

**TUGAS AKHIR**  
**ANALISIS PENAMBAHAN SERAT KELAPA SAWIT TERHADAP DAYA**  
**TAHAN BATA TEKAN TANPA BAKAR**

*(Studi Penelitian)*

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

**Disusun Oleh:**

**RIFDA SALSABILLA**  
**1907210030**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Rifda Salsabilla

NPM : 1907210030

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis Penambahan Serat Kelapa Sawit Terhadap Daya  
Tahan Bata Tekan Tanpa Bakar

Bidang Ilmu : Struktur

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

Disetujui Untuk Disampaikan

Kepada Panitia Ujian:

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'F' followed by a horizontal line and a smaller, more complex signature.

Fetra Venny Riza, S.T., M.Sc., Ph.D

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Rifda Salsabilla

NPM : 1907210030

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis Penambahan Serat Kelapa Sawit Terhadap Daya Tahan Bata Tekan Tanpa Bakar

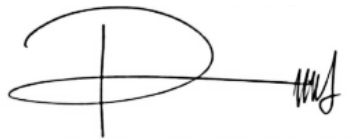
Bidang Ilmu : Struktur

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

Medan, 7 Desember 2023

Mengetahui dan Menyetujui

Dosen Pembimbing



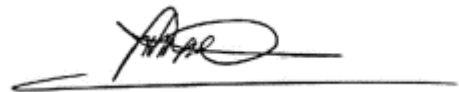
Fetra Venny Riza, S.T., M.Sc., Ph.D

Dosen Pembanding I



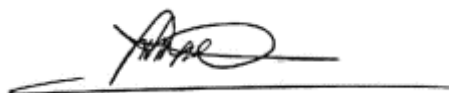
Rizki Efrida, S.T., M.T

Dosen Pembanding II



Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain

Ketua Prodi Teknik Sipil



Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Rifda Salsabilla  
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 16 Agustus 2001  
Npm : 1907210030  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil

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

**“Analisis Penambahan Serat Kelapa Sawit Terhadap Daya Tahan Bata Tekan Tanpa Bakar (Studi Penelitian).”**

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

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

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

Medan, 7 Desember 2023

Saya yang menyatakan,



Rifda Salsabilla

## **ABSTRAK**

### **ANALISIS PENAMBAHAN SERAT KELAPA SAWIT TERHADAP DAYA TAHAN BATA TEKAN TANPA BAKAR**

Rifda Salsabilla

1907210030

Fetra Venny Riza, S.T., M.Sc., Ph.D

Bata merah merupakan salah satu jenis bahan bangunan yang sampai saat ini masih digunakan. Bata merah pada umumnya dibakar dengan menggunakan suhu yang cukup tinggi, hal tersebut menimbulkan masalah lingkungan karena menghasilkan karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) ke udara. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan alternatif proses pembuatan dan komposisi optimal bata tanpa bakar dengan campuran serat kelapa sawit (SKS) dan untuk mengetahui nilai daya tahan pada bata tanpa bakar dengan bahan tambah SKS. Penelitian ini menggunakan metode studi literatur dan metode eksperimen dengan cara membuat bata tanpa bakar dengan inovasi material pembentuknya selain tanah juga ditambahkan pasir, semen, kapur, dan SKS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan daya serap bata dengan bahan tambah SKS dengan rata-rata nilai sebesar 0,327% dibandingkan dengan bata kontrol dengan rata-rata nilai sebesar 0,286%. Nilai kadar garam bata tanpa bakar yaitu 0,00215625%. Rata-rata berat jenis bata tanpa bakar sebesar 1,44 kg/cm. Dengan komposisi 67% tanah + 8% pengikat (semen dan kapur) + 17% pasir dan 8% SKS menunjukkan peningkatan daya serap air selama 12 siklus sebesar 33,65% untuk variasi Cement Galong SKS (CGS) dan 20,13% untuk variasi Lime Galong SKS (LGS). Namun peningkatan daya serap air pada bata dengan bahan tambah SKS setelah 12 siklus tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kondisi fisik bata tanpa bakar. Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat bahwa penambahan serat kelapa sawit (SKS) pada bata tanpa bakar dapat memperlambat proses kehancuran bata.

Kata kunci: Bata tanpa bakar, Serat kelapa sawit, Daya serap air

## ABSTRACT

### ANALYSIS OF THE ADDITION OF OIL PALM FIBER ON THE DURABILITY OF UNFIRED BRICKS

Rifda Salsabilla

1907210030

Fetra Venny Riza, S.T., M.Sc., Ph.D

*Red brick is one type of building material that is still used today. Red bricks are generally burned using a fairly high temperature, which causes environmental problems because it produces carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) into the air. This research aims to obtain an alternative manufacturing process and optimal composition of unburned bricks with a mixture of palm fiber (SKS) and to determine the durability value of unburned bricks with SKS added ingredients. This research uses literature study method and experimental method by making unfired bricks with the innovation of forming materials other than soil also added sand, cement, lime, and SKS. The results showed that there was an increase in the absorption capacity of bricks with SKS added material with an average value of 0.327% compared to control bricks with an average value of 0.286%. The salt content value of unburned bricks is 0.00215625%. The average specific gravity of unfired bricks was 1.44 kg/cm. The composition of 67% soil + 8% binder (cement and lime) + 17% sand and 8% SKS showed an increase in water absorption over 12 cycles of 33.65% for the Cement Galong SKS (CGS) variation and 20.13% for the Lime Galong SKS (LGS) variation. However, the increase in water absorption of bricks with SKS added materials after 12 cycles did not significantly affect the physical condition of unfired bricks. Based on these results, it can be seen that the addition of palm fiber (SKS) to unfired bricks can slow down the brick destruction process.*

*Key words: Unfired brick, Palm fiber, Water absorption*

## 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 Penambahan Serat Kelapa Sawit Terhadap Daya Tahan Bata Tekan Tanpa Bakar” 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 Fetra Venny Riza, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain selaku Dosen Pembimbing II dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing I dan Penguji yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, sekaligus sebagai Sekretaris Program Studi Teknik Sipil.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu Teknik Sipil kepada penulis.

7. Bapak/Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
8. Teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Suparjo dan Ibunda tercinta Dana Ismayani yang telah bersusah payah membesarkan dan memberikan kasih sayangnya yang tidak ternilai kepada penulis.
9. Terima kasih teruntuk sahabat penulis Silvi Nursyahdila, Shofiyyah Asrida, Shofie Adinda.DZ, Shinta Ariani, dan Annisa Salsabilla Yusra yang telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.
10. Rekan-rekan seperjuangan kelompok penelitian bata terutama M.Aditya Rizqi, Ikhsan Aidil Azhar, Nurul Fadhillah Simbolon, Putri Aisyah Harahap, dan juga seluruh teman-teman mahasiswa/I Teknik Sipil 19 yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa penulisan proposal ini masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan penulisan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Medan, 7 Desember 2023

Penulis



Rifda Salsabilla



## DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Pembahasan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Bata Tanpa Bakar	4
2.2 Syarat Mutu Batu Bata	6
2.3 Material Pembentukan Campuran Bata	11
2.4 Pengujian Daya Tahan Bata	18
BAB 3 METODE PENELITIAN	20
3.1 Umum	20
3.1.1 Data Primer	20
3.1.2 Data Sekunder	20
3.2 Bagan Alir Penelitian	21
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian	22
3.4 Bahan yang digunakan	22
3.5 Alat yang digunakan	27
3.6 Pengambilan dan Pengolahan Data Sampel	30
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	35

4.1 Hasil Penelitian	35
4.2 Pemeriksaan Agregat Halus	35
4.2.1 Analisa Saringan Agregat Halus	35
4.2.2 Kadar Lumpur Agregat Halus	36
4.2.3 Kadar Air Agregat Halus	37
4.3 Pemeriksaan Tanah	37
4.3.1 Uji Indeks Plastisitas Tanah Galong	37
4.3.2 Uji Kadar Air Tanah	39
4.3.3 Analisa Butiran Tanah Galong	40
4.4 Hasil dan Analisa Pengujian Bata Tanpa Bakar	41
4.4.1 Penyerapan Air Bata Tanpa Bakar	41
4.4.2 Berat Jenis Bata Tanpa Bakar	43
4.4.3 Kadar Garam Bata Tanpa Bakar	43
4.4.4 Sifat Tampak Bata Tanpa Bakar	45
4.4.5 Daya Tahan Bata Tanpa Bakar	46
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>	49
5.1 Kesimpulan	49
5.2 Saran	49
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	50
<b>LAMPIRAN</b>	53
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	64

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Hasil Penelitian bata tanpa bakar sebelumnya	5
Tabel 2.2	Kuat tekan rata-rata bata merah pejal (SNI 15-2094-2000)	7
Tabel 2.3	Hasil kuat tekan bata penelitian terdahulu	8
Tabel 2.4	Penelitian terdahulu tentang kadar garam	9
Tabel 2.5	Penelitian terdahulu tentang berat jenis	10
Tabel 2.6	Penelitian terdahulu tentang daya serap air	11
Tabel 2.7	Penggunaan tanah lempung sebagai bahan campuran.	12
Tabel 2.8	Penelitian terdahulu dengan campuran serat (fiber) kelapa sawit	14
Tabel 2.9	Penelitian terdahulu menggunakan air sebagai bahan campuran	15
Tabel 2.10	Penggunaan semen pada pembuatan bata tanpa bakar	16
Tabel 2.11	Penelitian terdahulu penambahan kapur	17
Tabel 2.12	Penelitian terdahulu penambahan pasir	18
Tabel 2.13	Penelitian terdahulu tentang pengujian daya tahan bata	19
Tabel 3.1	Jadwal Penelitian	22
Tabel 3.2	Data spesifikasi kapur	23
Tabel 3.3	Data spesifikasi semen	25
Tabel 3.4	Variasi Komposisi Sampel	31

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Bagan alir penelitian	21
Gambar 3.2	Tanah Galong	23
Gambar 3.3	Air	23
Gambar 3.4	Kapur	25
Gambar 3.5	Semen	26
Gambar 3.6	Pasir	26
Gambar 3.7	Serat kelapa sawit	26
Gambar 3.8	Cetakan bata	27
Gambar 3.9	Mesin cetak bata dengan pompa hidrolik	27
Gambar 3.10	Timbangan digital	28
Gambar 3.11	Saringan	28
Gambar 3.12	Gelas ukur	28
Gambar 3.13	Penggaris	29
Gambar 3.14	Pan	29
Gambar 3.15	Sekop	29
Gambar 3.16	Rancangan bata	31
Gambar 4.1	Grafik analisa saringan agregat halus	36
Gambar 4.2	Grafik plastisitas tanah galong	38
Gambar 4.3	Uji Indeks Plastisitas Tanah Galong	39
Gambar 4.4	Grafik analisa butiran tanah galong	40
Gambar 4.5	Analisa Butiran Tanah Galong	40
Gambar 4.6	Grafik penyerapan air bata tanpa bakar	41
Gambar 4.7	Proses pengujian daya serap air	42
Gambar 4.8	Grafik pengujian berat jenis bata	43
Gambar 4.9	Grafik uji kadar garam bata tanpa bakar	44
Gambar 4.10	Proses pengujian kadar garam	45
Gambar 4.11	Sifat tampak bata	45
Gambar 4.12	Grafik pengujian daya tahan pada bata control	46
Gambar 4.13	Grafik pengujian daya tahan pada bata Serat Kelapa Sawit	47
Gambar 4.14	Proses uji daya tahan dengan metode drying dan wetting	47

## DAFTAR NOTASI

PI	= Indeks plastisitas (%)
LL	= Batas cair (%)
PL	= Batas plastis (%)
$V_{sch}$	= Volume batu bata ( $m^3$ )
$P_{maks}$	= Maksimum besaran gaya tekan (kg)
A	= Luas penampang ( $cm^2$ )
F	= Kuat tekan benda uji ( $kg/cm^2$ )
C	= Berat setelah direndam (gr)
b	= Berat dalam air (gr)
Md	= Berat kering (gr)
Ww	= Berat normal (gr)

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada umumnya bata berbahan dasar tanah liat dengan tambahan bahan lain, dibakar pada suhu tinggi hingga bata tidak mudah hancur bila direndam dalam air. Tanah liat dicetak dalam cetakan kayu atau baja, tanah hasil cetakan itu kemudian dikeringkan, dan lalu dibakar pada suhu tinggi (Darwis et al., 2016).

Bata yang dibakar dapat menimbulkan masalah lingkungan, seperti melepaskan sejumlah karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang signifikan ke udara, hal tersebut memiliki efek langsung terhadap perubahan iklim. Dalam jangka pendek, diperlukan usaha bersama untuk menangani dampak dari karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) melalui penelitian inovatif pada bahan konstruksi hemat energi seperti bata tanpa bakar.

Michael F. Ashby (1992) mengemukakan bahwa penggunaan material komposit mempunyai sejarah yang panjang, awalnya tidak diketahui dengan pasti, tetapi dalam catatan sejarah menunjukkan bahwa pemakaian material komposit telah ada sejak jaman Mesir kuno dimana jerami digunakan untuk memperkuat lempung batu bata dan kayu yang disusun berlapis untuk mendapatkan ketahanan terhadap ekspansi panas serta mengatasi kelembaban.

Di Indonesia terjadi penumpukan limbah industri yang tidak terkelola sehingga menimbulkan dampak pada lingkungan. Mengubah limbah tersebut menjadi salah satu campuran bahan konstruksi adalah tindakan efektif untuk menyelamatkan lingkungan dan memberikan keuntungan ekonomi. Salah satu jenis limbah tersebut adalah serat kelapa sawit (SKS). Perkebunan kelapa sawit Indonesia setiap tahun mengalami peningkatan luas areal dan jumlah pelaku usaha yang membuka lahan baru. Luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia pada tahun 2019 adalah 14.456.611 ha yang diperkirakan menjadi 15.081.021 ha pada tahun 2021 (Ditjenbun, 2021).

SKS merupakan sampah dari perasan buah kepala sawit dengan bentuk serabut seperti benang. SKS ini berisi protein kasar sekitar 4% dan serat kasar 36% (lignin

26%) serta memiliki kalori 2637 kkal/kg – 3998 kkal/kg. SKS untuk alternatif bahan bakar adalah sampah padat yang diproduksi oleh pabrik kelapa sawit yaitu ampas serat yang di produksi dari stasiun fiber cyclone setelah melalui proses ekstraksi melewati unit screw press (Trianah, 2022).

Dari latar belakang tersebut, maka penulis bermaksud melakukan penelitian tentang “**ANALISIS PENAMBAHAN SERAT KELAPA SAWIT TERHADAP DAYA TAHAN BATA TEKAN TANPA BAKAR**”. Dengan adanya penambahan limbah SKS pada material batu bata diharapkan dapat menambah nilai ekonomis dari limbah SKS tersebut, dan dapat mengurangi pencemaran lingkungan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana komposisi optimal bata tanpa bakar dengan bahan tambah SKS?
2. Bagaimana daya tahan bata tanpa bakar dengan bahan tambah SKS?

## **1.3 Ruang Lingkup Penelitian**

Sesuai dengan judul dan ruang lingkup serta sasaran pembahasan yang dicapai, maka peneliti melakukan pembatasan masalah agar penelitian ini lebih terarah dan untuk mendapatkan hasil sesuai dengan pembahasan yang telah ditentukan. Batasan-batasan dalam pembahasan masalah ini adalah:

1. Bahan tambah yang digunakan sebagai campuran bata tanpa bakar adalah SKS.
2. Pengujian bata tanpa bakar hanya tertuju pada daya tahan.
3. Bahan yang digunakan adalah tanah galong, pasir, semen, air dan SKS.

## **1.4 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan penelitian ini, yaitu:

1. Untuk mengetahui komposisi optimal bata tanpa bakar dengan SKS.
2. Untuk mengetahui nilai daya tahan pada bata tanpa bakar dengan bahan tambah SKS.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian ini adalah pemanfaatan limbah SKS sebagai bahan tambah dalam penelitian batu bata tanpa bakar dengan syarat kualitas baik dan memenuhi standar kekuatan, dapat memberikan kontribusi dalam dunia industri, dan mengurangi limbah SKS sehingga dapat memberikan nilai lebih bagi masyarakat.

## **1.6 Sistematika Pembahasan**

Untuk memudahkan pembahasan dalam penelitian ini, maka sistematika penulisan penelitian disusun dalam lima bab. Adapun sistematika penulisan penelitian adalah sebagai berikut:

### **BAB 1 PENDAHULUAN**

Bab ini akan mengawali penulisan dengan menjelaskan latar belakang masalah yang akan dibahas, rumusan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian, manfaat penelitian serta sistematika penulisan.

### **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini akan menjelaskan tentang teori yang berhubungan dengan judul tugas akhir dan metode-metode perhitungan yang digunakan.

### **BAB 3 METODE PENELITIAN**

Bab ini menerangkan tentang tempat dan waktu penelitian, sumber data, teknik pengumpulan data dan juga bagan alir.

### **BAB 4 ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menjelaskan tentang hasil penelitian dan pembahasan singkat mengenai hasil penelitian, permasalahan dan pemecahan masalah selama penelitian.

### **BAB 5 PENUTUP**

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dan saran.

### **DAFTAR PUSTAKA**

### **LAMPIRAN**



## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Bata Tanpa Bakar

Bata merah merupakan salah satu jenis bahan bangunan yang sampai saat ini masih digunakan dalam pembangunan konstruksi bangunan sipil, dimana bata dibuat dari tanah dengan atau tanpa bahan campuran lain. Bata dibakar dengan menggunakan suhu yang cukup tinggi, hingga tidak dapat hancur lagi jika direndam dalam air (Widodo & Artiningsih, 2021).

Menurut SNI 15-2094-2000 mendefinisikan bata merah adalah bahan bangunan yang berbentuk prisma segiempat panjang. Pejal atau bertulang dengan volume lubang maksimum 15% dan digunakan untuk konstruksi dinding bangunan, yang dibuat dari tanah liat dengan atau tanpa dicampur bahan aditif pada suhu tertentu.

Pada umumnya bata berbahan dasar tanah liat dengan tambahan bahan lain, dibakar pada suhu tinggi hingga bata tidak mudah hancur bila direndam dalam air. Mula-mula tanah liat dibuat plastis dan dicetak dalam cetakan kayu atau baja. Tanah hasil cetakan itu kemudian dikeringkan, dan lalu dibakar pada suhu tinggi (Darwis et al., 2016).

Industri bata yang saat ini ada di Indonesia pada umumnya dilakukan melalui proses pembakaran, tetapi cara pembuatan bata tersebut memberikan dampak negatif bagi lingkungan, karena menghasilkan peningkatan karbondioksida dalam jumlah besar. Gas karbondioksida merupakan salah satu gas penyebab utama terjadinya masalah lingkungan, seperti efek rumah kaca dan polusi udara. Oleh karena itu, dibutuhkan alternatif proses produksi bata untuk mengurangi emisi gas karbondioksida dengan cara membuat bata tanpa pembakaran.

Bata tanpa bakar (*Unfired Bricks*) merupakan batu bata yang terbuat dari material tanah dengan penambahan aditif tertentu. Proses pengeringan bata ini tidak dilakukan dengan proses pembakaran namun dengan proses pengeringan oleh udara/angin dan pengikatan material menggunakan mortar (atau sejenisnya) serta

dapat dilakukan proses pengecatan. Bata ini dapat dikategorikan sebagai bata tradisional namun modern (Amazian, 2018).

Pada prinsipnya bata dapat mengeras dengan sendirinya, baik hanya dengan dijemur ataupun dibiarkan mengering di udara terbuka akan tetapi dalam waktu yang lebih lama dibandingkan dengan proses pembakaran. Oleh karena itu, perlu adanya penambahan suatu formula khusus pada campuran bata sebelum proses pencetakan berlangsung. Penambahan formula khusus seperti SKS ini bertujuan agar waktu pengeringan dapat dipersingkat atau bahkan dapat menambah kuat tekan bata bila memungkinkan.

Pengeringan bata tanpa bakar memiliki keuntungan antara lain berupa mengurangi polusi udara akibat proses pembakaran, biaya produksi dapat ditekan karena tidak lagi menggunakan bahan bakar berupa kayu atau sekam padi, meningkatkan jumlah produksi bata yang dapat dihasilkan karena tidak ada lagi batasan kapasitas tungku pembakaran.

Pembahasan bata tanpa bakar yang telah dilakukan oleh para peneliti dapat dilihat dari Tabel 2.1.

Tabel 2.1: Hasil Penelitian bata tanpa bakar sebelumnya

No	Judul	Hasil
1	Optimasi semen pada pembuatan batu bata tanpa bakar (Widodo & Artiningsih, 2021).	Pencetakan bata tanpa pembakaran dilakukan pada kondisi kadar air optimum guna mendapatkan kondisi plastis dengan tingkat penyusutan yang rendah, serta penambahan campuran semen 17 % pada bata tanpa bakar dengan pengeringan selama 7 hari dan dalam waktu 24 jam menghasilkan kuat tekan maksimal sebesar 52 kg/cm <sup>2</sup> .
2	Karakteristik batu bata tanpa pembakaran berbahan abu sekam padi dan kapur banawa (Darwis et al., 2016).	- Kuat tekan rata-rata terbesar batu bata tanpa bakar diperoleh 21,20 kg/cm <sup>2</sup> dengan kadar resapan air rata sebesar 36,19% dimana persentase kapur dan abu sekam padi sebesar 22,5% : 7,5%.

Tabel 2.1: Lanjutan

No	Judul	Hasil
2	Karakteristik batu bata tanpa pembakaran berbahan abu sekam padi dan kapur banawa (Darwis et al., 2016).	- Kadar air resapan rata-rata batu bata tanpa bakar terendah adalah 32,39% dengan perbandingan persentase kapur dan abu sekam padi yaitu 30% : 0%.
3	Karakteristik batu bata tanpa pembakaran dari limbah industri pertanian dan material alam (Irwansyah et al., 2018).	Bata tanpa bakar dari hasil uji sifat mekanis dan sifat fisik menghasilkan bata berukuran $225 \times 110 \times 55$ mm dengan kuat tekan 6,14 Mpa, kuat lentur 1,5 Mpa, densitas 1,60 $\text{kg/m}^3$ , porositas 18,65%, dan kadar air 7,98%.

## 2.2 Syarat Mutu Batu Bata

Standarisasi adalah proses merumuskan, menetapkan, menerapkan dan merevisi standar, yang dilaksanakan secara tertib melalui kerjasama dengan semua pihak yang berkepentingan (Purwanggono, 2009).

Standarisasi merupakan syarat mutlak dan menjadi suatu acuan penting dari sebuah industri di suatu negara. Salah satu contoh penting standarisasi dari sebuah industri adalah standarisasi dalam pembuatan batu bata. Di Indonesia sampai saat ini belum terdapat standar yang mengatur tentang pembuatan bata tanpa bakar, sehingga dalam penelitian ini penulis menggunakan standar batu bata bakar yaitu SNI 15-2094-2000 sebagai acuan.

Adapun syarat-syarat bata merah pejal dalam SNI 15-2094-2000 meliputi beberapa aspek seperti:

### a. Pandangan Luar

Bata merah pejal yang digunakan untuk pasangan dinding harus berbentuk prisma segi empat panjang, harus mempunyai rusuk-rusuk yang tajam dan siku, bidang sisi harus datar, tidak menunjukkan retak-retak dan perubahan bentuk yang berlebihan.

b. Ukuran

Standar bata merah di Indonesia oleh PU (Pekerjaan Umum) nomor 15-2094-2000 menetapkan suatu ukuran standar untuk bata merah sebagai berikut:

- 1) Panjang 240 mm, lebar 115 mm dan tebal 52 mm
- 2) Panjang 230 mm, lebar 110 mm dan tebal 50 mm

c. Kuat Tekan

Kuat tekan merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui kekuatan atau kemampuan suatu material atau benda untuk menahan tekanan atau beban. Nilai kuat tekan bata diperlukan untuk mengetahui kekuatan maksimum dari suatu benda untuk menahan tekanan atau beban hingga retak dan pecah. Kualitas bata biasanya ditunjukkan oleh besar kecilnya kuat tekan. Namun, besar kecilnya kuat tekan sangat dipengaruhi oleh suhu atau tingkat pembakaran, porositas dan bahan dasar (Hartog, 2021). Tekanan didefinisikan sebagai gaya tekan yang bekerja pada satu satuan luas permukaan yang mengalami gaya tekan.

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

Keterangan:

- P = Kuat tekan (kg/cm<sup>2</sup>)  
F = Beban maksimum (kg)  
A = Luas penampang bata (cm<sup>2</sup>)

Menurut SNI 15-2094-2000 mengenai bata merah pejal untuk pasangan dinding, kekuatan bata dapat diklasifikasikan dalam beberapa kelas:

Tabel 2.2: Kuat tekan rata-rata bata merah pejal (SNI 15-2094-2000)

Kelas	Kuat tekan rata-rata minimum dari 30 bata yang diuji kg/cm <sup>2</sup> (MPa)	Koefisien variasi dari kuat tekan rata-rata yang diuji %
50	50 (5)	22
100	100 (10)	15
150	150 (15)	15

Pembahasan kuat tekan bata tanpa bakar yang telah dilakukan peneliti dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3: Hasil kuat tekan bata penelitian terdahulu

No	Judul	Hasil
1	Karakteristik batu bata tanpa pembakaran berbahan abu sekam padi dan kapur banawa (Darwis et al., 2016).	Kuat tekan rata-rata terbesar batu bata tanpa pembakaran yang diperoleh adalah 21,20 MPa dengan kadar resapan air rata-rata sebesar 36,19%
2	Uji kuat tekan daya serap air dan masa jenis batu bata merah berbahan tambahan abu kulit dan janggal jagung di Wuluhan Jember (Hasanah et al., 2021).	Penambahan abu kulit jagung meningkatkan hasil kuat tekan lebih baik dibandingkan abu janggal jagung. Hasil menunjukkan bata merah berbahan tambah abu kulit jagung lebih unggul pada nilai kuat tekan dibandingkan bata jenis lain sebesar 49,5 MPa.
3	Pengaruh penambahan limbah botol kaca terhadap daya serap air dan uji kuat (Havis Ari Winata & Susanti Yusman, 2022).	Batu bata merah dengan campuran serbuk botol kaca dengan campuran 4% memiliki kuat tekan yang rendah yaitu 27,81 MPa sehingga sangat tidak memungkinkan dipakai dalam bidang konstruksi.

d. Kadar Garam

Kadar garam yang kurang dari 50% pada permukaan bata merah dengan lapisan putih tipis kristalisasi garam yang larut tidak berbahaya, 50% atau lebih permukaan bata merah ditutupi dengan lapisan putih yang sangat tebal ada kemungkinan kerusakan, dan jika lebih dari 50% pada permukaan bata merah ditutupi dengan lapisan putih tebal maka hal ini dapat membahayakan (Handayani, 2010).

Tabel 2.4: Penelitian terdahulu tentang kadar garam

No	Judul	Hasil
1	Batu bata non bakar solusi alternatif bahan konstruksi ramah lingkungan (Maryunani, 2009)	Tidak ditemukan adanya bercak putih pada bata, hal ini menunjukkan tidak adanya kadar garam berlebih.
2	Kualitas batu bata merah dengan penambahan serbuk gergaji (Handayani, 2010)	Hasil pengujian kadar garam batu bata merah dengan penambahan serbuk gergaji memenuhi persyaratan SII-0021-1978 dimana persentase kandungan kadar garam yang larut dan membahayakan masih dibawah 50%.

e. Densitas atau kerapatan

Menurut Susatyo (2014) densitas adalah massa atau berat sampel yang terdapat dalam satu satuan volume. Densitas yang disyaratkan untuk digunakan adalah  $1,60 \text{ gr/cm}^3 - 2,00 \text{ gr/cm}^3$ . Persamaan yang digunakan dalam menghitung densitas atau kerapatan batu bata adalah:

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (2. 2)$$

Keterangan:  $\rho$  = Densitas suatu bahan ( $\text{gr/cm}^3$ )  
 $m$  = Massa kering bahan (gr)  
 $v$  = Volume bahan ( $\text{cm}^3$ )

Tabel 2.5: Penelitian terdahulu tentang berat jenis

No	Judul	Hasil
1	Inovasi material pada pembuatan bata merah tanpa dibakar untuk kemakmuran industri kerakyatan (Amin, 2014)	Rata-rata berat jenis komposisi bata tanpa bakar adalah 2,47 gr/cm <sup>3</sup> , nilai tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan bata biasa dengan nilai sebesar 2,24 gr/cm <sup>3</sup> .
2	Variasi tanah lempung, tanah lanau dan pasir sebagai bahan campuran batu bata (Shalahuddin, 2012)	Berat jenis batu bata campuran tanah lempung, tanah lanau dan pasir tidak memenuhi standar spesifikasi berat jenis batu bata normal yaitu berkisar 1,60 - 2,00 gr/cm <sup>3</sup> .

f. Daya Serap Air dan Bobot Isi

Daya serap air adalah kemampuan bahan dalam menyerap air (daya hisap). Bobot isi adalah perbandingan berat dalam keadaan kering dengan bobot dalam kondisi jenuh air. Daya serap air yang tinggi akan berpengaruh pada pemasangan batu bata dan adukan karena air pada adukan akan diserap oleh batu bata sehingga pengeras adukan tidak berfungsi dan dapat mengakibatkan kuat adukan menjadi lemah. Daya serap yang tinggi disebabkan oleh besarnya kadar pori pada batu bata (batu bata tidak padat) (Handayani, 2010).

$$PA = \frac{A-B}{B} \times 100\% \quad (2.3)$$

Dimana:

PA = Penyerapan air (%)

A = Berat bata basah (kg)

B = Berat bata kering (kg)

Tabel 2.6: Penelitian terdahulu tentang daya serap air

No	Judul	Hasil
1	Analisis sifat fisik dan mekanik batu bata merah di Yogyakarta (Prayuda et al., 2018)	Nilai rata-rata penyerapan air batu bata merah dengan proses pembakaran sebesar 18,80%. Nilai tersebut cukup tinggi dan mendekati nilai maksimum yang telah disyaratkan pada SNI 15-2094-2000 yaitu 20%.
2	Effect of fly ash content on engineering properties of unfired building bricks (Huy & Phuoc, n.d.)	Perbedaan kandungan fly ash pada sampel batu bata dapat mempengaruhi nilai daya serap air. Penyerapan air batu bata meningkat secara signifikan dengan meningkatnya kandungan fly ash. Penambahan 50% fly ash dapat meningkatkan penyerapan air sebesar 31% dan 52%.

### 2.3 Material Pembentukan Campuran Bata

Material yang digunakan pada campuran bata tanpa bakar yang dipakai sebagai bahan penyusun utama yaitu tanah lempung, air, semen dan kapur serta bahan tambah SKS. Pada campuran ini, digunakan semen dan kapur sebagai pengganti bahan perekat.

Dalam pembuatan campuran bata tanpa bakar ini, material yang digunakan harus memiliki kualitas yang baik dan memenuhi syarat yang telah ditentukan sehingga menghasilkan bata yang mempunyai kuat tekan yang tinggi. Material-material yang digunakan antara lain:

#### 1. Tanah Lempung

Lempung atau tanah lempung merupakan partikel mineral berkerangka dasar silikat yang berdiameter kurang dari 5  $\mu\text{m}$ . Lempung mengandung leburan silica dan/atau aluminium halus. Unsur-unsur ini, silikon, oksigen, aluminium adalah unsur yang paling banyak menyusun kerak bumi. Lempung terbentuk dari proses pelapukan batuan silika oleh asam karbonat dan sebagian dihasilkan dari aktifitas panas bumi (Umar, 2018).



Tanah lempung merupakan bahan dasar yang digunakan pada pembuatan batu bata, dimana kegunaannya sangat menguntungkan bagi manusia karena bahan yang mudah didapat dan pemakaian hasil yang luas. Tanah lempung yang diolah tersebut berasal dari pelapukan batu-batuan seperti basal, andasit, granit dan lainnya yang banyak mengandung felspar.

Tanah lempung memiliki sifat-sifat yang khas yaitu bila dalam keadaan basah akan memiliki sifat plastis tetapi apabila dalam keadaan kering akan menjadi keras, sedangkan bila dibakar akan menjadi padat dan kuat.

Menurut Salahuddin (2012), dalam pemanfaatan tanah lempung untuk pembuatan batu bata, dibutuhkan beberapa syarat yang diikhtisarkan sebagai berikut:

- a. Tanah lempung digunakan harus memenuhi sifat plastis dan kohesif sehingga dapat mudah dibentuk. Lempung yang memiliki nilai plastis yang tinggi dapat menyebabkan batu bata yang dibentuk akan meledak, retak atau pecah saat dibakar. Lempung untuk bahan baku pembuatan batu bata harus mempunyai tingkat elastisitas plastis dan agak plastis. Dari indeks keplastisannya, lempung untuk batu bata mempunyai tingkat keplastisitas 25% - 30%.
- b. Hasil pembakaran lempung harus menunjukkan sifat-sifat tahan terhadap rembesan air, tidak lapuk oleh waktu dan merah warnanya.
- c. Lempung yang kurang kadar besinya akan pucat warnanya. Kadar besi 5%-9% dalam lempung menghasilkan warna merah pada bata yang sudah dibakar.
- d. Tidak boleh mengandung butiran kapur dan kerikil lebih besar dari 5 mm.

Tabel 2.7: Penggunaan tanah lempung sebagai bahan campuran.

No	Judul	Hasil
1	Variasi tanah lempung, tanah lanau dan pasir sebagai bahan campuran batu bata (Shalahuddin, 2012).	Kuat tekan yang dihasilkan batu bata variasi campuran tanah lempung dengan indeks plastisitas 12,53% dan tanah lanau dengan indeks plastisitas 9,30% yaitu antara 26,67 kg/cm <sup>2</sup> - 104,67 kg/cm <sup>2</sup> .

Tabel 2.7: Lanjutan

No	Judul	Hasil
2	Proses pembuatan batu bata berpori dari tanah liat dan kaca (Hastutiningrum, 2013).	Penggunaan kaca dan tanah liat dengan perbandingan 1:2 diperoleh kuat tekan sebesar 35,26 kg/cm <sup>2</sup> .

## 2. Serat Kelapa Sawit (SKS)

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) merupakan tanaman penghasil utama minyak nabati yang produktivitasnya lebih tinggi bila dibandingkan dengan tanaman penghasil minyak nabati lainnya. Berdasarkan tebal tipisnya tempurung (cangkang) dan kandungan minyak dalam buah maka kelapa sawit dapat dibedakan dalam tiga tipe, yaitu: Dura, Pisifera dan Tenera (Erivianto et al., 2020).

Industri sawit selain memproduksi Crude Palm Oil (CPO), juga menghasilkan berbagai jenis limbah yang salah satunya merupakan serat. Serat adalah limbah sisa perasan buah sawit dalam bentuk serabut. Bahan ini memiliki kandungan protein kasar sekitar 4% dan serat kasar 36% (lignin 26%) serta mempunyai kalor 2.637 – 3.998 kkal/kg (Kamal, 2018).

Serat atau serabut diperoleh dari bagian buah sawit yang diproses menggunakan mesin (alat pengempa). Pengempaan (proses pemerasan) adalah proses pengolahan kelapa sawit di PKS. Serat umumnya memiliki ukuran pendek sesuai buah sawit. Dalam satu buah kelapa sawit berisi protein kasar sekitar 4% dan serat kasar 36% (lignin 26%) (Triana, 2022).

Tabel 2.8: Penelitian terdahulu dengan campuran serat (fiber) kelapa sawit

No	Judul	Hasil
1	Pemanfaatan limbah padat abu cangkang dan serat kelapa sawit dari boiler untuk pembuatan bata beton ringan (Shah & Jose, 2018).	Bata beton ringan dengan komposisi abu 60% : semen 14% : kapur 0,5% : foaming agent 0,25% : alum pasta 0,05% : gipsum 0,2% : air 25% memiliki kuat tekan 12,02 MPa dan bobot isi 640 kg/m <sup>3</sup> .
2	Pengaruh penambahan serabut (fiber) kelapa sawit terhadap porositas beton (Triannah, 2022).	Kadar penambahan serabut kelapa sawit yang maksimal agar memperoleh porositas yang minimum sebesar 17,36357% sehingga akan mendapatkan nilai daya serap air (porositas) sebesar 21,02761%.
3	Palm fiber as a natural reinforcement for improving the properties of traditional adobe bricks (Eslami et al., 2022)	Spesimen bata yang tidak diperkuat dan yang diperkuat dengan serat menunjukkan kekuatan tekan rata-rata masing-masing sebesar 3,07 dan 4,88 MPa. Peningkatan serat hingga 0,75% meningkatkan ketahanan terhadap erosi air dan mengurangi kehilangan massa pada benda uji.

### 3. Air

Air merupakan bahan yang sangat penting dalam proses reaksi pengikatan material-material yang digunakan pada pembuatan batu bata. Agar batu bata mudah dicetak, perlu adanya penambahan kadar air pada kadar tertentu sesuai jenis batu bata yang diproduksi. Biasanya dalam pembuatan batu bata lempung, penambahan kadar air ditandai dengan tidak terjadi penempelan tanah lempung pada telapak tangan. Disamping itu perlunya pemeriksaan visual lebih dahulu terhadap air yang digunakan seperti syarat air tawar, berwarna bening, tidak

mengandung minyak, garam, asam, alkali, tidak mengandung banyak sampah, kotoran dan bahan organik lainnya (Shalahuddin, 2012).

Tabel 2.9: Penelitian terdahulu menggunakan air sebagai bahan campuran

No	Judul	Hasil
1	Karakteristik batu bata tanpa pembakaran berbahan abu sekam padi dan kapur banawa (Darwis et al., 2016).	Kadar air 35,19% menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 2,08 MPa.
2	Karakteristik batu bata tanpa pembakaran dari limbah industri pertanian dan material alam (Irwansyah et al., 2018).	Kadar air 7,89% menghasilkan kuat tekan sebesar 6,14 MPa.

#### 4. Semen

Semen merupakan serbuk halus yang digunakan sebagai perekat antara agregat kasar dan agregat halus. Semen jika dicampur dengan air akan membentuk adukan yang disebut pasta semen, jika dicampur agregat halus (pasir) dan air maka akan terbentuk adukan yang disebut mortar, jika ditambah lagi dengan agregat kasar (kerikil) maka akan terbentuk adukan yang biasa disebut beton.

Semen Portland terdiri dari bahan-bahan penyusun antara lain Silika ( $\text{SiO}_2$ ) sebanyak 17-25%, Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) sebanyak 3-8% dan kapur ( $\text{CaO}$ ) sebanyak 60-65% dan bahan-bahan lain yang saling berinteraksi membentuk serangkaian produk yang lebih kompleks selama proses peleburan (Suratmin et al., 2007).

Semen Portland merupakan jenis semen yang sering digunakan dalam konstruksi sebuah bangunan sebagai bahan dasar beton, mortar, plester, dan lain-lain. Semen ini terbentuk dari penggilingan kalsium silikat hidrat dan

ditambahkan dengan satu atau lebih senyawa mineral seperti gypsum. Semen Portland merupakan hasil dari penggilingan klinker terutama dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolisis.

Fungsi semen ialah bereaksi dengan air menjadi pasta semen. Pasta semen berfungsi untuk melekatkan butir-butir agregat agar menjadi suatu kesatuan massa yang kompak/padat. Selain itu pasta semen mengisi rongga-rongga antara butir-butir agregat (Suratmin et al., 2007).

Tabel 2.10: Penggunaan semen pada pembuatan bata tanpa bakar

No	Judul	Hasil
1	Karakteristik batu bata tanpa pembakaran dari limbah industri pertanian dan material alam (Irwansyah et al., 2018).	Penggunaan semen 13% pada campuran material mampu menghasilkan kuat tekan 6,14 MPa, kuat lentur 1,5 MPa, densitas 1,60 kg/m <sup>3</sup> , porositas 18,65% dan kadar air 7,89%.
2	Optimasi semen pada pembuatan batu bata tanpa bakar (Widodo & Artiningsih, 2021).	Penambahan campuran semen 17% menghasilkan kuat tekan yang maksimal, yaitu sebesar 52 MPa.

## 5. Kapur

Kapur (lime) merupakan salah satu mineral industri yang banyak digunakan oleh sektor konstruksi. Secara umum kapur bersifat hidrolis, tidak menunjukkan pelapukan dan dapat terbawa arus. Secara fisik kapur merupakan sebuah benda putih dan halus (A. Setiawan et al., 2012).

Kapur dihasilkan dari proses pembakaran batu kapur (lime stone) atau kalsium karbonat pada tungku tinggi yang berbentuk vertikal atau tungku putar pada suhu 800°-1200°C (P. Setiawan et al., 2010).

Kapur berfungsi sebagai pengikat untuk mengikat partikel-partikel campuran bahan utama, sehingga membantu membentuk adonan bata yang lebih

padat. Penggunaan kapur dalam pembuatan bata secara berlebihan dapat mengakibatkan bata menjadi lebih rapuh dan kurang tahan terhadap tekanan.

Tabel 2.11: Penelitian terdahulu penambahan kapur

No	Judul	Hasil
1	Karakteristik batu bata tanpa pembakaran berbahan abu sekam padi dan kapur banawa (Darwis et al., 2016).	Penambahan kapur sebanyak 22,5% menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 21,20 kg/cm <sup>2</sup> dan kadar resapan air sebesar 36,19%.
2	Batu bata non bakar solusi alternatif bahan konstruksi ramah lingkungan (Maryunani, 2009).	Penambahan kapur sebanyak 4% menghasilkan kuat tekan optimal pada batu bata sebesar 2,7 N/mm <sup>2</sup> .

#### 6. Pasir

Pasir sering disebut agregat halus didalam campuran beton terdiri dari butiran sebesar 0,14 -5 mm, didapat dari hasil disintregasi bantuan alam (natural sand) atau dapat juga dengan memecahnya (artifical sand), tergantung dari kondisi pembentukan tempat yang terjadi (Irwansyah et al., 2018).

Pasir yang digunakan dalam pembuatan bata harus bersih dan bebas dari kotoran atau bahan organik lainnya. Perbandingan campuran pasir dan bahan lain seperti tanah liat, semen, dan air harus diatur secara proporsional agar dapat menghasilkan bata yang kuat dan tahan lama. Ukuran butiran pasir juga harus sesuai dengan standar, apabila pasir yang digunakan terlalu halus atau terlalu kasar dapat mempengaruhi sifat fisik dan mekanik bata yang dihasilkan.

Tabel 2.12: Penelitian terdahulu penambahan pasir

No	Judul	Hasil
1	Variasi tanah lempung, tanah lanau dan pasir sebagai bahan campuran batu bata (Shalahuddin, 2012).	Batu bata variasi campuran tanah lempung, tanah lanau dan pasir memenuhi standar kuat tekan yaitu antara 26,67 MPa – 104,67 MPa.
2	Pemanfaatan sedimen sungai untuk bahan baku unfired bricks (Bata Tanpa Bakar) (Riyanto et al., 2021).	Penambahan bahan semen dan pasir dengan perbandingan 40% semen; 10% pasir; 50% sedimen menghasilkan kuat tekan rata-rata 44,176 MPa.

## 2.4 Pengujian Daya Tahan Bata

Daya tahan adalah kemampuan suatu bahan untuk bertahan dari kerusakan fisik dan lingkungan selama periode waktu tertentu. Daya tahan bata dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis bahan dasar yang digunakan, kualitas pembuatan, penggunaan dan perawatan. Penggunaan bata dalam suatu struktur bangunan juga dapat mempengaruhi daya tahannya. Bata yang dipasang dengan benar dan menggunakan semen yang berkualitas baik akan memperpanjang umur bata. Sedangkan penggunaan bata pada area yang rentan terhadap gempa bumi, kelembaban, dan suhu ekstrem juga dapat mempengaruhi daya tahannya.

Metode pengujian ini menggunakan prosedur metode uji ASTM D559 (American Society for Testing and Materials, 2003). Langkah-langkah pengujian daya tahan bata adalah sebagai berikut:

- a. Merendam bata selama 5 jam pada suhu ruangan lalu keluarkan dan timbang.
- b. Meletakkan bata pada ruangan dengan suhu ruang selama 19 jam.
- c. Mengulangi langkah 1 dan 2 sebanyak 12 kali.
- d. Menimbang bata dan mengukur untuk menentukan kehilangan massa, perubahan kadar air dan perubahan volume yang dihasilkan oleh pengujian pembasahan dan pengeringan.

Tabel 2.13: Penelitian terdahulu tentang pengujian daya tahan bata

No	Judul	Hasil
1	Variasi tanah lempung, tanah lanau dan pasir sebagai bahan campuran batu bata (Shalahuddin, 2012).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penyerapan air terbesar yang dihasilkan variasi 1:1:1/8 yaitu sebesar 29,56% pada tungku pembakaran lapis atas, penyerapan air yang paling kecil terjadi pada komposisi 1:1:1/8 yaitu sebesar 21,28% pada tungku pembakaran lapis bawah.</li> <li>- Kuat tekan yang dihasilkan antara 26,67 MPa – 104,67 MPa.</li> </ul>
2	Kualitas batu bata merah dengan penambahan serbuk gergaji (Handayani, 2010).	Kuat tekan batu bata merah dengan penambahan 0% serbuk gergaji sebesar 32,5925 MPa, penambahan 10% serbuk gergaji sebesar 25,72612 MPa, penambahan 20% serbuk gergaji sebesar 24,77094 MPa, penambahan 30% serbuk gergaji sebesar 17,41863 MPa.



## **BAB 3**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Umum**

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental, yaitu metode yang bertujuan untuk menguji pengaruh suatu variabel atau menguji bagaimana hubungan sebab akibat antara variabel yang satu dengan yang lainnya. Metode eksperimen merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mengumpulkan data melalui pengamatan langsung dan pengujian terhadap sampel yang diteliti. Penelitian kali ini akan membuat sampel bata tanpa bakar dengan penambahan SKS, yang dimana sampel tersebut akan melalui proses pengujian terhadap daya tahan. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Sebagai acuan dalam penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari data-data pendukung. Data pendukung diperoleh dari:

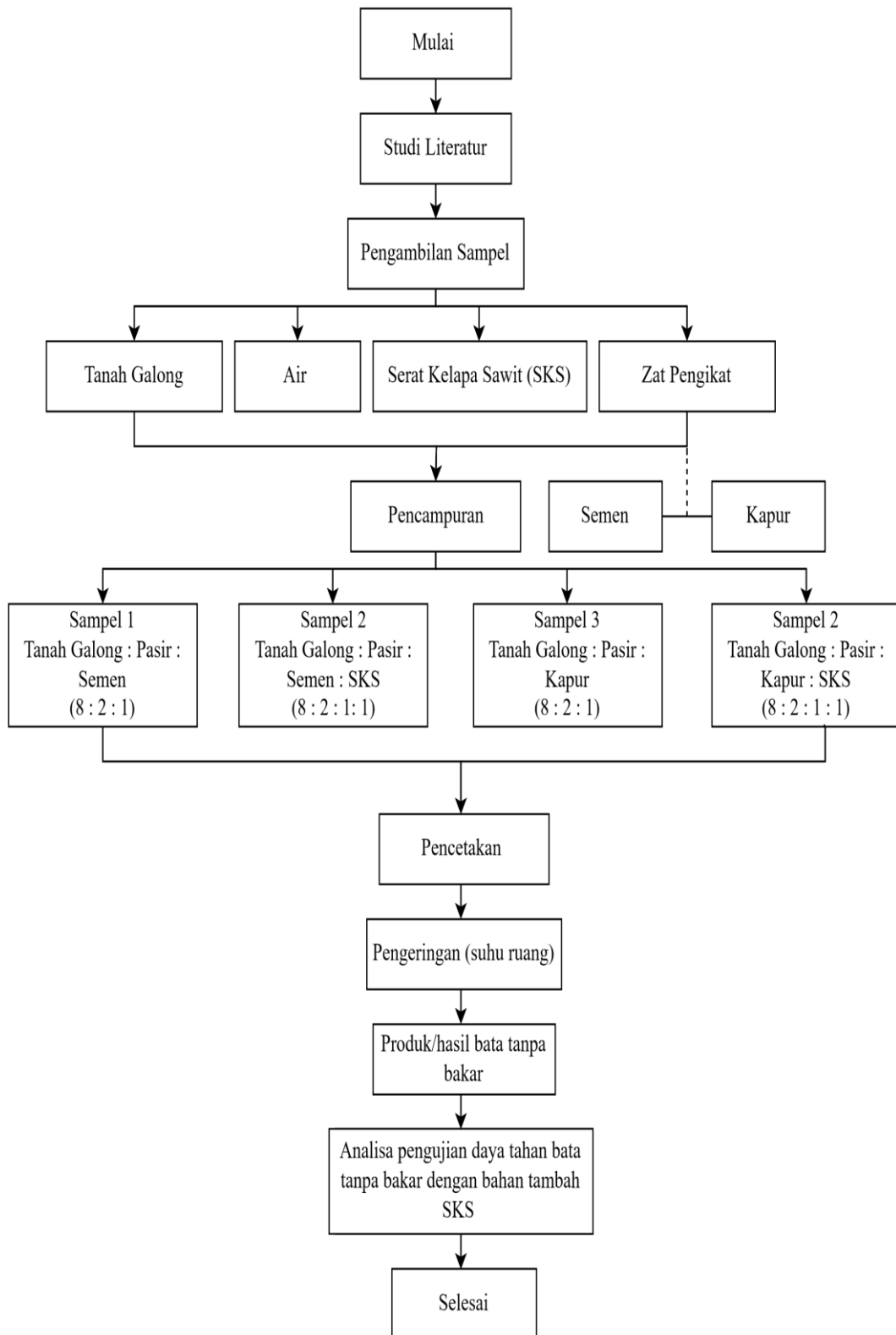
##### **3.1.1 Data Primer**

Data yang diperoleh dari hasil yang telah dilaksanakan di laboratorium seperti keausan bata tanpa bakar setelah beberapa siklus uji daya tahan, keberhasilan bata tanpa bakar dalam menahan beban yang diberikan dalam pengujian ketahanan mekanis, dan keberhasilan bata tanpa bakar dalam menjaga kestabilan dimensi dan bentuknya setelah beberapa siklus pengujian daya tahan.

##### **3.1.2 Data Sekunder**

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku dan karya ilmiah yang berhubungan dengan teknik pembuatan bata (literatur) dan konsultasi langsung dengan dosen pembimbing di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Data teknis mengenai Standar Nasional Indonesia. Data teknis mengenai SNI-15-2094-2000, serta buku-buku atau literatur sebagai penunjang untuk memperkuat suatu penelitian yang dilakukan.

### 3.2 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.1: Bagan alir penelitian

### 3.3 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jl. Kapten Muchtar Basri, Medan. Dengan kelengkapan peralatan laboratorium yang berstandar. Waktu penelitian ini dilakukan selama 4 bulan yang di mulai dari bulan Juni, dapat dilihat pada Tabel 3.1 berikut.

Tabel 3.1: Jadwal Penelitian

No	Jenis Kegiatan	I		II		III		IV	
		1/2	3/4	1/2	3/4	1/2	3/4	1/2	3/4
1	Persiapan bahan	■							
2	Pemeriksaan bahan		■						
3	Perencanaan mix design		■						
4	Pembuatan benda uji			■					
5	Perawatan benda uji				■	■			
6	Pemeriksaan penyerapan air, berat jenis, sifat tampak, kadar garam						■		
7	Pemeriksaan daya tahan							■	

### 3.4 Bahan yang digunakan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan bata ini sebagai berikut:

#### 1. Tanah galong

Tanah galong yang digunakan adalah tanah galong yang berasal dari Desa Sidourip, Kecamatan Beringin, Kabupaten Deli Serdang. Tanah galong yang diterima peneliti masih bercampur dengan berbagai macam material sehingga harus melakukan beberapa proses pembersihan terlebih dahulu, dimulai dengan mengeringkan tanah galong di bawah sinar matahari hingga tanah galong memadat, kemudian tanah galong di haluskan dengan cara ditumbuk menggunakan palu hingga menjadi butiran halus, lalu tanah galong di saring

dengan saringan no.100 untuk memisahkan tanah galong dengan material lainnya yang tidak terpakai.



Gambar 3.2: Tanah Galong

## 2. Air

Air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air keran PDAM Tirtanadi yang ada di Laboratorium Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.



Gambar 3.3: Air

## 3. Kapur

Kapur adalah suatu bahan material yang dapat digunakan sebagai bahan pengikat dasar sebelum ditemukannya semen. Kapur yang digunakan adalah kapur yang berjenis Calcium Hydroxide dan diperoleh dari PT. NIRAKU JAYA ABADI dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 3.2: Data spesifikasi kapur

Spesifikasi Kapur	
Merk	Unicarb
Product	Calcium Hydroxide/Hydrated Lime
Lot No	080121-1

Tabel 3.2: Lanjutan

Spesifikasi Kapur	
MFG Date	Agustus-16-2021
Quality Maintenance Term	September-30-2024
ASSAY (compexometric, calculated on dried substance)	
Substance insoluble in acetic acid	<0.3%
Substance insoluble in hydrochloric acid	<0.3%
Chloride (Cl)	<0.02%
Fluoride (F)	<0.005%
Sulphate (SO <sub>4</sub> )	<0.05%
Heavy Metals (as pb)	<0.002%
As (Arsenic)	<0.003%
Ba (Barium)	passes test
Fe (iron)	<0.002%
Hg (Mercury)	<0.00005%
Pb (Lead)	<0.0003%
Magnesium and alkali metals	<0.2%
Appearance	White Powder
Fineness : #	
Residue on a 45 um sieve (ISO 787/7)	<0.5%
Top cut (d97)	10 µm
Particles < 5 um	40%
Whiteness : #	
Brightness (Ry, C/22, DIN 53163)	93%
Moisture, ex works (ISO 787/2)	0.5%
Bulk Density	0.5 gm/cc
Ca(OH) <sub>2</sub>	93.66%
CaO	70%
pH	13



Gambar 3.4: Kapur

#### 4. Semen

Pada penelitian ini akan digunakan semen Portland tipe 1 yang bermerk Semen Tiga Roda yang berstandar SNI. Spesifikasi kandungan kimia yang terdapat dalam semen yang peneliti pakai dapat dilihat dibawah ini.

Tabel 3.3: Data spesifikasi semen

Chemical Properties			
No	Item	Unit	Quality Range
1.	SiO <sub>2</sub>	%	22.0 - 23.0
2.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	4.0 - 4.8
3.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	0.2 - 0.3
4.	CaO	%	66.0 - 68.0
5.	MgO	%	2.0 - 4.0
6.	SO <sub>3</sub> if C <sub>3</sub> A<8	%	
	SO <sub>3</sub> if C <sub>3</sub> A>8	%	1.7 - 2.7
7.	Loss On Ignition	%	1.0 - 4.0
8.	Insoluble Residue	%	0.15 - 0.50
9.	Free Lime	%	1.00 - 2.00
10.	Total Alkali	%	0.05 - 0.40
11.	C <sub>3</sub> S	%	51 - 62
12.	C <sub>2</sub> S	%	16 - 27
13.	C <sub>3</sub> A	%	10 - 13
14.	C <sub>4</sub> AF	%	1 - 1
15.	LSF	%	94 - 98



Gambar 3.5: Semen

#### 5. Pasir

Pasir yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Binjai dengan kualitas yang bagus, dimana pasir ini berasal dari pasir sungai dan pasir ini tidak mengandung lumpur. Pasir ini juga tidak mengandung banyak bahan organik dan pasir yang peneliti gunakan telah lolos pada saringan no.100.



Gambar 3.6: Pasir

#### 6. Serat Kelapa Sawit (SKS)

Serat kelapa sawit yang digunakan adalah serat kelapa sawit yang diambil dari pengolahan biji sawit industri rumahan yang beralamat di Jalan Tembung Pasar 1. Pada limbah SKS tersebut dilakukan proses pemisahan antara sampah dan SKS.



Gambar 3.7: Serat kelapa sawit

### 3.5 Alat yang digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

#### 1. Cetakan bata

Cetakan bata yang digunakan terbuat dari besi yang memenuhi standar batu bata yaitu panjang 20 cm, lebar 10 cm dan tinggi 6 cm. Cetakan bata ini terdiri dari beberapa bagian antara lain: 2 besi persegi panjang yang memiliki dimensi yang sama, 1 plat besi dengan ukuran panjang 25 cm dan lebar 15 cm yang berguna sebagai alas dari bata yang sedang dicetak, 2 besi yang digunakan sebagai acuan untuk mengeluarkan bata dari dalam cetakan, dan 1 buah plat besi yang memiliki pegangan besi di atasnya yang digunakan sebagai penyalur tekanan dari mesin tekan ke bata.



Gambar 3.8: Cetakan bata

#### 2. Mesin cetak bata dengan pompa hidrolik

Mesin cetak bata hidrolik, digunakan untuk memadatkan adonan bata hingga mencapai kerapatan dan kekuatan yang diinginkan sesuai dengan standar.



Gambar 3.9: Mesin cetak bata dengan pompa hidrolik



3. Timbangan digital

Timbangan digital digunakan untuk menimbang bahan pembuatan bata.



Gambar 3.10: Timbangan digital

4. Saringan

Saringan yang digunakan untuk menyaring agregat sehingga mencapai ukuran yang sama dalam setiap agregat yang digunakan. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan saringan yang berbeda tergantung dari bahan yang ingin digunakan.



Gambar 3.11: Saringan

5. Gelas ukur

Gelas ukur digunakan untuk mengukur jumlah komposisi air yang digunakan dalam pengolahan bata menjadi adonan siap cetak.



Gambar 3.12: Gelas ukur

6. Penggaris

Penggaris digunakan sebagai alat ukur bata yang telah selesai dicetak sehingga mengetahui ukuran yang direncanakan.



Gambar 3.13: Penggaris

7. Pan

Pan digunakan sebagai tempat untuk mencampurkan bahan-bahan bata menjadi adonan yang siap dicetak.



Gambar 3.14: Pan

8. Sekop

Sekop digunakan untuk memindahkan bahan sebelum dicampur dan digunakan dalam proses pencampuran seluruh bahan hingga merata.



Gambar 3.15: Sekop

### 3.6 Pengambilan dan Pengolahan Data Sampel

Proses pengambilan dan pengolahan data sampel dapat dilakukan dalam beberapa tahapan diantaranya:

#### 1. Tahap persiapan

Pada tahap ini dilakukan dengan mempersiapkan berbagai alat dan bahan yang akan digunakan. Setiap bahan diletakkan pada wadahnya masing-masing sehingga tidak tercampur dengan bahan lainnya. Pemisahan bahan ini bertujuan agar mempertahankan kualitas bahan sebelum dilakukan pencampuran. Bahan-bahan yang kering diletakkan di tempat yang kering, alat-alat yang masih basah harus dikeringkan terlebih dahulu sebelum digunakan agar tidak mempengaruhi komposisi campuran bahan.

#### 2. Tahap penimbangan massa bahan

Bahan-bahan yang telah disiapkan kemudian ditimbang menggunakan timbangan digital dengan berat yang sesuai dengan komposisi bahan yang diinginkan. Pada penelitian ini bahan yang ditimbang meliputi tanah galong, pasir, semen, kapur, dan SKS. Lalu, untuk massa air menggunakan gelas ukur sebagai acuan massa yang digunakan.

#### 3. Tahap pembuatan sampel

Prosedur pembuatan bata dapat dilihat dibawah ini:

- a. Proses awal dalam pembuatan bata adalah menyiapkan bahan campuran yang direncanakan pada wadah yang terpisah.
- b. Menyiapkan pan yang cukup luas untuk menampung volume bahan rencana.
- c. Campuran bahan dimasukkan ke dalam pan lalu dilakukan proses pencampuran seluruh bahan hingga tercampur dengan merata.
- d. Menimbang adonan hasil pencampuran, kemudian adonan yang telah ditimbang dipisahkan ke wadah bersih lain.
- e. Adonan yang sudah ditimbang dan disisihkan kemudian dimasukkan kedalam alat cetak bata dengan ukuran panjang 20 cm, lebar 10 cm dan tinggi 6 cm.
- f. Adonan yang sudah dimasukkan di dalam cetakan kemudian dipress menggunakan mesin press hidrolik hingga tekanan 5 MPa.

- g. Keluarkan bata hasil press dari cetakan.
- h. Keringkan bata hasil press dengan cara bata disusun di suatu tempat dan dibiarkan kering oleh suhu ruangan selama 28 hari.

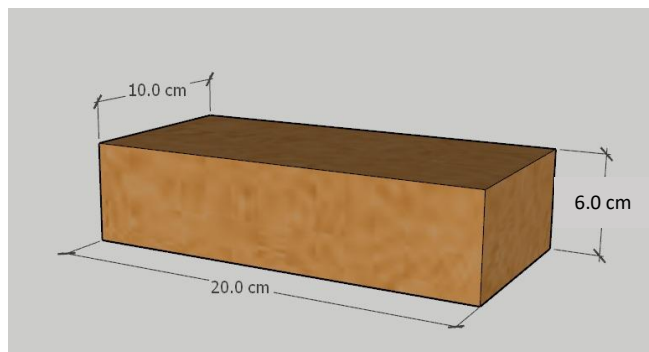
Pada penelitian ini bata dicetak menggunakan beberapa variasi komposisi bahan yang berbeda, variasi komposisi disajikan pada tabel dibawah ini:

Tabel 3.4: Variasi Komposisi Sampel

No	Zat pengikat		Tanah galong	Pasir	SKS	Ket	Kode sampel
	Semen	Kapur					
1	1	-	8	2	-	Control	CC
2	1	-	8	2	1	SKS	CCS
3	-	1	8	2	-	Control	CL
4	-	1	8	2	1	SKS	CLS

Keterangan:

- a. SKS = Serat Kelapa Sawit
- b. CC = Kontrol Semen
- c. CL = Kontrol Kapur
- d. CGS = Semen Galong SKS
- e. LGS = Kapur Galong SKS



Gambar 3.16: Rancangan bata

- Jumlah sampel tiap variasi : 9 buah
- Penyerapan air : 2 buah
  - Sifat tampak : 2 buah
  - Kadar garam : 2 buah
  - Daya tahan : 3 buah

Kepadatan bata tanpa bakar rencana : min 1,6 gr/cm<sup>3</sup>

$$\begin{aligned}\text{Dimensi bata : } 20 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 6 \text{ cm} &= 1.200 \text{ cm}^3 \times 1,6 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 1920 \text{ gr} \\ &= 1,92 \text{ kg}\end{aligned}$$

Maka dari hasil diatas didapat total berat satu buah bata yaitu 1,92 kg.

Koreksi proporsi campuran untuk mendapatkan susunan campuran satu buah bata yang akan dipakai sebagai campuran uji. Angka-angka tersebut akan dihitung sebagai berikut:

- Pengikat :
  - Semen = 0,146 kg/cm<sup>3</sup>
  - Kapur = 0,146 kg/cm<sup>3</sup>
- Tanah = 1,168 kg/cm<sup>3</sup>
- Pasir = 0,292 kg/cm<sup>3</sup>
- Serat kelapa sawit = 0,146 kg/cm<sup>3</sup>

Jumlah diatas dimaksudkan untuk satu buah bata dan jumlah air disesuaikan dengan jenis tanah dan campuran bahan yang digunakan.

#### 4. Tahap pengujian sampel

Prosedur dalam pengujian sampel pada penelitian ini akan dijelaskan melalui beberapa poin, yaitu:

##### a. Uji bentuk dan ukuran

Pengujian bentuk dan ukuran bata dilakukan untuk menjamin bahwa bata memiliki bentuk dan ukuran yang disyaratkan oleh standar yang berlaku. Langkah dalam pengujian bentuk bata adalah dengan melihat langsung bata apakah sudah sesuai dengan SNI 15-2094-2000. Untuk pengujian ukuran dapat menggunakan mistar lalu menggolongkan bata sesuai dengan yang disyaratkan oleh SNI 15-2094-2000.

##### b. Uji penyerapan air

Langkah-langkah umum dalam uji penyerapan air adalah sebagai berikut:

1. Persiapkan sampel bahan yang akan diuji dengan ukuran yang sesuai dan pastikan bahwa semua permukannya bersih dan kering.

2. Timbang sampel bahan menggunakan timbangan digital dan catat beratnya. Berat awal ini akan digunakan untuk menghitung berapa banyak air yang terserap oleh sampel.
3. Letakkan sampel diatas wadah yang berisi air. Pastikan bahwa permukaan air tidak melebihi permukaan sampel. Biarkan sampel bahan terendam dalam air selama 5 jam.
4. Setelah direndam selama waktu tertentu angkat sampel dari wadah air dan letakkan sampel dengan bebas selama beberapa menit agar air yang terperangkap didalam sampel dapat mengalir keluar.
5. Hitung berapa banyak air yang terserap oleh sampel dengan menggunakan rumus berikut: Penyerapan air = Berat akhir – berat awal.

c. Uji densitas

Prosedur pengujian densitas bata dapat dilihat dibawah ini:

1. Ambil sampel bata yang akan diuji dan pastikan bahwa bata telah bersih dan kering.
2. Timbang bata dengan menggunakan timbangan digital yang akurat dan catat beratnya. Berat ini akan digunakan untuk menghitung densitas bata.
3. Ukur dimensi bata dengan menggunakan penggaris. Ukur panjang, lebar dan tinggi bata. Jika ada bagian pada bata yang berlubang atau hilang, hitung volumenya dan kurangi dengan volume total bata.
4. Hitung volume bata dengan mengalikan panjang, lebar dan tinggi. Kemudian hitung densitas bata dengan menggunakan rumus sebagai berikut: Densitas = Berat : Volume.
5. Analisis hasil dan bandingkan densitas yang dihasilkan dengan standar yang telah ditetapkan.

e. Uji daya tahan bata

Metode pengujian ini menggunakan prosedur metode uji ASTM D559. Langkah-langkah pengujian daya tahan adalah sebagai berikut:

1. Merendam bata selama 5 jam pada suhu ruangan lalu keluarkan dan timbang.
2. Meletakkan bata pada ruangan dengan suhu ruang selama 19 jam.
3. Mengulangi langkah 1 dan 2 sebanyak 12 kali.
4. Menimbang bata dan mengukur untuk menentukan kehilangan massa, perubahan kadar air dan perubahan volume yang dihasilkan oleh pengujian pembasahan dan pengeringan.

## **BAB 4**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Hasil Penelitian**

Penelitian ini terdiri dari tiga fase yaitu fase pertama persiapan material, fase kedua pembuatan benda uji dan fase ketiga pengujian sampel di Laboratorium. Untuk persiapan material, pembuatan benda uji dan pengujian sampel di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Proses pembuatan bata tanpa bakar dilakukan pencampuran limbah serat kelapa sawit. Pencampuran limbah tersebut bertujuan sebagai bahan tambah, dengan perbandingan campuran tanah liat, semen, pasir, kapur dan SKS, untuk lebih jelasnya dapat diuraikan variasi komposisi sampelnya seperti pada Bab 3 Tabel 3.4.

Sampel bata tanpa bakar yang dibuat berbentuk persegi panjang dengan ukuran dimensi panjang 20 cm, lebar 10 cm dan tinggi 6 cm. Sampel yang dibuat untuk satu variasi terdiri dari 9 sampel. Untuk tahap pengujiannya meliputi pengujian sifat tampak, kadar garam, penyerapan air, berat jenis atau densitas dan daya tahan yang dilakukan pada umur 28 hari.

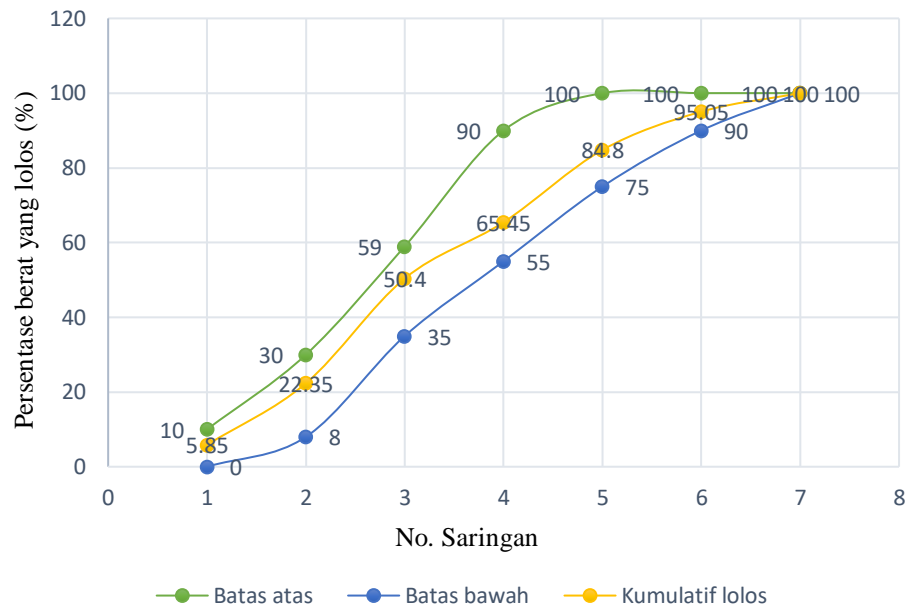
#### **4.2 Pemeriksaan Agregat Halus**

Pasir merupakan suatu partikel-partikel yang lebih kecil dari kerikil dan lebih besar dari butiran lempung yang berukuran 5-0,074 mm yang bersifat tidak plastis dan tidak kohesi. Pasir digunakan untuk campuran pembuatan bata (Daniswara & Walujodjati, 2022).

##### **4.2.1 Analisa Saringan Agregat Halus**

Pengujian analisa saringan dilakukan berdasarkan (SK SNI S-04-1989-F, 1989), tentang metode pengujian analisis saringan agregat halus. Hasil pengujian analisa saringan agregat halus dapat dilihat pada Lampiran 1 dan pada Gambar 4.1 berikut:





Gambar 4.1: Grafik analisa saringan agregat halus

Berdasarkan Gambar 4.1, maka nilai modulus kehalusan (*fineness modulus*) dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Modulus kehalusan (fineness modulus)} = \frac{276,10}{100} = 2,76\%$$

Dari hasil pengujian didapat hasil sebesar 2,76%. Nilai tersebut masih diizinkan untuk masuk sebagai agregat halus, dimana nilai yang diizinkan sebesar 1,5% - 3,8%. Agregat tersebut berada di zona 2 (pasir sedang).

#### 4.2.2 Kadar Lumpur Agregat Halus

Ada beberapa pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kualitas pasir. Salah satu pengujian yang dilakukan adalah dengan pengujian kadar lumpur dalam pasir dengan cara endapan lumpur. Pengujian harus memenuhi SK SNI S-04-1989-F yaitu kadar lumpur pada agregat normal mengandung agregat halus (pasir) maksimal 5% dan untuk agregat kasar (split) maksimal 1% (Batubara et al., 2022)

Dari hasil uji kadar lumpur pada Lampiran 2 didapat persentase kadar lumpur rata-rata 3,1%. Nilai ini masih berada dalam batas yang diizinkan yaitu maksimal 5% (SK SNI S-04-1989-F, 1989), sehingga agregat tidak perlu harus dicuci sebelum pengadukan.

#### **4.2.3 Kadar Air Agregat Halus**

Pengujian kadar air agregat halus dilakukan untuk mendapatkan perbandingan antara air yang terkandung dalam agregat dengan berat agregat dalam keadaan kering.

Dari pengujian kadar air pada Lampiran 3, agregat halus yang menggunakan 2 sampel dengan hasil kadar air pada sampel 1 sebesar 4,33% dan sampel 2 sebesar 6,52% sehingga nilai rata-rata yang didapat sebesar 5,43%. Hasil tersebut memenuhi standard yang telah ditentukan yaitu 2,0% - 20%.

### **4.3 Pemeriksaan Tanah**

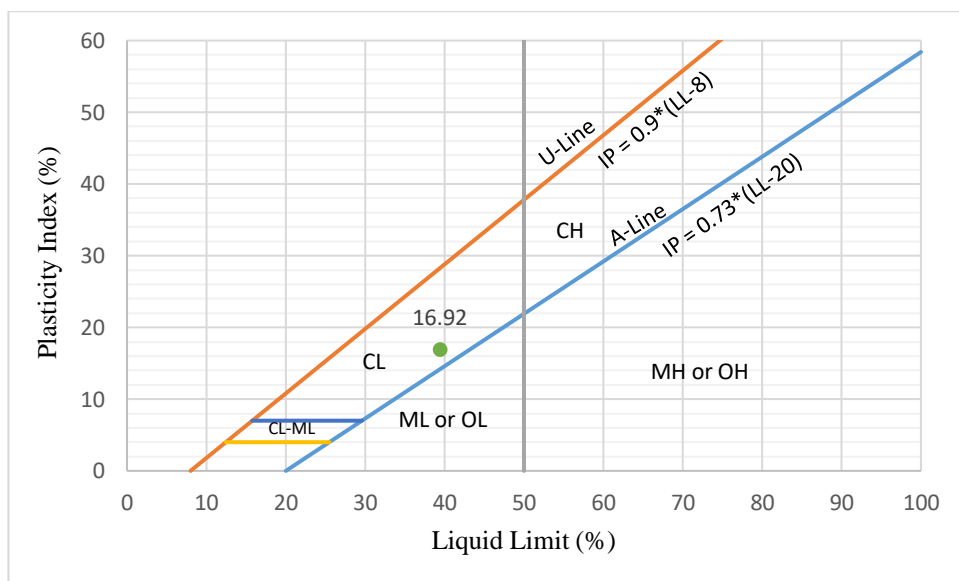
Pemeriksaan tanah memiliki fungsi penting dalam memastikan kualitas bahan baku yang digunakan, seperti menentukan persentase kadar air yang terkandung dalam tanah sehingga dapat memenuhi standard kualitas tertentu.

#### **4.3.1 Uji Indeks Plastisitas Tanah Galong**

Pengujian Indeks Plastisitas tanah dilakukan untuk menentukan keadaan peralihan antara keadaan cair dan keadaan plastis. Batas cair (LL) didefinisikan sebagai kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis. Batas cair biasanya ditentukan dari uji *casagrande*. Kemudian hubungan kadar air dan jumlah pukulan yang didapatkan dari hasil pengujian menggunakan alat *casagrande* digambarkan dalam grafik semi logaritmik untuk menentukan kadar air pada 25 kali pukulan. Batas plastis (PL) didefinisikan sebagai kadar air tanah pada kedudukan antara daerah plastis dan semi plastis, yaitu presentase kadar air dimana tanah yang berbentuk silinder dengan diameter 3,2 mm dalam keadaan mulai retak ketika digulung. Sedangkan Indeks plastisitas (PI) merupakan selisih antara nilai batas cair (LL) dan batas plastis (PL). Karena itu, indeks plastisitas menunjukkan

nilai plastisitas tanahnya. Jika tanah mempunyai PI tinggi, maka tanah mengandung banyak butiran lempung. Jika PI rendah, seperti lanau, sedikit pengurangan kadar air berakibat tanah menjadi kering.

Gambar 4.2 memberikan hubungan antara batas cair dan indeks plastisitas tanah, yang mana dikenal dengan grafik plastisitas (*plasticity chart*) Casagrande. Hal yang penting dalam grafik plastisitas ini adalah garis pembagi (Garis-A) yang membedakan derajat plastisitas dari tanah menjadi plastis dari tanah menjadi plastisitas tinggi dan rendah. Garis-A memiliki persamaan garis lurus:  $PI = 0,73(LL - 20)$ . Garis-A ini memisahkan antara lempung anorganik dan lanau anorganik. Lempung anorganik akan berada di atas Garis-A, dan lanau anorganik berada di bawah Garis-A. Lanau organik berada dalam bagian yang sama (di bawah Garis-A dan dengan LL berkisar antara 30-50%) yang mana merupakan lanau anorganik dengan derajat pemampatan sedang. Lempung organik berada dalam bagian yang sama dimana memiliki derajat penampatan yang tinggi (di bawah Garis-A dan LL lebih besar dari 50%). Selain Garis-A, terdapat pula Garis-U (*U-Line*) yang merupakan batas atas dari hubungan antara indeks plastisitas dan batas cair untuk suatu tanah. Garis-U mengikuti persamaan garis lurus:  $PI = 0,9(LL - 8)$  (Mudjiono, n.d.). Hasil pengujian plastisitas tanah galong dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut:



Gambar 4.2: Grafik plastisitas tanah galong



Gambar 4.3: Uji Indeks Plastisitas Tanah Galong

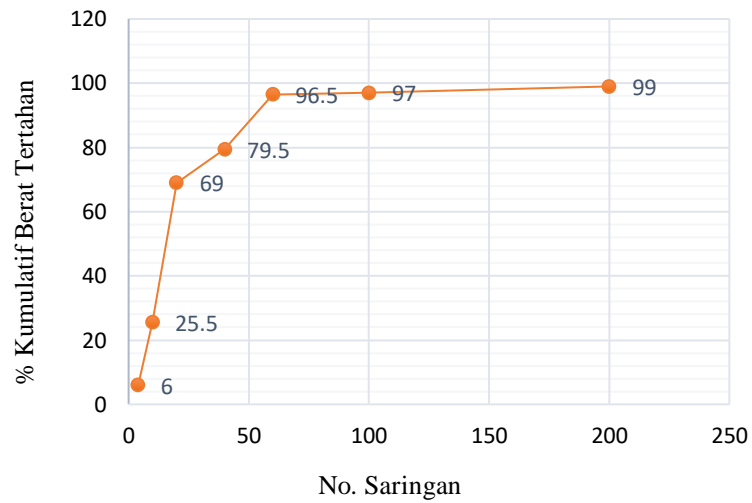
Dari hasil pengujian plastisitas tanah galong dapat dilihat pada Lampiran 4 dan Gambar 4.2. Diperoleh Batas cair (*Liquid Limit*) 39,42% sedangkan Batas Plastis (*Plastic Limit*) 22,5%, maka didapat Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*) dari tanah galong sebesar 16,92%. Berdasarkan nilai Indeks plastisitas yang diperoleh maka tanah pada penelitian ini termasuk tanah lempung anorganik dengan indeks plastistas sedang.

#### 4.3.2 Uji Kadar Air Tanah

Uji kadar air tanah bertujuan untuk memeriksa dan menentukan kadar air dari sampel tanah. Kadar air merupakan perbandingan berat air yang dikandung tanah dengan berat kering tanah. Kadar air diberi simbol notasi  $w$  dan dinyatakan dalam persen (%). Dari hasil uji kadar kadar air tanah galong pada Lampiran 5, didapat nilai rata-rata 24,9% maka hasil tersebut memenuhi standard yang telah ditentukan yaitu 20% - 100%.

### 4.3.3 Analisa Butiran Tanah Galong

Analisa butiran dilakukan dengan cara mengayak dengan menggetarkan sampel tanah melalui satu set ayakan, dimana diameter dari ayakan tersebut berurutan dan semakin kecil. Analisa saringan ini dilakukan pada tanah yang tertahan pada ayakan No. 200. Hasil pemeriksaan gradasi agregat halus dapat dilihat pada Lampiran 6 dan Gambar 4.4 berikut:



Gambar 4.4: Grafik analisa butiran tanah galong



Gambar 4.5: Analisa Butiran Tanah Galong

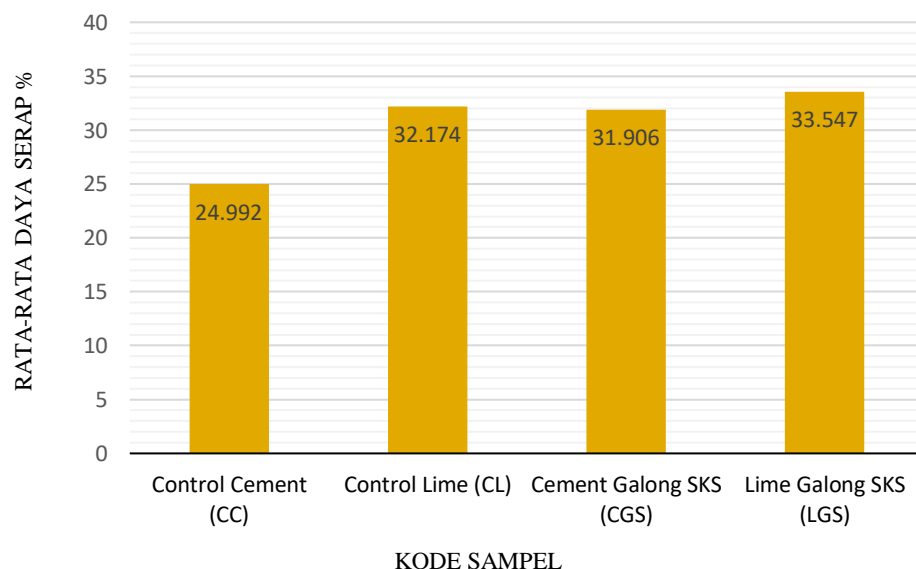
Dari hasil pengujian analisa butiran tanah galong pada Gambar 4.4 klasifikasi menurut standard SNI tata cara pengklasifikasian tanah untuk keperluan teknik, tanah termasuk berbutir kasar dengan lolos saringan 200 kurang dari 50% yaitu sebesar 1%.

#### 4.4 Hasil dan Analisa Pengujian Bata Tanpa Bakar

Pada sub bab ini akan dijelaskan hasil dan analisa pengujian penyerapan air, berat jenis, kadar garam, sifat tampak dan daya tahan yang telah dilakukan.

##### 4.4.1 Penyerapan Air Bata Tanpa Bakar

Pengujian daya serap air pada bata tanpa bakar merupakan pengukuran daya serap dengan melihat persentase perbandingan antara selisih massa basah dan massa kering sampel yang direndam selama 24 jam. SNI atau Standar Nasional Indonesia mensyaratkan daya serap air yang diperbolehkan pada batu bata merah sebesar 20%. Berikut grafik dan gambar hasil dari pengujian daya serap air pada bata tanpa bakar sesuai dengan persamaan 2.3, yaitu:



Gambar 4.6: Grafik penyerapan air bata tanpa bakar



Gambar 4.7: Proses pengujian daya serap air

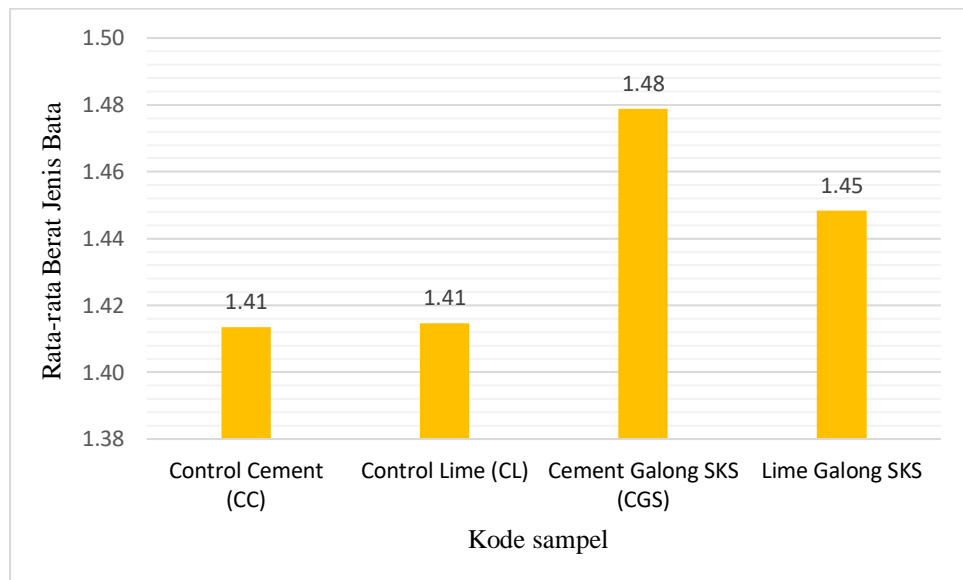
Dari hasil pengujian daya serap air yang dapat dilihat pada Gambar 4.6 dan Lampiran 7 diperoleh nilai daya serap air dari 4 variasi bata adalah 30,6548% yang artinya melebihi aturan SNI atau Standar Nasional Indonesia yang diperbolehkan pada batu bata merah sebesar 20%.

Gambar 4.6 dengan jelas menunjukkan bahwa penyerapan air bata tanpa bakar meningkat dari kontrol, tingkat penyerapan air dari campuran Cement Galong SKS (CGS) dan Lime Galong SKS (LGS) adalah 31,906% dan 33,547% lebih besar dibandingkan dengan kontrol tanpa Serat Kelapa Sawit (SKS). Hal tersebut diakibatkan karena sifat hidrofilik dari SKS yang cenderung menarik dan menyerap air. Jika SKS ini dicampurkan ke dalam campuran bata, serat dapat membantu menyerap lebih banyak air daripada bata tanpa bahan tambah SKS.

Penyerapan air dengan bahan tambah SKS ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Prayuda, dkk dan Huy, dkk. Hasil penyerapan air pada penelitian Prayuda, dkk sebesar 18,80% sedangkan penelitian Huy, dkk menghasilkan nilai daya serap air sebesar 31% dan 52%.

#### 4.4.2 Berat Jenis Bata Tanpa Bakar

Berat jenis adalah massa atau massa sampel yang terdapat dalam satu satuan volume. Untuk memperoleh nilai densitas bahan sampel diperlukan parameter yaitu massa kering dan volume (panjang, lebar dan tinggi). Adapun hasil pengujian berat jenis bata yang diperoleh seperti dalam Gambar 4.8 berikut:



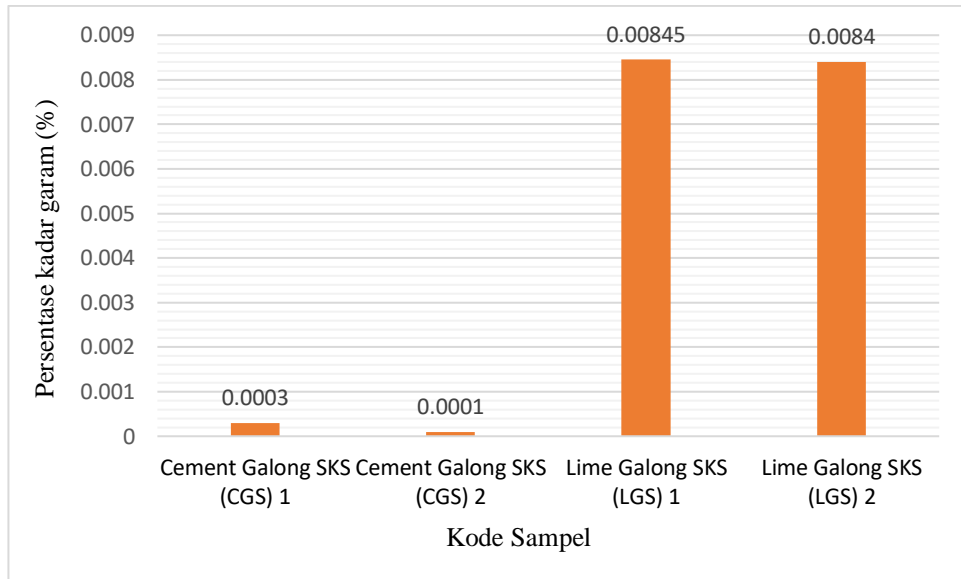
Gambar 4.8: Grafik pengujian berat jenis bata

Dari Gambar 4.8 dan Lampiran 8 rata-rata berat jenis bata tanpa bakar yaitu  $1,4 \text{ g/cm}^3$ . Nilai berat jenis bata tanpa bakar ini tidak memenuhi spesifikasi berat jenis bata normal yang berkisar antara  $1,60 \text{ gr/cm}^3 - 2,00 \text{ gr/cm}^3$  (Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2000). Apabila dibandingkan dengan nilai berat jenis bata pada penelitian (Amin, 2014), hasil berat jenis bata penelitian Amin jauh lebih tinggi dengan nilai rata-rata  $2,4 \text{ gr/cm}^3$ .

#### 4.4.3 Kadar Garam Bata Tanpa Bakar

Adapun hasil pengujian kadar garam yang terkandung pada bata tanpa bakar untuk tanah galong dapat dilihat pada Gambar 4.9 dan gambar sampel setelah pengujian kadar garam pada Gambar 4.10 dibawah ini:





Gambar 4.9: Grafik uji kadar garam bata tanpa bakar





Gambar 4.10: Proses pengujian kadar garam

Dari hasil penelitian pada Gambar 4.9 dan Lampiran 9 diperoleh nilai kadar garam bata dari 4 variasi adalah 0,00215625%, sehingga dapat dikatakan bahwa nilai tersebut tidak membahayakan karena nilai hasil pengujian masih sesuai dengan standard SNI dimana jika kandungan kadar garam lebih 50% yang terkandung pada bata tersebut atau sampai menutupi bata, maka bata tersebut dapat membahayakan jika digunakan.

#### 4.4.4 Sifat Tampak Bata Tanpa Bakar

Hasil pengujian sifat tampak bata tanpa bakar yang diperoleh dapat dilihat dalam Lampiran 10 dan sampel setelah pengujian dalam Gambar 4.11 di bawah ini:

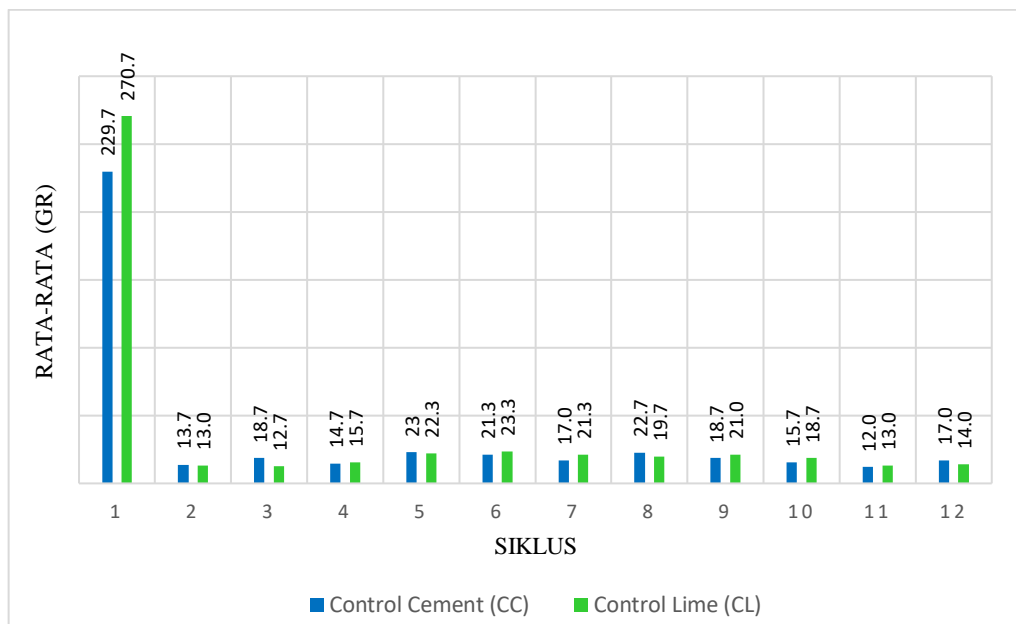


Gambar 4.11: Sifat tampak bata

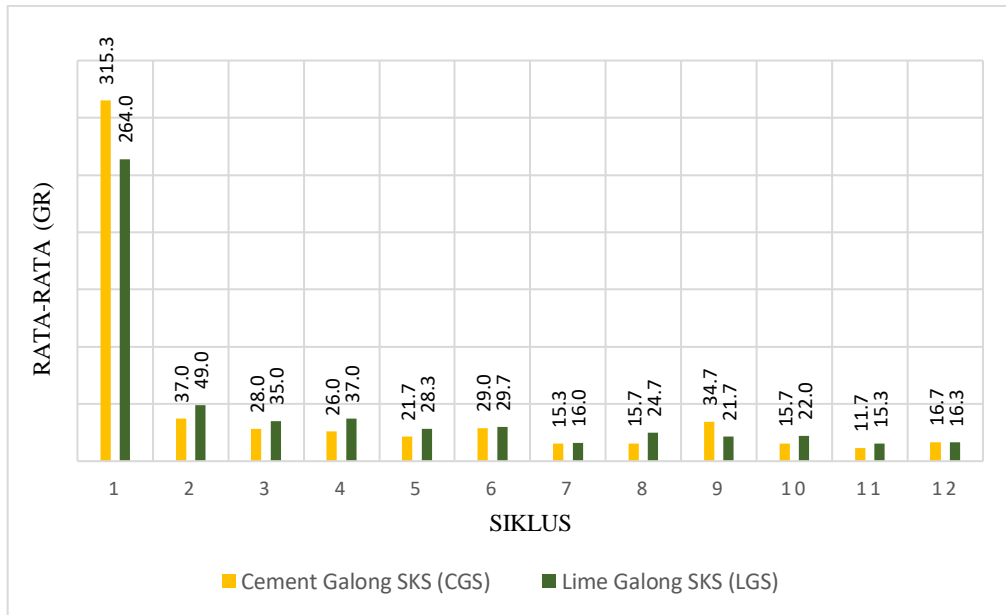
Setelah dilakukan pencetakan sampel bata dari 4 komposisi, jika dilihat dari tampak luar bata yang dicetak sudah memenuhi ketentuan SNI 15-2094-2000 masuk pada Modul M-6b. Berdasarkan pengamatan visual bata mempunyai warna coklat muda. Bentuk bata dengan penambahan SKS seluruhnya memiliki bidang rata dan sudutnya siku dan tajam serta kerapuhan 0%. Sementara itu ditinjau dari keretakan, keseluruhan bata bentuknya tidak retak. Hal ini dikarenakan SKS mampu bersubstitusi dengan partikel tanah, sehingga dapat dijadikan sebagai bahan pengikat yang akan mengurangi keretakan dan kerapuhan.

#### 4.4.5 Daya Tahan Bata Tanpa Bakar

Pengujian daya tahan dengan metode *drying* dan *wetting* pada bata tanpa bakar merupakan pengukuran daya tahan bata yang bertujuan untuk melihat kemampuan bata dapat bertahan terhadap siklus pengeringan dan pelunakan yang berulang. Pengujian daya tahan pada bata tanpa bakar dilakukan dengan melihat persentase perbandingan antara selisih massa basah dan massa kering pada sampel yang direndam selama 5 jam, pengeringan dengan suhu ruang selama 19 jam dan dilakukan sebanyak 12 siklus. Berikut hasil pengujian dan proses uji daya tahan dengan metode *drying* dan *wetting* pada bata tanpa bakar dapat dilihat pada Gambar 4.12, Gambar 4.13 dan Gambar 4.14 dibawah ini:



Gambar 4.12: Grafik pengujian daya tahan pada bata control



Gambar 4.13: Grafik pengujian daya tahan pada bata Serat Kelapa Sawit



Gambar 4.14: Proses uji daya tahan dengan metode drying dan wetting

Hasil uji daya tahan dengan metode *drying* dan *wetting* yang dilakukan terhadap sampel bata tanpa bakar, baik sampel bata kontrol maupun sampel bata dengan menggunakan bahan tambah Serat Kelapa Sawit (SKS) yang telah mengalami siklus *drying* dan *wetting* hasilnya tersaji pada Gambar 4.12, Gambar 4.13 dan Lampiran 11. Pada Gambar 4.14 merupakan proses pengujian daya tahan bata, dimulai dari perendaman hingga *drying* dan *wetting* sampai 12 siklus. Gambar 4.12 dan Gambar 4.13 menunjukkan semakin banyak siklus yang dilakukan terhadap sampel bata, nilai serapan air cenderung menurun dari siklus satu ke siklus berikutnya. Nilai serapan air tertinggi dicapai pada siklus 1.

Berdasarkan Gambar 4.12 dan Gambar 4.13 terjadi peningkatan penyerapan air pada bata dengan bahan tambah SKS. Nilai penyerapan air bata dengan penambahan SKS lebih tinggi dibandingkan dengan kontrolnya. Hal tersebut diakibatkan sifat dari SKS yang mampu menyerap air. Berdasarkan hasil pengujian daya tahan dengan menggunakan 12 siklus pengujian, perubahan bentuk sampel bata tanpa bakar dengan bahan tambah SKS juga dapat dilihat pada Gambar 4.14. Dari perubahan bentuk yang terlihat dapat dilihat bahwa sampel bata tanpa bakar memiliki ketahanan yang tinggi terhadap erosi. Banyaknya jumlah siklus pengujian tidak berpengaruh secara signifikan terhadap perubahan kondisi fisik sampel bata tanpa bakar. Dapat disimpulkan bahwa jumlah siklus pengujian pada uji daya tahan bata tanpa bakar tidak berpengaruh pada kehancuran bata.

Untuk biaya satuan bata dapat dilihat pada Lampiran 12, dimana harga bata tanpa bakar untuk variasi tanah galong, semen, pasir, dan Serat Kelapa Sawit (SKS) senilai Rp 1.278 sedangkan untuk variasi tanah galong, kapur, pasir, dan Serat Kelapa Sawit (SKS) senilai Rp 3.614. Dengan biaya produksi yang besar, bata tanpa bakar dengan bahan tambah SKS tidak ekonomis untuk dijual.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Komposisi sampel yang memenuhi syarat dengan komposisi 67% tanah lempung, masing-masing semen dan kapur 8%, pasir 17% dan bahan tambah Serat Kelapa sawit (SKS) sebesar 8% dengan rata-rata nilai penyerapan air 32,727% lebih tinggi dibandingkan dengan nilai standard daya serap air batu bata yaitu 20%.
2. Penambahan Serat Kelapa Sawit (SKS) dapat meningkatkan daya tahan bata tanpa bakar sebesar 33,65% untuk variasi Cement Galong SKS (CGS) dan 20,13% untuk variasi Lime Galong SKS (LGS).

#### 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan terdapat saran dari penulis yang perlu diperhatikan sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan variasi komposisi yang berbeda terhadap penggunaan serat kelapa sawit (SKS) untuk mengetahui daya tahan dengan metode *drying* dan *wetting* terhadap bata yang akan dihasilkan.
2. Sebaiknya pendiaman bata dilakukan secara bervariasi misalnya 7 hari, 14 hari dan 28 hari, agar dapat diketahui apakah faktor waktu dapat mempengaruhi daya tahan bata, daya serap air dan berat jenis bata tanpa bakar.
3. Sebaiknya perlu adanya penambahan jumlah sampel agar dapat menghindari adanya kesalahan atau kegagalan.
4. Bata tanpa bakar ini tidak cocok untuk diperjual belikan sebab harga yang tidak ekonomis.



## DAFTAR PUSTAKA

- Amazian, L. (2018). Unfired Clay Bricks with Enhanced Properties Project Report. *School of Science and Engineering-Al Akhwayn University, November*.
- American Society for Testing and Materials. (2003). *Astm D559 - 03*. 1–7.
- Amin, M. (2014). Inovasi Material pada Pembuatan Bata Merah Tanpa Dibakar untuk Kemakmuran Industri Kerakyatan. *Jurnal Kelitbangsan*, 02(03), 13–31.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2000). SNI-15-2094-2000 Solid Red Brick For Walls. In *Sni 15-2094-2000* (pp. 11–22).
- Batubara, F. Y., Studi, P., Mekanisasi, T., Pertanian, P., & Payakumbuh, N. (2022). *KABUPATEN LIMAPULUH KOTA*. 12(01), 95–100.
- Daniswara, & Walujodjati, E. (2022). Pengaruh Campuran Pasir Terhadap Batu Bata Merah. *Jurnal Konstruksi*, 20(1), 95–102.
- Darwis, D., Ulum, S., & Kurniawan, G. (2016). Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Berbahan Abu Sekam Padi dan Kapur Banawa Charateristic. *Gravitasi*, 15(2), 1–9.
- Ditjenbun. (2021). Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2019-2021. *Direktorat Jendral Perkebunan Kementerian Pertanian Republik Indonesia*, 1–88.
- Eriwianto, D., P, B. A., & Notosudjono, D. (2020). Penggunaan Limbah Padat Kelapa Sawit Untuk Menghasilkan Tenaga Listrik Pada Existing Boiler. *Sainstech: Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Sains Dan Teknologi*, 26(2), 85–93.
- Eslami, A., Mohammadi, H., & Mirabi Banadaki, H. (2022). Palm fiber as a natural reinforcement for improving the properties of traditional adobe bricks. *Construction and Building Materials*, 325(March).
- Handayani, S. (2010). Kualitas Batu Bata Merah Dengan Penambahan Serbuk Gergaji. *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan*, 12(1), 41–50.
- Hartog, F. (2021). pembuatan Batu bata. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 2, 5–24.
- Hasanah, M. S., Yushardi, Y., & Lesmono, A. D. (2021). Uji Kuat Tekan Daya Serap Air Dan Massa Jenis Batu Bata Merah Berbahan Tambahan Abu Kulit Dan Janggal Jagung Di Wuluhan Jember. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 10(2), 41.
- Hastutiningrum, S. (2013). Proses pembuatan batu bata berpori dari tanah iat dan kaca. *Jurnal Teknologi Technoscintia*, 5(3), 200–206.
- Havis Ari Winata, A., & Susanti Yusman, A. (2022). Pengaruh Penambahan Limbah Botol Kaca Terhadap Daya Serap Air Dan Uji Kuat Tekan Batu Bata Merah. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 2(1), 193-199.

- Huy, N. S., & Phuoc, H. T. (n.d.). *EFFECT OF FLY ASH CONTENT ON ENGINEERING PROPERTIES OF UNFIRED BUILDING BRICKS ẢNH HƯỞNG CỦA HÀM LƯỢNG TRO BAY LÊN CÁC ĐẶC TÍNH KỸ THUẬT*. 32–36.
- Irwansyah, Faiz Isma, M. P. (2018). Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Dari Limbah Industri Pertanian Dan Material Alam. *Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Dari Limbah Industri Pertanian Dan Material Alam*, 4(2), 8–12.
- Kamal, N. (2018). Karakterisasi dan Potensi Pemanfaatan Limbah Sawit. *Itenas Library*, 61–68.
- Maryunani, W. P. (2009). Batu Bata Non Bakar Solusi Alternatif Bahan Konstruksi Ramah Lingkungan. In *Jurnal Penelitian Inovasi* (Vol. 31, Issue 1, pp. 44–58).
- Mudjiono, S. (n.d.). *Slamet Mudjiono*.
- Prayuda, H., Setyawan, E. A., & Saleh, F. (2018). ANALISIS SIFAT FISIK DAN MEKANIK BATU BATA MERAH DI YOGYAKARTA (Analysis Physical and mechanical attributes of masonry in Yogyakarta). *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 1(2), 94.
- Purwanggono, B. (2009). *Buku Pengantar Standardisasi ini merupakan materi awal tentang pendidikan standardisasi, yang terus disempurnakan oleh suatu tim dari BSN dan beberapa Perguruan Tinggi*.
- Riyanto, D. P., -, S., Prasetyo, W., & Arisanto, P. (2021). Pemanfaatan Sedimen Sungai Untuk Bahan Baku Unfired Bricks (Bata Tanpa Bakar). *Bentang: Jurnal Teoritis Dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 9(2), 101–114.
- Setiawan, A., & Novita Pradani dan. (n.d.). *Rekayasa dan Manajemen Transportasi Journal of Transportation Management and Engineering*.
- Setiawan, P., ST, P., & Bachtiar, G. (2010). Penggunaan Abu Sekam Padi Dan Kapur Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen Komposit Pada Pembuatan Paving Block. *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, 5(1), 66–82.
- Shah, S., & Jose, V. (2018). Ecofriendly Brick Construction Using Waste Materials. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 05(03), 2147–2153.
- Shalahuddin, M. (2012). Variasi Tanah Lempung, Tanah Lanau Dan Pasir Sebagai Bahan Campuran Batu Bata. *Jurnal Teknobiologi*, 1(2), 34–46.
- SK SNI S-04-1989-F. (1989). Spesifikasi Bahan Bangunan. *Departemen Pekerja Umum*.
- Suratmin, S., Satyarno, I., & Tjokrodinuljo, K. (2007). Pemanfaatan Kulit Ale-Ale Sebagai Agregat Kasar Dalam Pembuatan Beton. *Civil Engineering Forum Teknik Sipil*, 17(2), 530-538–538.



- Trianah, Y. (2022). Pengaruh Penambahan Serabut (Fiber) Kelapa Sawit Terhadap Porositas Beton. *Jurnal Teknik Sipil Cendekia (Jtsc)*, 3(2), 28–37.
- Umar, M. (2018). *Uji Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Batu Bata*. 37–47.
- Widodo, B., & Artiningsih, N. K. A. (2021). Optimasi Semen Pada Pembuatan Batu Bata Tanpa Bakar. *Dinamika Teknik Sipil: Majalah Ilmiah Teknik Sipil*, 14(1), 32–40.

## LAMPIRAN

Lampiran 1: Analisa saringan agregat halus

No. Saringan	Berat Tertahan (gr)	Persentase Tertahan (%)	Persentase Kumulatif	
			Tertahan (%)	Lolos (%)
3/8"	0	0	0	100
No.4	99	4.95	4.95	95.05
No.8	205	10.25	15.20	84.80
No.16	387	19.35	34.55	65.45
No.30	301	15.05	49.60	50.40
No.50	561	28.05	77.65	22.35
No.100	330	16.50	94.15	5.85
Pan	117	5.850		0
Total	2000	100	276.10	

Lampiran 2: Kadar lumpur agregat halus

Uraian	Sampel 1	Sampel 2
Wadah (W1)	511	507
Berat pasir kering (W2), gr	500	500
Berat pasir setelah dicuci dan dioven lagi (W3), gr	995	992
Berat lumpur (W4), gr	16	15
Kadar lumpur, %	3.2	3.0
Kadar lumpur rata-rata, %	3.1	

Lampiran 3: Kadar air agregat halus

Uraian	Satuan	Sampel 1	Sampel 2
Berat contoh SSD dan berat wadah	gr	6991	7436
Berat contoh SSD	gr	6480	6928
Berat contoh kering oven dan berat wadah	gr	6722	7012
Berat wadah	gr	511	508
Berat air	gr	269	424
Berat contoh kering	gr	6211	6504
Kadar air	%	4.33	6.52
Rata-rata	%	5.43	

Lampiran 4: Indeks Plastisitas tanah galong

Batas Cair (Liquid Limit Test) dan Batas Plastis (Plastic Limit) Tanah Galong								
No	Nomor Contoh	Satuan	Batas Cair (LL)				Batas Plastis (PL)	
1	Banyak pukulan		22	33	35	45		
2	Nomor Cawan		I	II	III	IV	I	II
3	Berat cawan + tanah basah (W2)	gr	47	47	43	48	22	20
4	Berat cawan + tanah kering (W3)	gr	36	38	33	38	20	18
5	Berat air ( $W_w = W_2 - W_3$ )	gr	11	9	10	10	2	2
6	Berat Cawan (W1)	gr	10	8	8	10	10	10
7	Berat tanah kering ( $W_5 = W_3 - W_1$ )	gr	26	30	25	28	10	8
8	Kadar Air ( $W = (W_w / W_5) \times 100\%$ )	%	42. 3	30	40	35. 7	20	25
9	Kadar Air rata-rata (w)	%	39				22.5	

LL	PL	PI
39	22.5	16.9

Lampiran 5: Kadar air tanah galong

Kadar Air Tanah Galong		
No. cawan	1	2
Berat Cawan (W1)	9	9
Berat Cawan + Tanah Basah (W2)	60	59
Berat Cawan + Tanah Kering (W3)	48	51
Berat Air (W2-W3)	12	8
Berat Tanah Kering (W3-W1)	39	42
Kadar Air (w)	30.8	19.0
Rata-rata (%)	24.9	

Lampiran 6: Analisa butiran tanah galong

Analisa Butiran Tanah Galong					
No Saringan	Diameter Saringan (mm)	Berat tertahan (gr)	% Berat tertahan	% Kumulatif berat tertahan	% Tanah yang lolos saringan
4	4.750	60	6	6	94
10	2.000	195	19.5	25.5	74.5
20	0.850	435	43.5	69	31
40	0.425	105	10.5	79.5	20.5
60	0.250	170	17	96.5	3.5
100	0.150	5	0.5	97	3
200	0.075	20	2	99	1
Pan		10	1	100	0
Jumlah		1000			

Lampiran 7: Penyerapan air bata tanpa bakar

No	Kode Sampel	Jumlah Sampel	Berat Bata Basah (kg)	Berat Bata Kering (kg)	Daya Serap (%)	Rata-rata (%)
1	Control Cement (CC)	1	1.674	1.342	24.74	24.992
		2	1.657	1.323	25.25	
2	Control Lime (CL)	1	1.608	1.214	32.45	32.174
		2	1.617	1.226	31.89	
3	Cement Galong SKS (CGS)	1	1.902	1.466	29.74	31.906
		2	1.936	1.444	34.07	
4	Lime Galong SKS (LGS)	1	1.940	1.435	35.19	33.547
		2	1.935	1.467	31.90	
Rata-rata						30.6548

Lampiran 8: Berat jenis bata tanpa bakar

No	Kode	Jumlah Sampel									rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Control Cement (CC)	1.45	1.47	1.47	1.44	1.41	1.42	1.32	1.41	1.32	1.41
2	Control Lime (CL)	1.32	1.42	1.55	1.41	1.45	1.34	1.38	1.53	1.34	1.41
3	Cement Galong SKS (CGS)	1.14	1.78	1.77	1.55	1.65	1.36	1.36	1.35	1.34	1.48
4	Lime Galong SKS (LGS)	1.69	1.51	1.37	1.43	1.43	1.30	1.44	1.44	1.42	1.45
Rata-rata berat jenis											1.44

Lampiran 9: Kadar garam bata

No	Kode sampel	Jumlah	Dimensi Batu Bata (mm)		Luas Batu Bata (mm <sup>2</sup> )	Dimensi Kadar Garam		Luasan Kadar Garam (mm)	Persentase Kadar Garam (%)
			Panjang	Lebar		Lebar	Panjang		
1	Control Cement (CC)	1	200	100	20000	0	0	0	0
		2	200	100	20000	0	0	0	0
2	Control Lime (CL)	1	200	100	20000	0	0	0	0
		2	200	100	20000	0	0	0	0
3	Cement Galong SKS (CGS)	1	200	100	20000	3	2	6	0.0003
		2	200	100	20000	2	1	2	0.0001
4	Lime Galong SKS (LGS)	1	200	100	20000	13	13	169	0.00845
		2	200	100	20000	12	14	168	0.0084
Rata-rata									0.00215625

Lampiran 10: Sifat tampak bata

Kode sampel	Sudut siku		Nyaring bila dipukul		Warna seragam		Tidak retak		Datar	
	Sampe/11	Sampe/12	Sampe/11	Sampe/12	Sampe/11	Sampe/12	Sampe/11	Sampe/12	Sampe/11	Sampe/12
Control Cement (CC)	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Control Lime (CL)	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Cement Galong SKS (CGS)	S	S	T	T	S	S	S	S	S	S
Lime Galong SKS (LGS)	S	S	T	T	S	S	S	S	S	S

Lampiran 11: Daya tahan bata dengan metode *drying* dan *wetting*

No	Siklus	Kode Sampel	Jumlah	Drying (gr)	Wetting (gr)	Serapan Air (gr)	Rata-rata (gr)
1	1	CC	1	1703	1924	221	229.7
			2	1685	1913	228	
			3	1667	1907	240	
2		CL	1	1665	1926	261	270.7
			2	1692	1966	274	
			3	1671	1948	277	
3		CGS	1	1651	1965	314	315.3
			2	1632	1959	327	
			3	1628	1933	305	
4		LGS	1	1651	1884	233	264
			2	1611	1895	284	
			3	1610	1885	275	
5	2	CC	1	1921	1932	11	13.7
			2	1902	1922	20	
			3	1900	1910	10	
6		CL	1	1918	1930	12	13
			2	1957	1971	14	
			3	1935	1948	13	
7		CGS	1	1931	1974	43	37
			2	1941	1975	34	
			3	1918	1952	34	
8		LGS	1	1863	1902	39	49
			2	1868	1928	60	
			3	1858	1906	48	
9	3	CC	1	1912	1937	25	18.7
			2	1897	1917	20	
			3	1900	1911	11	
10		CL	1	1923	1930	7	12.7
			2	1956	1973	17	
			3	1928	1942	14	
11		CGS	1	1951	1980	29	28
			2	1951	1954	3	
			3	1928	1980	52	
12		LGS	1	1874	1916	42	35
			2	1905	1931	26	
			3	1878	1915	37	

No	Siklus	Kode Sampel	Jumlah	Drying (gr)	Wetting (gr)	Serapan Air (gr)	Rata-rata (gr)
13	4	CC	1	1933	1941	8	14.7
			2	1899	1918	19	
			3	1894	1911	17	
14		CL	1	1923	1934	11	15.7
			2	1952	1972	20	
			3	1924	1940	16	
15		CGS	1	1961	1982	21	26
			2	1952	1982	30	
			3	1931	1958	27	
16		LGS	1	1896	1926	30	37
			2	1896	1947	51	
			3	1892	1922	30	
17	5	CC	1	1923	1928	5	23
			2	1961	1986	25	
			3	1892	1931	39	
18		CL	1	1914	1942	28	22.3
			2	1953	1968	15	
			3	1911	1935	24	
19		CGS	1	1960	1987	27	21.7
			2	1961	1986	25	
			3	1946	1959	13	
20		LGS	1	1916	1930	14	28.3
			2	1911	1950	39	
			3	1898	1930	32	
21	6	CC	1	1927	1944	17	21.3
			2	1896	1918	22	
			3	1881	1906	25	
22		CL	1	1898	1925	27	23.3
			2	1941	1966	25	
			3	1921	1939	18	
23		CGS	1	1958	1986	28	29.0
			2	1955	1985	30	
			3	1927	1956	29	
24		LGS	1	1901	1934	33	29.7
			2	1923	1947	24	
			3	1903	1935	32	

No	Siklus	Kode Sampel	Jumlah	Drying (gr)	Wetting (gr)	Serapan Air (gr)	Rata-rata (gr)
25	7	CC	1	1931	1945	14	17.0
			2	1903	1918	15	
			3	1882	1904	22	
26		CL	1	1905	1927	22	21.3
			2	1947	1968	21	
			3	1916	1937	21	
27		CGS	1	1974	1987	13	15.3
			2	1966	1984	18	
			3	1942	1957	15	
28	LGS	1	1913	1935	22	16.0	
		2	1935	1950	15		
		3	1927	1938	11		
29	8	CC	1	1920	1942	22	22.7
			2	1900	1919	19	
			3	1877	1904	27	
30		CL	1	1901	1928	27	19.7
			2	1951	1971	20	
			3	1922	1934	12	
31		CGS	1	1975	1981	6	15.7
			2	1972	1987	15	
			3	1932	1958	26	
32	LGS	1	1920	1935	15	24.7	
		2	1922	1954	32		
		3	1923	1950	27		
33	9	CC	1	1917	1941	24	18.7
			2	1906	1918	12	
			3	1886	1906	20	
34		CL	1	1908	1928	20	21.0
			2	1943	1964	21	
			3	1908	1930	22	
35		CGS	1	1917	1986	69	34.7
			2	1972	1988	16	
			3	1938	1957	19	
36	LGS	1	1917	1938	21	21.7	
		2	1930	1953	23		
		3	1926	1947	21		



No	Siklus	Kode Sampel	Jumlah	Drying (gr)	Wetting (gr)	Serapan Air (gr)	Rata-rata (gr)
37	10	CC	1	1930	1943	13	15.7
			2	1903	1917	14	
			3	1883	1903	20	
38		CL	1	1911	1929	18	18.7
			2	1943	1964	21	
			3	1914	1931	17	
39		CGS	1	1977	1990	13	15.7
			2	1975	1992	17	
			3	1938	1955	17	
40		LGS	1	1927	1940	13	22.0
			2	1928	1962	34	
			3	1934	1953	19	
41	11	CC	1	1925	1940	15	12.0
			2	1907	1917	10	
			3	1894	1905	11	
42		CL	1	1914	1925	11	13.0
			2	1951	1962	11	
			3	1911	1928	17	
43		CGS	1	1974	1984	10	11.7
			2	1977	1986	9	
			3	1937	1953	16	
44		LGS	1	1918	1935	17	15.3
			2	1941	1956	15	
			3	1933	1947	14	
45	12	CC	1	1930	1946	16	17.0
			2	1898	1914	16	
			3	1882	1901	19	
46		CL	1	1911	1927	16	14.0
			2	1953	1966	13	
			3	1917	1930	13	
47		CGS	1	1969	1986	17	16.7
			2	1967	1987	20	
			3	1943	1956	13	
48		LGS	1	1913	1938	25	16.3
			2	1957	1963	6	
			3	1935	1953	18	

Lampiran 12: Harga satuan bata

Variasi tanah galong, kapur, pasir, dan Serat Kelapa Sawit (SKS)

No	Bahan	Satuan	Harga (Rp)	Jumlah (Kg)	Total (Rp)
1	Tanah galong	Kg	750	1,168	876
2	Kapur	Kg	17.500	0,146	2.555
3	Pasir	Kg	625	0,292	183
4	SKS	Kg		0,146	
Total					3.614

Variasi tanah galong, semen, pasir, dan Serat Kelapa Sawit (SKS)

No	Bahan	Satuan	Harga (Rp)	Jumlah (Kg)	Total (Rp)
1	Tanah galong	Kg	750	1,168	876
2	Semen	Kg	1.500	0,146	219
3	Pasir	Kg	625	0,292	183
4	SKS	Kg		0,146	
Total					1.278



**LAPORAN TUGAS AKHIR**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
Jl. Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan Telp. (061)6622400

**LEMBAR ASISTENSI**

Nama : Rifda Salsabilla  
NPM : 1907210030  
Program Studi : Teknik Sipil  
Bidang Ilmu : Struktur  
Judul Skripsi : Analisis Penambahan Serat Kelapa Sawit Terhadap Daya Tahan Bata Tekan Tanpa Bakar

NO	HARI/TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1	18-05-2023	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Ubah rumusan masalah.</li><li>2. Perbaiki ruang lingkup penelitian.</li><li>3. Ubah tujuan penelitian.</li></ol>	
2	23-05-2023	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Hilangkan kolom nama dan tahun pada tebal penelitian terdahulu.</li><li>2. Perbaiki penulisan sitasi.</li><li>3. Tambahkan penjelasan tentang semen pada bata.</li></ol>	
3	26-05-2023	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Tambahkan sumber sitasi pada bagian kapur.</li><li>2. Perbaiki metode yang digunakan pada pengujian daya tahan bata.</li><li>4. Perbaiki perbandingan penggunaan bahan pada mix design.</li><li>5. ACC untuk seminar proposal.</li></ol>	

**DOSEN PEMBIMBING**

(Fetra Venny Riza, S.T., M.Sc., Ph.D)



**UMSU**  
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**LAPORAN TUGAS AKHIR**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**Jl. Kapten Mukhtar Basri No.3 Medan Telp. (061)6622400**

NO	HARI/TANGGAL	KETERANGAN	PARAF
1	13-11-2023	1. Perbaiki grafik pada bab 4. 2. Bandingkan hasil penelitian pada bab 4 dengan penelitian sebelumnya.	
2	14-11-2023	1. Bandingkan grafik sesuai dengan bahan pengikat. 2. Tabel diletak pada lampiran sedangkan grafik pada bab 4. 3. Lampirkan gambar pada bab 4.	
3	16-11-2023	1. Tambahkan penjelasan hasil sesuai grafik. 2. ACC untuk seminar hasil.	

**DOSEN PEMBIMBING**

**(Fetra Venny Riza, S.T., M.Sc., Ph.D)**

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### Data Identitas Diri

Nama Lengkap : Rifda Salsabilla  
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 16 Agustus 2001  
Jenis Kelamin : Perempuan  
Agama : Islam  
Alamat : Jl. Klambir V Gg. Ikhlas No.1  
No. Hp : 085260178058  
Nama Ayah : Suparjo  
Nama Ibu : Dana Ismayani  
Email : rifdasalsabila04@gmail.com

### Riwayat Pendidikan

Nomor Pokok Mahasiswa : 1907210030  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri No.3 Medan 20238

### Pendidikan Formal

Sekolah Dasar : SD Swasta Rahmat Islamiyah 2007-2013  
Sekolah Menengah Pertama : SMP Negeri 40 Medan 2013-2016  
Sekolah Menengah Atas : SMA Negeri 12 Medan 2016-2019