

TUGAS AKHIR
SIFAT-SIFAT BATA TEKAN TANPA BAKAR DENGAN
AIR LIMBAH SINGKONG
(STUDI PENELITIAN)

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

Disusun Oleh:

ARDIANSYAH
1907210018



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Ardiansyah
NPM : 1907210018
Program Studi : Teknik Sipil
Bidang Ilmu : Struktur
Judul Skripsi : Sifat Sifat Mekanik Bata Tekan Tanpa Bakar Dengan Air
Limbah Singkong

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

Disetujui Untuk Disampaikan
Kepada Panitia Ujian Skripsi:

Dosen Pembimbing



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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

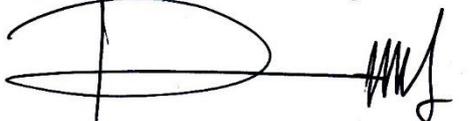
Nama : Ardiansyah
NPM : 1907210018
Program Studi : Teknik Sipil
Bidang Ilmu : Struktur
Judul Skripsi : Sifat Sifat Mekanik Bata Tekan Tanpa Bakar Dengan Air Limbah Singkong

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

Medan,

Mengetahui dan Menyetujui:

Dosen Pembimbing



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

Dosen Pembanding I



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

Dosen Pembanding II



M. Husin Gultom, ST, MT

Ketua Program Studi Teknik Sipil



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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ardiansyah
Tempat/Tanggal Lahir : Martubung / 05 April 2001
NPM : 1907210018
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

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

“Analisis sifat mekanik bata tekan tanpa bakar dengan air limbah singkong”.

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

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

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

Medan, 16 Februari 2024

Saya yang menyatakan,



Ardiansyah

NPM: 1907210018

ABSTRAK

Sifat – Sifat Mekanik Bata Tekan Tanpa Bakar dengan Air Llimbah Singkong

Ardiansyah

1907210018

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

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan batu bata tanpa bakar dengan menggunakan SNI 15-2094-2000. Pengujiannya berupa pengujian kuat tekan, penyerapan air, kadar garam, berat jenis dan sifat tampak. Batu bata penelitian ini dibuat dengan memanfaatkan limbah air singkong yang bahan perekat yang digunakan yaitu semen dan kapur, dan dicampur dengan tanah merah, tanah galong, dan pasir tanpa mengalami proses pembakaran. Variasi komposisi perekat, tanah, pasir dan air limbah singkong dibuat dengan perbandingan 1:8:2 dengan menggunakan 350 ml air. Cetakan benda uji terbuat dari baja dengan ukuran panjang 20 cm, lebar 10 cm, dan tinggi 6 cm, setiap campuran dibuat dengan 8 benda uji, dengan umur pengeringan 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan bata tanpa bakar dengan air limbah singkong sebesar 6.39 Mpa, sedangkan bata kontrol tanpa bakar sebesar 7.29 Mpa. Dengan nilai rata-rata kuat tekan bata tanpa bakar dengan air limbah singkong ini masih sesuai dengan SNI, ada catatan beberapa variasi dengan nilai kuat tekan yang tidak sesuai dengan SNI. Namun jika menggunakan standar internasional semua variasi bata tanpa bakar dengan menggunakan air limbah singkong sudah sesuai.

Kata kunci: Batu bata, Air Limbah Singkong, Kuat Tekan, Tanah Merah

ABSTRACT

Analysis of Mechanical Properties of Unfired Pressed Bricks with Cassava Waste Water

Ardiansyah

1907210018

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

This research was conducted to find out the comparison of unfired bricks using SNI 15-2094-2000. The tests include tests for compressive strength, water absorption, salt content, specific gravity and visible properties. The bricks in this research were made by utilizing cassava water waste, the adhesive materials used were cement and lime, and mixed with red soil, gallong soil and sand without undergoing a burning process. Variations in adhesive composition, soil, sand and cassava waste water were made in a ratio of 1 :8:2 using 350 ml of water. The test object mold was made of steel with dimensions of 20 cm long, 10 cm wide and 6 cm high. Each mixture was made with 8 test objects, with a drying age of 28 days. The results of testing the compressive strength of bricks without burning with cassava waste water were 6.39 Mpa, while the control bricks without burning were 7.29 Mpa. While the average value of compressive strength of bricks without burning with cassava waste water is still in accordance with SNI, there are records of several variations with compressive strength values that are not in accordance with SNI. However, if you use international standards, all variations of non-burning bricks using cassava waste water are appropriate.

Keywords: *Bricks, Cassava Wastewater, Compressive Strength, Red Soil*

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 Bata Tekan Tanpa Bakar Dengan Air Limbah Singkong” 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 terima kasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Ibu Fetra Venny Riza, S.T., M.Sc, Ph.D. selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini
2. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain S.T., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil beserta Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Mhd. Husin Gultom, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, ST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Dr. Ade Faisal, ST, M.Sc, Ph.D. selaku selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Ibu Rizki Efrida, S.T, M.T selaku Sekretaris Jurusan Prodi Teknik Sipil yang ikut andil dalam prose administrasi penelitian.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik sipilan kepada penulis.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas

Muhammadiyah Sumatera Utara.

9. Teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Sahlan dan Ibunda tercinta Salawati yang telah bersusah payah membesarkan dan memberikan kasih sayangnya yang tidak ternilai kepada penulis.
10. 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, 16 Februari 2024

Saya yang menyatakan:



Ardiansyah

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR RUMUS	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penelitian	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Batu Bata	5
2.2 Limbah Air Singkong	6
2.3 Bahan Dasar Penyusun Bata	11
2.4 Sifat Fisik dan Mekanis Bata	12
2.4.1 Sifat Fisik Bata	12
2.4.2 Sifat Mekanis Bata	13
BAB 3 METODE PENELITIAN	15
3.1 Bagan Alir Penelitian	15
3.2 Tahap Penelitian	16
3.3 Sumber-Sumber Data Dalam Penelitian	16
3.3.1 Data primer	16
3.3.2 Data sekunder	17

3.4 Bahan dan Peralatan Penelitian	17
3.4.1. Bahan	17
3.4.2. Peralatan	21
3.5 Tempat dan Waktu Penelitian	25
3.6 Pembuatan batu bata	25
3.7 Proses Pengujian	26
BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN	29
4.1 Analisa Pemeriksaan Bahan	29
4.1.1 Analisa Pemeriksaan Agregat Halus	29
4.1.2 Analisa Pemeriksaan Tanah	31
4.2 Hasil dan Analisa Pengujian Bata	37
4.2.1 Kuat Tekan Bata	37
4.2.2 Daya Serap Air Bata	40
4.2.3 Kadar Garam Bata	42
4.2.4 Berat Jenis Batu Bata	43
4.2.5 Sifat Tampak Bata	44
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	44
4.3 Kesimpulan	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUTAKA	46
LAMPIRAN	48
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	64

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1:	Bagan Alir Metodologi Penelitia	15
Gambar 3.2:	Tanah Merah	17
Gambar 3.3:	Tanah Galong	17
Gambar 3.4:	Kapur	19
Gambar 3.5:	Semen	19
Gambar 3.6:	Pasir	19
Gambar 3.7:	Air Limbah Singkong	20
Gambar 3.8:	Sekop	21
Gambar 3.9:	Penggaris	21
Gambar 3.10:	Ember	22
Gambar 3.11:	Cetakan bata	22
Gambar 3.12:	Mesin hidrolik press bata	23
Gambar 3.13:	Timbangan digital	23
Gambar 3.14:	Alat kuat tekan bata	24
Gambar 3.15:	Gelas ukur	24
Gambar 3.16:	Saringan	24
Gambar 4. 1:	Grafik gradasi agergat halus	29
Gambar 4. 2:	Grafik Indeks Plastis tanah merah	35
Gambar 4. 3	Grafik Indeks Plastis tanah merah	35
Gambar 4. 4:	Grafik gradasi tanah merah	36
Gambar 4. 5:	Grafik gradisa tanah galong	37
Gambar 4. 6:	Grafik Uji Kuat Tekan Bata Kontrol	38
Gambar 4. 7:	Grafik Uji Kuat Tekan Bata ALS	38
Gambar 4. 8:	Grafik perbandingan kuat tekan bata semua variasi	39
Gambar 4. 9:	Proses pengovenan benda uji	40
Gambar 4. 10:	Proses perendaman benda uji	41
Gambar 4. 11:	Grafik hasil uji daya serap bata	42
Gambar 4. 12:	Sebelum pengujian kadar garam	42
Gambar 4. 13:	Setelah penguujian kadar garam	43
Gambar 4. 14:	Grafik hasil pengujian berat jenis bata	44
Gambar 4. 15:	Sifat tampak bata	44

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komposisi kimia limbah air singkong yang dianalisis dibandingkan dengan nilai dalam literatur	9
Tabel 3. 1 Speksifikasi kandungan kapur	18
Tabel 3. 2 komposisi campuran benda uji	26
Tabel 3. 3 Ukuran dan toleransi bata merah pejal untuk pasangan dinding	27
Tabel 3. 4 Kuat tekan dan koefisien variasi untuk bata merah pejal untuk pasangan dinding	28
Tabel 4. 1 Klasifikasi tanah AASHTO	32
Tabel 4. 2 Data pengujian tanah	32

DAFTAR RUMUS

Persamaan 2.1 Berat jenis bata	13
Persamaan 2.2 Kuat tekan bata	13
Persamaan 2.3 Kadar air bata	13
Persamaan 2.4 Kadar garam bata	14
Persamaan 4. 1 <i>Group Indeks</i> kelompok selain A-2-6 dan A-2-7	32
Persamaan 4. 2 <i>Group Indeks</i> untuk kelompok A-2-6 dan A-2-7	32

DAFTAR NOTASI

σ	= Kuat tekan bata merah (Kg/cm ²)
p	= Gaya tekan maksimum (Kg)
A	= Luas bidang tekan (cm ²)
B_s	= kekuatan patah (N/cm ²)
P	= gaya pada puncak beban (N)
L	= jarak antara tumpuan (cm)
b	= lebar benda uji (cm)
h	= tinggi benda uji (cm)
W_1	= Berat sebelum dipanaskan (kg)
W_2	= Berat sesudah dipanaskan (kg)
G	= Kadar garam (%)
A_g	= Luasan kandungan garam (cm ²)
A	= Luasan Bata (cm ²)
M_b	= Massa kering benda uji (gram)
M_k	= Massa basah benda uji, setelah direndam dalam air selama 2x24 jam
V_b	= Volum benda uji (cm ³)
ρ_{air}	= Massa jenis air (gram/cm ³).

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Negara Indonesia adalah negara yang memiliki jumlah penduduk yang terbanyak keempat di dunia. Kemendagri melalui Direktorat Jendral Dukcapil baru saja merilis Data Kependudukan Semester II Tahun 2022. Isinya, jumlah penduduk Indonesia adalah 273.879.750 jiwa. Terdapat kenaikan sebanyak 2.529.861 jiwa di banding tahun 2020 (Dukcapil, 2022).

Dengan cepatnya pertumbuhan penduduk di Indonesia dengan kenaikan 2 juta jiwa dalam dua tahun terakhir. Seiring dengan ini Indonesia mengalami pertumbuhan di segala bidang. Pembangunan perumahan merupakan salah satu solusi bagi pemerintah saat ini untuk menyediakan tempat tinggal bagi masyarakat. Dengan banyak-nya pembangunan infrastruktur perumahan ini berbanding lurus dengan permintaan bata, karena bata merupakan bahan utama dalam pembuatan rumah atau bangunan ruko.

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

Batu bata merah mempunyai banyak kelebihan dibanding dengan bahan pasangan lainnya, tetapi batu bata merah ini kebanyakan dibuat dengan pembakaran yang menghasilkan karbon dioksida yang mencemari udara, sehingga proses pembuatan batu bata merah ini berkontribusi pada gas rumah kaca (GRK) ke atmosfer (Dhiaulaq, 2018).

Pada pembuatan bata konvensional biasanya dengan proses pembakaran yang menimbulkan banyak polusi udara bagi lingkungan sekitar, selain itu proses pembakaran memerlukan bahan bakar yang sangat banyak. Dan tidak semua batu

bata yang telah dibakar dapat digunakan, karena pada proses pembakaran batu bata yang dimasukkan kedalam tungku sangat banyak. Ini mengakibatkan batu bata ada yang pecah, rusak dan bahkan tidak terbakar (Maryunani, 2009).

Bata tanpa bakar merupakan solusi alternatif yang tepat dari kekurangan proses pembuatan bata konvensional. Karena proses pembuatan bata tanpa bakar tidak menggunakan proses pengeringan dengan cara dibakar, tapi dilakukan dengan cara penjemuran. Dan dibutuhkan formulasi khusus yang harus di tambahkan pada campuran bata yaitu dengan di campur dengan limbah air singkong. Yang bertujuan untuk dapat mempersingkat waktu pengeringan atau dapat menambah kuat tekan bata (Maryunani, 2009).

Singkong merupakan tanaman yang banyak ditanam di Indonesia. Singkong sebagai sumber karbohidrat tertinggi ketiga setelah padi dan jagung di Indonesia. Awalnya singkong dimanfaatkan umbinya sebagai bahan pangan, namun pada saat ini singkong sudah dimanfaatkan sebagai bahan pangan dan industri.

Produksi produk olahan singkong dapat diproduksi dalam skala UMKM dan industri. Produk yang dapat diolah dengan UMKM biasanya sudah dikenal oleh masyarakat seperti pembuatan tapai, keripik singkong, getuk dan gapek. Sedangkan produk industri yang mengolah singkong menjadi bahan baku utamanya, salah satunya industri pembuatan tepung tapioca dan keripik singkong pabrikan.

Dari kedua produksi singkong baik secara UMKM maupun industri ini sama-sama menimbulkan satu masalah yang sama yaitu limbah dari pengolahan singkong. Limbah dari pengolahan singkong berupa limbah cair dan limbah padat. Limbah padat singkong berasal dari pengupasan kulit singkong dan ampas dari singkong. Sedangkan, limbah cair singkong dihasilkan dari proses pencucian dan pengendapan bahan baku. Limbah cair tersebut dapat menimbulkan masalah pencemaran lingkungan apabila langsung dibuang ke sungai tanpa terlebih dahulu dilakukan pengolahan untuk menurunkan kadar atau menghilangkan bahan yang dapat menimbulkan pencemaran (Mukminin et al., 2003). Semakin banyaknya pelaku UMKM dan industri pengolahan singkong ini berarti

Maka dari itu pembuatan batu bata tanpa bakar dengan bahan campuran air limbah singkong ini sebagai salah satu solusi untuk mengurangi polusi udara pada saat proses pembakaran bata yang konvensional serta air. Dan dapat memanfaatkan limbah air singkong yang sudah tidak digunakan lagi. Karena limbah air singkong dapat menimbulkan masalah bagi warga seperti gatal-gatal dan dapat menimbulkan bau yang tidak sedap.

Berdasarkan hal tersebut di atas maka perlu dilakukan penelitian dalam hal “ANALISIS SIFAT-SIFAT BATA TEKAN TANPA BAKAR DENGAN AIR LIMBAH SINGKONG” nantinya menghasilkan batu bata yang berkualitas standar, ramah lingkungan, murah dan dapat menghemat waktu.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang muncul berdasarkan latar belakang di atas yaitu:

1. Bagaimana sifat-sifat bata tekan tanpa bakar dengan menggunakan limbah air singkong?
2. Bagaimana komposisi yang optimal pembuatan bata tekan tanpa bakar dengan air limbah singkong?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Agar pembahasan dalam penelitian ini dapat terarah dengan baik dan benar serta tidak melebar jauh dari topik yang dibahas, maka perlu diadakan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Metode untuk sifat mekanik bata dibandingkan dengan menggunakan SNI 15-2094-2000 bata bakar, dikarenakan SNI untuk bata tanpa bakar belum tersedia.
2. Melakukan pengujian batu bata dilakukan untuk mengetahui kualitas batu bata tanpa bakar dengan campuran air limbah singkong.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah tersebut tujuan yang diinginkan dicapai dari penelitian adalah:

1. Untuk mengetahui sifat-sifat bata tekan tanpa bakar dengan menggunakan limbah air singkong.
2. Untuk mengetahui komposisi yang optimal pembuatan bata tekan tanpa bakar dengan air limbah singkong

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat dan informasi yang jelas bagi pengembangan ilmu bata dan pengaruh dengan adanya bahan campuran limbah air singkong terhadap kuat tekan bata tanpa bakar serta diharapkan menjadi bahan pertimbangan untuk tahap selanjutnya dan dapat dikembangkan pada penelitian yang lebih lanjut.

1.6 Sistematika Penelitian

BAB1 PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang hal-hal umum seperti mengenai laporan penelitian seperti latar belakang, rumusan masalah, tujuan pelaksanaan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika pembahasan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

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

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang pengumpulan data dan juga bagan alir.

BAB 4 ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang hasil penelitian dan pembahasan singkat mengenai hasil penelitian yang digunakan untuk memecahkan masalah dan menarik kesimpulan.

BAB 5 PENUTUP

Bab ini menjelaskan tentang hasil penelitian permasalahan selama penelitian

DAFTAR PUSTAKA

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Batu Bata

Bata merah merupakan bahan bangunan yang terbuat dari tanah liat atau tanah lempung. Pembuatan batu bata ini dapat dipress menggunakan cetakan khusus untuk memperkuat material yang dihasilkan. Selain bisa dilakukan dengan tangan, kini sudah ada alat bantu yang memudahkan pembuatan bata jenis ini.

Batu bata merupakan suatu kebutuhan bahan bangunan yang sudah tidak asing lagi dikalangan masyarakat Indonesia, batu bata terbuat dari tanah liat yang dicetak dan dibakar dengan suhu tinggi sehingga menjadi pejal. Campuran batu bata bisa dari tanah liat murni maupun dengan komposit lain yang sesuai dengan kriteria tersendiri. Batu bata merupakan bahan bangunan berbentuk prisma segiempat panjang, pejal dan digunakan untuk kontruksi dinding bangunan, yang dibuat dari tanah liat murni dengan atau tanpa dicampur bahan aditif dan dibakar pada suhu tertentu (SNI 16-2094, 2000). Batu bata secara umum terbuat dari tanah liat murni dan dicampur dengan air, di aduk hingga merata dan dicetak menggunakan cetakan dari kayu, kemudian di diamkan dan dikeringkan hingga beberapa hari sampai mengering dan pada akhirnya dibakar pada pawon atau tungku pembakaran batu bata dengan suhu yang tinggi antara 900°-1000° C (As et al., 2017).

Adapun beberapa penelitian terdahulu yang telah membahas pembuatan batu bata tanpa bakar yaitu:

Batu bata biasa tanpa bakar dengan campuran sodium hidroksida dan sodium silikat menghasilkan kuat tekan lebih rendah yaitu 1.048 Mpa, sedangkan hasil kuat tekan batu bata tanpa proses pembakaran yang campuran sodium hidroksida dan sodium silikat yaitu 1.28 Mpa (Witjaksana et al., 2016).

Batu bata normal lebih tinggi hasil rata-rata kuat tekan dari pada kuat tekan batu bata merah tanpa proses pembakaran. Rata-rata kuat tekan bata merah normal yaitu 10.80 Mpa dan batu bata merah tanpa pembakaran dengan kuat tekan yang paling tinggi yaitu 10.60 Mpa (Harnadi & Hartantyo, 2022).

Batu bata yang dicampur dengan abu sisa pembakaran limbah kayu, menghasilkan nilai kuat tekan rata-rata meningkat sampai pada proporsi campuran 20% dan menurun pada proporsi campuran 25%. Nilai tertinggi dicapai pada proporsi campuran 10% yaitu 97.563 kg dan mencapai titik terendah pada campuran 25 % yaitu 26.313 kg. Dengan nilai rata-rata kuat tekan batu bata tanpa bakar dengan campuran abu sisa pembakaran limbah kayu (Darmayasa, 2022).

Pemilihan batu bata sebagai bahan pembuatan dinding sangat masuk akal karena batu bata memiliki keunggulan. Menurut (Pangaribuan, 2014), keunggulan batu bata di antaranya:

1. Murah (Tanah liat yang merupakan bahan utama batu bata mudah didapat dan persediaannya cukup banyak di negara kita. Ini menyebabkan harga batu bata cukup murah,
2. Mudah didapat (Selain karena bahan baku yang mudah didapat. Batu bata juga mudah dibuat, hanya membutuhkan alat-alat sederhana dan modal yang kecil sehingga banyak masyarakat yang dapat membuatnya. Persediaan batu bata menjadi mudah diperoleh),
3. Warna yang unik (Warna oranye yang menjadi ciri khas batu bata menjadi daya tarik sendiri. Pemilik rumah adakalanya sengaja tidak menutup batu bata dengan semen dan cat, sebaliknya batu bata dibiarkan terekspos sehingga memberikan kesan alami pada rumah),
4. Kuat (Batu bata tahan terhadap cuaca panas, cuaca dingin dan udara lembab. Hal inilah yang diharapkan mampu diberikan tembok sebagai salah satu pelindung rumah),
5. Penolak panas yang baik (Karena sifatnya yang mampu menolak panas, batu bata sangat cocok untuk dijadikan tembok rumah. Batu bata mampu membuat di dalam rumah terasa dingin walau diluar rumah cuaca panas)

2.2 Limbah Air Singkong

Singkong merupakan umbi-umbian yang sangat banyak dimanfaatkan bagi warga Indonesia. Ini terbukti karena banyaknya olahan yang berbahan dasar dari singkong, diantaranya yaitu kerpik singkong, tapai singkong, tepung tapioka dan masih yang banyak lainnya. Dengan banyaknya olahan yang berbahan dasar

singkong ini memunculkan masalah yaitu air limbah singkong. Karena olahan singkong yang dimanfaatkan biasanya hanya singkongnya saja dan membuang air limbah singkongnya.

Pembuatan tepung tapioka singkong dicuci bersih dan digiling hingga halus selanjutnya diendapkan sampai menghasilkan pati singkong. Pada proses ini menghasilkan banyak air limbah singkong yang dibuang begitu saja. Dan menimbulkan banyak dampak negatif bagi warga sekitar pabrik.

Adapun beberapa penelitian terdahulu yang telah membahas pembuatan bata bata tanpa bakar yaitu:

Hasil penelitian yang didapat oleh (Elah & Sa'id, 2014) antara lain yaitu:

- a. Pati singkong mengurangi penyerapan air dari bata yang dibakar dari 19% menjadi 8,5% pada kandungan pati singkong 6%.
- b. Pada ketahanan abrasi bata meningkat dari 4,09 cm² /g menjadi 27 cm² /g pada kadar pati singkong 6% yang kemudian berkurang seiring dengan meningkatnya kandungan pati singkong.
- c. Kuat tekan meningkat pada 6% campuran pati singkong.

Hasil penelitian yang didapat oleh (Kuasuma & Munawaroh, 2017) antara lain yaitu:

- a. Pada pengujian penyerapan air menunjukkan nilai penyerapan air di bawah 20%.
- b. Hasil yang didapat rata-rata berkisar 12,8 n/cm² atau setara kuat tekan 102 kg/cm² pada pembacaan scaletool hammertast dengan interpolasi 609,5 kg/cm².
- c. Kuat tekan memiliki nilai rata-rata pukulan 12,8 n/ cm² setara dengan 102 kg / cm² + 609,5 = 711,5 kg /cm².

Hasil penelitian yang didapat oleh (Souza & Lucena, 2021) antara lain yaitu:

- a. Pada pengujian penyerapan air menunjukkan nilai penyerapan air di bawah 20%.
- b. Hasil uji durabilitas nilai kehilangan massa jauh di bawah batas maksimum 10% yang ditetapkan oleh NBR 13553 dengan tanah A-4.

Hasil penelitian yang didapat oleh (Jonatas & Macêdo de Souza, 2021) antara lain yaitu:

- a. Hasil pengujian kuat tekan sampel 6% dan 12% semen memenuhi syarat minimum yaitu 1,3 MPa. Semua sampel juga memenuhi standar Sri Lanka SLS 1382-1 yaitu (1,2 MPa) dan Selandia Baru NZS 4298 (1,3 MPa) untuk batu bata tanah yang tidak terbakar.
- b. Uji daya tahan dengan pembasahan dan pengeringan dengan menggunakan air limbah singkong menghasilkan kerapatan rata-rata yang lebih tinggi daripada pasangan referensi mereka dengan kandungan semen yang sama (6% dan 12%) juga menunjukkan kehilangan massa yang lebih rendah.
- c. Hasil pengujian penyerapan air menunjukkan di bawah nilai maksimum 20% pada semua umur analisis, maksimum 20% pada semua umur analisis.

Singkong merupakan umbi-umbian yang sangat banyak dimanfaatkan bagi warga Indonesia. Ini terbukti karena banyaknya olahan yang berbahan dasar dari singkong, diantaranya yaitu kerpik singkong, tapai singkong, tepung tapioka dan masih yang banyak lainnya.

Dengan banyaknya olahan yang berbahan dasar singkong ini memunculkan masalah yaitu air limbah singkong. Karena olahan singkong yang dimanfaatkan biasanya hanya singkongnya saja dan membuang air limbah singkongnya.

Pembuatan tepung tapioka singkong dicuci bersih dan digiling hingga halus selanjutnya diendapkan sampai menghasilkan pati singkong. Pada proses ini menghasilkan banyak air limbah singkong yang dibuang begitu saja. Dan menimbulkan banyak dampak negatif bagi warga sekitar pabrik.

Air limbah singkong adalah sisa dari proses produksi tepung tapioka dalam bentuk cair yang berwarna putih kekuningan jika masih baru dan sedangkan sudah membusuk berwarna abu – abu gelap. Air limbah singkong menonjol sebagai cairan yang kaya akan pati, gula, linamarin, protein, dan zat lainnya. Pati adalah biopolimer yang sering digunakan dalam pembuatan bahan biodegradable. Penggunaan pati singkong dalam bahan konstruksi dapat diamati dalam literatur (Jonatas & Macêdo de Souza, 2021).

Air limbah singkong memiliki kadar zat terlarut yang tinggi, termasuk pati yang tersusun dari molekul polimer yang memiliki sifat pengikat yang berfungsi sebagai biopolimer. Molekul pati bersama dengan padatan dalam larutan dapat meningkatkan plastisitas campuran dan ketahanannya dengan mengisi ruang kosong dan efeknya sebagai pengikat (Souza & Lucena, 2021).

Kemungkinan untuk mencampur limbah air singkong kedalam proses pembuatan bata ini ditunjukkan dari beberapa penelitiann terdahulu yang mencapai hasil yang memuaskan. Sebagai contoh, penelitian yang dilkukan oleh (Elah & Sa'id, 2014) menyatakan bahwa: dengan meningkatnya kandungan pati singkong, kekuatan tekan meningkat hingga 6% kandungan pati singkong dan kemudian mulai berkurang seiring dengan meningkatnya kandungan pati singkong. Kecenderungan ini sekali lagi merupakan indikasi bahwa pati singkong 6% adalah jumlah optimal pati singkong untuk kinerja kekuatan maksimum yang sesuai dengan 2.19N/mm².

Pada penelitian dilakukan di Brasil yang menggunakan air limbah singkong yaitu (Jonatas & Mac^edo de Souza, 2021), mendapatkan hasil yang cukup memuaskan, batu bata tanah-semen dengan air limbah singkong menunjukkan hasil rata-rata kepadatan dan kuat tekan yang lebih tinggi daripada yang diukur pada batu bata dengan air. Semua sampel juga memenuhi standar Sri Langka SLS 1382-1 yaitu (1,2 MPa) dan Selandia Baru NZS 4298 yaitu (1,3 MPa) untuk batu bata tanah yang tidak terbakar. Hal ini dibuktikan dengan penggunaan air limbah singkong tidak mempengaruhi proses hidrasi semen. Terlihat bahwa terdapat variasi komposisi kimia *Cassava Wastewater* ketika membandingkan hasil yang diperoleh dalam penelitian ini dengan nilai yang disajikan dalam artikel lain (Jonatas & Mac^edo de Souza, 2021). Kandungan zat kimia yang terkandung pada air limbah singkong.

Tabel 2.1 Komposisi kimia limbah air singkong yang dianalisis dibandingkan dengan nilai dalam literatur.

Referensi Komponen	Penelitian Terdahulu					Air Limbah Singkong
	Ponte	Hien et al	Silva dkk.	Borghetti	Santos et al.	

Nitrogen (mg/L)	425.50		32.40	154.00	167.00	1121.00
Fosfor (mg/L)	259,50		17.80	19.26		132.00
Kalium (mg/L)	1853.50		333.60	1463.00		1456.00
Kalsium (mg/L)	227.50		31.37			93.00
Magensium (mg/L)	405.00		36.87			219.00
Belerang (mg/L)	9.00	9.00				78.53
Besi (mg/L)	15.30		6.09			117.00
Seng (mg/L)	4.20		0,59	3.60		20.00
Mangan (mg/L)	3.70		0.62			15.00
Tembaga (mg/L)	11.50		0,05			9.00
Natrium (mg/L)			51.70			351.00
Total padatan (g/L)						14.56
Total padatan tersuspensi (g/L)		5.90		40.50	6.80	2.37
Ph		5.46	4.80	4.40	6.70	4.50
Sianida (mg/L)	42.50	5.60	12.00	62.00	2.00	5.62

Sumber: (Jonatas & Macêdo de Souza, 2021)

2.3 Bahan Dasar Penyusun Bata

Bahan yang digunakan dalam pembuatan campuran bata merah harus berkualitas baik dan memenuhi persyaratan untuk menghasilkan batu bata dengan kuat tekan tinggi. Bahan yang digunakan antara lain:

a. Tanah Lempung

Tanah lempung ialah kumpulan partikel mikroskopis dan submikroskopik yang dihasilkan dari penguraian kimia partikel-partikel tersebut. Tanah lempung memiliki sifat plastis, kadar air sedang sampai tinggi, permeabilitas sangat rendah, ukurannya $< 0,002$ mm, berbutir halus dan mengeras kering.

b. Semen

Semen adalah bahan yang mempunyai sifat adhesif dan kohesif yang digunakan sebagai bahan pengikat (*Bonding Material*) yang dipakai bersama batu kerikil, pasir, dan air (Irwansyah et al., 2018).

c. Pasir

Pasir adalah bahan butiran yang terdiri dari partikel batuan dan mineral yang terbelah halus. Pasir lebih halus dari kerikil dan lebih kasar dari lanau. Pasir juga bisa merujuk pada kelas struktur tanah atau jenis tanah; Yaitu, tanah yang mengandung lebih dari 85% massa partikel berukuran pasir.

d. Kapur

Kapur tohor atau nama lainnya kalsium oksida (CaO), adalah hasil pembakaran kapur mentah (kalsium karbonat atau CaCO_3) pada suhu sekitar 90°C . Ketika dibasahi dengan air, kapur menghasilkan panas dan menjadi kapur padam (kalsium hidroksida, CaOH).

Kapur merupakan komponen bahan spesi/mortar yang diperoleh dari pembakaran batu kapur pada suhu tertentu kemudian dipadamkan dengan air. Kapur (CaCO_3) pada spesi/mortas berfungsi sebagai bahan pengikat yang berwarna putih (Sukobar et al., 2014).

e. Air

Air disini memiliki fungsi untuk mencampur semua bahan-bahan kering yaitu semen, tanah lempung, pasir, tanah merah dan kapur menjadi sampai berupa adonan yang akan dicetak menjadi batu bata. Namun pada penelitian

ini batu bata yang akan dibuat dicampur atau diganti dengan air limbah singkong. Bahan campuran dalam pembuatan batu bata merah digunakan untuk memperbaiki kualitas tanah liat atau bahan penolong yang akan dijadikan sebagai bahan mentah supaya menjadi bahan yang plastis (Handayani, 2010).

Penelitian terdahulu yang telah melakukan penelitian dengan menggunakan bahan penyusun bata semen dan tanah lempung. Dengan penambahan campuran semen 17% pada semen-lempung tanpa pembakaran menghasilkan kuat tekan yang maksimal yaitu 52 kg/cm^2 (Widodo & Artiningsih, 2021). Nilai optimum kuat tekan yang didapat pada komposisi campuran semen 300, 600, dan 900 gram dengan variasi alkali IIA 30,3 gram dengan nilai sebesar 30,186, 58,136, dan 81,614 kg/cm^2 (Dhiaulaq, 2018)

2.4 Sifat Fisik dan Mekanis Bata

Menurut (Irwansyah et al., 2018) menyebutkan bahwa terdapat dua sifat batu bata yaitu sifat fisik dan mekanis batu bata.

2.4.1 Sifat Fisik Bata

Sifat fisik batu bata yaitu sifat yang dimiliki batu bata tanpa adanya pengaruh pembebanan atau gaya-gaya dari luar yang bekerja pada batu bata. Sifat fisik batu bata yaitu:

a. Sifat tampak luar

Batu bata untuk pasangangan dinding harus mempunyai rusuk-rusuk yang tajam dan siku, bidang sisinya harus datar dan berbentuk segi empat panjang, tidak menunjukkan retak-retak dan perubahan bentuk yang berlebihan, tidak mudah hancur atau patah, warnanya seragam, dan berbunyi nyaring bila dipukul.

b. Sifat ukuran

Ukuran Standar Bata Merah di Indonesia oleh SNI 15-2094-1991 menetapkan suatu ukuran standar untuk bata merah sebagai berikut :

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

c. Berat Jenis

Densitas yang disyaratkan untuk digunakan adalah $1,60 \text{ gr/cm}^3 - 2,00 \text{ gr/cm}^3$ (SNI -03- 4164-1996). Persamaan yang digunakan adalah:

$$\text{Densitas}(D) = \frac{\text{berat kering}}{\text{volume}} \left(\text{gr} / \text{cm}^3 \right) \quad 2.1$$

d. Warna Tampak

Warna bata untuk bata tanpa bakar dengan memanfaatkan limbah pertanian sulit untuk dipastikan.

2.4.2 Sifat Mekanis Bata

Sifat mekanis batu bata yaitu sifat yang dimiliki batu bata karena adanya pengaruh pembebanan atau gaya-gaya dari luar yang bekerja pada batu bata. Sifat mekanis batu bata yaitu:

a. Kuat tekan

Kuat tekan bata adalah besarnya kemampuan batu bata dalam menerima beban maksimum sampai pecah atau mengalami kerusakan fisik.

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad 2.2$$

Dimana:

σ = Kuat tekan bata (Kg/cm^2)

P = Gaya tekan maksimum (Kg)

A = Luas bidang tekan (cm^2)

b. Kadar Air

Berdasarkan ASTM C-67-03 adalah $< 15 \%$ dengan persamaan sebagai berikut:

$$\% \text{Kadar Air} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\% \quad 2.3$$

Dimana:

W_1 = Berat sebelum dipanaskan (kg);

W_2 = Berat sesudah dipanaskan (kg)

c. Kadar Garam

Menurut (Handayani, 2010), kualitas kadar garam yang kurang dari 50% permukaan batu bata merah tertutup oleh lapisan tipis berwarna putih

karena pengkristalan garam-garam yang dapat larut, tidak membahayakan dan 50% atau lebih dari permukaan batu bata merah tertutup oleh lapisan putih yang agak tebal karena pengkristalan garam-garam yang dapat larut, tetapi dalam permukaan batu bata merah tidak menjadi bubuk atau terlepas, ada kemungkinan membahayakan serta bila lebih dari 50% permukaan batu bata merah tertutup oleh lapisan putih yang tebal karena pengkristalan garam-garam yang dapat larut dan bagian-bagian dari permukaan batu bata merah menjadi bubuk atau terlepas, hal ini membahayakan. Kadar garam dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$G = \frac{A_g}{A} \times 100\% \quad 2.4$$

Dimana:

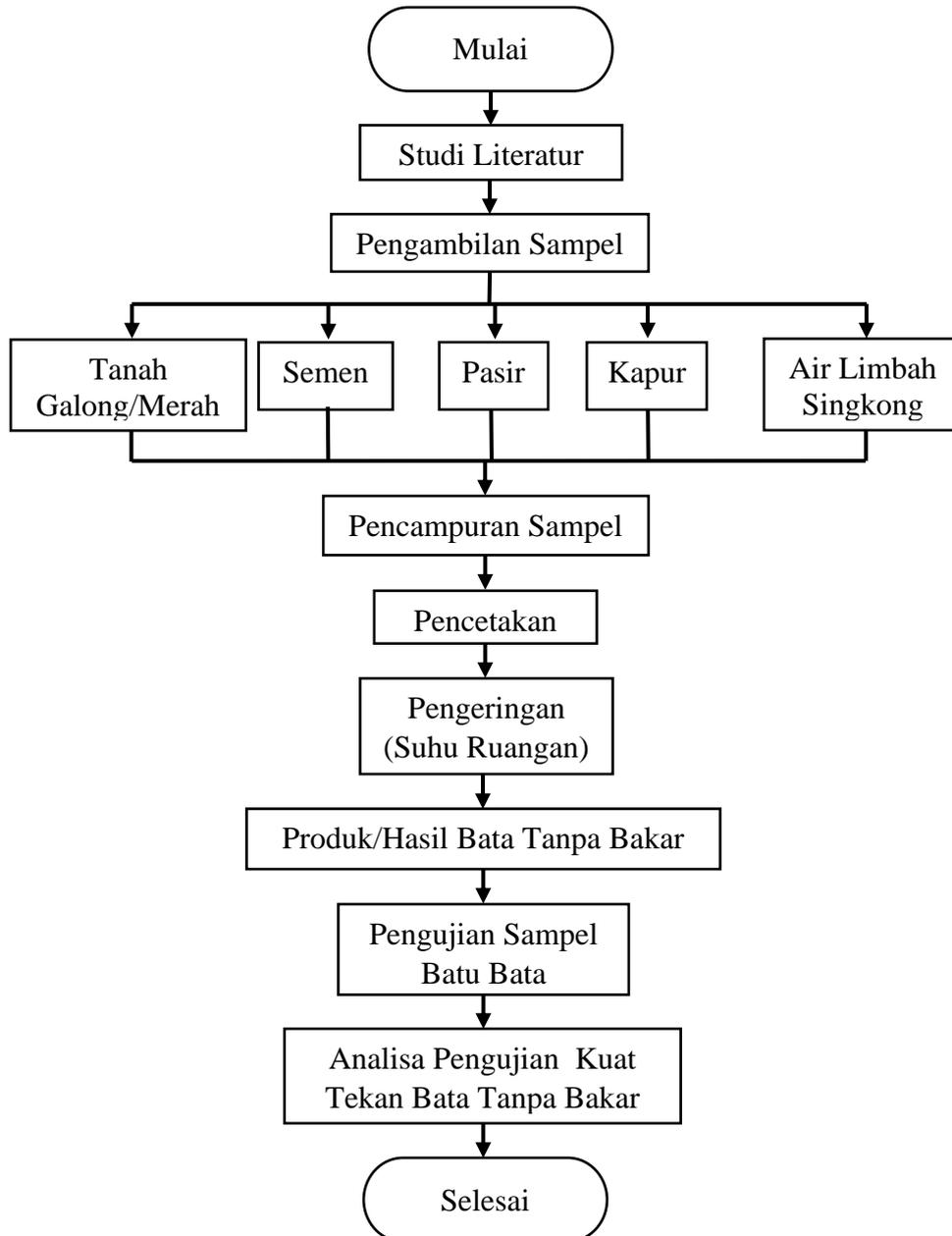
G = Kadar garam (%);

A_g = Luasan kandungan garam (cm^2)

A = Luasan Bata (cm^2)

BAB 3
METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3. 1: Bagan Alir Metodologi Penelitian

3.2 Tahap Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimental laboratorium yaitu melakukan beberapa percobaan secara langsung di laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang berdasarkan data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini. Ada beberapa tahapan pada penelitian ini yaitu:

1. Menyiapkan bahan-bahan pembuatan batu bata
2. Proses pembuatan bahan mentah menjadi bahan baku batu bata
3. Proses mencetak batu bata dengan cetakan manual
4. Pengujian batu bata yang sudah ditetapkan sebelumnya
5. Melakukan analisis data berdasarkan hasil dari pengujian yang dilakukan pada tahap 4. Analisis data adalah pembahasan hasil penelitian, kemudian dari langkah tersebut dapat diambil kesimpulan penelitian.
6. Setelah hasil pengujian telah didapat pada tahap 5 maka dilakukan pembuatan laporan hasil penelitian yang telah dilaksanakan.

3.3 Sumber-Sumber Data Dalam Penelitian

Sumber data dalam penelitian adalah sumber darimana data dapat diperoleh yang nantinya digunakan untuk memecahkan permasalahan dengan mengumpulkan, mencatat, mempelajari dan menganalisa data yang diperoleh. Pada penelitian ini sumber data yang digunakan yaitu:

3.3.1 Data primer

Data yang didapat langsung dari hasil pengujian batu bata di laboratorium, yaitu:

- a. Sifat tampak luar
- b. Sifat ukuran
- c. Sifat kerapatan atau densitas
- d. Kuat tekan
- e. Daya serap batu bata
- f. Kadar Garam

3.3.2 Data sekunder

Data yang didapat dari buku-buku, jurnal, karya ilmiah dari peneliti terdahulu serta data teknis mengenai Standar Nasional Indonesia dan diskusi langsung dengan dosen pembimbing. Fungsi data sekunder yaitu sebagai pendukung data primer agar meningkatkan kualitas penelitian.

3.4 Bahan dan Peralatan Penelitian

3.4.1. Bahan

Bahan-bahan yang diperlukan untuk pembuatan batu bata yaitu:

1. Tanah merah

Tanah merah yang digunakan pada penelitian terlihat pada gambar 3.2 yang berasal dari Kabupaten Deli Serdang.



Gambar 3. 2 Tanah Merah

2. Tanah galong

Tanah galong yang digunakan pada penelitian terlihat seperti gambar 3.3 yang berasal dari Kabupaten Deli Serdang.



Gambar 3. 3 Tanah Galong

3. Kapur

Kapur yang digunakan adalah kapur yang didapat dari pabrik kapur atau tempat penjual kapur, kapur yang dipakai terlihat seperti pada gambar 3.4. Adapun daftar spesifikasi kapur yang digunakan seperti terlihat pada tabel 3.1 dibawah:

Tabel 3. 1 Spesifikasi kandungan kapur

Substance insoluble in acetic acid	<0.3 %
Substance insoluble in hydrochloric acid	<0.3 %
Chloride (Cl)	<0.02 %
Fluoride (F)	<0.005 %
Sulphate (SO ₄)	<0.05 %
Heavy Metals (as Pb)	<0.002 %
As (Arsenic)	<0.0003 %
Ba (Barium)	Passes test
Fe (Iron)	<0.002 %
Hg (Mercury)	<0.00005 %
Pb (Lead)	<0.0003 %
Magnesium and alkali metals	<0.02 %
Appearance	White Powder
Residue on a 45 µm sieve (ISO 787/7)	0.5%
Top Cut (d ₉₇)	10 µm
Particicles < 5 µm	40%
Brightness (Ry, C/2. DIN 53163)	93%
Moisture, ex works (ISO 787/2)	0.5%
Bulk density	0.5 gm/cc
Ca (OH) ₂	93.66%
CaO	70%
pH	13



Gambar 3. 4 Kapur

4. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen padang tipe 1 PPC (Portland Pozolan Cement) yang terlihat pada gambar 3.5 berikut.



Gambar 3. 5 Semen

5. Pasir

Pasir yang digunakan yaitu pasir alam yang berasal dari daerah Binjai, terlihat pada gambar 3.6 berikut.



Gambar 3. 6 Pasir

6. Air

Air yang digunakan pada penelitian ini adalah air limbah singkong yang berasal dari produksi pembuatan tapai singkong. Air limbah singkong yang digunakan pada penelitian ini memiliki pH 5.74 ini tergolong asam, yang terlihat pada gambar 3.7 dibawah. Produksi tapai singkong ini berada di Kecamatan Galang, Kabupaten Deli Serdang.

Pengambilan air limbah singkong dari proses pembuatan tapai singkong yaitu:

- a. Pertama kupas singkong dari kulitnya hingga bersih
- b. Selanjutnya kikis singkong sedikit hingga kesat dan cuci hingga bersih. (Bekas kikisan dan air cucian singkong inilah yang digunakan untuk pengganti air mineral pada penelitian.)
- c. Potong singkong sesuai selera dan kukus singkong hingga matang.
- d. Dinginkan singkong, masukkan singkong ke dalam wadah lalu taburi ragi yang telah dihaluskan
- e. Tutup rapat singkong dengan daun pisang, selanjutnya tunggu hingga 2 hari sampai singkong menjadi tapai.



Gambar 3. 7 Air Limbah Singkong

3.4.2. Peralatan

Alat-alat yang diperlukan dalam penelitian ini adalah:

1. Sekop

Sekop digunakan sebagai alat untuk mengambil tanah dan mengaduk bahan pada penelitian yang terlihat pada gambar 3.8.



Gambar 3. 8 Sekop

2. Penggaris

Penggaris digunakan sebagai alat untuk mengukur panjang, lebar dan tebal bata yang terlihat pada gambar 3.9.



Gambar 3. 9 Penggaris

3. Ember

Ember pada penelitian ini digunakan sebagai wadah penyimpanan bahan utama yang sudah dihaluskan agar bahan-bahan tidak tercampur dan tidak terkena air. Ember yang digunakan terlihat pada gambar 3.10 berikut.



Gambar 3. 10 Ember

4. Alat cetakan bata

Alat ini berfungsi untuk mencetak batu bata agar batu bata yang dicetak sesuai standar yang telah ditentukan dan bata yang dihasilkan memiliki ukuran yang sama. Alat cetakan bata ini terbuat dari baja yang kuat sehingga tahan digunakan dengan beban minimal 5 Mpa. Alat cetakan bata yang digunakan pada penelitian ini terlihat pada gambar 3.11.



Gambar 3. 11 Cetakan bata

5. Mesin hidrolik press bata

Mesin hidrolik press bata digunakan untuk menegepres adonan bata yang berada di cetakan agar bata yang dihasilkan padat. Alat ini dilengkapi dengan mesin hidraulik yang bisa menekan adonan bata di 5 Mpa. Mesin hidrolik press bata yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.12.



Gambar 3. 12 Mesin hidrolik press bata

6. Timbangan digital

Timbangan digital berfungsi sebagai alat untuk menimbang bahan-bahan yang akan digunakan agar bahan yang digunakan sesuai dengan komposisi yang sudah ditentukan. Timbangan digital yang digunakan terlihat pada gambar 3.13,



Gambar 3. 13 Timbangan digital

7. Palu / besi

Palu atau besi digunakan sebagai alat untuk penghancur tanah menjadi halus sampai tanah lolos saringan yang sudah ditentukan.

8. Cawan besi

Cawan besi digunakan sebagai wadah saat menghancurkan tanah dengan palu.

9. Alat kuat tekan bata (*Compression Test*)

Alat kuat tekan bata, digunakan untuk menguji kuat tekan bata untuk mengetahui nilai kuat tekan pada bata.



Gambar 3. 14 Alat kuat tekan bata

10. Gelas Ukur

Gelas ukur berfungsi untuk mengukur air dan air limbah singkong yang sesuai dengan komposisi. Gelas ukur yang digunakan terlihat pada gambar 3.15.



Gambar 3. 15 Gelas ukur

11. Saringan

Saringan yang digunakan adalah saringan nomor 16 berdiameter 1,18 mm, berfungsi untuk menyaring tanah yang sudah dihaluskan terlebih dahulu, yang terlihat pada gambar 3.16.



Gambar 3. 16 Saringan

3.5 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jl. Kapten Mukhtar Basri Medan. Penelitian ini dimulai dari bulan Januari hingga Maret 2023.

3.6 Pembuatan batu bata

Tujuan umum dari tahap penelitian ini adalah pembuatan benda uji (batu bata). Berikut ini tahapan pembuatan batu bata, sebagai berikut:

1. Pengumpulan bahan baku yang akan digunakan pada penelitian.
2. Jemur dan haluskan tanah hingga lolos saringan 16.
3. Persiapkan tempat yang cukup luas untuk menampung volume bahan rencana.
4. Meletakkan semua bahan baku kedalam wadah atau pan.
5. Dengan alat pengaduk, lakukan pencampuran hingga menjadi adonan dengan perbandingan 1:8:2 dan air maksimal 20% dari berat satu benda uji yang akan dibuat.
6. Selanjutnya lakukan percetakan dengan alat cetakan bata lalu di press dengan mesin hidrolik press bata.
7. Setelah di press batu bata dikeluarkan dari alat cetak dan ditempatkan ke tempat yang sudah di sediakan untuk pengeringan dengan sinar matahari. Penjemuran batu bata dengan dua sisi miring.

8. Penataan susunan batu bata kering yang telah selesai dijemur.

Tabel 3. 2: komposisi campuran benda uji.

No	Pengikat		Tanah Merah (gr)	Tanah Galong (gr)	Pasir (gr)	Jumlah Air (ml)	Kode Sampel
	Semen (gr)	Kapur (gr)					
1	172.8		1382.4		345.6	350	CCM
2	172.8			1382.4	345.6	350	CCG
3		172.8	1382.4		345.6	350	CLM
4		172.8		1382.4	345.6	350	CLG
5	172.8		1382.4		345.6	350	CMCW
6	172.8			1382.4	345.6	350	CGCW
7		172.8	1382.4		345.6	350	LMCW
8		172.8		1382.4	345.6	350	LGCW

Komposisi campuran batu bata dengan perbandingan berat satu benda uji yaitu batu bata dalam keadaan basah. Menentukan nilai jumlah air yang digunakan menggunakan metode coba-coba “*trial and error method*”, metode ini dilakukan karena air yang diperlukan dalam pembuatan satu bata tidak semuanya sama.

Keterangan:

1. CCM : Control Cement Merah
2. CCG : Control Cement Galong
3. CLM : Control Kapur Merah
4. CLG : Control Kapur Galong
5. CMCW : Cement Merah Cassava Wastewater
6. CGCW : Cement Galong Cassava Wastewater
7. LMCW : Lime Merah Cassava Wastewater
8. LGCW : Lime Merah Cassava Wastewater

3.7 Proses Pengujian

Pada penelitian ini proses pengujian batu bata berdasarkan Standar Nasional Indonesia, yaitu SNI 15-2094-2000. Adapun beberapa proses pengujian batu bata sebagai berikut:

1. Sifat tampak luar

Batu bata tanah liat yang digunakan untuk dinding pasangan bata harus berbentuk prisma segi empat, dengan tepi sudut tajam, memiliki bidang halus, tidak ada retak, tidak berubah bentuk berlebihan, tidak mudah

hancur atau pecah, warnanya seragam, dan mengeluarkan suara keras saat dipukul.

2. Sifat ukuran

Berdasarkan SNI 15-2094-2000, ukuran dan toleransi bata merah dikelompokkan menjadi beberapa modul. Dapat dilihat dari table dibawah ini.

Tabel 3. 3 Ukuran dan toleransi bata merah pejal untuk pasangan dinding.

Modul	Tinggi (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)
M - 5a	65 ± 2	92 ± 2	190 ± 4
M - 5b	65 ± 2	100 ± 2	190 ± 4
M - 6a	52 ± 3	110 ± 2	230 ± 5
M - 6b	55 ± 3	110 ± 2	230 ± 5
M - 6c	70 ± 3	110 ± 2	
M - 6d	80 ± 3	110 ± 2	230 ± 5

3. Sifat kerapatan atau densitas

Kerapatan semu minum bata merah pejal untuk pasangan dinding adalah 1.2 gram/cm².

4. Daya serap bata

Daya serap yang dipersyaratkan untuk bata merah adalah 20 gr/dm²/menit. Apabila nilai daya serap lebih besar dari yang disyaratkan, maka bata merah tersebut perlu direndam dalam air terlebih dahulu sebelum dipasang.

Proses penujiannya yaitu:

- Bata yang akan diuji harus direndam dengan air sampai jenuh, dan di timbang beratnya (A)
- Selanjutnya proses pengeringan di suhu 100-110 °C selama 24 jam, dan dinginkan sampai suhu ruangan lalu ditimbang beratnya (B)
- Hitung daya serap bata dengan rumus $(A-B)/B \times (100\%)$.

5. Kadar Garam

Garam yang mudah larut dan membahayakan serta dapat menyebabkan terjadinya kerusakan struktural “*Effloresence*” pada permukaan bata adalah

- magnesium sulfat ($MgSO_4$)
- natrium sulfat (Na_2SO_4)
- kalium sulfat (K_2SO_4)

Dengan total kadar garam maksimum yaitu 1.0%

6. Kuat tekan

Besar kuat tekan rata-rata dan koefisien variasi yang diizinkan untuk bata merah dikelompokkan menjadi beberapa kelas yang dapat dilihat pada tabel.

Tabel 3. 4 Kuat tekan dan koefisien variasi untuk bata merah pejal untuk pasangan dinding.

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

Adapun prosedur pengujiannya yaitu:

1. Siapkan batu bata yang akan diuji dari perawatan
2. Timbang berat batu bata dan catat hasilnya
3. Selanjutnya batu bata di letak pada mesin tekan
4. Benda uji ditekan dengan mesin tekan hingga mengalami rusak/hancur, kecepatan penekanan diatur hingga sama dengan 2 $kg/cm^2/detik$.
5. Catat beban maksimum hancur yang terjadi selama pemeriksaan benda uji.
6. Lakukan langkah 1 samapi 5 keseluruhan batu bata yang akan di uji

BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Pemeriksaan Bahan

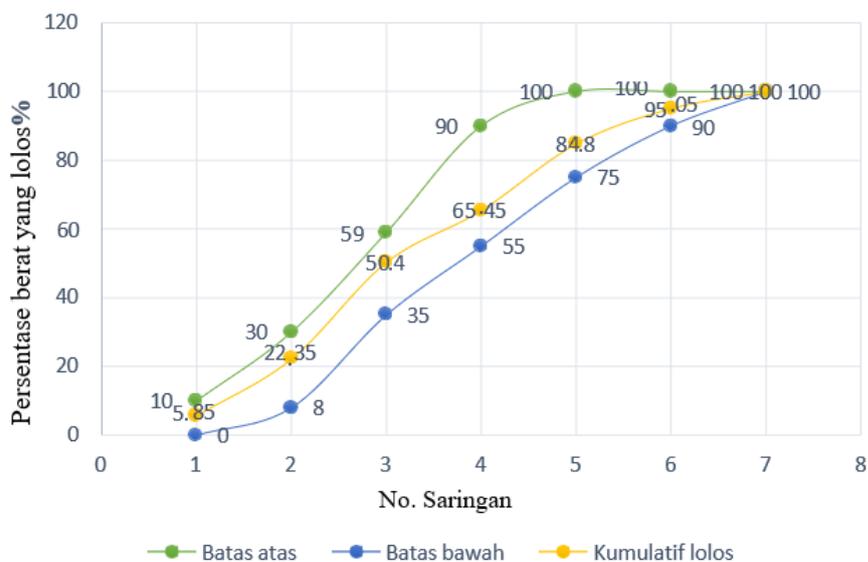
Di dalam Di dalam pemeriksaan bahan baik agregat halus maupun tanah dilakukan di Laboratorium mengikuti panduan dari SNI tentang pemeriksaan agregat serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

4.1.1 Analisa Pemeriksaaan Agregat Halus

Agregat halus yaitu pasir yang digunakan dalm penelitian ini adalah pasir yang berasal dari Binjai, secara umum mututelah memenuhi syarat untuk dapat digunakan sebagai bahan bangunan.

4.1.1.1 Analisa Gradasi Agregat Halus

Cara kerja dan alat yang digunakan berdasarkan SNI 03- 2834-2000, serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU. Yang akan dibuat grafik zona gradasi agregat yang didapat dari nilai kumulatif agregat. Hasil dari Analisa gradasi agregat halus dapat dilihat pada grafik 4.1 berikut.



Gambar 4. 1: Grafik gradasi agergat 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, 2023).

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% berdasarkan SK SNI S – 04 – 1989 – F, sehingga agregat tidak perlu harus dicuci sebelum pengadukan.

4.1.1.3 Kadar Air Agregat Halus

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 (%) (Ananda, 2022).

Dari hasil kadar air didapat nilai rata-rata 5,43 % maka, didapatlah 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 Deli Serdang.

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 felspar, felspar merupakan senyawa dari silika- kalsium-aluminium, silikat-natrium-aluminium, silikat-kalsium aluminium.

Fiantis (2017) menyatakan klasifikasi tanah merah dan tanah galong yaitu:

1. Tanah Merah

Tanah merah yang digunakan pada penelitian ini yaitu tanah Latosol. Tanah Latosol merupakan tanah yang telah mengalami pelapukan lanjut dengan kandungan bahan organik, mineral primer dan unsur hara rendah, bereaksi masam (pH 4.5 – 5.5), terjadi akumulasi seskuioksida, tanah berwarna merah, coklat kemerahan hingga coklat kekuningan atau kuning. Tanah terdapat mulai dari daerah pantai hingga 900 m dengan curah hujan antara 2500 – 7000 mm per tahun. Tanah Latosol merupakan tanah yang mempunyai distribusi kadar liat tinggi (>60%), KB < 50%, horison A umbrik dan horison B kambik.

2. Tanah Galong

Tanah galong yang digunakan pada penelitian ini yaitu tanah Podsol. Tanah Podsol merupakan tanah dengan bahan organik cukup tinggi yang terdapat diatas lapisan berpasir yang mengalami pencucian dan berwarna kelabu pucat atau terang. Dibawah horison berpasir terdapat horison iluviasi berwarna coklat tua sampai kemerahan akibat adanya iluviasi bahan organik dengan oksida besi dan aluminium. Tanah ini berkembang dari bahan induk endapan yang mengandung silika, batu pasir atau tufa vulkanik masam. Tanah dijumpai mulai dari permukaan laut sampai 2000 m dengan curah

hujan 2500 – 3500 mm/tahun. Tanah Podsol adalah tanah yang mempunyai horison B spodik.

Das, Braja M. Noor Endah, (1995) menyatakan klasifikasi tanah berdasarkan AASHTO menggunakan data-data bahan yang telah di uji yang akan dicocokkan dengan angka-angka yang berdasarkan tabel 4.1 dibawah.

Tabel 4. 1 Klasifikasi tanah AASHTO

Klasifikasi Umum	Tanah berbutir (35 atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200)							Tanah lanau-lempung (lebih dari 35 % dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No. 200)			
	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7
	A-1a	A-1b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5* A-7-6*
Analisis ayakan (% lolos)											
No. 10	≤ 50	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
No. 40	≤ 30	≤ 50	≤ 51	---	---	---	---	---	---	---	---
No. 200	≤ 15	≤ 25	≤ 10	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≤ 35	≥ 36	≥ 36	≥ 36	≥ 36
Sifat fraksi yang lolos ayakan No. 40 batas cair (LL)	---	---	≤ 41	≥ 41	≤ 40	≥ 40	≤ 40	≤ 41	≤ 40	≥ 41	≥ 41
Indeks elastisitas (PI)	≤ 6	NP	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≤ 10	≤ 10	≥ 11	≥ 11	≥ 11
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung				Tanah berlanau		Tanah berlempung	
Penilaian sebagai bahan dasar tanah	Baik sekali sampai baik							sedang sampai jelek			

Keterangan : * Untuk A-7-5, PI ≤ LL - 30
** Untuk A-7-6, PI > LL - 30

Sumber: (Das, Braja M. Noor Endah, 1995)

Rumus *Group Indeks* untuk kelompok selain A-2-6 dan A-2-7

$$GI = (F - 35) [0.2 + 0.005(LL - 40)] + 0.01(F - 15)(PI - 10) \quad 4.1$$

Rumus *Group Indeks* hanya untuk kelompok A-2-6 dan A-2-7

$$GI = +0.01(F - 15)(PI - 10) \quad 4.2$$

Pada penelitian ini untuk menentukan klasifikasi berdasarkan AASHTO maka diperlukan data bahan tanah merah dan tanah galong yang telah diuji seperti terlihat pada tabel 4.2 di bawah ini.

Tabel 4. 2 Data pengujian tanah

Jenis Tanah	Analisa Saringan Tanah			Batas Cair	Batas Plastis	Indeks Plastisitas
	No.10	No.40	No.200			
Tanah Merah	3.7	9.2	37.4	39	22.5	16.9
Tanah Galong	5.7	6	39.2	44	27.5	16.1

a. Tanah Merah

Berdasarkan data tabel 4.2 dan di cocokan dengan tabel 4.1 tanah merah masuk dalam kelompok A-6.

$$GI = (F - 35) [0.2 + 0.005(LL - 40)] + 0.01(F - 15)(PI - 10)$$

$$GI = (37.4 - 35) [0.2 + 0.005(39 - 40)] + 0.01(37.4 - 15)(16.9 - 10)$$

$$GI = 4.17 \approx 4$$

Klasifikasi tanah merah merah berdasarkan AASHTO yaitu: A-6(4)

b. Tanah Galong

Berdasarkan data tabel 4.2 dan di cocokan dengan tabel 4.1 tanah merah masuk dalam kelompok A-7-6

$$GI = (F - 35) [0.2 + 0.005(LL - 40)] + 0.01(F - 15)(PI - 10)$$

$$GI = (39.2 - 35) [0.2 + 0.005(44 - 40)] + 0.01(39.2 - 15)(16.1 - 10)$$

$$GI = 7.12 \approx 7$$

Klasifikasi tanah merah merah berdasarkan AASHTO yaitu: A-7-5(7)

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%.

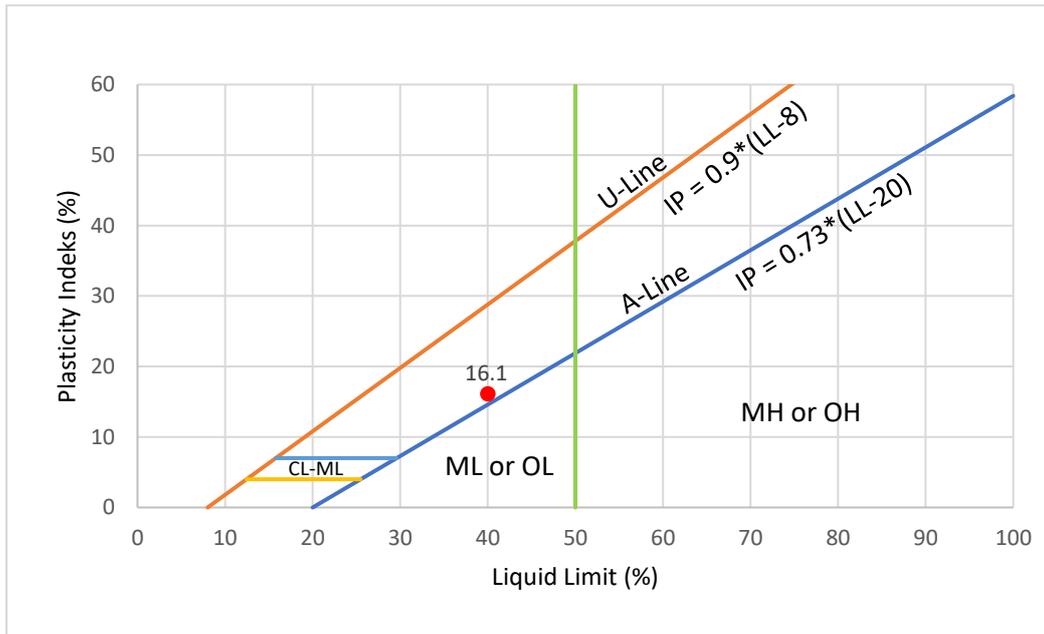
4.1.2.2 Uji Indeks Plastisitas

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

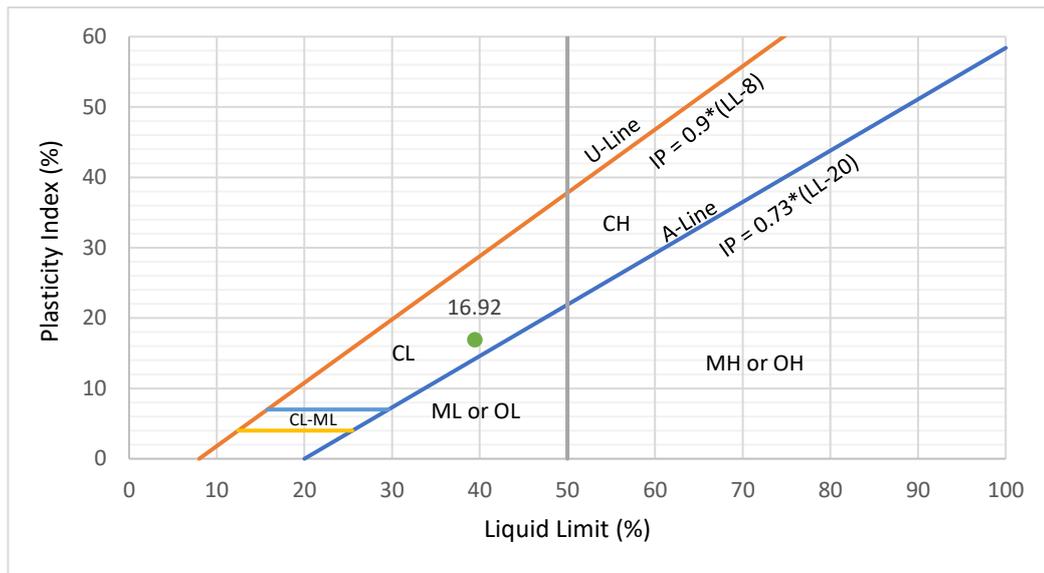
pengujian inisangat sering digunakan untuk menghubungkan dengan parameter fisistanaah seperti identifikasi dan klasifikasi tanah. Hubungan antara batas cair dan indeks plastisitas tanah, yang mana dikenal dengan grafik plastisitas casagrande. Hal yang penting dalam grafik plastisitas ini adalah garis 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 inorganic dan lanau ornagik. Lempung inorganic akan berada di atas garis-A, dan lanau inorganic berada di bawah garis-A. Lanau organik berada dalam bagian yang sama (dibawah garis-A dan dengan LL berkisarantara 30 – 50%) yang mana merupakan lanau inorganic dengan derajat pemampatan sedang. empung organic berada dalam bagian yang samadimana 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 indek plastisitas dan batas cair untuk suatu tanah. Garis-U mengikuti persamaan garis lurus: $PI = 0,9(LL-8)$ (Helwig et al., n.d.).

Tanah digunakan harus memenuhi sifat plastis dan kohesif sehingga dapat mudah dibentuk. Lempung yang memiliki nilai plastis yang tinggi dapat menyebabkan batu bata yang dibentuk akan meledak, retak atau pecah saat dibakar. Lempung untuk bahan baku pembuatan batu bata harus mempunyai tingkat pelastisan plastis dan agak plastis. Dari indeks keplastisannya, lempung untuk batu bata mempunyai tingkat keplastisan 25% - 30% (Dhiaulaq, 2018).

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan batas cair contoh tanah. Batas cair tanah adalah kadar air tanah pada keadaan peralihan antara keadaan cair dan keadaaln 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. Untuk hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 4.2 dan 4.3 dibawah ini.



Gambar 4. 2: Grafik Indeks Plastis tanah merah



Gambar 4. 3 Grafik Indeks Plastis tanah merah

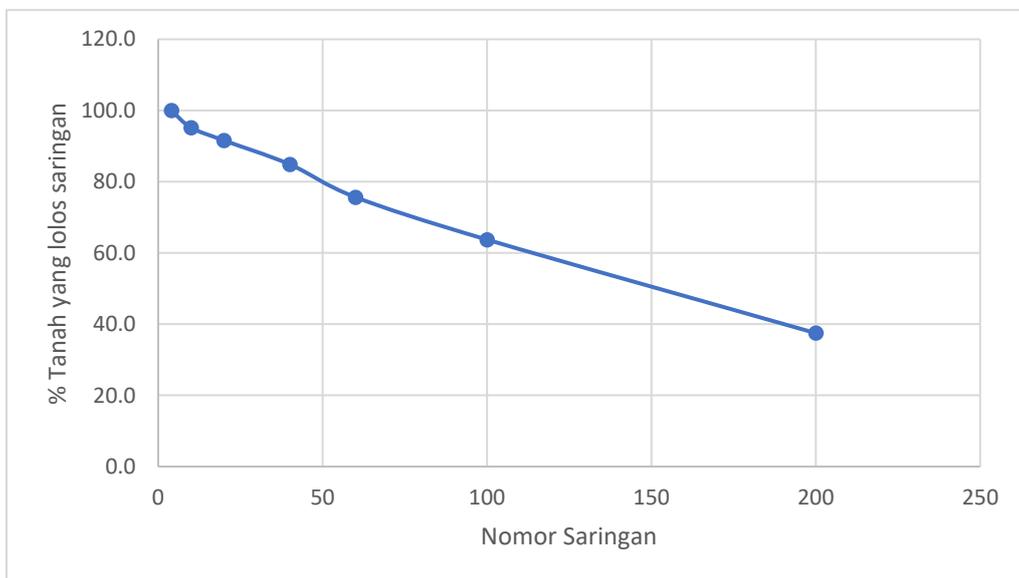
Hasil pengujian yaitu, batas cair dan batas plastis tanah galong dapat dilihat pada gambar 4.3 dan tanah merah dapat dilihat pada gambar 4.2 diperoleh nilai Batas Cair (*Liquid Limit*) dari tanah galong 37% dan tanah merah 43,7% sedangkan Batas Plastis (*plastic limit*) 22,5% pada tanah galong dan batas plastis (*plastic limit*) 28,7% pada tanah merah, maka di dapat indeks plastisitas (*plasticity index*) dari tanah galong sebesar 14,5% dan tanah merah sebesar 15%.

4.1.2.3 Analisa Butiran Tanah Galong dan Tanah Merah

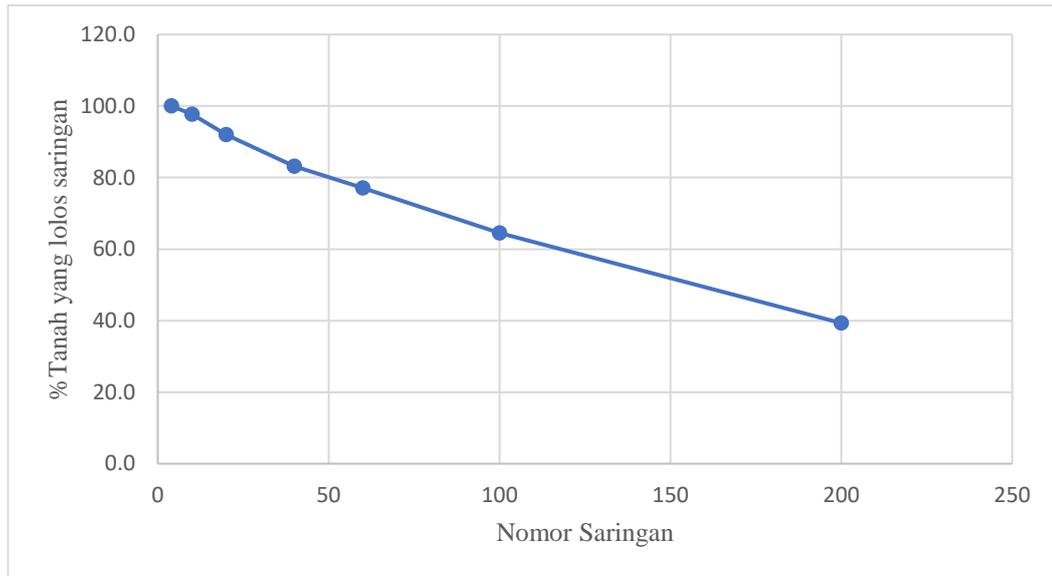
Tujuan Analisa Butiran Tanah adalah pembagian butiran (gradasi) tanah. Pelaksanaan penentuan gradasi dilakukan pada tanah merah dan galong. Alat yang digunakan adalah seperangkat saringan dengan ukuran jaring-jaring tertentu.

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.

Dari 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 4.4 dan 4.5 dibawah ini.



Gambar 4. 4:Grafik gradasi tertahan tanah merah



Gambar 4. 5: Grafik gradisa tertahan tanah galong

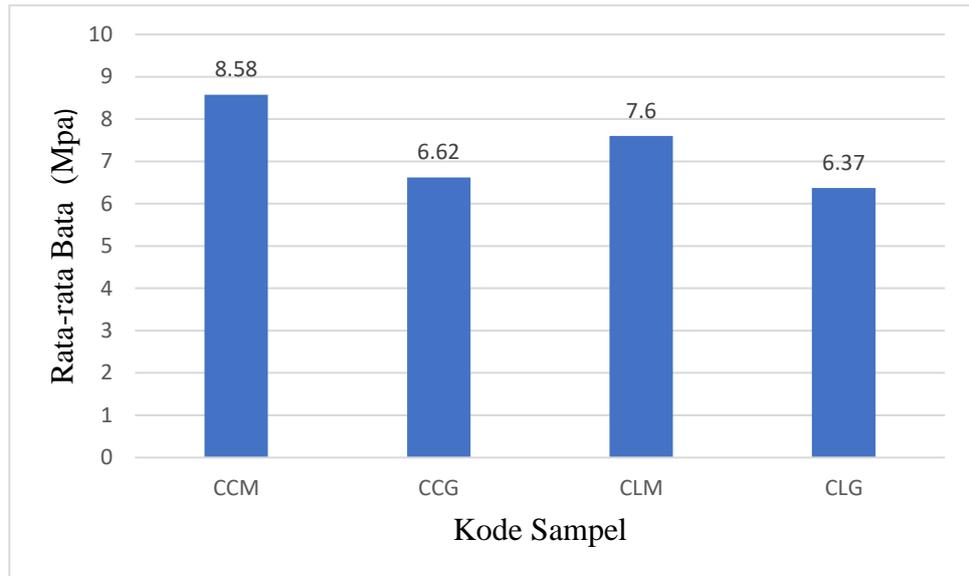
4.2 Hasil dan Analisa Pengujian Bata

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

4.2.1 Kuat Tekan Bata

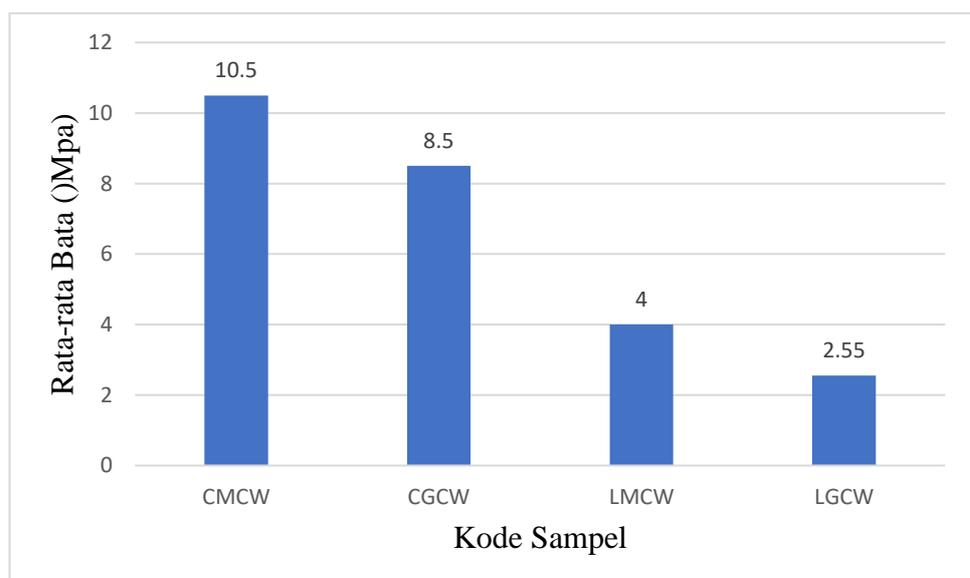
Kuat tekan batu bata adalah kekuatan tekan maksimum batu bata per satuan luas permukaan yang dibebani (Witjaksana et al., 2016). Kuat tekan dari suatu bahan bangunan merupakan karakteristik yang sangat menentukan kualitas suatu bahan tersebut. Untuk menghitung kuat tekan sampel diperlukan parameter terukur yaitu beban tekan (gaya tekan F) dan luas bidang sampel batu bata, A . Setelah melakukan pengujian kuat tekan maka selanjutnya dibandingkan dengan nilai standar berdasarkan referensi dan standar nasional yang ditetapkan.

Berikut adalah hasil uji kuat tekan batu bata sebanyak 24 sampel dari 8 variasi. Dengan dimensi Panjang = 200 mm, lebar = 100 mm, luas (A) = 20000 (mm^2).



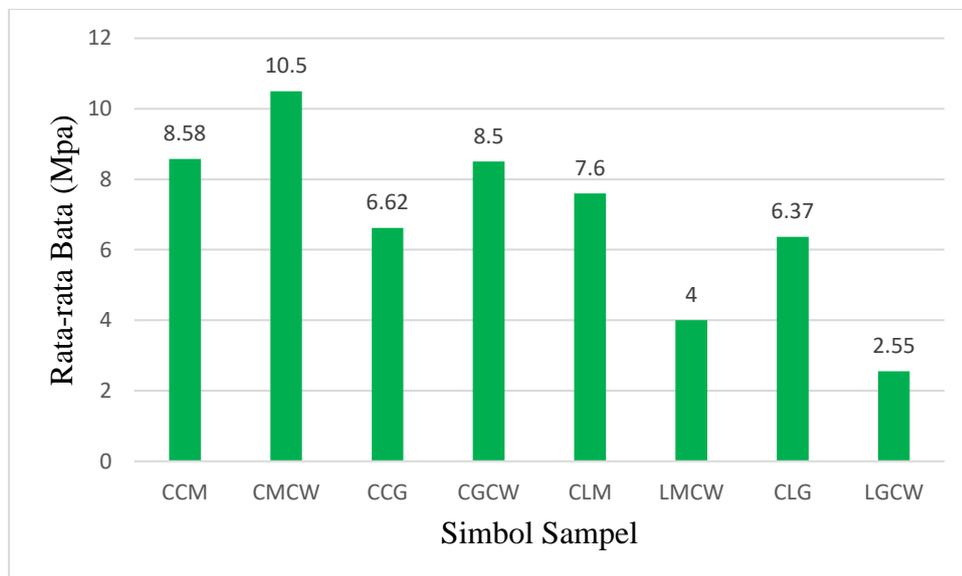
Gambar 4. 6: Grafik Uji Kuat Tekan Bata Kontrol

Berdasarkan dari hasil pengujian seperti yang ditampilkan dalam gambar 4.6 di atas dapat dilihat bahwa kuat tekan bata kontrol merah semen dengan nilai 8,58 MPa lebih besar dibandingkan bata kontrol merah kapur dengan nilai 7,60 MPa. Kuat tekan bata kontrol galong semen dengan nilai 6,62 MPa lebih besar dibandingkan bata kontrol galong kapur dengan nilai 6,37 MPa. Dengan ini menunjukkan hasil kuat tekan bata kontrol dengan sampel kontrol semen merah (CCM) menunjukkan hasil kuat tekan yang paling signifikan.



Gambar 4. 7: Grafik Uji Kuat Tekan Bata ALS

Berdasarkan dari hasil pengujian seperti yang ditampilkan dalam gambar 4.7 di atas dapat disimpulkan bahwa kuat tekan bata merah semen dengan air limbah singkong pada umur 28 hari adalah sebesar 10.5 MPa lebih besar dibandingkan bata galong semen dengan air limbah singkong dengan nilai 8.5 MPa. Sedangkan bata merah kapur dengan air limbah singkong yaitu 4.00 Mpa lebih besar dibandingkan dengan galong kapur menggunakan air limbah singkong yaitu 2.55. Untuk mempermudah menganalisa data, nilai kuat tekan dari masing-masing sampel bata menggunakan air limbah singkong dapat disajikan dalam bentuk grafik seperti tampak pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 8: Grafik perbandingan kuat tekan bata semua variasi

Dari Gambar 4.8 diatas hasil kuat tekan bata semen merah ALS (CMCW) yaitu 10.5 Mpa lebih besar dibandingkan bata kontrol semen merah (CCM) yaitu 8.58, bata semen galong ALS (CGCW) yaitu 8.5 Mpa lebih besar dibandingkan bata kontrol semen galong (CCG) yaitu 6.62 Mpa, bata kapur merah ALS (LMCW) yaitu 4 Mpa lebih kecil dibandingkan bata kontrol kapur merah (CLM) yaitu 7.6 Mpa, bata kapur galong ALS (LGCW) yaitu 2.55 Mpa lebihkecil dibandingkan bata kontrol kapur galong (CLG) yaitu 6.37 Mpa

Pada penelitian ini bata semen merah menggunakan ALS dan bata semen galong menggunakan ALS sudah memenuhi persyaratan SNI 15-2094-2000

yaitu sebesar 5 Mpa. Namun jika membandingkan hasil yang didapat dengan standar Sri Lanka SLS 1382-1 (1,2 MPa) dan Selandia Baru NZS 4298 (1,3 MPa) untuk batu bata tanah yang tidak terbakar semua sampel bata memenuhi syarat (Jonatas & Macêdo de Souza, 2021).

4.2.2 Daya Serap Air Bata

Daya serap air adalah kemampuan bahan dalam menyerap air (daya hisap). Daya serap air yang tinggi akan berpengaruh pada pemasangan batu bata dan adukan karena air pada adukan akan diserap oleh batu bata sehingga pengeras adukan tidak berfungsi dan dapat mengakibatkan kuat adukan menjadi lemah. Daya serap yang tinggi disebabkan oleh besarnya kadar pori pada batu bata (batu bata tidak padat (Handayani, 2010)). Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan batu bata dalam menyerap air pada masing-masing variasi persentase serbuk cangkang kerang dengan cara merendam pada suatu wadah yaitu baskom berisi air selama 24 jam.



Gambar 4. 9: Proses pengovenan benda uji

Gambar 4.9 diatas menjelaskan proses pengeringan benda uji menggunakan oven selama 12 jam dengan suhu 199,5-200 °C untuk kemudian masuk ke tahap pengujian selanjutnya.

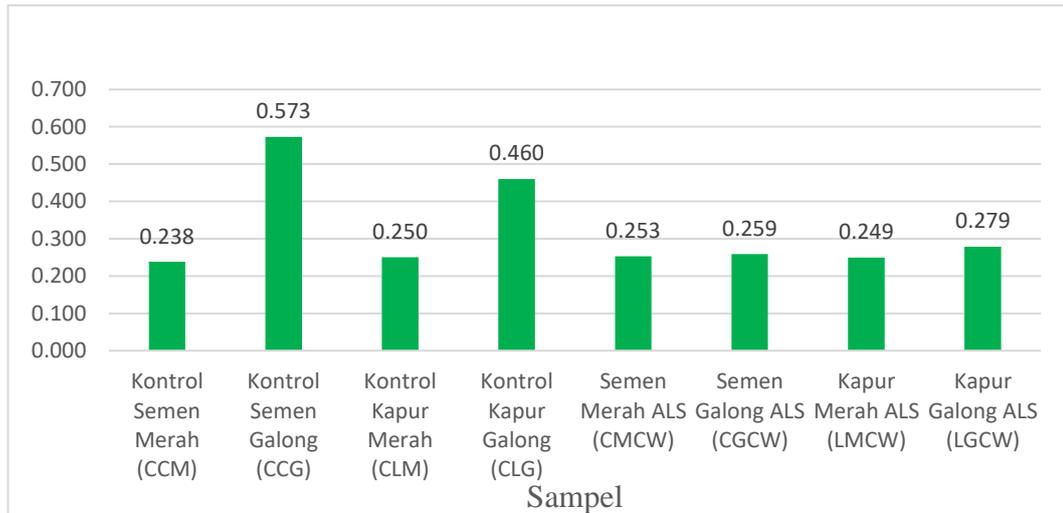


Gambar 4. 10: Proses perendaman benda uji

Gambar 4.10 diatas menjelaskan proses perendaman benda uji setelah pengeringan menggunakan oven, perendaman dilakukan diwadah berisi air bersih selama 24 jam dan pastikan benda uji terendam dengan keseluruhan. Selanjutnya benda uji di timbang untuk melihat hasil penyerapan air-nya.

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 % (Dhiaulaq, 2018).

Gambar 4.11 menunjukkan semua variasi hasil uji daya serap pada bata kontrol dan bata campuran ALS diperoleh nilai yaitu 0,38% untuk batu bata control dan 0,260% untuk batu bata campuran ALS berarti dari hasil yang diperoleh dari daya serap air tidak membahayakan karena masih dibawah 20%. Dengan demikian, CSEB memenuhi standar NBR 8491. Demikian pula, Ferreira dan Cunha memperoleh nilai penyerapan air di bawah 20% dengan menggunakan limbah agroindustri dalam formulasi semen tanah. Standar lain dengan batas penyerapan adalah SLS 1382-1 yang mensyaratkan nilai sama dengan atau kurang dari 15% (Jonatas & Macêdo de Souza, 2021).



Gambar 4. 11: Grafik hasil uji daya serap bata

4.2.3 Kadar Garam Bata

Kualitas kadar garam yang kurang dari 50% permukaan batu bata merah tertutup oleh lapisan tipis berwarna putih karena pengkristalan garam-garam yang dapat larut, tidak membahayakan dan 50% atau lebih dari permukaan batu bata merah tertutup oleh lapisan putih yang agak tebal karena pengkristalan garam-garam yang dapat larut, tetapi dalam permukaan batu bata merah tidak menjadi bubuk atau terlepas, ada kemungkinan membahayakan serta bila lebih dari 50% permukaan batu bata merah tertutup oleh lapisan putih yang tebal karena pengkristalan garam-garam yang dapat larut dan bagian-bagian dari permukaan batu bata merah menjadi bubuk atau terlepas, hal ini membahayakan (Handayani, 2010).



Gambar 4. 12: Sebelum pengujian kadar garam

Dapat dilihat dari gambar 4.12 diatas sebelum proses pengujian kadar garam bata tanpa bakar. Pengujian kadar garam ini sangat sederhana sekali, sehingga

pengujiannyapun 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 penelitian diperoleh nilai kadar garam batu bata adalah 0% yang berarti tidak membahayakan. Seperti pada gambar 4.13 yang tidak ada terlihat bercak putih pada bata yang mengindikasikan adanya kadar garam.

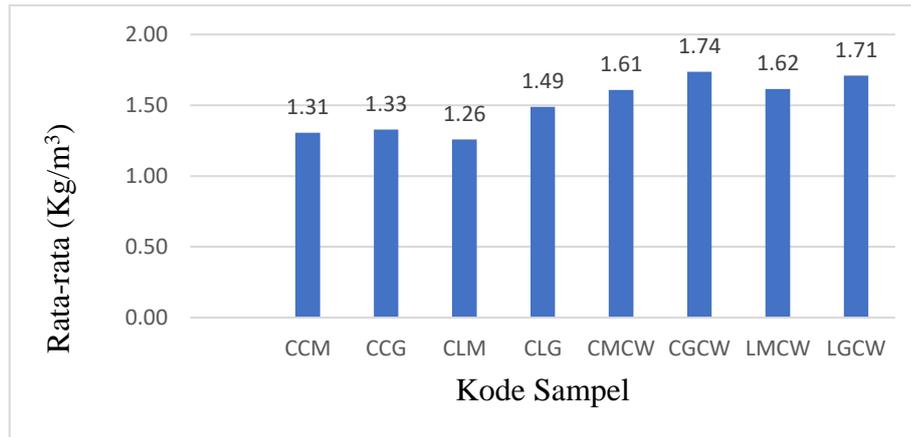


Gambar 4. 13: Setelah pengujian kadar garam

4.2.4 Berat Jenis Batu Bata

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 kontrol tanpa bakar dan hasil pengujian bata tanpa bakar dengan campuran ALS diperoleh rata-rata nilai berat jenis $1,36 (kg/m^3)$ untuk bata kontrol tanpa bakar dan $1,67 (kg/m^3)$ untuk bata tanpa bakar dengan ALS. Maka dapat disimpulkan bahwa bata kontrol tanpa bakar lebih bagus digunakan karena ringan sebagai material penyusun dinding. Perbandingan berat jenis bata dapat dilihat pada gambar 4.14 dibawah.



Gambar 4. 14: Grafik hasil pengujian berat jenis bata

4.2.5 Sifat Tampak Bata

Hasil penelitian mengenai sifat tampak bata didapat hasil sebagai berikut:



Gambar 4. 15: Pengujian sifat tampak bata

Dari pengujian sifat tampak bata seperti terlihat pada gambar 4.15 dapat disimpulkan bahwa bata tanpa bakar yang di uji sifat tampaknya seluruhnya memiliki sudut yang siku. Bata tanpa bakar yang di uji sifat seluruhnya memiliki suara tidak nyaring bila dipukul juga seluruhnya memiliki warna yang seragam dan juga memiliki bidang yang datar.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

4.3 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain:

1. Dengan menggunakan air limbah singkong dalam pembuatan bata tekan ini mampu memperbaiki nilai kuat tekan, namun hanya menggunakan bahan pengikat semen. Ini dikarenakan semen lebih cepat mengering dan lebih keras dari pada kapur. Semua variasi bata dapat digunakan sebagai bahan non-struktural
2. Dari hasil penelitian ini didapat komposisi untuk bata dengan perbandingan 1: 8: 2: ALS maksimal 20% dari berat basah satu benda uji, campuran yang baik dalam pembuatan bata dengan menggunakan bahan pengikat semen, dan untuk pengikat yang menggunakan kapur tidak mampu memberikan perbaikan terhadap sifat kuat tekan.

5.2 Saran

1. Penulis menganjurkan jika ingin memakai air limbah singkong untuk penelitian selanjutnya maka dapat menggunakan sampel air limbah singkong yang berasal dari pabrik tapioka.
2. Perlu dilakukan pengujian lanjutan untuk kuat tekan batu bata tanpa bakar terhadap air limbah singkong dengan bahan pengikat dan limbah pertanian yang berbeda.

DAFTAR PUTAKA

- Ananda, R. (2022). *Perbandingan Bata Tradisional di Deli Serdang dengan Bata Tanpa Bakar Menggunakan Abu Sekam Padi*. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- As, F. K., Novareza, O., & Santoso, P. B. (2017). Peningkatan Kualitas Produk Batu Bata Merah Dengan Memanfaatkan Limbah Abu Serat Sabut Kelapa Dan Abu Serbuk Gergaji. *Prosiding Seminar Nasional Multi Disiplin Ilmu & Call For Papers UNISBANK Ke-3*, 175–181.
- Batubara, F. Y. (2023). Analisa Kadar Lumpur Agregat Halus Dengan Volume Endapan Di Kota Payakumbuh Dan Kabupaten Limapuluh Kota. *Jurnal Rekayasa*, 12(1), 95–100. <https://doi.org/10.37037/jrftsp.v12i1.119>
- Darmayasa, I. G. O. (2022). Pembuatan Batu Bata Dengan Memanfaatkan Abu Sisa Pembakaran Limbah Kayu. *Jurnal ECOCENTRISM*, 2, 24–29.
- 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.
- Das, Braja M. Noor Endah, I. B. M. (1995). *Mekanika Tanah (Prinsip-prinsip Rekayasa Geoteknis)*. 1.
- Dhiaulaq, N. H. (2018). Batu Bata Merah Interlock Tanpa Bakar Dengan Campuran Semen, Tanah Liat, Dan Alkali AII Sebagai Upaya Mengurangi Gas Rumah Kaca. In *Bitkom Research* (Vol. 63, Issue 2).
- Elah, O. B., & Sa'id, A. D. I. (2014). Pemanfaatan Tepung Singkong Pada Batu Bata Bakar Tanah ISSN: 2231-5381. *Jurnal Internasional Tren Dan Teknologi Rekayasa (IJETT)*, 17, 369–372.
- Fiantis, D. (2017). *Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK) Universitas Andalas*. Lembaga Pengembangan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LPTIK) Universitas Andalas. www.lptik.unand.ac.id
- Handayani, S. (2010). Kualitas Batu Bata Merah Dengan Penambahan Serbuk Gergaji. *Jurnal Teknik Sipil Dan Perencanaan*, 12(1), 41–45.
- Harnadi, I. T., & Hartantyo, S. D. (2022). Pembuatan Batu Bata Merah Tanpa Bakar Dengan Campuran Sludge (Limbah Padat). *Jurnal Sipil Sains*, 12(September), 132–134.
- Irwansyah, Isma, F., & Purwandito, M. (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.

- Jonatas, & Macêdo de Souza, et. al. (2021). Sifat mekanik dan durabilitas batu bata tanah stabil terkompresi yang diproduksi dengan air limbah singkong. *Jurnal Teknik Bangunan*, 44(September).
- Kuasuma, Y., & Munawaroh, A. S. (2017). Waste Cassava as Brick Additive . (Building Material Innovation for Green Architecture). *International Conference on Engineering and Technology Development, Icetd*, 428–431.
- Maryunani, W. P. (2009). Batu Bata Non Bakar Solusi Alternatif Bahan Konstruksi Ramah Lingkungan. In *Jurnal Penelitian Inovasi* (Vol. 31, Issue 1, pp. 44–58).
- Mukminin, A., Wignyanto, & Hidayat, N. (2003). Perencanaan Unit Pengolahan Limbah Cair Tapioka Dengan Sistem Up-Flow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) Untuk Industri Sklala Menengah. *Teknik*, 4(2), 91–107.
- Pangaribuan, M. R. (2014). Pembuatan Batu Bata Merah Desa Panorama Dan Desa Dusun Besar. *Jurnal Pengabdian Sriwijaya*, 2(2), 197–208. <https://doi.org/10.37061/jps.v2i2.1696>
- Souza, J. de, & Lucena, L. de F. L. (2021). *Bata Tanah-Semen dengan Singkong Air limbah*.
- Sukobar, S., Kuntjoro, K., Kusumastuti, K., & Sungkono, S. (2014). Kesetaraan Kuat Tekan Batu Bata (Press) Asal Bangsal Mojosari Kabupaten Mojokerto Terhadap Kuat Tekan Spesi Campuran Semen, Kapur, dan Pasir untuk Pasangan Bata. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 12(2), 13. <https://doi.org/10.12962/j12345678.v12i2.2576>
- Widodo, B., & Artiningsih, N. K. A. (2021). Optimasi Semen Pada Pembuatan Batu Bata Tanpa Bakar. *Dinamika Teknik Sipil: Majalah Ilmiah Teknik Sipil*, 14(1), 32–40. <https://doi.org/10.23917/dts.v14i1.15277>
- Witjaksana, B., Sarya, G., & Widhiarto, H. (2016). Pembuatan Batu Bata Tanpa Bakar Dengan Campuran Sodium Hiroksida(NaOH) DAN Sodoim Silikat (Na₂SiO₃). *Jurnal Hasil Penelitian LPPM Untag Surabaya*, 01(01), 25–32.

LAMPIRAN



Gambar L-1 Pengupasan Kulit Singkong



Gambar L-1 Pengikisan Singkong



Gambar L-3 Proses Pencucian Singkong



Gambar L-4 Pengumpulan Air Limbah Singkong



Gambar L-5 Perebusan Singkong



Gambar L-6 Pengambilan Tanah



Gambar L-7 Penejemuran Tanah



Gambar L-8 Proses Menghaluskan Tanah



Gambar L-9 Tanah Yang Telah Halus



Gambar L-10 Penimbangan Bahan Batu Bata



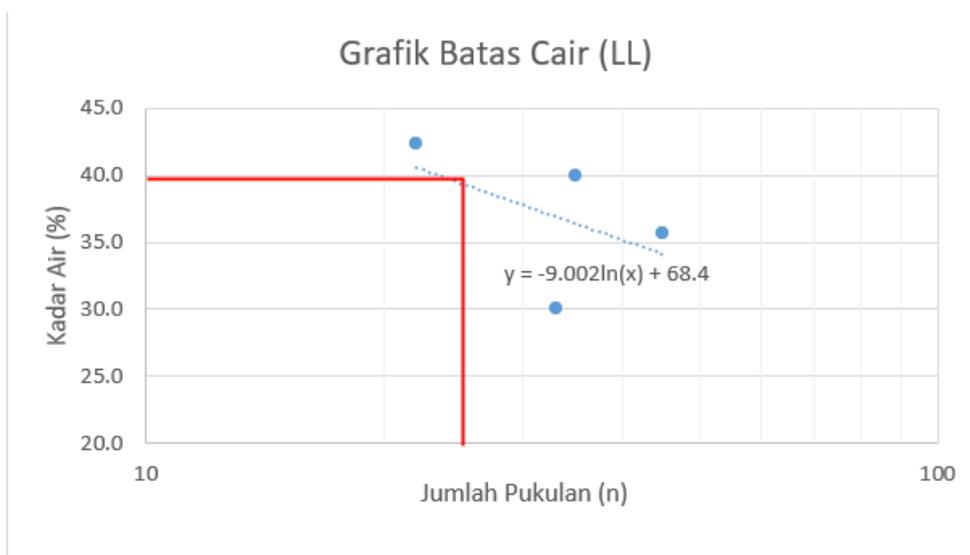
Gambar L-11 Proses Pencetakan Batu Bata



Gambar L-12 Proses Pengujian Kuat Tekan



Gambar L-13 Batu Bata Yang Telah Dicetak



Gambar L-14 Grafik Batas Cair Tanah Galong

Tabel L-1 Hasil Pengujian Batas Cair Dan Batas Plastis Tanah Galong

Batas Cair (Liquid Limit Test) dan Batas Plastis (Plastic Limit) Tanah Galong								
No	Nomor Contoh	Satuan	Batas Cair (LL)				Batas Plastis (PL)	
1	Banyak pukulan		22	33	35	45		
2	Nomor cawan		I	II	III	IV	I	II
3	Berat cawan + tanah basah	gr	47	47	43	48	22	20
4	Berat cawan + tanah kering	gr	36	38	33	38	20	18
5	Berat air	gr	11	9	10	10	2	2
6	Berat cawan	gr	10	8	8	10	10	10
7	Berat tanah kering	gr	26	30	25	28	10	8
8	Kadar air	%	42,3	30	40	35,71	20	25
9	Kadar air rata-rata	%	37				22,5	
LL	PL	PI						
37	22,5	14,5						

Tabel L-2 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	LP	PI						
43,7	28,7	15						

Tabel L-3 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	LP	PI						
43,7	28,7	15						

Tabel L-4 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-5 Hasil Pengujian Analisa Butiran Tanah Galong

ANALISA BUTIRAN TANAH GALONG					
No Saringan	Diame ter saringan (mm)	Berat tertahan (gr)	% Berat tertahan	% Kumulatif berat tertahan	% Tanah yang lolos saringan
4	4.750	24	2,4	2,4	97,6
10	2.000	14	1,4	3,8	96,2
20	0.850	239	23,9	27,7	72,3
40	0.425	172	17,2	44,9	55,1
60	0.250	440	44	88,9	11,1
100	0.150	35	3,5	92,4	7,6
200	0.075	62	6,2	98,6	1,4
Pan		14	1,4	100	0
Total		1000			

Tabel L-6 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	$W_w = W_2 - W_3$	gr	12	8
Berat tanah kering	$W_s = W_3 - W_1$	gr	39	42
Kadar air	$W = W_w / W_s \times 100$	%	30,8	19,0
Rata-rata	(W)	%	24,9	

Tabel L-7 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-8 Hasil Pengujian Analisa Agregat Gradasi Agregat Halus

Nomor ayakan	Berat tertahan				kumulatif	
	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Total (gr)	(%)	tertahan (%)	Lolos (%)
No.4 (4,75)	7	16	23	1,05	1,05	98,95
No.8 (2,36)	77	114	191	8,68	9,73	90,27
No.16 (1,18)	189	227	416	18,91	28,64	71,36
No.30 (0,6)	279	314	593	26,95	55,59	44,41
No.50 (0,30)	294	335	629	28,59	84,18	15,82
No.100 (0,15)	141	169	310	14,09	98,27	1,73
Pan	13	25	38	1,73	100	0
Total	1000	1200	2200	100		

Tabel L-9 Hasil Pengujian Dari Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat

Pemeriksaan	Hasil pengamatan			
	Rumus	Satuan	Sampel 1	Sampel 2
Berat wadah	(W1)	gr	511	507
Berat pasir kering	(W2)	gr	500	500
Berat pasir setelah dicuci dan dioven	(W3)	gr	484	485
Berat lumpur	$(W_4 = W_3 - W_1)$	gr	16	15
Kadar lumpur	$(W_4 / (W_3 \times 100\%))$	%	3,31	3,09
Kadar lumpur rata-rata		%	3,21	

Tabel L-10 Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus

Pemeriksaan	Rumus	Satuan	Sampel 1	Sampel 2
Berat wadah	(W1)	gr	511	508
Berat contoh SSD	(W2)	gr	6480	6928
Berat contoh SSD dan berat wadah	(W3= W1 + W2)	gr	6991	7436
Berat contoh kering oven	(W4)	gr	6211	6504
Berat air	(W5= W2 - W4)	gr	269	424
Kadar air	(W5/ (W4 x 100%))	%	4,33	6,52
Kadar air rata-rata	((kadar air sampel 1 + kadar air sampel 2)/ 2)	%	5,43	

Tabel L-11 kuat tekan bata control

No	Kode Sampel	Nomor Sampel	F (kN)	P = F/A (Kn/mm ²)	Rata-rata (Mpa)
1	Kontrol Semen Merah (CCM)	1	176.52	8.82	8.58
		2	176.52	8.82	
		3	161.81	8.09	
2	Kontrol Semen Galong (CCG)	1	117.68	5.88	6.61
		2	147.1	7.35	
		3	132.39	6.61	
3	Kontrol Kapur Merah (CLM)	1	161.81	8.09	7.6
		2	132.39	6.61	
		3	161.81	8.09	
4	Kontrol Kapur Galong (CLG)	1	147.1	7.35	6.37
		2	102.97	5.14	
		3	132.39	6.61	
		3	214	10.7	

Tabel L-12 Hasil kuat tekan bata dengan ALS

No	Kode Sampel	Nomor Sampel	F (kN)	P = F/A (Kn/mm ²)	Rata-rata (Mpa)
1	Semen Merah Air (CMCW)	1	200	10	10.5
		2	216	10.8	
		3	214	10.7	
2	Semen Galong Air (CGCW)	1	175	5.88	8.5
		2	163	7.35	
		3	172	6.61	
3	Kapur Merah Air (LMCW)	1	70	8.09	4.00
		2	95	6.61	
		3	75	8.09	
4	Kapur Galong Air (LGCW)	1	58	2.9	2.55
		2	40	2	
		3	55	2.75	

Tabel L-13 Hasil Daya Serap Bata Tanah Galong

Kode Sampel (Tanah Galong)	Berat Bata Basah (gr)	Berat Bata Kering (gr)	Daya Serap	Rata-rata
CCG	1924	1226	0.569	0.573
	1913	1214	0.576	
CLG	1926	1323	0.456	0.460
	1966	1342	0.465	
CGCW	1993	1593	0.251	0.259
	1977	1561	0.266	
LGCW	1990	1571	0.267	0.279
	1934	1498	0.291	

Tabel L-14 Hasil Daya Serap Bata Tanah Merah

Kode Sampel (Tanah Merah)	Berat Bata Basah (gr)	Berat Bata Kering (gr)	Daya Serap	Rata-rata
CCM	1606	1292	0.243	0.238
	1606	1302	0.233	
CLM	1607	1289	0.247	0.250
	1613	1286	0.254	
CMCW	1917	1559	0.230	0.253
	1891	1482	0.276	
LMCW	1950	1559	0.251	0.249
	1923	1541	0.248	

Tabel L-15 Hasil Kadar Garam 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	0	0	0	0
		2	200	100	20000	0	0	0	0
Rata-rata									0

Tabel L-16 Hasil Kadar Garam 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	0	0	0	0
		2	200	100	20000	0	0	0	0
4	LMT	1	200	100	20000	0	0	0	0
		2	200	100	20000	0	0	0	0
Rata-rata									0

Tabel L-17 Hasil Berat Jenis

Kode Sampel									Rata-rata (Kg/m ³)
	1	2	3	4	5	6	7	8	
CCM	1.38	1.31	1.32	1.36	1.37	1.16	1.34	1.29	1.32
CCG	1.38	1.34	1.33	1.34	1.39	1.19	1.38	1.34	1.34
CLM	1.29	1.34	1.33	1.33	1.22	1.22	1.29	1.21	1.28
CLG	1.51	1.59	1.57	1.61	1.45	1.43	1.48	1.47	1.51
CMCW	1.68	1.53	1.51	1.66	1.69	1.58	1.56	1.57	1.60
CGCW	1.76	1.87	1.61	1.73	1.84	1.61	1.74	1.76	1.74
LMCW	1.56	1.59	1.58	1.64	1.53	1.58	1.68	1.67	1.60
LGCW	1.54	1.58	1.72	1.75	1.70	1.71	1.71	1.72	1.68

Tabel L-18 Sifat Tampak Bata

TABEL UJI SIFAT TAMPAK BATA										
Kode	Sudut Siku		Nyaring Bila Dipukul		Warna Seragam		Tidak Retak		Datar	
Sampel	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 1	Sampel 2
CCM	S	S	T	T	S	S	S	S	S	S
CCG	S	S	T	T	S	S	S	S	S	S
CLM	S	S	T	T	S	S	S	S	S	S
CLG	S	S	T	T	S	S	S	S	S	S
CMS	S	S	T	T	S	S	S	S	S	S

CGS	S	S	T	T	S	S	S	S	S	S
LMS	S	S	T	T	S	S	S	S	S	S
LGS	S	S	T	T	S	S	S	S	S	S

Keterangan :

- S = Sesuai
- T = Tidak Sesuai

Tabel L-19 *Mix Desain*

NO	Pengikat		Tanah		Pasir	Air Limbah Singkong
	Semen	Kapur	Merah	Galong		
1	1		8		2	20%
2	1			8	2	20%
3		1	8		2	20%
4		1		8	2	20%

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap : Ardiansyah
Nama Panggilan : Dian
Tempat, Tanggal Lahir : Martubung, 05 April 2001
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Alamat : Desa Tanjung Gusti Dusun 1
Agama : Islam

NAMA ORANG TUA

Ayah : Sahlan
Ibu : Salawati
No.Hp : 082284450789
Email : ardian242708@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1907210018
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah
Sumatera Utara Alamat Perguruan Tinggi : Jalan Kapten
Mughtar Basri No.3 Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama Sekolah	Tahun Kelulusan
1	SD	SD N 101968	2013
2	SMP	SMP YPAK PTPN 3 SEI KARANG	2016
3	SMA	SMA Negeri 1 Galang	2019
4	Melanjutkan Kuliah di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2019 Sampai Selesai		