

# **TUGAS AKHIR**

## **DAYA TAHAN BATA TEKAN TANPA BAKAR DENGAN SERBUK KULIT TELUR (Studi Penelitian)**

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

**Disusun Oleh :**

**RIFIANDI AIDIL SABILLAH**  
**1907210129**



**UMSU**

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2024**

## LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Rifiandi Aidil Sabillah

NPM : 1907210129

Program Studi: Teknik Sipil

Judul Skripsi : Daya Tahan Bata Tanpa Bakar

Dengan Serbuk Kulit Telur

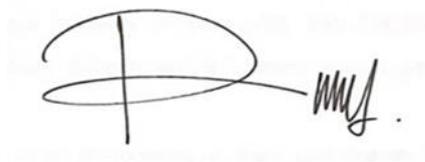
Bidang Ilmu : Struktur

Telah berhasil dipertahankan dihadapan 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 smaller, more intricate signature.

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

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Rifiandi Aidil Sabillah

NPM : 1907210129

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Daya Tahan Bata Tanpa Bakar

Dengan Serbuk Kulit Telur

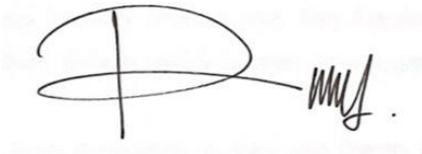
Bidang Ilmu : Struktur

Telah berhasil dipertahankan dihadapan 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, 19 Januari 2024

Mengetahui dan Menyetujui

Dosen Pembimbing



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

Dosen Pembanding I

Dosen Pembanding II

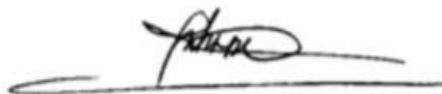


Dr. Ade Faisal, ST, M.Sc, Ph.D.



Rizki Efrida, S.T., M.T.

Ketua Prodi Teknik Sipil



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

## **SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Rifiandi Aidil Sabillah  
Tempat, Tanggal Lahir : Tebing Tinggi, 12 Januari 2002  
NPM : 1907210129  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil

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

“Daya Tahan Bata Tanpa Bakar Dengan Serbuk Kulit Telur (Studi Penelitian).”

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

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

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

Medan, 19 Januari 2024

Saya yang menyatakan



Rifiandi Aidil Sabillah

## **ABSTRAK**

### **DAYA TAHAN BATA TEKAN TANPA BAKAR DENGAN SERBUK KULIT TELUR**

Rifiandi Aidil Sabillah

1907210129

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

Batu bata merupakan salah satu bahan yang digunakan dalam proses pembuatan rumah maupun gedung. Batu bata digunakan karena memiliki harga yang lebih murah, daya tahan yang baik terhadap cuaca dan memiliki kekuatan yang cukup baik. Bata yang digunakan pada penelitian ini dibuat dengan cara tidak dibakar melainkan dikeringkan di dalam suhu ruangan selama 28 hari dan menggunakan serbuk kulit telur sebagai bahan tambah dalam membuat bata tersebut dengan perbandingan bahan 1:8:2:2 dengan menggunakan dua jenis tanah yaitu tanah merah dan tanah galong, kemudian bata dicetak dengan cara di press dengan mesin hidrolis press. Cetakan benda uji yang digunakan dibuat dari baja dengan ukuran panjang 20 cm, lebar 10 cm, dan tinggi 6 cm. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui daya tahan dari bata tekan tanpa bakar. Hasil penelitian yang didapat setelah dilakukan perbandingan dengan bata kontrol, ternyata nilai daya tahan dari bata tersebut dapat terpengaruh yaitu sebesar 14% untuk variasi semen galong SKT, 17% untuk variasi kapur galong SKT, 36% untuk variasi semen merah SKT, dan 35% untuk variasi kapur Merah SKT.

Kata kunci: Batu bata, Daya Tahan, Serbuk Kulit Telur

## ABSTRACT

### **DURABILITY OF PRESSED BRICK WITHOUT BURNING WITH EGGSHELL POWDER**

Rifiandi Aidil Sabillah

1907210129

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

*Bricks are one of the materials used in the process of making houses and buildings. Bricks are used because they are cheaper, have good resistance to weather and have good strength. The bricks used in this research were made by not burning them but drying them at room temperature for 28 days and using egg shell powder as an additional ingredient in making the bricks with a material ratio of 1:8:2:2 using two types of soil, namely red soil. and galong soil, then the bricks are molded by pressing them with a hydraulic press machine. The test specimen mold used was made of steel with dimensions of 20 cm long, 10 cm wide and 6 cm high. This research was conducted to determine the durability of pressed brick without burning. The research results obtained after comparing with control bricks, it turns out that the durability value of these bricks can be affected, namely by 14% for the SKT Galong cement variation, 17% for the SKT Galong lime variation, 36% for the SKT red cement variation, and 35% for SKT Red chalk variety.*

*Keywords: Bricks, Durability, Eggshell Powder*

## 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 “Daya Tahan Bata Tanpa Bakar Dengan Serbuk Kulit Telur” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

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

7. Teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Zuheri Effendi dan Ibunda tercinta Epi Yanti yang telah bersusah payah membesarkan dan memberikan kasih sayangnya yang tidak ternilai kepada penulis.
8. Rekan-rekan seperjuangan dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.

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

Medan, 19 Januari 2024

Saya yang menyatakan:



Rifiandi Aidil Sabillah

## 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	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Pembahasan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Bata Tanpa Bakar	5
2.2 Bahan Dasar Pembentuk Batu Bata	9
2.3 Syarat Mutu Bata	16
2.4 Pengujian Daya Tahan Bata	18
BAB 3 METODE PENELITIAN	20
3.4 Diagram Alir Penelitian	20
3.5 Tempat dan Waktu Penelitian	21
3.6 Tahap Penelitian	21
3.7 Sumber-Sumber Data Dalam Penelitian	22
3.7.1 Data Primer	22
3.7.2 Data Sekunder	22
3.8 Alat dan Bahan Pembuatan Bata Tanpa Bakar	22
3.6 Prosedur Penelitian	30
3.6.1 Pembuatan Serbuk Kulit Telur	30

3.6.2	Pembuatan Bata	30
3.7	Proses Pengujian	32
<b>BAB 4</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>35</b>
4.1	Analisa Pemeriksaan Bahan	35
4.1.1	Analisa Gradasi Agregat Halus	35
4.1.2	Kadar Lumpur Agregat Halus	35
4.1.3	Kadar Air Agregat Halus	35
4.1.4	Analisa Butiran Tanah	36
4.1.5	Kadar Air Tanah	37
4.1.6	Uji Batas Cair dan Batas Plastis Tanah Merah dan Tanah Galong	38
4.2	Hasil Analisa Pengujian Bata Tekan Tanpa Bakar	39
4.2.1	Daya Tahan Bata Tekan Tanpa Bakar	40
4.2.2	Penyerapan Air Bata Tekan Tanpa Bakar	49
4.2.3	Berat Jenis Bata Tekan Tanpa Bakar	51
4.2.4	Kadar Garam Bata Tekan Tanpa Bakar	53
4.2.5	Sifat Tampak Bata Tekan Tanpa Bakar	55
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>58</b>
5.1	Kesimpulan	58
5.2	Saran	58
	<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>59</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	
	<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil penelitian terdahulu bata tanpa bakar	7
Tabel 2.2 penelitian terdahulu menggunakan tanah lempung sebagai bahan campuran	10
Tabel 2.3 penelitian terdahulu menggunakan pasir sebagai bahan campuran	11
Tabel 2.4 Penelitian terdahulu menggunakan air sebagai bahan campuran	12
Tabel 2.5 Penelitian terdahulu menggunakan Kapur sebagai bahan campuran	13
Tabel 2.6 Penelitian terdahulu menggunakan Semen sebagai bahan campuran	14
Tabel 2.7 Penelitian terdahulu menggunakan cangkang telur	15
Tabel 2.8 Ukuran Standar Bata	17
Tabel 2.9 Standar Nilai Kuat tekan Bata	17
Tabel 2.10 Standar Mutu Bata	18
Tabel 2.11 Penelitian terdahulu Daya Tahan Bata Tekan Tanpa Bakar	11
Tabel 3.1 Tempat dan waktu penelitian	21
Tabel 3.2 Variasi Komposisi Bahan	25
Tabel 4.1 Hasil Uji Sifat Tampak Bata Tanpa Bakar Tanah Galong	55
Tabel 4.2 Hasil Uji Sifat Tampak Bata Tanpa Bakar Tanah merah	56

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian	20
Gambar 3.2	Tanah Galong	23
Gambar 3.3	Serbuk Cangkang Telur yang sudah di ayak menggunakan ayakan nomor 16	23
Gambar 3.4	Semen Portland Tipe 1	24
Gambar 3.5	Kapur	24
Gambar 3.6	Air	25
Gambar 3.6	Pasir	25
Gambar 3.7	Tempat Pencetakan bata	26
Gambar 3.8	Mesin pompa hidrolik	27
Gambar 3.9	Timbangan digital	27
Gambar 3.11	Saringan no.16	28
Gambar 3.12	Oven	28
Gambar 3.13	Bak air perendaman	28
Gambar 3.14	Sekop	29
Gambar 3.15	Gelas ukur	29
Gambar 3.16	Dimensi bata	31
Gambar 4.1	Grafik gradasi tanah merah	36
Gambar 4.2	Grafik gradasi tanah galong	37
Gambar 4.3	Grafik Cassagrande	39
Gambar 4.4	Proses wetting benda uji.	40
Gambar 4.5	Proses drying bata	40
Gambar 4.6	Benda uji yang mengalami kehancuran proses pengujian dilakukan	40
Gambar 4.7	Grafik perbandingan daya tahan bata kontrol tanah galong dengan pengikat semen dan kapur.	41
Gambar 4.8	Grafik perbandingan daya tahan rata-rata bata Serbuk Kulit Telur tanah galong dengan pengikat semen dan kapur terhadap siklus.	42
Gambar 4.9	Grafik perbandingan daya tahan bata kontrol tanah merah dengan pengikat semen dan kapur.	42

Gambar 4.10 Grafik perbandingan daya tahan rata-rata bata Serbuk Kulit Telur tanah merah dengan pengikat semen dan kapur terhadap siklus.	43
Gambar 4.11 Grafik perbandingan daya tahan bata kontrol pengikat semen untuk tanah galong dan tanah merah.	44
Gambar 4.12 Grafik perbandingan daya tahan bata kontrol pengikat kapur untuk tanah galong dan tanah merah.	45
Gambar 4.13 Grafik perbandingan daya tahan bata campuran serbuk kulit telur pengikat semen untuk tanah galong dan tanah merah.	45
Gambar 4.14 Grafik perbandingan daya tahan bata campuran serbuk kulit telur pengikat kapur untuk tanah galong dan tanah merah.	46
Gambar 4.15 Grafik perbandingan daya tahan bata kontrol dengan bata campuran serbuk kulit telur tanah galong pengikat semen.	47
Gambar 4.16 Grafik perbandingan daya tahan bata kontrol dengan bata campuran serbuk kulit telur untuk tanah merah pengikat semen.	47
Gambar 4.17 Grafik perbandingan daya tahan bata kontrol dengan bata campuran serbuk kulit telur untuk tanah galong pengikat semen.	48
Gambar 4.18 Grafik perbandingan daya tahan bata kontrol dengan bata campuran serbuk kulit telur untuk tanah merah pengikat kapur.	49
Gambar 4.19 Proses pengeringan benda uji di dalam oven.	50
Gambar 4.20 Benda uji daya serap air	50
Gambar 4.21 Pengujian daya serap air bata tanpa bakar tanah galong.	50
Gambar 4.22 pengujian daya serap air bata tanpa bakar tanah merah	51
Gambar 4.23 Pengujian berat jenis bata tanpa bakar tanah galong.	52
Gambar 4.24 Pengujian berat jenis bata tanpa bakar tanah merah.	52
Gambar 4.25 Proses benda uji dilakukan pengujian kadar garam.	53
Gambar 4.26 Benda uji hasil pengujian kadar garam	53
Gambar 4.27 Pengujian kadar garam bata tanpa bakar tanah galong.	54
Gambar 4.28 Pengujian kadar garam bata tanpa bakar tanah merah.	54
Gambar 4.29 Benda uji sifat tampak bata untuk tanah galong.	56
Gambar 4.30 Benda uji daya tampak bata untuk tanah merah.	57

## DAFTAR NOTASI

PI	= Indeks plastisitas	(%)
LL	= Batas cair	(%)
PL	= Batas Plastis	(%)
w	= berat	(Kg)
v	= volume	(m <sup>3</sup> )
G	= Kadar garam	(%)
Ag	= Luas Kandungan garam	(cm <sup>2</sup> )
A	= Luas bata	(cm <sup>2</sup> )
A	= Berat jenuh setelah direndam	(Gr)
B	= Berat setelah di oven	(Gr)

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar belakang**

Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi di bidang pembangunan konstruksi teknik sipil banyak hal yang dapat di gunakan untuk menggunakan bahan bahan yang tidak terpakai atau di buang menjadi bahan tambah untuk membuat salah satu bahan yang digunakan dalam dunia konstruksi yaitu batu bata. Pemanfaatan penggunaan limbah untuk campuran dalam proses pembuatan batu bata sangat baik untuk dapat mengurangi sampah yang ada di sekitar kita.

Di Indonesia, kebutuhan akan batu bata dalam pembangunan infrastruktur perumahan semakin pesat, dikarenakan semakin meningkatnya laju pertumbuhan penduduk di Indonesia. Hal inilah yang dapat menyebabkan kebutuhan akan bahan baku yang digunakan untuk membuat batu bata semakin meningkat, oleh karena itu penggunaan kulit cangkang telur sangat berguna sebagai pengganti bahan campuran untuk mebuat batu bata dan membuatnya menjadi lebih ramah lingkungan.

Batu bata juga merupakan bahan bangunan yang telah lama dikenal dan dipakai oleh masyarakat baik di pedesaan maupun di perkotaan yang berfungsi untuk bahan bangunan konstruksi. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya pabrik batu bata yang dibangun masyarakat untuk memproduksi batu bata. Penggunaan batu bata banyak digunakan untuk aplikasi teknik sipil seperti dinding pada bangunan perumahan, bangunan gedung, pagar, saluran dan pondasi. Batu bata umumnya dalam konstruksi bangunan memiliki fungsi sebagai bahan non-struktural, di samping berfungsi sebagai struktural. Sebagai fungsi struktural, batu bata dipakai sebagai penyangga atau pemikul beban yang ada di atasnya seperti pada konstruksi rumah sederhana dan pondasi (Witjaksana dkk., 2016).

Aplikatif penggunaan bata tanpa bakar yang di terapkan di prancis, percobaan dilakukan dengan membangun dinding bangunan dengan tebal 400 mm - 600 mm, hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan batu bata tanpa bakar dapat

mengurangi fluktuasi suhu luar ruangan dan pembatasan resiko panas berlebihan pada suatu bangunan.(Riyanto dkk., 2021).

Beberapa peneliti sebelumnya telah melakukan studi untuk mengetahui komposisi optimum dari bahan penyusun bata non bakar. Secara umum bata non bakar terdiri dari tanah liat, pasir dan semen. Komposisi tanah liat, agregat dan semen masing-masing sebesar 60%, 20%, dan 20%. Komposisi ini bisa menghasilkan bata dengan kuat tekan sekitar 28 kg/cm<sup>2</sup> (Fajrin dkk., 2017).

Di Indonesia produksi kulit telur akan terus berlimpah selama telur diproduksi di bidang peternakan serta digunakan di restoran, pabrik roti dan mie sebagai bahan baku pembuatan makanan. Produksi telur Jawa Barat dan Indonesia tahun 2009, masing-masing sebesar 105.046 ton dan 1.013.543 ton. Kulit telur kering mengandung sekitar 95% kalsium karbonat dengan berat 5,5 gram. Selain itu, rerata dari kulit telur mengandung 3% fosfor dan 3% terdiri atas magnesium, natrium, kalium, seng, mangan, besi, dan tembaga. Kandungan kalsium yang cukup besar berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan tambah pembuatan semen (Fitriani dkk., 2017).

Dari penjabaran beberapa literatur diatas perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui apakah cangkang telur dapat berguna sebagai bahan campuran dalam membuat bata, Oleh karena itu diambil Tugas Akhir dengan judul “Daya Tahan Bata Tekan Tanpa Bakar Dengan Serbuk Kulit Telur”

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan hasil dari latar belakang diatas didapat permasalahan yang ada pada penelitian:

1. Apakah daya tahan batu bata tanpa bakar dengan serbuk cangkang telur memenuhi syarat SNI ?
2. Apakah penambahan serbuk cangkang telur dapat meningkatkan daya tahan batu bata tanpa bakar ?

### **1.3 Ruang Lingkup Penelitian**

Pembatasan masalah dilakukan untuk dapat membatasi ruang lingkup pembahasan sehingga penelitian yang dilakukan lebih terarah. Batas-batas dalam pembahasan masalah ini adalah:

1. Metode perencanaan bata merah untuk pasangan dinding dengan menggunakan Standar Nasional Indonesia (SNI 15-2094-2000).
2. Melakukan pengujian daya taha dari batu bata dari limbah serbuk kulit telur.
3. Bahan yang digunakan adalah tanah merah, tanah galong, dan limbah serbuk kulit telur.

### **1.4 Tujuan Penelitian**

berdasarkan hasil rumusan masalah yang di dapat, terdapat tujuan masalah dari penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui apakah daya tahan batu bata tanpa bakar dengan kulit telur memenuhi syarat SNI ?.
2. Untuk memanfaatkan serbuk cangkang telur sebagai bahan campuran pembuatan material konstruksi batu bata tanpa bakar.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Dapat dijadikan sebagai sumber rujukan untuk penelitian selanjutnya.
2. Dapat memanfaatkan limbah organik sebagai bahan tambah pembuatan material konstruksi yang ramah lingkungan.

## **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 mengkaji permasalahan yang ada dan menyiapkan landasan teori dari penelitian.

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

Bab ini menjelaskan tentang metode penelitian, bahan yang digunakan, dan teori-teori yang digunakan.

### **BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisikan tentang hasil penelitian, permasalahan dan pemecahan masalah selama penelitian.

### **BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dari penelitian yang dilakukan.

### **DAFTAR PUSTAKA**

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Bata Tanpa Bakar**

Bata tidak dibakar (Unfired Bricks) merupakan batu bata yang terbuat dari material tanah dengan penambahan additif 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).

Defenisi batu bata menurut SNI 15-2094-2000 merupakan unsur pada bangunan pada pembuatan konstruksi bangunan yang terbuat dari tanah liat ditambah air dengan campuran atau tanpa campuran melalui tahap pengerjaan, seperti menggali, mengolah, mencetak, mengeringkan, dan membakar dengan suhu yang tinggi hingga batu bata berubah warna dan mengeras sehingga batu bata tidak hancur lagi ketika dirndam dengan air.

Di Indonesia produksi kulit telur akan terus berlimpah selama telur diproduksi di bidang peternakan serta digunakan di restoran, pabrik roti dan mie sebagai bahan baku pembuatan makanan. Produksi telur Jawa Barat dan Indonesia tahun 2009, masing-masing sebesar 105.046 ton dan 1.013.543 ton. Kulit telur kering mengandung sekitar 95% kalsium karbonat dengan berat 5,5 gram. Selain itu, rerata dari kulit telur mengandung 3% fosfor dan 3% terdiri atas magnesium, natrium, kalium, seng, mangan, besi, dan tembaga. Kandungan kalsium yang cukup besar berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan tambah pembuatan semen (Fitriani dkk., 2017). Oleh karena itu penelitian ini menjadikan serbuk kulit telur sebagai bahan tambah dalam proses pembuatan batu bata tanpa bakar, sehingga dapat mengurangi limbah cangkang telur yang ada, dan menjadikan cangkang telur menjadi lebih bermanfaat.

Beberapa cara agar batu bata tanpa bakar digunakan sebagai pasangan dinding rumah dengan kekuatan yang memadai, yang memenuhi syarat yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang ada. Pembuatan bata bata tanpa bakar dapat

mengurangi polusi udara dan penggunaan batu bata tanpa bakar berbahan tanah liat yang dicampur dengan bahan limbah industri makanan maupun limbah pertanian dapat membuat batu bata menjadi lebih ramah lingkungan (Dhiaulhaq, 2018).

Beberapa peneliti sebelumnya telah melakukan studi untuk mengetahui komposisi optimum dari bahan penyusun bata non bakar. Secara umum bata non bakar terdiri dari tanah liat, pasir dan semen. Komposisi tanah liat, agregat dan semen masing-masing sebesar 60%, 20%, dan 20%. Komposisi ini bisa menghasilkan bata dengan kuat tekan sekitar  $28 \text{ kg/cm}^2$  (Fajrin dkk., 2017).

Proses pembuatan batu bata tanpa bakar dilakukan dengan mencampurkan tanah lempung dengan campuran semen, pasir, dan zat aditif yang telah ditentukan sesuai dengan kadar campuran yang sudah di tentukan. Kemudian campuran tersebut dicampur merata dan ditambah air hingga mencapai kadar air maksimum. Selanjutnya campuran tersebut dimasukkan ke dalam alat pencetak dan dilakukan penekanan sekaligus, kemudian benda uji dikeluarkan dari cetakan dan dilakuka perawatan dengan cara mengeringkannya pada suhu kamar selama 14 hari, 21 hari, dan 28 hari (Andre dan Siagian, 2010).

Penggunaan batu bata sangat banyak digunakan oleh masyarakat di Indonesia, batu bata tanpa bakar memiliki kelebihan dan kekurangan yaitu:

1. Kelebihan batu bata tanpa bakar
  - a) Batu bata tidak membutuhkan waktu yang lama untuk kering.
  - b) Biaya produksi yang murah.
  - c) Lebih ramah lingkungan
  - d) Memiliki tekstur yang lebih halus
2. Kekurangan batu bata tanpa bakar yaitu :
  - a) Waktu pemasangan yang lebih lama
  - b) Bata tanpa bakar mudah rusak

Tabel 2.1: Hasil penelitian terdahulu bata tanpa bakar.

No	Penulis	Judul	Jurnal	Hasil
1	(Andre dan Siagian, 2010)	Perbaikan Sifat Mekanis Batu Bata Tanpa Dibakar dengan Campuran Limbah Karbit dan Abu Sekam Padi	Jurnal Ilmiah Sesmesta Teknika Vol. 13, No. 1, 41-49, Mei 2010	Kuat tekan tertinggi adalah pada penambahan bahan aditif sebesar 70%, dengan perbandingan CCR:RHA=2:1, yaitu sebesar 125,91 Kg/cm <sup>2</sup> , yang dapat digolongkan ke dalam bata pejal kelas 125, namun pada umur 28 hari batu bata dengan pemakaian bahan aditif sebesar 20% sampai 100% mengalami penurunan nilai kuat tekan.
2	(Witjaksana dkk., 2016)	Pembuatan Batu Bata Tanpa Bakar Dengan Campuran Sodium Hidroksida (NaOH) Dan Sodium Silikat (Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> )	Jurnal Hasil Penelitian LPPM Untag Surabaya Februari 2016, Vol. 01, hal 25-32	Batu bata biasa tanpa proses pembakaran dengan campuran sodium hidrosida dan sodium silikat ternyata kuat tekannya lebih rendah yaitu 1.048 Mpa dibandingkan dengan batu bata tanpa proses pembakaran yang campuran sodium hidroksida dan sodium silikat nya yaitu sebesar 1.28 Mpa
3	(Irwansyah dkk)	Karakteristik batu bata	Jurnal Pendidikan	Bata tanpa bakar dari hasil uji sifat mekanis

Tabel 2.1: *Lanjutan.*

No	Penulis	Judul	Jurnal	Hasil
	2018)	tanpa pembakaran dari limbah industry pertanian dan material alam	Teknik Bangunan dan Sipil Vol. 4, No.2, Desember 2018	Bata tanpa bakar dari hasil uji sifat mekanis dan sifat fisik dari inovasi campuran material yang terbaik berada pada komposisi IV (tanah lempung 30%, ATTKS 15%, ASP 15%, pasir 20%, semen 13%, biji besi 0,15%, dan alkali merah 6,85%) menghasilkan sifat fisik bata berukuran 225 x 110 x 55 mm dengan warna coklat muda dan bersuara nyaring, dilihat hasil uji mekanis 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 7,98 %
4	(Riyanto dkk., 2021)	Pemanfaatan sedimen sungai untuk bahan baku unfired bricks (bata tanpa bakar)	Jurnal teoritis dan terapan bidang rekayasa sipil	Hasil uji kuat tekan pada komposisi tersebut masih dibawah syarat Kuat Tekan Bata Merah sesuai SNI 15-2094-2000 dimana minimal kuat tekan bata sebesar 50 kg/cm <sup>2</sup> , namun memenuhi syarat Kuat Tekan Bata Beton sesuai SNI 03-0349-1989

Tabel 2.1: *Lanjutan.*

No	Penulis	Judul	Jurnal	Hasil
				untuk tingkat mutu bata beton pejal kelas III dengan minimal 40 kg/cm <sup>2</sup> dan kelas IV dengan minimal 25 kg/cm <sup>2</sup> .
5	(Niyomuki za dkk., 2022)	Enhancing Properties of Unfired Clay Bricks Using Palm Fronds and Palm Seeds	Results in Engineering 16 (2022)	Kuat tekan sampel bata berkisar antara 2,03 N/mm <sup>2</sup> sampai 4,23 N/mm <sup>2</sup> tergantung presentase biji sawit dan pelepah sawit. Kondisi optimum terjadi pada sampel 6 dengan konsentrasi 25 % pelepah sawit dan 10 % biji sawit dengan kuat tekan rata rata tertinggi sebesar 4,23 N/mm <sup>2</sup>

## 2.2 Bahan Dasar Pembentuk Batu Bata

Bahan pembentuk batu bata pada dasarnya bergantung pada jenis batu bata dan bagaimana proses pembuatannya. Berikut ini adalah material pembentuk batu bata yaitu:

### 1. Tanah lempung

Tanah lempung merupakan bahan dasar yang digunakan untuk membuat batu bata yang dibakar maupun di jemur. Menurut (Shalahuddin, 2012), dalam pemanfaatan tanah lempung dalam membuat batu bata dibutuhkan beberapa syarat untuk dapat digunakan yaitu 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 pelastisan plastis dan agak plastis. Dari indeks keplastisannya, lempung untuk batu bata mempunyai tingkat keplastisan 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 2.2: Penelitian terdahulu menggunakan tanah lempung sebagai bahan campuran.

No	Penulis	Judul	Jurnal	Hasil
1	(Rahman dkk., 2021)	Optimasi semen pada pembuatan batu bata tanpa bakar	Dinamika Teknik Sipil Vol. 14 No. 1, 32-40, Juli 2021	Penggunaan tanah liat dengan indeks plastisitas sebesar 14,63 % menghasilkan kuat tekan bata tanpa bakar sebesar 5,09 MPa
2	(Andre, Y., dan Siagian, 2010)	Perbaikan sifat mekanis batu bata tanpa dibakar dengan campuran limbah karbit dan abu sekam padi	Jurnal Ilmiah Semesta Teknik Vol. 13, No. 1, 41-49, Mei 2010	Penggunaan tanah liat dengan indeks plastisitas (IP) sebesar 40,21 % menghasilkan batu bata tanpa bakar menghasilkan kuat tekan sebesar 12,35 MPa

## 2. Pasir

Pasir merupakan suatu partikel-partikel yang lebih kecil dari kerikil dan lebih besar dari butiran lempung yang berukuran antara 5 – 0.074 mm (bowles,1986) yang bersifat tidak plastis dan tidak kohesif. Dalam pembuatan batu bata bakar dan jemuran, biasanya digunakan tanah lempung yang mengandung pasir yang disebut juga tanah lempung berpasir atau didatangkan dari tempat lain. Keberadaan pasir sangat dibutuhkan sebagai material tambahan untuk mengurangi keplastisan tanah lempung dan penyusutan batu bata. Namun biasanya kadar pasir halus dapat menyebabkan batu bata yang di bakar akan retak atau pecah (Shalahuddin, 2012).

Tabel 2.3: Penelitian terdahulu menggunakan pasir sebagai bahan campuran.

No	Penulis	Judul	Jurnal	Hasil
1	(Irwansyah dkk., 2018)	Karakteristik batu bata tanpa pembakaran dari limbah industri pertanian dan material alam	Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil Vol 4, No.2, Desember 2018	Komposisi pasir sebagai bahan campuran pembuatan batu bata tanpa bakar sebanyak 20% menghasilkan 6,14 MPa
2	(Riyanto dkk., 2021)	Pemanfaatan sedimen sungai untuk bahan baku unfired bricks (bata tanpa bakar)	Jurnal Teoritis dan Terapan Rekayasa	Komposisi pasir sebanyak 75,56% menghasilkan 3,59 MPa

## 3. Air

Air merupakan bahan yang sangat penting dalam proses reaksi pengikatan material-material yang digunakan untuk pembuatan batu bata. Agar batu bata mudah dicetak, perlu adanya penambahan kadar air pada kadar tentu 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 2.4: Penelitian terdahulu menggunakan air sebagai bahan campuran.

No	Penulis	Judul	Jurnal	Hasil
1	(Darwis dkk., 2016)	Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Berbahan Abu Sekam Padi dan Kapur Banawa	Prosiding SNF-MKS 2015 Karakteristik	Kadar air sebesar 36,19% menghasilkan kuat tekan rata rata sebesar 2,08 MPa
2	(Irwansyah dkk., 2018)	Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Dari Limbah Industri Pertanian Dan Material Alam Limbah Industri Pertanian Dan Material Alam	Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil Vo.1 4, No.2, Desember 2018	Kadar air sebesar 7,98 % menghasilkan kuat tekan sebesar 6,14 Mpa

#### 4. Kapur

Kapur merupakan bahan material yang digunakan sebagai bahan pengikat dasar sebelum ditemukannya semen. Jenis kapur yang baik adalah kapur putih, yaitu yang mengandung kalsium oksida yang tinggi ketika masih berbentuk kapur tohor (belum berhubungan dengan air) dan akan mengandung banyak kalsium hidroksida ketika telah berhubungan dengan air. Kapur bereaksi dengan bermacam-macam komponen pozzolan yang

halus untuk membentuk kalsium silika semen (Haryanti dan Wardhana, 2019).

Tabel 2.5: Penelitian terdahulu menggunakan Kapur sebagai bahan campuran.

No	Penulis	Judul	Jurnal	Hasil
1	(Amin, 2014)	Inovasi Material pada Pembuatan Bata Merah Tanpa Dibakar untuk Kemakmuran Industri Kerakyatan	Jurnal Kelitbangan	Dengan komposisi kapur sebesar 4,85% sebagai bahan campuran menghasilkan kuat tekan sebesar 4,54 MPa
2	(Darwis dkk., 2016)	Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Berbahan Abu Sekam Padi dan Kapur Banawa	Prosiding SNF-MKS 2015 Karakteristik	Dengan komposisi kapur sebesar 15% sebagai bahan campuran menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 1,02 MPa MPa

## 5. Semen

Semen dapat didefinisikan sebagai bahan pengikat atau bahan perekat material-material padat untuk dapat menjadi satu bentuk yang saling mengikat, kuat dan erat. Komposisi utama Semen Portland adalah : lime stone, silikat alumina, besi oksida dan sulfur terak. Jika semen dicampur dengan air, maka mineral- mineral yang ada didalamnya mulai bereaksi dengan air, sedangkan reaksinya disebut reaksi hidrolisis. Adapun yang mempengaruhi reaksinya adalah kehalusan semen, jumlah air yang digunakan serta temperatur vdari zat aditive yang ditambahkan. Semen Portland menurut NI-8 didefinisikan sebagai berikut, “Suatu bubuk yang dibuat dengan menggiling klinker (yang didapat dari pembakaran suatu campuran yang baik dan merata antara kapur silika, alumunium, dan oksida besi sampai meleleh),

dan batu gips sebagai batuan penambah dalam jumlah yang cukup. Bubuk halus tadi bila dicampur dengan air, setelah beberapa saat menjadi keras dan dapat digunakan sebagai bahan pengikat hidrolis (Rahman dkk., 2021).

Tabel 2.6: Penelitian terdahulu menggunakan Semen sebagai bahan campuran.

No	Penulis	Judul	Jurnal	Hasil
1	(Dini dkk., 2000)	Kajian Mekanik Batu Bata Dengan Metode Pembakaran Dan Tanpa Dibakar Menggunakan Limbah Lumpur Pdam	Jurnal Rekayasa Lingkungan Tropis	Dengan kadar semen sebesar 17% sebagai bahan campuran menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 32,49 MPa
2	(Rahman dkk., 2021)	Optimasi Semen Pada Pembuatan Batu Bata Tanpa Bakar	Department of Civil Engineering, Universitas 17 Agustus 1945 Semarang	Dengan kadar semen sebesar 17% sebagai bahan campuran menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 5,09 MPa

## 6. Serbuk Cangkang Telur

Kulit telur kering mengandung sekitar 95% kalsium karbonat dengan berat 5,5 gram. Selain itu, rerata dari kulit telur mengandung 3% fosfor dan 3% terdiri atas magnesium, natrium, kalium, seng, mangan, besi, dan tembaga. Kandungan kalsium yang cukup besar berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan tambah pembuatan semen (Fitriani dkk., 2017).

Tabel 2.7: Penelitian terdahulu menggunakan cangkang telur.

No	Penulis	Judul	Jurnal	Hasil
1	(Fitriani dkk., 2017)	Penggunaan Limbah Cangkang Telur, Abu Sekam, dan Copper Slag Sebagai Material Tambahan Pengganti Semen	Jurnal Konstruksi Sekolah Tinggi Teknologi Garut	beton dengan material cangkang telur dapat dimanfaatkan untuk pengerjaan konstruksi struktural ataupun nonstruktural seperti bangunan yang membutuhkan daya beban yang umum seperti perumahan, sculpture, dll.
2	(Ngayakamo dkk., 2020)	Development of eco-friendly fired clay bricks incorporated with granite and eggshell wastes	Environmental Challenge 1 (2020)	Penggabungan serbuk granit dan serbuk cangkang telur di FCB menunjukkan peningkatan yang signifikan fisik-mekanis. Sampel FCB dengan 20% dan 10% ESP memberikan kuat tekan tertinggi sebesar 3,12 MPa, berat jenis 1,76 gr/cm <sup>3</sup> dan nilai serapan air sebesar 12,2 % karena peningkatan densifikasi dan vitrifikasi pada 900 °C yang dianggap hemat energi
3	(Poorveekan dkk., 2021)	Investigation of the engineering properties of	Construction and building materials 277(2021)	geopolimer yang optimal mencapai batas kekuatan yang direkomendasikan oleh standar Sri Lanka

Tabel: 2.7: Lanjutan.

No	Penulis	Judul	Jurnal	Hasil
		cementless stabilized earth blocks with alkali-activated eggshell and rice husk ash as a binder untuk unit pasangan bata tanpa beban, meskipun kekuatan tekan blok geopolimer relatif lebih kecil dibandingkan dengan tanah stabilisasi semen konvensional		cementless stabilized earth blocks with alkali-activated eggshell and rice husk ash as a binder untuk unit pasangan bata tanpa beban, meskipun kekuatan tekan blok geopolimer relatif lebih kecil dibandingkan dengan tanah stabilisasi semen konvensional

### 2.3 Syarat Mutu Bata

Menurut SNI-15-2094-2000 bata adalah bahan bangunan yang digunakan untuk membuat suatu bangunan. Menurut (Surya & Noor, 2019) menyatakan syarat mutu dari batu bata merah adalah:

1. Sifat tampak

Batu bata harus berbentuk prisma segi empat panjang, mempunyai rusuk-rusuk tajam dan siku, bidang sisanya harus datar.

2. Ukuran dan Toleransi

Standar batu bata merah di Indonesia oleh BSN (Badan Standar Nasional) nomor 15-2094-2000 menetapkan suatu ukuran standar untuk batu bata merah.

Tabel 2.8: Ukuran Standar Bata.

No	Modul	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)
1	M-5a	65±2	90±3	190±4
2	M-5b	65±2	100±3	190±4
3	M-6a	52±3	110±4	230±4
4	M-6b	55±3	110±6	230±5
5	M-6c	65±2	110±6	230±5
6	M-6c	65±2	110±6	230±5

### 3. Kuat tekan

Besarnya kuat tekan rata-rata dan koefisien variasi yang diijinkan untuk bata merah pasangan dinding sesuai nilai kuat tekan nya sebagai berikut:

Tabel 2.9: Standar Nilai Kuat tekan Bata.

Kelas	Kuat tekan rata-rata minimum dari 30 buah bata yang diuji		Koefisien variasi yang diizinkan dari rata-rata kuat tekan bata yang diuji (%)
	Kgf/cm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	
50	50	5,0	22
100	100	10,0	15
150	150	15,0	15

### 4. Penyerapan air

Penyerapan air maksimum bata merah pasangan dinding adalah 20%.

### 5. Kadar Garam

Garam yang mudah larut dan membahayakan Magnesium Sulfat (MgSO<sub>4</sub>), Natrium Sulfat (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), Kalium Sulfat (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), dan kadar

garam maksimum 1,0%, tidak boleh menyebabkan lebih dari 50% permukaan batu bata tertutup dengan tebal akibat pengkristalan garam.

Syarat-syarat bata dalam SNI-10,1978 dan SII-0021-78 terlihat pada Tabel berikut ini:

Tabel 2.10: Standar Mutu Bata.

No	Peguajian	Metode	Nilai Standar
1	Densitas	SNI-03-4164-1996	1,60-2,50 gr/cm <sup>2</sup>
2	Warna Bata	SNI-03-4164-1996	Orange kecoklatan
3	Ukuran/Dimensi	SNI-03-4164-1996	Maks P= 40 cm, L= 7,5-30 cm, T= 5-20 cm
4	Tekstur	SNI-03-4164-1996	Datar dan Kasar
5	Kuat Tekan	SNI-03-4164-1996	Min 1,96 MPa
6	Porositas	SNI-03-4164-1996	Maks 13,20%
7	Kadar Air	SNI-03-4164-1996	Maks 15%

## 2.4 Pengujian Daya Tahan Bata

Daya tahan bata adalah kemampuan sebuah bata untuk dapat bertahan dari kerusakan yang di alami selama priode waktu tertentu. Daya tahan bata dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis bahan dasar yang digunakan, kualitas pembuatan, dan penggunaan dari bata tersebut.

Metode pengujian daya tahan bata menggunakan metode uji ASTM D559.

Langkah-langkah pengujian daya tahan bata adalah sebagai berikut:

- a. Bata direndam selama 5 jam dengan menggunakan air biasa, setelah 5 jam bata dikeluarkan lalu ditimbang
- b. Setelah direndam dan ditimbang bata lalu dijemur dengan suhu ruangan selama 19 jam.
- c. Mengulangi langkah 1 dan 2 sebanyak 12 siklus.
- d. Setelah 12 siklus pengujian dilakukan, bata diukur dan di timbang untuk menentukan perubahan yang terjadi pada bata tersebut.

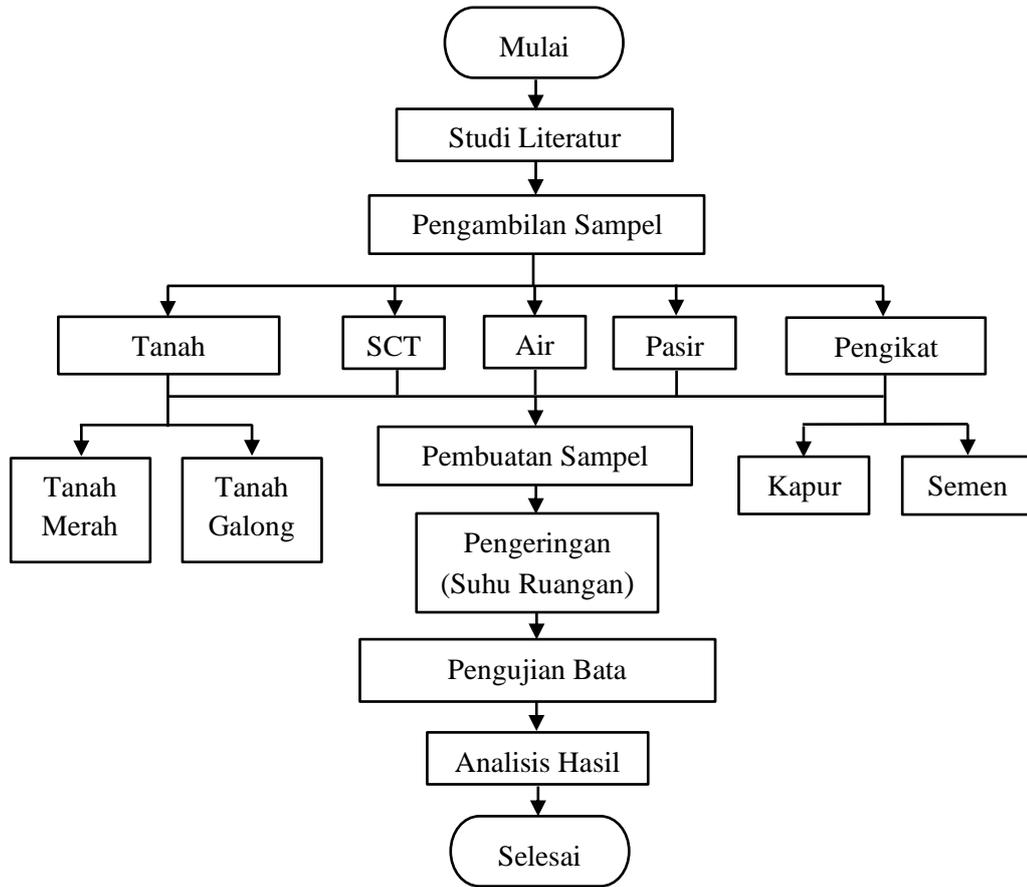
Tabel 2.11 Penelitian terdahulu Daya Tahan Bata Tekan Tanpa Bakar

No	Judul	Hasil
1	Strength and durability features of fiber reinforced geo-polymer earth bricks.(Palanisamy & Kumar, 2022)	Tujuh puluh dua benda uji dengan proporsi Fly Ash, Ground Granulated Blast-furnace Slag, tanah, dan Debu Tambang (0,5:0.5:1.75:0.25) disiapkan dan diuji setelah 7 dan 28 hari. Dosis serat sabut dipilih 1% dari berat batu bata dan larutan basa 10 Molaritas. Formulasi campuran memberikan ketahanan yang lebih baik terhadap serangan asam dan sulfat serta meningkatkan kuat tekan hingga 40%. Standar deviasi dan koefisien variasi hasil pengujian benda uji batako untuk campuran terpenuhi kurang dari $\pm 2\%$ dan 10% ditemukan nilai benar dan sangat baik. Penelitian ini menegaskan bahwa campuran tersebut meningkatkan kekuatan dan daya tahan batu bata
2	Durability of Compressed Earth Bricks: Assessing Erosion Resistance Using the Modified Spray Testing(Obonyo dkk., 2010)	Ketahanan batu bata dinilai menggunakan Uji Semprot Buletin 5 yang “dimodifikasi”. Spesimen batu bata yang berbeda disemprot dengan air pada 2,07 MPa dan 4,14 MPa selama jangka waktu satu jam sambil mengukur kedalaman erosi setiap 15 menit. Batu bata produksi pabrik hampir tidak terkikis pada tingkat tekanan 2,07 MPa dan 4,14 MPa. Kedalaman erosi maksimum untuk batu bata Tanah-Semen berkisar antara maksimum 0,5 mm pada tekanan air 2,07 MPa hingga 0,8 mm pada tekanan air 4,14 MPa. Kedalaman erosi maksimum dan minimum untuk batu bata Tanah-Semen-Kapur masing-masing adalah 25 mm dan 17 mm. Penambahan serat alam pada batu bata mengakibatkan peningkatan tajam kedalaman erosi hingga maksimum 40 mm pada 2,07 MPa dan 55 mm pada 4,14 Mpa.

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

**3.4 Diagram Alir Penelitian**

Langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian yang akan dilaksanakan sebagai berikut:



Gambar 3.1: Diagram Alir Penelitian

### 3.5 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat dan waktu penelitian diuraikan kedalam tabel 3.1

Tabel 3.1: Tempat dan waktu penelitian.

No	Kegiatan	Tempat	Waktu
1	Persiapan alat dan bahan	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah	Juni 2022
2	Proses penimbangan bahan-bahan sampel yang akan diuji	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah	Juli 2023
3	Proses pembuatan sampel bata	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah	Juli 2023
4	Proses pengeringan bata selama 28 hari	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah	Juli 2023
5	Proses pengujian daya tahan bata	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah	Agustus 2023

### 3.6 Tahap Penelitian

Proses tahap penelitian ini dilakukakn dengan pembuatan bata tanpa bakar yang berbahan tanah liat dengan menggunakan variasi campuran serbuk cangkang telur yang kemudian diuji sesuai dengan standar SNI 15-2094-2000. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Proses penelitian dilaksanakan dalam beberapa tahapan yaitu sebaagai berikut:

1. Mempersiapkan bahan pembuatan bata seperti, tanah merah, tanah galong, pasir, semen, kapur, air, dan serbuk kulit telur.
2. Pembuatan sampel dengan tambahan limbah serbuk cangkang telur.
3. Pencetakan sampel bata.
4. Pengeringan sampel selama 28 hari.
5. Pengujian daya tahan pada bata.
6. Dari hasil pengujian yang dilakukan pada tahap 5 dilakukan analisis data. Analisis data merupakan pembahasan hasil penelitian, kemudian dari langkah tersebut dapat diambil kesimpulan penelitian.

7. Setelah mendapatkan data hasil pengujian pada tahap 6 maka dilakukan pembuatan laporan dari hasil penelitian yang sudah dilakukan.

### **3.7 Sumber-Sumber Data Dalam Penelitian**

Sumber-sumber data dalam penelitian adalah cara yang digunakan untuk dapat menyelesaikan permasalahan yang didapat dengan mengumpulkan, mencatat, mempelajari, dan menganalisa data yang telah didapat. Sumber-sumber data dalam penelitian ini digunakan sebagai acuan dalam menyelesaikan penelitian ini dan tidak terlepas dari data-data pendukung yang ada. Data-data pendukung yang diperoleh yaitu:

#### **3.7.1 Data Primer**

Data yang diperoleh dari hasil penelitian di laboratorium, yaitu:

- a. Indeks Plastisitas
- b. Berat Jenis Bahan
- c. Pengujian Sifat Tampak
- d. Pengujian Kadar Garam
- e. Pengujian Penyerapan Air
- f. Pengujian Daya Tahan Bata

#### **3.7.2 Data Sekunder**

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari buku yang berhubungan dengan bata tanpa bakar dan konsultasi langsung dengan dosen pembimbing di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Data teknis Standar Nasional Indonesia, serta buku-buku atau literature sebagai penunjang untuk memperkuat penelitian yang akan dilakukan.

### **3.8 Alat dan Bahan Pembuatan Bata Tanpa Bakar**

- A. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:
  1. Tanah lempung dan tanah galong

Tanah yang digunakan adalah tanah yang di ambil di daerah Deli Serdang, Desa Sidourip. Tanah galang yang akan digunakan memiliki indeks plastisitas kurang lebih sebesar 25%-30%.



Gambar 3.2: Tanah Galong.

## 2. Serbuk Kulit Telur

Cangkang Telur yang digunakan adalah cangkang telur yang diambil dari pedagang makanan kaki lima di sekitar Kota Medan. Untuk mendapatkan cangkang telur yang sudah menjadi serbuk, terlebih dahulu cangkang telur dibersihkan, kemudian dikeringkan menggunakan oven setelah itu cangkang telur dihaluskan menjadi serbuk dengan menggunakan blender lalu serbuk diayak menggunakan ayakan nomor 16.



Gambar 3.3: Serbuk Kulit Telur yang sudah di ayak menggunakan ayakan nomor 16.

## 3. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen Portland Tipe 1 yang sesuai dengan standar yang sudah ditentukan



Gambar 3.4: Semen Portland Tipe 1.

#### 4. Kapur

Kapur adalah bahan yang digunakan sebagai bahan pengikat dalam pembuatan bata.



Gambar 3.5: Kapur.

#### 5. Air

Air yang digunakan adalah air bersih yang bersumber dari PDAM Tirtanadi yang ada di Laboratorium Teknik Sipil UMSU. Air digunakan dalam proses pembuatan bata agar terjadinya proses kimiawi dengan semen yang menyebabkan adanya pengikatan dan berlangsungnya pengerasan pada bata.



Gambar 3.6: Air.

## 6. Pasir

Pasir yang digunakan adalah pasir yang dibeli dari toko bahan bangunan



Gambar 3.6: Pasir.

Tabel 3.2: Variasi Komposisi Bahan.

No	Pengikat		Tanah		Pasir	SKT	Ket	Kode Sampel
	Semen	Kapur	Merah	Galong				
1	1	-	8	-	2	-	Control	CCM
2	1	-	-	8	2	-	Control	CCG
3	-	1	8	-	2	-	Control	CLM
4	-	1	-	8	2	-	Control	CLG
5	1	-	8	-	2	2	SKT	CMT
6	1	-	-	8	2	2	SKT	CGT
7	-	1	8	-	2	2	SKT	LMT
8	-	1	-	8	2	2	SKT	LGT

Keterangan:

1. SKT = Serbuk Kulit Telur
2. CCM= Control Cement Merah
3. CCG = Control Cement Galong
4. CMT = Control Merah Telur
5. CGT = Control Galong Telur
6. LMT = Lime Merah Telur
7. L = Lime (Kapur)

## B. Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah:

### 1. Cetakan bata

Cetakan ini memiliki ukuran dengan panjang 20 cm, lebar 10 cm, dan tinggi 6 cm sebagai cetakan untuk sampel uji, dan cetakan ini terbuat dari baja. Dengan menggunakan cetakan ini bata yang dihasilkan memiliki ukuran yang lebih presisi dan tidak miring.



Gambar 3.7: Tempat Pencetakan bata.

2. Mesin alat cetak bata dengan pompa hidrolik

Mesin pompa hidrolik digunakan untuk memberikan tekanan pada bata sehingga memiliki kekuatan yang cukup.



Gambar3.8: Mesin pompa hidrolik.

3. Timbangan digital

Timbangan digital digunakan untuk menimbang bahan bahan yang akan digunakan untuk membuat benda uji, dan juga untuk menimbang benda uji yang telah dicetak.



Gambar 3.9: Timbangan digital.

4. Saringan

Saringan no.16 digunakan untuk mengayak pasir dan tanah, baik tanah galing maupun tanah merah yang akan digunakan.



Gambar 3.11: Saringan no.16.

5. Oven dengan suhu sampai pemanasan

Oven digunakan untuk mengeringkan bahan yang akan digunakan dan juga menguji benda uji yang telah dibuat.



Gambar 3.12: Oven.

6. Bak air perendaman

Bak air perendaman digunakan untuk melakukan proses pengujian yaitu pengujian daya serap bata dan daya tahan bata



Gambar 3.13: Bak air perendaman.

7. Sekop

Sekop digunakan untuk mengambil bahan yang akan digunakan.



Gambar 3.14: Sekop.

8. Gelas ukur

Gelas ukur digunakan untuk mengukur air yang akan digunakan untuk campuran benda uji dan melakukan pengujian.



Gambar 3.15: Gelas ukur.

9. Jangka sorong

### **3.6 Prosedur Penelitian**

#### **3.6.1 Pembuatan Serbuk Kulit Telur**

Proses pembuatan serbuk cangkang telur dilakukan sebagai berikut:

1. Menyiapkan limbah cangkang telur.
2. Membersihkan cangkang telur dari kotoran yang ada di cangkang telur.
3. Kemudian, cangkang telur di masukkan ke dalam oven selama  $\pm$  15 menit.
4. Lalu, cangkang telur dihancurkan dengan menggunakan belnder.
5. Kemudian, cangkang telur yang sudah hancur di ayak menggunakan ayakan nomor 16.
6. Serbuk cangkang telur siap digunakan.

#### **3.6.2 Pembuatan Bata**

Adapun proses pelaksanaan pembuatan bata tanpa bakar sebagai berikut:

1. Persiapan bahan campuran ditempatkan pada wadah yang terpisah.
2. Persiapan tempat/lahan yang cukup untuk menampung volume bahan yang akan digunakan.
3. Masukkan tanah kedalam wadah.
4. Lakukan pencampuran bahan dengan menggunakan sekop atau alat pengaduk.
5. Kemudian dilumatkan dengan cara diaduk.
6. Lakukan pencetakan menggunakan cetakan dari baja.
7. Keluarkan bata dari cetakan ke tempat yang sudah disediakan untuk proses pengeringan bata memanfaatkan cahaya matahari. Penjemuran bata menggunakan dua sisi miring.
8. Penataan susunan bata yang sudah selesai dijemur.
9. Bata dikeringkan selama 28 hari.

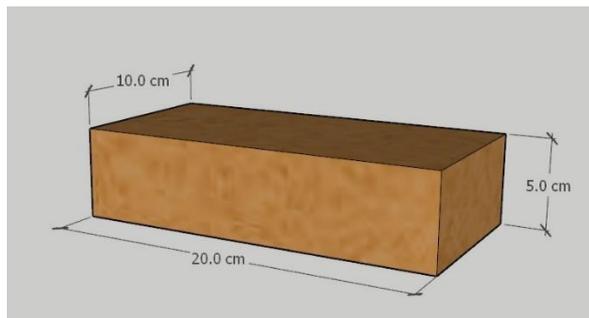
Jumlah sampel tiap proporsi yang akan digunakan sebagai benda uji : 14 buah

- a. Daya tahan : 6 buah
- b. Penyerapan air : 2 buah

- c. Kadar garam : 2 buah
- d. Sifat tampak : 2 buah
- e. Berat Jenis : 2 buah

Kepadatan Bata Tanpa Bakar Rencana : min  $1,4 \text{ gr/cm}^3$

$$\begin{aligned} \text{Dimensi Bata: } 20 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 6 \text{ cm} &= 1.200 \text{ cm}^3 \times 1,4 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 1680 \text{ gr} \\ &= 1,68 \text{ kg} \end{aligned}$$



Gambar 3.16: Dimensi bata.

Maka dari hasil analisa data yang didapat total berat satu buah bata tanpa bakar sebesar 1,68 kg.

Koreksi proporsi campuran untuk mendapatkan susunan campuran satu buah bata tanpa bakar yang akan digunakan dalam proses pembuatan bata. Angka-angka tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Pengikat :  $0,25 \text{ kg/m}^3$
- b. Tanah :  $1 \text{ kg/m}^3$
- c. Pasir :  $0,125 \text{ kg/m}^3$

Jumlah proporsi diatas digunakan sebagai susunan campuran dalam proses pembuatan satu buah bata tanpa bakar, dan jumlah air yang digunakan menyesuaikan dengan tanah yang dipakai karena kadar air yang terkandung pada tanah yang akan digunakan sudah cukup tinggi.

### 3.7 Proses Pengujian

Pengujian ini dilakukan dengan melakuakn pengujian di Laboratorim Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, jumlah benda uji yang akan dipakai sebanyak 64 buah yang sudah sesuai dengan komposisi yang sudah direncanakan. Pengambilan data dilakukan dengan cara mengamati dan mencatat hasil pengujian yang di dapat selama proses pengujian berlangsung. Pengujian sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah:

#### 1. Indeks Plastisitas (*Plasticity index*)

Indeks plastisitas (IP) adalah selisih antara batas cair dan batas palstis yang dimiliki oleh tanah. Dengan adanya indeks plastisitas, nilai keplastisitas suatu tanah dapat diketahui. Indeks plastisitas dapat dihitung dengan Pers.3.1:

$$PI = LL - PL \quad (3.1)$$

Keterangan:

PI = Indeks plastisitas (%)

LL = Batas cair (%)

PL = Batas Plastis (%)

#### 2. Berat Jenis Bahan

Berat jenis adalah perbandingan antara berat zat tersebut terhadap volumenya, satuan dari berat jenis adalah  $N/m^3$ . Nilai berat jenis bahan dapat dihitung dengan Pers.3.2:

$$\text{Berat Jenis} = \frac{W}{V} \quad (3.2)$$

Keterangan:

w = berat (kg)

v = volume ( $m^3$ )

#### 3. Uji Sifat Tampak

Pengujian sifat tampak bata dilakukan dengan cara mengamati bata, melihat apakah bata mengalami retak, sudut pada bata siku atau tidak, warna yang seragam dan jika di ketuk mengeluarkan bunyi yang nyaring.

#### 4. Uji Kadar Garam

Pengujian kadar garam bertujuan untuk dapat mengetahui kandungan udara yang ada di dalam bata yang dapat larut dan membahayakan ikatan antara bata dengan dengan adukan mortar. Bata dapat dinyatakan aman untuk digunakan sebagai bahan konstruksi jika kandungan kadar garam yang ada pada bata < 50%.

Untuk menghitung nilai kadar garam pada bata, dapat digunakan Pers.3.2:

$$\text{Kadar garam (G)} = \frac{Ag}{A} \times 100\% \quad (3.3)$$

Keterangan:

G = Kadar garam (%)

Ag = Luas Kandungan garam (cm<sup>2</sup>)

A = Luas bata (cm<sup>2</sup>)

#### 5. Daya Serap Air

Menghitung daya serap air bertujuan untuk dapat mengetahui kemampuan bata dalam menyerap air, pengujian daya serap air mengacu pada standar SNI 15-2094-2000. Nilai daya serap air didapat dari hasil pengukuran massa kering dan massa basah yang keduanya ditimbang menggunakan timbangan digital.

Daya serap air dapat dihitu menggunakan Pers.3.4:

$$\text{Penyerapan} = \frac{A-B}{A} \times 100 \% \quad (3.4)$$

Keterangan:

A = Berat jenuh setelah direndam (gr)

B = Berat setelah di oven (gr)

#### 6. Daya Tahan Bata

Pengujian daya tahan bata tanpa bakar dilakukan dengan melalui proses *wetting and Drying*. ASTM D559 melibatkan penyiapan dua benda uji tanah-semen dan melakukan 12 siklus pembasahan dan pengeringan secara bergantian. Benda uji direndam selama 5 jam dalam air minum pada suhu kamar, kemudian ditiriskan selama 19 jam. Setelah didinginkan hingga suhu kamar, spesimen ditimbang dan diukur untuk menentukan kehilangan massa,

perubahan kadar air, dan perubahan volume yang diakibatkan oleh pembasahan dan pengeringan berulang kali.

## **BAB 4**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Analisa Pemeriksaan Bahan**

dalam pemeriksaan bahan baik agregat halus maupun tanah yang dilakukan di laboratorium mengikuti panduan yang ada pada SNI tentang pemeriksaan agregat. Data data yang telah didapat selama penelitian berlangsung, akan dilakukan analisis secara kuantitatif dengan metode statistika.

##### **4.1.1 Analisa Gradasi Agregat Halus**

Hasil dari pengujian agregat halus yang telah dilakukan maka didapat nilai kumulatif yang menjelaskan apakah agregat yang dipakai termasuk zona pasir kasar, sedang, agak halus, atau pasir halus.

Dari pengujian yang dilakukan maka didapat nilai FM sebesar 2,78%. Nilai ini masih termasuk dalam batas yang diijinkan yaitu 1,5 – 3,8% (Menurut SK SNI S-04-1989-F). Agregat tersebut berada pada Zona 2. Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan oleh (Al Fariqie dkk., 2023), nilai FM yang didapat sebesar 3,30 % yang berarti jenis pasir yang digunakan memiliki nilai yang tidak jauh berbeda.

##### **4.1.2 Kadar Lumpur Agregat Halus**

Dari hasil pemeriksaan kadar lumpur yang sudah dilakukan didapat nilai presentase kadar lumpur rata-rata sebesar 3,21 %, nilai ini didapat dengan memanaskan pasir di kompor gas, dan berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan oleh (Al Fariqie dkk., 2023) nilai kadar lumpur yang didapat pada penelitian terdahulu sebesar 2,36% dan menandakan bahwa Nilai ini masih berada dalam batas yang diijinkan yaitu dengan nilai maksimal 5 % (Menurut SK SNI S-04-1989-F), sehingga agregat tidak perlu untuk dicuci lagi sebelum pengadukan.

##### **4.1.3 Kadar Air Agregat Halus**

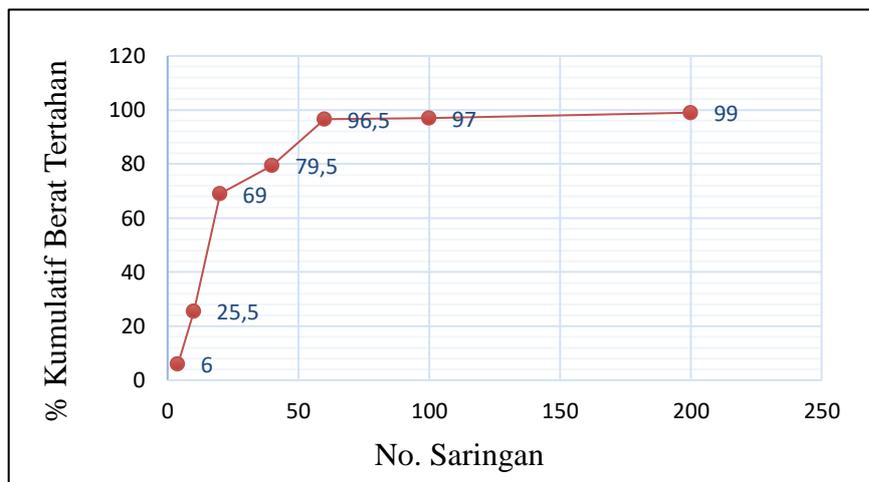
Dari hasil pemeriksaan nilai kadar air yang sudah dilakukan maka didapat nilai rata-rata kadar air pada percobaan pertama sebesar 5,43 %, sedangkan pada

percobaan kedua sebesar 6,52% dan hasil tersebut telah memenuhi nilai standar yang telah ditentukan yaitu 2,0% - 20%.

#### 4.1.4 Analisa Butiran Tanah

Pemeriksaan analisa butiran dilakukan dengan cara mengayak dengan menggetarkan tanah dengan menggunakan satu set ayakan yang dimana diameter dari ayakan tersebut tersusun secara berurutan. Analisa butiran tanah dilakukan pada tanah yang tertahan pada ayakan No.200.

##### 4.1.4.1 Tanah Merah

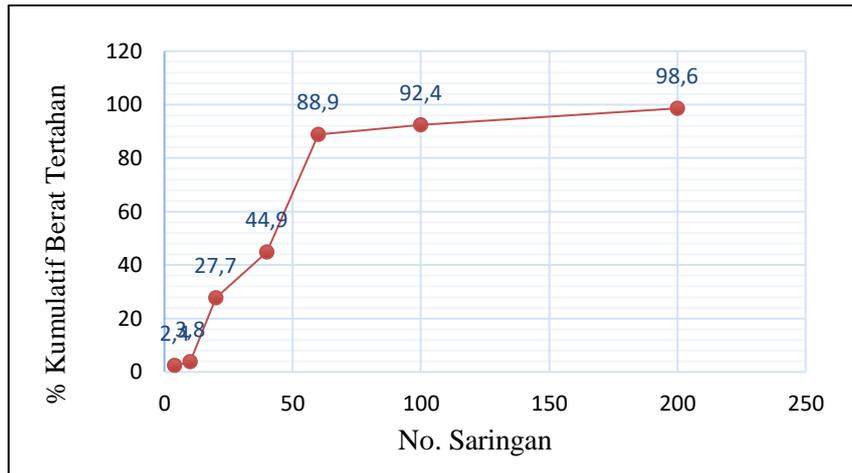


Gambar 4.1: Grafik gradasi tanah merah.

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.1 di atas hasil pengujian analisa butiran untuk tanah merah yang diuji termasuk kedalam tanah berbutir kasar dengan lolos saringan No.200 kurang dari 50% yaitu sebesar 2%.

##### 4.1.4.2 Tanah Galong

Hasil pengujian agregat halus untuk tanah galong dapat dilihat pada grafik dibawah ini:



Gambar 4.2: Grafik gradasi tanah galong.

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.2 di atas hasil pengujian analisa butiran untuk tanah merah yang diuji termasuk kedalam tanah berbutir kasar dengan lolos saringan No.200 kurang dari 50% yaitu sebesar 6,2%.

#### 4.1.5 Kadar Air Tanah

Pengujian kadar air tanah bertujuan untuk memeriksa dan menentukan kadar air dari tanah yang akan digunakan. Hasil dari pengujian kadar air tanah merah dan tanah galong seperti yang dijelaskan pada tabel di bawah ini.

##### 4.1.5.1 Tanah Merah

Kadar air dari tanah merah yang telah diuji memiliki nilai sebesar 32,8% yang berarti nilai tersebut masih berada antara nilai 20% - 100% yang dapat dikatakan bahwa tanah merah tersebut masih dapat dikatakan normal, namun jika nilai kadar air dari tanah tersebut melebihi 100% maka tanah tersebut dapat dikatakan jenuh air dan jika nilainya kurang dari 20% maka tanah tersebut dikatakan kering, dan jika dibandingkan dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Reffanda, 2018), kadar air yang didapat sebesar 27,70% yang menandakan kedua nilai tersebut masih berada pada standar yang sudah ditentukan.

#### **4.1.5.2 Tanah Galong**

Dari hasil uji kadar air tanah galong didapat nilai kadar air dari tanah galong tersebut sebesar 24,9% yang dapat dikatakan bahwa tanah galong tersebut masih dapat dikatakan normal karna masih berada pada nilai 20% - 100%. Berdasarkan nilai kadar air dengan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh (Sir dkk., 2018) nilai kadar air yang didapat sebesar 19,25% yang menandakan bahwa jika dibandingkan nilai tersebut tidak jauh berbeda dengan nilai tanah yang sudah di uji.

#### **4.1.6 Uji Batas Cair dan Batas Plastis Tanah Merah dan Tanah Galong**

Pengujian batas cair dan batas plastis bertujuan untuk menentukan batas cair dan batas plastis dari tanah galong dan tanah merah yang akan digunakan. Batas cair merupakan kadar air dari tanah pada saat keadaan peralihan antara keadaan cair dengan keadaan plastis. Sedangkan batas plastis merupakan keadaan batas cair minimum dari tanah yang masih dalam keadaan plastis. Proses pengujian ini dilakukan tanpa menggunakan oven namun untuk mengeringkan tanah dilakukan dengan menggunakan alat alternatif yaitu kompor gas, tanah dikeringkan dengan memanaskannya diatas kompor dengan alas nya yaitu wajan sehingga didapat lah nilai untuk menghitung batas plastis dan batas cair dari tanah tersebut.

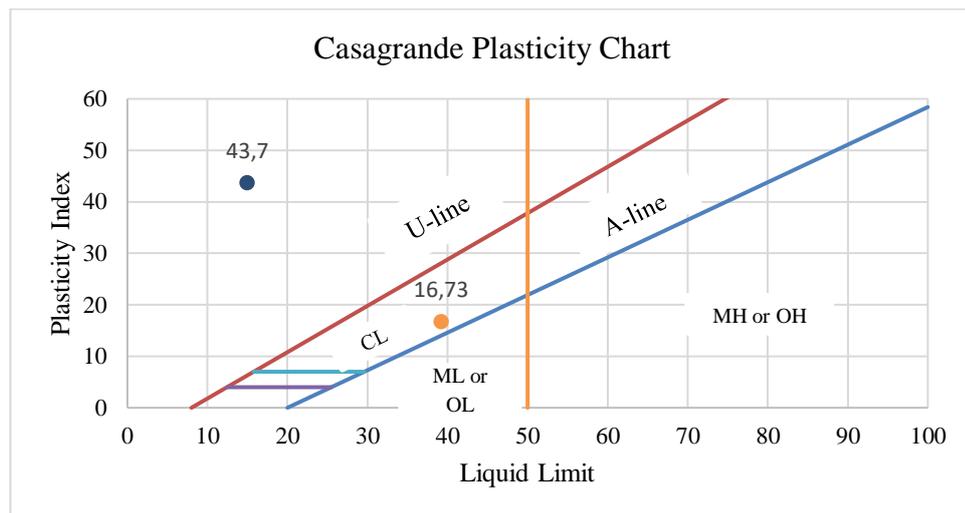
Dari hasil dilakukannya pengujian batas cair dan batas plastis tanah merah maka diperoleh nilai Batas Cair (Liquid Limit) sebesar 43,7%, dari tanah merah sedangkan Batas Plastis (Plastic Limit) sebesar 28,7%, maka di dapat nilai indeks plastisitas (plasticity index) dari tanah merah sebesar 15%.

Menurut penelitian yang dilakukan (Patandean, 2020) untuk nilai batas plastis pada penelitian tersebut sebesar 21,9% dan untuk batas cair sebesar 42,3%. Proses pengujian ini dilakukan tanpa menggunakan oven namun untuk mengeringkan tanah dilakukan dengan menggunakan alat alternatif yaitu kompor gas, tanah dikeringkan dengan memanaskannya diatas kompor dengan alas nya yaitu wajan sehingga didapat lah nilai untuk menghitung batas plastis dan batas cair dari tanah tersebut.

Dari hasil dilakukannya pengujian batas cair dan batas plastis tanah merah diperoleh nilai Batas Cair (Liquid Limit) sebesar 37%, dari tanah merah sedangkan

Batas Plastis (Plastic Limit) sebesar 22,5%, maka di dapat nilai indeks plastisitas (plasticity index) dari tanah galong sebesar 14,5%.

Dan dibandingkan dengan hasil penelitian terdahulu dari (Ma dan Gofar, 2020) nilai dari batas cair pada penelitian tersebut adalah sebesar 56,38% dan nilai indeks plastisitas sebesar 12,39% maka jika dibandingkan nilai dengan penelitian terdahulu tersebut bahwa nilai indeks plastisitas keduanya tidak jauh berbeda.



Gambar 4.3: Grafik Cassagrande.

Pada keterangan grafik cassagrande pada Gambar 4.3 di atas maka dapat dilihat jenis jenis dari tanah galong dan tanah merah tersebut. Tanah galong jika dilihat dari grafik casagrande merupakan bagian dari jenis tanah lempung non organik dengan nilai plastis sedang, sedangkan tanah merah termasuk kedalam jenis tanah lempung anorganik dengan plastisitas sedang, kedua tanah tersebut termasuk ke dalam jenis tanah lanau dan lampung karena nilai dari batas cair tidak lebih dari 50%

#### 4.2 Hasil Analisa Pengujian Bata Tekan Tanpa Bakar

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

#### 4.2.1 Daya Tahan Bata Tekan Tanpa Bakar

Berikut ini adalah gambar hasil benda uji bata tanpa bakar untuk tanah galong dan tanah merah yang sudah dilakukan proses pengujian daya tahan.



Gambar 4.4: Proses wetting benda uji.



Gambar 4.5: Proses drying bata.

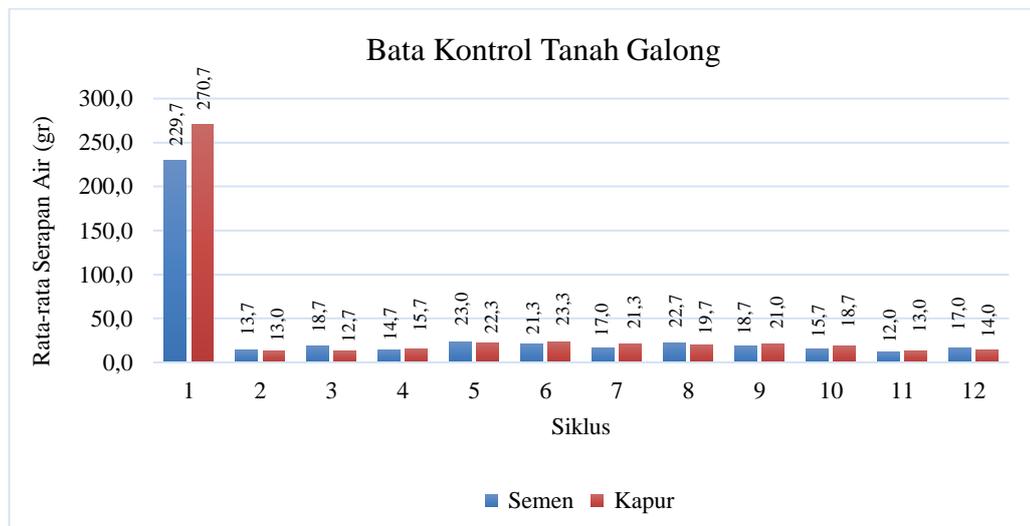


Gambar 4.6: Benda uji yang mengalami kehancuran proses pengujian dilakukan.

Pada Gambar 4.6 diatas merupakan benda uji yaitu bata tanpa bakar yang sudah dilakukan pengujian daya tahan bata selama 12 hari untuk bata selain bata tanpa

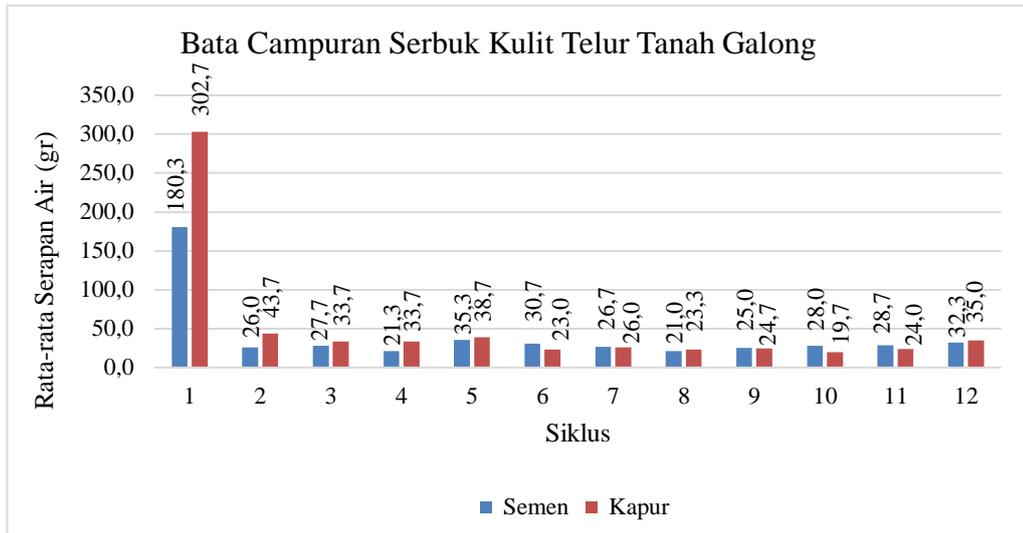
bakar untuk tanah merah yang menggunakan bahan pengikat semen pada hari ke-10 pengujian, bata mengalami kehancuran seperti yang dapat dilihat pada gambar 4.4, bata tersebut mengalami kehancuran disebabkan karena pada saat proses pengeringan pada suhu ruangan bata tersebut mengalami pengembangan volume bata sehingga mengalami retak dan lama kelamaan bata tersebut mengalami kehancuran, untuk bata yang lainnya tidak mengalami kehancuran dan tetap dalam bentuk awal.

a. Daya Tahan Bata Tekan Tanpa Bakar Berdasarkan Binder



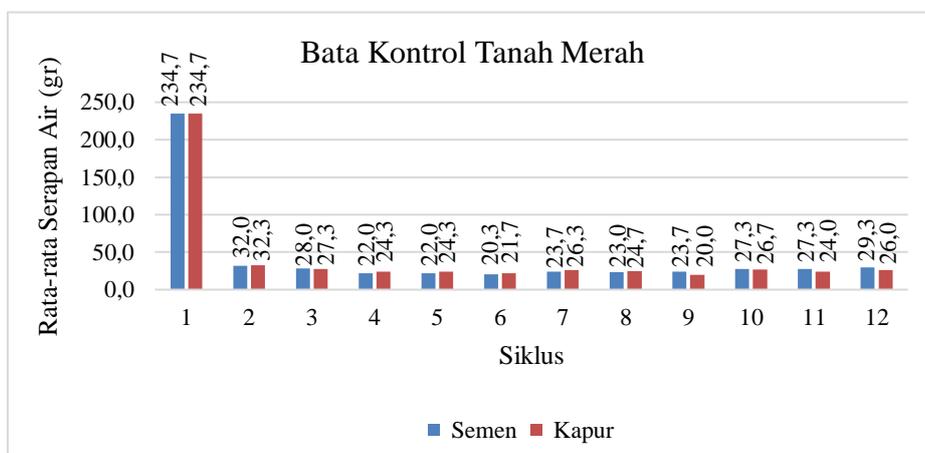
Gambar 4.7: Grafik perbandingan daya tahan bata kontrol tanah galong dengan pengikat semen dan kapur.

Berdasarkan perbandingan dari grafik bata kontrol untuk bata tekan tanpa bakar dengan campuran pengikat antara semen dan kapur pada Gambar 4.7 menunjukkan bahwa bata dengan campuran pengikat kapur dengan nilai rata rata untuk 12 siklus sebesar 38,8 gram sedangkan untuk campuran pengikat kapur memiliki nilai rata rata keseluruhan 12 siklus sebesar 35,3 gram yang berarti bata dengan pengikat kapur memiliki daya tahan lebih tinggi dari pada bata tekan tanpa bakar dengan pengikat semen.



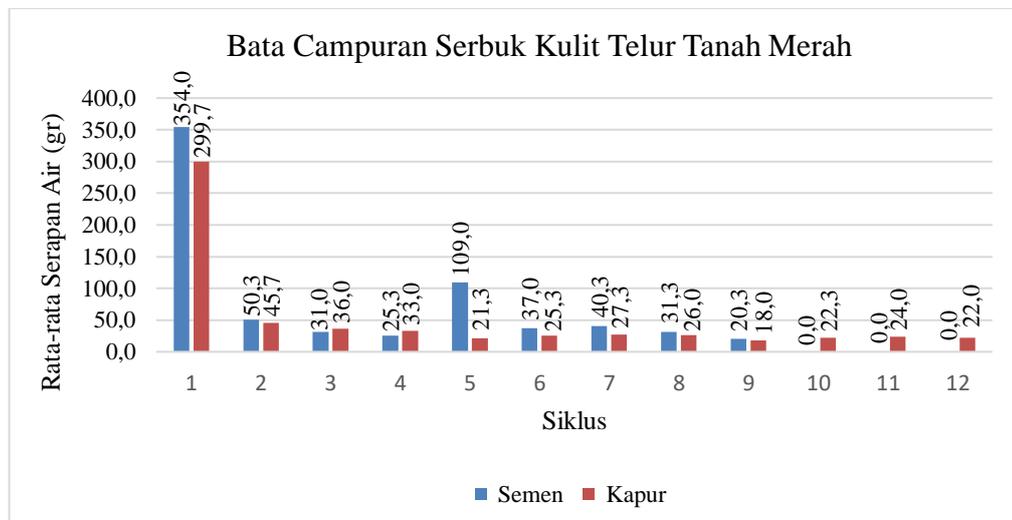
Gambar 4.8: Grafik perbandingan daya tahan rata-rata bata Serbuk Kulit Telur tanah galong dengan pengikat semen dan kapur terhadap siklus.

Berdasarkan perbandingan dari grafik bata tekan tanpa bakar campuran Serbuk Kulit Telur dengan campuran pengikat antara semen dan kapur pada Gambar 4.8 menunjukkan bahwa bata dengan campuran pengikat kapur dengan nilai rata rata untuk 12 siklus sebesar 52,3 gram sedangkan untuk campuran pengikat kapur memiliki nilai rata rata keseluruhan 12 siklus sebesar 40,3 gram yang berarti bata dengan pengikat kapur memiliki daya tahan lebih tinggi dari pada bata tekan tanpa bakar dengan pengikat semen.



Gambar 4.9: Grafik perbandingan daya tahan bata kontrol tanah merah dengan pengikat semen dan kapur.

Berdasarkan perbandingan dari grafik bata kontrol untuk bata tekan tanpa bakar dengan campuran pengikat antara semen dan kapur pada Gambar 4.9 menunjukkan bahwa bata dengan campuran pengikat kapur dengan nilai rata rata untuk 12 siklus sebesar 42,7 gram sedangkan untuk campuran pengikat kapur memiliki nilai rata rata keseluruhan 12 siklus sebesar 42,8 gram yang berarti bata dengan pengikat kapur memiliki daya tahan lebih tinggi dari pada bata tekan tanpa bakar dengan pengikat semen namun selisih perbandingan kedua bata dengan campuran pengikat semen dan kapur tidak jauh berbeda yang berarti kedua bata tersebut memiliki kualitas yang hampir sama.

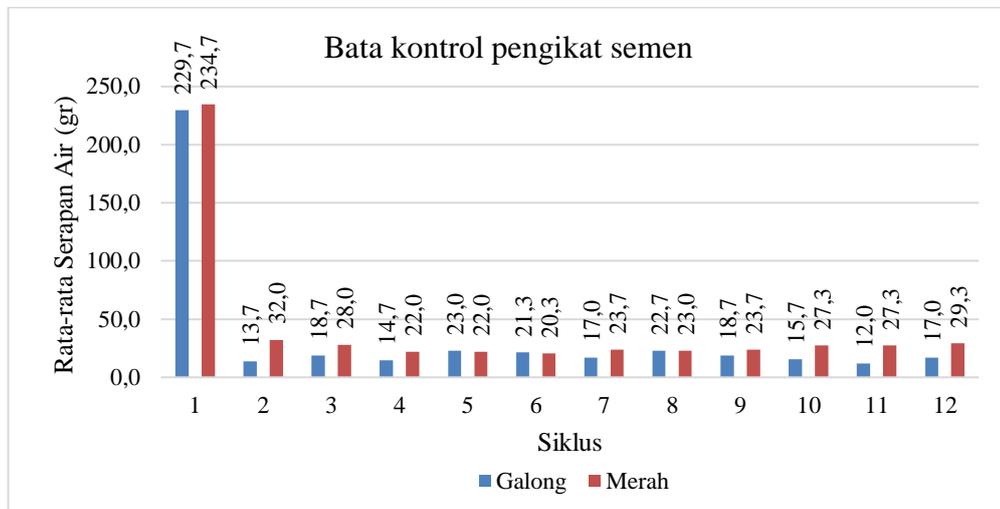


Gambar 4.10: Grafik perbandingan daya tahan rata-rata bata Serbuk Kulit Telur tanah merah dengan pengikat semen dan kapur terhadap siklus.

Berdasarkan perbandingan dari grafik bata tekan tanpa bakar campuran Serbuk Kulit Telur dengan campuran pengikat antara semen dan kapur pada Gambar 4.10 menunjukkan bahwa bata dengan campuran pengikat kapur dengan nilai rata rata untuk 12 siklus sebesar 50,1 gram sedangkan untuk campuran pengikat kapur memiliki nilai rata rata keseluruhan 12 siklus sebesar 50,1 gram, walaupun nilai bata campuran serbuk kulit telur dengan pengikat semen lebih tinggi dari pada dengan pengikat kapur, bata dengan pengikat semen dalam proses pengujian, bata tersebut hanya dapat bertahan selama 10 hari sedangkan untuk bata dengan pengikat

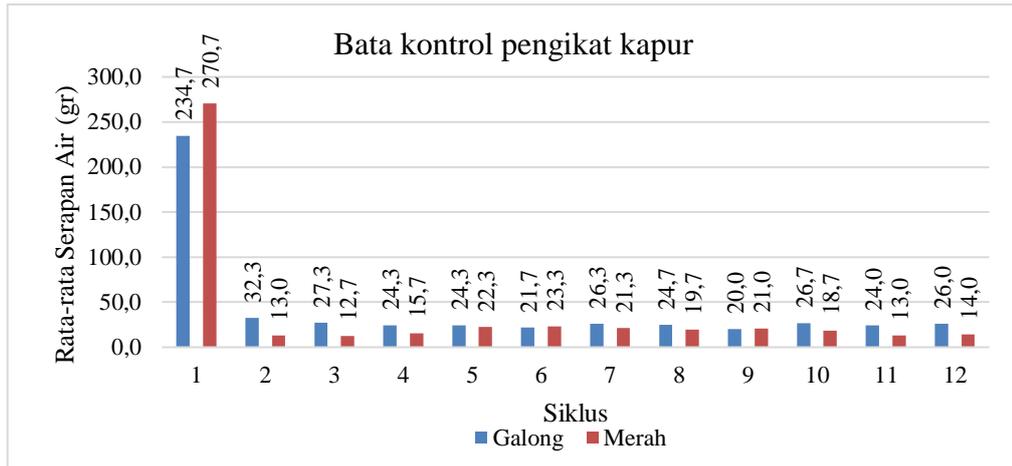
kapur dalam proses pengujiannya selama 12 hari tidak mengalami kehancuran sama sekali, dan bentuk dari batanya pun tidak mengalami keretakan sama sekali.

b. Daya Tahan Bata Tekan Tanpa Bakar Berdasarkan Tanah



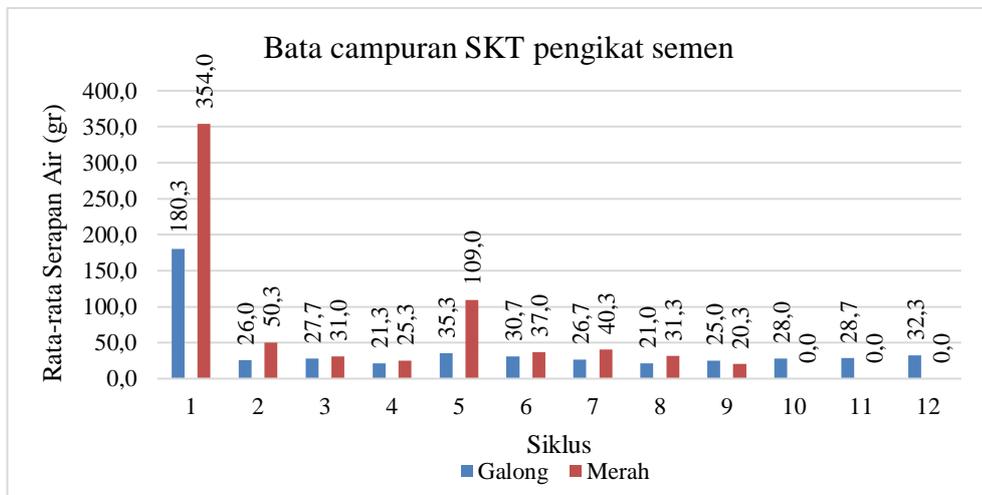
Gambar 4.11: Grafik perbandingan daya tahan bata kontrol pengikat semen untuk tanah galong dan tanah merah.

Dari grafik pada Gambar 4.11 di atas, perbandingan tanah galong dan tanah merah untuk pengujian daya tahan bata kontrol dapat dilihat bahwa nilai rata-rata serapan air untuk tanah galong lebih rendah dari pada rata-rata serapan air untuk tanah merah yang menandakan bahwa tanah galong lebih baik kualitasnya dari pada tanah merah.



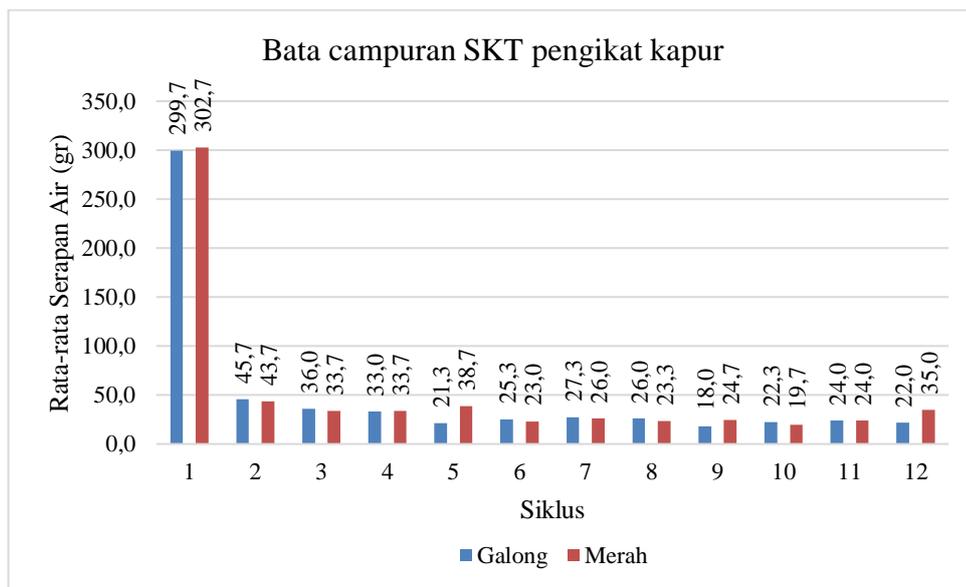
Gambar 4.12: Grafik perbandingan daya tahan bata kontrol pengikat kapur untuk tanah galong dan tanah merah.

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.12 di atas, perbandingan antara tanah galong dan tanah merah untuk pengujian daya tahan bata kontrol dengan pengikat kapur memperlihatkan bahwa jenis tanah merah daya serapnya lebih rendah dibandingkan tanah galong dari 12 siklus pengujian tanah galong memiliki tingkat serapan air lebih tinggi dibandingkan tanah merah, yang berarti kualitas untuk bata kontrol dari tanah merah terhadap serapan air lebih baik daripada tanah galong.



Gambar 4.13: Grafik perbandingan daya tahan bata campuran serbuk kulit telur pengikat semen untuk tanah galong dan tanah merah.

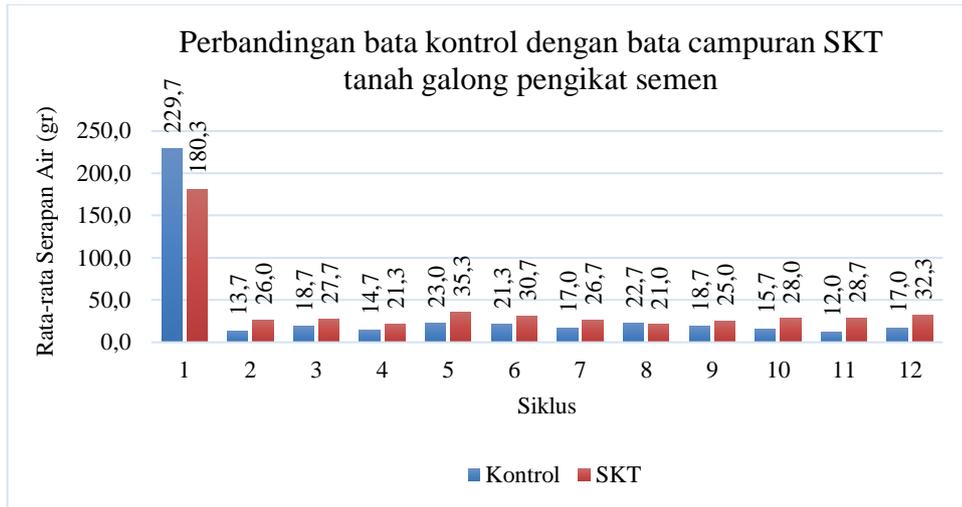
Berdasarkan grafik pada Gambar 4.13 di atas perbandingan daya tahan bata campuran serbuk kulit telur dengan pengikat semen untuk tanah galong dan tanah merah dapat dilihat bahwa nilai serapan rata-rata dari tanah merah sangat tinggi dan menyebabkan bata dari tanah merah pada siklus ke-10 mengalami kehancuran, namun untuk bata tanah galong tidak mengalami kehancuran sama sekali, sehingga dapat dilihat bahwa kualitas dari bata untuk tanah galong lebih baik dari tanah merah.



Gambar 4.14: Grafik perbandingan daya tahan bata campuran serbuk kulit telur pengikat kapur untuk tanah galong dan tanah merah.

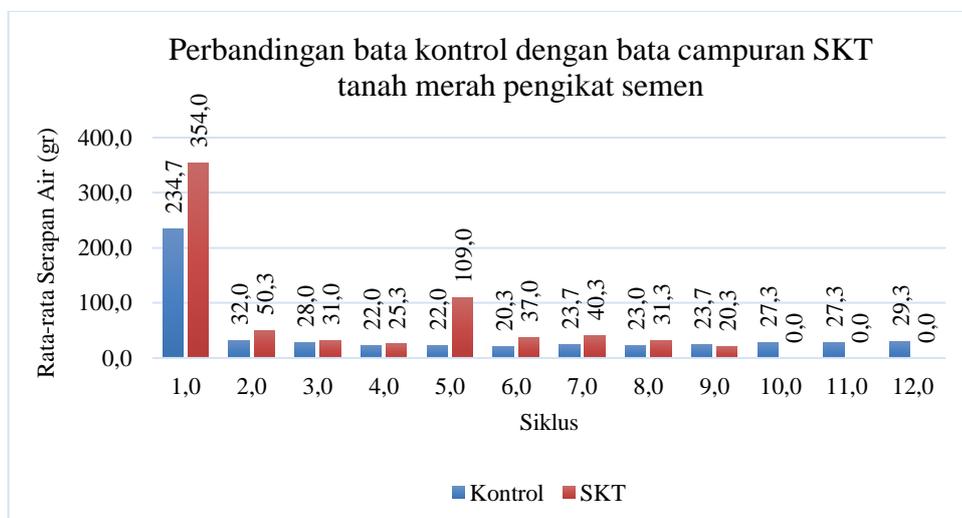
Berdasarkan dari grafik pada Gambar 4.14 di atas bahwa untuk tanah galong dan tanah merah dalam pengujian daya tahan bata campuran serbuk kulit telur dengan pengikat kapur, bahwa nilai daya tahan bata dari kedua jenis tanah tersebut memiliki nilai yang sama terhadap daya tahan, untuk 12 siklus pengujian tersebut, yang menandakan bahwa bata dari kedua jenis tanah tersebut memiliki kualitas yang sama baiknya dalam hal daya tahan bata.

c. Perbandingan daya tahan antara bata kontrol dengan bata campuran skt.



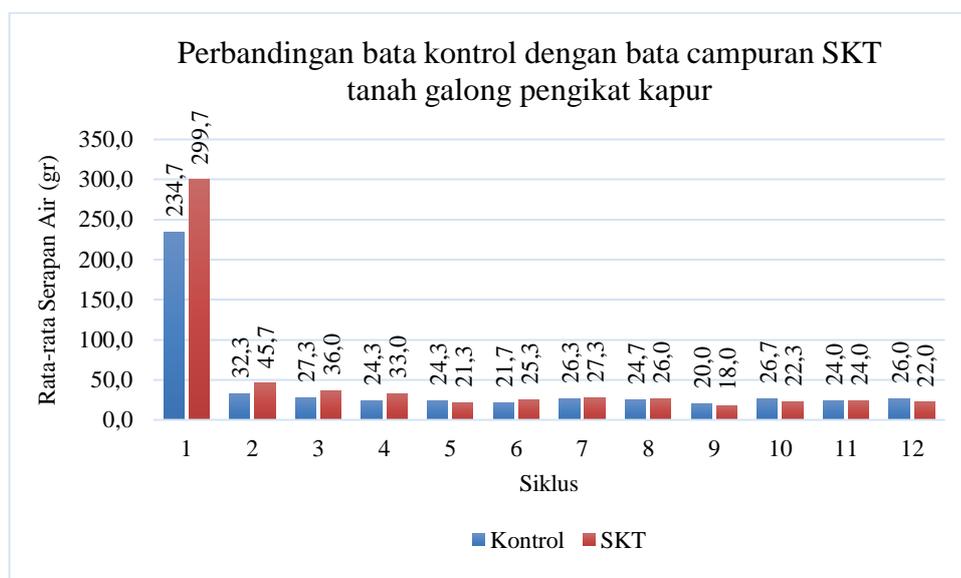
Gambar 4.15: Grafik perbandingan daya tahan bata kontrol dengan bata campuran serbuk kulit telur tanah galong pengikat semen.

Dapat dilihat grafik pada Gambar 4.15 yang menunjukkan bahwa nilai rata-rata serapan air dalam 12 siklus dari bata kontrol dengan bata campuran serbuk kulit telur untuk tanah galong, nilai bata kontrol lebih rendah dari pada bata dengan campuran serbuk kulit telur. Dan dapat dilihat bahwa penambahan serbuk kulit telur kedalam pembuatan bata tekan tanpa bakar sangat mempengaruhi nilai daya tahan bata tersebut.



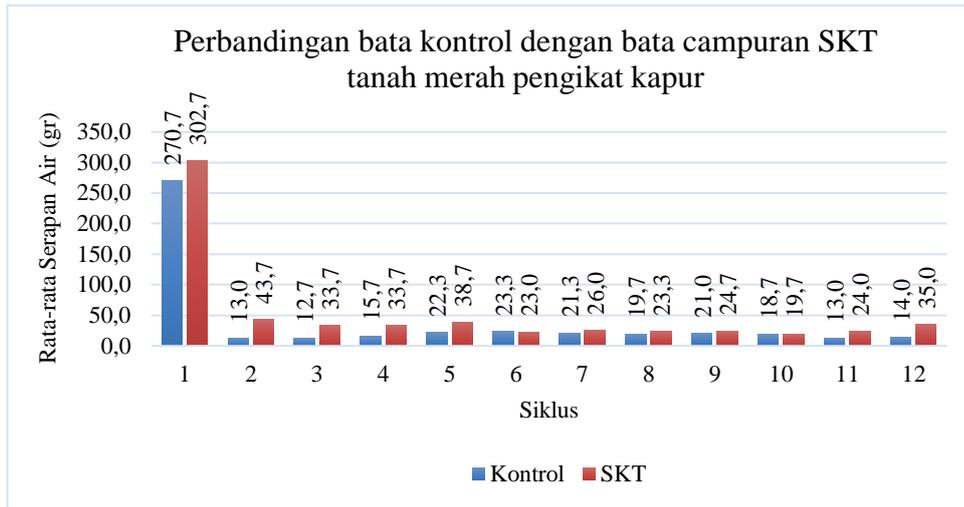
Gambar 4.16: Grafik perbandingan daya tahan bata kontrol dengan bata campuran serbuk kulit telur untuk tanah merah pengikat semen.

Grafik pada Gambar 4.16 menunjukkan bahwa nilai perbandingan daya tahan antara bata kontrol dengan bata campuran serbuk kulit telur untuk tanah merah memiliki nilai yang berbeda, dimana nilai rata-rata serapan bata untuk 12 siklus dari bata campuran serbuk kulit telur lebih tinggi dari baat bata kontrol, dan pada siklus ke-10 bata campuran untuk tanah merah mengalami kehancuran karena memiliki nilai serap yang sangat tinggi sehingga ketika proses drying dilakukan, keretakan terjadi pada bata dan pada saat melakukan pengujian wetting bata mengalami kehancuran.



Gambar 4.17: Grafik perbandingan daya tahan bata kontrol dengan bata campuran serbuk kulit telur untuk tanah galong pengikat semen.

Grafik pada Gambar 4.17 menunjukkan nilai dari perbandingan daya tahan antara bata kontrol dengan bata campuran serbuk kulit telur untuk tanah galong menunjukkan bahwa nilai rata-rata serapan dari bata campuran serbuk kulit telur lebih tinggi jika dibandingkan dengan nilai rata-rata serapan bata kontrol sehingga hal itu menunjukkan bahwa penambahan serbuk kulit telur masih mempengaruhi nilai dari daya tahan bata tekan tanpa bakar untuk tanah galong.



Gambar 4.18: Grafik perbandingan daya tahan bata kontrol dengan bata campuran serbuk kulit telur untuk tanah merah pengikat kapur.

Grafik pada Gambar 4.18 menunjukkan bahwa nilai daya tahan bata kontrol lebih baik dari pada bata dengan campuran serbuk kulit telur, hal ini disebabkan karena nilai serapan rata-rata dari bata campuran serbuk kulit telur lebih tinggi dari pada bata kontrol, karena semakin banyak nilai serapan air yang ada pada bata maka akan membuat kualitas dari bata tersebut berkurang.

#### 4.2.2 Penyerapan Air Bata Tekan Tanpa Bakar

Hasil dari pengujian daya air bata tanpa bakar untuk tanah merah dan tanah galong dapat dilihat pada gambar dan grafik dibawah ini.

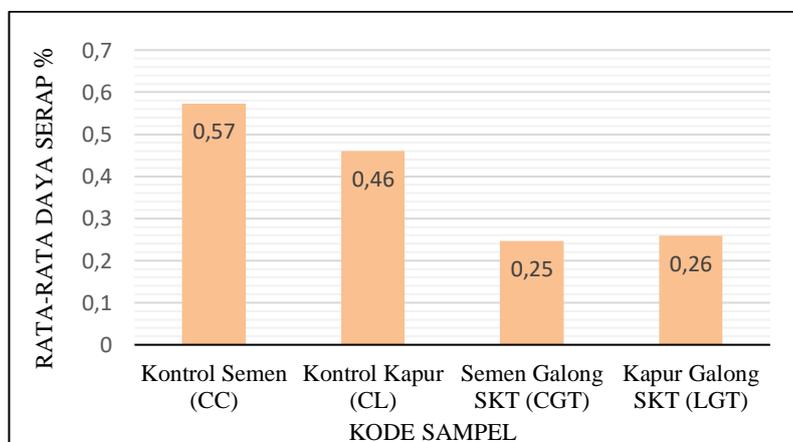


Gambar 4.19: Proses pengeringan benda uji di dalam oven.



Gambar 4.20: Benda uji daya serap air.

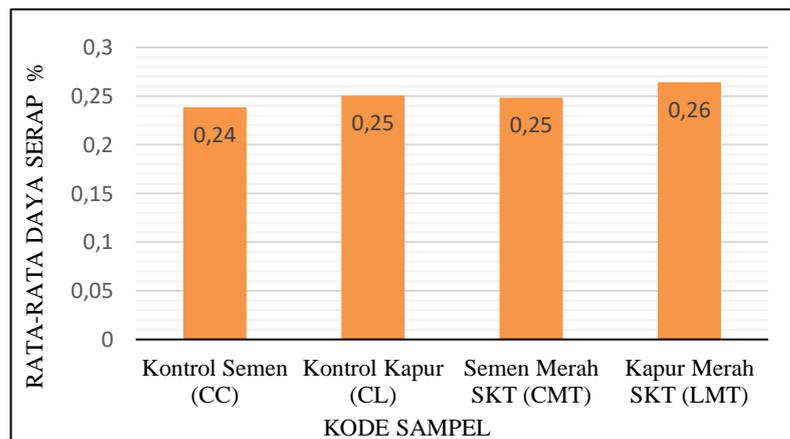
a) Tanah Galong



Gambar 4.21: Pengujian daya serap air bata tanpa bakar tanah galong.

Dari hasil pengujian daya serap air bata tanpa bakar untuk tanah galong pada grafik pada Gambar 4.21 di dapat nilai rata rata keseluruhan dari 4 sampel bata yang menunjukkan bahwa bata tersebut tidak membahayakan dikarenakan nilai tersebut masih tidak melewati batas wajar nilai yang telah ditetapkan oleh SNI untuk nilai maksimal penyerapan air sebesar 20 %.

b) Tanah Merah



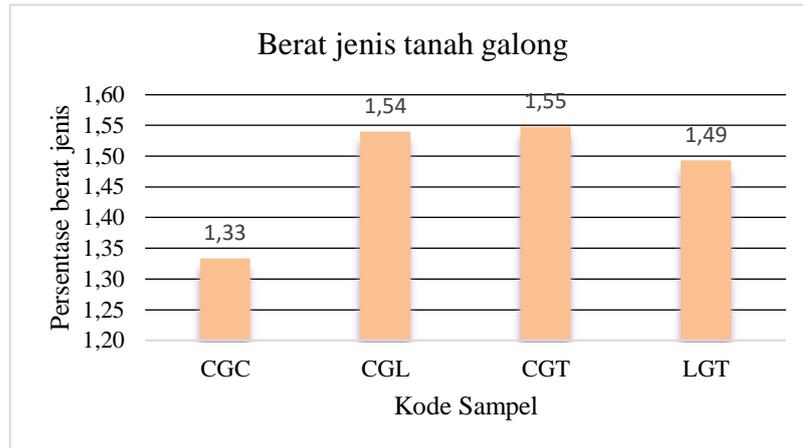
Gambar 4.22: pengujian daya serap air bata tanpa bakar tanah merah.

Dari hasil pengujian daya serap air bata tanpa bakar untuk tanah galong pada grafik Gambar 4.22 di dapat nilai rata rata keseluruhan dari 4 sampel bata menunjukkan bahwa bata tersebut tidak membahayakan dikarenakan nilai tersebut masih tidak melewati batas wajar nilai yang telah ditetapkan oleh SNI untuk nilai maksimal penyerapan air sebesar 20 %.

#### 4.2.3 Berat Jenis Bata Tekan Tanpa Bakar

Berikut adalah hasil pengujian berat jenis bata tanpa bakar untuk tanah galong dan tanah merah.

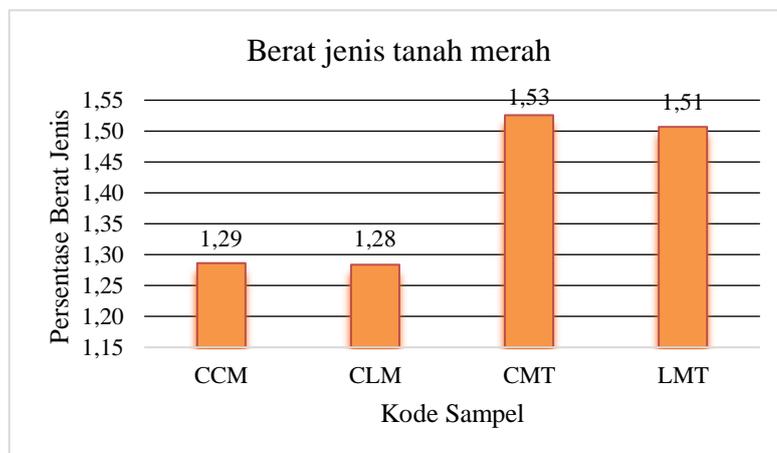
a) Tanah Galong



Gambar 4.23: Pengujian berat jenis bata tanpa bakar tanah galong.

Dari grafik pada Gambar 4.23 menunjukkan bahwa nilai berat jenis bata untuk bata kontrol pengikat semen dengan bata campuran pengikat semen, nilai dari bata campuran serbuk kulit telur lebih tinggi dari bata kontrol sedangkan untuk bata kontrol dan bata campuran serbuk kulit telur dengan pengikat kapur, menunjukkan bahwa nilai berat jenis bata kontrol lebih tinggi dari pada bata campuran serbuk kulit telur.

b) Tanah Merah



Gambar 4.24: Pengujian berat jenis bata tanpa bakar tanah merah.

Dari hasil berat jenis bata untuk tanah merah pada grafik Gambar 4.24 menunjukkan bahwa antara bata kontrol dengan bata campuran kulit telur dengan pengikat kapur dan semen, bata campuran serbuk kulit telur memiliki nilai berat jenis lebih tinggi.

#### 4.2.4 Kadar Garam Bata Tekan Tanpa Bakar

Adapun hasil pengujian kadar garam yang terkandung pada bata tanpa bakar untuk tanah galong dan tanah merah dapat dilihat pada di bawah ini, dan gambar benda uji hasil pengujian kadar garam.

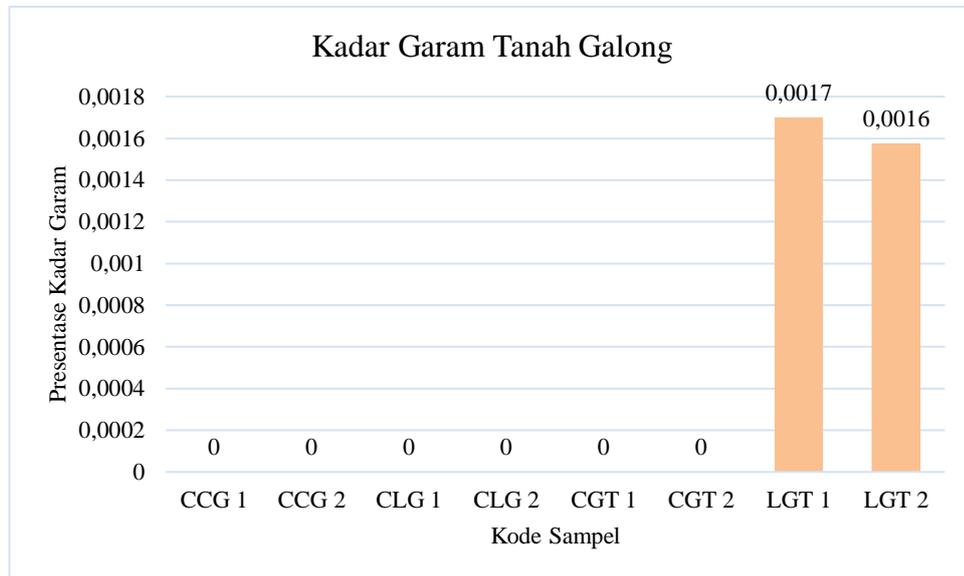


Gambar 4.25: Proses benda uji dilakukan pengujian kadar garam.

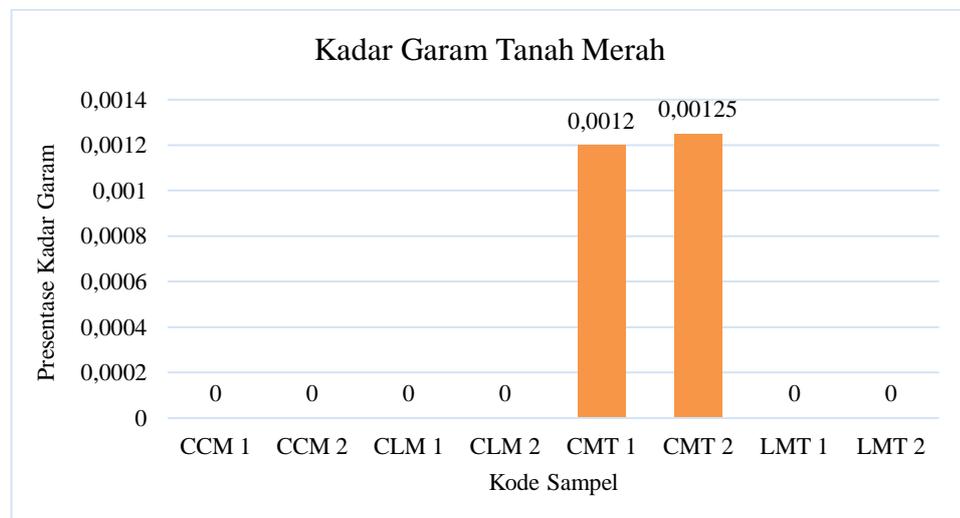


Gambar 4.26: Benda uji hasil pengujian kadar garam.

Dari hasil pengujian kadar garam pada bata tanpa bakar untuk tanah galong dan tanah merah diatas, kadar garam pada bata yang di uji hanya muncul pada bata tanah merah dan tanah galong yang menggunakan campuran kapur untuk tanah merah dan campuran semen untuk tanah merah. Kadar garam yang muncul berbentuk seperti bercak-bercak putih yang ada pada kedua jenis bata tersebut.



Gambar 4.27: Pengujian kadar garam bata tanpa bakar tanah galong.



Gambar 4.28: Pengujian kadar garam bata tanpa bakar tanah merah.

Dari hasil pengujian kadar garam untuk bata tanpa bakar dari kedua jenis tanah yaitu tanah merah dan tanah galong, kedua tanah tersebut hanya memiliki rata-rata kadar garam sebesar 0,0004% dan 0,0003% sehingga dapat dikatakan bahwa kedua bata dari dua jenis tanah tersebut tidak membahayakan karena nilai tersebut masih sesuai dengan standar SNI dimana jika kandungan kadar garam lebih 50% yang terkandung pada bata tersebut atau sampai menutupi bata, maka bata tersebut dapat membahayakan jika digunakan.

#### 4.2.5 Sifat Tampak Bata Tekan Tanpa Bakar

Berikut adalah hasil pengujian sifat tampak dari bata tanpa bakar dari kedua jenis tanah yaitu tanah galong dan tanah merah yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

##### a) Tanah Galong

Tabel 4.1: Hasil Uji Sifat Tampak Bata Tanpa Bakar Tanah Galong.

No	Sudut Siku		Nyaring Bila Dipukul		Warna Seragam		Tidak Retak		Datar	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
CCM	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
CLM	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
CMT	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
LMT	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

Keterangan:

- a. S = Sesuai
- b. T = Tidak Sesuai



Gambar 4.29: Benda uji sifat tampak bata untuk tanah galong.

Dari data pada tabel dan Gambar 4.29 diatas maka dapat dilihat hasilnya bahwa bata tanpa bakar dai tanah galong memiliki sifat tampak yang sesuai dengan standar SNI, karena semua syarat untuk sifat tampak bata sudah terpenuhi.

b) Tanah Merah

Tabel 4.2: Hasil Uji Sifat Tampak Bata Tanpa Bakar Tanah merah.

No	Sudut Siku		Nyaring Bila Dipukul		Warna Seragam		Tidak Retak		Datar	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
CCG	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
CLG	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
CGT	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
LGT	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

Keterangan:

- a. S = Sesuai
- b. T = Tidak Sesuai



Gambar 4.30: Benda uji daya tampak bata untuk tanah merah.

Dari data pada tabel diatas maka dapat dilihat hasilnya bahwa bata tanpa bakar dari tanah merah memiliki sifat tampak yang sesuai dengan syarat SNI, karena semua syarat untuk sifat tampak bata sudah terpenuhi.

## **BAB 5**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil pengujian dan penelitian yang sudah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan antara lain sebagai berikut:

1. Komposisi dari sampel yang dapat memenuhi syarat dengan komposisi 67 % untuk tanah lempung dan tanah merah, masing-masing semen dan kapur 8%, pasir 17 % dan bahan campuran serbuk kulit telur (skt) sebesar 8% yang memiliki nilai daya serap yang sesuai dengan standar SNI yang sudah ada.
2. Penambahan serbuk kulit telur pada bata tekan tanpa bakar ternyata dapat mempengaruhi nilai dari daya tahan bata sebesar 14% untuk variasi Cement Galong SKT , 17% untuk variasi Lime Galong SKT dan 36% untuk variasi Cement Merah SKT, 35% untuk variasi Lime Merah SKT.

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan penelitian bata tekan tanpa bakar untuk campuran serbuk kulit telur yang telah dilakukan terdapat saran dari penulis yang dapat diperhatikan sebagai berikut:

1. Perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap variasi dari komposisi dalam pembuatan bata tekan tanpa bakar dengan serbuk kulit telur dengan metode wetting and drying sehingga dapat diperoleh nilai daya tahan bata yang lebih baik.
2. Diperlukannya pengambilan sampel tanah untuk tanah galong dan tanah merah dari wilayah yang berbeda sehingga dapat diketahui jenis tanah yang lebih baik untuk pembuatan bata tekan tanpa bakar.
3. Bata tekan tanpa bakar masih tidak cocok untuk di perjual belikan, dikarenakan harga yang tidak ekonomis dalam membuatnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al Fariqie, M. A., Al Fathoni, A. S., & Afriandini, B. (2023). Jurnal RENOVASI. *Pengaruh Variasi Campuran Pasir Zeolit Sebagai Substitusi Agregat Dalam Pembuatan Batako Terhadap Kuat Tekan*, 8(1), 15–21.
- Amazian, L. (2018). Unfired Clay Bricks with Enhanced Properties Project Report. *School of Science and Engineering-Al Akhwayn University, November*.
- Amin, M. (2014). Inovasi Material pada Pembuatan Bata Merah Tanpa Dibakar untuk Kemakmuran Industri Kerakyatan. *Jurnal Kelitbang*, 02(03), 13–31.
- Andre, Y., & Siagian, N. T. (2010). Perbaikan Sifat Mekanis Batu Bata Tanpa Dibakar dengan Campuran Limbah Karbit dan Abu Sekam Padi. *Semesta Teknika*, 13(1), 41–49.
- Darwis, D., Ulum, S., & Kurniawan, G. (2016). Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Berbahan Abu Sekam Padi dan Kapur Banawa. *Prosiding SNF-MKS 2015 Karakteristik*, 1–19.
- Dhiaulhaq, N. H. (2018). Batu Bata Merah Interlock Tanpa Bakar Dengan Campuran Semen, Tanah Liat, dan Alkali IIA. In *Bitkom Research* (Vol. 63, Nomor 2).
- Dini, M., Apriani, I., & Sutrisno, H. (2000). Kajian Mekanik Batu Bata Dengan Metode Pembakaran Dan Tanpa Dibakar Menggunakan Limbah Lumpur Pdam. *Jurnal Rekayasa Lingkungan Tropis*. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jurlis/article/view/50096>
- Fajrin, J., Hariyadi, H., & Marchelina, N. (2017). Aplikasi Metode Eksperimen Response Surface Untuk Mengoptimalkan Kuat Tekan Bata Non Bakar. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 13(2), 79. <https://doi.org/10.25077/jrs.13.2.79-90.2017>
- Fitriani, S., Fathul M, W. M., & Farida, I. (2017). Penggunaan Limbah Cangkang Telur, Abu Sekam, dan Copper Slag Sebagai Material Tambahan Pengganti Semen. *Jurnal Konstruksi*, 15(1), 46–56. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.15-1.583>
- Haryanti, N. H., & Wardhana, H. (2019). Pengaruh Komposisi Campuran Pasir Silika dan Kapur Tohor Pada Bata Ringan Berbahan Limbah Abu Terbang Batubara. *Jurnal Fisika Indonesia*, 21(3), 11. <https://doi.org/10.22146/jfi.42443>
- Irwansyah, Isma, F., & Purwandito, M. (2018). Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Dari Limbah Industri Pertanian Dan Material Alam. *Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil*, 4(2), 8–12.
- Ma'arif, A., & Gofar, N. (2020). Pengaruh Kandungan Lempung Terhadap Sifat

- Plastisitas Tanah. *Bina Darma Conference on Engineering Science*, 419–429.
- Ngayakamo, B. H., Bello, A., & Onwualu, A. P. (2020). Development of eco-friendly fired clay bricks incorporated with granite and eggshell wastes. *Environmental Challenges*, 1(November), 100006. <https://doi.org/10.1016/j.envc.2020.100006>
- Niyomukiza, J. B., Nabitaka, K. C., Kiwanuka, M., Tiboti, P., & Akampulira, J. (2022). Enhancing Properties of Unfired Clay Bricks Using Palm Fronds and Palm Seeds. *Results in Engineering*, 16(July), 100632. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100632>
- Obonyo, E., Exelbirt, J., & Baskaran, M. (2010). Durability of compressed earth bricks: Assessing erosion resistance using the modified spray testing. *Sustainability*, 2(12), 3639–3649. <https://doi.org/10.3390/su2123639>
- Palanisamy, P., & Kumar, P. S. (2022). Strength and durability features of fiber reinforced geo-polymer earth bricks. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 21(2), 439–447. <https://doi.org/10.1080/13467581.2020.1869009>
- Patandean, R. (2020). Pengujian Tanah Menggunakan Metode Plastis dan Batas Cair Untuk Pembangunan Mushola Pada PT. SUCOFINDO Timika. *Jurnal Teknik AMATA*, 1(1), 2–5.
- Poorveekan, K., Ath, K. M. S., Anburuvel, A., & Sathiparan, N. (2021). Investigation of the engineering properties of cementless stabilized earth blocks with alkali-activated eggshell and rice husk ash as a binder. *Construction and Building Materials*, 277, 122371. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122371>
- Rahman, T., Luthfiyanti, R., & Ekafitri, R. (2021). Optimasi Semen Pada Pembuatan Batu Bata Tanpa Bakar. *dinamika TEKNIK SIPIL*, 14(1), 32–40.
- Reffanda, K. R. (2018). Studi Sifat Mekanis Tanah Merah Dengan Pengujian Triaksial. *Jurnal Forum Mekanika*, 7(1), 29–34.
- 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. <https://doi.org/10.33558/bentang.v9i2.2863>
- Shalahuddin, M. (2012). Variasi Tanah Lempung, Tanah Lanau Dan Pasir Sebagai Bahan Campuran Batu Bata. *Jurnal Teknobiologi*, 1(2), 34–46.
- Sir, T. M. W., Udiana, I. M., & Isu, S. R. (2018). Perbandingan Pengukuran Kadar Air Tanah Lempung Menggunakan Metode Gravimetry dan Metode Gypsum. *Jurnal Teknik Sipil*, 5(2), 213–226.

Witjaksana, B., Sarya, G., & Widhiarto, H. (2016). Pembuatan Batu Bata Tanpa Bakar Dengan Campuran Sodium Hiroksida ( NaOH ) dan Sodium Silikat (  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  ). *Jurnal Hasil Penelitian LPPM Untag*, 01(01), 25–32.

## LAMPIRAN

*Lampiran 1: Analisa Saringan Agregat Halus*

Nomor ayakan	Berat tertahan				Kumulatif	
	Sampel 2 (gr)	Sampel 2 (gr)	Total (gr)	(%)	Tertahan (%)	Lolos (%)
No. 4	7	16	23	1,05	1,05	98,95
No. 8	77	114	191	8,68	9,73	90,27
No. 16	189	227	416	18,91	28,64	71,36
No. 30	279	314	593	26,95	55,59	44,41
No. 50	294	335	629	28,59	84,18	15,82
No. 100	141	169	310	14,09	98,27	1,73
Pan	13	25	38	1,73	100	0
Total	1000	1200	2200	100		

*Lampiran 2: kadar Lumpur Agregat Halus*

Pemeriksaan	Hasil pengamatan	
	Sampel 1	Sampel 2
Berat wadah (W1)	511	507
Berat pasir (W2), gr	500	500
Berat pasir setelah dicuci dan dioven (W3)	995	992
Berat lumpur (W4)	16	15
Kadar lumpur, %	3,31	3,09
Kadar lumpur rata-rata, %	3,21	

*Lampiran 3: kadar air agregat halus*

Pemeriksaan	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
Kadar air rata-rata	%	5,43	

*Lampiran 4: Analisa Butiran Tanah Merah*

Analisa Butiran Tanah Merah					
Nomor saringan	Diameter saringan (mm)	Berat tertahan (gr)	% Berat tertahan	% Kumulatif berat tertahan	% tanah lolos saringan
No.4	4.750	60	6	6	94
No.10	2.000	195	19,5	25,5	74,5
No.20	0.850	435	43,5	69	31
No.40	0.425	105	10,5	79,5	20,5
No.60	0.250	170	17	96,5	3,5
No.100	0.150	5	0,5	97	3
No.200	0.075	20	2	99	1
Pan		10	1	100	0
Total		1000			

*Lampiran 5: Analisa Butiran Tanah Galong*

Analisa Butiran Tanah Galong					
Nomor saringan	Diameter saringan (mm)	Berat tertahan (gr)	% Berat tertahan	% Kumulatif berat tertahan	% tanah lolos saringan
No.4	4.750	24	2,4	2,4	97,6
No.10	2.000	14	1,4	3,8	96,2
No.20	0.850	239	23,9	27,7	72,3
No.40	0.425	172	17,2	44,9	55,1
No.60	0.250	440	44	88,9	11,1
No.100	0.150	35	3,5	92,4	7,6
No.200	0.075	62	6,2	98,6	1,4
Pan		14	1,4	100	0
Total		1000			

*Lampiran 6: Kadar Air Tanah Merah*

No. Cawan			I	II
Berat cawan	(W1)	gr	9	9
Berat cawan + Tanah basah	(W2)	gr	50	49
Berat cawan + Tanah kering	(W3)	gr	40	39
Berat air	$W_w = W_2 - W_3$	gr	10	10
Berat tanah kering	$W_s = W_3 - W_1$	gr	31	30
Kadar air	$W = W_w / W_s \times 100$	%	32.3	33.3
Rata-rata	(W)	%	32,8	

*Lampiran 7: Kadar Air Tanah Galong*

No. Cawan			I	II
Berat cawan	(W1)	gr	9	9
Berat cawan + Tanah basah	(W2)	gr	60	59
Berat cawan + Tanah kering	(W3)	gr	48	51
Berat air	$W_w=W2-W3$	gr	12	8
Berat tanah kering	$W_s=W3-W1$	gr	39	42
Kadar air	$W=W_w/W_s \times 100$	%	30,8	19,0
Rata-rata	(W)	%	24,9	

*Lampiran 8: Pengujian Batas Cair dan Batas Plastis Tanah Merah*

No.	pemeriksaan	satuan	Batas cair (LL)				Batas plastis (PL)	
			40	31	21	19	I	II
1.	Banyak pukulan		40	31	21	19		
2.	Nomor cawan		I	II	III	IV	I	II
3.	Berat cawan	gr	10	10	10	8	10	10
4.	Berat cawan + tanah basah	gr	27	22	28	21	20	21
5.	Berat cawan + tanah kering	gr	22	18	23	17	17	18
6.	Berat air	gr	5	4	5	4	3	3
7.	Berat tanah kering	gr	12	8	13	9	10	11
8.	Kadar air	%	41,7	50,0	38,5	44,4	30	27,3
9.	Kadar air rata-rata	%	43,7				28,7	

*Lampiran 9: Pengujian Batas Cair dan Batas Plastis Tanah Galong*

No.	pemeriksaan	satuan	Batas cair (LL)				Batas plastis (PL)	
			22	33	35	45	I	II
1.	Banyak pukulan		22	33	35	45		
2.	Nomor cawan		I	II	III	IV	I	II
3.	Berat cawan	gr	47	47	43	48	22	20
4.	Berat cawan + tanah basah	gr	36	38	33	38	20	18
5.	Berat cawan + tanah kering	gr	11	9	10	10	2	2
6.	Berat air	gr	10	8	8	10	10	10
7.	Berat tanah kering	gr	26	30	25	28	10	8
8.	Kadar air	%	42,3	30	40	35,7	20	25
9.	Kadar air rata-rata	%	37				22,5	

*Lampiran 10: Perencanaan Campuran Bata Tanpa Bakar*

No	Pengikat		Tanah		Pasir	SKT	Ket	Kode Sampel
	Semen	Kapur	Merah	Galong				
1	1	-	8	-	2	-	Control	CCM
2	1	-	-	8	2	-	Control	CCG
3	-	1	8	-	2	-	Control	CLM
4	-	1	-	8	2	-	Control	CLG
5	1	-	8	-	2	2	Control	CMT
6	1	-	-	8	2	2	Control	CGT
7	-	1	8	-	2	2	SKT	LMT
8	-	1	-	8	2	2	SKT	LGT

*Lampiran 11: Pengujian Daya Tahan Bata Kontrol Tanah Galong Pengikat Semen*

Siklus	Rata-rata (gr)
1	234,7
2	32,0
3	28,0
4	22,0
5	22
6	20,3
7	23,7
8	23,0
9	23,7
10	27,3
11	27,3
12	29,3

*Lampiran 13: Pengujian Daya Tahan Bata Kontrol Tanah Galong Pengikat Kapur*

Siklus	Rata-rata (gr)
1	234,7
2	32,3
3	27,3
4	24,3
5	24,3
6	21,7
7	26,3
8	24,7
9	20,0
10	26,7
11	24,0
12	26,0

*Lampiran 14: Pengujian Daya Tahan Bata Campuran SKT Tanah Merah Pengikat Semen*

Siklus	Rata-rata (gr)
1	180,3
2	26,0
3	27,7
4	21,3
5	35,3
6	30,7
7	26,7
8	21,0
9	25,0
10	28,0
11	28,7
12	32,3

*Lampiran 15: Pengujian Daya Tahan Bata Campuran SKT Tanah Galong Pengikat Kapur*

Siklus	Rata-rata (gr)
1	302,7
2	43,7
3	33,7
4	33,7
5	38,7
6	23,0
7	26,0
8	23,3
9	24,7
10	19,7
11	24,0
12	35,0

*Lampiran 16: Pengujian Daya Tahan Bata Kontrol Tanah Merah Pengikat Semen*

Siklus	Rata-rata (gr)
1	234,7
2	32,0
3	28,0
4	22,0
5	22
6	20,3
7	23,7
8	23,0
9	23,7
10	27,3
11	27,3
12	29,3

*Lampiran 17: Pengujian Daya Tahan Bata Kontrol Tanah Merah Pengikat Kapur*

Siklus	Rata-rata (gr)
1	234,7
2	32,3
3	27,3
4	24,3
5	24,3
6	21,7
7	26,3
8	24,7
9	20,0
10	26,7
11	24,0
12	26,0

*Lampiran 18: Pengujian Daya Tahan Bata Campuran SKT Tanah Merah Pengikat Semen*

Siklus	Rata-rata (gr)
1	354,0
2	50,3
3	31,0
4	25,3
5	109,0
6	37,0
7	40,3
8	31,3
9	20,3
10	0,0
11	0,0
12	0,0

*Lampiran 19: Pengujian Daya Tahan Bata Campuran SKT Tanah Merah Pengikat Kapur*

Siklus	Rata-rata (gr)
1	299,7
2	45,7
3	36,0
4	33,0
5	21,3
6	25,3
7	27,3
8	26,0
9	18,0
10	22,3
11	24,0
12	22,0

*Lampiran 20: Penyerapan Air Bata Tekan Tanpa Bakar Tanah Galong*

No	Kode sampel	Jumlah sampel	Berat basah (gr)	Berat kering (gr)	Daya serap (%)	Rata-rata (%)
1	Kontrol semen (CC)	1	1924	1226	0,57	0,57
		2	1913	1214	0,58	
2	Kontrol Kapur (CL)	1	1926	1323	0,46	0,46
		2	1966	1342	0,46	
3	Semen Galong SKT (CGT)	1	1911	1533	0,25	0,25
		2	1900	1524	0,25	
4	Kapur Galong SKT (LGT)	1	1921	1525	0,26	0,26
		2	1917	1524	0,26	

*Lampiran 21: Penyerapan Air Bata Tekan Tanpa Bakar Tanah Merah*

No	Kode sampel	Jumlah sampel	Berat basah (gr)	Berat kering (gr)	Daya serap (%)	Rata-rata (%)
1	Kontrol semen (CC)	1	1606	1292	0,24	0,24
		2	1606	1302	0,23	
2	Kontrol Kapur (CL)	1	1607	1289	0,25	0,25
		2	1613	1286	0,25	
3	Semen Merah SKT (CMT)	1	1893	1512	0,25	0,25
		2	1896	1523	0,24	
4	Kapur Merah SKT (LMT)	1	1896	1510	0,26	0,26
		2	1912	1502	0,27	

Lampiran 22: Berat Jenis Bata Tanpa Bakar Tanah Galong

Jumlah Sampel	Kode Sampel			
	CGC	CGL	CGT	LGT
1	1	1,51	1,24	1,55
2	1,34	1,59	1,56	1,51
3	1,33	1,57	1,45	1,51
4	1,34	1,61	1,51	1,53
5	1,39	1,45	1,66	1,52
6	1,19	1,43	1,61	1,39
7	1,38	1,48	1,60	1,47
8	1,34	1,47	1,57	1,64
9	1,35	1,55	1,67	1,47
10	1,25	1,60	1,56	1,38
11	1,40	1,63	1,62	1,43
12	1,28	1,53	1,54	1,52
13	1,30	1,64	1,46	1,51
14	1,41	1,52	1,55	1,47
Rata-rata (kg/m <sup>3</sup> )	1,33	1,54	1,55	1,49
Rata-rata berat jenis (kg/m <sup>3</sup> )	1,48			

*Lampiran 23: Berat Jenis Bata Tanpa Bakar Tanah Merah*

Jumlah Sampel	Kode Sampel			
	CGC	CGL	CGT	LGT
1	1	1,29	1,49	1,43
2	1,31	1,34	1,52	1,59
3	1,32	1,33	1,52	1,49
4	1,30	1,33	1,52	1,42
5	1,37	1,22	1,50	1,58
6	1,16	1,22	1,58	1,55
7	1,34	1,29	1,61	1,53
8	1,29	1,21	1,49	1,53
9	1,31	1,26	1,49	1,40
10	1,22	1,29	1,54	1,58
11	1,33	1,31	1,61	1,49
12	1,27	1,27	1,44	1,50
13	1,22	1,37	1,55	1,54
14	1,22	1,24	1,42	1,47
Rata-rata (kg/m <sup>3</sup> )	1,29	1,28	1,53	1,51
Rata-rata berat jenis (kg/m <sup>3</sup> )	1,40			

*Lampiran 24: Kadar Garam Bata Tekan Tanpa Bakar Tanah Galong*

No	Kode sampel	jumlah	Dimensi bata		Luas Bata	Dimensi kadar garam		Luas kadar garam	Persentase kadar garam
			lebar	panjang		lebar	panjang		
1	CCG	1	200	100	20000	0	0	0	0
		2	200	100	20000	0	0	0	0
2	CLG	1	200	100	20000	0	0	0	0
		2	200	100	20000	0	0	0	0
3	CGT	1	200	100	20000	0	0	0	0
		2	200	100	20000	0	0	0	0
4	LGT	1	200	100	20000	8,5	4	34	0,0017
		2	200	100	20000	9	3,5	31,5	0,0016
Rata-rata									0,0004

*Lampiran 24: Kadar Garam Bata Tekan Tanpa Bakar Tanah Merah*

No	Kode sampel	jumlah	Dimensi bata		Luas Bata	Dimensi kadar garam		Luas kadar garam	Persentase kadar garam
			lebar	panjang		lebar	panjang		
1	CCM	1	200	100	20000	0	0	0	0
		2	200	100	20000	0	0	0	0
2	CLM	1	200	100	20000	0	0	0	0
		2	200	100	20000	0	0	0	0
3	CMT	1	200	100	20000	3	8	24	0,00120
		2	200	100	20000	2,5	10	25	0,00125
4	LMT	1	200	100	20000	0	0	0	0
		2	200	100	20000	0	0	0	0
Rata-rata									0,0003

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



### DATA DIRI

Nama Lengkap : Rifiandi Aidil Sabillah  
Nama Panggilan : Rifi  
Tempat, Tanggal Lahir : Tebing Tinggi, 12 Januari 2002  
Jenis Kelamin : Laki-Laki  
Alamat : Jl. Sutoyo, Kota Tebing Tinggi, Sumatera Utara  
Agama : Islam  
Nama Orang Tua  
Ayah : Zuheri Effendi  
Ibu : Epi Yanti  
No. HP : 085380795762  
Email : rifiandiaidil2002@gmail.com

### RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1907210129  
Fakultas : Teknik  
Program Studi : Teknik Sipil  
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchar Basri No.3 Medan 2023

No	Tingkat Pendidikan	Nama Sekolah	Tahun Kelulusan
1	SD	SDN 166325 Tebing Tinggi	2013
2	SMP	SMPN 1 Tebing Tinggi	2016
3	SMA	SMAN 1 Tebing Tingg	2019
4	Melanjutkan kuliah di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2019 Sampai Selesai		

