

TUGAS AKHIR

SIFAT SIFAT MEKANIK BATA TEKAN TANPA BAKAR DENGAN PENAMBAHAN 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 :

MUHAMMAD SHAFWAN HASIBUAN

1907210147



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Shafwan Hasibuan

NPM : 1907210147

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Sifat-Sifat Mekanik Bata Tekan Tanpa Bakar Dengan Penambahan Serbuk Kulit Telur

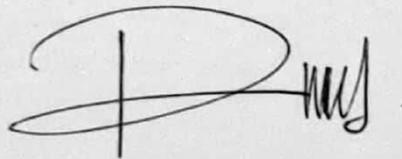
Bidang Ilmu : Struktur

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

Disetujui Untuk Disampaikan

Kepada Panitia Ujian:

Dosen Pembimbing



Dr. Fetra Venny Riza S.T, M.Sc

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

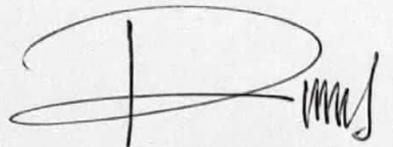
Nama : Muhammad Shafwan Hasibuan
NPM : 1907210147
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Sifat-Sifat Mekanik Bata Tekan Tanpa Bakar Dengan Penambahan Serbuk Kulit Telur

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

Medan, 7 Desember 2023

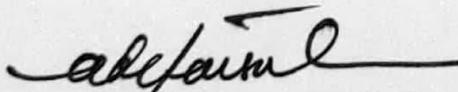
Mengetahui dan Menyetujui:

Dosen Pembimbing



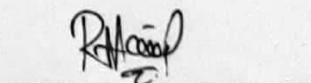
Dr. Fetra Venny Riza S.T., M.Sc

Dosen Pembanding I



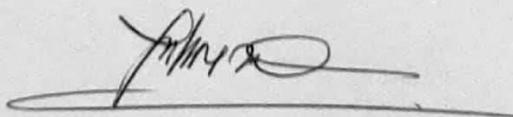
Ade Edisal S.T., MS.c, Ph.D

Dosen Pembanding II



Rizki Efrida, S.T., M.T

Ketua Prodi Teknik Sipil



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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Muhammad Shafwan Hasibuan
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 19 September 2001
NPM : 1907210147
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

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

“Sifat-Sifat Mekanik Bata Tekan Tanpa Bakar Dengan Penambahan 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, 7 Desember 2023

Saya yang menyatakan:



Muhammad Shafwan Hasibuan

ABSTRAK

Sifat-Sifat Mekanik Bata Tekan Tanpa Bakar Dengan Penambahan Serbuk Kulit Telur

Muhammad Shafwan Hasibuan

1907210147

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

Bata merah ini kebanyakan dibuat dengan pembakaran yang menghasilkan karbon dioksida yang mencemari udara, sehingga proses pembuatan bata merah ini berkontribusi pada gas rumah kaca ke atmosfer, hal tersebut yang menjadi tantangan tersendiri untuk mencoba membuat bata tanpa bakar dengan menggunakan bahan baku atau tanah liat dari lingkungan sekitar sebagai bahan campuran agar bahan baku tetap kompak dan kuat walau tidak dibakar dan tidak mencemari lingkungan sekitar. Proses membuat batu bata tanpa pembakaran dan dengan menggunakan campuran serbuk kulit telur mungkin melibatkan teknik ramuan atau campuran alternatif. Batu bata dalam penelitian ini dibuat dengan campuran Serbuk kulit telur, kapur atau semen sebagai perekat, pasir dan tanah. Dengan perbandingan 1:8:2:2 pada kedua jenis tanah yang digunakan. Campuran dengan serbuk kulit telur ini dipilih karena merupakan bahan kalsium yang sangat baik untuk meningkatkan kondisi tanah yang jelek dalam stabilisasi tanah secara elektro-kimiawi. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari nilai kuat tekan pada bata tanpa bakar dengan penambahan campuran serbuk kulit telur. Untuk mengetahui kuat tekan pada bata dilakukan pengujian dengan mesin Compression Testing Machine. Hasil pengujian kuat tekan bata tanpa bakar dengan campuran serbuk kulit telur yaitu 6,62 MPa sedangkan hasil kuat tekan batu bata tanpa bakar control yaitu 7,29 Mpa Pada hasil penelitian terjadi penurunan pada setiap variasi dikarenakan pada penambahan serbuk kulit telur terlalu banyak terjadi tidak saling mengikatnya campuran bata.

Kata kunci : Batu Bata, Kuat Tekan, Serbuk Kulit Telur

ABSTRACT

MECHANICAL PROPERTIES OF UNFIRED COMPRESSED EARTH BRICKS WITH THE ADDITION OF EGGSHELL POWDERS

Muhammad Shafwan Hasibuan

1907210147

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

This red brick is mostly made through a firing process that produces carbon dioxide, polluting the air. Therefore, the process of making these red bricks contributes to greenhouse gas emissions in the atmosphere, posing a challenge to attempt making bricks without firing, using raw materials or clay from the surrounding environment as a mixture to keep the raw material compact and strong even without firing, and without polluting the surrounding environment. The process of making bricks without firing and using a mixture of eggshell powder may involve potion or alternative mixture techniques. In this research, bricks are made with a mixture of eggshell powder, lime or cement as a binder, sand, and soil, with a ratio of 1:8:2:2 for the two types of soil used. The choice of eggshell powder in the mixture is because it is an excellent source of calcium to improve the poor soil conditions in soil stabilization through electrochemical means. This research aims to study the compressive strength values of non-fired bricks with the addition of eggshell powder. To determine the compressive strength of the bricks, testing is conducted using a Compression Testing Machine. The result of the compressive strength test for non-fired bricks with eggshell powder mixture is 6.62 MPa, while the result for the compressive strength of the control non-fired bricks is 7.29 MPa. The research results show a decrease in strength for each variation due to the excessive addition of eggshell powder, causing the brick mixture not to bind properly.

Keywords : Bricks, Compressive Strenght, 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 “Sifat-Sifat Mekanik Bata Tekan Tanpa Bakar Dengan Penambahan 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 Ade Faisal S.T., MS.c, Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I dan selaku Wakil Dekan 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 dan sekaligus sekretaris Program studi teknik sipil yang telah banyak membantu dan member saran demi kelancaran proses penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, ST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain selaku kepala Program studi teknik sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik sipil kepada penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

8. Teristimewa sekali kepada superhero dan panutanku, Ayahanda tercinta Muhammad Iqbal Hasibuan. Beliau memang tidak sempat merasakan pendidikan sampai bangku perkuliahan, namun beliau mampu mendidik penulis, memotivasi, memberikan dukungan hingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana.
9. Pintu surgaku, Ibunda Juraidah. Beliau sangat berperan penting dalam menyelesaikan program study penulis, beliau juga memang tidak sempat merasakan pendidikan sampai di bangku perkuliahan, tapi semangat, motivasi, serta do`a yang selalu beliau berikan hingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana
10. Untuk Adik adikku, Divya Zahra dan Raihan Akbar Hasibuan. Terima kasih sudah menjadi Moodboster dan menjadi alasan penulis menjadi semangat dalam menyelesaikan pendidikan di bangku perkuliahan.
11. 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 dimassa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi dunia Konstruksi Teknik Sipil.

Medan, 7 Desember 2023

Saya yang menyatakan:

Muhammad Shafwan Hasibuan

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	3
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan masalah	3
1.4 Tujuan penelitian	3
1.5 Manfaat penelitian	3
1.6 Sistematika penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Bata tanpa bakar	5
2.2 Syarat mutu batu bata	8
2.3 Material pembentuk campuran batu bata	12
2.3.1 Serbuk kulit telur	12
2.3.2 Tanah liat	15
2.3.3 Air	17
2.3.4 Semen	19
2.3.5 Kapur	20
2.3.6 Pasir	22
BAB 3 METODE PENELITIAN	24
3.1 Bagan Alir penelitian	24
3.2 Tempat dan waktu penelitian	25

3.3 Tahap penelitian	25
3.4 Sumber sumber data dalam penelitian	26
3.5 Alat dan bahan peralatan bata merah tanpa bakar	27
3.6 Prosedur penelitian	33
3.6.1 Pembuatan serbuk kulit telur	33
3.6.2 Pembuatan batu bata	33
3.7 Pengujian sampel	34
BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Analisa pengujian sifat fisik material	38
4.1.1 Analisa Pemeriksaan agregat halus	38
4.1.1.1 Analisa gradasi agregat halus	38
4.1.1.2 Kadar lumpur agregat halus	39
4.1.1.3 Kadar air agregat halus	40
4.1.2 Analisa pemeriksaan tanah	40
4.1.2.1 Uji kadar air tanah galong dan tanah merah	41
4.1.2.2 Uji batas cair dan batas plastis tanah	42
4.1.2.3 Analisa butiran tanah galong dan merah	43
4.2 Hasil campuran dan kebutuhan bahan	45
4.2.1 Hasil pengujian bata	45
4.3 Hasil dan Analisa pengujian bata	45
4.3.1 Kuat tekan bata	46
4.3.2 Penyerapan air bata	50
4.3.3 Berat jenis batu bata tanpa bakar	52
4.3.4 Kadar garam batu bata tanpa bakar	53
4.3.5 Sifat tampak bata	57
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	59
5.1 Kesimpulan	59
5.2 Saran	60
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hasil penelitian bata tanpa bakar sebelumnya	7
Tabel 2.2 Kekuatan tekan rata-rata batu bata (SNI 15-2094-2000)	11
Tabel 2.3 Hasil penelitian kuat tekan bata sebelumnya	11
Tabel 2.4 Berat absolut dan relative dari mineral penyusun cangkang telur	14
Tabel 2.5 Hasil penelitian bata dengan campuran serbuk kulit telur sebelumnya	14
Tabel 2.6 Hasil penelitian terdahulu menggunakan tanah liat dengan Ip yang optimal	16
Tabel 2.7 Hasil penelitian terdahulu menggunakan air yang sesuai untuk pembuatan bata	18
Tabel 2.8 Hasil penelitian terdahulu menggunakan campuran semen	20
Tabel 2.9 Kandungan kimia bahan kapur	21
Tabel 2.10 Hasil penelitian terdahulu menggunakan campuran kapur	21
Tabel 2.11 Hasil penelitian terdahulu menggunakan campuran pasir	23
Tabel 3.1 Tempat dan waktu penelitian	25
Tabel 3.2 Variasi komposisi bahan	33
Tabel 4.1 Hasil uji kuat tekan bata kontrol	47
Tabel 4.2 Hasil uji kuat tekan bata campuran serbuk kulit telur	49
Tabel 4.3 Hasil uji kadar garam batu bata tanah galong	55
Tabel 4.4 Hasil uji kadar garam batu bata tanah merah	56
Tabel 4.5 Hasil uji sifat tampak bata tanpa bakar tanah galong	57
Tabel 4.6 Hasil uji sifat tampak bata tanpa bakar tanah merah	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Bagan alir penelitian	24
Gambar 3.2	Tanah galong	27
Gambar 3.3	Serbuk kulit telur	27
Gambar 3.4	Semen portland tipe I	28
Gambar 3.5	Kapur	28
Gambar 3.6	Air	29
Gambar 3.7	Pasir	29
Gambar 3.8	Cetakan batu bata	29
Gambar 3.9	Mesin hidrolik press	30
Gambar 3.10	Neraca	30
Gambar 3.11	Mesin uji kuat tekan	30
Gambar 3.12	Saringan no. 16	31
Gambar 3.13	Oven	31
Gambar 3.14	Bak air perendaman	31
Gambar 3.15	Sekop	32
Gambar 3.16	Gelas ukur	32
Gambar 3.17	Jangka sorong	32
Gambar 3.18	Dimensi batu bata	34
Gambar 4.1	Grafik gradasi agregat halus	39
Gambar 4.2	Tanah galong	41
Gambar 4.3	Tanah merah	41
Gambar 4.4	Grafik plasisitas casagrande	43
Gambar 4.5	Pengujian analisa butiran tanah galong dan tanah merah	44
Gambar 4.6	Grafik gradasi tanah merah	44
Gambar 4.7	Grafik gradasi tanah galong	45
Gambar 4.8	Proses pengujian kuat tekan batu bata	46
Gambar 4.9	Setelah pengujian kuat tekan batu bata	46
Gambar 4.10	Grafik uji kuat tekan bata kontrol berdasarkan tanah	48
Gambar 4.11	Grafik uji kuat tekan bata kontrol berdasarkan pengikat	48

Gambar 4.12 Grafik uji kuat tekan bata campuran skt berdasarkan tanah	49
Gambar 4.13 Grafik uji kuat tekan bata campuran skt berdasarkan pengikat	50
Gambar 4.14 Proses awal batu bata saat di oven	51
Gambar 4.15 Proses saat merendam batu bata	51
Gambar 4.16 Pengujian daya serap air bata tanpa bakar tanah merah	52
Gambar 4.17 Grafik berat jenis tanah galong dan tanah merah	53
Gambar 4.18 Proses perendaman batu bata	54
Gambar 4.19 Gambar setelah direndam	54
Gambar 4.20 Grafik kadar garam tanah galong	55
Gambar 4.21 Grafik kadar garam tanah merah	56
Gambar 4.22 Benda uji sifat tampak bata untuk tanah galong	57
Gambar 4.23 Benda uji sifat tampak bata untuk tanah merah	58

DAFTAR NOTASI

PI	= Indeks plastisitas (%)
LL	= Batas cair (%)
PL	= Batas plastis (%)
W	= Berat (kg)
V	= Volume (m ³)
Pmaks	= Maksimum besaran gaya tekan (kg)
A	= Luas penampang (cm ²)
f	= Kuat tekan benda uji (kg/cm ²)
A	= Berat jenuh setelah direndam (gr)
B	= Berat setelah di oven (gr)
G	= kadar garam (%)
Ag	= Luasan kandungan garam (cm ²)
A	= Luasan bata (cm ²)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

SNI 15-2094-2000 menjelaskan bahwa bata merah adalah bahan bangunan yang berbentuk prisma segi empat panjang. Pejal atau berlubang dengan volume lubang maksimum 15% dan digunakan untuk konstruksi dinding bangunan, yang dibuat dari tanah liat dengan atau tanpa campuran akrif dan dibakar pada suhu tertentu. Batu bata ini merupakan bahan bangunan yang paling banyak digunakan di Indonesia. Umumnya sebagai bahan *non-struktural* digunakan untuk dinding pembatas pada gedung/konstruksi tingkat tinggi. Pemanfaatan batu bata dalam konstruksi baik *non structural* maupun *structural* perlu adanya peningkatan produk yang dihasilkan, baik dengan cara meningkatkan kualitas bahan material batu bata sendiri maupun penambahan dengan bahan lainnya (Prayuda dkk., 2018).

Pembuatan batu bata merah masih sering kita jumpai hampir di setiap daerah di Indonesia terutama Sumatera Utara khususnya di desa Sidourip, Beringin, Deli Serdang.

Tanah liat merupakan bahan dasar dalam pembuatan batu bata yang memiliki sifat plastis dan susut kering. Sifat plastis pada tanah liat sangat penting untuk mempermudah dalam proses awal pembuatan batu bata. Apabila tanah liat yang dipakai terlalu plastis, maka akan mengakibatkan batu bata yang dibentuk mempunyai sifat kekuatan kering yang tinggi sehingga akan mempengaruhi kekuatan, memperbesar penyusutan (Handayani, 2010).

Batu bata merah mempunyai banyak kelebihan dibanding dengan pasangan bahan pasangan lainnya, tetapi bata merah ini kebanyakan dibuat dengan pembakaran yang menghasilkan karbon dioksida yang mencemari udara, sehingga proses pembuatan bata merah ini berkontribusi pada gas rumah kaca ke atmosfer. Gas rumah kaca merupakan gas-gas yang ada di atmosfer yang menyebabkan efek rumah kaca. Pertanyaan selama ini adalah mungkinkah bata merah dibuat tanpa dibakar tetapi kualitas batanya dapat dipertahankan bahkan dapat lebih baik dengan bata dengan cara yang dibakar, hal tersebut yang menjadi tantangan tersendiri untuk

mencoba membuat bata tanpa bakar dengan menggunakan bahan baku atau tanah liat dari lingkungan sekitar sebagai bahan campuran agar bahan baku tetap kompak dan kuat walau tidak dibakar dan tidak mencemari lingkungan sekitar (Dhiaulhaq, 2018).

Bahan batu bata berasal dari tanah liat ditambah air tanpa bahan campuran dengan melakukan pembakaran pada suhu yang tinggi. Salah satu bahan campuran tersebut dengan serbuk limbah kulit telur. Cangkang kulit telur adalah lapisan terluar dari telur, lapisan ini dapat bertekstur keras maupun lunak, tergantung dari telurnya. Cangkang telur dimanfaatkan menjadi pupuk dan pakan hewan. Pemanfaatan cangkang kulit telur digunakan sebagai hiasan atau kerajinan tangan. Hal ini tidak dapat dipungkiri bahwa kerajinan cangkang telur memiliki prospek ekonomi dan peluang usaha yang menjanjikan (Umar, 2018).

Dari uraian tersebut maka penulis akan meneliti tentang batu bata dengan campuran agregat limbah serbuk kulit telur. Menurut (Umar, 2018) Campuran ini dipilih karena merupakan bahan kalsium yang sangat baik untuk meningkatkan kondisi tanah yang jelek dalam stabilisasi tanah secara elektro-kimiawi. Tanah liat dapat di stabilisasi dengan mencampurkan bahan serbuk kulit telur. Dalam proses pembuatan bata jenis ini dilakukan beberapa tahapan setelah pencetakan yaitu pengeringan, dimana bata ini sudah dicampurkan terlebih dahulu dengan bahan serbuk kulit telur. Setelah itu dilakukan pengujian kuat tekan untuk mengetahui kekuatan bata tanpa bakar dan daya serap air dengan menggunakan campuran serbuk kulit telur. Serbuk kulit telur merupakan hasil dari pembakaran kulit telur dalam oven yang bersuhu 200° F selama 10- 15 menit dan kemudian di blender sehingga menjadi halus seperti bubuk.

Berdasarkan paparan diatas penulis melakukan “ Sifat sifat Mekanik Bata Tekan Tanpa Bakar Dengan Penambahan Serbuk Kulit Telur ”. Penambahan serbuk kulit telur pada batu bata tanpa bakar diharapkan mampu menghasilkan batu bata dengan karakteristik yang baik dan dapat diaplikasikan sebagai material konstruksi pada bangunan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang muncul diatas, maka dari penulis mencoba mengangkat berbagai pokok masalah yang dianggap perlu untuk dibahas mengenai pengaruh serbuk kulit telur terhadap kuat tekan bata tanpa bakar :

1. Bagaimana kekuatan maksimal bata tanpa bakar campuran serbuk kulit telur ?
2. Apakah bata tanpa bakar dengan campuran serbuk kulit telur memenuhi standart SNI 15-2094-2000?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah penelitian ini adalah :

1. Tanah yang digunakan dalam pembuatan bata tanpa bakar memiliki indeks plastisitas sebesar kurang lebih 25% - 30%.
2. Pengujian batu bata merah dilakukan sesuai Standar nasional Indonesia (SNI 15-2094-2000).
3. Bata dicetak secara manual menggunakan mesin Hidrolik Press pada tekanan 5 Mpa.

1.4 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah diatas, maka penelitian ini bertujuan :

1. Untuk mengetahui kekuatan maksimal serbuk kulit telur terhadap karakterisasi batu bata tanpa bakar yang dihasilkan.
2. Untuk mengetahui komposisi optimal serbuk kulit telur dan tanah liat untuk menghasilkan batu bata dengan karakterisasi optimal.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian yakni :

1. Memanfaatkan limbah organik pada bata tanpa bakar
2. Untuk memberikan kontribusi terhadap ilmu pengetahuan mengenai bahan konstruksi yang ramah lingkungan secara khusus bata tanpa bakar.

1.6 Sistematika Penulisan

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

1. BAB 1 PENDAHULUAN

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

2. BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas permasalahan yang ada menyiapkan landasan teori dari penelitian ini.

3. BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini akan menjelaskan tentang tahapan penelitian pelaksanaan penelitian, teknik pengumpulan data, peralatan penelitian, jenis data yang diperlukan, pengambilan data dan analisis..

4. BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang hasil dan pembahasan.

5. BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan penelitian Permasalahan selama penelitian.

6. DAFTAR PUSTAKA

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bata Tanpa Bakar

Batu bata merah atau cukup disebut batu bata atau bata merah adalah bangunan yang paling umum dalam sejarah peradaban manusia. Di Mesir kira kira sejak 12000 tahun yang lalu ditemui dinding-dinding berat dari batu yang dibakar dan penggunaan batu bata di Indonesia pertama kali masih terlihat di Jawa, Bali, dan Sumatera seperti candi-candi yang terbuat dari bata sampai saat ini. Industri bata merah tersebar di seluruh tanah air, karena mudahnya memperoleh bahan baku untuk membuat bata merah ini. Proses pembuatannya yang sangat sederhana dengan peralatan yang sederhana pula (Ahmad, 2010).

Definisi batu bata menurut SNI 15-2094-2000 merupakan salah satu unsur bangunan dalam pembuatan konstruksi bangunan yang terbuat dari tanah liat ditambah air dengan atau tanpa bahan campuran lain melalui beberapa tahap pengerjaan, seperti menggali, mengolah, mencetak, mengeringkan, membakar pada temperature tinggi hingga matang dan berubah warna, serta akan mengeras seperti batu jika didinginkan hingga tidak dapat hancur lagi bila direndam dalam air.

Namun demikian, bata merah yang ada di Indonesia mempunyai 1 kelemahan yang mendasar karena dalam proses pembuatannya memakan waktu lama dan harus menjalani proses pembakaran yang seringkali menyebabkan kualitas bata menjadi kurang seragam. Solusi untuk mengatasi masalah ini adalah dengan menggunakan bata non bakar (Fajrin dan Marchelina, 2017).

Bata tanpa bakar merupakan batu bata yang terbuat dari material tanah dengan penambahan additif tertentu. Proses pengeringan bata ini tidak dilakukan dengan proses pengeringan oleh udara/angin dan pengikatan material menggunakan mortar (atau sejenisnya) serta dapat dilakukan proses pengecatan. Bata ini dikategorikan sebagai bata tradisional namun modern (Amazian, 2018).

Ada beberapa cara agar supaya tanah liat tanpa dibakar dapat dibuat bata untuk pasangan dinding rumah dengan kekuatan memadai, minimal memenuhi syarat sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) yang telah ditetapkan. Ada yang membuat

bata tanpa bakar dengan bahan tanah liat dicampur dengan limbah industri dan limbah pertanian, dengan maksud mengurangi polusi udara yang diakibatkan dari hasil pembakaran. Limbah industri dan pertanian ini diharapkan mempunyai sifat seperti semen karena dapat menyatukan mineral-mineral limbah dengan tanah liat sehingga bata tidak mudah pecah (Dhiaulhaq, 2018).

Bahan campuran dalam pembuatan bata digunakan untuk memperbaiki kualitas tanah liat atau bahan penolong yang akan dijadikan sebagai bahan mentah supaya menjadi bahan yang plastis. Bahan mentah bata terdiri dari bahan dasar berupa tanah liat atau tanpa menggunakan bahan campuran. Bahan-bahan campuran yang biasa digunakan seperti abu sekam, pasir, dan sekam padi. Sedangkan campuran yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk kulit telur karena berbutir halus dan mengandung CaCO_3 (Permata, 2022).

Proses pencampuran komposisi bata tanpa bakar mengikuti pedoman SNI 15-2094-2000. Penelitian dilaksanakan untuk kuat tekan bata tanpa bakar dengan campuran serbuk kulit telur, maka dilakukan pula uji kuat tekan terhadap beberapa sampel bata merah non bakar. 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. Primatyana (1993) dalam sudarsana dkk (2011) merekomendasikan komposisi tanah liat, agregat dan semen masing-masing sebesar 60%, 20%, dan 20%. Komposisi ini bisa menghasilkan bata dengan kuat tekan sekitar 2,75 Mpa. Agregat yang digunakan adalah campuran pasir, abu gosok dan serbuk batu paras dalam proporsi yang sama. Penelitian yang lebih baru oleh Amin (2014) menghasilkan bata non bakar dengan kuat tekan yang lebih tinggi yakni 5,16 Mpa dengan cara mencampurkan 0,13 persen serbuk besi kedalam campuran utama bata non bakar. Komposisi tepatnya adalah tanah liat (59,92%), semen (9,99%), pasir (29,96%), dan serbuk bijih besi (0,13%) (Fajrin dan Marchelina, 2017).

Proses pembuatan bata tanpa pembakaran (tanah lempung, kapur, dan pasir. Langkah pertama yang dilakukan berupa menyiapkan tanah lempung yang telah dihalusi menggunakan blender kemudian tanah lempung tersebut dicampur dengan air sehingga diperoleh campuran yang plastis sehingga tanah mudah diolah dan dibentuk. Campuran ditambah dengan kapur dan pasir dengan kadar tertentu,

setelah itu campuran dimasukkan ke dalam cetakan dengan menggunakan cethok, kemudian setelah satu set cetakan terisi penuh, lantas bata basah dikeluarkan dari cetakan. Bata basah didiamkan selama beberapa waktu agar mengeras lantas selanjutnya ditata untuk dijemur dibawah sinar matahari langsung (Maryuni dan Arnandha, 2009).

Bata merah dibuat dengan menggunakan bahan- bahan dasar sebagai berikut (Permata, 2022):

1. Tanah liat (lempung) yang mengandung silica sebesar 50% sampai dengan 70%.
2. Serbuk kulit telur yang manfaatnya sebagai bahan campuran pada penelitian batu bata merah.
3. Air digunakan untuk melunakkan dan merendam adonan bata merah, serta sebagai pelican adonan bata merah agar memudahkan pencetakan.

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

Tabel 2.1: Hasil penelitian bata tanpa bakar sebelumnya.

No	Nama, Tahun	Judul	Hasil
1	Witjaksana dkk (2016)	Pembuatan Batu Bata tanpa bakar dengan campuran Sodium Hidroksida (NaOH) dan Sodium Silikat (Na ₂ SiO ₃)	Batu bata proses pembakaran dengan campuran Sodium Hidroksida dan Sodium Silikat ternyata kuat tekannya lebih rendah yaitu 1.084 Mpa dibandingkan dengan batu bata tanpa proses pembakaran yang campuran Sodium Hidroksida dan Sodium Silikat nya yaitu sebesar 1.28 Mpa.

Tabel 2.1: *Lanjutan.*

No	Nama, Tahun	Judul	Hasil
2	Dhiaulhaq (2018)	Batu bata interlock tanpa bakar dengan campuran	Berdasarkan parameter yang diuji dapat disimpulkan bahwa penurunan kontribusi Gas Rumah Kaca (CO ²)
3	Widodo dan komang (2021)	Optimasi semen pada pembuatan batu bata tanpa bakar.	Pencetakan bata tanpa bakar dilakukan pada kondisi kadar air optimum, untuk memperoleh kondisi plastis dengan penyusutan yang rendah serta penambahan semen 17% pada bata tanpa bakar pada pengeringan 7 hari dan oven 40°C selama 24 jam menghasilkan kuat tekan yang maksimal, yakni sebesar 5,1 Mpa.

2.2 Syarat Mutu Batu Bata

Standarisasi merupakan syarat mutlak dan menjadi suatu acuan penting dari sebuah industri suatu negara. Salah satu contoh penting standarisasi dari sebuah industri adalah pembuatan batu bata. Standarisasi menurut Organisasi Internasional (ISO) merupakan proses penyusunan dan pemakaian aturan-aturan untuk melaksanakan suatu kegiatan secara teratur demi keuntungan dan kerjasama semua pihak yang berkepentingan, khususnya untuk meningkatkan ekonomi keseluruhan secara optimum dengan memperhatikan kondisi-kondisi fungsional dan persyaratan keamanan (Tarigan, 2020). Adapun syarat-syarat batu bata dalam SNI 15-2094-2000 meliputi beberapa aspek seperti :

- a. Pandangan luar batu bata merah harus mempunyai rusuk-rusuk yang tajam dan siku, bidang sisi harus datar, tidak menunjukkan retak-retak dan perubahan

bentuk yang berlebihan, tidak mudah hancur atau patah, warna seragam, dan berbunyi nyaring bila dipukul. Serta ukuran Standar Bata Merah di Indonesia oleh PU (Pekerjaan Umum) nomor 15-2094-2000 menetapkan suatu ukuran standar untuk bata merah sebagai berikut

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

b. Penyerapan air

Daya serap air adalah kemampuan bahan dalam menyerap air (daya hisap). Bobot isi adalah perbandingan berat dalam keadaan kering dengan bobot dalam kondisi jenuh air (Umar, 2018). Standar yang disyaratkan pada SNI 15-2094-2000 adalah penyerapan air maksimum bata merah pejal 28 pasangan dinding adalah 20%.

c. Kadar Garam

Berdasarkan SII 0021-78, garam yang mudah larut dan membahayakan serta yang dapat menyebabkan terjadinya kerusakan structural Efflorescence pada permukaan bata adalah magnesium sulfat ($MgSO_4$), natriumsulfat (Na_2SO_4), kaliumsulfat (K_2SO_4), dengan total kadar garam kurang dari 50%. Adanya kandungan garam pada bata merah ditandai dengan adanya “Efflorescence” yaitu pewarnaan putih akibat garam oleh air dalam bata menguap dan tertimbun dipermukaan bata.

Dalam NI_10 diatur beberapa kategori untuk kadar garam yang larut dan membahayakan yaitu,

- 1) Tidak membahayakan :
Bila kurang dari 50% permukaan bata tertutup oleh lapisan tipis berwarna putih, karena pengkristalan garam-garam yang dapat larut.
- 2) Ada kemungkinan membahayakan :
Bila 50% atau lebih dari permukaan bata tertutup oleh lapisan putih yang agak tebal karena pengkristalan garam-garam yang dapat larut, tetapi bagian bagian dari permukaan bata tidak menjadi bubuk atau terlepas.
- 3) Membahayakan :

Bila lebih dari 50% permukaan bata tertutup oleh lapisan putih yang tebal karena pengkristalan garam-garam yang dapat larut dan bagian-bagian dari permukaan bata menjadi bubuk atau terlepas.

d. Kuat tekan

Kuat tekan adalah kekuatan tekan maksimum yang dipikul dari pasangan batu bata. Pengujian ini dilakukan untuk menunjukkan mutu dan kelas kuat tekannya. Kuat tekan diperoleh dari hasil bagi beban tekan tertinggi dan luas bidang. Kuat tekan juga bisa didefinisikan sebagai daya tahan bahan terhadap gaya-gaya yang bekerja sejajar atau tegak lurus, yang sifatnya tekan. Dalam menghitung kuat tekan batu bata.

Kualitas batu bata merah dapat dibagi atas tiga tingkatan dalam hal kuat tekan dan penyimpangan ukuran menurut NI-10, 1978:6, yaitu

1. Batu bata merah mutu tingkat I dengan kuat tekan rata-rata lebih besar dari 100 kg/cm^2 dan ukurannya tidak ada yang menyimpang.
2. Batu bata merah mutu tingkat II dengan kuat tekan rata-rata antara 100 kg/cm^2 sampai 80 kg/cm^2 dengan ukurannya yang menyimpang satu buah dari sepuluh benda percobaan.
3. Batu bata merah mutu tingkat III dengan kuat tekan rata-rata antara 80 kg/cm^2 sampai 60 kg/cm^2 dan ukurannya menyimpang dua buah dari sepuluh benda percobaan.

Tekanan didefinisikan sebagai gaya tekan yang bekerja pada satu satuan luas permukaan yang mengalami gaya tekan. Besarnya kuat tekan rata-rata dan koefisien variasi yang diizinkan untuk batu bata pasangan dinding menurut SNI 15-2094-2000 dapat dilihat pada table di bawah ini.

Tabel 2.2: Kekuatan tekan rata-rata batu bata.

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

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

Tabel 2.3: Hasil penelitian kuat tekan bata sebelumnya.

No	Nama, Tahun	Judul	Hasil
1	Sudarsana dkk (2011)	Karakteristik batu bata tanpa pembakaran terbuat dari abu sekam padi dan serbuk batu tabas	Kuat tekan batu bata terbesar 22,90 kg/cm ² diperoleh pada campuran I pada umur 28 hari dengan persentase abu sekam paki 30% dan serbuk batu tabas 0%.
2	Irwansyah dan Isma (2018)	Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran dari Limbah Industri Pertanian dan Material Alam	Dalam pengujian mekanis kuat tekan berpedoman pada Standar Industri Indonesia (SII-0021-78) dimana batu bata harus >2,5 Mpa sampai 25 Mpa. Hasil pengujian mekanis terhadap kuat tekan dari sampel bata tanpa bakar paling baik dengan nilai kuat tekan 6,14 Mpa.

Tabel 2.3: *Lanjutan.*

No	Nama, Tahun	Judul	Hasil
3	Masdiana dkk (2019)	Studi perilaku kuat tekan batu bata tanpa bakar menggunakan abu sekam sebagai bahan substitusi	Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan umur 7-14 hari dapat disimpulkan bahwa komposisi III adalah yang paling bagus karena mendapatkan peningkatan kuat tekan sebesar 47,50% lebih besar dari pada komposisi I dan II.
4	Riyanto dkk (2021)	Pemanfaatan sedimen sungai untuk bahan baku <i>unfired bricks</i> (bata tanpa bakar)	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 4,9 Mpa.

2.3 Material Pembentuk Campuran Batu Bata Merah

Dalam pembuatan campuran batu bata merah, material yang digunakan sebagai bahan penyusun utama yaitu tanah liat, serbuk kulit telur, air, semen, dan kapur dan bila mana diperlukan bahan tambah. Pada campuran ini, digunakan semen dan kapur sebagai pengganti perekat.

Material yang digunakan harus mempunyai kualitas yang baik dan memenuhi sarat yang telah ditentukan sehingga menghasilkan bata yang mempunyai kuat tekan yang tinggi. Material-material yang akan digunakan antara lain :

2.3.1 Serbuk Kulit Telur

Telur adalah suatu bahan makanan hewani yang dikonsumsi selain daging, ikan, dan susu. Umumnya telur yang dikonsumsi berasal dari jenis-jenis burung, seperti ayam, bebek, dan angsa. Akan tetapi telur-telur yang lebih kecil seperti telur ikan kadang juga digunakan dalam hidangan (kaviar). Selain itu dikonsumsi pula

juga telur yang berukuran besar seperti telur burung unta (Kasuari) ataupun sedang, misalnya telur penyu (Umar, 2018).

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. Menurut data Direktorat Jenderal Peternakan (2009), produksi telur Sumatera Utara pada tahun 2021 mencapai 489.975,91 ton.

Semakin tinggi produksi telur yang dihasilkan menandakan bahwa konsumsi telur di masyarakat juga meningkat. Jika limbah cangkang telur yang dihasilkan tidak dikendalikan maka akan menimbulkan pencemaran lingkungan seperti pencemaran udara (bau busuk). Cangkang telur mengandung CaCO_3 yang dapat menyebabkan terjadinya polusi karena adanya aktivitas mikroba lingkungan (Hanifah, 2022).

Seiring dengan semakin meningkatnya pemakaian bahan zat addictive dalam pembuatan bata, maka teknologi sederhana ini dapat dijadikan suatu penelitian yang relative murah dan tepat guna dalam pemanfaatan limbah untuk bahan konstruksi disamping akan memberikan penyelesaian terhadap masalah lingkungan juga akan meningkatkan mutu bahan konstruksi. Salah satu limbah yang paling banyak dijumpai dan tidak akan pernah habis yaitu cangkang telur. Cangkang telur merupakan lapisan luar dari telur yang berfungsi melindungi semua bagian telur dari luka atau kerusakan. Cangkang telur ayam yang membungkus telur umumnya 9-12% dari berat telur total. Warna kulit telur ayam bervariasi, mulai dari putih kekuningan sampai coklat (Rozaimi, 2021).

Cangkang telur ayam diketahui memiliki kandungan CaCO_3 yang cukup tinggi. Kandungan utama dalam cangkang telur adalah kalsium, magnesium karbonat, dan protein. Secara umum cangkang telur terdiri atas : air (1,6%) dan bahan kering (98,4%). Dari total bahan kering yang ada, dalam cangkang telur terkandung unsur mineral (95,1%) dan protein (3,3%). Berdasarkan komposisi mineral yang ada, maka cangkang telur tersusun atas Kristal CaCO_3 (98,43%), MgCO_3 (0,84%), dan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (0,75%) (Umar, 2018). Beberapa jenis mineral penting yang menyusun cangkang telur seperti pada Tabel 2.4

Tabel 2.4: Berat absolut dan relative dari mineral penyusun cangkang telur.

Mineral	% dari berat total	gr/berat total
Kalsium (Ca)	37,30	2,30
Magnesium (Mg)	0,38	0,02
Fosfor (P)	0,35	0,2
Karbonat (CO ₃)	58,00	3,50
Mangan (Mn)	7	Ppm

Pembahasan bata merah dengan campuran serbuk kulit telur yang telah dilakukan oleh para peneliti dapat dilihat dari Tabel 2.5.

Tabel 2.5: Hasil penelitian bata dengan campuran serbuk kulit telur sebelumnya.

No	Nama, Tahun	Judul	Hasil
1	Umar (2018)	Uji kuat tekan dan daya serap air bata dengan penambahan agregat limbah cangkang telur	Penambahan agregat serbuk kulit telur dapat menaikkan nilai kuat tekan batu bata dan penambahan serbuk kulit telur dapat mempengaruhi daya serap air batu bata .
2	Poorveekan dkk (2021)	Investigasi sifat-sifat teknik tanah tanpa semen dengan kulit telur yang diaktifkan alkali dan abu sekam padi sebagai pengikat	Kepadatan bloks geopolimer kurang dari blok tanah stabil semen konvensional serta diamatin juga bahwa kepadatan geopolimer meningkat ketika ada peningkatan rasio.

2.3.2 Tanah Liat

Tanah liat atau lempung adalah partikel mineral berkerangka dasar silikat yang berdiameter kurang dari 5 mikrometer. Lempung mengandung leburan silica dan/atau aluminium yang halus. Unsur-unsur ini, silicon, oksigen, dan aluminium adalah unsur yang paling banyak menyusun kerak bumi. Lempung terbentuk dari proses pelapukan batuan silica oleh asam karbonat dan sebagian dihasilkan dari aktivitas panas bumi (Permata, 2022).

Tanah lempung merupakan bahan dasar yang dipakai dalam pembuatan batu bata, dimana kegunaannya sangat menguntungkan bagi manusia karena bahan yang mudah didapat dan pemakaian hasil yang sangat luas. Kira-kira 70% atau 80% dari kulit bumi terdiri dari batuan yang merupakan sumber tanah lempung. Tanah lempung banyak ditemukan di areal pertanian terutama persawahan (Umar, 2018).

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

Tanah liat memiliki berbagai beberapa karakteristik dan juga jenisnya. Hal ini dapat membedakan fungsinya ketika diaplikasikan kedalam kehidupan sehari-hari. Ada beberapa poin karakteristik, jenis, dan manfaat tanah liat yang dirangkum dalam berikut:

A. Karakteristik Tanah Liat

Tanah liat mempunyai sifat dasar yang lunak sehingga mudah dapat dibentuk. Dan memang benar, salah satu sifat utama tanah liat adalah bentuknya yang lengket ketika basah dan mengeras ketika kering. Namun, lebih dari itu tanah liat juga memiliki karakteristik yang lain. Berdasarkan Lee College Library, berikut adalah diantaranya :

1) Bersifat Lengket

Salah satu ciri utama dari tanah liat adalah sifatnya lengket, umumnya tanah liat lengket ketika basah sehingga sangat mudah untuk diubah bentuk. Tanah liat akan mengeras apabila sudah mengering. Hal ini disebabkan jenis mineral lempung yang terdapat dari tanah liat.

2) Sulit menyerap air

Tanah liat memiliki sifat sulit menyerap air maka lebih banyak digunakan sebagai bahan untuk bangunan.

3) Warna tanah liat

Pada umumnya tanah liat tidak mempunyai warna yang terlalu gelap atau terang, warna tanah yang cenderung hanya warna hitam keabu-abuan. Tetapi ada beberapa jenis tanah yang mempunyai warna yang dasarnya kuning kemerah-merahan yang kebanyakan digunakan oleh pengrajin tanah liat dan digunakan untuk membuat batu bata.

4) Berubah menjadi butiran halus

Sifatnya yang mengumpal dan keras ketika sudah kering, butiran-butiran kecil dari tanah bisa terpecah jika tidak menyatu dengan bentuk awal, butiran ini umumnya seperti kerikil dan pasir yang umum ditemukan di sekitar tanah liat ketika kering.

Tabel 2.6 : Hasil penelitian terdahulu menggunakan tanah liat dengan Ip yang optimal.

No	Nama, Tahun	Judul	Hasil
1	Sudarsana dkk (2011)	Karakteristik batu bata tanpa pembakaran terbuat dari abu sekam padi dan serbuk batu tabas	Kuat tekan batu bata terbesar diperoleh adalah sebesar 22,9 Mpa dimana diperoleh IP (indeks plastisitas) sebesar 13,823%. dimana untuk tanah lempung dengan sifat fraksi yang lolos saringan no. 40 diperoleh IP minimal 11
2	Ayat (2020)	Pengaruh penambahan abu sekam padi pada pembuatan batu bata	Dari pengujian karakteristik tanah campuran didapat jenis tanah yaitu lempung organik dengan plastisitas tinggi dan memiliki gradasi baik, tanah

Tabel 2.6: *Lanjutan.*

No	Nama, Tahun	Judul	Hasil
		terhadap kuat tekannya	tersebut di variasi 6% dimana di variasi tersebut dapat mempengaruhi sifat mekanik bata.

2.3.3 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 tertentu. Biasanya dalam pembuatan bata lempung, penambahan kadar air ditandai dengan tidak terjadi penempelan tanah lempung pada telapak tangan (Permata, 2022).

Penggunaan air digunakan untuk mereaksikan semen sehingga menghasilkan pasta semen juga berpengaruh pada kuat tekan, dan pada penggunaan fas yang terlalu tinggi mengakibatkan bertambahnya kebutuhan air sehingga mengakibatkan pada saat kering bata mengandung banyak pori yang nanti nya berdampak pada kuat tekan bata yang rendah (Permata, 2022). Air yang dimaksud harus memenuhi syarat yaitu :

Syarat-syarat air yang digunakan adalah sebagai berikut (Elianora, 2010) :

1. Kadar air untuk tanah liat kira-kira 30%.
2. Air harus tidak mengandung garam yang larut di dalam air, seperti garam dapur.
3. Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter.
4. Tidak mengandung Klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
5. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

Dalam menentukan jumlah air dalam campuran batu bata dikenal suatu nilai yang disebut dengan FAS. Faktor air semen atau *water to cementious ratio* adalah rasio total berat air terhadap berat total campuran tanah liat dan serbuk kulit telur. Fungsi FAS adalah :

1. Untuk memungkinkan reaksi kimia yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan
2. Memudahkan dalam pembuatan batu bata.

Untuk pembuatan batu bata FAS begitu penting digunakan agar tanah liat mempunyai sifat plastis yang sangat diperlukan dalam pembentukannya, yaitu pasir, bila susut bakar dan susut kering terlalu tinggi (Tarigan, 2020).

Shalahuddin (2010) 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.

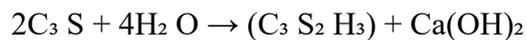
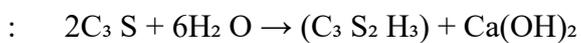
Tabel 2.7: Hasil penelitian terdahulu menggunakan air yang sesuai untuk pembuatan bata.

No	Nama, Tahun	Judul	Hasil
1	Elhusna (2016)	Kuat tekan bata merah dengan variasi usia dan kadar air adukan tanah liat	Absorsi air oleh bata merah pejal untuk pasangan dinding bata merah menurut SNI 15-2094-2000 adalah 20%. Kadar air yang tinggi dan usia pengadukan mempengaruhi kepadatan bata saat pencetakan dan akhirnya menjadikan kuat tekannya lebih baik
2	Hasanah dkk (2021)	Uji kuat tekan daya serap air dan massa jenis batu bata merah berbahan tambahan abu kulit dan janggol jagung di Wuluhan Jember	Syarat air yang baik ditambahkan ke dalam adonan adalah air yang cukup bersih, tidak mengandung garam serta tidak sadah. Daya serap yang tinggi akan berpengaruh pada pemasangan batu bata dan adukan karena air.

2.3.4 Semen

Semen adalah zat yang digunakan untuk merekat batu, bata, batako, maupun bahan bangunan lainnya. Komposisi utama Semen Portland adalah *limestone*, 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 temperature dari zat additive yang ditambahkan. Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen Portland tipe I, yaitu produk umum yang digunakan untuk bangunan biasa.

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 silica, aluminium, 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 hidrolisis. Proses hidrasi semen Portland sangat kompleks, tidak semua reaksi dapat diketahui secara rinci (Permata, 2022). Rumus proses kimia untuk reaksi hidrasi $C_2 S$ dan $C_3 S$ dapat ditulis sebagai berikut



Hasil utama dari proses $(C_3 S_2 H_3)$ yang biasa disebut tubermorite yang berbentuk gel. Panas juga keluar selama proses berlangsung (panas hidrasi). Proses hidrasi butir-butir semen sangat berlangsung lambat. Kekuatan semen yang telah mengeras tergantung pada jumlah air yang dipakai pada proses hidrasi yang berlangsung. Pada dasarnya air yang diperlukan untuk proses hidrasi kira-kira 25% dari berat semen.

Tabel 2.8: Hasil penelitian terdahulu menggunakan campuran semen.

No	Nama, Tahun	Judul	Hasil
1	Safitri dkk (2018)	Pelatihan pembuatan bata tanpa bakar berbahan dasar limbah batu bara di Desa taman ayu	Bahan baku yang digunakan pada pembuatan batu bata tanpa bakar ini adalah semen Portland tipe I dan dapat disimpulkan bahwa membuat bata tanpa bakar dengan bahan perekat semen tersebut dapat mengurangi limbah dan dapat menjaga kebersihan..
2	Dhiaulhaq (2018)	Batu bata merah interlock tanpa bakar dengan campuran semen, tanah liat, dan alkali IIA sebagai upaya mengurangi gas rumah kaca	Untuk campuran semen 600 gram dengan variasi alkali IIA secara keseluruhan nilai kuat tekannya mengalami kenaikan sebanding yaitu 49 Mpa. Nilai ini termasuk dalam standar kuat tekan menurut SII-0021-1978.
3	Riyanto dkk (2021)	Pemanfaatan sedimen sungai untuk bahan baku <i>unfired Bricks</i> (Bata tanpa bakar)	Pada alternative I memiliki kadar semen 11,11% , pasir 75,56%, dan sedimen 13,33% memiliki kuat tekan tertinggi sebesar 36 Mpa.

2.3.5 Kapur

Di Indonesia terdapat cukup banyak cadangan kapur. Kandungan kimia yang terdapat pada kapur yang telah diteliti oleh Abinhot, dan Hazairin dan disajikan pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9: Kandungan Kimia Bahan Kapur.

Parameter	Kadar (%)
Na ₂	0,095
Fe ₂ O ₃	0,41
MgO	2,72
CaO	50,84
SiO ₂	0,0001

Kapur adalah suatu bahan material yang dapat digunakan sebagai bahan pengikat dasar sebelum ditemukannya semen. Kapur tohor merupakan jenis kapur yang dihasilkan dari pembakaran batuan kapur. Kapur padam adalah kapur hasil pepadaman dari kapur tohor yang membentuk hidrat (SK SNI S-04-1989-F).

Batu gamping/kapur disebut juga limestone dalam bahasa inggris. Ini adalah batuan sedimen yang terdiri dari dua varian berbeda dari CaCO₃ (kalsium karbonat) : mineral kalsit dan argonit. Batuan ini berwarna putih, kelabu yang terdiri dari kalsium karbonat (CaCO₃) mencapai 95%, selain kalsium karbonat slimestone juga mengandung silika, alumina, dan magnesit serta beberapa senyawa lainnya namun dalam jampal yang lebih kecil (Permata, 2022).

Tabel 2.10: Hasil penelitian terdahulu menggunakan campuran kapur.

No	Nama, Tahun	Judul	Hasil
1	Darwis dkk (2016)	Karakteristik batu bata tanpa pembakaran berbahan abu sekam padi dan kapur banawa	Kuat tekan rata-rata terbesar batu bata tanpa pembakaran adalah 2,07 Mpa dan kadar resapan air sebesar 36,19% dengan campuran persentase kapur sebesar 22,5 %.
2	Sonata (2018)	Pengaruh campuran kapur dengan tanah liat sebagai bahan untuk pembuatan	Tanah liat di gunung sarik kecamatan kurANJI, padang jika dicampur dengan kapur komposisi 10% akan menjadi batu bata dan dapat menjadi

Tabel 2.10: *Lanjutan.*

No	Nama, Tahun	Judul	Hasil
		batu bata tanpa dibakar	alternatif menggantikan fungsi batu bata yang dibakar

2.3.6 Pasir

Pasir merupakan suatu partikel-partikel yang lebih kecil dari kerikil dan lebih besar dari butiran lempung yang berukuran antara 5 – 0.074 mm yang bersifat tidak plastis dan tidak kohesif. Pasir (agregat halus), sebagai bahan pengeras dalam spesi/mortas merupakan agregat alami yang berasal dari letusan gunung berapi, sungai, dalam tanah, dan pantai harus memenuhi standar dimana kekerasan, ketajaman, gradasi, dan kebersihan terhadap lumpur maupun kebersihan terhadap bahan kimia harus memenuhi standart nasional Indonesia (Hartono, 2020).

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 batu bata. Namun biasanya kadar pasir halus dapar menyebabkan batu bata yang dibakar akan retak atau pecah (Shalahuddin, 2010).

Menurut standar SK SNI S-04-1989-F, agregat untuk bahan bangunan sebaiknya dipilih yang memenuhi syarat sebagai berikut :

1. Butir- butirnya tajam dan keras, dengan indeks kekerasan $< 2,2$.
2. Kekal, tidak pecah atau hancur oleh pengaruh cuaca. Jika diuji dengan larutan garam Natrium Sulfat bagian yang hancur maksimum 12%, jika dengan garam Magnesium Sulfat maksimum 18%.
3. Tidak mengandung lumpur lebih dari 5%.
4. Modulus halus butir antara 1,50-3,80 dan dengan variasi butir sesuai standart gradasi.
5. Agregat halus dari laut atau pantai boleh dipakai asalkan dengan petunjuk dari lembaga pemeriksaan bahan-bahan yang diakui.

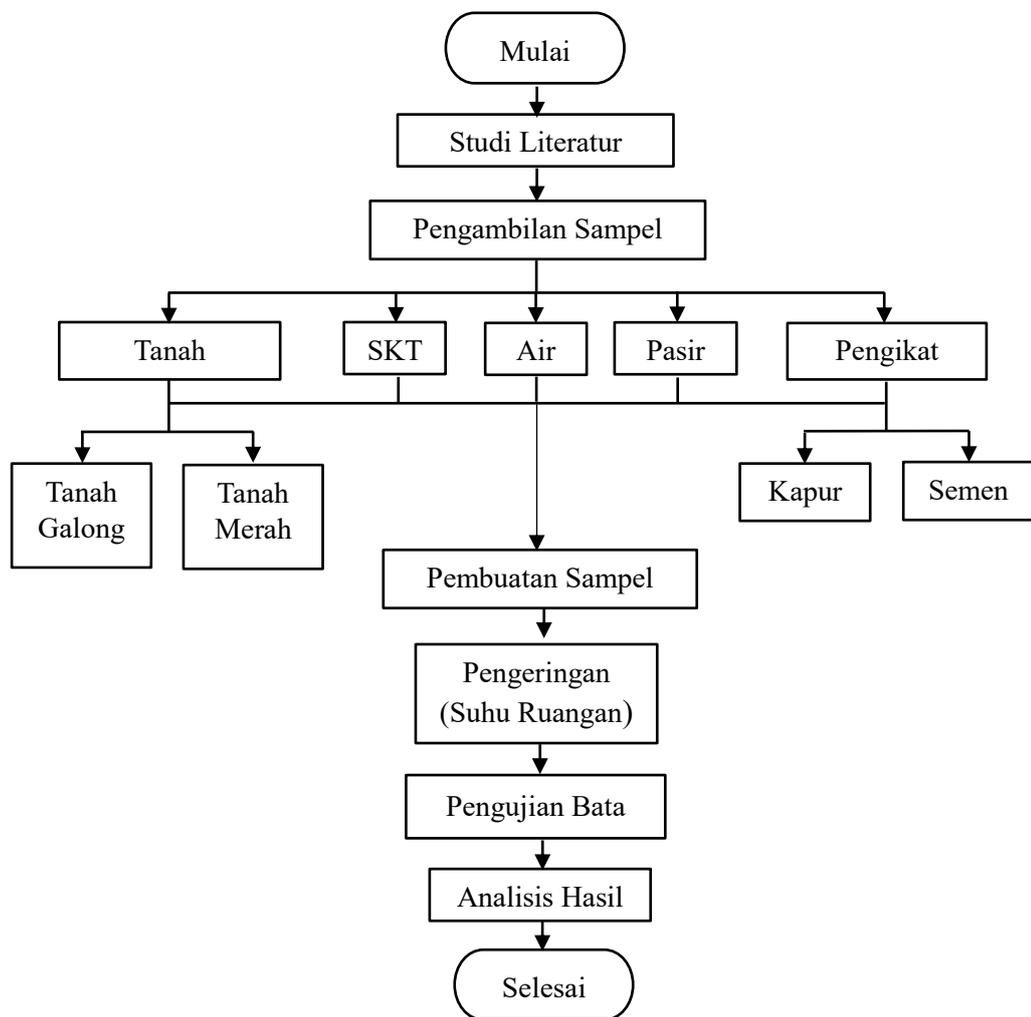
Tabel 2.11: Hasil penelitian terdahulu menggunakan campuran pasir.

No	Nama, Tahun	Judul	Hasil
1	Irwansyah dan Isma 2018)	Karakteristik batu bata tanpa pembakaran dari limbah industri pertanian dan material alam	Proses pembuatan bata tanpa bakar lebih efisien dalam waktu dan nilai efisiensinya 73,30%. Campuran tanah lempung, bata tanpa bakar dari hasil uji sifat mekanis dan sifat fisik dari inovasi campuran tanah lempun 30%, pasir 20%, semen 13%.
2	Riyanto dkk (2021)	Pemanfaatan sedimen sungai untuk bahan baku unfired Bricks (Bata tanpa bakar)	Pada alternative I memiliki kadar semen 11,11% , pasir 75,56%, dan sedimen 13,33% memiliki kuat tekan tertinggi sebesar 36 Mpa. Dengan menurunnya kadar pasir dan bertambahnya kadar sedimen berdampak pada penurunan nilai kuat tekan bata.

BAB 3
METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian

Langkah-langkah dalam pengerjaan penelitian ini disajikan dalam bentuk bagan alir (flow chart) yang mana bagan alir ini sebagai pedoman penelitian yang akan dilakukan dalam penelitian ini.



Gambar 3.1: Bagan alir penelitian.

3.2 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 Sumatera Utara	Juni 2022
2	Proses penimbangan bahan-bahan sampel yang akan diuji	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara	Juli 2023
3	Proses pembuatan sampel bata	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara	Juli 2023
4	Proses pengeringan bata selama 28 hari	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara	Juli 2023
5	Proses pengujian kuat tekan	Laboratorium Teknik USU	Agustus 2023

3.3 Tahap Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan pembuatan batu bata berbahan tanah liat dengan variasi campuran serbuk kulit telur yang kemudian diuji sesuai dengan standar SNI 15-2094-2000. Sampel tersebut diuji untuk mengetahui hubungan karakteristik sifat fisis dan sifat mekanik dengan komposisi bahan. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Penelitian ini dilaksanakan dengan beberapa tahapan antara lain sebagai berikut :

1. Mempesiapkan bahan pembuatan bata seperti, tanah merah, tanah galong, pasir,semen, kapur, air, dan serbuk kulit telur.

2. Pencetakan sampel bata.
3. Pengeringan sampel selama 28 hari.
4. Pengujian kuat tekan pada bata
5. 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.
6. Setelah mendapatkan data hasil pengujian pada tahap 6 maka dilakukan pembuatan laporan hasil penelitian yang telah dilaksanakan.

3.4 Sumber-Sumber Data Dalam Penelitian

Sumber-sumber data dalam penelitian adalah cara atau langkah yang digunakan untuk memecahkan permasalahan dengan mengumpulkan, mencatat, mempelajari, dan menganalisa data yang diperoleh. Sebagai acuan untuk menyelesaikan penelitian ini, dan tidak terlepas dari data-data pendukung yang ada.

Data pendukung diperoleh dari:

1. Data Primer

Data yang diperoleh dari hasil yang telah dilaksanakan di laboratorium, yaitu :

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

2. Data Sekunder

Data Sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa artikel dan karya ilmiah yang berhubungan dengan teknik pembuatan Batu Bata (literatur) dan konsultasi langsung dengan Kepala Laboratorium Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Serta data teknik mengenai Standar Nasional Indonesia serta buku-buku atau literatur sebagai penunjang guna memperkuat suatu penelitian yang dilakukan.

3.5 Alat dan Bahan Pembuatan Bata Merah Tanpa Bakar

A. Bahan yang digunakan dalam pembuatan batu bata ini sebagai berikut :

1. Tanah yang digunakan tanah liat (lempung) dan tanah galong.

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



Gambar 3.2: Tanah galong.

2. Serbuk Kulit Telur (Skt).

Cangkang telur yang digunakan adalah cangkang telur yang diambil dari pedagang makanan kaki lima dan industri di sekitar Kota Medan. Cangkang telur akan dibersihkan terlebih dahulu, kemudian di keringkan menggunakan oven dan setelah itu menghaluskan cangkang telur hingga menjadi serbuk halus menggunakan blender.

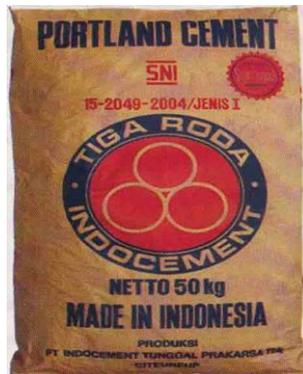


Gambar 3.3: Serbuk kulit telur.

3. Semen

Berdasarkan SNI 2049-2015 tentang spesifikasi *Semen Portland, Portland Composite Cement* (PCC) di artikan sebagai pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama klinker semen Portland dan gypsum dengan satu atau lebih bahan organik.

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen Portland tipe I dikarenakan memenuhi syarat mutu sesuai SNI 15-2094-2000.



Gambar 3.4: Semen portland tipe I.

4. Kapur

Kapur adalah suatu bahan material yang dapat digunakan sebagai bahan pengikat dasar sebelum ditemukannya semen. Kandungan kimia yang terdapat pada kapur yang telah diteliti adalah silika, alumina, magnesit dan lain-lain.



Gambar 3.5: Kapur.

5. Air

Air yang digunakan diambil dari air bersih berasal dari PDAM Tirtanadi di Laboratorium Teknik Sipil UMSU. Air diperlukan untuk pembuatan bata agar terjadi reaksi kimiawi dengan semen yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan.



Gambar 3.6: Air.

6. Pasir

Pasir yang digunakan di ambil dari daerah Binjai, Jalan Megawati.



Gambar 3.7: Pasir.

B. Alat Pengujian :

1. Cetakan batu bata dengan ukuran 20cm, lebar 10cm, dan tinggi 6cm sebagai cetakan untuk sampel uji.



Gambar 3.8: Cetakan batu bata.

2. Mesin alat cetak bata dengan mesin hidrolik press.



Gambar 3.9: Mesin hidrolik press.

3. Timbangan digital/Neraca



Gambar 3.10: Neraca.

4. Mesin uji kuat tekan (compression test)



Gambar 3.11: Mesin uji kuat tekan.

5. Saringan no. 16



Gambar 3.12: Saringan no. 16.

6. Oven dengan suhu sampai pemanasan



Gambar 3.13: Oven.

7. Bak air perendaman



Gambar 3.14: Bak air perendaman.

8. Sekop



Gambar 3.15: Sekop.

9. Gelas ukur



Gambar 3.16: Gelas ukur.

10. Jangka Sorong



Gambar 3.17: Jangka sorong.

C. Tahap Mix Design

Pada tahap ini bertujuan untuk mendapatkan komposisi campuran bata secara tepat agar didapatkan nilai kuat tekan. Langkah mix design dalam penelitian ini meliputi setiap campuran dengan komposisi material semen : tanah : pasir : skt. Komposisi campuran adalah sebagai berikut :

1 Semen : 8 Tanah : 2 Pasir : 2 Skt

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:

- SKT = Serbuk Kulit Telur
- CCM = Control Cement Merah
- CCG = Control Cement Galong
- CMT = Control Merah Telur
- CGT = Control Galong Telur
- LMT = Lime Merah Telur
- L = Lime (Kapur)

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1. Pembuatan Serbuk Cangkang Telur

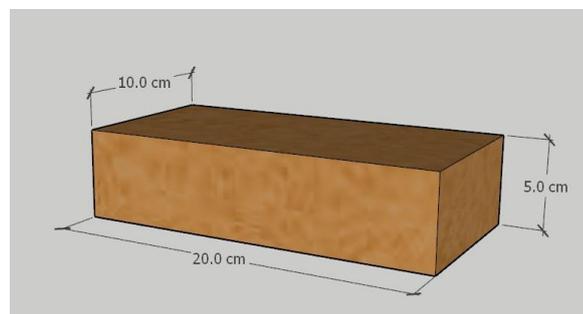
Adapun proses pembuatan serbuk cangkang telur adalah :

1. Disiapkan limbah cangkang telur.
2. Dibersihkan dan dicuci limbah cangkang telur dari kotoran yang melengket dengan menggunakan air dan sabun.
3. Selanjutnya, cangkang telur di masukkan ke oven selama +/- 15 Menit.
4. Kemudian, cangkang telur dihancurkan dengan menggunakan alat blender.
5. Kemudian, cangkang telur diayak dengan menggunakan ayakan no. 16

3.6.2. Pembuatan Batu Bata

Adapun proses pembuatan batu bata dengan tanah liat atau lempung dan bahan campuran adalah :

1. Tanah liat, kapur, dan serbuk kulit telur dihancurkan menggunakan blender.
2. Bahan disaring dengan menggunakan saringan nomor 16 hingga didapatkan dalam bentuk serbuk halus.
3. Seluruh bahan yang telah disaring dicampurkan dengan sendok pengaduk hingga campuran merata.
4. Adonan diremas sampai adonan menjadi cukup liat.
5. Adonan dicetak pada cetakan berbentuk persegi panjang dengan ukuran panjang 20 cm, lebar 10 cm, dan tinggi 5 cm.
6. Pada bagian atas cetakan diberi beban yang sama agar tekanan pada saat mencetak konstan.
7. Keluarkan dari cetakan ke tempat yang sudah disediakan untuk proses pengeringan batu bata memanfaatkan cahaya matahari. Penjemuran batu bata menggunakan dua sisi miring.
8. Penataan susunan batu bata kering yang telah selesai dijemur.
9. Bata dikeringkan selama 28 hari.



Gambar 3.18 : Dimensi batu bata.

3.7 Pengujian Sampel

Pengujian sampel dilakukan dengan melakukan pengujian di Laboratorium Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, jumlah benda uji sebanyak 64 buah dengan ketentuan sesuai dengan rencana penelitian, sedangkan pengambilan data dilakukan dengan cara mengamati dan mencatat hasil pengujian yang telah tercantum pada tahap pengujian benda uji. Pengujian sampel yang digunakan pada penelitian ini, yaitu :

1. Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*)

Indeks plastisitas (PI) adalah selisih antara batas cair dengan batas plastis. Indeks plastisitas menunjukkan sifat keplastisitasan suatu tanah. Hal ini disebabkan oleh PI yang merupakan interval kadar air dimana tanah masih bersifat plastis. Nilai PI dapat dicari dengan Pers 3.1.

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

Keterangan : PI = Indeks plastisitas (%)

LL = Batas cair (%)

PL = Batas plastis (%)

Jika tanah memiliki nilai IP yang tinggi, maka tanah tersebut mengandung banyak butiran lempung. Namun jika tanah memiliki nilai PI yang rendah, maka tanah tersebut seperti lanau yang mengalami sedikit pengurangan kadar air sehingga tanah menjadi kering.

2. Berat Jenis Bahan

Berupa pengujian berat jenis pada bata dengan prinsip penimbangan berat bata dengan berat tertentu (kg) lalu di masukan dalam air yang telah di ketahui volume (ml), hitung selisih air sebelum dimasukan bata dengan setelah dimasukan bata.

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

Keterangan : W = Berat (kg)

V = Volume (m³)

3. Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan batu bata dilakukan untuk mencari tahu kuat tekan hancur benda uji. Pengujian kuat tekan mengacu pada standar pengujian yaitu SNI 15-2094-2000. Pengujian kuat tekan dilakukan setelah batu bata di jemur. Sampel yang akan diuji berbentuk persegi panjang ukuran 20cm, lebar 10cm, dan tinggi 6cm, diukur luas penampangnya kemudian di uji menggunakan alat uji kuat tekan yang bernama compression test. Simbol tekanan adalah P. Jadi, bila

sebuah gaya sebesar F bekerja pada sebuah bidang A (area), maka besarnya tekanan adalah

$$\text{Kuat tekan (f)} = \frac{P_{maks}}{A} \quad (3.3)$$

Dengan :

P_{maks} = Maksimum besaran gaya tekan (kg)

A = Luas penampang (cm^2)

f = Kuat tekan benda uji (kg/cm^2)

Tujuan pelaksanaan pengujian ini adalah untuk menentukan kekuatan tekan batu bata di laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Adapun tahap pengujian :

1. Ambil benda uji dari perawatan.
2. Timbang dan catatlah berat benda uji.
3. Letakan benda uji pada mesin tekan.
4. Jalankan mesin uji tekan.
5. Lakukan pembebasan sampai benda uji hancur dan catatlah beban maksimum hancur yang terjadi selama pemeriksaan benda uji.
6. Lakukan langkah-langkah diatas dengan jumlah benda uji yang ditentukan.

4. Daya Serap Air

Pengukuran daya serap air ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan batu bata dalam menyerap air pada masing masing variasi persentase dengan cara merendam pada suatu wadah yaitu baskop berisi air selama 24 jam. Pengujian daya serap air mengacu pada standar pengujian SNI 15-2094-2000. Penentuan daya serap air pada batu dapat diperoleh dari hasil pengukuran massa kering dan massa basah yang masing masing ditimbang menggunakan neraca analitik. Penyerapan air dapat dihitung sebagai berikut.

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

Dengan :

A = Berat jenuh setelah direndam (gr)

B = Berat setelah di oven (gr)

5. Uji Kadar Garam

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan udara di dalam batu bata yang dapat larut dan membahayakan ikatan antara batu bata dan adukan mortar. Batu bata dinyatakan aman untuk digunakan sebagai konstruksi bangunan apabila batu bata ditutupi kadar garam lebih dari 50%, ada kemungkinan membahayakan sehingga batu bata tidak bisa dipakai dibangunan yang berhubungan dengan air seperti irigasi, bendungan, dermaga, dan bangunan lainnya. Dan dari hasil pengujian apabila kadar garam yang terkandung dalam batu bata kurang dari 50% oleh karena itu batu bata tersebut tidak membahayakan terhadap kekuatan konstruksi.

Untuk menghitung besarnya kadar garam tergantung dari besarnya luasan bata yang ada kandungan garamnya dibagi dengan luasan bata dikali 100%.

$$\text{Kadar garam (G)} = \frac{Ag}{A} \times 100\% \quad (3.5)$$

Dengan :

G = kadar garam (%)

Ag = Luasan kandungan garam (cm²)

A = Luasan bata (cm²)

6. Uji Sifat Tampak

Pengujian sifat tampak ini dilakukan dengan mengamati batu bata, melihat apakah batu bata retak, sudutnya siku atau tidak, warnanya seragam dan jika di ketuk berbunyi nyaring.

BAB 4

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Pengujian Sifat Fisik Material

Di dalam pemeriksaan bahan baik agregat halus maupun tanah dilakukan di Laboratorium mengikuti panduan dari SNI tentang pemeriksaan agregat serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

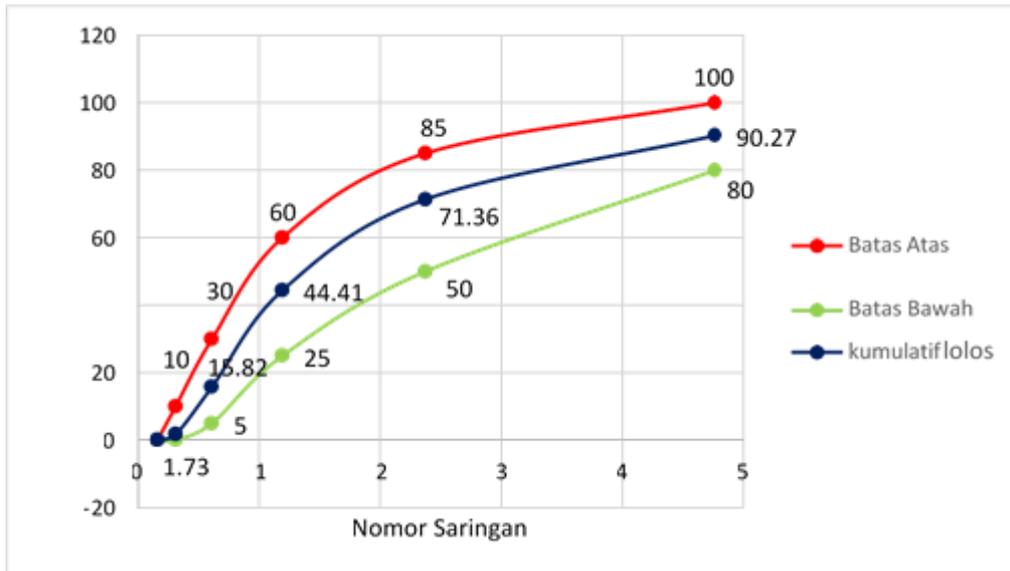
4.1.1 Analisa Pemeriksaan Agregat Halus

Agregat halus (pasir) yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir Binjai, secara umum mutu pasir Binjai telah memenuhi syarat untuk dapat digunakan sebagai bahan bangunan.

Pasir mempunyai tekstur butiran yang menyerupai pasir sehingga dapat difungsikan sebagai material yang mampu mengurangi resiko terjadinya penyusutan dan retak yang signifikan pada bata dan mencegah supaya bata tidak melengkung setelah kering sehingga kuat tekan bata tersebut bisa meningkat. Pasir merupakan suatu partikel-partikel yang lebih kecil dari kerikil dan lebih besar dari butiran lempung yang berukuran antara 5 – 0.074 mm yang bersifat tidak plastis dan tidak kohesif (Dhiaulhaq, 2018).

4.1.1.1 Analisa Gradasi Agregat Halus

Berdasarkan Gambar 4.1 menjelaskan pemeriksaan analisa saringan agregat halus ini menggunakan nomor saringan yang telah ditentukan berdasarkan SNI 03-2834-2000, yang nantinya akan dibuat grafik zona gradasi agregat yang didapat dari nilai kumulatif agregat.



Gambar 4.1: Grafik gradasi agregat halus.

Dari pengujian didapat hasil FM sebesar 2,78% . Nilai ini masih dalam batas yang diijinkan yaitu 1,5 – 3,8 % (Menurut SK SNI S-04-1989-F). Agregat tersebut berada di Zona 2 (pasir sedang).

4.1.1.2 Kadar Lumpur Agregat Halus

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

Dari hasil uji Kadar Lumpur penulis didapat persentase kadar lumpur rata-rata 3,21%. Nilai ini masih berada dalam batas yang diijinkan yaitu maksimal 5% (SK SNI S - 04 - 1989 - F), sehingga agregat tidak perlu harus dicuci sebelum pengadukan.

4.1.1.3 Kadar Air Agregat Halus

Kadar air agregat adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam agregat dengan agregat dalam keadaan yang kering. Kadar air agregat dipengaruhi oleh besar jumlah air yang terkandung pada pori-pori agregat, semakin besar selisih antara agregat semula dengan agregat setelah kering oven maka semakin besar kadar air agregat maka banyak pula air yang dikandung oleh pori-pori agregat tersebut dan sebaliknya sehingga dapat sesuai untuk campuran bata (Rahmawati, 2020).

Dari hasil kadar air didapat nilai rata-rata 5,43 % maka, didapatkan persentase kadar air pada percobaan pertama sebesar 4,33% sedangkan pada percobaan kedua sebesar 6,52% dan hasil tersebut memenuhi standart yang telah ditentukan yaitu 2,0% - 20%.

Jadi, pada agregat ini memenuhi standard dan layak untuk dipakai dalam campuran bata. Sehingga tidak perlu menambah atau mengurangi dari nilai jumlah air yang dibutuhkan.

4.1.2 Analisa Pemeriksaan Tanah

Tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah merah dan tanah galong yang berasal dari lubuk pakam.

Menurut SNI 03-4431-1997, tanah liat/lempung merupakan bahan utama yang dipakai dalam pembuatan batu bata merah. Tanah lempung adalah material dasar dalam pembuatan batu bata jenis bakar dan jemuran. Tanah lempung yang diolah tersebut berasal dari pelapukan batu-batuan seperti basal, andasit, granit dan lainnya yang banyak mengandung felsfar, felsfar merupakan senyawa dari silika-kalsium-aluminium, silikat-natrium-aluminium, silikat-kalsium aluminium.



Gambar 4.2 : Tanah galong.



Gambar 4.3 : Tanah merah.

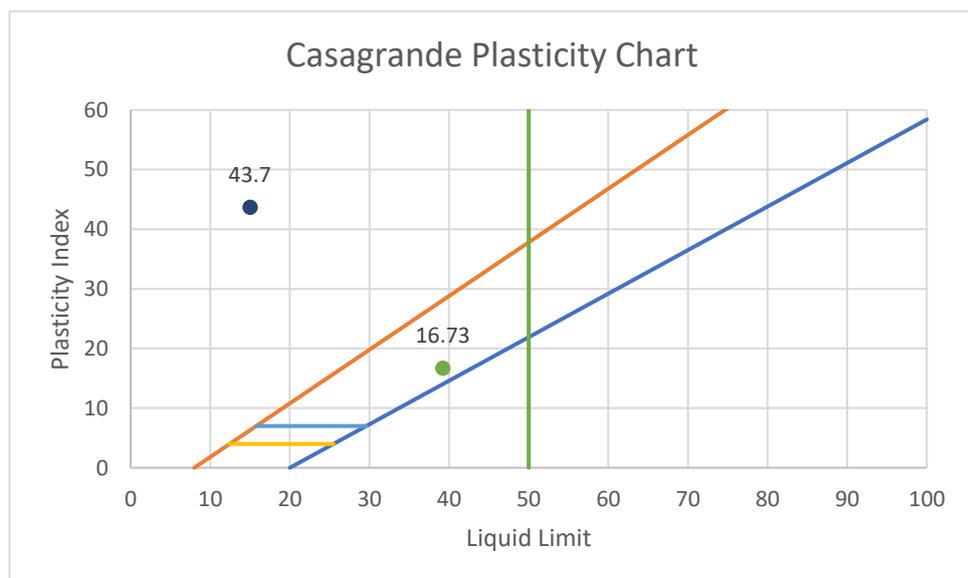
4.1.2.1 Uji Kadar Air Tanah Galong dan Tanah Merah

Uji kadar air dimaksudkan untuk memeriksa dan menentukan kadar air dari sampel tanah. Kadar air (w) adalah perbandingan berat air yang dikandung tanah dengan berat kering tanah. Kadar air diberi simbol notasi w dan dinyatakan dalam persen (%).

Kadar air tanah berkisar antara 20% - 100% berarti tanah tersebut masih dapat dikatakan normal, tetapi jika kadar air melebihi 100% tanah tersebut dikatakan jenuh air dan jika kurang dari 20 % tanah tersebut dikatakan kering. Maka dari hasil kadar air tanah merah dan kadar air tanah galong diatas rata-rata kadar air 32,8 dan 24,9 masih dikatakan normal karena kurang dari 100%.

4.1.2.2 Uji Batas Cair dan Batas Plastis Tanah Galong dan Tanah Merah

Batas plastis dan batas cair ditentukan dengan pengujian yang sederhana di laboratorium yang mana merupakan parameter yang penting diketahui untuk tanah berbutir halus atau tanah kohesif. Hasil dari pengujian ini sangat sering digunakan untuk menghubungkan dengan parameter fisika tanah seperti identifikasi dan klasifikasi tanah. Hubungan antara batas cair dan indeks plastisitas tanah, yang mana dikenal dengan grafik plastisitas Casagrande. Hal yang penting dalam grafik plastisitas ini adalah garis pembagi (Garis -A) yang membedakan derajat plastisitas dari tanah menjadi plastisitas tinggi dan rendah. Garis -A memiliki persamaan garis lurus: $PI = 0,73(LL-20)$. Garis -A ini memisahkan antara lempung inorganik dan lanau organik. Lempung inorganik akan berada di atas garis-A, dan lanau inorganik berada di bawah garis-A. Lanau organik berada dalam bagian yang sama (dibawah garis-A dan dengan LL berkisar antara 30 – 50%) yang mana merupakan lanau inorganik dengan derajat pemampatan sedang. Lempung organik berada dalam bagian yang sama dimana memiliki derajat pemampatan yang tinggi (dibawah garis-A dan LL lebih besar dari 50%). Selain garis-A, terdapat pula garis-U (U-line) yang merupakan batas atas dari hubungan antara indeks plastisitas dan batas cair untuk suatu tanah. Garis-U mengikuti persamaan garis lurus: $PI = 0,9(LL-8)$ (Helwig dkk., 2009).



Gambar 4.4: Grafik plastisitas Casagrande.

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan batas cair contoh tanah. Batas cair tanah adalah kadar air tanah pada keadaan peralihan antara keadaan cair dan keadaan plastis. Sedangkan Batas Plastis tanah adalah keadaan air minimum tanah yang masih dalam keadaan plastis. Tanah dalam keadaan batas cair yaitu apabila diperiksa dengan alat cassagrande, sampel tanah dalam mangkok yang dipisahkan oleh alurcolet selebar 2 mm akan berimpit kembali pada 25 kali ketukan.

Dari hasil pengujian batas cair dan batas plastis tanah merah dan tanah galong diperoleh nilai Batas Cair (*Liquid Limit*) dari tanah merah 43,7% dan tanah galong diperoleh sebesar 37% sedangkan Batas Plastis (*Plastic Limit*) dari tanah merah adalah 28,7% dan tanah galong adalah 22,5%.

Maka hasil Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*) yang didapat penulis dari pengujian batas cair dan batas plastis dari tanah merah dan tanah galong adalah sebesar 15% untuk tanah merah dan 14,5% untuk tanah galong.

4.1.2.3 Analisa Butiran Tanah Galong dan Tanah Merah

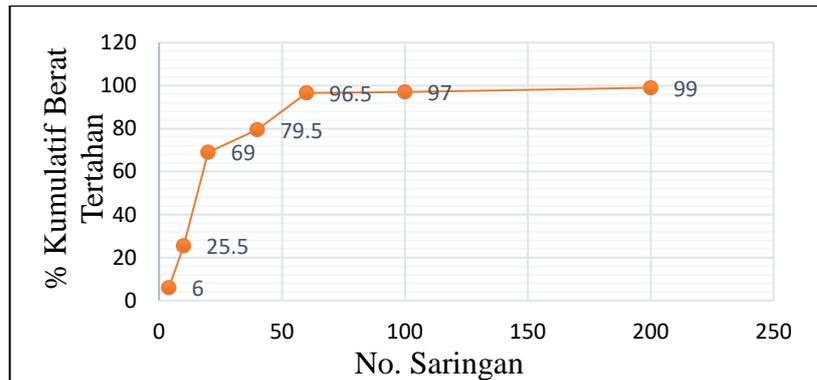
Tujuan Analisa Butiran Tanah adalah pembagian butiran (gradasi) tanah. Pelaksanaan penentuan gradasi dilakukan pada tanah merah dan galong. Alat yang digunakan adalah seperangkat saringan dengan ukuran jaring-jaring tertentu.

Analisa butiran dilakukan dengan cara mengayak dengan menggetarkan contoh tanah melalui satu set ayakan, dimana lubang – lubang atau diameter dari ayakan tersebut berurutan dan makin kecil. Analisa saringan ini dilakukan pada tanah yang tertahan pada ayakan no.200.

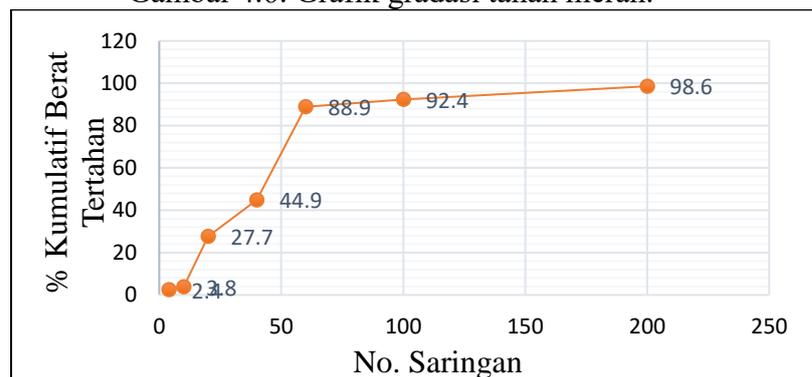


Gambar 4.5: Pengujian analisa butiran tanah galong dan tanah merah.

Dapat dilihat dari Gambar 4.5 hasil pengujian butiran tanah merah dan tanah galong, tanah termasuk berbutir kasar dengan lolos saringan no 200 kurang dari 50% yaitu sebesar 1% untuk tanah merah dan 1,4% untuk tanah galong. Klasifikasi tanah menurut standart SNI tata cara pengklasifikasian tanah untuk keperluan teknik dan hasil yang diperoleh bisa dilihat dari Gambar 4.6 dan 4.7.



Gambar 4.6: Grafik gradasi tanah merah.



Gambar 4.7: Grafik gradasi tanah galong.

4.2. Hasil Campuran dan Kebutuhan Bahan

4.2.1 Hasil Pengujian Bata

Dalam hal ini penulis ingin menganalisis dari data-data yang telah diperoleh saat penelitian berlangsung sehingga didapat campuran bata yang di inginkan. Dari hasil percobaan pemeriksaan dasar yang telah di lakukan di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU).

Variasi Komposisi Bahan serta keterangannya dapat dilihat pada Tabel 3.2 dan Koreksi proporsi campuran untuk mendapatkan susunan campuran satu buah

batu bata yang akan dipakai sebagai campuran uji. Angka-angka tersebut akan dihitung sebagai berikut :

$$\text{- Pengikat} = 0,125 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{- Tanah} = 1 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{- Pasir} = 0,25 \text{ kg/m}^3$$

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

Dimensi Bata : $200 \times 100 \times 50 = 1.000.000 \text{ cm}^3 \times 1,4 \text{ gr/cm}^3$

$$= 14,0 \times 10^5 \text{ gr}$$

$$= 1,4 \text{ kg}$$

Maka dari hasil diatas di dapat total berat satu buah batu bata yaitu 1,4 kg.

Jumlah diatas dimaksudkan untuk satu buah batu bata, dan jumlah air disesuaikan dengan jenis tanah dan campuran bahan yang digunakan, dikarenakan tanah yang di pakai masih mengandung kadar air yang cukup tinggi.

4.3 Hasil dan Analisa Pengujian Bata

Pada bab ini akan di jelaskan hasil dan analisa pengujian kuat tekan, penyerapan air, kadar garam, berat jenis, dan sifat tampak yang telah dilakukan.

4.3.1 Kuat Tekan Batu Bata

Untuk menghitung kuat tekan sampel diperlukan parameter terukur yaitu beban tekan (gaya tekan F) dan luas bidang sampel batu bata, A. Penentuan kuat tekan batu bata dapat dilihat dari Pers 3.3.



Gambar 4.8: Proses pengujian kuat tekan batu bata.



Gambar 4.9: Gambar setelah selesai pengetesan.

Setelah pengujian kuat tekan sampel maka selanjutnya dibandingkan nilai standar berdasarkan referensi atau standar nasional yang ditetapkan. Kekuatan tekan rata-rata batu bata dapat disesuaikan yaitu kuat tekan dan koefisien variasi batu bata merah yang diizinkan (SNI 15-2094-2000).

Berikut adalah Tabel 4.1 dan 4.2 hasil uji kuat tekan batu bata sebanyak 24 sampel dari 8 variasi.

Keterangan :

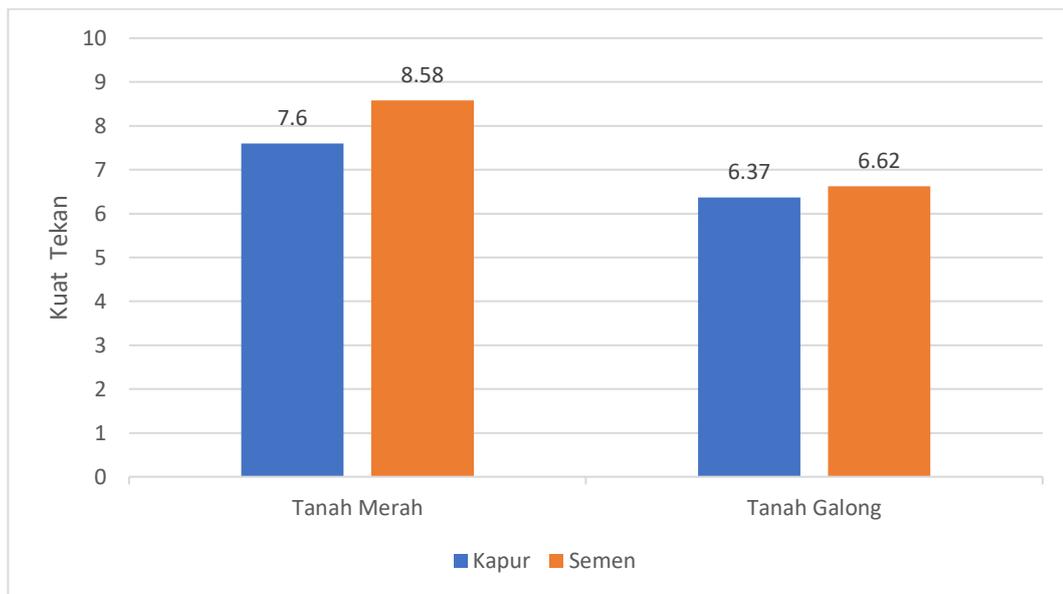
Panjang (mm) = 200

Lebar (mm) = 100

Luas (mm²) = 20000

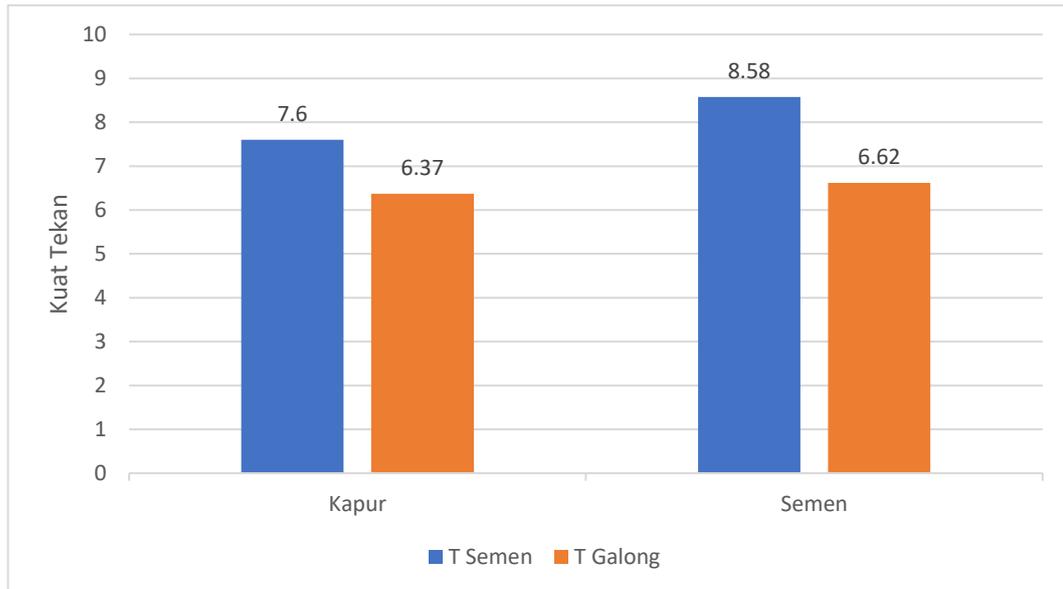
Tabel 4.1: Hasil uji kuat tekan bata kontrol.

No	Kode Sampel	Jumlah Sampel	A (mm ²)	Gaya Tekan (N)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
1	Kontrol Semen Merah (CCM)	1	20000	176520	8,83	8,58
		2	20000	176520	8,83	
		3	20000	161810	8,09	
2	Kontrol Kapur Merah (CLM)	1	20000	161810	8,09	7,60
		2	20000	132390	6,62	
		3	20000	161810	8,09	
3	Kontrol Semen Galong (CCG)	1	20000	117680	5,88	6,62
		2	20000	147100	7,36	
		3	20000	132390	6,62	
4	Kontrol Kapur Galong (CLG)	1	20000	147100	7,36	6,37
		2	20000	102970	5,15	
		3	20000	132390	6,62	



Gambar 4.10: Grafik uji kuat tekan bata kontrol berdasarkan tanah.

Berdasarkan dari hasil pengujian seperti yang ditampilkan dalam Tabel 4.1 dan gambar 4.10 di atas dapat dilihat bahwa kuat tekan berdasarkan tanahnya bata control galong kapur dan galong semen dengan nilai 7,6 dan 8,58 MPa lebih besar dibandingkan bata control merah kapur dan semen.

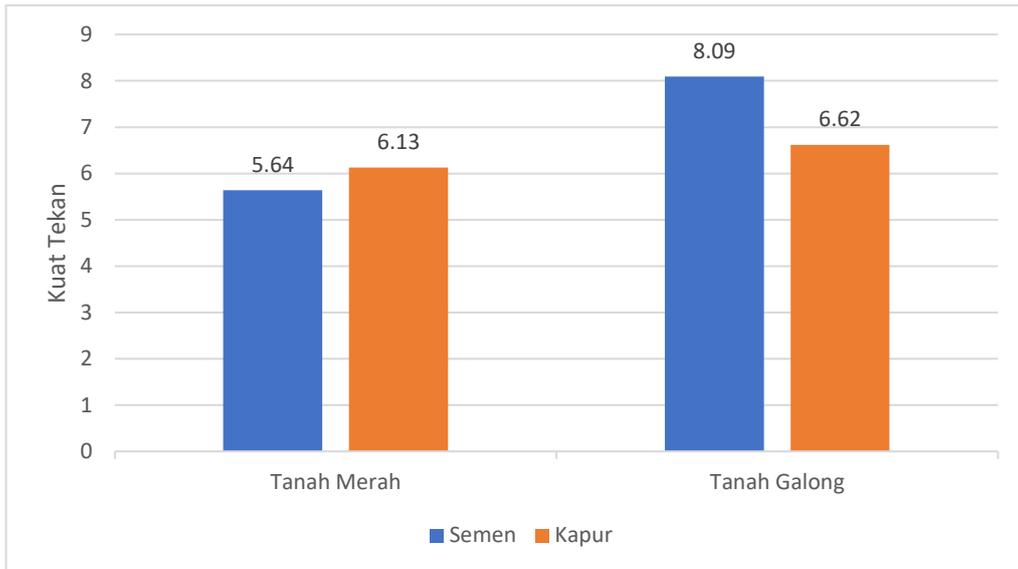


Gambar 4.11: Grafik uji kuat tekan bata kontrol berdasarkan pengikat.

Berdasarkan dari jenis bindernya hasil pengujian seperti yang ditampilkan dalam Tabel 4.1 dan Gambar 4.11 di atas dapat dilihat bahwa kuat tekan bata control merah dan galong semen dengan nilai 8,58 MPa dan 6,62 MPa lebih besar dibandingkan bata control galong kapur dan merah kapur.

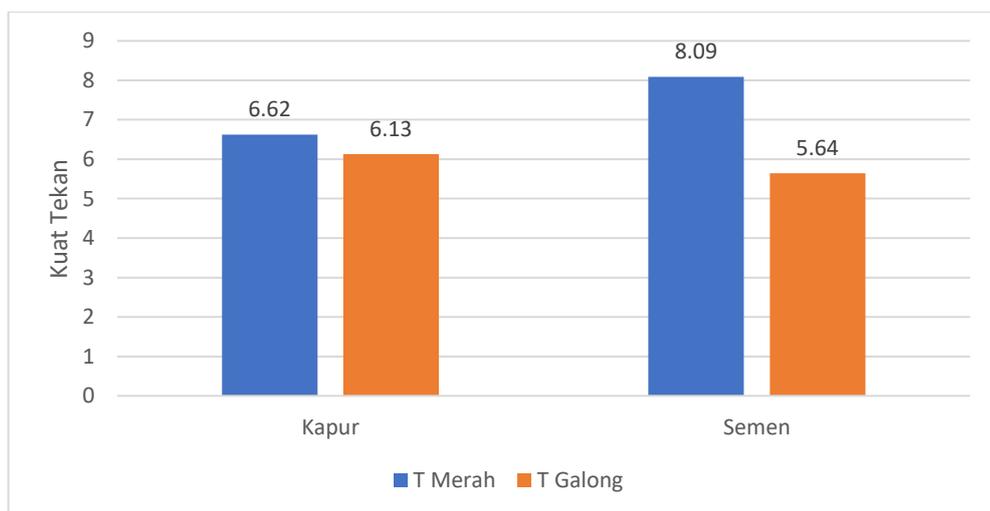
Tabel 4.2: Hasil uji kuat tekan bata campuran serbuk kulit telur.

No	Kode Sampel	Jumlah Sampel	A (mm ²)	Gaya Tekan (N)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
1	Semen Galong Telur (CGT)	1	20000	147100	7,36	8,09
		2	20000	176520	8,83	
		3	20000	161810	8,09	
2	Semen Merah Telur (CMT)	1	20000	102970	5,15	5,64
		2	20000	117680	5,88	
		3	20000	117680	5,88	
3	Kapur Galong Telur (LGT)	1	20000	117680	5,88	6,62
		2	20000	132390	6,62	
		3	20000	147100	7,36	
4	Kapur Merah Telur (LMT)	1	20000	117680	5,88	6,13
		2	20000	117680	5,88	
		3	20000	132390	6,62	



Gambar 4.12: Grafik uji kuat tekan bata campuran SKT berdasarkan tanahnya.

Dari hasil penelitian Uji Kuat Tekan Bata pada Tabel 4.2 dan Gambar 4.12 di atas dapat dilihat berdasarkan tanahnya bahwa kuat tekan bata galong dengan campuran kapur 6,62 MPa lebih rendah dibandingkan dengan bata galong campuran semen 8,09 MPa sedangkan dari tanah merah dapat dilihat bahwa bata tanah merah dengan campuran semen 5,64 MPa lebih rendah dibandingkan dengan bata tanah merah dengan campuran kapur 6,13 MPa.



Gambar 4.13: Grafik uji kuat tekan bata campuran SKT berdasarkan pengikatnya.

Dapat dilihat dari Gambar 4.13 Berdasarkan dari jenis bindernya bahwa kuat tekan batu bata tanah galong dengan campuran kapur dan semen lebih besar yaitu 6,62 MPa dan 8,09 MPa dibandingkan dengan tanah merah campuran kapur dan semen yaitu 6,13 MPa dan 5,64 MPa.

Pada hasil penelitian terjadi penurunan pada setiap variasi dikarenakan pada penambahan serbuk kulit telur terlalu banyak terjadi tidak saling mengikatnya campuran bata diakibatkan tingginya CaO pada semen dengan jumlah yang lebih tinggi mengakibatkan kandungan senyawa kalsium hidroksida di dalam semen meningkat sehingga kalsium hidroksida yang dilepaskan oleh semen ketika semen bereaksi dengan air bertambah pula. Semakin banyaknya kalsium hidroksida yang terbentuk, maka daya rekat semen akan berkurang sehingga struktur bata yang direncanakan akan lemah dan mengakibatkan kuat tekannya rendah.

Berdasarkan dari hasil Tabel 4.2 bahwa nilai hasil uji kuat tekan bata campuran SKT semuanya di atas 5 MPa dengan standar SNI 15-2094-2000 menyatakan memenuhi standar SNI untuk bata bakar. Tetapi menurut uji kuat tekan untuk bata tanpa pembakaran yang dilakukan sesuai dengan BS EN 772-1:2011 dan ASTM D559,1989 uji kuat tekan yang dihasilkan pada Tabel 4.2 memenuhi standard.

4.3.2 Penyerapan Air Batu Bata

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan batu bata dalam menyerap air pada masing-masing variasi persentase serbuk cangkang telur dengan cara merendam pada suatu wadah yaitu baskom berisi air selama 24 jam. Penentuan daya serap air pada batu bata dapat diperoleh dari hasil pengukuran massa kering dan massa basah yang masing-masing diukur menggunakan alat timbangan analog (Umar, 2018).



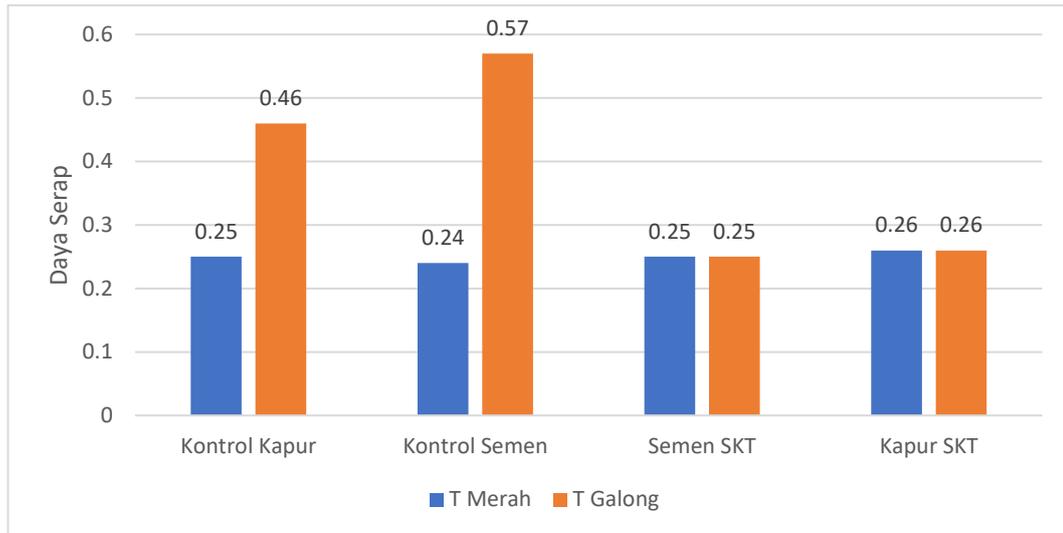
Gambar 4.14: Proses awal bata saat di oven.



Gambar 4.15 : Merendam batu bata.

Pengujian daya serap air pada batu bata tanpa bakar yang telah di oven selama 12 jam pada suhu 199,5-200 °C dan di rendam selama 24 jam dari seluruh sampel yang digunakan.

Bata merupakan material yang bersifat higroskopis artinya mudah menyerap air. Bata yang berkualitas tinggi akan memiliki daya serap yang rendah terhadap air dan kelembapan, sebaliknya bata yang berkualitas rendah akan memiliki daya serap yang tinggi terhadap air dan kelembapan. Umumnya bata dianggap baik bila memiliki daya serap air kurang dari 20 % (Dhialulhaq, 2018).



Gambar 4.16: Pengujian daya serap air bata tanpa bakar dengan tanah.

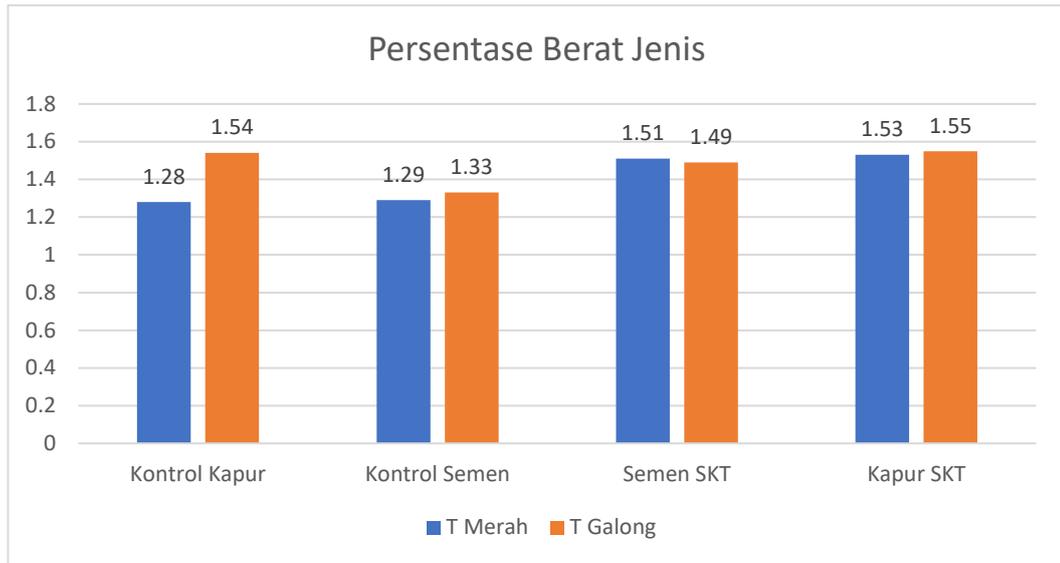
Dari hasil pengujian daya serap air bata tanpa bakar untuk tanah galong dan tanah merah pada Gambar 4.16 di dapat nilai rata rata dari 4 sampel bata sebesar 1 % untuk tanah galong sedangkan untuk tanah merah didapat nilai rata rata sebesar 0,39% yang berarti bahwa pengujian daya serap bata tersebut tidak membahayakan dikarenakan nilai tersebut masih tidak melewati batas wajar nilai yang telah ditetapkan oleh SNI untuk nilai maksimal penyerapan air sebesar 20 %.

4.3.3 Berat Jenis Batu Bata Tanpa Bakar

Pengujian berat jenis dilakukan untuk mengetahui besarnya berat jenis per m^3 dari bata merah. Besarnya berat jenis dihitung menggunakan pers 2.

Pengujian berat jenis dilakukan untuk mengetahui berapa besar berat jenis per satuan m^3 pada bata merah. Semakin ringan material penyusun dinding, maka semakin bagus dan dapat digunakan untuk daerah rawan gempa.

Dari hasil pengujian berat jenis bata tanah galong tanpa bakar dan hasil pengujian bata tanah merah tanpa bakar diperoleh rata-rata nilai berat jenis 1,48 (kg/m^3) untuk bata tanah galong tanpa bakar dan 1,4 (kg/m^3) untuk bata tanah merah tanpa bakar. Maka dapat disimpulkan bahwa bata tanah merah tanpa bakar lebih bagus digunakan karena ringan sebagai material penyusun dinding.



Gambar 4.17: Grafik berat jenis tanah galong dan tanah merah.

4.3.4 Kadar Garam Batu Bata Tanpa Bakar

Pelapukan akibat garam – garam yang larut akan mengakibatkan ikatan yang tidak baik antara bata dengan adukan, juga daya tahan yang rendah bagi tembok bata, sehingga akan membahayakan bagi konstruksi tembok penahan beban maupun yang tidak menahan beban. Disamping itu pelapukan akan mengakibatkan ikatan yang buruk antara plesteran dan tembok dibelakangnya.

Telah diketahui bahwa ikatan tarik antara adukan dan bata adalah rendah, maka untuk mencegah terjadinya kehancuran, pelapukan akibat adanya garam – garam yang larut dalam bata harus dibatasi hanya sampai 5 % untuk setiap permukaan dari bata yaitu berupa suatu lapisan tipis berwarna putih. Karena garam putih bersifat rapuh, sehingga mengakibatkan batu bata terkikis akibat adanya garam – garam tersebut dan tampak jelas pada permukaan bata yang tidak diplester.



Gambar 4.18 : Perendaman batu bata.



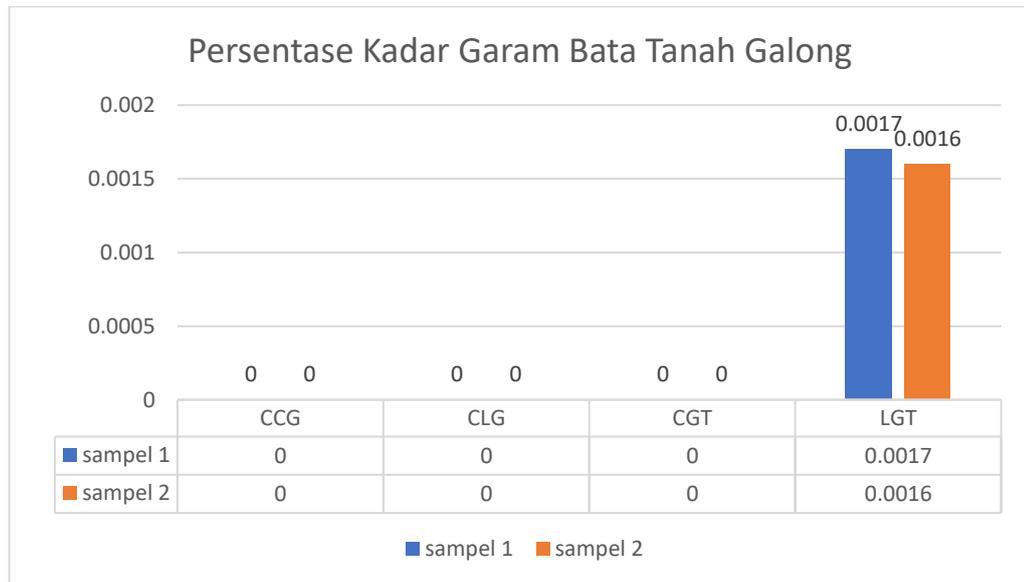
Gambar 4.19 : Setelah direndam.

Dapat dilihat dari Gambar 4.18 dan 4.19 proses pengujian kadar garam bata tanpa bakar. Pengujian kadar garam ini sangat sederhana sekali, sehingga pengujiannya pun bisa dilakukan dimana saja tanpa harus di laboratorium. Pengujian ini dilakukan secara visual (penglihatan), sehingga asumsi setiap orang akan berbeda di dalam menentukan jumlah butiran atau kristal yang terdapat pada batu bata tersebut.

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.

Tabel 4.3: Hasil uji kadar garam batu bata tanah galong.

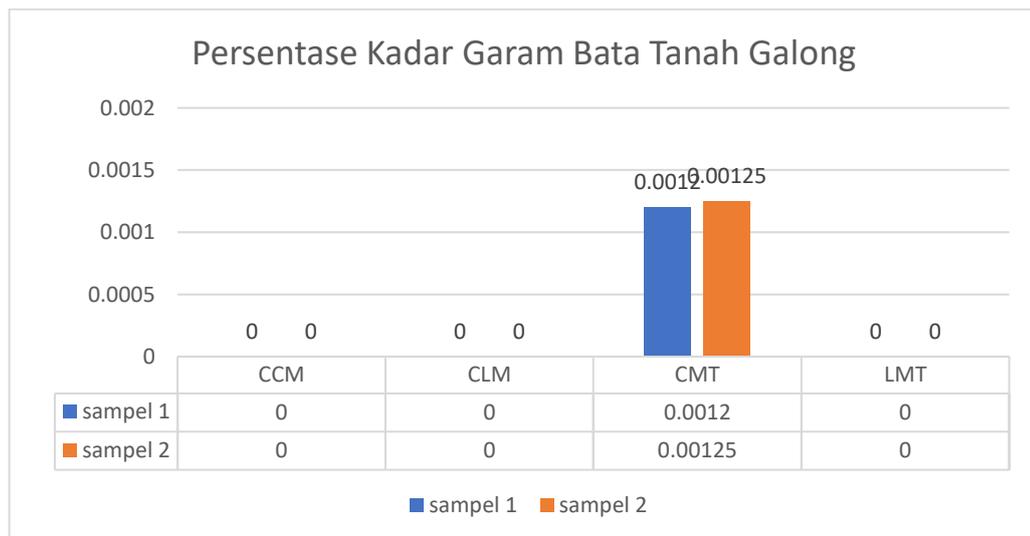
No	Kode sampel	Jumlah	Dimensi Batu Bata (mm)		Luas Batu Bata (mm ²)	Dimensi Kadar Garam		Luasan Kadar Garam (mm)	Persentase Kadar Garam (%)
			Panjang	Lebar		Lebar	Panjang		
1	CCG	1	200	100	20000	0	0	0	0
		2	200	100	20000	0	0	0	0
2	CLG	1	200	100	20000	0	0	0	0
		2	200	100	20000	0	0	0	0
3	CGT	1	200	100	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



Gambar 4.20: Grafik kadar garam tanah galong.

Tabel 4.4: Hasil uji kadar garam batu bata tanah merah.

No	Kode sampel	Jumlah	Dimensi Batu Bata (mm)		Luas Batu Bata (mm ²)	Dimensi Kadar Garam		Luasan Kadar Garam (mm)	Persentase Kadar Garam (%)
			Panjang	Lebar		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



Gambar 4.21: Grafik kadar garam tanah merah.

Dapat dilihat pada Gambar 4.20 dan 4.21 Di dapat 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.

4.3.5 Sifat Tampak Batu Bata

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 4.5: 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 4.22: Benda uji sifat tampak bata untuk tanah galong.

Dari data pada tabel dan gambar 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 4.6: 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 4.23: 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

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan di laboratorium terhadap hasil uji batu bata dengan material tambahan serbuk kulit telur.

1. Pengaruh penambahan serbuk cangkang telur terdapat sifat-sifat mekanis bata meliputi kuat tekan tidak mampu memberikan perbaikan terhadap sifat tersebut. Kuat tekan bata menurun pada penambahan persentase serbuk kulit telur. Maka Untuk bata berdasarkan variasi tanahnya pada tanah merah menurun 27,2% dan tanah galong menurun 9,65%. Untuk berdasarkan variasi campuran kapur menurun sebesar 8,7% dan semen menurun sebesar 12%.
2. Dari hasil komposisi yang digunakan 1:8:2:2 dalam pembuatan bata tanpa bakar dengan campuran serbuk kulit telur penelitian ini dapat disimpulkan bahwa semakin besar jumlah penggunaan limbah serbuk kulit telur sebagai bahan campuran pembuatan batu bata tanpa bakar maka semakin menurun nilai kuat tekan bata tersebut. Penurunan terjadi karena pada setiap variasi dikarenakan pada penambahan serbuk kulit telur terlalu banyak terjadi tidak saling mengikatnya campuran bata diakibatkan tingginya CaO pada semen dengan jumlah yang lebih tinggi mengakibatkan kandungan senyawa kalsium hidroksida di dalam semen meningkat sehingga kalsium hidroksida yang dilepaskan oleh semen ketika semen bereaksi dengan air bertambah pula.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan pengujian lanjutan untuk kuat tekan batu bata tanpa bakar terhadap serbuk kulit telur dengan bahan pengikat dan limbah pertanian yang berbeda.
2. Maka penulis mengajurkan jika ingin memakai serbuk kulit telur agar memperhatikan persentase campuran karena mempengaruhi kekuatan bata dan bahan pengikat yang digunakan dapat mempengaruhi kekuatan batu bata terutama kuat tekan bata.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, I. (2010). *Sejarah Batu Bata Merah Pejal*.
- Amazian, L. (2018). Unfired Clay Bricks with Enhanced Properties Project Report. *School of Science and Engineering-Al Akhwayn University, November*.
- Ayat, M. (2020). Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Pada Pembuatan Batu Bata Terhadap Kuat Tekannya. *Bearing : Jurnal Penelitian Dan Kajian Teknik Sipil*, 6(4), 250–258.
- Batubara, F. Y., Studi, P., Mekanisasi, T., Pertanian, P., & Payakumbuh, N. (2022). *KABUPATEN LIMAPULUH KOTA*.
- Darwis, D., Ulum, S., & Kurniawan, G. (2016). Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Berbahan Abu Sekam Padi dan Kapur Banawa Charateristic. *Gravitasi*, 15(2), 1–9.
- Dhiaulhaq, N. (2018). batu bata merah interlock tanpa bakar dengan campuran semen, tanah liat, dan alkali iia sebagai upaya mengurangi gas rumah kaca. In *Photosynthetica* (Vol. 2, Issue 1).
- Elhusna, R. A. (2016). Kuat Tekan Bata Merah Dengan Variasi Usia Dan Kadar Air. *Jurnal Inersia*, 8(2).
- Fajrin, J., & Marchelina, N. (2017). Aplikasi Metode Eksperimen Response. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 13(2), 79–90.
- Handayani, S. (2010). Kualitas Batu Bata Merah Dengan Penambahan Serbuk Gergaji. *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan*, 12(1), 41–45.
- Hanifah, S. (2022). *Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur di Perkotaan Guna Mengurangi Limbah*.
- Hartono, J. (2020). perbandingan sifat fisik dan mekanik bata tradisional di deli serdang dengan bata tanpa bakar menggunakan abu cangkang sawit. In *Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret201* (Vol. 2, Issue 1).
- Hasanah, M. S., Yushardi, Y., & Lesmono, A. D. (2021). Uji Kuat Tekan Daya Serap Air Dan Massa Jenis Batu Bata Merah Berbahan Tambahan Abu Kulit Dan Janggal Jagung Di Wuluhan Jember. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 10(2), 41. <https://doi.org/10.19184/jpf.v10i2.24675>
- Helwig, N. E., Hong, S., & Hsiao-wecksler, E. T. (n.d.). *sifat-sifat indeks dan plastisitas tanah*.

- irwansyah, Faiz Isma, M. P. (2018). Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Dari Limbah Industri Pertanian Dan Material Alam. *Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Dari Limbah Industri Pertanian Dan Material Alam*, 4(2), 8–12.
- Maryuni, woro partini, & Arnandha, Y. (2009). *17726-ID-batu-bata-non-bakar-solusi-alternatif-bahan-konstruksi-ramah-lingkungan.pdf*.
- Masdiana, Sulha, Nasrul, Siti Nurjanah Ahmad, F. (2019). *Studi Perilaku Tekan Batu Bata Tanpa Bakar*. April 2020, 316–322.
- Permata, V. (2022). *pemeriksaan sifat mekanik bata tanpa bakar dengan memanfaatkan limbah abu ampas tebu (studi penelitian)*. 8.5.2017, 2003–2005.
- 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>
- Prayuda, H., Setyawan, E. A., & Saleh, F. (2018). ANALISIS SIFAT FISIK DAN MEKANIK BATU BATA MERAH DI YOGYAKARTA (Analysis Physical and mechanical attributes of masonry in Yogyakarta). *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 1(2), 94.
- Rahmawati, A. (2020). *Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus*. July, 1–23.
- 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>
- Rozaimi, M. S. (2021). *Pengaruh Penambahan Limbah Cangkang Telur*.
- Safitri, B. R. A., Prasetya, D. S. B., & ... (2018). Pelatihan Pembuatan Bata Tanpa Bakar Berbahan Dasar Limbah Batu Bara Di Desa Taman Ayu. *Lumbung Inovasi ...*, 3(1), 16–18.
- Shalahuddin, M. (2010). *kinerja abu batu bara bercampur kayu pada stabilitas dan rongga pori aspal hot mix hrs - WC Oleh: Muhammad Shalahuddin*. 2(1), 106.
- Sonata, H. (2018). *Pengaruh Campuran Kapur Dengan Tanah Liat Sebagai Bahan*. 20(1), 4–7. <https://doi.org/10.21063/JM.2018.V20.1.52-59>
- Sudarsana, I., Made Budiwati, I., & Angga Wijaya, Y. (2011). Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Terbuat Dari Abu Sekam Padi Dan Serbuk Batu Tabas. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 15(1), 93–101.

- Tarigan, P. K. (2020). *Pembuatan Batu Bata dengan Campuran Limbah Kulit Tebu (Saccharum Officinarum) dan Tanah Liat*.
- Umar, M. (2018). *Uji Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Batu Bata*. 37–47.
- Widodo, B., & ni komang, A. (2021). *optimasi semen pada pembuatan batu bata tanpa bakar*. 295–302.
- Witjaksana, B., Sarya, G., & Widhiarto, H. (2016). *Pembuatan Batu Bata Tanpa Bakar Dengan Campuran Sodium Hiroksida (NaOH) dan Sodium Silikat (Na₂SiO₃)*. *Jurnal Hasil Penelitian LPPM Untag*, 01(01), 25–32.

LAMPIRAN



Gambar L.1 : Proses pengayakan tanah



Gambar L.2 : Gambar tanah setelah di ayak



Gambar L.3 : Proses pembersihan serbuk kulit telur



Gambar L.4 : Proses menghaluskan serbuk kulit telur



Gambar L.5 : Gambar serbuk kulit telur



Gambar L.6 : Proses pengadukan bahan



Gambar L.7 : Proses pencetakan bata



Gambar L.8 : Batu bata tanah merah dengan campuran serbuk kulit telur



Gambar L.9 : Batu bata tanah galong dengan campuran serbuk kulit telur

Tabel L.1: Hasil pengujian analisa agregat gradasi agregat halus

Nomor ayakan	Berat tertahan				kumulatif	
	Sampel 1 (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		

Tabel L.2 : Hasil uji kadar lumpur agregat halus

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

Tabel L.3 : Hasil pengujian 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	

Tabel L.4 : Hasil pengujian 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	

Tabel L.5 : Hasil pengujian 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	

Tabel L.6 Hasil pengujian batas cair dan batas plastis tanah merah

Batas cair (liquid limit test) dan batas plastis (plastis limit) tanah merah								
No.	pemeriksaan	satuan	Batas cair (LL)				Batas plastis (PL)	
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	

LL	PL	PI
43,7	28,7	15

PI (plasticity index)

Tabel L.7: Hasil pengujian batas cair dan batas plastis tanah galong

Batas cair (liquid limit test) dan batas plastis (plastis limit) tanah merah							
pemeriksaan	satuan	Batas cair (LL)				Batas plastis (PL)	
Banyak pukulan		22	33	35	45		
Nomor cawan		I	II	III	IV	I	II
Berat cawan	gr	47	47	43	22	22	20
Berat cawan + tanah basah	gr	36	38	33	2	20	18
Berat cawan + tanah kering	gr	11	9	10	10	2	2
Berat air	gr	10	8	8	10	10	10
Berat tanah kering	gr	26	30	25	28	10	8
Kadar air	%	42,3	30,0	40	35,7	20	25
Kadar air rata-rata	%	37				22,5	

LL	PL	PI
37	22,5	14,5

Tabel L.8: Hasil pengujian analisa butiran tanah merah.

Analisa Butiran Tanah Merah					
Nomor saringan	Diameter saringan (mm)	Berat tertahan (gr)	% Berat tertahan	% Kumulatif berat tertahan	% Tanah yang 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			

Tabel L.9: Hasil pengujian analisa butiran tanah galong.

Analisa Butiran Tanah Merah					
Nomor saringan	Diameter saringan (mm)	Berat tertahan (gr)	% Berat tertahan	% Kumulatif berat tertahan	% Tanah yang 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			

Tabel L.10: Hasil uji daya serap tanah galong

No	Kode Sampel	Jumlah Sampel	Berat Bata Basah (gr)	Berat Bata 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	

Tabel L.11: Hasil uji daya serap tanah merah

No	Kode Sampel	Jumlah Sampel	Berat Bata Basah (gr)	Berat Bata 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 (CGT)	1	1893	1512	0,25	0,25
		2	1896	1523	0,24	
4	Kapur Merah SKT (LGT)	1	1896	1510	0,26	0,26
		2	1912	1502	0,27	

Tabel L.12: Hasil tes berat jenis tanah merah

NO	Kode Sampel			
	CCM	CLM	CMT	LMT
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	1,61	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 ³)	1,29	1,28	1,53	1,51

Tabel L.13: Hasil tes berat jenis tanah galong

NO	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 ³)	1,33	1,54	1,55	1,49

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap : Muhammad Shafwan Hasibuan
Nama Panggilan : Shafwan
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 19 September 2001
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Alamat : Jl.Rahmadsyah No.183
Agama : Islam

NAMA ORANG TUA

Ayah : Muhammad Iqbal Hasibuan
Ibu : Juraidah
No.Hp : 082393036814
Email : shafwanhasibuan62@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1907210147
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jalan Kapten Muchtar Basri No.3 Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama Sekolah	Tahun Kelulusan
1	SD	SD N 060814	2013
2	SMP	SMP Swasta Al Ulum	2016
3	SMA	SMA N 10 Medan	2019
4	melanjutkan kuliah di universitas Muhammadiyah sumatera utara tahun 2019 sampai selesai		