

TUGAS AKHIR

STUDI KARAKTERISASI FISIK DAN MEKANIK BATA TANAH TANPA BAKAR DENGAN PENAMBAHAN SERBUK CANGKANG TELUR (Studi Penelitian)

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

Disusun Oleh:

TRIAULIA SIRAIT

2107210161



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2025**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : TriAulia Sirait
Npm : 2107210161
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Studi Karakterisasi Fisik Dan Mekanik Bata
Tanah Tanpa Bakar Dengan Penambahan Serbuk
Cangkang Telur
Bidang Ilmu : Struktur

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

DISETUJUI DISAMPAIKAN KEPADA
PANITIA UJIAN SKRIPSI

Medan, 24 Juli 2025

Mengetahui dan Menyetujui

Dosen Pembimbing -



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

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : TriAulia Sirait
NPM : 2107210161
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Studi Karakterisasi Fisik dan Mekanik Bata
Tanah Bakar Dengan Penambahan Serbuk
Cangkang Telur
Bidang Ilmu : Struktur

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

Medan, 24 Juli 2025

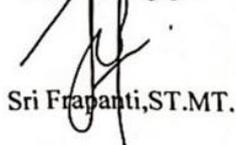
Mengetahui dan Menyetujui

Dosen Pembimbing



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

Dosen Penguji I



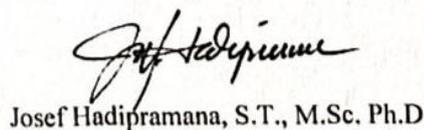
Sri Frapanti, ST.MT.

Dosen Penguji II



Assoc. Prof. Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D.

Ketua Prodi Teknik Sipil



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

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : TriAulia Sirait
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 10 Januari 2002
Npm : 2107210161
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul “Studi Karakterisasi Fisik Dan Mekanik Bata Tanah Tanpa Bakar Dengan Penambahan Serbuk Cangkang Telur.”

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 hakikatnya merupakan karya tulis. Tugas Akhir saya secara orisinal dan otentik.

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

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

Medan, 24 Juli 2025

Saya yang menyatakan,

 *TriAulia Sirait*
TriAulia Sirait

ABSTRAK

STUDI KARAKTERISASI FISIK DAN MEKANIK BATA TANAH TANPA BAKAR DENGAN PENAMBAHAN SERBUK CANGKANG TELUR

TriAulia Sirait
2107210161

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

Penelitian ini mengkaji sifat fisik dan mekanik bata tanah tanpa bakar (BT3B) dengan penambahan serbuk cangkang telur (SCT) sebagai bahan aditif ramah lingkungan, menggunakan variasi 5%, 10%, dan 15% dari berat total campuran tanah merah, semen, dan pasir, yang dicetak dengan mesin hidrolik press dan dikeringkan selama 28 hari. Pengujian meliputi kuat tekan, daya tahan, berat jenis, kadar garam, penyerapan air, konduktivitas panas, dan sifat tampak sesuai SNI 15-2094-2000. Hasil menunjukkan penambahan SCT menurunkan kuat tekan dari kontrol sebesar 22,050 MPa menjadi 2,411–2,698 MPa, namun mampu menghasilkan bata lebih ringan dengan berat jenis rata-rata 1,710 kg/m³ dan meningkatkan daya tahan pada variasi tertentu. Seluruh sampel bebas kadar garam berbahaya dan parameter lain masih memenuhi batas standar, sehingga SCT berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan tambahan BT3B untuk mengurangi berat dan memanfaatkan limbah, meskipun diperlukan optimasi komposisi agar kuat tekan sesuai standar konstruksi.

Kata kunci: bata tanah tanpa bakar, serbuk cangkang telur, sifat fisik, sifat mekanik, SNI 15-2094-2000.

ABSTRACT
PHYSICAL AND MECHANICAL CHARACTERIZATION STUDY OF
UNBURNT CLAY BRICKS WITH THE ADDITION OF
EGGSHELL POWDER

TriAulia Sirait
2107210161
Fetra Venny Riza, S.T., M.Sc., Ph.D

This study examines the physical and mechanical properties of non-fired clay bricks (BT3B) with the addition of eggshell powder (SCT) as an environmentally friendly additive, using variations of 5%, 10%, and 15% by total weight of a red clay, cement, and sand mixture, molded with a hydraulic press machine and cured for 28 days. The tests included compressive strength, durability, specific gravity, salt content, water absorption, thermal conductivity, and visual properties in accordance with SNI 15-2094-2000 standards. The results showed that the addition of SCT reduced compressive strength from the control value of 22.050 MPa to 2.411–2.698 MPa, but produced lighter bricks with an average density of 1.710 kg/m³ and improved durability in certain variations. All samples were free from harmful salt content, and other parameters remained within the standard limits. Therefore, SCT has potential as an additional material in BT3B to reduce weight and utilize waste, although composition optimization is necessary to ensure compressive strength meets construction standards.

Keywords: non-fired clay brick, eggshell powder, physical properties, mechanical properties, SNI 15-2094-2000.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wr.wb

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini yang berjudul “Studi Karakterisasi Fisik dan Mekanik Bata Tanah Tanpa Bakar Dengan Penambahan Serbuk Cangkang Telur” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

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

1. Ibu Dr. Fetra Venny Riza selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan dalam menyelesaikan Proposal Tugas Akhir ini.
2. Ibu Sri Frapanti, S.T, M.T selaku Dosen Penguji I yang telah memberi masukan dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Assoc. Prof. Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Penguji II yang telah memberi masukan dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Assoc. Prof. Ade Faisal, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmunya kepada penulis.
8. Bapak/Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Kepada orang Tua dan keluarga, yang tidak pernah berhenti mendoakan dan mendukung.
10. Semua teman-teman Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah membantu.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Medan, 24 Februari 2025



TriAulia Sirait

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iv
ABSTRAK	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Bata Tanpa Bakar	5
2.2 Syarat Mutu Bata	7
2.2.1 Pandangan Luar	8
2.2.2 Ukuran Standar Bata Merah	8
2.2.3 Kadar Garam	8
2.2.4 Daya Serap Air	9
2.2.5 Kuat Tekan	9
2.3 Sifat Fisik Batu Bata	10
2.3.1 Sifat Tampak	10
2.3.2 Kadar Garam	10

2.3.3 Berat Jenis	11
2.3.4 Daya Serap Air	11
2.4 Sifat Mekanik Batu Bata	12
2.4.1 Kuat Tekan	12
2.4.2 Kadar Air	14
2.5 Serbuk Cangkang Telur	15
BAB 3 METODE PENELITIAN	17
3.1 Bagan Alir Penelitian	17
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.3 Tahap Penelitian	19
3.4 Sumber-Sumber Data Dalam Penelitian	19
3.4.1 Data Primer	19
3.4.2 Data Sekunder	20
3.5 Alat dan Bahan	20
3.5.1 Alat	20
3.5.2 Bahan	24
3.6 Tahap Komposisi Campuran	27
3.7 Tahap-Tahap Penelitian	28
3.7.1 Pembuatan Serbuk Cangkang Telur	28
3.7.2 Pembuatan Batu Bata Tanpa Bakar	28
3.8 Pemeriksaan Bahan	29
3.9 Pengujian Sampel	29
3.9.1 Indeks Plastisitas (Plasticity Index)	29
3.9.2 Kuat Tekan	30
3.9.3 Uji Kadar Garam	30
3.9.4 Berat Jenis	31
3.9.5 Daya Serap Air	32
3.9.6 Uji Konduktivitas Panas Pada Bata	32
3.9.7 Uji Sifat Tampak	33
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Analisa Pengujian Sifat Fisik Material	34
4.2 Pengujian Sifat Fisik Material Tanah	34

4.2.1	Pemeriksaan Analisa Butiran Tanah Merah	34
4.2.2	Kadar Air Tanah Merah	35
4.2.3	Uji Batas Cair dan Batas Plastis Tanah Merah	35
4.3	Pengujian Sifat Fisik Material Agregat Halus	37
4.3.1	Analisa Saringan Agregat Halus	37
4.3.2	Kadar Lumpur Agregat Halus	38
4.3.3	Kadar Air Agregat Halus	38
4.4	Hasil dan Analisa Pengujian Bata	39
4.4.1	Pengujian Kuat Tekan	39
4.4.2	Pengujian Penyerapan Air Bata	41
4.4.3	Pengujian Daya Tahan Bata	43
4.4.4	Pengujian Berat Jenis Bata	45
4.4.5	Pengujian Kadar Garam Bata	46
4.4.6	Pengujian Konduktivitas Panas Bata	48
BAB 5	PENUTUP	50
5.1	Kesimpulan	50
5.2	Saran	51
DAFTAR	PUSTAKA	52
LAMPIRAN		55
DAFTAR	RIWAYAT HIDUP	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Penelitian terdahulu bata tanpa bakar.	6
Tabel 2.2: Ukuran batu bata (SNI 15-2094-2000).	8
Tabel 2.3: Klasifikasi kekuatan batu bata merah.	10
Tabel 2.4: Penelitian terdahulu daya serap air bata.	11
Tabel 2.5: Kekuatan tekan rata-rata batu bata.	13
Tabel 2.6: Penelitian terdahulu kuat tekan bata.	13
Tabel 2.7: Penelitian terdahulu bata dengan campuran set	16
Tabel 3.1: Jadwal penelitian.	18
Tabel 3.2: Tabel komposisi campuran.	27

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1: Bagan alir penelitian.	17
Gambar 3.2: Cetakan batu bata.	20
Gambar 3.3: Mesin hidrolik press.	21
Gambar 3.4: Timbangan digital.	21
Gambar 3.5: Oven.	22
Gambar 3.6: Sekop.	22
Gambar 3.7: Ember perendam.	23
Gambar 3.8: Saringan.	23
Gambar 3.9: Compression test.	24
Gambar 3.10: Alat thermal.	24
Gambar 3.11: Tanah merah.	25
Gambar 3.12: Air.	25
Gambar 3.13: Serbuk cangkang telur.	26
Gambar 3.14: Semen.	26
Gambar 3.15: Pasir.	27
Gambar 4.1: Grafik analisa butiran tanah merah.	35
Gambar 4.2: Grafik Casagrande indeks plastis tanah merah.	37
Gambar 4.3: Grafik analisa saringan agregat halus.	38
Gambar 4.4: Proses pengujian kuat tekan batu bata.	39
Gambar 4.5: Setelah pengujian kuat tekan.	40
Gambar 4.6: Grafik uji kuat tekan.	40
Gambar 4.7: Proses pengeringan bata.	41
Gambar 4.8: Proses perendaman bata.	42
Gambar 4.9: Bata setelah direndam.	42
Gambar 4.10: Grafik penyerapan air.	43
Gambar 4.11: Pengujian daya tahan.	44
Gambar 4.12: Grafik daya tahan bata.	44
Gambar 4.13: Proses pengujian berat jenis.	45
Gambar 4.14: Grafik berat jenis tanah.	45

Gambar 4.15: Bata sebelum pengujian kadar garam.	46
Gambar 4.16: Proses pengujian kadar garam.	47
Gambar 4.17: Hasil pengujian kadar garam.	47
Gambar 4.18: Proses pengujian konduktivitas panas.	48
Gambar 4.19: Grafik uji konduktivitas panas.	49

DAFTAR NOTASI

σ	= Kuat tekan bata (kf/cm ²)
P	= Beban maksimum (kg)
A	= Luas penampang benda uji (cm ²)
Ds	= Daya serap bata
A	= Berat bata basah (gr)
B	= Berat bata kering oven (gr)
G	= Kadar garam (%)
Ag	= Luasan kandungan garam (cm ²)
A	= Luasan Bata (cm ²)
A	= Berat jenuh setelah direndam (gr).
B	= Berat setelah dioven (gr).
Ww	= Berat normal (gr).
Ws	= Berat kering (gr).
M	= Berat normal (gr).
V	= Volume benda (cm ³).
Pmax	= Maksimum besaran gaya tekan (kg).
A	= Luas penampang (cm ²).
f	= Kuat tekan benda uji (kg/cm ²)
k	= Konstanta yang ditentukan dari pengujian laboratorium.
fm'	= Kuat tekan struktur pasangan bata (MPa).

DAFTAR LAMPIRAN

Gambar L.1: Proses penyakan tanah.	55
Gambar L.2: Proses pembersihan serbuk cangkang telur.	55
Gambar L.3: Proses menghaluskan serbuk cangkang telur.	56
Gambar L.4: Gambar serbuk cangkang telur.	56
Gambar L.5: Proses pengadukan bahan.	57
Gambar L.6: Proses pencetakan bata.	57
Gambar L.7: Batu tanah merah dengan campuran serbuk cangkang telur.	57
Tabel L.1: Hasil pemeriksaan analisa butiran tanah merah.	58
Tabel L.2: Kadar air tanah merah..	58
Tabel L.3: Indeks plastisitas tanah merah.	59
Tabel L.4: Analisa saringan agregat halus.	60
Tabel L.5: Analisa kadar lumpur agregat halus.	60
Tabel L.6: Analisa kadar air agregat halus.	61
Tabel L.7: Hasil pengujian kuat tekan.	61
Tabel L.8: Hasil pengujian daya tahan bata.	61
Tabel L.9: Hasil pengujian berat jenis bata.	62
Tabel L.10: Hasil pengujian kadar garam bata.	62
Tabel L.11: Hasil pengujian penyerapan air bata.	62
Tabel L.12: Hasil pengujian konduktivitas panas bata.	63

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk di Indonesia, kebutuhan akan infrastruktur dalam masyarakat, terutama dalam pembangunan, juga semakin tinggi. Hal ini menyebabkan permintaan terhadap bahan bangunan seperti bata meningkat pesat, di mana bata memiliki peran sebagai elemen struktural maupun non-struktural. Dalam konstruksi bangunan, bata biasanya berfungsi sebagai penopang beban dari struktur di atasnya, seperti yang terlihat di fondasi rumah dan dinding.

Bata merah sangat diperlukan sebagai material konstruksi sarana dan prasarana terutama dalam suatu pembangunan properti. Masyarakat dari zaman dahulu hingga sekarang masih menggunakan bata merah sebagai bahan bangunan, baik untuk masyarakat pedesaan maupun perkotaan. Hal ini dapat dilihat dari pabrik bata merah yang tersebar luas di seluruh Indonesia yang memproduksi bata merah. Dalam penggunaan bata merah, ia sering digunakan dalam aplikasi pembangunan konstruksi sipil seperti dinding untuk pembangunan rumah, gedung, pagar, dan pondasi (Hidayati, 2018).

Bata tanah tekan tanpa bakar (BT3B) merupakan jenis batu bata yang terbuat dari bahan dasar tanah yang dipadukan dengan beberapa additif tertentu. Proses pembuatan bata ini berbeda dari bata konvensional, karena tidak melalui tahap pembakaran. Sebagai gantinya, bata ini dikeringkan secara diikat dengan binder semen atau kapur, juga dengan proses kompresi (tekan). Dengan karakteristiknya, bata ini dapat dikategorikan sebagai bata tradisional yang juga ramah lingkungan (Amazian, 2018).

Di Indonesia, produksi kulit telur akan terus melimpah seiring dengan meningkatnya produksi telur di sektor peternakan, yang juga dimanfaatkan oleh restoran, pabrik roti, dan industri mie sebagai bahan baku dalam pembuatan makanan. Berdasarkan data dari Direktorat Jenderal Peternakan pada tahun 2009, produksi telur di Sumatera Utara pada tahun 2021 mencapai 489.975,91 ton.

Peningkatan produksi telur ini mencerminkan tingginya konsumsi telur di kalangan masyarakat. Namun, jika limbah cangkang telur tidak dikelola dengan baik, hal ini dapat menyebabkan pencemaran lingkungan, termasuk pencemaran udara yang diakibatkan oleh bau tidak sedap. Cangkang telur mengandung kalsium karbonat (CaCO_3) yang, apabila tidak ditangani, dapat memicu polusi akibat aktivitas mikroba di lingkungan (Hanifah, 2022).

Cangkang telur merupakan lapisan terluar yang menyelimuti telur. Tekstur cangkang ini bisa bervariasi, keras atau lunak, bergantung pada jenis telur yang dimaksud. Campuran serbuk cangkang telur dipilih karena mengandung kalsium yang sangat baik untuk meningkatkan kualitas tanah yang buruk melalui proses stabilisasi elektro-kimiawi. Tanah liat dapat distabilisasi dengan menambahkan serbuk kulit telur ke dalamnya. Untuk pembuatan batu bata jenis ini, terdapat beberapa tahapan yang harus dilalui setelah pencetakan, yaitu pengeringan, di mana bata telah dicampurkan dengan serbuk kulit telur. Selanjutnya, dilakukan pengujian terhadap kekuatan tekan batu bata tanpa proses pembakaran serta daya serap air dengan menggunakan campuran serbuk cangkang telur. Serbuk cangkang telur sendiri dihasilkan dari proses pembakaran kulit telur dalam oven pada suhu 200°C selama 10-15 menit, kemudian dihancurkan hingga menjadi bubuk halus (Umar, 2018).

Dari pertimbangan tersebut, maka pada Tugas Akhir dari peneliti ini ingin mengetahui beberapa penjelasan tersebut, maka peneliti bermaksud melakukan penelitian. Oleh sebab itu diambil judul “STUDI KARAKTERISASI FISIK DAN MEKANIK BATA TANAH TANPA BAKAR DENGAN PENAMBAHAN SERBUK CANGKANG TELUR”.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana komposisi campuran yang optimal pada bata tanah tanpa bakar dengan SCT?
2. Bagaimana pengaruh SCT terhadap sifat-sifat fisik dan mekanik bata tanpa bakar?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Pembuatan BT3B menggunakan tanah merah dengan penambahan SCT.
2. BT3B dicetak secara manual menggunakan mesin Hidrolik Press pada tekanan 5 Mpa.
3. Komposisi SCT pada pencampuran BT3B adalah 5%,10% dan 15 %.
4. Pembuatan sampel BT3B dilaksanakan pada bulan Juli 2024 sampai selesai.
5. Karakteristik yang diuji pada pembuatan BT3B yaitu:
 - a. Penyerapan air
 - b. Kuat tekan
 - c. Uji daya tahan
 - d. Massa jenis
 - e. Kadar garam
 - f. Konduktivitas Termal

1.4 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah diatas terdapat beberapa tujuan ada pada penelitian sebagai berikut:

1. Mengkarakterisasi sifat fisik dan mekanik BT3B yang diproduksi dengan penambahan SCT
2. Menentukan persentase optimal SCT yang dapat meningkatkan kualitas fisik dan mekanik BT3B.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pemanfaatan limbah SCT yang terbuang dalam penelitian BT3B.
2. Memberi inovasi baru untuk menggunakan campuran limbah SCT sebagai bahan campuran.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memperjelas tahapan yang dilakukan dalam tugas akhir ini, di dalam penulisannya dikelompokkan ke dalam 5 (lima) bab dengan sistematika pembahasan sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini meliputi pengambilan teori dari beberapa sumber bacaan dan narasumber yang mendukung analisa permasalahan yang berkaitan dengan tugas akhir ini.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini membahas tentang pendeskripsian dan langkah langkah yang akan dilakukan. Cara memperoleh data-data yang relevan dengan studi kasus yang berisikan objek, alat-alat, tahapan dan kebutuhan data.

BAB 4 ANALISA DATA

Bab ini membahas tentang proses pengolahan data, penyajian data dan hasil data.

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan logis berdasarkan analisis data, temuan dan bukti yang disajikan sebelumnya yang menjadi dasar untuk menyusun suatu saran sebagai suatu usulan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bata Tanpa Bakar

Metode pembuatan BT3B adalah efisiensi terhadap waktu pembuatan, karena pembakaran bata cukup lama sehingga memerlukan proses yang panjang. Selain waktu pembuatan, faktor lingkungan terkait seperti polusi asap hasil pembakaran dan penggunaan material kayu sebagai media bakar bersifat tidak ramah lingkungan.

Dalam proses pembuatan batu bata tanpa pembakaran, tahap akhir bukanlah pembakaran, melainkan pengeringan. Proses ini memungkinkan batu bata mengering secara perlahan. Pengeringan dilakukan selama 2-3 hari pada suhu kamar, kemudian dilanjutkan dengan pemeliharaan selama 3-4 minggu di kondisi lembab, jauh dari hujan dan terik matahari (Primayatma, 1993).

Pembuatan BT3B sejalan dengan konsep bangunan ramah lingkungan, karena mampu mencegah polusi udara akibat asap pembakaran dan mengurangi penggunaan kayu sebagai bahan bakar (Widodo dan Artiningsih, 2021). Selain itu, bata tanpa bakar juga berkontribusi dalam mengurangi emisi gas rumah kaca yang biasanya dihasilkan selama proses pembakaran bata tradisional.

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. Beberapa yang membuat 6 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).

Tabel 2.1: Penelitian terdahulu bata tanpa bakar.

No	Judul Jurnal	Pembahasan
1	Pembuatan Batu Bata Tanpa Bakar Dengan Campuran Sodium Hiroksida (Naoh) Dan Sodium Silikat (Na_2SiO_3) (Witjaksana dkk., 2016).	Kuat tekan batu bata biasa dengan dimana Na (OH) dan $\text{Na}_2\text{SiO}_3 \rightarrow 1,048$ Mpa. Kuat tekan batu bata biasa tersebut lebih rendah dibandingkan dengan batu bata tanpa bakar dengan campuran yang sama dimana kuat tekan batu bata tersebut sebesar 1.28 Mpa.
2	Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Dari Limbah Industri Pertanian Dan Material Alam (Irwansyah dkk., 2018).	Hasil penelitian ini menjelaskan: Proses pembuatan bata tanpa bakar akan lebih efisien dari segi waktu yaitu selama 4 hari bata sudah dapat dipasarkan dibandingkan bata dengan bakar memerlukan waktu 15 hari pembuatannya atau nilai efisiensi waktunya sekitar 73,30 %. Bata tanpa bakar dapat mengurangi penggunaan tanah secara berlebihan dapat diminimalisir hanya memerlukan 30 % penggunaan campuran tanah lempung.
3	Penggunaan Abu Tongkol Jagung Sebagai Bahan Ganti Separa Simen Dalam Penghasilan Bata Tanpa Bakar (Hayat dkk., 2019).	Bata dengan bahan galian 10% dan 50% abu tongkol jagung mencatatkan kekuatan 5,78 MPa dan 5,95 MPa.
4	Optimasi Semen Pada Pembuatan Batu Bata Tanpa Bakar (Widodo dan Artiningsih, 2021).	Penambahan campuran semen 17 % pada bata semen- lempung tanpa pembakaran menghasilkan kuat tekan yang maksimal, yakni sebesar 5,09 MPa

Tabel 2.1: *Lanjutan.*

No	Judul Jurnal	Pembahasan
5	<p>Pembuatan Batu Bata Merah Tanpa Bakar Dengan Campuran Sludge (Limbah Padat) (Harnadi dan Hartantyo, 2022).</p>	<p>Hasil penelitian ini menjelaskan: Didapatkan hasil rata-rata dari kuat tekan batu bata merah normal sebesar 10,80 MPa dengan batu bata merah tanpa pembakaran dengan kuat tekan maksimal peneliti adalah 10,60 MPa. Dapat di simpulkan batu bata merah dari segi kekuatannya lebih tinggi dari pada batu bata merah tanpa proses pembakaran. Varian batu bata merah yang memiliki nilai rata-rata terbesar adalah varian normal dengan nilai 10,80 Mpa. Didapatkan hasil rata-rata dari kuat tekan batu bata merah normal sebesar 10,80 Mpa dengan batu bata merah tanpa pembakaran dengan kuat tekan maksimal peneliti adalah 10,60 Mpa. Dengan ini dapat di simpulkan batu bata merah dari segi kekuatannya lebih tinggi dari pada batu bata merah tanpa proses pembakaran. Varian batu bata merah yang memiliki nilai rata-rata terbesar adalah varian normal dengan nilai 10,80 Mpa.</p>

2.2 Syarat Mutu Bata

Standarisasi merupakan syarat mutlak dan menjadi suatu acuan penting dari sebuah industri di suatu negara. Salah satu contoh penting standarisasi dari sebuah industri adalah standarisasi dalam pembuatan batu bata.

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 (Suwardono, 2002).

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

2.2.1 Pandangan Luar

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.

2.2.2 Ukuran Standar Bata Merah

Ukuran Standar Bata Merah di Indonesia oleh SNI 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.

Tabel 2.2: Ukuran batu bata (SNI 15-2094-2000).

Modul	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)
M-5a	65±2	90±3	190±4
M-5b	65±2	100±3	190±4
M-6a	52±3	110±4	230±4
M-6b	55±3	110±6	230±5
M-6c	70±3	110±6	230±5
M-6d	80±3	110±6	230±5

2.2.3 Kadar Garam

Berdasarkan SII-0021-78, garam yang mudah larut dan membahayakan serta yang dapat menyebabkan terjadinya kerusakan struktural pada permukaan

bata adalah magnesium sulfat ($MgSO_4$), natrium sulfat (Na_2SO_4), kalium sulfat (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. Untuk menghitung besarnya kadar garam tergantung dari besarnya luasan bata yang ada kandungan garamnya dibagi dengan luasan bata dikali 100%.

Menurut SNI 15-2094-2000 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 bagianbagian dari permukaan bata menjadi bubuk atau terlepas.

2.2.4 Daya Serap Air

Daya serap air merujuk pada kemampuan suatu bahan untuk menyerap air, yang juga dikenal sebagai daya hisap. Sementara itu, bobot isi merupakan perbandingan antara berat bahan dalam keadaan kering dan beratnya saat jenuh air (Umar, 2018). Berdasarkan standar SNI 15-2094-2000, batas maksimum penyerapan air yang diizinkan untuk bata merah pejal dalam 28 pasangan dinding adalah sebesar 20%.

2.2.5 Kuat Tekan

Kuat tekan adalah kekuatan maksimum batu bata per satuan luas permukaan yang dikenakan beban, dan merupakan ukuran beban yang dapat diterima sebelum terjadi kerusakan. Berdasarkan SNI 15-2094-2000, kualitas batu bata dibedakan menjadi tiga kategori dalam hal kuat tekan (Wahyudi, 2021).

Tabel 2.3: Klasifikasi kekuatan batu bata merah.

Mutu Bata Merah	Kuat Tekan Rata-Rata	
	Kgf/cm ²	N/mm ²
Tingkat I (satu)	Lebih besar dari 100	>10
Tingkat II (dua)	100 – 80	10 – 8
Tingkat III (tiga)	80 - 60	8- 6

2.3 Sifat Fisik Batu Bata

Sifat fisik batu bata adalah sifat fisik yang dilakukan tanpa merubah bentuk atau tanpa pemberian beban kepada batu bata itu sendiri. Adapun syarat-syarat batu bata dalam SNI 15- 2094-2000 dan SNI 15-2094-1991 sebagai berikut

2.3.1 Sifat Tampak

Bata merah pejal untuk pasangan dinding harus berbentuk prisma segiempat panjang, mempunyai rusuk-rusuk yang siku, bidang-bidang datar yang rata dan tidak menunjukkan retak-retak (SNI15-2094-2000). Batu bata merah yang bagus harus mempunyai rusuk-rusuk yang tajam dan siku, bidang sisinya harus datar, tidak menunjukkan retak-retak dan perubahan bentuk yang berlebihan, tidak mudah hancur atau patah, warnanya seragam, dan berbunyi nyaring bila dipukul (Romadhona, 2007). Sementara itu dalam Thamrin (2008) dikemukakan bahwa ciri-ciri batu merah yang baik ialah permukaannya kasar, warnanya merah seragam (merata), jika dipukul bunyinya nyaring, tidak mudah hancur atau patah.

2.3.2 Kadar Garam

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.

Hasil penelitian sebelumnya (Suryani dkk., 2020), dalam pengujian yang dilaksanakan hasil yang didapatkan pada seluruh benda uji dalam berbagai variasi campuran adalah 0%. Hal ini dimaksudkan bahwa tidak terdapat garam pada permukaan batu bata.

2.3.3 Berat Jenis

Berat jenis merupakan perbandingan antara berat benda uji dibagi dengan volume benda uji itu sendiri. Hasil penelitian sebelumnya Rahmawati dkk., (2015), pembakaran batu bata dengan berat jenis yang sesuai ketentuan yang ada dengan menambahkan karbon dari arang material limbah dengan campuran bahan penyusun batu bata. Dengan menambahkan karbon tersebut diharapkan dapat mempercepat lama pembakaran batu bata tetapi dengan berat jenis yang masih sesuai dengan standar yang digunakan yaitu 1,8 gr/cm - 2,6 gr/cm.

2.3.4 Daya Serap Air

Menurut (Nur, 2008) penyerapan air adalah kemampuan maksimum batu bata untuk menyimpan atau menyerap air atau lebih dikenal dengan batu bata yang jenuh air. Standar yang disyaratkan pada SNI-15-2094-2000 adalah penyerapan air maksimum bata merah pejal untuk pasangan dinding adalah 20%.

Tabel 2.4: Penelitian terdahulu daya serap air bata.

No	Judul	Hasil
1.	Kuat Tekan, Kuat Lentur dan Daya Serap Air untuk Batako dengan Penambahan Serat Sabut Kelapa (Rumbayan dan Sudarno, 2020).	Daya serap air batako yang menggunakan serat sabut kelapa berkisar 7-11%. Hasil penyerapan air ini memenuhi persyaratan SNI, karena penyerapan air terjadi kurang dari 25%.

Tabel 2.4: *Lanjutan.*

No	Judul	Hasil
2.	Pengaruh Variasi Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Daya Serap Air Pada Bata Ringan (S, Anny dan Taufieq, 2024)	Penyerapan air terhadap penambahan berbagai variasi abu sekam padi mengalami penurunan.
3.	Analisis Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Batu Bata Pasca Pembakaran Menggunakan Bahan Campuran Abu Serbuk Kayu (Finanda dkk., 2020)	Daya serap air pada batu bata dengan campuran abu serbuk kayu yang paling tinggi ada pada variasi 15 % dengan nilai 13,54% dan nilai terendah pada variasi campuran 30% yaitu 12,34%.
4.	Uji Kuat Tekan, Daya Serap Air Dan Densitas Material Batu Bata Dengan Penambahan Agregat Limbah Botol Kaca (Ardi dkk., 2016)	Penambahan agregat serbuk limbah botol kaca dengan komposisi 10 % sampai 40 % dapat mempengaruhi nilai kuat tekan, daya serap air dan densitas pada material batu bata
5.	Pengaruh Penambahan Limbah Botol Kaca Terhadap Daya Serap Air Dan Uji Kuat Tekan Batu Bata Merah (Winata, 2022)	Batu bata merah yang dicampur serbuk botol kaca dengan campuran 4% memiliki kuat tekan yang rendah yaitu 27,81% dan daya serap air yang cukup tinggi.

2.4 Sifat Mekanik Batu Bata

Sifat mekanis batu bata Sifat mekanik batu bata adalah sifat yang ada pada batu bata jika dibebani atau dipengaruhi dengan perlakuan tertentu.

2.4.1 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 dapat dihitung menggunakan rumus di bawah ini:

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 15-20942000 dapat dilihat pada table di bawah ini.

Tabel 2.5: 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 2.6

Tabel 2.6: Penelitian terdahulu kuat tekan bata.

No	Judul	Hasil
1.	Pengaruh Penggantian Sebagian Tanah Liat Dengan Abu Jerami Padi Dan Lama Pembakaran Ditinjau Dari Karakteristik Fisis Dan Mekanik Batu Bata (Narendra dkk., 2018)	Penggantian sebagian tanah liat dengan abu jerami padi yang optimal untuk mencapai karakteristik fisis dan mekanik yang sesuai standar didapatkan untuk nilai maksimal kuat tekan batu bata pada persentase 20% yaitu 7,39 kg/cm ² .

Tabel 2.6 Lanjutan.

No	Judul	Hasil
2.	Studi Perilaku Kuat Tekan Batu Bata Tanpa Bakar Menggunakan Abu Sekam Sebagai Bahan Substitusi (Masdiana dkk.,2019)	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.
3.	Kuat Tekan Bata Merah Dengan Variasi Usia Dan Kadar Air Adukan Tanah Liat (Elhusna dkk.,2016)	Bata merah dengan kuat tekan terbaik dimiliki oleh bata yang dicetak dari adukan yang tersimpan selama dua hari.
4.	Analisa Kuat Tekan Bata Merah Pejal Terhadap Posisi Pembakaran Dalam Tungku Konvensional (Ahmad dkk., 2006)	Bata merah pejal memiliki kuat tekan yang bervariasi sesuai dengan bahan penyusun yang digunakan dan cara pembuatannya.
5.	Studi Eksperimental Kuat Tekan Bata Merah dengan Variasi Penambahan Abu Sekam Padi (Hasim dkk.,2022)	Semakin banyak variasi penambahan abu sekam padi pada campuran batu bata merah maka akan mengakibatkan kuat tekan batu merah semakin menurun.

2.4.2 Kadar Air

Kadar air adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam batu bata dengan berat kering batu bata, dinyatakan dalam persentase. Hasil penelitian sebelumnya Widodo & Artiningsih (2021), pencetakan bata tanpa pembakaran

dilakukan pada kondisi kadar air optimum, untuk memperoleh kondisi plastis dengan tingkat penyusutan yang rendah.

2.5 Serbuk Cangkang Telur

Cangkang telur sering kali diabaikan sebagai limbah yang tidak mendapatkan perhatian memadai, sehingga sering dibuang tanpa proses daur ulang. Oleh karena itu, salah satu langkah untuk menjaga lingkungan adalah dengan memanfaatkan limbah tersebut. Limbah cangkang telur ini bisa ditemukan di berbagai tempat, seperti warung nasi, martabak, dan sebagainya

Cangkang telur adalah lapisan luar yang berfungsi melindungi seluruh bagian telur dari cedera atau kerusakan. Secara umum, komposisi cangkang telur terdiri dari 1,6% air dan 98,4% bahan kering. Di dalam cangkang telur terdapat unsur mineral sebanyak 95,1% dan protein sebanyak 3,3%. Menurut analisis komposisi mineral, cangkang telur mengandung kristal CaCO_3 sebesar 98,34%, MgCO_3 sebanyak 0,84%, dan $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ sebesar 0,75% (Yuwanta, 2010 dalam Merta et al., 2020).

Secara umum, struktur cangkang telur terdiri dari tiga lapisan: kutikula, spons, dan lameral. Kutikula merupakan lapisan terluar yang kaya akan protein. Sementara itu, lapisan spons dan lameral membentuk matriks yang terdiri dari serat protein yang terikat oleh kalsium karbonat. Cangkang telur sendiri menyumbang sekitar 11% dari total berat telur, dengan komposisi yang terdiri dari kalsium karbonat (94%), kalsium fosfat (1%), materi organik (4%), dan magnesium karbonat (1%) (Rivera, 1999 dalam Kusumawati, 2019).

Tabel 2.7: Penelitian terdahulu bata dengan campuran set

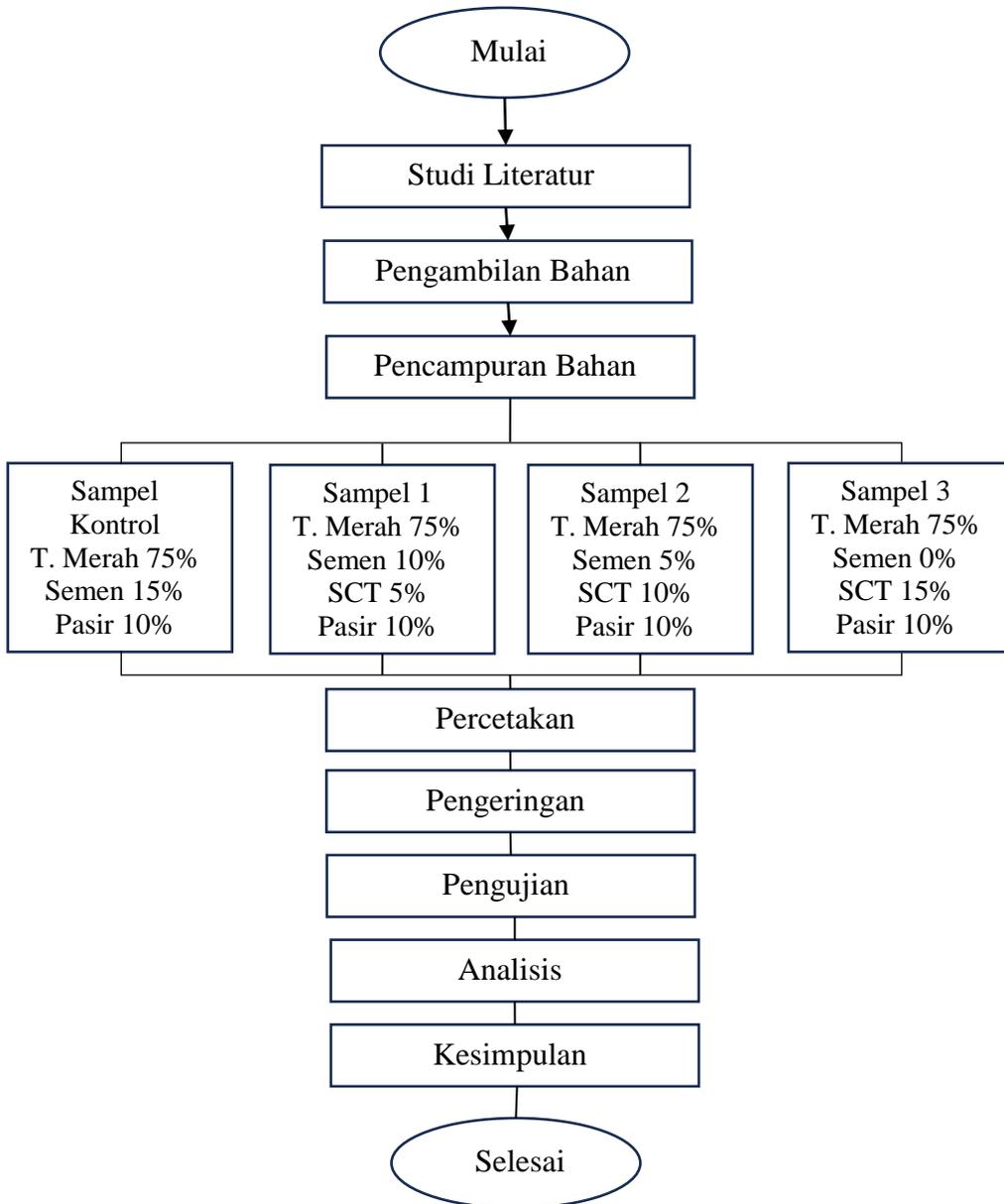
1.	Investigasi Sifat-Sifat Teknik Tanah Tanpa Semen Dengan Kulit Telur Yang Diaktifkan Alkali Dan Abu Sekam Padi Sebagai Pengikat (Poorveekan, Ath, Anburuvel, dan Sathiparan, 2021).	Kepadatan bloks geopolimer kurang dari blok tanah stabil semen konvensional serta diamati juga bahwa kepadatan geopolimer meningkat ketika ada peningkatan rasio.
2.	Studi Terhadap Potensi Campuran Abu Kulit Kakao dan Serbuk Cangkang Telur Sebagai Pengganti Pasir Silika Terhadap Kekuatan Tekan Bata Ringan (Hadipramana, Sari, Sari, Putra, dan Riza, 2023)	Nilai kuat tekan optimum bata ringan CLC dengan campuran AKK dan SCT pada umur 28 hari terjadi pada variasi 10% (komposisi 5% AKK dan 5% SCT) besar volume pengganti agregat halus adalah sebesar 6,03 Mpa lebih tinggi 11,04% dari pada bata CLC yang tidak memakai AKK dan SCT.

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

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli 2024 sampai dengan selesai. Tempat penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara di Jl. Kapten Muchtar Basri No.3 Medan. Selanjutnya untuk pengujian-pengujian juga dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Tabel 3.1: Jadwal penelitian.

No	Jenis Kegiatan	Bulan I		Bulan II		Bulan III		Bulan IV		Bulan V		Bulan VI	
		1/2	3/4	1/2	3/4	1/2	3/4	1/2	3/4	1/2	3/4	1/2	3/4
1	Persiapan alat dan bahan												
2	Proses penimbangan bahan-bahan sampel yang akan diuji												
3	Proses pembuatan sampel bata												
4	Proses pengeringan bata selama 28 hari												
5	Proses pengujian bata												
6	Mencatat analisis Data												

3.3 Tahap Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui pembuatan batu bata yang terbuat dari tanah liat, dengan variasi campuran serbuk kulit telur. Batu bata tersebut kemudian diuji sesuai dengan standar SNI 15-2094-2000. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengeksplorasi hubungan antara karakteristik sifat fisik dan sifat mekanik dengan komposisi bahan yang digunakan. Kegiatan penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap sebagai berikut:

1. Mempersiapkan bahan pembuatan bata seperti, tanah merah, pasir, semen, air dan serbuk kulit telur.
2. Pencetakan sampel bata.
3. Pengeringan sampel selama 28 hari.
4. Pengujian pada bata.
5. Dari hasil pengujian yang dilakukan pada tahap 5 yaitu analisis data.
6. Setelah mendapatkan data hasil pengujian pada tahap 5 maka dilakukan pembuatan laporan hasil penelitian yang telah dilaksanakan.

3.4 Sumber-Sumber Data Dalam Penelitian

Dalam penelitian, sumber-sumber data berperan sebagai langkah atau metode yang digunakan untuk memahami dan memecahkan permasalahan. Proses ini melibatkan pengumpulan, pencatatan, studi, dan analisis terhadap data yang diperoleh. Sumber-sumber ini menjadi acuan penting untuk menyelesaikan penelitian, dan tentu saja, tak terlepas dari data-data pendukung yang relevan.

Data pendukung diperoleh dari:

3.4.1 Data Primer

Data yang diperoleh dari hasil yang telah dilaksanakan di laboratorium. Data primer yang dibutuhkan adalah data penyerapan air, kuat tekan, daya tahan, berat jenis, kadar garam, konduktivitas termal dan IP tanah dengan variasi penambahan serbuk cangkang telur.

3.4.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari sumber yang sudah ada dan telah dikumpulkan sebelumnya oleh pihak lain. Jenis data ini dapat berupa data yang diambil dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, laporan, dokumen-dokumen lainnya yang terkait dengan teknik bata (literatur) dan konsultasi langsung dengan dosen pembimbing di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Data teknis mengenai Standar Nasional Indonesia. Data teknis mengenai SNI-15-2094- 37 2000, serta buku-buku atau literature sebagai penunjang untuk memperkuat suatu penelitian yang dilakukan.

3.5 Alat dan Bahan

3.5.1 Alat

1. Cetakan batu bata

Cetakan bata yang digunakan pada penelitian ini menggunakan cetakan bata yang sudah memenuhi standard dengan ukuran panjang 20 cm, lebar 10 40 cm, dan tinggi 6cm sebagai cetakan untuk sampel uji. Cetakan batu bata dapat terbuat dari pelat baja.



Gambar 3.2: Cetakan batu bata.

2. Mesin alat cetak bata dengan mesin hidrolik press

Mesin hidrolik press bata digunakan untuk mengepres adonan bata yang berada di cetakan agar bata yang dihasilkan padat. Mesin ini dapat menghasilkan tonase yang tinggi hingga 10.000 ton. Mesin press hidrolik terbuat dari berbagai bahan, seperti baja, aluminium, dan pipa hidrolik.



Gambar 3.3: Mesin hidrolik press.

3. Timbangan Digital

Timbangan digital digunakan untuk menimbang massa pada bahan material pada penelitian. Penelitian ini menggunakan timbangan digital dengan merek shintec dan terbuat dari bahan stainless steel.



Gambar 3.4: Timbangan digital.

4. Oven

Oven ini berfungsi untuk memanaskan pada sampel bata. Oven yang digunakan dalam penelitian adalah berbahan stainless steel memiliki daya tahan panas yang kuat dan anti karat dan menggunakan merek memmert.



Gambar 3.5: Oven.

5. Sekop

Sekop digunakan untuk mengambil tanah di tempat pengambilan tanah dan untuk mengancurkan bongkahan tanah. Penelitian ini menggunakan sekop dengan berbahan kayu.



Gambar 3.6: Sekop.

6. Ember Perendam

Ember digunakan sebagai wadah penyimpanan bahan - bahan yang sudah dihaluskan. Penelitian ini menggunakan ember yang terbuat dari plastik dan memiliki ukuran 60–80 liter diameter sekitar 51 cm dan tinggi sekitar 56 cm.



Gambar 3.7: Ember perendam.

7. Saringan

Saringan digunakan untuk menyaring atau menentukan agregat SCT dan tanah merah. Saringan untuk penelitian menggunakan saringan no.8 dan saringan ini terbuat dari stainless steel.



Gambar 3.8: Saringan.

8. Mesin uji kuat tekan (compression test)

Mesin uji kuat tekan untuk mengukur kekuatan kompresi pada bata. Mesin uji kuat tekan memberikan tekanan yang kuat hingga material tersebut rusak. Gaya tekan yang dibutuhkan untuk menghancurkan material dicatat dan diolah menjadi data.



Gambar 3.9: Compression test.

9. Alat Thermal

Alat thermal berfungsi untuk mengalirkan panas pada bata. Semakin besar nilai konduktivitas termal pada bata, semakin baik bata tersebut dalam menghantarkan panas.



Gambar 3.10: Alat thermal.

3.5.2 Bahan

1. Tanah Merah

Tanah merah diambil dari satu titik agar mendapatkan indeks plastisitas yang sama pula. Tanah yang digunakan adalah tanah yang di ambil di daerah Deli Serdang, Desa Sidourip. Tanah galong yang akan digunakan memiliki indeks plastisitas kurang lebih sebesar 25%-30%.



Gambar 3.11: Tanah merah.

2. Air

Digunakan dalam proses pembuatan bata agar terjadinya proses kimiawi dengan semen atau kapur yang menyebabkan adanya pengikatan dan berlangsungnya pengerasan pada bata. Air yang digunakan adalah air bersih yang bersumber dari pdam tirtanadi yang ada di laboratorium teknik sipil umsu.



Gambar 3.12: Air.

3. Serbuk Kulit Telur (SCT)

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 dan saringan no.8.



Gambar 3.13: Serbuk cangkang telur.

4. 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 152094-2000. Komposisi utama Semen Portland adalah : lime stone, silikat alumina, besi oksida dan sulfur terak. Jika semen dicampur dengan air, maka mineral-mineral yang ada didalamnya mulai bereaksi dengan air, sedangkan reaksinya disebut reaksi hidrolis.



Gambar 3.14: Semen.

5. Pasir

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



Gambar 3.15: Pasir.

3.6 Tahap Komposisi Campuran

Mix Desain atau komposisi bata dalam penelitian ini terdapat total 4 series termasuk variasi kontrol. Untuk kontrol menggunakan semen 15% yaitu sebagai patokan perbandingan ketahanan bata nantinya. Sedangkan untuk yang series menggunakan serbuk cangkang telur sebagai bahan tambahan pengikatnya.

Tabel 3.2: Tabel komposisi campuran.

Keterangan	Pengikat		Tanah Merah	Pasir
	Semen	SCT		
Kontrol	15	0	75	10
Seri 1	10	5	75	10
Seri 2	5	10	75	10
Seri 3	0	15	75	10

Jumlah sampel bata adalah 9 buah tiap seri dan 9 buah bata kontrol, dimana dalam pengujian akan menggunakan 3 seri bata dan 1 bata kontrol:

1. Pengujian Kuat Tekan : 3 sampel
2. Pengujian Uji Daya Tahan : 3 sampel
3. Pengujian Massa Jenis : 3 sampel
4. Pengujian Kadar Garam : 3 sampel
5. Pengujian Penyerapan Air : 3 sampel
6. Pengujian Konduktivitas Termal : 3 sampel

3.7 Tahap-Tahap Penelitian

3.7.1 Pembuatan Serbuk Cangkang Telur

Adapun prosedur pelaksanaan pembuatan SCT sebagai berikut:

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 +/- 30 Menit.
4. Kemudian, cangkang telur dihancurkan dengan menggunakan alat blender.
5. Kemudian, cangkang telur diayak dengan menggunakan saringan.

3.7.2 Pembuatan Batu Bata Tanpa Bakar

Adapun prosedur pelaksanaan pembuatan bata sebagai beriku :

1. Tahapan awal yaitu persiapan bahan campuran yang direncanakan pada wadah yang terpisah.
2. Kemudian menyiapkan tempat/lahan yang cukup menampung volume bahan rencana.
3. Memasukan tanah kedalam wadah.
4. Lakukan pencampuran dengan menggunakan sekop atau alat pengaduk.
5. Kemudian diaduk hingga bahan campuran merata
6. Lakukan percetakan menggunakan cetakan batu bata kemudian di press menggunakan mesin hidrolik press bata.

7. Keluarkan bata dari cetakan ke tempat yang sudah disediakan untuk proses pengeringan batu bata memanfaatkan cahaya matahari. Pejemuran batu bata menggunakan dua sisi miring.
8. Penataan susunan batu bata kering yang telah selesai dijemur.

3.8 Pemeriksaan Bahan

Pemeriksaan Bahan Sebagian besar volume batu bata merah terdiri dari agregat halus. Sifat dan jenis agregat sangat mempengaruhi mutu batu bata merah tersebut antara lain sifat pengerjaannya, kekuatannya, keawetannya. Oleh karena itu sebelum digunakan agregat tersebut harus diuji terlebih dahulu. Material tanah lempung yang digunakan berasal tanah asli di Desa sidourip Lubuk Pakam. Untuk air yang dipergunakan adalah air PDAM.

3.9 Pengujian Sampel

Pengujian sampel dilakukan dengan melakukan pengujian di Laboratorium Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, 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:

3.9.1 Indeks Plastisitas (Plasticity Index)

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

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

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.

3.9.2 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 36 sebuah gaya sebesar F bekerja pada sebuah bidang A (area), maka besarnya tekanan adalah :

$$\text{Kuat tekan (f)} = P_{maks}/A \quad (3.2)$$

Dengan :

P_{maks} = Maksimum besaran gaya tekan (kg) A = Luas penampang (cm^2) f = Kuat tekan benda uji (kg/cm^2)

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.

3.9.3 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 dibangun 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%.

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

Dengan:

G = kadar garam (%)

Ag = Luasan kandungan garam (cm²)

A = Luasan bata (cm²)

Adapun tahapan pengujian:

1. Pilih bata dalam kondisi kering dan bersih dari debu
2. Ukur dan catat dimensi serta massa awal bata
3. Letakkan bata secara vertikal pada wadah yang berisi air suling dengan ketinggian ± 25 mm dari dasar bata.
4. Biarkan bata menyerap air melalui kapilaritas selama 7 hari pada suhu ruang, tambahkan air jika berkurang.
5. Setelah 7 hari, keluarkan bata dan keringkan di udara terbuka hingga benar-benar kering.
6. Amati permukaan bata, khususnya bagian atas dan samping, untuk melihat adanya endapan putih (garam).

3.9.4 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.

$$\text{Berat Jenis} = \text{W/V} \quad (3.4)$$

Keterangan:

W = Berat (kg)

V = Volume (m³)

3.9.5 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.

$$\text{Penyerapan} = \frac{A-B}{A} \times 100\% \quad (3.5)$$

Dengan:

A = Berat jenuh setelah direndam (gr)

B = Berat setelah di oven (gr)

Adapun tahapan pengujian:

1. Pilih bata dalam kondisi kering dan bersih
2. Keringkan bata di oven pada suhu ± 105 °C selama 24 jam untuk menghilangkan kelembapan
3. Timbang massa bata kering
4. Masukkan bata ke dalam ember berisi air bersih.
5. Rendam selama 24 jam pada suhu ruang.
6. Setelah 24 jam, keluarkan bata dan lap permukaan hingga bebas air yang menetes (jangan sampai mengurangi air yang terserap).
7. Timbang massa bata setelah perendaman.

3.9.6 Uji Konduktivitas Panas Pada Bata

Metode pengujian menggunakan prosedur metode uji ASTM C177. Langkah-langkah pengujian konduktivitas panas adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan alat pengujian konduktivitas panas.
2. Siapkan 15 sampel bata tanpa bakar yang akan diuji konduktivitas panas.
3. Memasukkan sampel diantara dua pelat panas yang tertanam pada pelindung.
4. Hidupkan alat konduktivitas panas selama 40 menit pemanasan kemudian ambil data temperatur melalui sampel dalam setiap lima menit.

5. Pengujian untuk sampel bata tanpa bakar pertama selesai, Ulangi langkah a sampai d untuk semua sampel bata tanpa bakar lainnya.

Cara kerja alat tersebut yaitu dengan menggunakan heater yang berfungsi untuk mengalirkan panas pada bata, kemudian di bagian tengah alat tersebut terdapat plat yang di gunakan untuk mengetahui tegangan dan arus dari hambatan pengaliran panas tersebut untuk mendapatkan hasil dari aliran listrik dari pemanas yang terukur. Batas kemampuan dari alat pengujian ini ± 50 watt menurut perancang alat konduktivitas panas tersebut.

3.9.7 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. Batu bata yang baik akan mengeluarkan bunyi yang nyaring. Pengujian ini merupakan salah satu parameter kekeringan dari batu bata, tentu saja bunyi akan tidak menyaring apabila batu bata dalam keadaan basah.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Pengujian Sifat Fisik Material

Di dalam pemeriksaan bahan baik agregat halus maupun tanah dilakukan di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara mengikuti panduan dari SNI tentang pemeriksaan agregat.

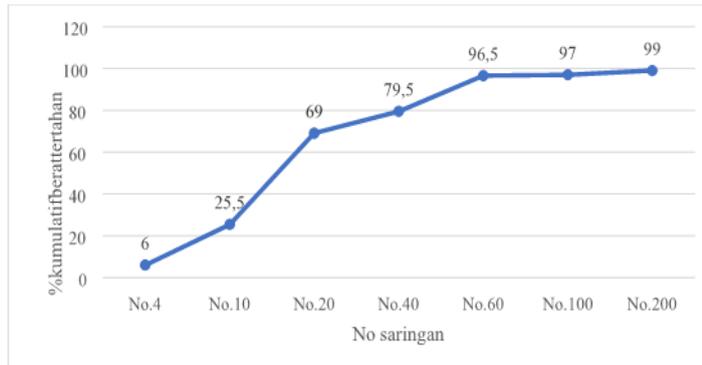
4.2 Pengujian Sifat Fisik Material Tanah

Tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah merah yang berasal dari Deli Serdang, Desa Sidourip. Berdasarkan SNI 03-4431-1997, jenis tanah liat atau lempung adalah bahan utama untuk pembuatan batu bata merah. Lempung berperan sebagai komponen dasar dalam pembuatan batu bata yang dibakar dan yang dijemur. Lempung yang digunakan berasal dari proses pelapukan batuan seperti basal, andasit, granit, dan jenis batuan lainnya yang kaya akan felspar. Felspar sendiri adalah senyawa yang terdiri dari silika- kalsium-aluminium, silikat-natriumaluminium, silikat-kalsium aluminium.

4.2.1 Pemeriksaan Analisa Butiran Tanah Merah

Tujuan Analisa Butiran Tanah adalah pembagian butiran (gradasi) tanah. Pelaksanaan penentuan gradasi dilakukan pada tanah merah. 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 pemeriksaan di laboratorium, percobaan untuk mengidentifikasi contoh tanah, maka diperoleh data seperti pada Gambar 4.1



Gambar 4.1: Grafik analisa butiran tanah merah.

Dari hasil pengujian didapat hasil seperti pada Gambar 4.1, semakin tinggi nomor saringan atau semakin kecil diameter saringan maka semakin tinggi nilai % kumulatif berat tertahanya yaitu sebesar 99%. Klasifikasi tanah menurut SNI tata cara pengklasifikasian tanah untuk keperluan Teknik, tanah termasuk berbutir kasar dengan lolos saringan No.200 kurang dari 50% yaitu sebesar 1%.

4.2.2 Kadar Air 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.

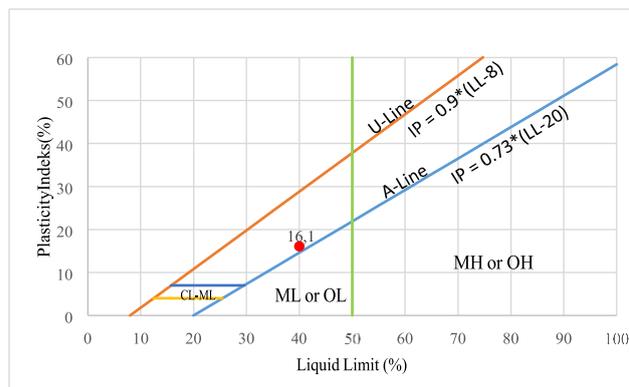
Maka dari hasil kadar air tanah merah rata-rata kadar air 32, 8% masih dikatakan normal karena kurang dari 100%.

4.2.3 Uji Batas Cair dan Batas Plastis Tanah Merah

Pengujian Indeks Plastisitas tanah dilakukan untuk menentukan keadaan peralihan antara keadaan cair dan keadaan plastis. Batas cair (LL) didefinisikan sebagai kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis. Batas cair biasanya ditentukan dari uji casagrande. Kemudian hubungan kadar air dan jumlah pukulan yang didapatkn dari hasil pengujian menggunakan alat casagrande

digambarkan dalam grafik semi logaritmik untuk menentukan kadar air pada 25 kali pukulan. Batas plastis (PL) didefinisikan sebagai kadar air tanah pada kedudukan antara daerah plastis dan semi plastis, yaitu presentase kadar air dimana tanah yang berbentuk silinder dengan diameter 3,2 mm dalam keadaan mulai retak ketika digulung. Sedangkan Indeks plastisitas (PI) merupakan selisih antara nilai batas cair (LL) dan batas plastis (PL). Karena itu, indeks plastisitas menunjukkan nilai plastisitas tanahnya. Jika tanah mempunyai PI tinggi, maka tanah mengandung banyak butiran lempung. Jika PI rendah, seperti lanau, sedikit pengurangan kadar air berakibat tanah menjadi kering.

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



Gambar 4.2: Grafik Casagrande indeks plastis tanah merah.

Dari hasil pengujian plastisitas tanah Merah dapat dilihat pada Gambar 4.2. Diperoleh Batas cair (Liquid Limit) 44% sedangkan Batas Plastis (Plastic Limit) 27,5%, maka didapat Indeks Plastisitas (Plasticity Index) dari tanah Merah sebesar 16,1%. Berdasarkan nilai Indeks plastisitas yang diperoleh maka tanah pada penelitian ini termasuk tanah lempung inorganik dengan indeks plastisitas sedang.

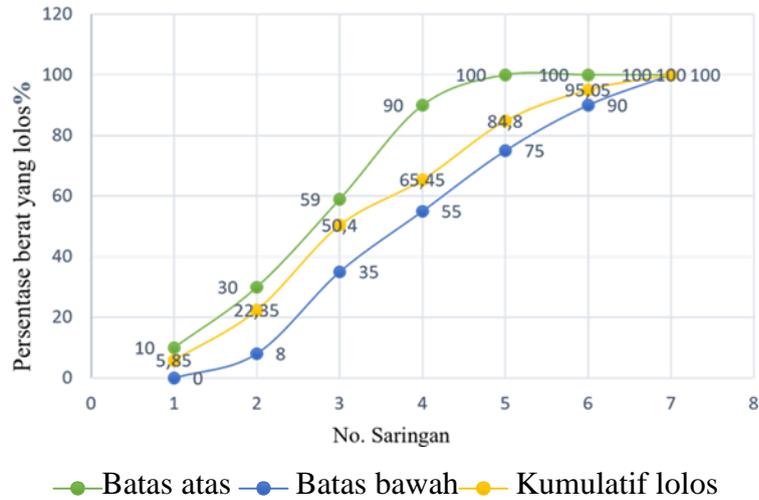
4.3 Pengujian Sifat Fisik Material Agregat Halus

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).

4.3.1 Analisa Saringan Agregat Halus

Cara pengujian ini dilakukan berdasarkan (SK SNI S-04-1989-F, 1989), tentang metode pengujian analisis saringan agregat halus. Hasil pengujian analisa saringan agregat halus dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3: Grafik analisa saringan agregat halus.

Dari pengujian didapat hasil FM sebesar 2,76%. 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).

4.3.2 Kadar Lumpur Agregat Halus

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

Dari hasil uji Kadar Lumpur 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.

4.3.3 Kadar Air Agregat Halus

Pengujian kadar air agregat halus merupakan perbandingan antara berat air yang terdapat dalam agregat dan agregat dalam kondisi kering. Kadar kelembaban agregat dipengaruhi oleh banyaknya air yang tersimpan dalam pori-pori agregat, semakin besar perbedaan antara agregat yang basah dan agregat yang telah

dikeringkan di oven, maka kadar kelembaban agregat akan semakin tinggi, yang menunjukkan lebih banyak air ada di dalam pori-pori agregat tersebut, dan sebaliknya, hal ini penting untuk dicampur dalam pembuatan bata (Rahmawati, 2020).

Dari pengukuran kadar kelembaban, diperoleh nilai rata-rata 5,43%, dengan persentase kadar air pada uji pertama sebesar 4,33% sementara uji kedua menunjukkan 6,52%. Hasil ini sesuai dengan standar yang berlaku, yakni antara 2,0% hingga 20%.

Dengan demikian, agregat ini memenuhi kriteria dan dapat digunakan dalam campuran bata. Oleh karena itu, tidak perlu menambah atau mengurangi jumlah air yang diperlukan.

4.4 Hasil dan Analisa Pengujian Bata

Pada bab ini akan di jelaskan hasil dan analisa pengujian kuat tekan, uji daya tahan , berat jenis , kadar garam , penyerapan air dan konduktivitas termal yang telah dilakukan.

4.4.1 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian ini dilakukan untuk menunjukkan mutu dan kelas kuat tekannya. Kuat tekan diperoleh dari hasil bagi beban tekan tertinggi dan luas bidang.

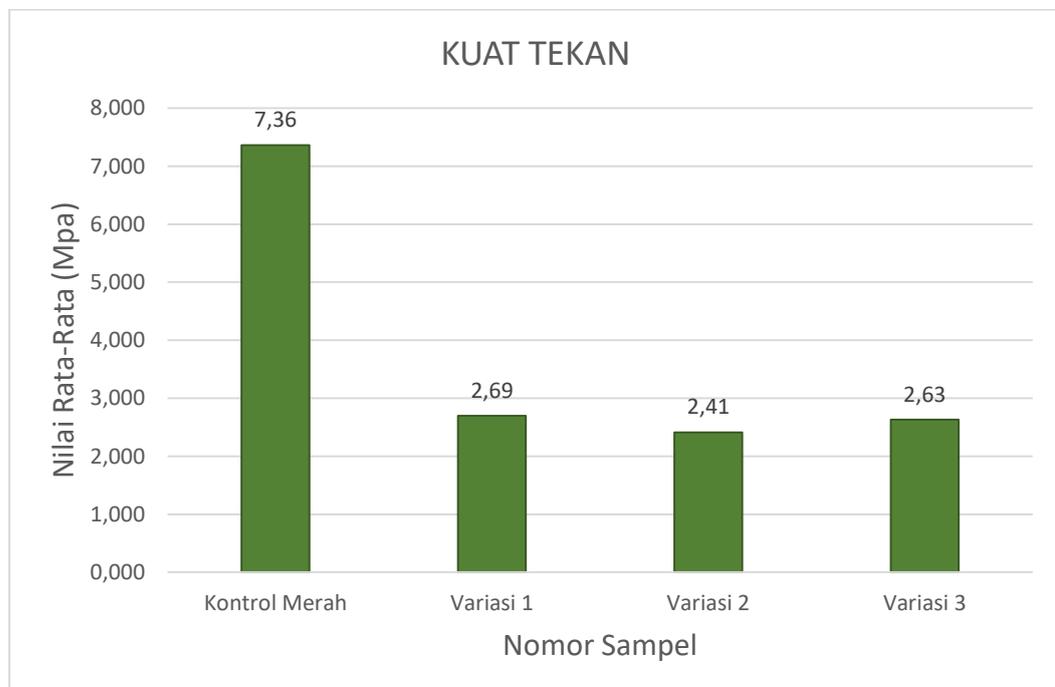


Gambar 4.4: Proses pengujian kuat tekan batu bata.



Gambar 4.5: Setelah pengujian kuat tekan.

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).



Gambar 4.6: Grafik uji kuat tekan.

Berdasarkan dari hasil pengujian seperti yang ditampilkan dalam Gambar 4.6 di atas dapat dilihat bahwa kuat tekan sampel kontrol merah memiliki nilai kuat tekan tertinggi sebesar 7,36 Mpa dibandingkan dengan sampel lainnya.

Sementara itu, series 1 memiliki nilai kuat tekan sebesar 2.69 Mpa, series 2 sebesar 2.41 Mpa, dan series 3 sebesar 2.63 Mpa.

Pada hasil penelitian terjadi penurunan dikarenakan pada penambahan SCT terlalu banyak sehingga 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.

4.4.2 Pengujian Penyerapan Air Bata

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.

Pada penelitian pengujian daya serap bata yang di uji adalah nilai daya serap bata dari masing-masing sampel. Adapun dari hasil penelitian dapat dilihat pada gambar dan grafik berikut ini.



Gambar 4.7: Proses pengeringan bata.

Gambar 4.14 diatas menjelaskan proses pengeringan bata menggunakan oven selama 12 jam dengan suhu 199,5-200 °C untuk kemudian masuk ke tahap pengujian selanjutnya.



Gambar 4.8: Proses perendaman bata.

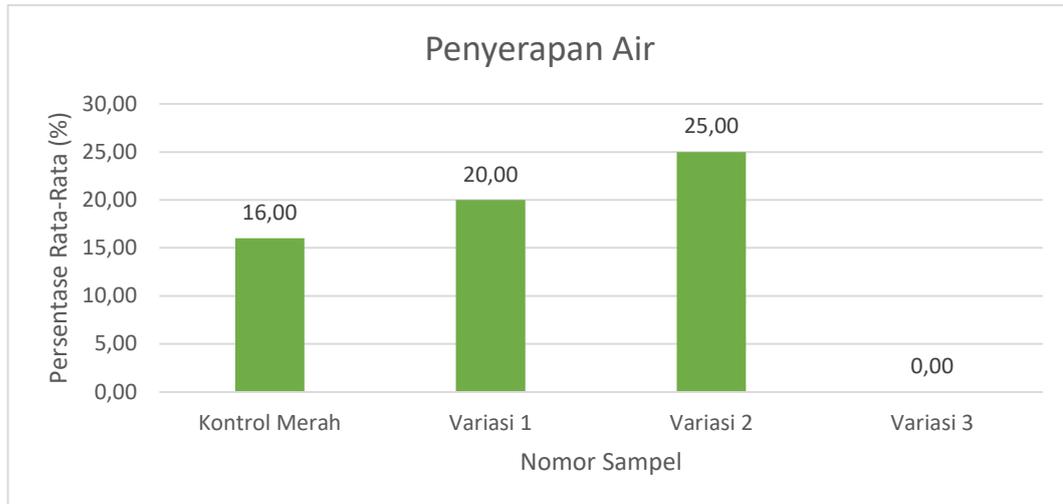
Gambar 4.15 diatas menjelaskan proses perendaman bata setelah pengeringan menggunakan oven, perendaman dilakukan diwadah berisi air bersih selama 24 jam dan pastikan bata terendam dengan keseluruhan.



Gambar 4.9: Bata setelah direndam.

Gambar 4.16 menjelaskan proses setelah perendaman selama 24 jam kemudian benda uji di timbang untuk melihat hasil penyerapan air nya.

Pada penelitian pengujian penyerapan air yang di uji adalah nilai daya serap bata dari masing-masing sampel. Adapun dari hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.17 berikut ini.



Gambar 4.10: Grafik penyerapan air.

Bata merupakan material yang bersifat higrokopis 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 % (Dhiaulhaq, 2018).

Pada Gambar 4.17 memperlihatkan hasil nilai rata-rata kontrol yaitu sebesar 16%, series 1 sebesar 20 %, series 2 sebesar 25%, dan series 3 sebesar 0 % yaitu bata tersebut tidak standar SNI dimana nilai maksimal penyerapan adalah lebih dari 20%.

Dari total ke-4 sampel benda uji bata kontrol adalah yang paling ringan karena menggunakan bahan pengikat semen. Karena semen dapat lebih mengeras dan padat dibanding serbuk cangkang telur. Sehingga bata kontrol memiliki sedikit rongga yang dapat menyerap air.

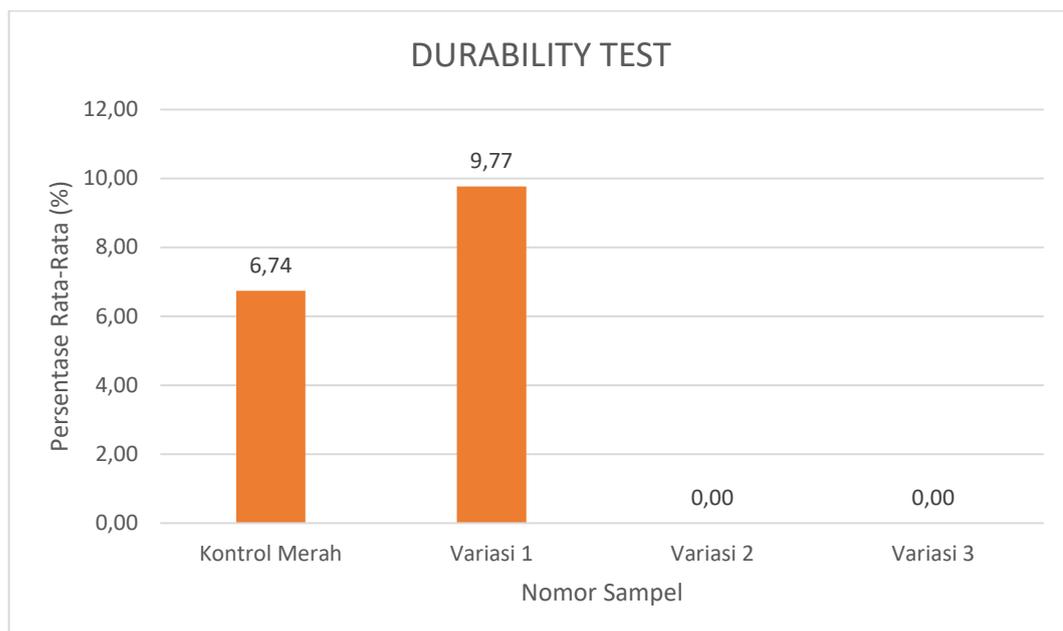
4.4.3 Pengujian Daya Tahan Bata

Pengujian daya tahan bata menurut standar ASTM D559 memerlukan dua sampel pengujian dengan menimbang bata sebelum direndam, kemudian merendam bata selama 5 jam dan diangkat lalu di biarkan dalam suhu ruangan selama 19 jam. Lakukan kegiatan tersebut selama 12 siklus berturut. Proses pengujian dilakukan dengan sederhana dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.11: Pengujian daya tahan.

Dari pengujian Daya tahan dengan menggunakan metode pengujian ASTM D559 didapat hasil pengujian pada Gambar 4.8.



Gambar 4.12: Grafik daya tahan bata.

Dari gambar grafik didapat nilai rata rata bata kontrol sebesar 6,74 %, series 1 sebesar 9,77 %, series 2 sebesar 0 % ,dan series 3 sebesar 0 %. Dari ke 4 sampel didapat nilai daya tahan paling tinggi pada kontrol merah dan series 1 yaitu sebesar 9,77 gram dan 6,74 gram kemudian daya tahan paling rendah terdapat di bata series 2 dan 3 yaitu 0 gram.

Series 2 dan 3 memiliki daya tahan lebih rendah dibanding variasi lainnya karena menggunakan campuran SCT 10 % dan 15 %. Hal ini menunjukkan bahwa SCT tidak memiliki potensi sebagai bahan tambahan alami yang efektif

dalam meningkatkan ketahanan terhadap faktor eksternal seperti pelapukan, kelembapan, atau zat kimia tertentu.

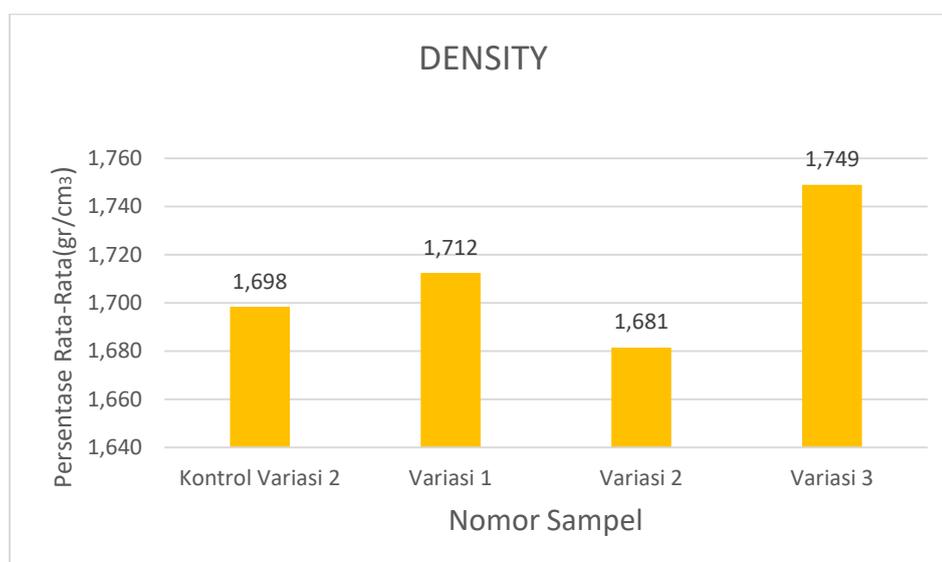
4.4.4 Pengujian Berat Jenis Bata

Pengujian berat jenis dilakukan untuk mengetahui berapa besar berat jenis per satuan kg/m^3 pada bata merah. Semakin ringan material penyusun dinding, maka semakin bagus dan dapat digunakan untuk daerah rawan gempa. Proses pengujian dapat dilihat Gambar 4.9.



Gambar 4.13: Proses pengujian berat jenis.

Dari hasil penelitian berat jenis didapat hasil nilai rata-rata berat jenis BT3B seperti ditunjukkan pada Gambar 4.10 berikut.



Gambar 4.14: Grafik berat jenis tanah.

Dari gambar 4.10 rata-rata berat jenis bata kontrol adalah 1,698 gr/cm³, series 1 memiliki nilai 1,712 gr/cm³, series 2 memiliki nilai 1,681gr/cm³ dan series 3 memiliki nilai 1,749 gr/cm³ . Dari ke 4 sampel benda uji series 2 adalah yang paling ringan. Maka dapat disimpulkan bahwa series 2 lebih bagus digunakan karena ringan sebagai material penyusun dinding.

4.4.5 Pengujian Kadar Garam Bata

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 4.11 merupakan benda uji atau bata sebelum dilakukan pengujian kadar garam.



Gambar 4.15: Bata sebelum pengujian kadar garam.



Gambar 4.16: Proses pengujian kadar garam.



Gambar 4.17: Hasil pengujian kadar garam.

Dapat dilihat dari gambar diatas proses pengujian kadar garam BT3B 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. Dapat dilihat hasil pengujian kadar garam pada Gambar 4.13, pada permukaan bata tidak ditemukan lapisan berwarna putih dari masing-masing sampel.

Sesuai dengan standart SNI dalam SNI-10 terdapat 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:

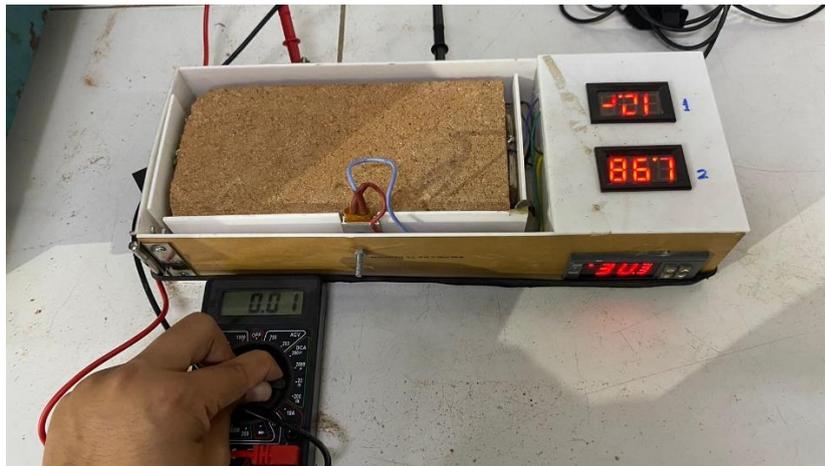
Bila 50% atau lebih dari permukaan bata tertutup oleh lapisan putih yang agak tebal karena pengkristalan garam-garam yang dapat larut, tetapi bagian-bagian dari permukaan bata tidak menjadi bubuk atau terlepas.

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.

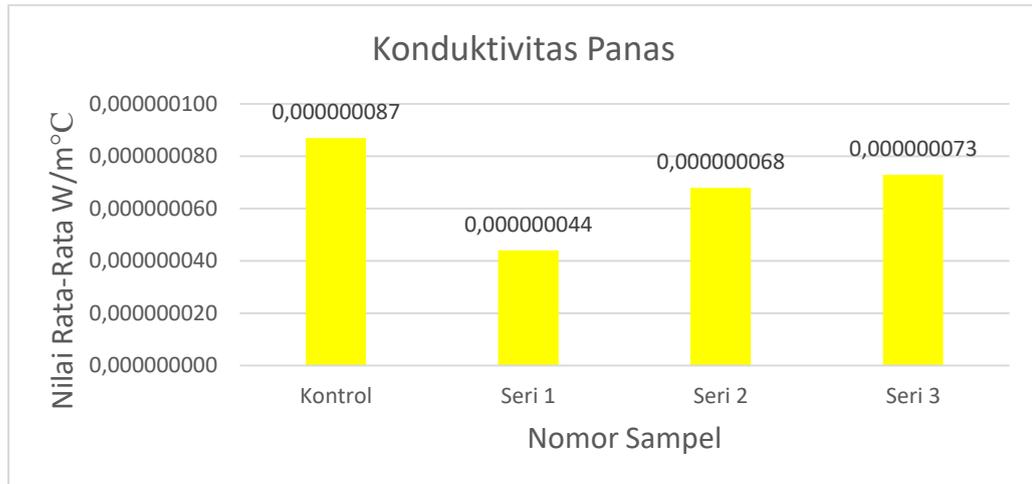
4.4.6 Pengujian Konduktivitas Panas Bata

Pengujian konduktivitas termal dilakukan untuk menentukan seberapa efektif suatu material dapat mentransmisikan panas. Material dengan konduktivitas yang rendah memiliki sifat isolasi yang sangat baik. Di sisi lain, material dengan nilai konduktivitas yang tinggi adalah contoh material yang unggul dalam menghantarkan panas.



Gambar 4.18: Proses pengujian konduktivitas panas.

Di dalam penelitian ini menggunakan 3 sampel di setiap variasi nya dan berikut grafik hasil dari pengujian di setiap variasinya, dapat di lihat pada Gambar 4.18 di bawah ini:



Gambar 4.19: Grafik uji konduktivitas panas.

Berdasarkan dari hasil pengujian seperti yang ditampilkan dalam Gambar 4.18 di atas dapat dilihat bata kontrol merah memiliki nilai tertinggi sebesar $0,000000087 W/m^{\circ}C$ dibandingkan dengan sampel lainnya. Sementara itu, series 1 memiliki nilai sebesar $0,000000044 W/m^{\circ}C$, series 2 sebesar $0,000000068 W/m^{\circ}C$, dan series 3 sebesar $0,000000073 W/m^{\circ}C$. Ketiga series tersebut menunjukkan nilai yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan kontrol merah.

Maka dapat disimpulkan, nilai konduktivitas panas mengalami penurunan pada series 1 dan series 2 itu menunjukkan bahwa series 1 dan 2 kurang menghantarkan panas atau merupakan isolator, sedangkan untuk kontrol merah dan series 3 mengalami kenaikan nilai konduktivitas panas yang berarti itu menjadi penghantar panas yang baik.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan di laboratorium dengan bahan tambah serbuk cangkang telur didapat beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai- nilai karakteristik sifat fisik dan mekanik BT3B yang diproduksi dengan penambahan SCT yaitu:
 - a. Sifat fisik BT3B yaitu:
 - Pengujian berat jenis nilai yang terendah pada BT3B dengan penambahan SCT 10% adalah 1,681 gr/m³.
 - Pengujian kadar garam tidak memiliki bercak putih dari masing-masing sampel bata.
 - Pengujian penyerapan air bata yang paling baik BT3B dengan penambahan SCT 10% karena memiliki nilai penyerapan yang rendah.
 - b. Sifat mekanik BT3B yaitu:
 - Pengujian kuat tekan dengan penambahan SCT mengalami penurunan dibanding bata kontrol yang diproduksi tanpa penambahan SCT.
 - Pengujian daya tahan bata dengan penambahan SCT 10 % dan 15 % mengalami kerusakan karena SCT tidak memiliki potensi sebagai bahan tambahan alami yang efektif dalam meningkatkan ketahanan.
 - Pengujian konduktivitas sampel yang baik didapat pada BT3B dengan penambahan SCT 15% karena mengalami kenaikan konduktivitas panas yang berarti menjadi penghantar panas yang baik.
2. Secara keseluruhan, BT3B tanah merah dengan campuran serbuk cangkang telur yang memiliki sifat fisik dan mekanik yang optimal didapat dengan tambahan serbuk cangkang telur sebesar 10% (sesuai dengan rasio pada BT3B seri II).

5.2 Saran

1. Penelitian ini mendukung pemanfaatan limbah organik sebagai bahan tambahan konstruksi. Oleh karena itu, perlu dilakukan edukasi dan sosialisasi kepada masyarakat atau pelaku industri mengenai manfaat penggunaan SCT agar dapat diterapkan secara luas sebagai alternatif bahan bangunan ramah lingkungan.
2. Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut terhadap karakteristik lain seperti porositas, densitas mikrostruktur, ketahanan terhadap cuaca, serta uji ketahanan jangka panjang untuk mengetahui kualitas bata dalam kondisi lingkungan nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, I., & Budyany, H. (2006). Analisa Kuat Tekan Bata Merah Pejal Terhadap Posisi Pembakaran Di Dalam Tungku Konvensional. *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, 1(1), 11. <https://doi.org/10.21009/jmenara.v1i1.7848>
- Amazian, L. (2018). Unfired Clay Bricks with Enhanced Properties Project Report November 2018. *School of Science and Engineering-Al Akhwayn University*.
- Ardi, A. W., Iswadi, & L, M. S. (2016). Uji Kuat Tekan, Daya Serap Air dan Densitas Material Batu Bata dengan Penambahan Agregat Limbah Botol Kaca. *Jurnal Fisika Dan Terapannya*, 3(1), 69–80.
- Dhiaulhaq, N. H. (2018). *Batu Bata Merah Interlock Tanpa Bakar Dengan Campuran Semen, Tanah Liat, dan Alkali Iia Sebagai Upaya Mengurangi Gas Rumah Kaca*. Skripsi, Universitas Brawijaya.
- Elhusna, & Agustin, R. (2016). Kuat Tekan Bata Merah Dengan Variasi Usia dan Kadar Air Adukan Tanah Liat. *Inersia: Jurnal Teknik Sipil*, 8(2), 49–54.
- Finanda, I., Purwandito, M., & Irwansyah. (2020). Analisis Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Batu Bata Pasca Pembakaran Menggunakan Bahan Campuran Abu Serbuk Kayu. *Jurnal Media Teknik Sipil Samudra*, 1(2), 1–4.
- Frapanti, S., Vanny Riza, F., Zulkarnain, F., and Nasution, A. R. (2024). Analisa Pembuatan Bata Tanpa Bakar Dari Limbah Pertanian Abu Ampas Tebu Untuk Mengurangi Polusi Udara. *Jurnal Teknik Sipil : Rancang Bangun*, 10(01), 1–10. <https://doi.org/http://doi.org/10.33506/rb.v10i1.2805>
- Hadipramana, Sari, D. N., Sari, D. P., Putra, R. A., & Riza, F. V. (2023). Studi Terhadap Potensi Campuran Abu Kulit Kakao dan Serbuk Cangkang Telur Sebagai Pengganti Pasir Silika Terhadap Kekuatan Tekan Bata Ringan. *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, 4(1), 46–53. <https://doi.org/10.53695/jm.v4i1.889>
- Hanifah, S. (2022). Kreatif! Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur di Perkotaan Guna Mengurangi Limbah.
- Harnadi, I. T., & Hartantyo, S. D. (2022). Pembuatan Batu Bata Merah Tanpa Bakar Dengan Campuran Sludge (Limbah Padat). *Jurnal Sipil Sains*, 12(2), 132–134. <https://doi.org/10.33387/sipilsains.v12i2.3359>
- Hasim, A., Marwadi, A., & Chalid, N. I. (2022). Studi Eksperimental Kuat Tekan Bata Merah dengan Variasi Penambahan Abu Sekam Padi. *Jurnal Riset & Teknologi Terapan Kemaritiman*, 1(2), 1–12. <https://doi.org/10.25042/jrt2k.122022.01>

- Hayat, R. B., Hassan, H. B., & Yusuf, M. A. B. M. (2019). Penggunaan Abu Tongkol Jagung Sebagai Bahan Ganti Separa Simen Dalam Penghasilan Bata Tanpa Bakar. *Green Technology & Engineering Seminar*, 50–57.
- Hidayati, R. N. (2018). *Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi sebagai Bahan Campuran terhadap Sifat Mekanik Batu Bata Di Desa Gunung Cupu, Kecamatan Sindangkasih, Kabupaten Ciamis*. Skripsi, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Irwansyah, Isma, F., & Purdiwanto, M. (2018). Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Dari Limbah Industri Pertanian Dan Material Alam. *Educational Building*, 4(2), 8–12.
- Kusumawati, T. (2019). *Potensi Cangkang Telur Ayam Sebagai Bahan Tambahan Dalam Pembuatan Onde-Unde Mini Ketawa*. Skripsi, Universitas Sanata Dharma.
- Masdiana, Sulha, Nasrul, Ahmad, S. N., & Fitriah. (2019). Studi Perilaku Tekan Batu Bata Tanpa Bakar Menggunakan Abu Sekam Sebagai Bahan Substitusi. *Seminar Nasional Teknologi Terapan Inovasi Dan Rekayasa (SNT2IR) 2019*, (April 2020), 318–324.
- Merta, M. G. W., Wartini, N. M., & Sugitha, I. M. (2020). Karakteristik Nugget Yang Difortifikasi Kalsium Tepung Cangkang Telur Ayam Ras. *Media Ilmiah Teknologi Pangan (Scientific Journal of Food Technology)*, 7(1), 39–50.
- Narendra, K., Siswanto, B., & Sunarsih, E. S. (2018). Pengaruh Penggantian Sebagian Tanah Liat Dengan Abu Jerami Padi Terhadap Nilai Thermal Properties Karakteristik Fisis dan Mekanik Sebagai Upaya Memetakan Material Batu Bata Yang Ramah Lingkungan. *ICJEE : Indonesian Journal of Civil Engineering Education*, 4(1), 26–46.
- Nur, O. F. (2008). Analisa Sifat Fisis dan Mekanis Batu Bata Berdasarkan Sumber Lokasi dan Posisi Batu Bata Dalam Proses Pembakaran. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 4(2).
- 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>
- Primayatma, I. B. G. (1993). *Peranan Semen Portland dan Agregat Lain Terhadap Campuran Tanah Liat Sebagai Bahan Bata Merah Tanpa Pembakaran*.
- Rahmawati, A., Ernawati, D., & Sunarsih, S. (2015). Manfaat Penambahan Karbon Dari Material Limbah Pada Batu Bata Tradisional. *Techno*, 16(2), 98–109.

- Romadhona, Y. (2007). *Pengaruh Penggunaan Abu Insenerator Terhadap Kualitas Batu Bata Merah dengan Tanah Liat di Kabupaten Temanggung*. Tugas Akhir. Universitas Negeri Semarang.
- Rumbayan, R., & Sudarno, S. (2020). Kuat Tekan, Kuat Lentur dan Daya Serap Air untuk Batako dengan Penambahan Serat Sabut Kelapa. *Jurnal Teknik Sipil Terapan*, 2(3), 145–153.
- S, S. H., Anny, N., & Taufieq, S. (2024). Pengaruh Variasi Penambahan Abu Sekam Padi Terhadap Daya Serap Air Pada Bata Ringan. *Sustainable Civil Engineering Journal*, 1(1), 27–32.
- Suryani, E., Wari, W. N., Fachtiar, R., & Rohman, A. (2020). Batu Bata “U-Lock” Dengan Bahan Tambah Serbuk Limbah Gypsum. *Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV) Ke-6*, 6(1), 658–664.
- Suwardono. (2002). *Mengenal Pembuatan Bata, Genteng, dan Genteng Berglasir*. Bandung: CV Yrama Widya.
- Thamrin, A. G. (2008). *Teknik Konstruksi Bangunan Gedung*. Jakarta: Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Umar, M. (2018). *Uji Kuat Tekan dan Daya Serap Air Batu Bata Dengan Penambahan Agregat Limbah Cangkang Telur*. Skripsi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Wahyudi, D. (2021). *Perbandingan Kuat Tekanan Batu Bata Antara Penambahan Serbuk Gergaji dan Abu Pada Tanah Liat*. Skripsi, Universitas Hasanuddin.
- 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>
- Winata, A. H. A. (2022). *Pengaruh Penambahan Limbah Botol Kaca Terhadap Daya Serap Air Dan Uji Kuat Tekan Batu Bata Merah*.
- 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 penyakan tanah.



Gambar L.2 : Proses pembersihan serbuk cangkang telur.



Gambar L.3 : Proses menghaluskan serbuk cangkang telur.



Gambar L.4 : Gambar serbuk cangkang telur.



Gambar L.5 : Proses pengadukan bahan.



Gambar L.6 : Proses pencetakan bata.



Gambar L.7 : Batu tanah merah dengan campuran serbuk cangkang telur.

Tabel L.1: Hasil pemeriksaan 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.2: 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.3: Indeks plastisitas tanah merah..

Batas Cair (Liquid Limit Test) dan Batas Plastis (Plastic Limit) Tanah Merah								
No	Nomor Contoh	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 + tanah basah (W2)	gr	27	22	28	21	20	21
4	Berat cawan + tanah kering (W3)	gr	22	18	23	17	18	18
5	Berat air ($W_w = W_2 - W_3$)	gr	5	4	5	4	2	3
6	Berat Cawan (W1)	gr	10	10	8	10	10	8
7	Berat tanah kering (W5 = $W_3 - W_1$)	gr	12	8	13	9	8	10
8	Kadar Air ($W = (W_w / W_5) \times 100\%$)	%	41,7	50	38,5	44,4	25	30
9	Kadar Air rata-rata (w)	%	44				27.5	

LL	LP	PI
44	27,5	16,1

LL (Batas cair)

PL (Batas Plastis)

PI (Platicity indeks)

Tabel L.4: Analisa saringan agregat halus.

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

Tabel L.5: Analisa 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.6: Analisa kadar air agregat halus.

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

Tabel L.7: Hasil pengujian kuat tekan.

Keterangan	Pengikat		Tanah Merah	Pasir	Kuat Tekan
	Semen	SCT			
Kontrol	15	0	75	10	22,050
Seri 1	10	5	75	10	2,698
Seri 2	5	10	75	10	2,411
Seri 3	0	15	75	10	2,631

Tabel L.8: Hasil pengujian daya tahan bata

Keterangan	Pengikat		Tanah Merah	Pasir	Daya Tahan
	Semen	SCT			
Kontrol	15	0	75	10	6,74
Seri 1	10	5	75	10	9,77
Seri 2	5	10	75	10	0
Seri 3	0	15	75	10	0

Tabel L.9: Hasil pengujian berat jenis bata.

Keterangan	Pengikat		Tanah Merah	Pasir	Berat Jenis
	Semen	SCT			
Kontrol	15	0	75	10	1,698
Seri 1	10	5	75	10	1,712
Seri 2	5	10	75	10	1,681
Seri 3	0	15	75	10	1,749

Tabel L.10: Hasil pengujian kadar garam bata.

Keterangan	Pengikat		Tanah Merah	Pasir	Kadar Garam
	Semen	SCT			
Kontrol	15	0	75	10	0
Seri 1	10	5	75	10	0
Seri 2	5	10	75	10	0
Seri 3	0	15	75	10	0

Tabel L.11: Hasil pengujian penyerapan air bata.

Keterangan	Pengikat		Tanah Merah	Pasir	Penyerapan Air
	Semen	SCT			
Kontrol	15	0	75	10	0,16
Seri 1	10	5	75	10	0,20
Seri 2	5	10	75	10	0,25
Seri 3	0	15	75	10	0,000

Tabel L.12: Hasil pengujian konduktivitas panas bata.

Keterangan	Pengikat		Tanah Merah	Pasir	Konduktivitas Panas
	Semen	SCT			
Kontrol	15	0	75	10	0,000000087
Seri 1	10	5	75	10	0,000000044
Seri 2	5	10	75	10	0,000000068
Seri 3	0	15	75	10	0,000000073

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap : TriAulia Sirait
Nama Panggilan : Aulia
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 10 Januari 2002
Jenis Kelamin : Perempuan
Alamat : Jl.Marelan 1 lk 10
Agama : Islam

NAMA ORANGTUA

Ayah : Amrin Sirait
Ibu : Miharti
No.Hp : 081375030179
Email : triauliasirait@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 2107210161
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 067261	2015
2	SMP	SMP N 20 Medan	2018
3	SMA	SMA N 16 Medan	2021
4	melanjutkan kuliah di universitas Muhammadiyah sumatera utara tahun 2021 sampai selesai		