, dan atap. Dengan dinding menjadi elemen terbesar penyusunnya. Material yang umum digunakan sebagai penyusun dinding yaitu batu bata, bata ringan, dan batako. Batako juga banyak digunakan masyarakat karena harganya yang terjangkau (Ro, Yulianto, and Astuti 2024).

Batako merupakan salah satu bahan bangunan yang masih sangat banyak dipakai dalam pembangunan fisik. Harganya yang relatif murah dan kemudahan dalam pelaksanaannya membuat batako semakin banyak peminatnya dalam dunia konstruksi. Semen dan air berinteraksi secara kimiawi untuk mengikat partikel-partikel agregat tersebut menjadi suatu massa padat. Batako dihasilkan dari sekumpulan interaksi mekanis dan kimiawi sejumlah material pembentuknya. Maka dari itu perlu dibicarakan fungsi dari masing-masing komponen tersebut sebelum mempelajari batako secara keseluruhan.

Batako (bata beton) adalah salah satu bahan bangunan yang biasanya digunakan dalam pembangunan dinding yang berupa batu-batuan yang pengerasannya tidak dibakar dengan bahan pembentuk yang berupa campuran pasir, semen, air, dan dalam pembuatannya dapat ditambahkan bahan tambahan lainnya (aditif), yakni seperti serabut kelapa. Kemudian dicetak dengan melalui proses pemadatan menjadi bentuk balok-balok dengan ukuran yang ditentukan (Saraswati, and Lestari 2019).

Sekam kelapa dapat diolah menjadi sabut kelapa, yang memiliki nilai ekonomis. Sabut kelapa telah dipelajari karena potensinya dalam berbagai upaya ekonomi kreatif. Sabut memiliki berbagai aplikasi, termasuk sebagai serat penguat pada papan serat tanpa pengikat, komposit serat alami, bahan konstruksi, biofuel padat, dan penyerap logam berat dan bahan beracun. Sebuah studi mengatakan bahwa penggunaan sabut kelapa sebagai katalis dalam proses transesterifikasi cocodiesel, menghasilkan hasil yang mendekati standar biodiesel. Studi lain mengeksplorasi sabut kelapa sebagai pakan potensial untuk sapi, dengan hasil menunjukkan bahwa sabut kelapa dapat digunakan tanpa menimbulkan masalah kesehatan dan memberikan manfaat ekonomi. Selanjutnya, pengolahan sabut kelapa dianalisis potensinya dalam menghasilkan nilai tambah dan berbagai produk seperti industri rumah tangga, furnitur, geotekstil, dan papan. Terakhir, sabut kelapa digunakan sebagai bioadsorben untuk mengurangi kadar asam lemak bebas dalam minyak sawit mentah, menunjukkan kemampuan dan potensi yang signifikan untuk produksi komersial (Candra et al. 2024).

Dalam konteks material konstruksi, pemanfaatan limbah sabut kelapa sebagai bahan tambahan pada batako menjadi salah satu alternatif inovasi ramah lingkungan. Serabut kelapa yang bersifat ringan, kuat, dan tahan lama dapat berperan sebagai bahan penguat (reinforcement) pada campuran batako, sehingga berpotensi meningkatkan sifat mekanis seperti kuat tekan maupun daya tahan terhadap retak. Selain itu, pemanfaatan limbah organik ini sejalan dengan upaya pengurangan limbah pertanian, mendukung prinsip pembangunan berkelanjutan, serta menciptakan solusi ekonomi kreatif melalui pengolahan limbah menjadi produk bernilai tambah. Oleh karena itu, penelitian mengenai pemanfaatan limbah

serabut kelapa dalam pembuatan batako perlu dilakukan sebagai salah satu langkah inovatif dalam bidang konstruksi ramah lingkungan.

Berdasarkan beberapa penjelasan diatas, maka dilakukan penelitian tentang **“Analisis Kuat Tekan Batako Dengan Penambahan Serabut Kelapa Sebagai Bahan Campuran”**. Agar penelitian ini lebih fokus dan terarah, serta mengembangkan teknologi bahan bangunan yang lebih baik dan ramah lingkungan. Diharapkan hasil pengujian tekanan batako ini sesuai dengan kriteria yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI).

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh penambahan serabut kelapa sebagai bahan campuran terhadap kuat tekan batako.
2. Berapakah nilai persentase kuat tekan batako dengan penambahan serabut kelapa sebagai campuran.

## **1.3 Batasan Masalah**

Untuk menjaga agar pembahasan materi dalam tugas akhir ini lebih terarah maka ditetapkan batasan masalah penulisan sebagai berikut:

1. Penelitian akan membahas pengaruh penambahan serabut kelapa terhadap kuat tekan dan karakteristik batako.
2. Persentase serabut kelapa yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebesar 0%, 1%, 2%, dan 3% terhadap berat agregat halus yang digunakan pada umur 28 hari.
3. Pengujian dilakukan dengan ukuran batako 21 cm x 10 cm x 10 cm, pada umur simpan 28 hari dengan mengikuti kaidah SNI 03-0349 1989.
4. Serabut kelapa yang digunakan panjangnya berukuran  $\pm 2$  cm.
5. Proses pembuatan batako mengikuti metode Standar Nasional Indonesia, termasuk bahan baku lain seperti semen, agregat halus, dan air.
6. Semen yang digunakan adalah Semen Portland (OPC) Tipe I sesuai standar yang berlaku, guna meminimalkan variabel komposisi dan memperoleh kuat awal yang konsisten pada pengujian batako berserat sabut kelapa.

7. Pasir yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari daerah Binjai, sehingga karakteristik hasil penelitian tidak mewakili jenis pasir dari daerah lain.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan serabut kelapa sebagai bahan campuran terhadap kuat tekan batako.
2. Untuk mengetahui nilai persentase kuat tekan batako dengan penambahan serabut kelapa sebagai bahan campuran.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan kualitas kuat tekan pada batako normal dengan batako yang menggunakan serabut kelapa dengan persentase yang telah ditentukan sehingga nantinya dapat membantu mendapatkan campuran batako yang kuat namun dengan menggunakan bahan yang lebih ekonomis dan apabila penelitian ini berhasil, diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan untuk tahap selanjutnya, baik itu penggunaan pada tahap pelaksanaan di lapangan dan dapat dikembangkan pada penelitian yang lebih lanjut.

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Untuk mempermudah dalam penyusunan tugas akhir ini, maka sistematika penulisan disusun oleh lima bab, Adapun sistematika penulisan penelitian adalah sebagai berikut:

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

Bab ini akan diawali dengan penulisan latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang teori-teori dan metode yang digunakan untuk menyelesaikan analisis dan permasalahan penelitian.

## BAB 3. METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan mengenai langkah-langkah atau prosedur pengambilan dan pengolahan data hasil penelitian meliputi bagan alir penelitian, tempat dan waktu pelaksanaan survey, data penelitian, variabel penelitian, dan metode analisa data.

## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan data hasil penelitian di lapangan, analisis data, hasil analisis, serta pembahasannya.

## BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari hasil penelitian di lapangan serta saran terkait perkembangan dari hasil penelitian.

## **BAB 2**

### **TIJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Batako**

Bata adalah salah satu bahan yang paling sering digunakan untuk isolasi konstruksi, karena batu bata lebih berguna dan meningkatkan waktu produktif. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-0349-1989, batako adalah bata beton. Bata beton merupakan bahan konstruksi pembangunan gedung dan rumah tinggal, yang mulai dikembangkan penggunaannya sebagai material pengganti bata merah. Penggunaan bata beton pada umumnya untuk pembuatan dinding rumah, dinding gedung atau pagar. Bata beton dibuat dari campuran material penyusun kemudian dicetak tanpa dibakar. Definisi bata beton menurut SNI 03-0349-1989 adalah komponen berbentuk bata yang dibuat dari bahan utama semen Portland, air dan agregat, yang digunakan untuk pasangan dinding. Pengertian bata beton menurut PUBI-1982 adalah bata yang dibuat dengan mencetak dan memelihara dalam suasana lembab, campuran tras, kapur dan air dengan atau tanpa bahan tambahan lainnya.

Menurut kuat tekan dan penyerapan air maksimumnya, bata beton pejal diklasifikasikan menjadi empat tingkat mutu yaitu tingkat mutu I, II, III, dan IV. Sebagai bahan bangunan, bata beton memiliki beberapa keunggulan diantaranya bata beton dapat disusun 4 kali lebih cepat dan cukup untuk semua penggunaan yang menggunakan batu bata. Selain itu, dinding yang dibuat dari bata beton mempunyai keunggulan dalam hal meredam panas dan suara. Ditinjau dari segi lingkungan, produksi bata beton lebih ramah lingkungan karena tidak harus dibakar sebagaimana layaknya produksi batu bata. Bata beton memiliki keunggulan dalam memperingan beban struktur dari sebuah bangunan konstruksi dibandingkan bata merah. Meskipun demikian, kekuatan tekan dan tarik serta ketahanannya terhadap absorpsi dan porositas masih perlu diperbaharui guna menghasilkan material struktur bangunan yang ekonomis dan memiliki ketahanan dalam jangka waktu yang lama.

Menurut Tjokrodimulyo (2007), beton disebut ringan apabila beratnya kurang dari 1800 kg/m<sup>3</sup>. Batako di kualifikasi menjadi dua golongan, yaitu batako ringan dan batako normal. Batako normal tergolong ke dalam batako yang memiliki densitas sekitar 2200 kg/m<sup>3</sup> - 2400 kg/m<sup>3</sup> sedangkan batako ringan adalah batako yang memiliki densitas < 1800 kg/m<sup>3</sup>, nilai kuat tekan dari batako ringan ini terbagi ke dalam tiga kategori yang pertama kategori tinggi yaitu memiliki nilai kuat tekan > 17,3 MPa, kategori menengah memiliki rentang nilai 6,9 MPa sampai 17,3 MPa dan kategori terakhir adalah kategori terendah dengan nilai 0,35 MPa sampai 6,9 MPa. Jenis batako ringan ada dua golongan yaitu: batako ringan berpori (aerated concrete) dan batako ringan aerated (Sumbawaty, Ahzan, and Prasetya 2018).

Daya tarik lain dari batako adalah proses konstruksinya yang lebih ekonomis dibandingkan dengan batu bata merah. Misalnya, pembuatan dinding bata merah yang memerlukan rangka struktural (tiang praktis, sloof dan ring balok) yang memerlukan penggunaan bekisting (*formwork*). Selain menunggu beton mengeras, bekisting dilepas dari rangka struktur dinding. Untuk pemasangan, dituang minimal satu hari, dilepas keesokan harinya, lalu dipasang kembali. Jika hanya menggunakan bata beton untuk satu hari, Anda bisa mengisinya dengan tulangan, lalu Anda bisa meletakkannya di atasnya. Tidak perlu menggunakan bekisting untuk menghemat kayu, waktu dan tenaga sehingga konstruksi menjadi lebih ekonomis.

### **2.1.1 Bahan-Bahan Penyusun Batako**

Bahan-bahan dasar pembentuk batako yang terdiri dari:

a. Semen

Semen portland adalah bahan bangunan yang paling umum digunakan dalam konstruksi beton dan batu bata. Menurut ASTM (American Standard Testing and Materials) C-150-1985, semen Portland dibuat dengan menggiling klinker bersama-sama, yang umumnya terdiri dari kalsium silikat hidrolis dengan satu atau lebih kalsium sulfat sebagai bahan tambahan. Ini adalah semen hidrolis Bersama dengan bahan utamanya. Menurut SK-SNI T-15-1990-03 semen Portland/Ordinary Portland Cement (OPC) dibedakan menjadi:

- **Portland Cement Type I (Ordinary Portland Cement):**  
 Merupakan jenis semen yang paling banyak digunakan oleh masyarakat luas dan dapat digunakan untuk seluruh aplikasi yang tidak membutuhkan persyaratan khusus.
- **Portland Cement Type II (Moderate Sulfat Resistance):**  
 Merupakan semen dengan panas hidrasi sedang atau dibawah semen portland tipe I serta tahan terhadap sulfat. Semen ini cocok digunakan untuk daerah yang memiliki cuaca dan suhu yang cukup tinggi serta pada struktur drainase. Semen Portland tipe II ini disarankan untuk dipakai pada bangunan seperti bendungan, dermaga dan landasan berat yang ditandai adanya kolom-kolom dan dimana proses hidrasinya yang rendah menjadi pertimbangan utama.
- **Portland Cement Type III (High Early Strength Portland Cement):**  
 Jenis semen ini memiliki kekuatan besar dalam waktu singkat, sehingga dapat digunakan untuk perbaikan bangunan beton yang perlu segera digunakan atau adukannya perlu segera dilepas. Selain itu juga dapat digunakan pada daerah yang memiliki temperatur rendah, terutama pada daerah yang mempunyai musim dingin. Semen tipe III ini umumnya di aplikasikan pada pembuatan jalan beton, landasan lapangan udara, bangunan tingkat tinggi dan bangunan dalam air yang tidak memerlukan ketahanan terhadap sulfat.
- **Portland Cement Type IV (Low Heat of Hydration):**  
 Adalah tipe semen dengan panas hidrasi rendah. Semen tipe ini digunakan untuk keperluan konstruksi yang memerlukan jumlah dan kenaikan panas harus diminimalkan. Oleh karena itu semen jenis ini akan memperoleh tingkat kuat beton dengan lebih lambat dibanding semen portland tipe I. Umumnya semen tipe IV ini aplikasinya digunakan untuk struktur beton masif seperti dam gravitasi besar, dimana kenaikan temperatur akibat panas yang dihasilkan selama proses curing merupakan faktor kritis. Cocok digunakan pada daerah dengan temperatur panas.
- **Portland Cement Type V (Sulfat Resistance Cement):**  
 Merupakan semen yang dalam penggunaannya memerlukan ketahanan tinggi terhadap sulfat. Cocok digunakan untuk pembuatan beton pada daerah yang tanah dan airnya mempunyai kandungan garam sulfat tinggi. Sangat cocok

digunakan pada instalasi pengolahan limbah pabrik, konstruksi air, terowongan, pelabuhan dan pembangkit tenaga nuklir.

b. Agregat halus (pasir)

yang digunakan dalam pembuatan batako harus bermutu baik. Pasir tersebut harus bebas dari lumpur, tanah liat, zat organik, garam florida dan garam sulfat. Pasir merupakan bahan pengisi yang digunakan dengan semen untuk membuat adukan. Selain itu juga pasir berpengaruh terhadap sifat tahan susut, keretakan dan kekerasan batako atau produk bahan bangunan campuran semen lainnya. Selain dari itu, pasir juga harus memiliki sifat keras, kekal dan mempunyai gradasi yang baik.

c. Air

merupakan bahan penyusun batako air yang berfungsi memungkinkan reaksi kimia pada semen yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan, membasahi agregat dan sebagai pelumas campuran agar mudah dalam pengerjaannya. Air yang dimaksud adalah air yang digunakan untuk mencampur bahan-bahan konstruksi, harus bersih dan tidak mengandung bahan-bahan yang dapat menurunkan mutu batu bata (Widya 2023).

### **2.1.2 Sifat Dan Karakteristik Jenis Batako**

Batako berdasarkan bahan pembuatannya dapat dikelompokkan menjadi 3 jenis yaitu :

a. Batako Trass, batako yang memiliki kekuatan tinggi, tahan terhadap air dan cuaca ekstrem, serta lebih tahan lama. Dengan kepadatan menengah dan kemampuan isolasi yang baik, batako ini cocok untuk bangunan yang memerlukan ketahanan jangka panjang dan perlindungan terhadap kelembapan.

b. Batako Semen, batako yang memiliki sifat kekuatan tinggi, kepadatan padat, dan ketahanan lama terhadap cuaca. Batako ini cocok untuk konstruksi dinding yang membutuhkan ketahanan beban besar, namun cenderung kurang efektif

dalam isolasi suara dan panas. Meskipun lebih berat, batako semen memiliki harga ekonomis dan daya tahan yang baik jika dirawat dengan benar.

c. Batako Beton (Bataton), batako yang memiliki kekuatan tinggi, tahan lama, dan tahan terhadap api. Namun, batako ini lebih berat dan memiliki kemampuan isolasi termal serta suara yang lebih rendah dibandingkan jenis batako lainnya. Batako beton ideal untuk konstruksi yang membutuhkan ketahanan dan kestabilan, seperti dinding pembatas atau struktur penahan beban.

Menurut jenisnya (SNI 03-0349-1989), batako memiliki dua bentuk, yaitu:

1. Bata beton pejal, adalah bata yang memiliki penampang pejal 75% atau lebih dari luas penampang seluruhnya dan memiliki volume pejal lebih dari 75% volume bata seluruhnya.
2. Bata beton berlubang, adalah bata yang memiliki luas penampang lubang lebih dari 25% luas penampangnya dan volume lubang lebih dari 25% volume bata seluruhnya (Fahrul, Jamlaay, and Abdin 2023).



Gambar 2.1 : Bata beton pejal/padat



Gambar 2.2 : Bata beton berlubang

Kelebihan batako berlubang dibandingkan dengan batako padat adalah lubang-lubangnya dapat diisi dengan tiang kolom untuk memperkuat struktur, juga dapat diisi dengan pipa untuk saluran air atau jalur kabel listrik, dan rongga juga berfungsi untuk menangkap penyebaran panas. radiasi dinding akibat paparan sinar matahari. Selain itu, bata berlubang lebih ringan dari bata padat. Namun dari segi konstruksi, batako berlubang lebih rapuh, sering terjadi retak rambut, dan kuat tekannya lebih rendah dibandingkan bata padat.

### 2.1.3 Mutu Batako

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-0349-1989 bata beton untuk pasangan dinding, bata harus memenuhi persyaratan mutu:

- a. Permukaan tidak boleh rusak;
- b. Bentuk permukaan lain yang didesain;
- c. Rusuk – rusuknya siku terhadap yang lain;
- d. Berdasarkan SNI 03-0349-1989, standar ukuran bata beton harus sesuai dengan table 2.1.

Tabel 2.1: Ukuran bata beton (SNI 03-0349-1989).

Ukuran	Ukuran Nominal (mm)		
	Panjang	Lebar	Tinggi
Tipis	400±3	200±3	100±3
Sedang	400±3	200±3	150±3
Tebal	400±3	200±3	200±3

Berdasarkan persyaratan yang ada, mutu beton dibagi menjadi empat tingkatan mutu dimulai dari mutu I sampai dengan mutu IV seperti sebagai berikut:

- a. Bata Beton Mutu I  
yaitu bata beton yang dipakai untuk konstruksi yang tidak terlindung (diluar atap).

b. Bata Beton Mutu II

yaitu bata beton yang dipakai untuk konstruksi yang menompang beban, tetapi penggunaannya hanya untuk konstruksi yang terlindung dari cuaca (konstruksi di bawah atap).

c. Bata beton mutu III

yaitu bata beton yang dipakai untuk konstruksi yang tidak menompang beban, seperti dinding penyekat atau konstruksi lainnya (konstruksi di bawah atap).

d. Bata beton mutu IV

yaitu bata beton yang dipakai untuk konstruksi seperti yang digunakan dalam mutu III, tetapi bata beton mutu IV harus terlindungi dari hujan dan terik matahari (konstruksi di bawah atap dan bata beton diplester).

Tabel 2.2 : Syarat – syarat fisis bata beton (sni 03-0349-1989).

Syarat Fisis	Satuan	Tingkat Mutu Bata Beton Pejal				Tingkat Mutu Bata Beton Berlobang			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
Kuat Tekan bruto, rata-rata Min.	Kg/cm <sup>2</sup>	100	70	40	25	70	50	35	20
Kuat tekan bruto masing-masing benda uji, Min.	Kg/cm <sup>2</sup>	90	65	35	21	65	45	30	17
Penyerapan air rata-rata, Maks.	%	25	35	-	-	25	35	-	-

1. Tipe A Dimensi 20×20×40 cm<sup>3</sup>, dinding penahan beban/ dengan lubang untuk dinding setebal 20 cm.
2. Tipe B Ukuran 20×20×40 cm<sup>3</sup>, untuk dinding yang berlubang/ untuk dinding setebal 20 cm sebagai atap pada sudut dan sambungan.
3. Tipe C Memiliki lubang dengan dimensi 10×20×40 cm<sup>3</sup>, dan digunakan sebagai dinding pengisi dengan ketebalan 20 cm.
4. Tipe D Dimensi 10×20×40 cm<sup>3</sup> berlubang, digunakan sebagai dinding pengisi/partisi setebal 20 cm.

5. Tipe E Ukuran 10×20×40 cm<sup>3</sup> Untuk dinding tebal 10 cm tanpa lubang, dapat juga digunakan sebagai sambungan sudut atau sambungan sebagai dinding pengisi atau dinding penahan beban.
6. Tipe F Ukuran 8×20×40 cm<sup>3</sup> Tidak berlubang, digunakan sebagai dinding pengisi dengan ketebalan 20 cm.

Dilihat dari segi material, batako merupakan bata berbentuk beton yang digunakan sebagai bahan pembentuk dinding. Dengan demikian, mutu batako dapat digolongkan sebagai beton non struktural. Produksi beton struktural dan non struktural diatur oleh PBI (Peraturan Beton Indonesia) 1971 dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 : Pembagian kelas dan mutu beton (Peraturan Beton Indonesia, 1971).

Kelas	Mutu	$\sigma'$ bk	$\sigma'$ bm (S= 46)	Tujuan
		Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	
I	Ao – Bo; K125	-	-	Non Struktural
II	K125	125	200	Struktural
	K175	175	250	Struktural
	K225	225	300	Struktural
III	>k225	>225	>300	Struktural

Seperti dijelaskan di atas, batako diklasifikasikan sebagai beton non struktural. Definisi ini sesuai dengan yang disampaikan oleh (Try Mulyono, 2003), beton nonstruktural adalah campuran yang terdiri dari agregat halus (pasir), semen (bahan perekat) dan air dengan atau tanpa bahan tambahan yang memberikan sifat tertentu seperti *workability*, durabilitas. dan waktu pengerasan.

Kekuatan dari batako dipengaruhi oleh komposisi penyusunannya yaitu jenis semen dan pasir yang dipakai, dan perbandingan jumlah semen terhadap agregat dan air. Batako yang baik adalah batako yang masing-masing permukaannya rata dan saling tegak lurus serta mempunyai kuat tekan yang tinggi. Sesuai dengan pemakaiannya batako diklasifikasikan dalam beberapa kelompok sebagai berikut.

Tabel 2.4 : Mutu batako sesuai penggunaannya (PUBI, 1982).

Mutu Batako	Penggunaan
Mutu A1	Batako yang digunakan hanya untuk kontruksi yang tidak memikul beban dinding penyekat serta kontruksi lainnya, serta terlindung dari cuaca luar.
Mutu A2	Batako yang digunakan hanya untuk hal-hal seperti mutu A1, permukaan dinding/kontruksi dari batako tersebut tidak perlu diplester.
Mutu B1	Batako yang digunakan untuk kontruksi yang memikul beban, tetapi penggunaannya hanya untuk kontruksi yang terlindung dari cuaca luar
Mutu B2	Batako yang digunakan untuk kontruksi yang memikul beban dan bisa digunakan untuk kontruksi yang tidak terlindung

#### 2.1.4 Keunggulan Menggunakan Batako

Adapun keuntungan dari penggunaan batako adalah sebagai berikut:

- a. Dalam hal pengangkutan dan dalam pemasangan lebih mudah, karena tidak perlu memerlukan keahlian khusus serta tidak perlu menggunakan alat berat dalam pemasangannya.
- b. Karena berat batako yang ringan, sehingga proses pemasangan dinding akan lebih cepat dan dapat dilakukan efisiensi waktu pekerjaan.
- c. Selain proses pemasangan yang cepat batako ringan juga dapat menghematkan biaya struktur pemikul beban seperti fondasi.
- d. Dapat diproduksi secara massal, untuk mendapat mutu yang tinggi dibutuhkan tekanan pada saat percetakan.
- e. Pemeliharaannya mudah dan murah, karena dapat dipasang kembali saat dibongkar jika terjadi kesalahan pada salah satu batako yang rusak.
- f. Tahan terhadap beban vertikal yang disebabkan oleh beban seperti struktur kuda-kuda atap.

#### 2.1.5 Kekurangan Menggunakan Batako

Kekurangan batako sebagai bahan penyusun dinding pada bangunan adalah sebagai berikut:

- a. Waktu membuat batako sebelum memakainya cukup lama karena proses pengerasannya membutuhkan waktu 3 minggu.

- b. Bila diinginkan lebih cepat mengeras perlu ditambah dengan semen, sehingga menambah biaya pembuatan.
- c. Pada pengangkutan resiko terjadinya batako pecah cukup besar, karena proses pengerasannya cukup lama dan ukurannya cukup besar.

## 2.2 Mix Design Pembuatan Batako

Hal ini menentukan persentase atau komposisi masing-masing komponen material pembentuk batako untuk memperoleh suatu campuran batako yang memenuhi kekuatan dan keawetan yang direncanakan serta memiliki kelecakan yang sesuai dengan mempermudah proses pengerjaan. Langkah-langkah pokok cara perancangan menurut standar ini ialah:

- Menentukan kuat tekan batako yang disyaratkan ( $f'c$ ) pada umur tertentu.  
 Penghitungan nilai deviasi standar (S). Faktor pengali untuk standar deviasi dengan hasil uji  $< 30$  dapat dilihat pada Tabel 2.5. Pada tabel ini kita dapat langsung mengambil nilai standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang akan dicetak (Ginting 2019).

Tabel 2.5: Faktor pengali untuk standar deviasi berdasarkan jumlah benda uji yang tersedia (SNI 03-2834-2000).

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

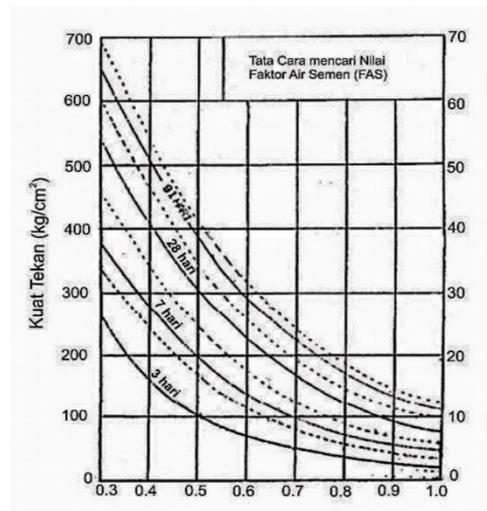
Besar kecilnya nilai standar deviasi hanya dipengaruhi oleh tingkat pengawasan. Jika tingkat pengawasannya makin baik maka nilai standar deviasinya akan semakin kecil, begitu pula sebaliknya jika tingkat pengawasannya tidak baik maka nilai standar deviasinya akan besar. Menentukan nilai standar deviasi dapat dilakukan berdasarkan Tabel 2.6.

Tabel 2.6: Penentuan nilai standar deviasi (SNI 03-2834-2000).

Tingkat Pengendalian Mutu Pekerjaan	S (Mpa)
Memuaskan	2.8
Sangat Baik	3.2
Baik	4.2
Cukup	5.6
Jelek	7.0
Tanpa Kendali	8.4

- Penentuan faktor air semen (FAS),

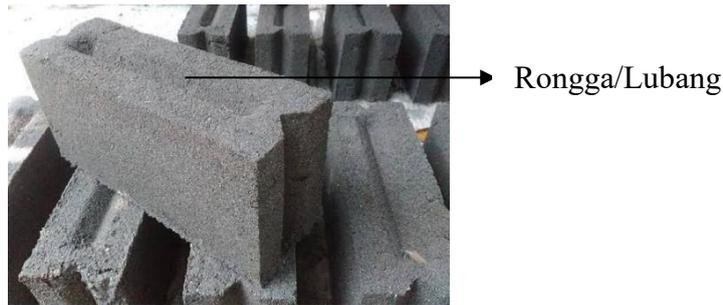
Dalam menentukan jumlah air dalam suatu campuran beton dikenal suatu nilai yang disebut nilai Faktor Air Semen (FAS). Faktor air semen atau water to cementious ratio, adalah rasio total berat air (termasuk air yang terkandung dalam agregat dan pasir) terhadap berat total semen pada campuran beton. Besarnya nilai FAS dapat dicari dengan menggunakan grafik hubungan nilai kuat tekan rencana dan umur benda uji beton.



Gambar 2.3: Grafik hubungan kuat tekan dan nilai FAS

- Menentukan proporsi bahan penyusun batako  
 Penentuan bahan campuran batako adalah sebagai berikut:
1. Volume Netto Batako dengan rumus

$$\text{Volume netto} = \text{ukuran batako} - \text{volume rongga} \quad (2.1)$$



Gambar 2.4: Lubang atau rongga pada batako

## 2. Penentuan volume bahan penyusun Batako

Batako dibuat dengan campuran 1:6 (semen:pasir), sehingga volume bahan penyusun batako dapat dihitung sebagai berikut:

### a. Volume semen per batako:

$$= 1/7 \times \text{volume netto batako} \times \text{berat volume semen} \quad (2.2)$$

### b. Volume Pasir per batako:

$$= 6/7 \times \text{volume netto batako} \times \text{berat volume pasir} \quad (2.3)$$

### c. Volume Air per batako:

$$= \text{Nilai FAS} \times \text{Berat Volume Semen} \quad (2.4)$$

### d. Volume serabut kelapa per sampel batako:

$$= \text{Berat Volume Serabut Kelapa} \times \text{Persentase Tetapan Serabut Kelapa} \quad (2.5)$$

## 2.3 Limbah

Secara umum, pengertian limbah adalah buangan atau material sisa yang dianggap tidak memiliki nilai yang dihasilkan dari suatu proses produksi, baik industri maupun domestik (rumah tangga). Ada juga yang mengatakan limbah adalah semua material sisa atau buangan yang berasal dari proses teknologi maupun dari proses alam dimana kehadirannya tidak bermanfaat bagi lingkungan dan tidak memiliki nilai ekonomis. Pada dasarnya berbagai jenis limbah dihasilkan oleh kegiatan manusia, baik itu kegiatan industri maupun domestik (rumah tangga) dan berdampak buruk terhadap lingkungan dan juga bagi kesehatan manusia. Dengan adanya kegiatan atau aktivitas manusia maka di situlah tercipta limbah dan seiring dengan bertambahnya kegiatan produksi yang

di lakukan oleh manusia volume limbah yang dibuang dan tidak dimanfaatkan akan menjadi semakin besar tiap harinya dan sebagai konsekuensinya tentu saja hal ini menjadi suatu permasalahan yang harus segera diatasi dan diberikan solusinya.

### 2.3.1 Jenis Limbah Berdasarkan Wujudnya

Berdasarkan wujudnya limbah di kelompok kan menjadi 3 yaitu:

#### a. Limbah padat

Limbah yang sering dihasilkan oleh aktifitas manusia secara umum. Limbah padat ini dihasilkan dari kegiatan industri, atau kegiatan domestik seperti rumah tangga, peternakan, pertanian bahkan sampai kegiatan perdagangan dan perkantoran. Limbah padat sering juga di sebut dengan sampah., Contoh-contoh limbah padat, seperti kertas, serbuk besi, kain, plastik, kayu-kayuan, dan serbuk besi. Limbah padat dapat diklasifikasikan menjadi enam bagian, yaitu sampah organik mudah busuk (*garbage*), sampah anorganik dan organik tidak membusuk (*rubbish*), sampah abu (*ashes*), sampah bangkai binatang (*dead animal*), sampah sapuan (*street sweeping*), dan sampah industri (*industrial waste*).

#### b. Limbah Cair

Limbah cair adalah limbah yang bentuknya cair dan berasal dari sisa-sisa hasil buangan kegiatan domestik atau proses produksi. Limbah cair itu sendiri berupa air yang sudah tercampur atau tersuspensi dengan bahan-bahan buangan hasil dari sisa-sisa produksi. Limbah cair dapat diklasifikasikan menjadi empat kelompok, yaitu limbah cair domestik (*domestic wastewater*), limbah cair industri (*industrial wastewater*), rembesan dan luapan (*infiltration and inflow*), dan air hujan (*strom water*).

#### c. Limbah Gas

Limbah gas adalah limbah yang dimana udara sebagai medianya. Semakin banyak limbah gas yang naik ke udara, maka kualitas udara semakin menurun. Bahkan, limbah gas yang dibiarkan di udara bisa membuat kesehatan manusia dan makhluk hidup lainnya terganggu. Limbah gas itu sendiri bisa berasal dari asap kendaraan bermotor, asap kebakaran hutan, asap pabrik, dan lain-lain.

### 2.3.2 Jenis Limbah Berdasarkan Senyawanya

#### a. Limbah Organik

Limbah organik adalah limbah yang berasal dari makhluk hidup yang mudah diuraikan secara alami dan mudah membusuk. Contoh-contoh dari limbah organik, seperti dedaunan yang jatuh ke tanah, rumput, sisa-sisa makanan, kulit sayur-sayuran dan buah-buahan, kotoran manusia dan kotoran hewan, dan tulang-tulang hewan.

#### b. Limbah Anorganik

Limbah anorganik adalah limbah yang berasal dari sisa-sisa aktivitas manusia dan limbah ini sangat susah terurai secara alami dan pembusukan secara alami. Maka dari itu, limbah jenis ini sangat berbahaya bagi manusia dan makhluk hidup lainnya. Contoh-contoh dari limbah anorganik, seperti sisa sabun cuci baju atau piring, botol minuman bekas, kantong plastik, kaleng-kalengan, kertas, kain, kertas, dan masih banyak lagi.

#### c. Limbah B3

Jenis limbah berdasarkan senyawanya yang terakhir adalah limbah B3. Istilah “B3” merupakan kepanjangan dari Bahan Berbahaya dan Beracun. Dari namanya saja, limbah ini sudah bisa mengancam dan membahayakan lingkungan hidup. Bahkan, kesehatan manusia juga sangat terancam dengan adanya limbah B3. Limbah B3 menjadi berbahaya karena di dalam limbahnya terdapat senyawa-senyawa yang sulit untuk diurai dan beracun. Senyawa-senyawa itu berupa logam berat, seperti Al, Cr, Cd, Cu, Fe, Pb, Mn, Hg, dan Zn. Selain itu, senyawa-senyawa berbahaya ini juga dapat ditemukan pada zat kimia, seperti sianida, fenol, pestisida, sulfida, dan lain-lain (Pernando 2023).

### 2.3.3 Serabut Kelapa

Kelapa (*Cocos nucifera L*) merupakan tanaman perkebunan berupa pohon batang lurus dari famili Palmae. Tanaman ini merupakan tanaman tahunan yang memiliki banyak manfaat. Ia memiliki kemampuan untuk menyerap karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dari atmosfer, menjadikannya alat penting untuk mengurangi perubahan iklim. Kelapa dan turunannya juga telah diakui karena banyak manfaatnya.

Pengolahan hasil buah kelapa terutama produk turunannya masih memiliki peluang yang cukup besar. Saat ini industri pengolahan buah kelapa umumnya masih terfokus kepada pengolahan hasil daging buah sebagai hasil utama, sedangkan industri yang mengolah hasil samping buah (*by product*) seperti air, serabut, dan tempurung kelapa masih diolah secara tradisional dan belum dimanfaatkan secara optimal.

Serabut kelapa adalah bagian dari buah kelapa yang berupa serat-serat kasar dan kuat. Serabut kelapa terbentuk dari kulit buah kelapa yang diproses dengan cara mechanical atau kimia untuk memisahkan serat-seratnya. Ketersediaan material sabut kelapa saat ini belum dimanfaatkan secara optimal. Berdasarkan data e-smartschool, sebanyak 35% serabut kelapa terkandung dalam satu buah kelapa. Produksi buah kelapa di Indonesia rata-rata sebesar 15.5 milyar buah/tahun atau setara dengan 1.8 juta ton serat sabut (Wibowo and Yoresta 2018). Serabut kelapa telah dipelajari karena potensinya dalam berbagai upaya ekonomi kreatif. Serabut memiliki berbagai aplikasi, termasuk sebagai serat penguat pada papan serat tanpa pengikat, komposit serat alami, bahan konstruksi, biofuel padat, dan penyerap logam berat dan bahan beracun. Selanjutnya, pengolahan serabut kelapa dianalisis potensinya dalam menghasilkan nilai tambah dan berbagai produk seperti industri rumah tangga, furnitur, geotekstil dan papan. Penemuan cara-cara inovatif untuk memanfaatkan serabut kelapa tersebut dapat mengurangi limbah, meningkatkan efisiensi sumber daya, dan mempromosikan keberlanjutan lingkungan. Selain itu, penggunaan serabut kelapa dalam berbagai aplikasi dapat memberikan dampak positif pada perekonomian lokal.

Dengan mengintegrasikan serabut kelapa ke dalam produk-produk ramah lingkungan, masyarakat dapat menciptakan nilai tambah dan peluang pekerjaan baru. Selain itu, promosi penggunaan serabut kelapa sebagai alternatif ramah lingkungan juga dapat meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pelestarian lingkungan. Dengan menyampaikan informasi mengenai manfaat sabut kelapa dan dampak positifnya, dapat mendorong perubahan perilaku konsumen menuju gaya hidup yang lebih berkelanjutan. Edukasi ini dapat menjadi kunci dalam menciptakan komunitas yang peduli terhadap lingkungan dan

berkontribusi pada perlindungan sumber daya alam bagi generasi mendatang (Candra et al. 2024).

## 2.4 Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan dengan mesin Uji kuat tekan CTM (*Compression Testing Machine*) untuk mengetahui nilai kuat tekan beton dari benda uji yang dibuat berdasarkan komposisi campuran. Besarnya kuat tekan dibaca pada skala pembebanan. Pengujian dilakukan pada semua sampel dengan 3 kali ulangan percobaan.

Menggunakan standar yang ditetapkan oleh SNI 03-0349-1989, (Tabel 2.2) di atas, yaitu beton pejal dengan kualitas I, memiliki kuat tekan bruto rata-rata minimal sebesar 100 kg/cm<sup>2</sup> atau 10 Mpa. Umur beton yang digunakan pada pengujian adalah 28 hari. Prosedur pengujian kuat tekan batako dilakukan sesuai dengan SNI: 03-0349-1989. Untuk menghitung besarnya kuat tekan dipergunakan persamaan berikut:

$$F'_c = \frac{P_{maks}}{A} \quad (2.6)$$

Keterangan:

F'<sub>c</sub> = kuat tekan (Mpa)

P = Beban Maksimum (N)

A = Luas Penampang Bahan (mm<sup>2</sup>)

Arah tekanan pada bidang tekan benda uji disesuaikan dengan arah tekanan beban di dalam pemakaian. Benda uji yang telah siap, ditentukan kuat tekannya dengan mesin tekan yang dapat diatur kecepatan penekanannya. Kecepatan penekanan dari mulai pemberian badan sampai benda uji hancur diatur sehingga tidak kurang dari 1 menit dan tidak lebih dari 2 menit. Kuat tekan benda uji dihitung dengan membagi beban maksimum pada waktu benda uji hancur, dengan luas bidang tekan bruto, dinyatakan dalam kg/cm<sup>2</sup>. Kuat tekan tadi dilaporkan masing-masing untuk setiap benda uji dan juga nilai rata-rata dari 3 benda uji .

## 2.5 Penelitian Terdahulu

Adapun beberapa penelitian terdahulu yang dijadikan acuan dalam penelitian yang akan dilakukan nantinya, sebagai berikut:

1. Limbah Sabut Kelapa Sebagai Bahan Pengisi Untuk Pembuatan Batako Ringan, (Sudarno, 2024).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, didapatkan beberapa kesimpulan yaitu, Berat volume batako serat akan mengalami penurunan seiring penambahan serat sabut kelapa, pada pengujian berat volume batako serat 0,25% = 1.464 kg/m<sup>3</sup>, 0,5% = 1.367 kg/m<sup>3</sup>, 0,75% = 1.323 kg/m<sup>3</sup>, 1% = 1.107 kg/m<sup>3</sup> hal tersebut menunjukkan batako serat termasuk beton ringan karena nilai berat volumenya kurang dari 2000kg/cm<sup>3</sup>. Persentase hasil kuat tekan pada variasi penambahan serat sabut kelapa 0,25% sampai 1,0% mengalami penurunan berturut-turut sebesar 22,88% sampai 43,47% dari batako normal, hal tersebut penambahan sabut kelapa untuk batako tidak mengalami penambahan kuat tekan.

2. Pengujian Sifat Mekanis Batako Pejal Dengan Serat Kelapa Dengan Variasi 1,5 Cm, 2 Cm Dan 2,5 Cm, (Samsul, 2015).

Pada penelitian ini menggunakan kandungan serat kelapa dalam komposisi campuran dibatasi sebesar 5%; 10%; 12,5%; 15% dan 20% dari volume batako, dengan panjang serat kelapa 1,5 cm ; 2 cm dan 2,5 cm. Berdasarkan analisis terhadap hasil penelitian bahwa penambahan serat kelapa dengan panjang serat 2 cm dan persentase serat 10 % dari volume batako, menghasilkan kuat tekan maksimum.

3. Pengaruh Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton, (Galih Prayogi 2023)

Nilai kuat tekan beton tanpa penambahan serat pada umur 28 hari sebesar 31,33 MPa, sedangkan beton dengan penambahan 0,5%; 2,5%; 4,5%; 6,5%; dan 8,5% serat sabut kelapa memperoleh nilai kuat tekan berturut-turut sebesar 33,05 MPa; 33,72 MPa; 24,46 MPa; 16,47 MPa; dan 9,23 MPa. Nilai kuat tekan maksimum terjadi pada beton variasi 2,5% dengan penambahan serat sabut kelapa yaitu sebesar 33,05 MPa, sedangkan nilai kuat tarik belah maksimum terjadi pada beton variasi 4,5% dengan penambahan serat sabut kelapa yaitu sebesar 4,029 Mpa.

4. Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa Dan Tempurung Kelapa Terhadap Nilai Kuat Tekan Batako, (Sayfullah, 2021).

Kesimpulan pada penelitian ini, Kuat tekan batako yang dicampur menggunakan 0,2% serat sabut dan 2% tempurung kelapa dapat dilihat dari grafik di atas, terdapat peningkatan kuat tekan batako yang lebih tinggi kuat tekannya jika dibandingkan dengan batako normal. Pada setiap kombinasi pengujian batako dengan menggunakan FAS 0.25 pada bahan tambah dan batako normal. Pada sampel bahan tambah kuat tekan batako dengan umur 3 hari sebesar 30,4 kg/cm<sup>2</sup>, umur 7 hari sebesar 35,2 kg/cm<sup>2</sup> , dan umur 28 hari sebesar 51,8 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan pada sampel batako normal dengan kuat tekan rata-rata batako pada umur 3 hari sebesar 20,1 kg/cm<sup>2</sup> , pada umur 7 hari cukup 34,3 kg/cm<sup>2</sup> , dan pada umur 28 hari cukup 40,8 kg/cm<sup>2</sup>.

5. Kuat Tekan, Kuat Lentur Dan Daya Serap Air Untuk Batako Dengan Penambahan Serat Sabut Kelapa, (Rilya Rumbayan, 2020).

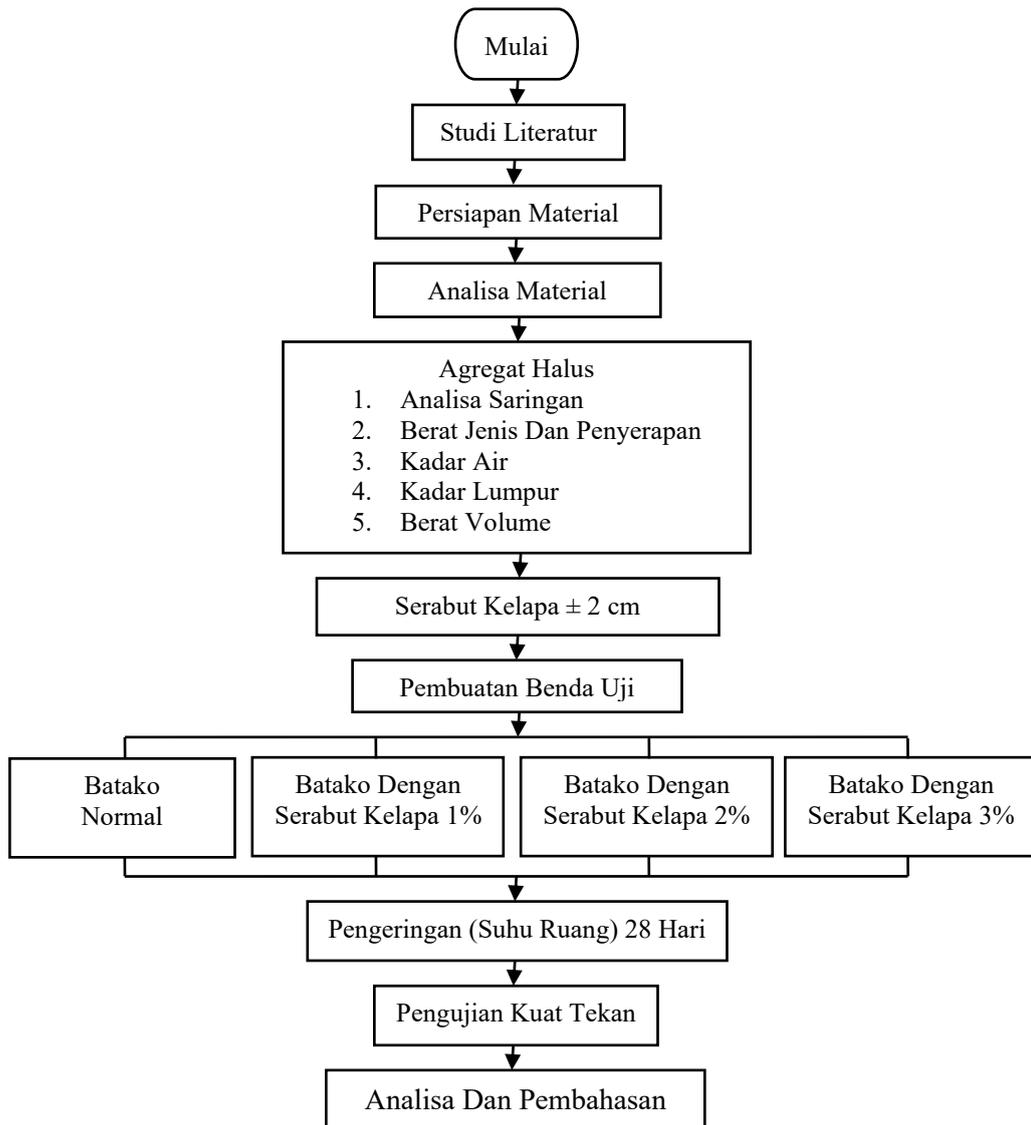
Dalam penelitian ini, pengaruh penambahan serat sabut kelapa dalam komposisi campuran batako dievaluasi. Variasi penambahan serat sabut kelapa adalah 0.25%, 0.5%, 0.75%, dan 1% dari berat agregat. Komposisi campuran batako berdasarkan perbandingan volume semen dan agregat halus sebesar 1:5. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan batako yang menggunakan serat sabut kelapa sebagai bahan tambah berkisar 52-56 kg/cm<sup>2</sup> dan kuat lentur berkisar 17-24 kg/cm<sup>2</sup>, dimana nilainya masih lebih rendah dibandingkan dengan batako tanpa penambahan serat sabut kelapa. Namun demikian, kisaran nilai kuat tekan dan kuat lentur tersebut masih memenuhi persyaratan SNI, khususnya untuk bata beton pasangan dinding non-struktural. Selanjutnya daya serap air batako yang menggunakan serat sabut kelapa berkisar 7-11%. Hasil penyerapan air ini memenuhi persyaratan SNI, karena penyerapan air terjadi kurang dari 25%.

## BAB 3

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Diagram Alir Penelitian

Untuk menggambarkan alur kerja secara keseluruhan dan menjelaskan urutan prosedur-prosedur yang dilakukan dalam penelitian, dijelaskan dalam diagram alir berikut :



Gambar 3.1: Diagram alir penelitian

## **3.2 Studi Literatur**

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental laboratorium yaitu mengadakan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data. Sebagai acuan dalam penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari data-data pendukung. Data pendukung diperoleh dari :

### **3.2.1 Data Primer**

Data primer adalah data yang diperoleh langsung oleh peneliti dari objek penelitiannya. Data primer data yang dilaksanakan di laboratorium. Data yang diperoleh dari hasil perhitungan di laboratorium seperti:

- Analisa saringan agregat.
- Pemeriksaan jenis dan penyerapan.
- Pemeriksaan berat isi agregat.
- Pemeriksaan kadar air agregat.
- Pemeriksaan kadar lumpur agregat.
- Perbandingan dalam campuran batako (Mix design).
- Uji kuat tekan batako.

### **3.2.2 Data Skunder**

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (literatur) dan konsultasi langsung dengan Dosen Pembimbing. Data teknis mengenai SNI-03-0349-1989, PBI (Peraturan Beton Indonesia) 1982, serta buku-buku atau literatur sebagai penunjang guna untuk memperkuat suatu penelitian yang dilakukan.

## **3.3 Tempat Dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan dan Rekayasa Beton Universitas Sumatera Utara Jl. Perpustakaan No. 19 Kampus USU Medan. kelengkapan peralatan laboratorium yang berstandar. Waktu penelitian ini dilaksanakan dari bulan Mei sampai bulan Juni.

### **3.4 Bahan Dan Peralatan**

Adapun bahan dan alat yang akan digunakan pada penelitian ini:

#### **3.4.1 Bahan**

Komponen bahan penyusun batako yang akan digunakan yaitu:

1. Semen, dalam penelitian ini menggunakan semen OPC (*Ordinary Composite Cement*) dengan takaran berat  $\pm 40$  kg.
2. Agregat Halus (pasir) yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang diperoleh dari daerah Binjai..
3. Air, untuk penelitian ini menggunakan air bersih berasal dari PDAM Tirtanadi Medan.
4. Serabut Kelapa, dalam penelitian ini menggunakan penambahan bahan berupa serabut pada buah kelapa yang diambil dan dipotong secara halus dengan ukuran  $\pm 2$  cm, dengan persentase 1%, 2%, 3% terhadap berat agregat halus yang digunakan.

#### **3.4.2 Alat**

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

1. Cetakan Batako ukuran 21 cm x 10 cm x 10 cm terbuat dari plat besi.
2. Batang penumbuk, untuk pengujian pasir dalam kondisi jenuh kering muka.
3. Saringan standart ASTM dengan ukuran 0,15 mm; 0,30 mm; 0,60 mm; 1,18 mm; 2,36 mm; 4,75 mm, untuk menyaring untuk agregat halus pasir.
4. Kuas, sekop dan nampan, digunakan untuk menuang dan menampung adukan beton kedalam cetakan.
5. Timbangan analitik dengan ketelitian 0,1 gram.
6. Oven, untuk mengeringkan sampel dalam pemeriksaan bahan-bahan yang digunakan untuk campuran beton.
7. Mesin Uji kuat tekan CTM (*Compression Testing Machine*).
8. Mistar sorong dan kapiler, untuk mengukur dimensi benda uji.
9. Gelas ukur dan piknometer, untuk mengukur berat jenis.
10. Alat pendukung lain yang diperlukan di lapangan dan laboratorium.

### 3.5 Pengujian Bahan Dasar

Setelah seluruh material telah diperoleh, kemudian material dipisahkan menurut jenisnya untuk mempermudah dalam tahapan-tahapan penelitian dan juga agar material tidak tercampur dengan bahan-bahan yang lain sehingga mempengaruhi kualitas material. Material dibersihkan dari noda dan melakukan penjemuran pada material yang basah. Setelah itu melakukan pemeriksaan pada material, yang dilakukan di Laboratorium mengikuti panduan dari SNI. Didalam penelitian ini meliputi beberapa tahapan pemeriksaan diantaranya:

#### 3.5.1 Pemeriksaan Semen

Hasil Analisa Berat Jenis Volume Semen dilakukan sesuai dengan ketentuan ASTM C-1988, dengan menggunakan labu Le Chateller, kemudian membandingkan volumenya. Data hasil percobaan adalah sebagai berikut.

Tabel 3.1: Proporsi berat sampel pemeriksaan berat volume semen (Hasil Analisa)

No	Uraian	Satuan	Percobaan	
			I	II
1	Berat Semen	Gram	64	64
2	Volume I	ml	1	1
3	Volume II	ml	21.1	21.4

Rumus berat jenis volume semen adalah:

$$\frac{\text{Berat Semen}}{V_2 - V_1} \quad (3.1)$$

Tabel 3.2: Hasil perhitungan berat jenis volume semen (Hasil Analisa)

Perhitungan		Hasil Analisa	
		I	II
Berat Jenis Semen	$\frac{\text{Berat Semen}}{V_2 - V_1}$	3.18	3.14
Rata-rata		3.16	

Pada percobaan ini diperoleh hasil bahwa berat jenis semen Portland Composite Cement Type I, mereka Semen Padang adalah sebesar 3.16 gr/cm<sup>3</sup>.

Nilai ini sesuai dengan yang disyaratkan oleh ASTM yaitu berkisar 3.0 – 3.2 gr/cm<sup>3</sup>.

### 3.5.2 Pemeriksaan Agregat Halus

Penelitian ini melakukan pengujian pada agregat halus, meliputi beberapa parameter penting seperti analisa saringan, berat jenis dan penyerapan air, kadar air, berat volume, dan kadar lumpur.

#### 1. Analisa Saringan/Gradasi Butir.

Pengujian analisa saringan, prosedur yang digunakan mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-1968-1990 serta panduan praktikum beton dari Program Studi Teknik Sipil UMSU. Hasil pengujian tersebut kemudian disajikan dalam bentuk tabel untuk memudahkan analisis dan interpretasi data.

Tabel 3.3: Hasil analisa saringan agregat halus (pasir)

Ukuran saringan		Massa Tertahan (gr)	Jumlah Massa Tertahan		Persentase Kumulatif (%)	
Nomor	mm		(gr)	(%)	Tertahan	Lolos
3/8 in	10	-	-	-	-	100
4	4.75	130	130	5.2	5.2	94.8
8	2.38	225	355	9	14.2	85.8
16	1.18	100	455	4	18.2	81.8
30	0.85	460	915	18.4	36.6	63.4
50	0.3	748	1663	29.9	66.5	33.5
100	0.15	747	2410	29.9	96.4	3.6
200	0.075	70	2480	2.8	99.2	0.8
Pan		20	2500	0.8	100	0
Jumlah		2500	-	-	336,3	-
Modulus Halus Butir			336.3 / 100 = 3.36			

Apakah agregat yang dipakai termasuk zona pasir kasar, sedang, agak halus, atau pasir halus. Penjelasan nilai kumulatif agregat didapat dari penjelasan berikut ini:

Total berat pasir = 2500 gram

- Persentase massa tertahan rata-rata:

$$\text{No. 4} = \frac{130}{2500} \times 100 \% = 5,2 \%$$

$$\begin{aligned} \text{No. 8} &= \frac{225}{2500} \times 100 \% = 9 \% \\ \text{No. 16} &= \frac{100}{2500} \times 100 \% = 4 \% \\ \text{No. 30} &= \frac{460}{2500} \times 100 \% = 18,4 \% \\ \text{No. 50} &= \frac{748}{2500} \times 100 \% = 29,9 \% \\ \text{No. 100} &= \frac{747}{2500} \times 100 \% = 29,9 \% \\ \text{No. 200} &= \frac{70}{2500} \times 100 \% = 2,8 \% \\ \text{Pan} &= \frac{20}{2500} \times 100 \% = 0,8 \% \end{aligned}$$

- Persentase massa kumulatif tertahan saringan:

$$\begin{aligned} \text{No. 4} &= 0 + 5,2 = 5,2 \% \\ \text{No. 8} &= 5,2 + 9 = 14,2 \% \\ \text{No. 16} &= 14,2 + 4 = 18,2 \% \\ \text{No. 30} &= 18,2 + 18,4 = 36,6 \% \\ \text{No. 50} &= 36,6 + 29,9 = 66,5 \% \\ \text{No. 100} &= 66,5 + 29,9 = 96,4 \% \\ \text{No. 200} &= 96,4 + 2,8 = 99,2 \% \\ \text{Pan} &= 99,2 + 0,8 = 100 \% \end{aligned}$$

Jumlah persentase kumulatif yang tertahan = 336,3 %

$$\begin{aligned} \text{FM (Modulus Kehalusan)} &= \frac{\text{Jumlah \% Kumulatif Tertahan}}{100} \\ &= \frac{336,3}{100} \\ &= 3,36 \end{aligned}$$

- Persentase massa kumulatif yang lolos saringan

$$\begin{aligned} \text{No. 4} &= 100 - 5,2 = 94,8 \% \\ \text{No. 8} &= 100 - 14,2 = 85,8 \% \\ \text{No. 16} &= 100 - 18,2 = 81,8 \% \\ \text{No. 30} &= 100 - 36,6 = 63,4 \% \\ \text{No. 50} &= 100 - 66,5 = 33,5 \% \\ \text{No. 100} &= 100 - 96,4 = 3,6 \% \\ \text{No. 200} &= 100 - 99,2 = 0,8 \% \end{aligned}$$

$$\text{Pan} = 100 - 100 = 0\%$$

Pada umumnya modulus halus butir agregat halus yang disyaratkan oleh SK-SNI S-04-1989-F mempunyai nilai antara 1,50 – 3,80. Pada hasil pengujian ini menunjukkan bahwa nilai Modulus Halus Butir (MHB) yang diperoleh sebesar 3,36, yang berarti bahwa pasir yang digunakan dalam penelitian ini memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan untuk digunakan sebagai bahan campuran batako. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pasir yang digunakan memiliki kualitas yang sesuai untuk aplikasi yang diinginkan.

Nilai MHB sendiri merupakan suatu indeks yang digunakan untuk mengukur tingkat kehalusan atau kekasaran butir-butir agregat, di mana semakin besar nilai MHB, maka semakin besar pula ukuran butiran agregatnya. Oleh karena itu, nilai MHB yang diperoleh dalam penelitian ini menunjukkan bahwa pasir yang digunakan memiliki ukuran butiran yang sesuai untuk digunakan dalam pembuatan batako. Untuk pemeriksaan lebih lanjut terhadap distribusi ukuran butir pasir, dapat dilakukan dengan membandingkan hasil analisa lolos saringan dengan Tabel 3.4 berikut ini.

Tabel 3.4: Penggolongan gradasi agregat halus (SNI 03-2834-2000)

SNI 03-2834-2000						
No Saringan	Lubang mm	% Berat Butir Lolos Saringan				Hasil Analisa
		Daerah I	Daerah II	Daerah III	Daerah IV	
3/8 in	10	100	100	100	100	-
4	4.8	90 - 100	90 - 100	90 - 100	95 - 100	94.8
8	2.4	60 - 95	75 - 100	85 - 100	95 - 100	85.8
16	1.2	30 - 70	55 - 90	75 - 100	90 - 100	81.8
30	0.8	15 - 34	35 - 59	60 - 79	80 - 100	63.4
50	0.3	5 - 20	8 - 30	12 - 40	15 - 50	33.3
100	0.15	0 - 10	0 - 10	0 - 10	0 - 15	3.6

Keterangan:

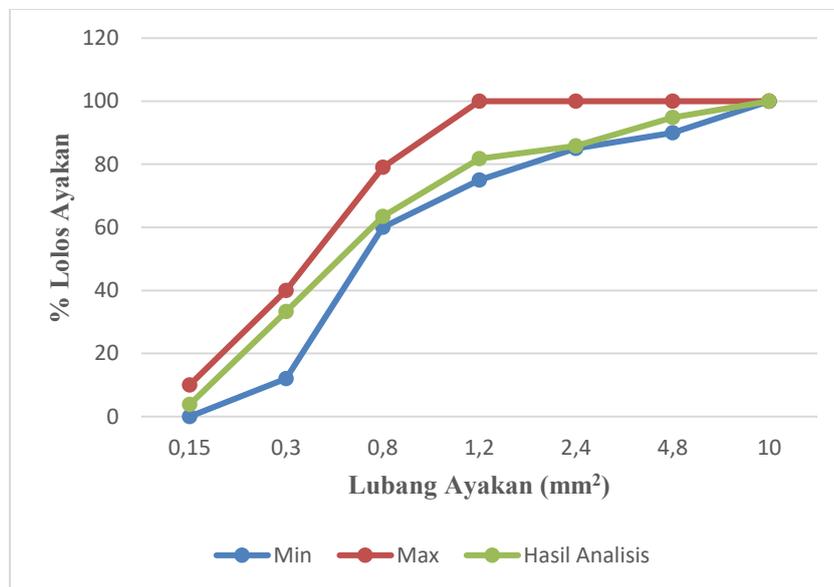
Daerah I: pasir kasar

Daerah II: pasir agak kasar

Daerah III: pasir agak halus

Daerah IV: pasir halus

Berdasarkan hasil analisis yang disajikan pada Tabel 3.4, dapat disimpulkan bahwa agregat halus yang digunakan dalam penelitian ini memenuhi persyaratan gradasi daerah III, yang menunjukkan bahwa jenis pasir yang digunakan adalah pasir agak halus. Hal ini ditentukan dengan membandingkan hasil analisis dengan zona penggolongan jenis pasir yang telah ditetapkan. Untuk memperoleh gambaran yang lebih jelas tentang posisi nilai hasil analisis terhadap batas atas dan batas bawah yang sesuai dengan penggolongan jenis pasir, dapat dilihat pada kurva yang disajikan di bawah ini, yang memberikan visualisasi yang lebih detail tentang kesesuaian agregat halus dengan standar yang diinginkan.



Gambar 3.2: Kurva hasil gradasi agregat halus

## 2. Pemeriksaan Berat Jenis Dan Penyerapan.

Proses pemeriksaan berat jenis SSD (Saturated Surface Dry) biasanya dilaksanakan berdasarkan standar yang telah ditetapkan, yaitu SNI 03-1970-1990. Pelaksanaan pemeriksaan ini memiliki signifikansi yang cukup besar karena bertujuan untuk menentukan apakah material pasir yang akan digunakan telah memenuhi kriteria yang dipersyaratkan atau belum, sehingga layak digunakan komponen dalam campuran adukan. Berdasarkan data hasil pengujian yang dilakukan di laboratorium, informasi yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 3.5 yang tersedia.

Tabel 3.5: Proporsi berat sampel pemeriksaan berat jenis (Hasil Analisa)

Percobaan/ Pengukuran	Satuan	Notasi	Benda Uji		Rata - rata
			I	II	
<i>Wt of SSD sample in air</i> (Berat contoh SSD kering permukaan jenuh)	gr	B	500	500	500
<i>Wt of oven dry sample</i> (Berat contoh SSD kering oven)	gr	E	490	489	489.5
<i>Wt of flask + water</i> (Berat Piknometer penuh air)	gr	D	672	672	672
<i>Wt of flask + water + sample</i> (Berat contoh SSD dalam piknometer penuh air)	gr	C	977	978	977.5

Kemudian, data yang diperoleh dari hasil perhitungan yang tertera pada Tabel 3.5 di atas, akan digunakan lebih lanjut untuk melakukan penghitungan guna menentukan nilai Berat Jenis serta tingkat Penyerapan dari agregat halus. Proses penghitungan ini akan dilakukan dengan mengaplikasikan rumus-rumus yang relevan dan prosedur perhitungan yang sesuai, seperti yang dijelaskan pada bagian berikut ini. Informasi yang dihasilkan dari proses ini tentunya akan sangat berguna untuk analisis lebih lanjut.

Tabel 3.6: Hasil perhitungan berat jenis dan penyerapan agregat halus pasir (Hasil Analisa)

Perhitungan	Satuan	Notasi	Benda Uji		Rata - rata	Parameter SNI.03-1969-2008
			I	II		
<i>Bulk sp. Grafity dry</i> (Berat jenis contoh kering)	gr/cm <sup>3</sup>	$\frac{E}{(B + D - C)}$	2.51	2.52	2.52	2.5 – 2.7
<i>Bulk sp. Grafity SSD</i> (Berat jenis contoh SSD)	gr/cm <sup>3</sup>	$\frac{B}{(B + D - C)}$	2.56	2.58	2.57	2.5 – 2.7
<i>Apparent sp. Grafity dry</i> (Berat jenis contoh semu)	gr/cm <sup>3</sup>	$\frac{E}{(E + D - C)}$	2.65	2.67	2.66	2.5 – 2.7
<i>Absorption</i> (Penyerapan)	%	$\frac{B - E}{E}$	2.04	2.25	2.15	Max. 3%

Dari hasil pengujian laboratorium, diperoleh bahwa pengujian berat jenis dan penyerapan air agregat halus pasir sudah memenuhi parameter yang ditentukan oleh SNI.03-1969-2008, untuk digunakan sebagai bahan campuran batako ataupun beton.

### 3. Pemeriksaan Kadar Lumpur.

Pemeriksaan kadar lumpur agregat halus pasir dari pengujian di laboratorium diperoleh hasil berikut.

Tabel 3.7: Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat halus (Hasil Analisa)

Keterangan	Benda Uji		Satuan
	I	II	
Berat Wadah + Isi	1622	1748	gr
Berat Wadah	510	506	gr
Berat Wadah + Contoh Kering	1570	1699	gr
Berat Kering Contoh Awal	1112	1242	gr
Berat Kering Contoh Akhir	1060	1193	gr
Berat Kotoran Agregat Lolos Saringan No.200	52	49	gr
Persentase Kotoran Agregat Lolos Saringan No. 200	4.68	3.95	%
Rata - Rata	4.31		%

Berdasarkan Tabel 3.7 pemeriksaan kadar lumpur agregat halus dilakukan dengan mencuci sampel dengan menggunakan air, kemudian disaring dengan menggunakan saringan No. 200, persentase yang didapat dihitung dari pembagian berat kotoran agregat yang lolos saringan dibagi dengan berat contoh awal contoh, kemudian membuat hasilnya di dalam persentase. Dari percobaan ini didapat persentase kadar lumpur untuk sampel yang pertama sebesar 4,68%, dan sampel kedua sebesar 3,95%. Maka, untuk mengambil nilai kadar lumpur diambil dari rata-rata pengujian yakni sebesar 4,31%. Menurut SNI S-04-1998-F, kandungan lumpur agregat halus untuk bahan bangunan maksimal 5%. Dengan demikian, pasir yang dianalisis dinyatakan layak digunakan.

#### 4. Pemeriksaan Kadar Air.

Pengujian kadar air agregat merupakan langkah dalam menentukan proporsi campuran batako yang optimal. Dengan mengetahui kadar air dalam agregat, kita dapat melakukan koreksi terhadap jumlah air yang digunakan dalam campuran, sehingga faktor air semen (FAS) dapat dikontrol dengan baik. FAS yang tepat sangat berpengaruh pada kuat tekan batako yang dihasilkan. Oleh karena itu, pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa campuran batako memiliki kualitas yang konsisten dan memenuhi standar yang diinginkan. Dalam penelitian yang dilakukan di Laboratorium Beton Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, pengujian kadar air agregat dilakukan untuk memperoleh data yang akurat tentang kondisi agregat di lapangan. Hasil pengujian ini kemudian digunakan sebagai acuan untuk mengatur proporsi campuran batako, sehingga kualitas batako yang dihasilkan dapat dijamin. Dari hasil pemeriksaan didapat data-data pada Tabel 3.8.

Tabel 3.8: Hasil pemeriksaan kadar air agregat halus (Hasil Analisa)

Keterangan	Benda Uji		Rata-rata
	I	II	
Massa Wadah + Benda Uji	2493	2510	2501.5
Massa Wadah	488	510	499
Massa Benda Uji	2005	2000	2002.5
Massa Wadah + Benda Uji Kering Oven	2394	2408	2401
Massa Benda Uji Kering Oven	1906	1898	1902
Kadar Air Total	5.19	5.37	5.28

Berdasarkan Tabel 3.8 pemeriksaan kadar air agregat halus rata-rata yang dilakukan sebesar 2,145%. Dari 2 data percobaan yang dilakukan pengujian dengan berat masing-masing 500 gr, maka didapatlah persentase kadar air pada percobaan pertama sebesar 2,249% sedangkan pada percobaan kedua sebesar 2,041% dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu 2,0% - 20,0%.

## 5. Pemeriksaan Berat Volume

Pengujian berat volume/isi agregat halus dalam bahan campuran, dilakukan pada agregat halus dalam kondisi gembur dan kondisi padat. Dari hasil pemeriksaan didapat data-data pada Tabel 3.9 dan 3.10.

Tabel 3.9: Hasil pemeriksaan berat volume gembur agregat halus (Hasil Analisa)

Uraian	satuan	Benda Uji		Rata-rata
		I	II	
Berat Wadah (W1)	gram	2113	2113	2113
Berat Wadah + Agregat Halus (W2)	gram	5240	5040	4140
Berat Agregat Halus (W3)	gram	3127	2927	2027
Volume Wadah (Vm)	cm <sup>3</sup>	1964	1964	1964
Berat Volume	gram/cm <sup>3</sup>	1.59	1.49	1.54

Tabel 3.10: Hasil pemeriksaan berat volume padat agregat halus (Hasil Analisa)

Uraian	satuan	Benda Uji		Rata-rata
		I	II	
Berat Wadah (W1)	gram	2113	2113	2113
Berat Wadah + Agregat Halus (W2)	gram	5520	5320	4820
Berat Agregat Halus (W3)	gram	3407	3207	2707
Volume Wadah (Vm)	cm <sup>3</sup>	1964	1964	1964
Berat Volume	gram/cm <sup>3</sup>	1.73	1.63	1.68

Dari hasil percobaan diperoleh:

1. Berat volume agregat halus gembur adalah 1.54 gr/cm<sup>3</sup>.
2. Berat volume agregat halus padat adalah 1.68 gr/cm<sup>3</sup>.

Menurut SNI.03-4804-1998, parameter untuk berat volume gembur dan berat volume padat agregat halus yang baik adalah berkisar 1.4 – 1.9 gr/cm<sup>3</sup>. Sehingga agregat halus yang dipakai dalam bahan campuran batako dikatakan bisa digunakan.

### 3.6 Pembuatan Dan Perawatan Benda Uji

Dalam suatu penelitian eksperimental, proses pembuatan dan perawatan benda uji merupakan tahapan yang sangat penting karena akan menentukan kualitas serta keandalan hasil pengujian.

### **3.6.1 Proses Persiapan Serabut Kelapa**

Pada penelitian ini serabut kelapa yang digunakan diperoleh dari pemasok dalam kondisi sudah bersih dan siap pakai. Serabut kelapa yang tersedia di pasaran umumnya telah melalui proses pemisahan dari sabut kelapa, pencucian, serta pengeringan, sehingga tidak lagi mengandung kotoran maupun kadar air berlebih. Hal ini mempermudah proses persiapan bahan karena peneliti tidak perlu melakukan tahap pembersihan secara manual.

Meskipun telah tersedia dalam kondisi bersih, serabut kelapa tetap dilakukan pengecekan awal untuk memastikan tidak terdapat kotoran, sisa debu, atau serabut yang terlalu panjang. Apabila ditemukan serabut yang ukurannya tidak sesuai, maka dilakukan pemotongan terlebih dahulu agar serabut lebih seragam. Ukuran serabut yang digunakan pada penelitian ini adalah sekitar  $\pm 2$  cm agar dapat tercampur merata dalam adonan batako dan berfungsi optimal sebagai bahan penguat.

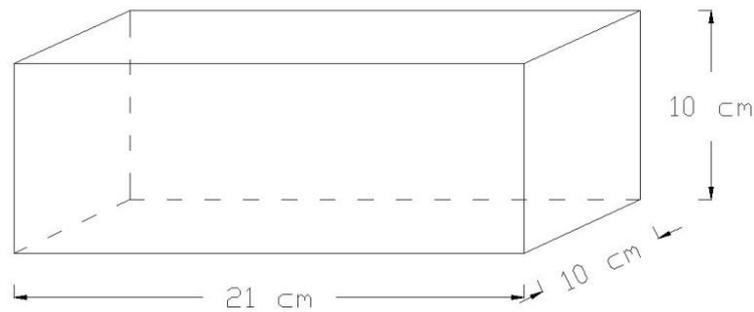
Selain pengecekan ukuran, serabut kelapa juga dikondisikan dalam keadaan kering udara. Hal ini penting agar serabut tidak mengandung kelembaban yang dapat memengaruhi perbandingan campuran dan kualitas batako yang dihasilkan. Dengan demikian, serabut kelapa yang telah siap pakai ini langsung dapat digunakan dalam proses pencampuran bahan batako tanpa melalui tahapan perlakuan kimia tambahan. Dengan menggunakan serabut kelapa yang dibeli dalam kondisi bersih, proses penelitian menjadi lebih efisien.

### **3.6.2 Pembuatan Dan Perawatan Batako**

Penelitian ini dimulai dari, menentukan persentase atau komposisi masing-masing komponen material pembentuk batako untuk memperoleh suatu campuran batako yang ekonomis, memenuhi kekuatan dan keawetan yang direncanakan, serta memiliki kelecakan yang sesuai sehingga mempermudah proses pengerjaan. Melakukan pengujian material awal yaitu agregat halus (pasir) dan proses penyerapan air.

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam pembuatan batako ditakar sesuai rencana campuran batako. Semen, pasir, dan serabut kelapa yang akan digunakan ditakar tersebut dimasukkan dalam molen dan diaduk. Setelah adukan merata,

dimasukkan air sedikit demi sedikit. Selanjutnya adukan batako dicetak menggunakan cetakan dengan ukuran 21 cm x 10 cm x 10 cm yang berjumlah 3 buah untuk batako normal dan 9 buah untuk batako yang menggunakan campuran serabut kelapa, dan kemudian dipadatkan menggunakan alat penumbuk besi. Batako yang telah dicetak disusun, dikeringkan secara alami, sampai saat uji kuat tekan dilakukan pada umur 28 hari. Kemudian dilakukan pengujian sampel batako tersebut.



Gambar 3.3: Ukuran benda uji

### 3.7 Pengujian Benda Uji

Pengujian kuat tekan dilakukan berdasarkan standar yang telah ditetapkan oleh SNI-0349-1989. Pengujian dilakukan menggunakan mesin uji tekan dengan kapasitas 1500 KN. Benda uji diletakkan pada arah berdiri di atas alat pengujian kemudian beban tekan diberikan merata arah tegak dari atas pada benda uji. Sebelum ditekan benda uji ditimbang terlebih dahulu untuk dapat mengetahui berat jenis batako.

Tabel 3.11: Jumlah variasi sampel pengujian batako (Hasil Analisa).

No	Variasi Campuran Batako	Jumlah Sampel Pengujian Umur 28 Hari
1.	Batako normal	3 buah
2.	Batako dengan campuran serabut kelapa 1%	3 buah
3.	Batako dengan campuran serabut kelapa 2%	3 buah
4.	Batako dengan campuran serabut kelapa 3%	3 buah
Total		12 buah

### 3.8 Analisa dan pembahasan

Pada tahap ini melakukan analisa dari hasil pengujian. Sebelum pengujian kuat tekan, ukur terlebih dahulu dimensi batako, selanjutnya pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin uji tekan dengan cara meletakkan benda uji dibawah alat pembebanan, kemudian mengatur jarum penunjuk ke posisi nol. Lalu melakukan pembebanan hingga mendapatkan data atau nilai beban hancur.



Gambar 3.4: Mesin uji kuat tekan CTM (*Compression Testing Machine*)

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Pengerjaan Mix Desain Batako

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Bahan dan Rekayasa Beton Universitas Sumatera Utara, yang terletak di Jl. Perpustakaan No. 19 Kampus USU Medan. Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI), sehingga hasil percobaan dapat dibandingkan dengan parameter yang telah ditetapkan oleh SNI untuk setiap uji yang dilakukan.

##### 4.1.1 Hasil Pemeriksaan Serabut Kelapa

Serat sabut kelapa yang akan digunakan campuran batako yaitu serat yang tidak basah, bersih dari kotoran yang menempel dan berukuran  $\pm 2$  cm. Ukuran serat sabut kelapa ini diperoleh dari pemotongan serat sabut kelapa yang berukuran panjang.

Pengujian berat volume/isi ban bekas dalam bahan campuran, dilakukan sama seperti agregat halus dalam kondisi gembur dan kondisi padat. Maka diiperoleh hasil sebagai berikut ini.

Tabel 4.1: Hasil pemeriksaan berat volume serabut kelapa (Hasil Analisa)

Uraian	satuan	Benda Uji		Rata-rata
		Gembur	Padat	
Berat Wadah (W1)	gram	2113	2113	2113
Berat Wadah + Serabut Kelapa (W2)	gram	2167	2218	2192.5
Berat Agregat Halus (W3)	gram	54	105	79.5
Volume Wadah (Vm)	cm <sup>3</sup>	1964	1964	1964
Berat Volume	gram/cm <sup>3</sup>	0.03	0.05	0.04

Dari hasil pengujian laboratorium, diperoleh bahwa pengujian volume serabut kelapa yaitu 0,03 gr/cm<sup>3</sup> dalam kondisi gembur dan 0,05 gr/cm<sup>3</sup> dalam kondisi padat. Maka rata-rata berat volume serabut kelapa dianalisa yaitu 0.04 gr/cm<sup>3</sup> yang digunakan sebagai bahan tambah campuran batako yang akan dibuat.

#### 4.1.2 Proporsi Bahan Campuran Batako

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium yang dilakukan terhadap agregat halus dan bahan tambah, maka dapat ditentukan proporsi yang tepat untuk campuran bahan penyusun batako. Dengan demikian, komposisi yang optimal dapat dihitung untuk memastikan bahwa batako yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik dan memenuhi standar yang diinginkan. Proporsi ini sangat penting dalam menentukan kekuatan, ketahanan, dan kualitas batako secara keseluruhan. Maka proporsi bahan campuran penyusun batako dapat dihitung sebagai berikut:

1. Volume Netto Batako

$$\begin{aligned} &= \text{Ukuran Batako} - \text{Volume Rongga} \\ &= \text{Ukuran Batako} - (1/2 \text{ Alas} \times \text{Tinggi} \times \text{Panjang}) \\ &= 21 \times 10 \times 10 \text{ cm} - (1/2 \times 4 \times 2 \times 10 \text{ cm}) + ((1/2 \times 4 \times 2 \times 12 \text{ cm}) \times 2) \\ &= 2100 \text{ cm}^3 - 136 \text{ cm}^3 \\ &= 1964 \text{ cm}^3 \\ &= 0,001964 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

2. Volume Semen Per Batako

$$\begin{aligned} &= 1/7 \times 0.001964 \text{ m}^3 \times \text{Berat Volume Semen} \\ &= 1/7 \times 0.001964 \text{ m}^3 \times 3.160 \text{ kg/cm}^3 \\ &= 0,88660 \text{ kg} \\ &= 886,6 \text{ gram} \end{aligned}$$

3. Volume Pasir Per Batako

$$\begin{aligned} &= 6/7 \times \text{volume netto batako} \times \text{berat volume pasir} \\ &= 6/7 \times 1964 \text{ cm}^3 \times 1,54 \text{ gram/cm}^3 \\ &= 2,59248 \text{ kg} \end{aligned}$$

4. Volume Air Per Batako

$$\begin{aligned} &= \text{Nilai FAS} \times \text{Berat Volume Semen} \\ &= 0,58 \times 0,88660 \\ &= 0,514228 \text{ kg} \end{aligned}$$

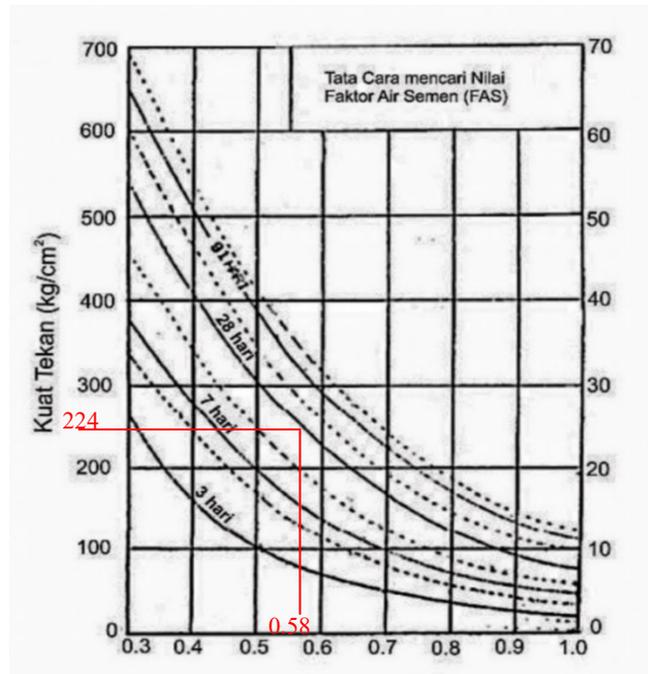
$$= 0,514228 \text{ kg} \times 0,753$$

$$= 0,387 \text{ Liter}$$

Nilai FAS sebesar 0,58, diperoleh dari grafik berikut, dengan cara:

- a. Kuat Tekan ditentukan ( $f'c$ ) = 10 Mpa (sesuai Standar fisik menurut SNI)
- b. Nilai Kuat Tekan Rencana ( $f'cr$ ) =  $f'c + 12 \text{ Mpa}$   
 $= 10 \text{ Mpa} + 12 \text{ Mpa}$   
 $= 22 \text{ Mpa} (224.34 \text{ kg/cm}^2)$

Sehingga nilai FAS dapat ditentukan dengan mengambil garis potong antara nilai kuat tekan rencana ( $224.34 \text{ kg/cm}^2$ ) dengan umur benda uji pada 28 hari, diperoleh nilai FAS sebesar 0,58.



Gambar 4.1: Nilai FAS pada campuran batako

#### 1. Kebutuhan Serabut Kelapa Per Batako

Penggunaan bahan tambah yang digunakan dalam penelitian menggunakan serabut kelapa padi sebesar 0 %, 1 %, 2 % dan 3 % dari berat pasir. Berat masing-masing variasi diuraikan sebagai berikut :

Tabel 4.2: Analisa kebutuhan serabut kelapa per batako (Hasil Analisa)

No	Serabut Kelapa	Vol. Pasir (Kg)	Serabut Kelapa/ Batako (Kg)
1	Batako Normal	2.59	-
2	Batako Serabut Kelapa 1%	2.56	0.026
3	Batako Serabut Kelapa 2%	2.54	0.052
4	Batako Serabut Kelapa 3%	2.51	0.078

## 4.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Batako

Pengujian kuat tekan pada batako pada umur 28 hari dilakukan dengan mesin uji kuat tekan CTM (Compression Testing Machine) pada Laboratorium Bahan dan Rekayasa USU untuk mengetahui nilai kuat tekan batako dari benda uji yang dibuat berdasarkan komposisi campuran.

Prosedur pengujian kuat tekan dilakukan sesuai SNI 03-0349-1989, maka diperoleh hasil berikut. Perhitungan hasil pengujian kuat tekan:

$$\begin{aligned}
 F'_c &= P \text{ maks} / A \\
 &= 380 \text{ kN} / 210 \text{ cm}^2 \\
 &= 380 \times 101.97 \text{ kg} / 210 \text{ cm}^2 \\
 &= 184.52 \text{ kg/cm}^2
 \end{aligned}$$

### 4.2.1 Kuat Tekan Batako Normal (saat pengujian).

Pengujian baatako normal dilakukan pada saat batako berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tekan batako normal 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.3. Berdasarkan Tabel 4.3 menjelaskan hasil uji kuat tekan batako normal 28 hari. Dari 3 masing-masing benda uji batako normal yang diuji kuat tekannya, maka diperoleh nilai kuat tekan batako rata-rata sebesar 14,6 MPa pada umur beton 28 hari.

Tabel 4.3: Hasil pengujian kuat tekan batako normal 28 hari.

No	Benda Uji Batako 21x10x10	Berat Benda Uji (Kg)	Luas Penampang (cm <sup>2</sup> )	Beban Tekan (kN)	Kuat Tekan (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan (Mpa)
1	BN	4.02	210	380	184.52	18.09
2	BN	3.98	210	250	121.39	11.90
3	BN	3.98	210	290	140.82	13.81
Rata-rata		3.99	210	306.6	148.91	14.6

#### 4.2.2 Kuat Tekan Batako Dengan Bahan Tambah serabut Kelapa 1 % (Saat Pengujian).

Pengujian batako dengan variasi serabut kelapa 1 % dilakukan pada saat batako berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tekan batako dengan serabut kelapa 1 % 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.4 Berdasarkan Tabel 4.4 menjelaskan hasil kuat tekan batako yang menggunakan bahan tambah serabut kelapa 1 % didapat kuat tekan rata-rata pada umur batako 28 hari sebesar 14,68 Mpa.

Tabel 4.4: Hasil pengujian kuat tekan batako serabut kelapa 1 % 28 hari.

No	Benda Uji Batako 21x10x10	Berat Benda Uji (Kg)	Luas Penampang (cm <sup>2</sup> )	Beban Tekan (kN)	Kuat Tekan (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan (Mpa)
1	BS – 1 %	4.10	210	325	157.81	15.46
2	BS – 1 %	3.96	210	315	152.96	15.00
3	BS – 1 %	3.86	210	285	138.39	13.57
Rata-rata		3.97	210	308.3	149.72	14.68

#### 4.2.3 Kuat Tekan Batako Dengan Bahan Tambah serabut Kelapa 2 % (Saat Pengujian).

Pengujian batako dengan variasi serabut kelapa 2 % dilakukan pada saat batako berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tekan batako dengan serabut kelapa 2 % 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.5 Berdasarkan Tabel 4.5 menjelaskan hasil kuat tekan batako yang menggunakan bahan tambah serabut kelapa 2 % didapat kuat tekan rata-rata pada umur batako 28 hari sebesar 14,92 Mpa.

Tabel 4.5: Hasil pengujian kuat tekan batako serabut kelapa 2 % 28 hari.

No	Benda Uji Batako 21x10x10	Berat Benda Uji (Kg)	Luas Penampang (cm <sup>2</sup> )	Beban Tekan (kN)	Kuat Tekan (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan (Mpa)
1	BS – 2 %	3.96	210	360	174.81	17.14
2	BS – 2 %	3.78	210	335	162.67	15.95
3	BS – 2 %	3.68	210	245	118.97	11.67
Rata-rata		3.81	210	313.3	152.15	14.92

#### 4.2.4 Kuat Tekan Batako Dengan Bahan Tambah serabut Kelapa 3 % (Saat Pengujian).

Pengujian batako dengan variasi serabut kelapa 3 % dilakukan pada saat batako berumur 28 hari dengan jumlah benda uji 3 buah. Hasil kuat tekan batako dengan serabut kelapa 3 % 28 hari dapat dilihat pada Tabel 4.6 Berdasarkan Tabel 4.6 menjelaskan hasil kuat tekan batako yang menggunakan bahan tambah serabut kelapa 3 % didapat kuat tekan rata-rata pada umur batako 28 hari sebesar 8,57 Mpa.

Tabel 4.6: Hasil pengujian kuat tekan batako serabut kelapa 3 % 28 hari.

No	Benda Uji Batako 21x10x10	Berat Benda Uji (Kg)	Luas Penampang (cm <sup>2</sup> )	Beban Tekan (kN)	Kuat Tekan (Kg/cm <sup>2</sup> )	Kuat Tekan (Mpa)
1	BS – 3 %	3.60	210	185	89.83	8.81
2	BS – 3 %	3.56	210	175	84.98	8.33
3	BS – 3 %	3.52	210	180	87.40	8.57
	Rata-rata	3.56	210	180	87.48	8.57

Dari penelitian kuat tekan di atas, banyak terdapat perbedaan nilai kuat tekan. Meskipun memiliki dimensi dan berat yang relatif seragam dapat disebabkan oleh variasi homogenitas campuran serta perbedaan proses pemadatan saat pencetakan. Homogenitas campuran yang kurang optimal, seperti distribusi semen, agregat, dan air yang tidak merata, berpotensi menimbulkan zona lemah (weak zone) pada struktur batako. Zona lemah ini menyebabkan tegangan tidak dapat terdistribusi secara merata saat menerima beban, sehingga mempercepat terjadinya keruntuhan.

Selain itu, tingkat pemadatan yang berbeda pada proses pencetakan juga berpengaruh signifikan terhadap kekuatan akhir. Batako yang mengalami pemadatan lebih baik akan memiliki pori-pori lebih sedikit dan ikatan partikel yang lebih rapat, sehingga mampu menahan beban tekan yang lebih tinggi. Sebaliknya, pemadatan yang kurang sempurna meninggalkan rongga udara di dalam struktur, yang menjadi titik awal retak dan penurunan kuat tekan.

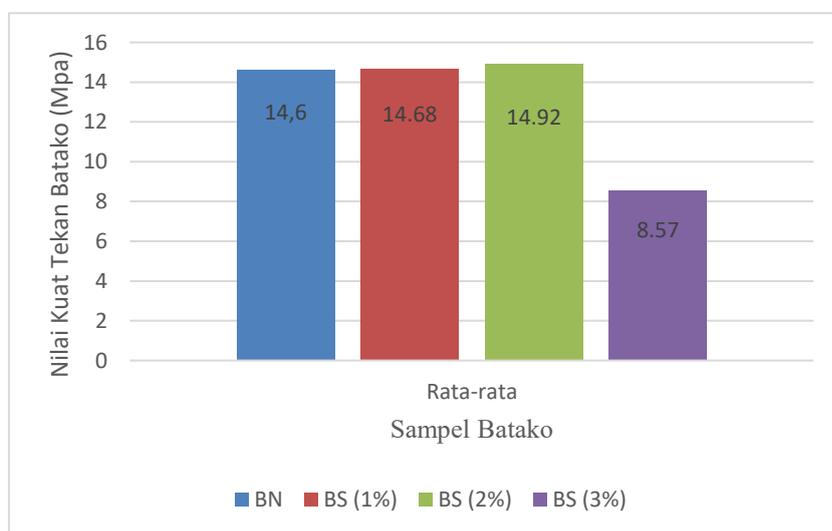
#### 4.2.5 Standar Deviasi

Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan batako, dilakukan perhitungan standar deviasi untuk mengetahui seberapa besar penyebaran data terhadap nilai rata-ratanya. Perhitungan standar deviasi menggunakan rumus:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (4.1)$$

Tabel 4.7: Standar deviasi kuat tekan setiap variasi

Benda Uji	Data Kuat Tekan (Mpa)	Rata-Rata (Mpa)	Standar Deviasi
BN	18.09 11.90 13.81	14.6	3.17
BS – 1%	15.46 15.00 13.57	14.68	0.98
BS – 2%	17.14 15.95 11.67	14.92	2.87
BS – 3%	8.81 8.33 8.57	8.57	0.24



Gambar 4.2: Grafik nilai kuat tekan rata-rata batako semua variasi

Dari data kuat tekan batako pada umur 28 hari dilihat pada gambar 4.3 di atas, menunjukkan bahwa kuat tekan batako normal tanpa bahan tambahan serabut kelapa, hasilnya adalah sebesar 14,6 Mpa, nilai ini sesuai dengan persyaratan fisis

yang ditentukan oleh SNI 03-0349-1989 dan masuk dalam golongan batako pejal dengan kualitas I, dapat dilihat pada Tabel 2.2. Sedangkan untuk batako dengan campuran bahan tambah serabut kelapa, hasilnya menunjukkan terjadi kenaikan pada penambahan 1 % dengan hasil 14,68 Mpa dan penambah 2 % serabut kelapa dengan hasil 14,92 Mpa. Pada penambahan 3 % serabut kelapa mengalami penurunan dengan hasil 8,57.

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa nilai kuat tekan batako mengalami kenaikan dari sampel batako normal (BN) ke variasi dengan penambahan serabut kelapa 1% dan 2%, namun mengalami penurunan yang cukup drastis pada variasi 3%. Pada penambahan serabut kelapa sebesar 1%, nilai kuat tekan meningkat dibandingkan batako normal. Hal ini disebabkan karena serabut kelapa berfungsi sebagai penguat tambahan (mikrofiber) yang membantu menahan retakan-retakan halus sehingga struktur batako menjadi lebih padat dan kuat. Kenaikan semakin terlihat pada variasi 2%, dimana kuat tekan mencapai nilai tertinggi. Kondisi ini menunjukkan bahwa penambahan serabut kelapa sebesar 2% merupakan komposisi optimum, karena serabut mampu terdistribusi secara merata tanpa mengganggu kepadatan adonan, sehingga daya ikat semen terhadap agregat tetap maksimal.

Namun, ketika kadar serabut ditingkatkan menjadi 3%, kuat tekan batako justru menurun secara signifikan. Hal ini dikarenakan jumlah serabut yang terlalu banyak menyebabkan terjadinya aglomerasi atau penggumpalan serabut yang mengurangi homogenitas campuran. Selain itu, serabut yang berlebih menimbulkan rongga udara lebih banyak sehingga kepadatan batako berkurang dan struktur menjadi lebih porous. Di samping itu, sebagian besar semen lebih banyak digunakan untuk melapisi serabut dibandingkan mengikat agregat, sehingga ikatan pasta semen melemah. Akibatnya, nilai kuat tekan batako pada variasi 3% jauh lebih rendah dibandingkan variasi sebelumnya. Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Galih Prayogi 2023, Pengaruh tambahan serat sabut kelapa terhadap kuat tekan dan kuat tarik belah beton"). mn

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

Berdasarkan hasil pengolahan data dan pembahasan serta diskusi, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai hasil dari penelitian ini. Saran dikemukakan dengan tujuan agar penelitian ini dapat dikembangkan dan dilanjutkan oleh peneliti lainnya.

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil pengujian dan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan:

1. Penambahan variasi komposit serabut kelapa campuran batako menghasilkan pengaruh kuat tekan pada batako. Berdasarkan dari data kuat tekan batako umur 28 hari yang dihasilkan bahwa variasi komposit serabut kelapa dapat mempengaruhi mutu beton yang didapat, yaitu:
  - a. Batako tanpa penambahan serabut kelapa menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 14,6 MPa.
  - b. Batako dengan penambahan serabut kelapa dari berat agregat halus sebanyak 10% menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 14,68 MPa.
  - c. Batako dengan penambahan serabut kelapa dari berat agregat halus sebanyak 20% menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 14,92 MPa.
  - d. Batako dengan penambahan serabut kelapa dari berat agregat halus sebanyak 30% menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 8,57 Mpa
2. Untuk penambahan serabut kelapa memiliki penurunan paling besar pada penambahan serabut kelapa sebesar 3% dengan penurunan kuat tekan rata-rata yang terjadi sebesar 8,57 Mpa.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan kesimpulan yang telah diuraikan, maka saran-saran berikut diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya dan penerapan praktis di lapangan:

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan variasi persentase serabut kelapa di bawah 1% dan di atas 3% untuk mengetahui batas optimal pencampuran terhadap kuat tekan dan karakteristik fisik batako.
2. Disarankan untuk menguji parameter tambahan seperti ketahanan terhadap air, kuat lentur, daya serap, dan tahan api, guna mengetahui performa batako secara lebih menyeluruh.
3. Penelitian dapat diperluas dengan membandingkan serabut kelapa dengan limbah organik lainnya seperti sekam padi, jerami, atau limbah pertanian lainnya untuk menemukan alternatif bahan tambahan terbaik.
4. Dalam penerapan di lapangan, disarankan untuk melakukan analisis biaya produksi untuk melihat apakah penggunaan serabut kelapa memberikan keuntungan dari sisi ekonomi.
5. Pemerintah, akademisi, dan pelaku industri konstruksi perlu lebih aktif dalam mensosialisasikan penggunaan material bangunan ramah lingkungan yang berasal dari limbah organik, sebagai langkah konkret dalam mendukung pembangunan berkelanjutan.
6. Untuk skala industri, penelitian ini dapat menjadi dasar bagi produsen batako dalam merancang produk baru yang lebih efisien, murah, dan memiliki daya saing tinggi di pasar.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andreansyah, Rahma Rosaliana Saraswati, and Ersya Ayu Lestari. 2019. "Uji Tekanan Dan Daya Serap Air Pada Batako Berbahan Dasar Campuran Limbah Styrofoam, Serat Kelapa, Dan Abu Gosok." *Risenologi* 4(1): 9–14. doi:10.47028/j.risenologi.2019.41.48.
- Adolph, Ralph. 2016. "PENGARUH PENAMBAHAN MATERIAL BAN BEKAS DAN  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  TERHADAP MODULUS ELASTISITAS DAN KETAHANAN API PADA BATAKO." : 1–23.
- Area Universitas Medan, 2023. "ANALISIS KUAT TEKAN BETON MENGGUNAKAN STYROFOAM SEBAGAI BAHAN TAMBAH PEMBUATAN BATAKO".
- Badan Standarisasi Nasional. 1989. "SNI 03-0349-1989 Spesifikasi Bata Beton Untuk Pasangan Dinding." *Sni 03-0349-1989* (1): 1–6.
- Candra, Rizal Nufal, Andri Kusuma, Diah Indah Priyani, Ilma Wiwit, Rahina Wati, Didimus Hane, Rahmat Supriyanto, et al. 2024. "Inovasi Ramah Lingkungan: Mengubah Limbah Sabut Kelapa Menjadi Solusi Yang Berkelanjutan." 4(1): 11–21. doi:10.17977/um065v4i12024p11-21.
- Fahrul, Dimas, Octovianus Jamlaay, and Maslan Abdin. 2023. "Journal Agregate Vol. 2, No. 1, Maret 2023." 2(1): 1–11.
- Ginting, Alprida. 2019. "PENGARUH PENAMBAHAN SERAT SERABUT KELAPA DAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI PENGGANTI PASIR TERHADAP KUAT TARIK PADA BETON BERSERAT (Studi Penelitian)."
- Nu'man, Muhammad. 2023. "Pengaruh Tambahan Serat Sabut Kelapa Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Tarik Belah Beton".
- Ro, Ahmad, Agus Yulianto, and Budi Astuti. 2024. "Pengaruh Penambahan Pasir Silika Kasar Terhadap Massa Jenis Dan Daya Serap Air Batu Bata The Effect of Adding Coarse Silica Sand on the Density and Water Absorbency of Bricks." 22(1): 24–30.
- Samsul, Samsul, Herwani Herwani, and Asep Supriyadi. 2015. "Pengujian Sifat Mekanis Batako Pejal Dengan Serat Kelapa Dengan Variasi 1,5 Cm, 2 Cm Dan 2,5 Cm." *Jurnal Teknik Kelautan , PWK , Sipil, dan Tambang* 2(2).
- Sayfullah. S, Muh., Musrifin Musrifin, Risnawati Risnawati, and Israel Padang. 2021. "Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa Dan Tempurung Kelapa Terhadap Nilai Kuat Tekan Batako." *SCEJ (Shell Civil Engineering Journal)*

6(2): 54–58. doi:10.35326/scej.v6i2.2104.

Slat, Ventje B, Ahmad Y Abas, and Helen G Mantiri. 2024. “LIMBAH SABUT KELAPA SEBAGAI BAHAN PENGISI UNTUK PEMBUATAN BATAKO RINGAN.” : 404–10.

SNI-03-2834. 2002. “Tata Cara Pembuatan Rencana Beton Normal.”

Sumbawaty, Nola, Sukainil Ahzan, and Dwi Sabda Budi Prasetya. 2018. “Uji Porositas Dan Kuat Tekan Batako Ringan Berbahan Dasar Limbah Pengolahan Emas (LPE) Dengan Filler Pohon Pisang (FPP).” *Jurnal Penelitian dan Pengkajian Ilmu Pendidikan: e-Saintika* 1(2): 87. doi:10.36312/e-saintika.v1i2.107.

Tekan, Kuat, Kuat Lentur dan Daya Serap Air untuk Batako dengan Penambahan Serat Sabut Kelapa Rilya Rumbayan, Jurusan Teknik Sipil, and Politeknik Negeri Manado. 2020. “Jurnal TEKNIK SIPIL TERAPAN.” *Jtst* 2(3): 48–57. <http://jurnal.polimdo.ac.id/>.

Wibowo, Hartanto, and Fengky Yoresta. 2018. “Pengaruh Penambahan Serat Terhadap Karakteristik Mekanis Batako.” *Journal of Infrastructural in Civil Engineering (JICE)* 05(01): 10–20.

**LAMPIRAN**  
**DOKUMENTASI PENGUJIAN**



Gambar L1: Peralatan pengujian agregat halus



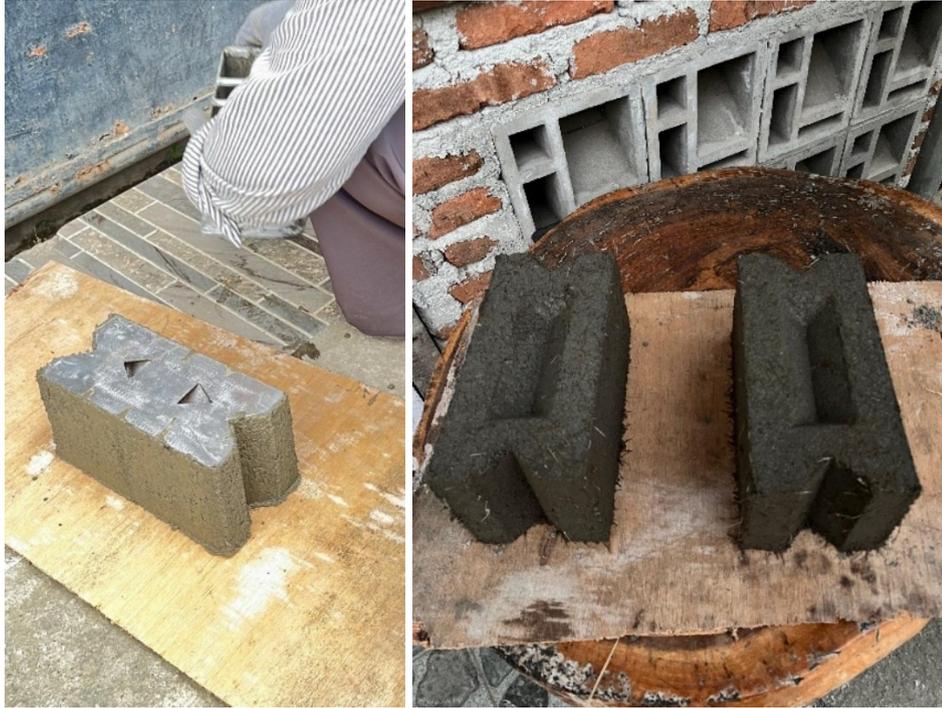
Gambar L2: Agregat halus benda uji



Gambar L3: Serabut kelapa benda uji



Gambar L4: Proses pencetakan benda uji



Gambar L5: Benda uji setelah dicetak



Gambar L6 : Benda uji dibiarkan disuhu ruangan



Gambar L7 : Proses pengujian dengan mesin compression testing machine

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap : Awanis Sabrina Rangkuti  
Tempat Tanggal Lahir : Pematang Siantar, 11 Maret 2003  
Alamat : Dsun III, GG Pribadi, Buntu Bedimbar, Tanjung Morawa  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Agama : Islam  
No.HP/Telp : 0821-6384-5513  
Nama Orang Tua  
Ayah : Usni Thamrin Rangkuti  
Ibu : Deni Apriani

### RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 2107210087  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Alamat Perguruan Tinggi : Jalan Kapten Muchtar Basri BA No.3 Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama Dan Tempat	Tahun Kelulusan
1	TK	TK Kemala Bhayangkari 2	2009
2	SD	SD NEGERI 105855	2015
3	SMP	PPI Darul Arafah	2018
4	SMA	PPI Ibadurrahman	2021
5	Melanjutkan Kuliah Di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2021 Sampai Selesai		