

TUGAS AKHIR
Analisa Kuat Tekan Dan Kuat Lekat Pasangan Bata Tanpa Bakar
Dengan Limbah Kulit Singkong

(STUDI PENELITIAN)

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

Disusun Oleh:

SOFWAN HADI
1907210151



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

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

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Sofwan Hadi
NPM : 1907210151
Program Studi : Teknik Sipil
Bidang Ilmu : Struktur
Judul Skripsi : Analisa Kuat Tekan Dan Kuat Lekat Pasangan Bata
Tanpa Bakar Dengan Limbah Kulit Singkong
(Studi Penelitian).

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



Sri Frapanti, S.T., M.T

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Sofwan Hadi
NPM : 1907210151
Program Studi : Teknik Sipil
Bidang Ilmu : Struktur
Judul Skripsi : Analisa Kuat Tekan Dan Kuat Lekat Pasangan Bata
Tanpa Bakar Dengan Limbah Kulit Singkong (Studi
Penelitian).

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

Medan,

Mengetahui dan Menyetujui:
Dosen Pembimbing



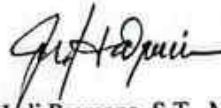
Sri Pranpanti, S.T., M.T

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

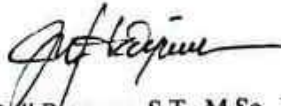


Rizki Efrida, S.T., M.T.



Josef Hadi Pramana, S.T., M.Sc., Ph.D

Ketua Program Teknik Sipil



Josef Hadi Pramana, S.T., M.Sc., Ph.D

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Sofwan Hadi
Tempat, Tanggal Lahir : Tanjung Tiram, 02 Maret 2000
NPM : 1907210151
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

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

“Analisa Kuat Tekan Dan Kuat Lekat Pasangan Bata Tanpa Bakar Dengan Limbah Kulit Singkong”.

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

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

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

Medan,

Saya yang menyatakan


Sofwan Hadi
NPM : 1907210151



ABSTRAK

ANALISA KUAT TEKAN DAN KUAT LEKAT PASANGAN BATA TANPA BAKAR DENGAN LIMBAH KULIT SINGKONG

Sofwan Hadi

1907210151

Sri Frapanti, S.T., M.T

Batu bata adalah salah satu bagian dari bahan bangunan untuk konstruksi dinding bangunan. Batu bata dalam penelitian ini dibuat dengan campuran abu kulit singkong, kapur atau semen sebagai perekat, pasir dan tanah. Dengan perbandingan 1:8:2:2 pada kedua jenis tanah yang digunakan. Pengujian kuat tekan dan kuat lekat pasangan bata dilakukan mengacu pada standar ASTM. Bata merah ini kebanyakan dibuat dengan pembakaran yang menghasilkan karbon dioksida yang mencemari udara, sehingga proses pembuatan bata merah ini berkontribusi pada gas rumah kaca ke atmosfer yang mengakibatkan bumi semakin panas. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan alternatif proses pembuatan dan komposisi yang optimal bata dengan campuran abu kulit singkong (AKS) dan untuk mengetahui nilai kuat tekan pasangan bata tanpa bakar dengan bahan tambah AKS. Penelitian ini menggunakan metode studi literatur dan metode eksperimen dengan membuat bata campuran pasir, semen, kapur, AKS. Hasil pengujian menunjukkan bahwa rata-rata nilai berat jenis bata adalah sebesar $1,42 \text{ kg/cm}^3$. Dengan komposisi 67% tanah, 8% pengikat (semen dan kapur), 17% pasir, dan 8% AKS menunjukkan kuat tekan pasangan bata sebesar 58% untuk varian Cemen Galong AKS (CGA) dan 49% untuk varian Lime Galong AKS (SKA). Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat bahwa penambahan abu kulit singkong (AKS) pada bata dapat meningkatkan kuat tekan pasangan bata.

Kata kunci: Bata Tanpa Bakar, Pasangan Bata, Abu Kulit Singkong

ABSTRACT

ANALYSIS OF COMPRESSIVE STRENGTH AND BOND STRENGTH OF UNBURNT BRICK MASK WITH CASSAVA SKIN WASTE

Sofwan Hadi

1907210151

Sri Frapanti, S.T., M.T

Bricks are one part of building materials for building wall construction. Bricks in this study were made with a mixture of cassava peel ash, lime or cement as adhesive, sand and soil. With a ratio of 1:8:2:2 in both types of soil used. The compressive strength and bond strength testing of brick masonry was carried out referring to ASTM standards. These red bricks are mostly made by burning which produces carbon dioxide that pollutes the air, so that the process of making these red bricks contributes to greenhouse gases into the atmosphere which causes the earth to get hotter. This study aims to obtain an alternative manufacturing process and optimal composition of bricks with a mixture of cassava peel ash (AKS) and to determine the compressive strength value of unfired brick masonry with AKS additives. This study uses the literature study method and the experimental method by making bricks mixed with sand, cement, lime, AKS. The test results show that the average specific gravity value of the brick is 1.42 kg/cm³. With a composition of 67% soil, 8% binder (cement and lime), 17% sand, and 8% AKS, the compressive strength of brick masonry is 58% for the Cemen Galong AKS (CGA) variant and 49% for the Lime Galong AKS (SKA) variant. Based on these results, it can be seen that the addition of cassava peel ash (AKS) to bricks can increase the compressive strength of brick masonry.

Keywords: Unfired Bricks, Brick Masonry, Cassava Peel Ash

KATA PENGANTAR

Assalamu 'Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillah, Puji dan syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Proposal Penelitian yang berjudul “Analisa kuat tekan dan kuat lekat pasangan bata tanpa bakar dengan limbah kulit singkong” tepat pada waktunya. Shalawat serta salam mudah-mudahan senantiasa tercurah limpahkan kepada Nabi kita, nabi akhir zaman, Nabi Besar Muhammad SAW, kepada keluarganya, sahabatnya, dan semoga sampai kepada kita selaku ummatnya.

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

1. Ibu Sri Franpanti, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam meyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Josef Hadi Pramana, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Josef Hadi Pramana, S.T., M.Sc., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Dr. Ade Faisal, S.T., M.Sc. selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu ketekniksipilan kepada penulis.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

9. Terimakasih yang istimewa sekali kepada Ibunda tercinta Linda Widya Nora Lubis yang telah bersusah payah mendidik dan membiayai saya serta menjadi penyemangat dan senantiasa mendoakan saya sehingga penulis dapat menyelesaikan studinya.
10. Terimakasih juga kepada sahabat-sahabat penulis yaitu keluarga besar D1 pagi dan anak stambuk 2019 lainnya Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
11. Terimakasih juga kepada pacar saya yaitu Dena Febriani Lubis yang mendukung dan menemani saya dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.

Saya menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kata kesempurnaan untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan.

Akhir kata saya mengucapkan terimakasih dan rasa hormat yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga Tugas Akhir bisa memberikan manfaat bagi kita semua terutama bagi penulis dan juga teman-teman mahasiswa Teknik Sipil Khususnya. Aamiin.

Wassalamu'Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan,

Sofwan Hadi
NPM:1907210151

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
TUGAS AKHIR	i
Analisa Kuat Tekan Dan Kuat Lekat Pasangan Bata Tanpa Bakar Dengan Limbah Kulit Singkong	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
<i>Assalamu'Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.</i>	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB 1	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Ruang Lingkup Penelitian	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penelitian	4
BAB 2	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pengertian Batu Bata	5
2.2 Bata tanpa Bakar	12
2.3 Material Pembentuk Bata	16
2.4 Pasangan bata	25
2.5 Pengujian kekuatan tekan (compressive strength test).	27
BAB 3	29
METODE PENELITIAN	29
3.1 Bagan Alir Penelitian	29
3.2 Metode Penelitian	30
3.2.1 Data Primer	30
3.2.2 Data Sekunder	31
3.3 Tempat dan waktu Penelitian	31

3.4	Bahan yang digunakan	31
3.5	Alat yang digunakan	36
3.6	Pengambilan dan pengolahan Data Sampel	41
BAB 4		46
HASIL DAN PEMBAHASAN		46
4.1	Analisa Pemeriksaan Bahan	46
4.2	Pemeriksaan Agregat Halus	46
4.2.1	Analisa Gradasi Agregat Halus	46
4.2.2	Kadar Lumpur Agregat Halus	47
4.2.3	Kadar Air Agregat Halus	47
4.3	Pemeriksaan Tanah	48
4.3.1	Uji Indeks Plastisitas Tanah Galong	48
4.3.2	Uji Kadar Air Tanah	50
4.3.3	Analisa Butiran Tanah Galong dan Tanah Merah	50
4.4	Hasil dan Analisa Bata Tanpa Bakar	51
4.4.1	Berat Jenis Bata Tanpa Bakar	51
4.4.2	Penyerapan Air Bata Tanpa Bakar	52
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Hasil Penelitian Terdahulu Standar Bata	6
Tabel 2. 2 Nilai ukuran dan toleransi yang diatur oleh SNI 15-2094-2000	7
Tabel 2. 3 Nilai kuat tekan yang diatur dalam SNI 15-2094-2000	8
Tabel 2. 4 Hasil Penelitian terdahulu Batu bata	12
Tabel 2. 5 Hasil Penelitian terdahulu Bata Tanpa Bakar	14
Tabel 2. 6 Hasil Penelitian terdahulu material pembentuk bata (Tanah Liat)	18
Tabel 2. 7 Hasil Penelitian terdahulu material pembentuk bata (Semen Portland)	18
Tabel 2. 8 Hasil Penelitian terdahulu material pembentuk bata (Pasir)	19
Tabel 2. 9 Hasil Penelitian terdahulu material pembentuk bata (Air)	20
Tabel 2. 10 Hasil Penelitian terdahulu material pembentuk bata (Kapur)	22
Tabel 2. 11 Hasil Penelitian terdahulu material pembentuk bata (Kulit Singkong)	26
Tabel 2. 12 Hasil Penelitian terdahulu pengujian daya tahan bata	28
Tabel 3. 1 Data Spesifikasi Kapur	35
Tabel 3. 2 Data Spesifikasi Semen	34
Tabel 3. 3 Variasi Komposisi Sampel	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Bagan Alir Penelitian	29
Gambar 3. 2 Tanah Galong	32
Gambar 3. 3 Air	32
Gambar 3. 4 Kapur	33
Gambar 3. 5 Semen Portland	34
Gambar 3. 6 Pasir	35
Gambar 3. 7 Proses pembuatan abu kulit singkong	36
Gambar 3. 8 Alat Cetak Bata	37
Gambar 3. 9 Mesin hidrolik Press	40
Gambar 3. 10 Timbangan digital	38
Gambar 3. 11 Saringan	38
Gambar 3. 12 Gelas Ukur	39
Gambar 3. 13 Penggaris	39
Gambar 3. 14 Wadah	39
Gambar 3. 15 Pan	40
Gambar 3. 16 Sekop	40
Gambar 3. 17 Dimensi Bata	46
Gambar 4. 1: Grafik gradasi agregat halus	50
Gambar 4. 2: Grafik indeks plastisitas tanah galong	52
Gambar 4. 3: Uji indeks plastisitas tanah galong	52
Gambar 4. 3: Pengujian analisa tanah galong dan tanah merah	53
Gambar 4. 4: Grafik gradasi tanah merah	54
Gambar 4. 5: Grafik gradasi tanah galong	54
Gambar 4. 6: Grafik berat jenis bata tanpa bakar	55
Gambar 4. 7: Proses pengeringan dan perendaman bata	56
Gambar 4. 8: Bata setelah direndam	56
Gambar 4. 9: Daya serap air bata tanpa bakar dengan tanah galong dan merah	56
Gambar 4. 10: Proses perendaman batu bata	57

Gambar 4.11: Hasil pengujian kadar garam pada bata	58
Gambar 4.12: Benda uji sifat tampak bata untuk tanah galong	59
Gambar 4.13 : Benda uji daya tampak bata untuk tanah merah	59
Gambar 4.14: Grafik persentase kenaikan kuat tekan pasangan bata	60
Gambar 4.15: Proses pengujian kuat tekan pasangan bata	61
Gambar 4.16: Hasil pengujian kuat tekan pasangan bata (semen)	61
Gambar 4.17: Hasil pengujian kuat tekan pasangan bata (kapur)	62
Gambar 4.18: Grafik kuat lekat pasangan bata	63

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara terluas ke-14 di dunia dengan luas wilayah sebesar 1.910.931 km² serta negara dengan pulau terbanyak ke-6 di dunia dengan jumlah 17.504 pulau. Diketahui jumlah penduduk Indonesia adalah 273.879.750 jiwa. Terdapat kenaikan sebanyak 2.529.861 jiwa dibanding tahun 2020. (dukcapil.kemendagri, 2022).

Salah satu penyebab bertambahnya jumlah penduduk adalah tingginya tingkat kelahiran serta rendahnya angka kematian. Jumlah penduduk yang begitu besar di Indonesia menjadi permasalahan serius terutama di daerah perkotaan. Karena semakin besar jumlah penduduk, semakin banyak pula permasalahan yang dihadapi oleh suatu daerah. Sebagai contoh dengan pertambahan jumlah penduduk tentu harus dibarengi dengan penambahan berbagai sarana dan prasarana yang dibutuhkan, seperti sekolah, perumahan, alat transportasi, dan sebagainya.

Salah satu tahapan dalam pengendalian jumlah penduduk adalah harus diawali dengan mengetahui jumlah dan pertumbuhan penduduk. Seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk di Indonesia, yang ditandai dengan meningkatnya kebutuhan sarana dan prasarana dalam masyarakat terutama dibidang pembangunan. Hal ini menyebabkan permintaan akan bahan bangunan seperti batu bata semakin meningkat, batu bata itu sendiri memiliki fungsi struktural dan non struktural. Namun dalam proses pembuatan batu bata, para pengusaha batu bata hanya menggunakan jenis tanah tertentu demi menjaga kualitas produksi batu bata. Sehingga bahan dasar tanah sebagai bahan dasar tanah sebagai bahan utama dalam pembuatan batu bata lambat laun ketersediaannya semakin berkurang. (Abdurrohman sayah, dkk. 2015).

Dengan meningkatnya kegiatan pembangunan infrastruktur terutama bangunan tempat tinggal seperti perumahan atau rumah susun konsumsi pasar terhadap bahan konstruksi juga akan semakin meningkat ini berbanding lurus dengan permintaan batu bata, karna batu bata merupakan salah satu bahan utama dalam pembuatan gedung maka masyarakat akan membutuhkan batu bata yang berkualitas dari segi kekuatan dan mudah juga dijangkau dari segi harga.

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. (Darmawati, dkk. 2016).

Berdasarkan hal tersebut di atas maka perlu dilakukan penelitian dalam hal **“ANALISA KUAT TEKAN DAN KUAT LEKAT PASANGAN BATA TANPA BAKAR DENGAN LIMBAH KULIT SINGKONG”** Mahasiswa program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang muncul berdasarkan latar belakang di atas yaitu:

- 1 Bagaimana pengaruh penambahan abu kulit singkong terhadap nilai kuat tekan pasangan bata tanpa bakar?
- 2 Bagaimana pengaruh penambahan abu kulit singkong terhadap nilai kuat lekat pasangan bata tanpa bakar?

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. Melakukan proses pembuatan bata tanpa bakar yang ramah lingkungan dengan bahan campuran limbah kulit singkong.

2. Melakukan pengujian batu bata dilakukan untuk mengetahui kualitas batu bata tanpa bakar dengan campuran kulit singkong.
3. Komposisi yang dipakai pada penelitian ini yaitu: Semen/Kapur : Merah/Galong : Pasir : Limbah Kulit Singkong perbandingan 1: 8 : 2 : 2 dengan campuran 25% air dari berat keseluruhan bahan.
4. Melakukan pengujian batu bata yaitu: pengujian kuat tekan dan kuat lekat bata dengan campuran abu kulit singkong.

1.4 Tujuan Penelitian

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

1. Untuk mengetahui proses pembuatan batu bata tanpa bakar dengan bahan tambahan limbah kulit singkong sebagai bahan baku.
2. Mengetahui pengaruh penambahan abu kulit singkong terhadap nilai kuat tekan pasangan bata tanpa bakar.
3. Mengetahui pengaruh penambahan abu kulit singkong terhadap nilai kuat lekat pasangan bata tanpa bakar.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian diharapkan dapat memberikan informasi tentang bahan baku limbah kulit singkong sebagai batu bata tanpa bakar serta dapat bermanfaat bagi industri pembuatan batu bata dalam memanfaatkan limbah kulit singkong secara optimal dan bermakna.

1.6 Sistematika Penelitian

Sistematika penulisan dilakukan dengan membagi tulisan menjadi beberapa bab, antara lain:

BAB 1. PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, perumusan masalah yang dibahas, tujuan dilakukannya penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi penjelasan umum mengenai teori dari beberapa sumber bacaan yang mendukung terhadap permasalahan yang berkaitan.

BAB 3. METODE PENELITIAN

Bab ini membahas tentang cara-cara yang dilakukan untuk mendapatkan data yang relevan dengan studi kasus terkait.

BAB 4. ANALISA DATA

Bab ini membahas tentang proses pengolahan data yang berhubungan dengan kondisi, langkah kerja yang digunakan dalam analisa data.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan yang berdasarkan atas hasil pengolahan data yang dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Batu Bata

Batu bata telah lama dikenal dan dipakai oleh masyarakat pedesaan atau perkotaan yang berfungsi untuk bahan konstruksi. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya pabrik batu bata yang dibangun masyarakat untuk memproduksi batu bata. Penggunaan batu bata banyak di digunakan untuk aplikasi teknik sipil seperti dinding pada bangunan gedung, bendungan, saluran dan pondasi.

Batu bata merah jenis batu bata yang bagus. Sebagian masyarakat Indonesia menggunakan jenis bata merah untuk membangun gedung. Hal membuat mereka lebih memilih bahan ini adalah mudah didapatkan dan kualitasnya tidak diragukan lagi. Bahan untuk membuat bata merah adalah tanah liat yang kemudian di cetak menjadi balok persegi panjang. Setelah kering, produk tersebut dibakar dengan suhu tinggi sehingga berubah warna menjadi kemerah-merahan.

Salah satu keuntungan menggunakan bata merah adalah mudah menyerap panas. Dengan begitu, rumah akan terasa sejuk dan nyaman. Selain itu, bangunan yang dibangun menggunakan bahan ini akan lebih kuat dan kokoh sehingga anda tak perlu khawatir rumah akan retak.

Selain memiliki beberapa keuntungan, bata merah juga memiliki kekurangan. Kekurangannya adalah ketika merekatkan, butuh bahan perekat seperti semen dan pasir dalam jumlah yang cukup banyak. Akibatnya, biaya yang dikeluarkan lebih banyak.

Definisi batu bata menurut SNI 15-2094-2000 merupakan suatu unsur bangunan yang diperlukan dalam pembuatan konstruksi bangunan yang dibuat dari tanah dengan atau campuran bahan-bahan lain, dibakar dengan suhu yang cukup tinggi sehingga tidak dapat hancur lagi bila direndam air.

Tabel 2.1: Hasil Penelitian Terdahulu Standar Bata

No.	Judul	Hasil
1.	Penerapan Batu Bata SNI Untuk Peningkatan Pendapatan Home Industri Batu Bata Deli Serdang (prapanti et al., 2020).	Beberapa acuan sederhana dalam memilih dan melihat bata merah yang baik, dapat diketahui acuan sederhana dalam memilih dan melihat bata yang memenuhi standar, yaitu : Tidak banyak yang pecah atau hancur, bentuk dan ukuran relatif seragam, warna merah bata bagus dan relatif seragam, jika digores dengan besi terdengar suara garing dan tidak membekas terlalu dalam, jika digores dengan kuku tidak boleh tergerus oleh goresan kuku, jika dibelah warna merah bata pada penampang belahan bagus, jika dibanting di atas tanah tidak terbelah lebih dari 25%, bata merah yang baik tidak menyerap air lebih dari 10% berat keringnya, Setelah direndam air 24 jam, tidak boleh menjadi rapuh dan mudah hancur.
2.	Analisa Standar Mutu Batu Bata Merah Tradisional Di Deli Serdang Dengan Indikator SNI 15-2094-2000 (Prapanti et al., 2023).	Pengujian yang dilakukan berupa pengujian sifat tampak, ukuran dan toleransi, kuat tekan, penyerapan air, dan kandungan garam. Sifat tampak untuk warna seragam sebanyak 80% sampel, nyaring bila dipukul 66,7%, sudut siku 53%, datar 86,7%, dan tidak retak sebesar 86,7%. Untuk kuat tekan rata-rata 100% tidak memenuhi standar karena di bawah 5 Mpa. Hasil penyerapan air hanya 1,9% sampel yang memenuhi standar di bawah 20%, dan untuk kadar garam seluruh sampel memenuhi standar SNI 15-2094-2000.

Guna mendapatkan kualitas yang baik, maka batu bata harus terbuat dari campuran pasir dan tanah liat dengan perbandingan tertentu dan saat air ditambahkan akan mengalami sifat plastis yang akan memudahkan pencetakan batu bata (Tanjung & Munte, 2020). Menurut SNI 15-2094-2000 (2000) batu bata yang dapat diterima di masyarakat harus memiliki syarat mutu sebagai berikut :

1. Sifat tampak

Sifat tampak merupakan sifat yang dapat dengan mudah di ketahui tanpa harus melalui pengujian apapun. Batu bata harus memiliki bentuk prisma persegi panjang, mempunyai rusuk-rusuk yang siku dan tajam, bidang yang datar dan tidak terdapat retak-retak.

2. Ukuran dan toleransi

Variasi batu bata cukup banyak. Batu bata yang diizinkan dan telah diatur terdapat dalam tabel dibawah ini:

Tabel 2.2: Nilai ukuran dan toleransi yang diatur oleh SNI 15-2094-2000

Modul	Tinggi (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)
M - 5a	65 ± 2	92 ± 2	190 ± 4
M - 5b	65 ± 2	100 ± 52	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. Kuat tekan

Kuat tekan bata merah adalah kemampuan batu bata dalam menerima tekanan maksimum hingga batu bata mengalami retak dan pecah. Besar kuat tekan rata-rata dan koefisien variasi yang diizinkan untuk bata merah dikelompokkan menjadi beberapa kelas yang dapat dilihat pada Tabel di bawah ini :

Tabel 2. 3: Nilai kuat tekan yang diatur dalam SNI 15-2094-2000

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

Pengujian kuat tekan bata dilakukan untuk mengetahui kuat tekan maksimum pasangan bata yang dapat di tahan bata sehingga dari hasil pengujian tersebut dapat diketahui kelas dan mutu bata yang diuji. Kuat tekan bata dihasilkan dari proses pembagian antara gaya tekan maksimum yang dapat di tahan bata dengan luas bidang tekan bata. Kuat tekan dapat dihitung menggunakan rumus di bawah ini:

$$f_m = \frac{P_{maks}}{A} \quad (2.1)$$

Keterangan :

f_m = Kuat tekan bata merah (Mpa)

P_{maks} = Gaya tekan maksimum (N)

A = Luas bidang tekan (mm²)

4. Kadar garam batu bata

Kadar garam merupakan persentasi garam yang terkandung di dalam bata, garam di dalam bata bisa disebabkan dari lingkungan disekitarnya, sumber material bata (tanah liat) yang terkontaminasi air laut sehingga saat bata jadi akan menimbulkan kristal-kristal garam pada permukaan garam. Pemeriksaan kadar garam ini perlu untuk menentukan besarnya kandungan garam yang terdapat dalam bata, kadar garam yang dapat larut dan membahayakan batu bata, dan kadar gara yang membahayakan pasangan bata. Untuk menghitung kadar garam yang terkandung dalam bata perlu di ketahui luasan bata yang ada kandungan garam nya dan dibagi dengan luas bata dikali 100%.

$$G = \frac{A_g}{A} \times 100\% \quad (2.2)$$

Dengan:

G = Kadar garam (%)

A_g = Luasan kandungan garam (cm²)

A = Luasan bata (cm²)

Menurut SNI 15-2094-2000 diatur beberapa kategori untuk kadar garam yang larut dan membahayakan yaitu:

a. Tidak membahayakan

Bila kurang dari 50% permukaan bata tertutup oleh lapisan tipis berwarna putih, karena pengkristalan garam-garam yang dapat larut.

b. 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.

c. 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.

5. Kerapatan semu (apparent density)

Kerapatan semu berarti jarak rapat yang hampir tidak berantakan antar pasangan bata. Kerapatan semu minimum bata pejal yang diatur SNI 15-2094-2000 adalah 1,2 gr/cm².

6. Penyerapan air

Penyerapan air maksimum bata pejal untuk pasangan dinding adalah 20%.

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

Dengan :

Ds = Daya serap bata

A = Berat bata basah (gr)

B = Berat bata kering oven (gr)

Batu bata sering digunakan sebagai dinding pada bangunan perumahan, bangunan gedung, pagar, saluran dan sebagai pondasi. Batu bata digunakan sebagai bahan konstruksi masyarakat bukan tanpa alasan, batu bata memiliki kelebihan nyatersendiri dibandingkan bahan konstruksi lainnya. Hal ini dikarenakan batu bata memiliki keunggulan, diantaranya:

1. Murah

Bahan utama pembuatan batu bata merupakan tanah liat dan tanah liat dapat dengan mudah dijumpai di negara ini. Hal ini yang menyebabkan harga batu bata cukup murah (Pangaribuan & Puspita, 2014).

2. Mudah didapat

Tanah liat yang dengan mudah ditemukan oleh masyarakat membuat produksi batu bata bisa dilakukan oleh semua masyarakat, selain itu alat untuk pembuatannya merupakan alat – alat sederhana dan tidak membutuhkan modal yang besar, sehingga persediaan batu bata mudah diperoleh (Pangaribuan & Puspita, 2014).

3. Warna yang unik

Warna oranye yang dihasilkan batu bata dari proses pembakaran menjadikan batu bata unik dan memiliki nilai estetika tersendiri, terkadang pemilik rumah sengaja tidak menutup batu bata dengan cat ataupun plasteran semen agar mengekspos keunikan dari warna batu bata (Pangaribuan & Puspita, 2014).

4. Kuat

Batu bata yang sudah mengalami proses pembakaran menjadikan batu bata tahan terhadap cuaca panas, cuaca dingin dan udara lembab. Ketahanan dalam kondisi tersebut yang diharapkan mampu diberikan tembok sebagai salah satu pelindung rumah (Pangaribuan & Puspita, 2014).

5. Penolak panas yang baik

Batu bata mampu membuat dalam rumah terasa dingin walau di luar rumah cuaca panas. Hal ini terjadi karena batu bata memiliki massa termal yang tinggi yang membuat batu bata dapat menyerap lebih banyak panas (Pangaribuan & Puspita, 2014).

Selain beberapa keunggulan diatas batu bata juga memiliki kelebihan dimana batu bata dapat menahan rembesan air, karena batu bata memiliki sifat kedap air yang dimana akan mengurangi kerusakan pada rumah. Batu bata juga lebih ramah lingkungan karena bahan pembuatan batu bata yang bisa didaur ulang. Kelebihan yang dimiliki batu bata tidak menutup kemungkinan batu bata tidak memiliki kelemahan, batu bata memiliki kelemahan dalam jumlah pemasangannya dimana dalam membuat sebuah dinding dibutuhkan ratusan bahkan ribuan batu bata yang mengakibatkan batu bata memiliki beban yang cukup berat untuk struktur bangunan. Selain itu karena ukuran batu bata yang kecil mengakibatkan proses pemasangan batu bata akan memakan waktu yang lama.

Tabel 2.4: Hasil Penelitian terdahulu Batu bata

No.	Judul	Hasil
1.	Pembuatan Batu Bata Merah Desa Panorama Dan Desa Dusun Besar (Dary et al., 2019)	Perbandingan titik kinerja (<i>performance point</i>) dan daktilitas dari semua model struktur. Untuk panglong 2 dan 1,221 x 10 ⁴ MPa untuk panglong 1, 1,223x 10 ⁴ MPa untuk panglong 3.
2.	Pengaruh temperature pembakaranpenambahan abu terhadap kualitas batu bata (Huda & Hastuti, 2012)	Hasil karakteristik didapatkan kualitas batu bata yang memenuhi standart SNI yaitu pada variasi 1: ½ yang dipanaskan pada temperatur 1020°C dengan hasil uji tekan sebesar 11 kN atau 2,991 MPa , nilai densitas 1,188.104 kg/cm ³ .
3.	Penambahan Abu Jerami dan Abu Sekam Padi pada Campuran Batu Bata untuk Meningkatkan Kualitas dan Efisiensi Produksi Batu Bata Industri Tradisional (Rahmawati & saputro, 2015)	Berdasarkan hasil penelitian ini, ditemukan bahwa semua uji kuat tekan batu bata sesuai dengan standar SK SNI-S-04-1989-F, yaitu masuk kelas 25 dan 50. Berat jenis kecil dari standar yaitu 1,8-2,6 gr/cm ³ . Uji susut bakar lebih kecil dari standar yaitu <15%. Sedangkan uji porositas ditemukan lebih besar dari standar (<20%).

2.2 Bata tanpa Bakar

Bata tanpa bakar (Unfired Bricks) merupakan batu bata yang terbuat dari material tanah dengan penambahan aditif tertentu. Proses pengeringan bata ini tidak dilakukan dengan proses pembakaran namun dengan proses pengeringan oleh udara atau angin dan pengikatan material menggunakan mortar (atau sejenisnya). Bata ini dapat dikategorikan sebagai bata tradisional dan ramah lingkungan (Amazian, 2018).

Batu bata memiliki beberapa jenis antara lain : Bata tanpa bakar. Batu bata ini

dibuat tanpa melalui proses pembakaran; Batu bata press. Batu bata jenis ini dibuat dengan cara mencetak campuran bahan yang terdiri dari pasir, semen, dan beberapa bahan tambahan lain menggunakan press; Batu bata autoclaved aerated concrete (AAC).

Bata tanpa bakar (BTB) merupakan bata yang terbuat dari campuran tanah liat dan zat pengikat lainnya, tanpa melalui proses pembakaran dalam pengeringannya melainkan hanya di keringkan di suhu ruangan. BTB juga hadir untuk membantu mengurangi penggunaan energi dan emisi karbondioksida yang dihasilkan dari pembakaran batu bata tanah liat di tungku pembakaran yang memiliki efek langsung pada perubahan iklim (Oti & Kinuthia, 2012). Menurut Sudarsana (2011) Bata tanpabakar dikeringkan pada suhu ruang selama 28 hari. Pengeringan dilakukan selama 28 hari karena diharapkan dengan waktu tersebut bata telah mencapai kekuatan maksimum nya.

BTB dapat menjadi alternatif dari penggunaan bata konvensional pada pekerjaan konstruksi. Bata tanpa bakar memiliki manfaat yang positif bagi masyarakat diantaranya, dapat meningkatkan pemanfaatan bahan lokal dan mengurangi biaya transportasi sebagai produksi in situ karena proses pembuatan BTB sangat mudah dan tidak membutuhkan modal yang besar. Membuat perumahan berkualitas tersedia untuk lebih banyak orang. Serta meningkatkan produksi ekonomi lokal dibandingkan harus menghabiskan modal untuk membeli bahan-bahan impor (Riza et al., 2010).

Tabel 2.5: Hasil Penelitian terdahulu Bata Tanpa Bakar

No.	Judul	Hasil
1.	Enhancing Properties of Unfired Clay Bricks Using Palm Fronds and Palm Seeds (Niyomukiza et al., 2022)	Terdapat potensi dalam menggunakan bahan pengikat campuran untuk memproduksi batu bata tanah liat yang tidak dibakar. Baik biji sawit maupun pelepah sawit meningkatkan karakteristik kekuatan batu bata tanah liat tanpa bakar; yang mana kombinasi keduanya mengikat partikel tanah dengan kuat. Hasil penelitian menunjukkan potensi penggunaan bahan pengikat campuran dengan tanah liat untuk pembuatan bahan tanah liat tanpa bakar dalam industri bangunan dan untuk berbagai aplikasi tanah yang distabilkan.
2.	A state of the art review to enhance the industrial scale waste utilization in sustainable unfired bricks (Gupta et al., 2020)	Pendekatan untuk memilih kadar air cetakan telah ditemukan cukup beragam di antara berbagai penelitian. Kandungan air bervariasi dalam kisaran 45%-60% dan kekuatan maksimum diamati pada campuran air sebanyak 50.
3.	Kajian Mekanik Batu Bata dengan Metode Pembakaran dan Tanpa Dibakar menggunakan Limbah Lumpur PDAM (AS et al., 2000)	Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kualitas batu bata yang memenuhi syarat SNI 15-2094-2000 pada parameter penyerapan air yaitu batu bata melalui pembakaran 1000°C dengan komposisi limbah lumpur 17% dan 25%. Sedangkan pada batu bata tanpa dibakar yang memenuhi syarat yaitu parameter densitas.

BTB menjadi inovasi bahan bangunan yang ramah lingkungan dengan kelebihan- kelebihan yang dimilikinya, kelebihanannya antara lain:

1. Mengurangi bahan bakar untuk pembakaran dalam proses pengeringan batu bata konvensional.
2. Mengurangi efek dari gas rumah kaca yang terjadi dari karbondioksida yang dikeluarkan dalam fase produksi bata konvensional.
3. Mengurangi tingkat limbah produksi dan mudah untuk dibuang.
4. Metode pembuatan yang mudah dan cepat mengakibatkan berkurangnya jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan.
5. Memiliki tekstur yang halus yang memudahkan dalam pemasangannya.

Terlepas dari kelebihan yang ada, BTB juga memiliki kelemahan dimana BTB mudah rusak, hal ini terjadi karena dalam proses pembuatannya BTB tidak mengalami proses pembakaran sehingga BTB memiliki kekerasan yang berbeda dari bata konvensional yang mengalami pembakaran. Untuk menanggulangi hal tersebut maka BTB harus ditambahkan bahan pengikat lain yang memiliki daya ikat yang kuat. Pemanfaatan limbah pertanian dan serat alam sebagai bahan bangunan merupakan praktik yang sudah berlangsung lama. Serat alami sering digunakan sebagai bahan tambahan pada BTB, yang memberikan hasil yang menjanjikan (Subramanian et al., 2021). Selain itu dalam pembuatan BTB penggunaan alat tekanan hidrolis juga sangat berpengaruh untuk meningkatkan kekerasan dari bata. Penggunaan alat tekan hidrolis ini juga yang membedakan bata bakar dan BTB.

2.3 Material Pembentuk Bata

Bata merupakan material bangunan yang cukup keras dan padat, kekerasan dan kepadatan bata terjadi karena bahan-bahan penyusun bata yang beragam dan mempengaruhi kekuatannya. Beberapa material yang umum sebagai bahan pembentuk bata antara lain:

1. Tanah liat (Lempung)

Tanah liat adalah jenis tanah yang terdiri dari partikel-partikel lempung. Tanah liat biasanya ditemukan di wilayah yang memiliki iklim tropis atau subtropics dan lingkungan yang lembap. Tanah liat merupakan bahan baku utama dalam pembuatan batu bata. Tanah liat memiliki sifat yang unik, yaitu adhesi, kohesi, dan plastisitas. Sifat adhesi memungkinkan tanah liat untuk menempel pada benda lain, seperti tangan atau alat lain yang digunakan dalam pengolahan tanah liat. Sifat kohesi memungkinkan partikel-partikel lempung dalam tanah liat untuk saling menempel satu sama lain, sehingga membentuk suatu bahan yang padat. Sifat plastisitas memungkinkan tanah liat untuk dicetak dan dibentuk sesuai dengan keinginan.

Lempung merupakan mineral sekunder dan tergolong aluminium filosilikat terhidrasi. Mineral lempung sangat umum digunakan dalam industri keramik dan kebanyakan diambil dari permukaan tanah, mineral lempung merupakan penyusun batuan sedimen dan penyusun utama dari tanah (Amir & Basry, 2019). Tanah liat harus diolah sebelum digunakan sebagai bahan pembentukan batu bata. Proses pengolahan ini meliputi penyaringan untuk memisahkan kotoran dan material asing lainnya, dan pengayakan untuk memisahkan partikel-partikel tanah liat yang lebih halus dari yang kasar. Setelah itu, tanah liat diaduk dan dicampur dengan bahan tambahan seperti pasir, abu, atau serat organik, tergantung pada kebutuhan produksi batu bata.

Tabel 2.6: Hasil penelitian terdahulu material pembentuk bata (Tanah Liat)

No.	Judul	Hasil
1.	Uji Kualitas Tanah Lempung dan Batu Bata Merah Garege Bukittinggi (Rahmi & Syarief, 2014)	Tanah lempung dari daerah garageh mengandung mineral Illite, Kaolit, Silicon Oxide. Tanah lempung tersebut kemudian dibuat dalam 10 sampel dan menghasilkan penyerapan air ata yang tertinggi 80%. Penyerapan air yang tinggi diakibatkan karena kurang padat dan banyak rongga-rongga.
2.	Enhancing Properties of Unfired Clay Bricks Using Palm Seed (Niyomukiza et al., 2022)	Dari 7 sampel variasi yang dibuat dapat dilihat bahwa kuat tekan berkisar antara 2,03 Mpa sampai 4,23 Mpa. Sampel variasi 65% tanah liat, 25% daun sawit dan 10% biji sawit menghasilkan kuat tekan tertinggi yaitu 4,23 Mpa.

Tanah liat sebagai bahan baku utama dalam pembuatan batu bata dinilai lebih cocok ketimbang dari material lainnya karena tanah liat merupakan sedimen natural yang bersifat loose, earthy, berbutir sangat halus dengan kandungan minimal 25% mineral lempung dan mineral lain seperti feldspar, karbonat dan ferruginous (Fe^+) yang telah berubah menjadi bentuk yang lebih sederhana (Nur et al., 2020).

Dalam pemilihan bahan batu bata, perlu diperhatikan faktor-faktor seperti lokasi proyek, biaya produksi, ketersediaan bahan baku, dan kebutuhan akan kualitas dan ketahanan bangunan. Maka dari itu kekurangan dari tanah liat ini juga dapat dipertimbangkan dalam memilih bahan untuk pembuatan batu bata yaitu tanah liat memerlukan waktu pengeringan yang cukup lama sehingga memakan waktu lebih lama dalam proses produksi. Selain itu batu bata yang terbuat dari tanah liat cenderung memiliki warna yang monoton, sehingga tidak memberikan variasi warna pada bangunan yang dibangun.

2. Semen Portland

Semen adalah bahan perekat yang digunakan untuk mengikat material seperti pasir, kerikil, dan batu bata menjadi satu kesatuan yang kuat. Semen merupakan bahan perekat terbaik dan harganya cukup murah. Semen sebagai lem terbaik digunakan untuk merekatkan bahan-bahan bangunan agar bangunan menjadi kokoh.

Semen Portland merupakan jenis semen yang sering digunakan dalam konstruksi sebuah bangunan sebagai bahan dasar beton, mortar, plester, dan lain-lain. Semen ini terbentuk dari penggilingan kalsium silikat hidrat dan ditambahkan dengan satu atau lebih senyawa mineral seperti gypsum. Semen Portland merupakan hasil dari penggilingan klinker terutama dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolisis.

Tabel 2.7: Hasil penelitian terdahulu material pembentuk bata (Semen Portland)

No.	Judul	Hasil
1.	Stabilisasi Tanah Lempung dengan Campuran Abu Sabut (Nengsih et al., 2022)	Setelah dilakukan pengujian stabilitas tanah Persentase nilai $CBR_{rencana}$ didapat 3,13%. Tanah dengan semen Portland sebanyak 5% dengan 0 hari pemeraman .
2.	Optimasi Semen pada Pembuatan Batu Bata Tanpa Bakar (Widodo & Artiningsih, 2021)	Hasil yang didapat adalah dalam penambahan 17% semen pada bata menghasilkan kuat tekan maksimum sebesar 5,09 MPa, dikeringkan dalam suhu ruangan selama 7 hari dan di oven selama 24 jam dalam oven dengan suhu 40°.

3. Pasir

Pasir adalah bahan granula yang terdiri dari butiran mineral yang berukuran kecil hingga sedang dengan diameter antara 0,063 hingga 2 mm. pasir biasanya terdiri dari mineral seperti kuarsa, feldspar, mika, dan mineral lainnya tergantung pada asal- usulnya. Menurut Nasution (2022) pasir selain digunakan sebagai urugan, adukan hingga campuran beton, pasir juga banyak digunakan dalam bahan bangunan

yang diaplikasikan sebagai bahan campuran untuk material cetak seperti batu bata. Pasir terdapat di berbagai tempat di seluruh dunia, termasuk pantai, gurun, sungai dan danau.

Pasir yang digunakan untuk pembuatan batu bata biasanya harus memenuhi beberapa persyaratan tertentu. Pasir yang digunakan harus bersih dan bebas dari kotoran seperti lumpur, tanah, dan vegetasi. Selain itu, butiran pasir yang digunakan harus seragam dalam ukuran dan bentuknya agar batu bata yang dihasilkan memiliki kekuatan dan kualitas yang baik. Pasir yang terlalu kasar atau terlalu halus dapat memengaruhi sifat fisik batu bata, seperti kekuatan.

Tabel 2.8: Hasil penelitian terdahulu material pembentuk bata (Pasir)

No	Judul	Hasil
1.	Pengaruh Campuran Pasir terhadap Batu Bata Merah (Daniswara & Walujodjati, 2022)	Variasi komposisi pasir sungai yang di tambahkan dalam sampel batu bata adalah 0%, 20%, 40%. Pengeringan batu bata selama 7 hari dari pembuatan dan pembakaran selama 24 jam. Penambahan pasir dengan persentase 20%, 40% dapat mempengaruhi sifat mekanik batu bata, menurunkan porositas, susut bakar dan kuat tekan.
2.	Pengaruh Penambahan Pasir pada Endapan Lumpur Danau Limboto sebagai Pembuatan Batu Bata (Ichsan, 2018)	Nilai kuat tekan bata yang terbesar terdapat pada bahan baku endapan lumpur limboto dan kadar pasir 2% dengan kuat tekan sebesar 4,78 MPa. Kuat tekan tersebut tidak memenuhi syarat kuat tekan batu bata dengan bahan baku tanah liat yaitu sebesar 6,29 MPa, tetapi masih memenuhi syarat kualitas kuat tekan pada standar SII-0021-1978.

4. Air

Air adalah bahan penting dalam proses pembuatan batu bata. Air digunakan sebagai bahan campuran atau pengikat antara bahan-bahan lain seperti tanah liat, pasir, dan abu. Air juga diperlukan untuk menghasilkan bentuk dan struktur yang sesuai pada batu bata dan membantu dalam pengeringan dan pembakaran. Dalam proses pencampuran, air ditambahkan untuk membentuk adonan lembut yang mudah dibentuk. Air harus ditambahkan dalam jumlah yang cukup agar campuran menjadi lembut dan mudah dibentuk, namun tidak terlalu banyak sehingga campuran menjadi encer dan sulit di bentuk.

Penggunaan air juga dapat mempengaruhi kualitas batu bata, jika air terlalu banyak digunakan, batu bata dapat menjadi rapuh dan mudah pecah atau retak. Oleh karena itu, penggunaan air harus diatur dengan hati-hati dalam setiap tahap produksi untuk menghasilkan batu bata yang berkualitas tinggi.

Tabel 2.9: Hasil penelitian terdahulu material pembentuk bata (Air)

No.	Penulis	Hasil
1.	Recyclability,Durability and Water Vapour Adsorption of Unstabilised and Stabilised Compressed Earth Bricks (Bruno et al., 2020)	Batu bata yang telah distabilkan semen dan biopolymer meningkatkan daya tahan air sekaligus mengurangi adsorpsi uap air dibandingkan dengan batu bata yang tidak distabilkan.
2.	Effect of Water Content on The Compressive Strength of Laterized Concrete (Wong & Iqbal, 2021)	Bata yang telah mengalami biomineralisasi selama 28 hari dengan kadar air 400 mL mendapatkan kuat tekan tertinggi sebesar 3 MPa.

Air yang baik untuk digunakan dalam pembuatan batu bata adalah air bersih dan bebas dari kandungan logam berat, zat organik, dan zat kimia berbahaya lainnya. Air yang digunakan juga harus memiliki pH yang stabil dan tidak terlalu asam atau basa, biasanya antara 6 hingga 8.

5. Kapur

Kapur adalah bahan tambahan yang sering digunakan dalam pembuatan batu bata. Kapur digunakan sebagai bahan penstabil dan pengikat dalam campuran bahan utama, yaitu tanah liat, pasir, dan abu vulkanik, serta sebagai bahan tambahan untuk meningkatkan kualitas batu bata yang dihasilkan. Asam dalam tanah liat dapat mengurangi kekuatan batu bata dan membuatnya mudah pecah, sehingga kapur digunakan untuk menetralkan asam tersebut. Kapur juga berfungsi sebagai pengikat untuk mengikat partikel-partikel campuran bahan utama, sehingga membantu membentuk adonan yang lebih padat dan kuat.

Penggunaan kapur dalam jumlah yang berlebihan dapat mempengaruhi kualitas batu bata yang dihasilkan. Kapur yang terlalu banyak dapat membuat adonan menjadi terlalu kaku dan sulit dibentuk, serta dapat membuat batu bata menjadi terlalu rapuh. Oleh karena itu, jumlah kapur yang digunakan harus diatur dengan hati-hati dalam setiap tahap produksi.

Sifat-sifat kapur sebagai bahan bangunan (bahan ikat) yaitu:

1. Mempunyai sifat plastis yang baik (tidak getas)
2. Sebagai mortel, memberikan kekuatan pada tembok
3. Dapat mengeras dengan cepat dan mudah
4. Mudah dikerjakan
5. Mempunyai ikatan yang bagus dengan batu atau bata

Tabel 2.10: Hasil penelitian terdahulu material pembentuk bata (Kapur)

No.	Judul	Hasil
1.	The Mechanical and Physical Properties of Compressed Earth Block Stabilized with Lime and Filled with Untreated and Alkali-treated Date Palm fibers (Taallah & Guettala, 2016)	Peningkatan kekuatan dengan peningkatan kandungan kapur dari 8% sampai 10% diamati, sedangkan peningkatan kandungan kapur dari 10% menjadi 12% menyebabkan penurunan kekuatan. Kandungan serat yang tidak diberi perlakuan disertai dengan penurunan umum kekuatan CEB yang distabilkan dengan kapur, setelah 28 hari kondisi curing laboratorium.
2.	Chitosan as a Carbonation Catalyst in Lime Mortars (Carmona-Carmona et al., 2023)	Sampel yang diawetkan selama 4 hari dalam oven pada suhu 30°C, dilakukan proses karbonasi. Kondisi karbonasi yang ditetapkan untuk sampel kapur, dengan tanpa kitosan, semuanya sama. Hasil ini menunjukkan pengaruh kitosan pada reaksi karbonasi kapur, mendukung bahwa mortar kapur dapat mengeras lebih cepat dan menunjukkan kekuatan yang lebih tinggi pada usia dini. Nilai maksimum kuat tekan terbesar adalah 8,97 MPa terdapat pada persentase kitosan 0,4. Sedangkan bata yang tidak menggunakan kitosan mencapai kuat tekan sebesar 5,94 MPa.

Dalam prakteknya, kapur yang digunakan dalam produksi batu bata biasanya berasal dari sumber lokal, seperti batu kapur atau kapur tohor. Kapur harus ditambahkan dalam jumlah yang sesuai dengan kualitas dan komposisi bahan utama yang digunakan, dicampurkan secara merata dengan campuran bahan utama sebelum proses pembentukan batu bata dimulai.

Selain yang disebutkan diatas, kapur juga memiliki beberapa manfaat lain dalam pembuatan batu bata, antara lain:

1. Meningkatkan kinerja dalam pengeringan: kapur membantu mengeluarkan air dari adonan batu bata secara perlahan-lahan, sehingga dapat membantu mencegah retak atau pecah pada batu bata selama proses pengeringan.
2. Mengurangi kerusakan selama pengangkutan: kapur dapat membantu mengurangi kerusakan pada batu bata selama pengangkutan karena kemampuannya dalam menahan getaran dan guncangan.
3. Menambah kekuatan struktural: kapur dapat meningkatkan kekuatan struktural batu bata dan membantu mencegah retak dan pecah pada batu bata.

6. Abu Kulit Singkong

Zat aditif merupakan zat yang ditambahkan kedalam campuran produk dengan tujuan untuk mengubah atau meningkatkan kinerjanya. Dalam pembuatan bata tanpa bakar juga ditambahkan dengan zat aditif untuk meningkatkan kualitas dari bata tersebut. Pada penelitian ini peneliti hanya berfokus dengan zat aditif yang berasal dari limbah alami yaitu kulit singkong.

Kuit singkong adalah salah satu bahan alami yang memiliki potensi sebagai bahan tambah dalam pembuatan bata tanpa bakar. Kulit singkong mengandung pati dan selulosa yang dapat berperan sebagai bahan pengikat dan meningkatkan kekuatan bata. kulit singkong juga mengandung lignin yang dapat membantu meningkatkan ketahanan terhadap air dan api.

Pengaplikasian kulit singkong sebagai bahan tambah dalam pembuatan bata tanpa bakar dapat dilakukan dengan beberapa tahapan. Pertama-tama kulit singkong dibersihkan lalu dikeringkan dan dihaluskan hingga menjadi serbuk halus atau abu. Abu kulit singkong kemudian dicampur dengan bahan-bahan lainnya seperti pasir, semen, dan air untuk membentuk adonan bata. Kulit singkong dijemur selama 3 hari

sebelum digunakan, untuk menghilangkan kadar air yang berlebih, dan meleburkan keberadaan asam hidrosianat (HCN) (Subramanian et al., 2021).

Dalam pengaplikasiannya, penggunaan kulit singkong sebagai bahan tambah pada pembuatan bata tanpa bakar dapat memberikan manfaat ekonomi, lingkungan, dan sosial. Penggunaan bahan alami seperti kulit singkong dapat mengurangi penggunaan bahan sintetis yang berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Selain itu, penggunaan kulit singkong juga dapat memanfaatkan limbah pertanian yang biasanya dibuang dan mengurangi dampak negatifnya terhadap lingkungan. Dengan demikian, pengaplikasian kulit singkong sebagai bahan tambah dalam pembuatan bata tanpa bakar dapat menjadi alternatif yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Tabel 2.11: Hasil penelitian terdahulu material pembentuk bata (Kulit Singkong)

No.	Penulis	Hasil
1.	Effect of The Addition of Coal-ash and Cassava Peels on The Engineering Properties of Compressed Earth Blocks (Villamizar et.al., 2012)	Sampel dengan bahan penstabil kulit singkong sebanyak 5% menunjukkan beberapa patahan dan penyerapan air menunjukkan angka 27,01% sehingga dapat disimpulkan, Penambahan kulit singkong ke dalam campuran bata tanpa bakar meningkatkan kadar air yang dibutuhkan untuk ekstruksi (plastisitas).

2.	Prolonged Curing of Green Concrete from Domestically Derived Cassava Peels Ash (DDCPA) and Laterite (Emmanuel & Frank, 2014)	Sebanyak 48 spesimen kubus dengan dimensi 100 mm dibuat lalu dilakukan proses curing dalam air dengan periode 56, 90, 120, dan 150 hari, dan target kekuatan sebesar 25 MPa. Rasio penggantian abu kulit singkong yang berasal dari hasil lokal berkisar antara 0-30%. Kekuatan
		perkembangan bertahap di DDCPA-LATCON diamati seiring bertambahnya usia pengawetan. Kepadatan 150 hari dan kuat tekan beton normal adalah 2373 kg/m ³ dan 73,57 MPa sedangkan sampel 10% DDCPA + 10% Laterit masing-masing memiliki 2310 kg/m ³ dan 75,64 MPa. Sehingga sampel pada umur 150 hari cocok sebagai bahan konstruksi.
3.	Pemanfaatan Kulit Singkong menjadi paving Block sebagai Upaya mengaurangi timbunan sampah (Artiyani, 2012)	Variasi penambahan serbuk kulit singkong yang digunakan adalah 0%, 15%, 30%, 60% untuk mengurangi pemakaian pasir sebagai bahan halus. Hasil penelitian membuktikan sampah kulit singkong memberikan dampak yang buruk terhadap paving block, paving yang memenuhi syarat hanya pada bahan tambah sebesar 0%, sampai 15%.

2.4 Pasangan bata

Pasangan bata adalah proses pemasangan bata atau penyusunan batu bata untuk membentuk struktur dinding atau konstruksi bangunan. Dalam pasangan bata, batu bata biasanya ditempatkan secara berurutan dan dihubungkan dengan adukan

semen atau mortar. Bata yang digunakan biasanya bata merah, bata ringan, dan bata tanpa bakar.

Pasangan batu bata merupakan material bangunan yang selalu dipergunakan khususnya untuk dinding rumah tunggal maupun gedung bertingkat. Elemen pasangan batu bata terdiri dari batu bata dan perekat (spesi), yang dipakai sehari-hari dalam pelaksanaan konstruksi baik sebagai dinding penyekat maupun pemikul beban. Batu bata yang dipergunakan juga dari bahan yang berbeda-beda, serta cara pembuatan dan spesi yang dipergunakan juga dari bahan dan komposisi campuran yang berbeda-beda. Sehingga dalam pasangan batu bata tersebut kemungkinan batu batanya lebih kuat dari spesinya atau sebaliknya spesinya lebih kuat dari pada batu batanya. (Sukobar et al., 2014)

Tabel 2.11: Hasil Penelitian Terdahulu tentang Pasangan Bata

No	Judul	Hasil
1.	Kuat Tekan Dan Kuat Lekat Pasangan Bata Semen Pasir Apung (Ishak et al., 2020)	Kuat tekan rata-rata pasangan bata tanpa perkuatan masing-masing secara berurutan pasir apung, pasangan bata dan pasangan bata pasaran adalah 10,41 kg/cm ² , 27,40 kg/cm ² , dan 5,48 kg/cm ² . Kuat tekan rata-rata pasangan bata dengan perkuatan menggunakan kawat ram masing-masing secara berurutan bata pasir apung, pasangan bata dan pasangan bata pasaran adalah 16,43 kg/cm ² , 37,27 kg/cm ² , dan 10,41 kg/cm ² .
2.	Pemanfaatan Serat Polypropylene Untuk Meningkatkan Kuat Tekan Mortar Dan Kuat Tekan Pasangan Bata (Melinda et al., 2020)	Terdapat kenaikan kapasitas kuat tekan bata dengan penambahan 8% serat polypropylene sebesar 23,72 kg/cm ²

2.5 Pengujian kekuatan tekan (compressive strength test).

Kuat tekan pasangan bata mengacu pada kemampuan pasangan bata untuk menahan tekan. Kuat tekan bata dapat diukur dengan menggunakan mesin uji kuat tekan. Uji ini melibatkan pengujian sampel pasangan bata di laboratorium untuk menentukan daya tahan dan kekuatan pasangan bata terhadap tekanan yang diterapkan secara perlahan hingga pasangan bata mengalami kegagalan.

Banyak faktor yang mempengaruhi kuat tekan pasangan bata, diantaranya sebagai berikut:

1. Jenis bata

Jenis bata yang digunakan akan mempengaruhi kuat tekan pasangan bata, bata merah, bata ringan, dan bata tanpa bakar memiliki karakteristik yang berbeda, sehingga kemampuan tahan tekan yang berbeda pula.

2. Mutu bata

Mutu bata juga mempengaruhi kuat tekan pasangan bata. Mutu bata ditentukan oleh faktor-faktor seperti kepadatan, kekuatan dan kekokohan. Bata dengan mutu tinggi cenderung memiliki kuat tekan pasangan bata yang lebih tinggi.

3. Kualitas adukan

Kualitas adukan semen atau mortar yang digunakan untuk mengikat batu bata juga berperan penting. Komposisi adukan, perbandingan semen dan pasir dapat mempengaruhi kuat tekan pasangan bata.

Dalam SNI 15-2094-2000 tentang “Bata Merah Pejal untuk Pasangan Dinding”, diatur mengenai metode pengujian kuat tekan bata merah. Sebuah batu bata dengan ukuran 22,5 cm x 10,5 cm x 4 cm dipotong menjadi dua bagian lalu dibagian tengah diberi mortar setebal 6 mm. Untuk proses pengujian Benda uji ditekan dengan mesin tekan hingga hancur dengan kecepatan penekanan hingga sama dengan 2 Kg/cm² /detik. Kuat tekan sebuah benda uji didapat dari hasil bagi beban tekan tertinggi dan luas bidang tekan terkecil.

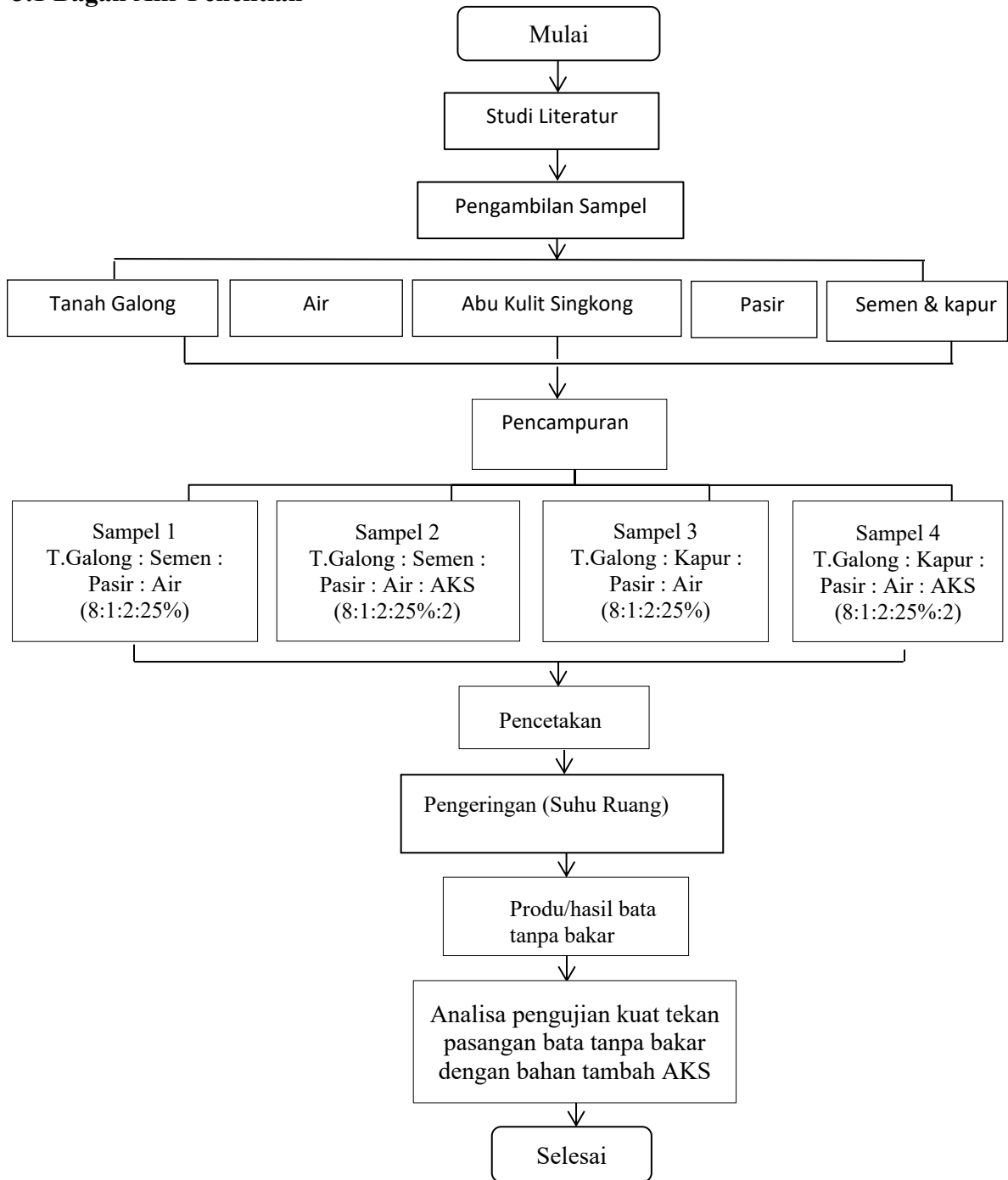
Tabel 2.12: Hasil Penelitian Terdahulu tentang Kuat Tekan Pasangan bata

No.	Judul	Hasil
1.	Kesetaraan Kuat Tekan Batu Bata (Press) Asal Bangsal Mojosari Kabupaten Mojokerto Terhadap Kuat Tekan Spesi Campuran Semen, Kapur, dan Pasir untuk Pasangan Bata (Sukobar et al., 2014)	Dari hasil pengujian kuat tekan rata-rata batu bata Mojosari sebesar 149,85 kg/cm ² berdasarkan SII-0021-1978, maka batu bata press Mojosari termasuk kedalam tingkat mutu 1 (kuat tekan rata-rata lebih besar 100 kg/cm ²)
2.	Pemanfaatan Serat Polypropylene Untuk Meningkatkan Kuat Tekan Mortar Dan Kuat Tekan Pasangan Bata (Melinda et al., 2020)	Terdapat kenaikan kapasitas kuat tekan bata dengan penambahan 8% serat polypropylene sebesar 23,72 kg/cm ²

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3. 1 Bagan Alir Penelitian

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental, yaitu metode yang bertujuan untuk menguji pengaruh suatu variabel atau menguji bagaimana hubungan sebab akibat antara variabel yang satu dengan yang lainnya. Metode eksperimen merupakan metode penelitian yang digunakan untuk mengumpulkan data melalui pengamatan langsung dan pengujian terhadap sampel yang diteliti. Penelitian kali ini akan membuat sampel bata tanpa bakar dengan penambahan agregat abu kulit singkong, yang dimana sampel tersebut akan melalui proses pengujian terhadap daya tahan.

Metode eksperimen dapat memberikan hasil yang akurat dan terukur terhadap data yang dihasilkan. Namun, metode ini juga dapat memakan waktu dan biaya yang cukup besar untuk melakukan pengujian pada sampel yang cukup banyak. Oleh karena itu, peneliti perlu mempertimbangkan sumber daya yang tersedia sebelum memilih metode penelitian yang tepat untuk digunakan. Sebagai acuan dalam penelitian ini tidak terlepas dari data-data pendukung. Data pendukung diperoleh dari:

3.2.1 Data Primer

Data yang diperoleh dari hasil pengumpulan langsung yang diperoleh peneliti melalui eksperimen atau percobaan yang dilakukan oleh peneliti secara langsung. Data ini diperoleh dari objek atau subjek penelitian yang dijadikan sampel dalam eksperimen. Data primer yang dibutuhkan dalam penelitian ini antara lain:

1. Keausan bata tanpa bakar setelah beberapa siklus uji durability.
2. Keberhasilan bata tanpa bakar dalam menahan beban yang diberikan dalam pengujian ketahanan mekanis.
3. Keberhasilan bata tanpa bakar dalam menjaga kestabilan dimensi dan bentuknya setelah beberapa siklus pengujian durabili

3.2.2 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-15-2094-2000, serta buku-buku atau literature sebagai penunjang untuk memperkuat suatu penelitian yang dilakukan.

3.3 Tempat dan waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jl. Kapten Mukhtar Basri, Medan. Dengan kelengkapan peralatan laboratorium yang berstandar. Waktu penelitian ini dilakukan pada bulan mei 2023 hingga juli 2023.

3.4 Bahan yang digunakan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan bata ini sebagai berikut:

1. Tanah Galong

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



Gambar 3.2: Tanah Galong

2. Air

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



Gambar 3.3: Air

3. Kapur

Kapur yang digunakan adalah kapur yang berjenis Calcium Hydroxide dan diperoleh dari PT. NIRAKU JAYA ABADI dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 3.1: Data Spesifikasi Kapur

Spesifikasi Kapur	
Merk	Unicarb
Product	Calcium Hydroxide/Hydrated Lime
Lot No	080121-1
MFG Date	Agustus-16-2021

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



Gambar 3. 4: Kapur

4. Semen

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

Tabel 3.2: Data spesifikasi semen

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



Gambar 3.5: Semen Portland

5. Pasir

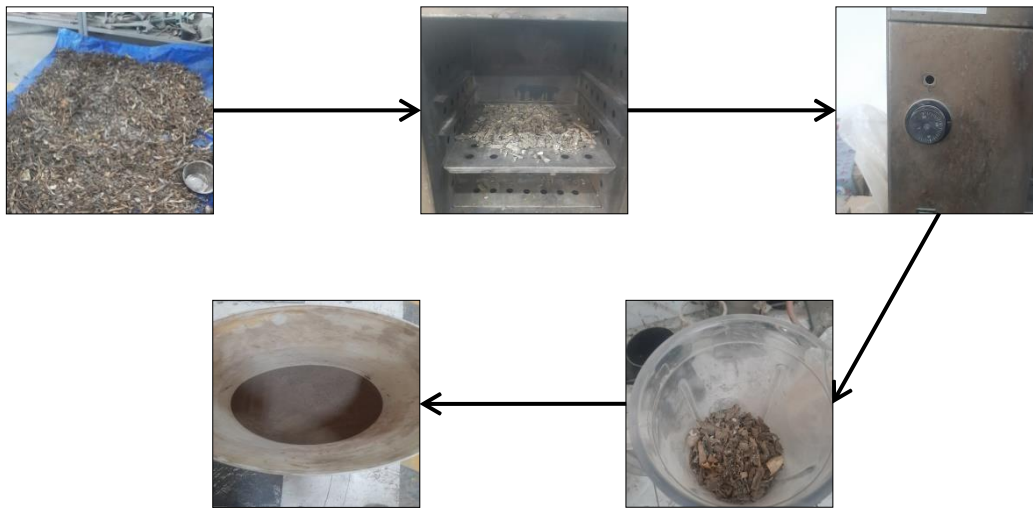
Pasir yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Binjai dengan kualitas yang bagus, dimana pasir ini berasal dari pasir sungai dan pasir ini tidak mengandung lumpur. Pasir ini juga tidak mengandung banyak bahan organik dan pasir yang peneliti gunakan telah lolos pada saringan no.100.



Gambar 3.6: Pasir

6. Abu Kulit Singkong

Zat aditif yang peneliti pakai dalam penelitian ini adalah Abu Kulit Singkong. Abu kulit singkong berasal dari kulit singkong limbah dari produksi opak singkong di Jl Sei Mencirim, limbah kulit singkong itu melalui beberapa proses diantaranya, penjemuran dibawah sinar matahari untuk mengurangi kandungan air yang ada di dalam kulit singkong serta memisahkan antara sampah dan kulit singkong. Lalu, kulit singkong yang telah dijemur dipanggang di dalam oven dengan suhu 200°C selama 60 menit. Setelah kulit singkong dipanggang akan menjadi kering dan kemudian akan dihaluskan dengan menggunakan blender hingga menjadi abu. Pada tahap terakhir abu kulit singkong disaring menggunakan saringan no.100 untuk mendapatkan hasil abu yang seragam.



Gambar 3.7: Proses pembuatan abu kulit singkong

3.5 Alat yang digunakan

Alat-alat yang dipakai di dalam penelitian ini antara lain :

1. Cetakan bata.

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



Gambar 3.8: Alat Cetak Bata

2. Mesin cetak bata dengan pompa hidrolik

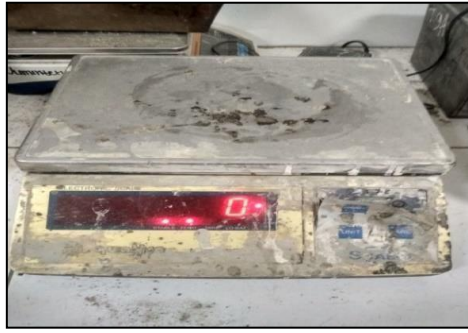
Mesin cetak bata hidrolik, digunakan untuk memadatkan adonan bata hingga mencapai kerapatan dan kekuatan yang diinginkan sesuai dengan standar.



Gambar 3.9: Mesin hidrolik Press

3. Timbangan digital

Timbangan yang digunakan untuk menimbang massa dari bahan yang akan dijadikan dalam pembuatan bata.



Gambar 3.10: Timbangan digital

4. Saringan

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



Gambar 3.11: Saringan

5. Gelas ukur

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



Gambar 3.12: Gelas ukur

6. Penggaris

Penggaris berguna sebagai alat pengukur bata yang telah selesai dicetak sehingga mengetahui ukuran yang direncanakan.



Gambar 3.13: Penggaris

7. Wadah

Wadah yang digunakan untuk menampung bahan-bahan sebelum dicampur dan dicetak.



Gambar 3.14: Wadah

8. Pan

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



Gambar 3.15: Pan

9. Sekop

Alat yang digunakan untuk memindahkan bahan sebelum dicampur dan digunakan dalam proses pencampuran seluruh bahan hingga merata



Gambar 3.16: Sekop

3.6 Pengambilan dan pengolahan Data Sampel

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

1. Tahap persiapan

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

2. Tahap penimbangan massa bahan

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

3. Tahap pembuatan sampel

Prosedur pembuatan bata dapat dilihat dibawah ini:

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

tinggi 6 cm.

- f. Adonan yang sudah dimasukkan di dalam cetakan kemudian di press menggunakan mesin press hidrolik hingga tekanan 5 MPa.
- g. Keluarkan bata hasil press dari cetakan.
- h. Keringkan bata hasil press dengan cara bata disusun di suatu tempat dan dibiarkan kering oleh suhu ruangan selama 28 hari.

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

Tabel 3. 3: Variasi komposisi sampel

No	Zat pengikat		Tanah galong	Pasir	AKS	Ket	Kode Sampel
	Semen	Kapur					
1.	1	-	8	2	-	Control	CC
2.	1	-	8	2	2	AKS	CCA
3.	-	1	8	2	-	Control	CL
4.	-	1	8	2	2	AKS	CLA

Keterangan :

- a) AKS = Abu Kulit Singkong
- b) CC = Control Cement
- c) CCA = Control Cement AKS
- d) CL = Control Lime
- e) CLA = Control Lime AKS

Jumlah sampel tiap proporsi : 22 buah

- Penyerapan air : 2 buah
- Sifat Tampak : 2 buah
- Kadar garam : 2 buah
- Kuat tekan pasangan : 16 buah

Kepadatan bata tanpa bakar rencana : min 1,6 gr/cm³

Dimensi bata : $20 \times 10 \times 6 = 1.200 \text{ cm}^3 \times 1,6 \text{ gr/cm}^3$

$$= 19,2 \times 10^5 \text{ gr}$$

$$= 1,92 \text{ kg}$$

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

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

- Pengikat :

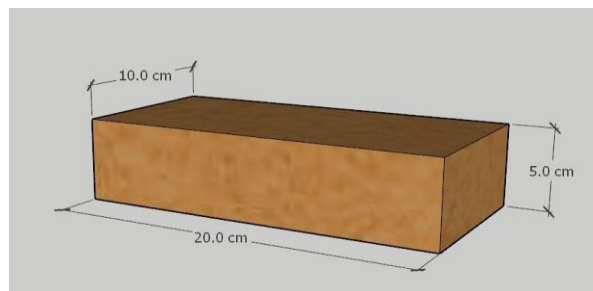
Semen = 0,146 kg/m³

Kapur = 0,146 kg/m³

- Tanah = 1,168 kg m³

- Pasir = 0,292 kg/m³

- SKS = 0,146 kg/m³



Gambar 3.17: Dimensi Bata

4. Tahap pengujian sampel

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

a. Uji bentuk dan ukuran

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

b. Uji kuat tekan

Pengujian kuat tekan bata menggunakan alat uji kuat tekan (*compression test*) yang berupa grafik data dari sebelum hingga sesudah diberikan beban tekan. Langkah-langkah dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengukur panjang, lebar dan tinggi sampel yang akan diuji.
2. Meletakkan sampel ditengah area pembebanan pada permukaan mesin *compression test*.
3. Mencocokkan permukaan alat penekan pada mesin dengan permukaan sampel.
4. Nyalakan mesin hingga mesin memberikan beban tekan otomatis yang konstan sampai mencapai beban maksimum.
5. Menghentikan mesin setelah sampel patah, kemudian lihat hasil rekaman data mesin di monitor alat.

c. Kuat tekan pasangan bata

Pengujian kuat tekan pasangan bata mengacu kepada SNI 03-4164-1996. Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin uji tekan dengan cara meletakkan benda uji dibawah alat pembebanan, kemudian mengatur jarum penunjuk ke posisi nol. Lalu melakukan pembebanan hingga mendapatkan data atau nilai beban hancur. Kuat tekan pasangan bata dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$f_i = \frac{F_{i \max}}{A_i} \quad (3.1)$$

Keterangan:

f_i	= Kuat tekan pasangan bata (N/mm ²)
$F_{i \max}$	= Beban maksimum benda uji (N)
A_i	= Luas permukaan benda uji (mm ²)

Berikut adalah langkah-langkah pengujian kuat tekan pasangan bata :

1. Persiapan berupa perendaman bata dan penyiapan adukan
2. Pembuatan benda uji
3. Mengeringkan pasangan bata selama 28 hari pada suhu ruangan
4. Mengukur tinggi dan lebar benda uji

5. Meletakkan benda uji di bawah alat pembebanan
6. Menghidupkan mesin pada awal pengujian selama 15 menit
7. Mengatur jarum petunjuk beban pada posisi nol
8. Melakukan pembebanan atau uji kuat tekan
9. Mencatat beban hancur

Proporsi campuran mortar untuk mendapatkan benda uji berupa satu susunan pasangan bata adalah:

- | | |
|---------------------|------------|
| 1. Pasir | : 6.000 gr |
| 2. Semen | : 2.000 gr |
| 3. Air | : 1.700 ml |
| 4. Bata tanpa bakar | : 8 buah |

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Pemeriksaan Bahan

Pemeriksaan bahan baik agregat halus maupun tanah dilakukan untuk mendapatkan keseragaman agregat yang digunakan. Pemeriksaan agregat halus maupun tanah dilaksanakan di laboratorium dan mengacu pada SNI dengan mengikuti panduan dari praktikum beton program studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tentang analisa saringan.

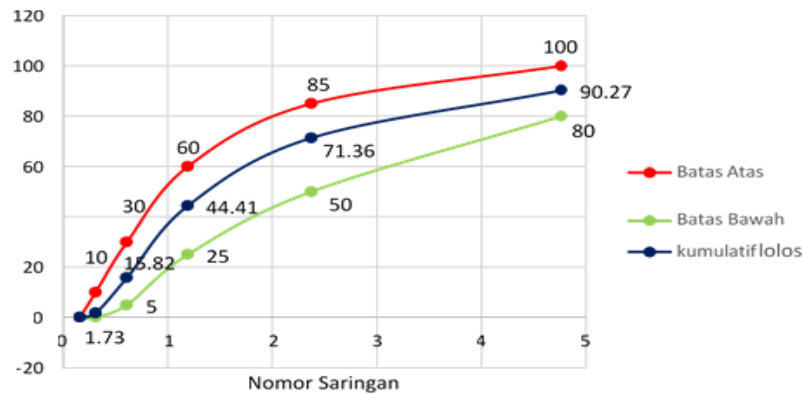
4.2 Pemeriksaan Agregat Halus

Pasir merupakan suatu partikel-partikel yang lebih kecil dari kekil dan lebih besar dari butiran lempung yang berukuran 5-0,074 mm yang bersifat tidak plasti dan kohesif. Pasir (agregat halus), sebagai bahan pengeras dalam spesi/mortar merupakan agregat alami yang berasal dari letusan gunung berapi, sungai, dalam tanah, dan pantai harus memenuhi standar dimana kekerasan, ketajaman, gradasi, dan kebersihan terhadap lumpur maupun kebersihan terhadap bahan kimia harus memenuhi standart nasional Indonesia. (Dr. Vladimir, 1967)

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.

4.2.1 Analisa Gradasi Agregat Halus

Berdasarkan Gambar 4.1 menjelaskan pemeriksaan analisa saringan agregat halus dilakukan berdasarkan SNI 03-2834-2000, yang nantinya akan dibuat grafik zona gradasi agregat yang didapat dari nilai komulatif agregat.



Gambar 4.1: Grafik gradasi agregat halus

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

4.2.2 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 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),

4.2.3 Kadar Air Agregat Halus

Pengujian kadar air dilakukan untuk memperoleh angka persentase dari kadar air yang terkandung pada agregat halus. Hasil dari pengujian kadar air yang terkandung dalam agregat sangat perlu untuk merencanakan campuran bata dan untuk mengoreksi proporsi campuran bata.

Dari Pengujian kadar air pada lampiran Tabel L.3, agregat halus menggunakan 2 sampel dengan hasil kadar air pada sampel 1 sebesar 4,33% sedangkan pada sampel 2 sebesar 6,52%. Sehingga di dapat rata-rata nilai kadar air sebesar 5,43%. Hasil ini masih memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu sebesar 2%-20%.

4.3 Pemeriksaan Tanah

Pemeriksaan tanah dilakukan untuk mengetahui kualitas tanah sebagai bahan baku yang akan digunakan. Seperti kadar air tanah, dan butiran kapur yang tidak boleh ada terkandung di dalam tanah yang akan digunakan

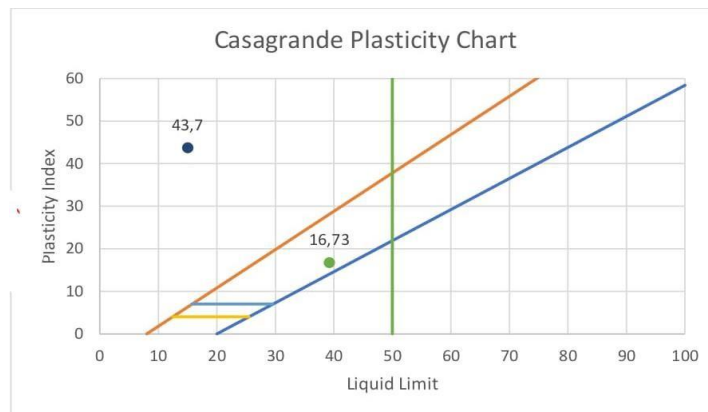
4.3.1 Uji Indeks Plastisitas Tanah Galong

Uji indeks plastisitas tanah digunakan untuk menentukan sifat plastis dari tanah yang digunakan. Pengujian indeks plastisitas tanah melibatkan pengujian batas cair (liquid limit) dan batas plastis (plastic limit) suatu tanah, yang kemudian digunakan untuk menghitung Indeks Plastisitas (PI). Batas cair (LL) adalah nilai kadar air pada tanah pada keadaan cair dengan keadaan plastis tanah, atau nilai batas pada daerah plastis. Metode Casagrande merupakan metode umum yang digunakan untuk menentukan batas cair tanah. Tanah dalam keadaan batas cair yaitu apabila diperiksa dengan alat casagrande, sampel tanah dalam mangkok yang dipisahkan oleh alurcolet selebar 2mm akan berhimpit kembali pada 25 ketukan. Batas plastis (PL) merupakan kadar air didalam tanah pada fase antara plastis dan semi padat. Sampel tanah dicampur dengan air hingga mencapai konsistensi dan kemudian dibentuk lempengan tipis. Batas plastis dicapai ketika sampel tersebut tidak dapat lagi digulung tanpa mengalami retak atau pecah.

Indeks plastisitas (PI) merupakan selisih antara nilai batas cair dan batas plastis (LL-PL). Nilai PI dapat digunakan untuk mengklasifikasikan tanah sebagai tanah lempung, tanah berlempung, atau tanah liat sesuai dengan klasifikasi tanah.

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 Garis-U (*U-Line*) yang merupakan batas atas dari hubungan antara indeks plastisitas dan batas cair untuk suatu tanah. Garis-U mengikuti persamaan garis lurus: $PI = 0,9(LL-8)$ (Mudjiono, n.d.). Hasil pengujian plastisitas tanah galong dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut:



Gambar 4.2: Grafik indeks plastisitas tanah galong



Gambar 4.3: Uji indeks plastisitas tanah galong

Dari hasil pengujian plastisitas tanah galong dapat dilihat pada Lampiran Tabel L.4 dan Gambar 4.2. Diperoleh Batas cair (*Liquid Limit*) 39,42% sedangkan Batas Plastis (*Plastic Limit*) 22,5%, maka didapat Indeks Plastisitas (*Plasticity Index*) dari tanah galong sebesar 16,92%. Berdasarkan nilai Indeks plastisitas

yang diperoleh maka tanah pada penelitian ini termasuk tanah lempung inorganik dengan indeks plastistas sedang. Hal ini menunjukkan bahwa tanah dengan indeks plastisitas sedang memiliki kemampuan yang dapat mempengaruhi perilaku dan sifat konstruktifnya. Umumnya tanah dengan nilai indeks plastisitas sedang digunakan untuk konstruksi tanah liat. Tanah dengan nilai indeks plastisitas sedang sangat baik digunakan untuk pembuatan bata karena memiliki kombinasi yang baik antara kekuatan dan kemampuan plastis.

4.3.2 Uji Kadar Air Tanah

Uji kadar air dimaksudkan untuk memeriksa dan menentukan kadar air dari sampel tanah. Kadar air diberi simbol notasi (w) dan dinyatakan dalam persen (%). Kadar air (w) adalah perbandingan berat air yang dikandung tanah dengan berat kering tanah. Hasil uji kadar air tanah galong, didapat nilai rata-rata 24,9%. Nilai tersebut masih memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu 20%-100%. Hasil uji kadar air agregat halus dapat dilihat pada lampiran Tabel L.5.

4.3.3 Analisa Butiran Tanah Galong dan Tanah Merah

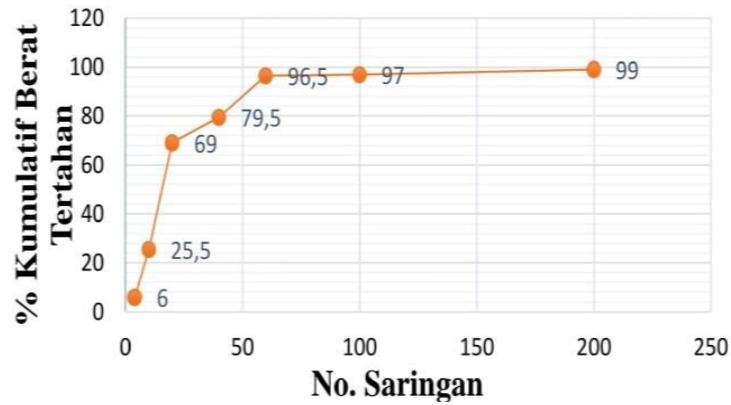
Analisa butiran dilakukan dengan cara mengayak dengan menggetarkan contoh tanah melalui satu set ayakan, dimana lubang-lubang atau diameter dari ayakan tersebut berurutan dan makin kecil. Analisa saringan ini dilakukan pada tanah yang tertahan pada ayakan no.200.



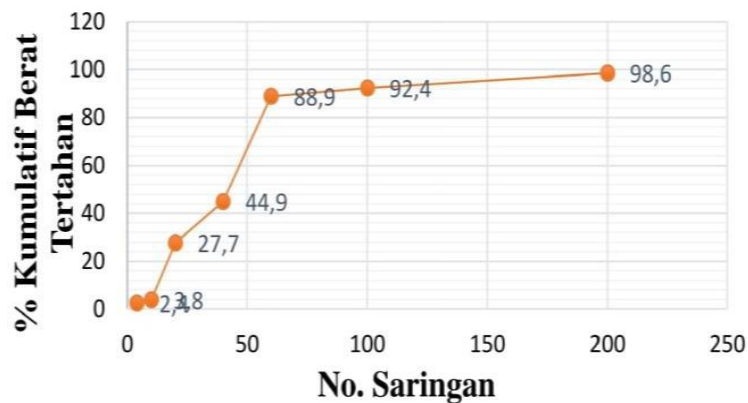
Gambar 4.3: Pengujian analisa tanah galong dan tanah merah

Dapat dilihat dari gambar 4.2 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.



Gambar 4.4: Grafik gradasi tanah merah



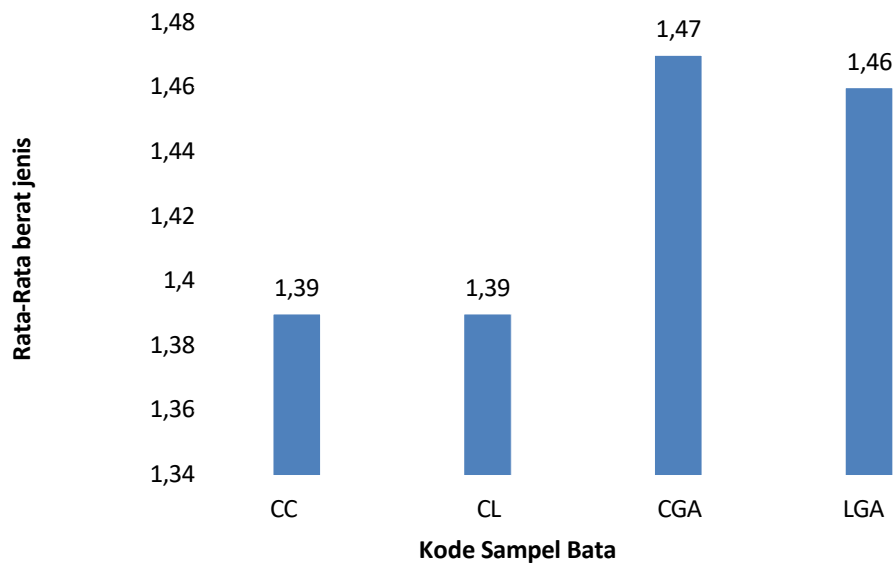
Gambar 4.5: Grafik gradasi tanah galong

4.4 Hasil dan Analisa Bata Tanpa Bakar

Pada sub ini menjelaskan hasil dan analisa bata tanpa bakar, meliputi hasil dan analisa pengujian berat jenis, penyerapan air, kadar garam, kuat tekan pasangan bata, dan sifat tampak bata tanpa bakar.

4.4.1 Berat Jenis Bata Tanpa Bakar

Berat jenis adalah parameter yang mengukur massa persatuan volume. Adapun hasil pengujian jenis yang diperoleh seperti pada tabel L.8 dan gambar 4.6 seperti di bawah ini.



Gambar 4.6: Grafik berat jenis bata tanpa bakar.

Berdasarkan gambar dan lampiran nilai rata-rata berat jenis bata tanpa bakar adalah 1,42 (Kg/m^3). Dari hasil pengujian berat jenis bata, nilai berat jenis yg didapat cukup ringan. Nilai berat jenis bata tanpa bakar ini tidak memenuhi spesifikasi berat jenis bata normal berkisar antara 1,60 Kg/m^3 -2,00 Kg/m^3 menurut (Badan Standarisasi Nasional, 2000). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Amin,2014), hasil berat jenis pada penelitiannya jauh lebih tinggi dengan nilai rata-rata 2,4 Kg/m^3 .

4.4.2 Penyerapan Air Bata Tanpa Bakar

Penyerapan air batu bata mengacu kepada kemampuan batu bata untuk menyerap air. Pengukuran daya serap air dilakukan dengan melihat presentase perbandingan antara berat kering bata dengan berat basah bata yang sudah direndam selama 24 jam. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia atau SNI, penyerapan air batu bata merah yang diizinkan adalah sebesar 20%.

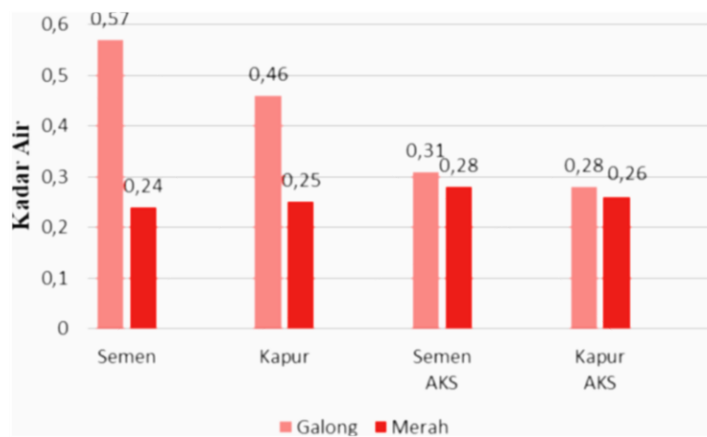


Gambar 4.7: Proses pengeringan dan perendaman bata



Gambar 4.8: Bata setelah direndam

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



Gambar 4.9: Daya serap air bata tanpa bakar dengan tanah galong dan merah

Dari gambar 4.8 dan 4.9 dapat dilihat hasil pengujian daya serap air bata tanpa bakar untuk tanah galong dan tanah merah pada gambar 4.10 didapat nilai

rata-rata dari 4 sampel bata kontrol 0,40 %, sedangkan untuk bata AKS didapat nilai rata-rata sebesar 0,25 % yang berarti bahwa pengujian daya serap bata tersebut tidak membahayakan dikarenakan nilai tersebut masih tidak melewati batas wajar yang telah diterapkan oleh SNI untuk nilai maksimal penyerapan air sebesar 20 %.

4.4.3 Kadar Garam Bata Tanpa Bakar

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

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



Gambar 4.10: Proses perendaman batu bata



Gambar 4.11: Hasil pengujian kadar garam pada bata

4.4.4 Sifat Tampak Bata Tanpa Bakar

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

a) Tanah Galong

Tabel 4.3 Hasil uji sifat tampak bata tanpa bakar tanah galong

Kode Sempel	Sudut Siku		Nyaring Bila Dipukul		Warna Seragam		Tidak Retak		Datar	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
CCG	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
CLG	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
CGA	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
LGA	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

Keterangan:

a. S = Sesuai

b. T = Tidak Sesuai



Gambar 4.12: Benda uji sifat tampak bata untuk tanah galong

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

b) Tanah Merah

Tabel 4.4 Hasil uji sifat tampak bata tanpa bakar tanah merah

Kode Sempel	Sudut Siku		Nyaring Bila Dipukul		Warna Seragam		Tidak Retak		Datar	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
CCM	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
CLM	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
LMA	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
LMA	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

Keterangan:

c. S = Sesuai

d. T = Tidak Sesuai



Gambar 4.13 : Benda uji daya tampak bata untuk tanah merah

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

4.4.5 Kuat Tekan Pasangan Bata Tanpa Bakar

Pengujian kuat tekan pasangan bata mengacu pada SNI 03-4164-1996. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan meletakkan benda uji dibawah alat pembebanan yaitu mesin uji kuat tekan. Kemudian menghidupkan mesin dan mengatur jarum penunjuk beban pada posisi nol. Analisa dilakukan dengan mencata data beban hancur.

Berikut adalah hasil pengujian kuat tekan pasangan bata tanpa bakar dengan bahan tambah AKS yang dapat dilihat pada tabel 4.1 seperti dibawah ini :

Tabel 4.1: Kuat tekan pasangan bata tanpa bakar

No	Kode Sampe l	Jumla h	Dimensi Batu Bata (cm)		Luas Batu Bata (mm ²)	Gaya Tekan Maksimu m (N)	Kuat Tekan Pasanga n Bata (N/mm ²)	Rata - Rata
			Panjan g	Leba r				
1	CCG	1	43	25	10750	43600	4,06	3,89
		2	43	25	10750	40000	3,72	
2	CLG	1	43	25	10750	30000	2,79	3,20
		2	43	25	10750	38900	3,62	
3	CGA	1	45	30	13500	86000	6,37	6,15
		2	45	30	13500	80000	5,93	
4	LGA	1	45	29	13050	64500	4,94	4,79
		2	45	29	13050	60500	4,64	

Berdasarkan hasil pada gambar 4.10, hasil rata-rata kuat tekan pasangan bata tanpa bakar pada bata kontrol semen adalah 3,89 MPa. Untuk variasi semen dengan penambahan AKS (CGA) memiliki nilai kuat tekan rata-rata 6,15 MPa. Ini artinya penambahan AKS pada variasi semen menambah nilai kuat tekan pasangan bata sebesar 58%. Sedangkan untuk kontrol kapur memiliki nilai kuat tekan rata-rata sebesar 3,20 MPa. Untuk variasi kapur dengan penambahan AKS (LGA) memiliki nilai kuat tekan rata-rata sebesar 4,79 MPa. Penambahan AKS pada variasi kapur menambah nilai kuat tekan pasangan bata sebesar 49%.



Gambar 4.14: Proses pengujian kuat tekan pasangan bata



Gambar 4.15: Hasil pengujian kuat tekan pasangan bata (semen)



Gambar 4.16: Hasil pengujian kuat tekan pasangan bata (kapur)

Penambahan AKS dapat menambah kuat tekan bata tanpa bakar dikarenakan AKS mengandung kalsium oksida (CaO), kalium karbonat (K_2CO_3) dan silikon dioksida (SiO_2) yang bersifat pozzolan yaitu mampu bereaksi dengan air dan kapur untuk membentuk senyawa pengikat yang kuat seperti calcium silicate hydrate (SCH).

4.4.6 Kuat Lekat Pasangan Bata Tanpa Bakar

Pengujian ini mengukur kekuatan ikatan (body strength) abu kulit singkong terhadap bata dengan cara memberi beban lentur atau tarik pada pasangan bata sampai lepas pada bidang ikatan, dalam SNI 03-4164-1996 metode yang digunakan biasanya uji lentur tiga titik (triplet test), sedangkan ASTM C1072 fokus pada flexural bond strength. persiapan benda uji yang dibutuhkan adalah bata tanpa bakar dan abu kulit singkong dengan spesimen tiga bata disusun secara horizontal (disebut triplet specimen), dengan dua lapisan mortar di antaranya, tebal lapisan mortar biasanya ± 10 mm. disimpan pada kondisi standar (suhu $\pm 27^\circ\text{C}$, kelembapan terkontrol) sampai umur uji 28 hari. prosedur uji SNI 03-4164-1996 yaitu ukur panjang dan lebar bata tanpa bakar dengan abu kulit singkong yang akan diuji untuk menghitung luas bidang lekat, spesimen diletakkan mendatar diatas dua penyanggah bawah. beban diberikan ditengah

melalui penyangga atas dan posisi pembebanan diatur agar retak terjadi pada bidang ikatan bata. beban diberikan dengan laju konstan.

Tabel 4.2: Kuat lekat pasangan bata tanpa bakar

Spesimen	Luas bidang lekat(cm ²)	Beban maksimum (N)	Kuat lekat (Mpa)
1	100	1200	0.12
2	100	1500	0.15
3	100	1800	0.18
Rata-rata			0.15

Perhitungan :

$$f_{uh} = \frac{P_u}{2bh}$$

Keterangan:

- f_{uh} = kuat lekat (MPa)
- P_u = beban maksimum (N)
- b = lebar bidang lekat (mm² atau cm²)
- h = Tinggi bidang

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian yang sudah dilakukan, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan abu kulit singkong (AKS) pada bata tanpa bakar memberikan pengaruh positif terhadap nilai kuat tekan dan kuat lekat pada pasangan bata.
2. Hasil menunjukkan komposisi 67% tanah, 8% pengikat (semen/kapur), 17% pasir, 8% AKS menghasilkan kuat tekan rata-rata 58% untuk varian Cemen Galong AKS (CGA) dan 49% untuk varian Lime Galong AKS (LGA) dibandingkan kontrol tanpa AKS.
3. Pada pengujian kuat lekat, penambahan AKS juga meningkatkan daya ikat mortar terhadap bata, dengan nilai optimum pada persentase AKS tertentu sesuai hasil uji laboratorium.

5.2 Saran

Ada beberapa saran dari penulis yang perlu diperhatikan sebagai berikut:

1. Perlu adanya penelitian lanjutan untuk mengetahui variasi sampel yang berbeda terhadap penggunaan AKS untuk mendapatkan hasil kuat tekan pasangan bata yang lebih maksimal.
2. Sebaiknya waktu pengeringan bata dibuat lebih bervariasi seperti 14 hari dan 28 hari, agar mengetahui apakah waktu pengeringan berpengaruh terhadap kuat tekan pasangan bata.

DAFTAR PUSTAKA

- A.S, M. D., Apriani, I., & Sutrisno, H. (2021). Kajian Mekanik Batu Bata dengan Metode Pembakaran dan Tanpa Dibakar Menggunakan Limbah Lumpur PDAM. *Jurnal teknik Lingkungan Universitas Tanjungpura, Pontianak*, 2(2), 10.
- Agbenyeku, E. O., & Aneke, F. I. (2014). Prolonged Curing of Green Concrete from Domestically Derived Cassava Peels Ash (DDCPA) and Laterite. *International Journal of Scientific and Engineering Research*, 5(1), 900-905.
- Amazian, L. (2018). *Unfired Clay Bricks with Enhanced Properties Project Report*.
- Apriansyah, Hasim, A., Marwadi, A., & Chalid, N. I. (2022, Desember). Studi Eksperimental Kuat Tekan Bata Merah dengan Variasi Penambahan Abu Sekam Padi. *JURNAL RISET & TEKNOLOGI TERAPAN KEMARITIMAN*, 1(2), 1-12.
- Artiyani, A. (2012). Pemanfaatan Kulit Singkong menjadi Paving Block sebagai upaya mengurangi Timbulan Sampah. *Neutrino*, 4(2), 213-218.
- Ashlihah, Saputri, M. M., & Fauzan, A. (2020, Desember 1). Pelatihan Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga Organik menjadi Pupuk Kompos. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bidang Pertanian*, 1(1), 30-33.
- ASTM D559. (2003). *Standard Test Methods for Wetting and Drying Compacted Soil-Cement Mixtures*. United States: ASTM International.
- Badan Pusat Statistik. (2023). *Laju Pertumbuhan Penduduk (Persen), 2020-2022*. Retrieved from Badan Pusat Statistik: <https://www.bps.go.id/indicator/12/1976/1/laju-pertumbuhan-penduduk.html>
- Candra, A. I., Romadhon, F., Azhari, F. M., & Hidiyati, E. F. (2022). Increasing Compressive Strength of The Red Brick with Fly Ash and Rice Husk Ash. *JURNAL TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN*, 107-117.
- Damanhuri, A., Lubis, A., A.Hariri, S.G Herawan, M.H.I Roslan, & M.S.F Hussin. (2020). Mechanical Properties Of Rice Husk Ash (Rha) Brick As Partial Replacement Of Clay. *Journal of Physics: Conference Series*.

- Daniswara, & Walujodjati, E. (2022). Pengaruh Campuran Pasir Terhadap Batu Bata Merah. *Jurnal Konstruksi*, 20(1), 95-102.
- Dary, R. W., Frapanti, S., & Utami, C. (2019). Evaluasi Kekuatan Batu Bata Lubuk Pakam Pada Bangunan Bertingkat Dengan Analisa Pushover. *Jurnal Teknik Sipil*, 11(2), 11-15.
- Demir, I. (2008, May 23). Effect of Organic Residues Addition on The Technological Properties of Clay Bricks. *Waste Management*, pp. 622-627.
- Dinata, M., Adha, I., & Setyanto. (2013, Maret). Studi Pengaruh Lama Waktu Proses Pembakaran Terhadap Kuat Tekan Batu Bata Setelah Penambahan Bahan Additive Iss 2500 (Ionic Soil Stabilizer). *JRSDD*, 1(1), 1-12.
- Dini A.S, M., Apriani, I., & Sutrisno, H. (2021). Kajian Mekanik Batu Bata degan Metode Pembakaran dan Tanpa Dibakar meggunakan Limbah Lumpur PDAM. *Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Tanjungpura, Pontianak*, 2(2), 2.
- Fadil, S., & Djenabou. (2022, April 20). Straw Reinforced Unfired and Fired Clay Bricks for Sustainable Building Construction of Mesquine Region (Far- North Cameroon). *Journal of Materials and Polymer Science*, 2(2), 1-7.
- Fetra Venny Riza, & Ismail Abdul Rahman. (2010). *A Brief Review Of Cement Stabilized Earth Brick (CSEB)*. *Cssr*, 1011–101
- Herlina, F., Elhusna, & Islam, M. (2015, April). Pengaruh Penambahan Pasir Sungai Pada Bata Merah Terhadap Kuat Tekan Dan Penyusutan Di Talang Kering Kota Bengkulu. *Jurnal Inersia*, 7(1).
- Irwasnyah, Isma, F., & Purwandito, M. (2018, Desember). Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Dari Limbah Industri Pertanian Dan Material Alam. *Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil*, 4(2), 8-12.
- Kementerian Luar Negeri. (2018). *Indonesia*. Retrieved from Kedutaan Besar Republik Indonesia DiCanberra,Australia:
<https://kemlu.go.id/canberra/id/read/indonesia/2186/etc-menu>

- Melinda, A. P., Juliafad, E., & Yusmar, F. (2020). Pemanfaatan Serat Polypropylene Untuk Meningkatkan Kuat Tekan Mortar Dan Kuat Tekan Pasangan Bata. *Jurnal Universitas Negeri Padang*, 7(3).
- Munasih, & Priyasmanu, T. (2016). Batu Bata Dengan Campuran Abu Sekam Padi Di Desa Saproenggo, Keamtan Pakis, Kabupaten Malang. 6, 31-37.
- Nasution, M. (2022). Perbandingan Kuat Tekan Beton menggunakan Agregat Halus (Pasir) antara Sungai Tanjung Balai dan Sungai Kisaran. *Bidang Aplikasi Teknik Sipil dan Sains*, 1(2), 57-63.
- Nengsih, Sarie, F., & Gandi, S. (2022). Stabilisasi Tanah Lempung dengan Campuran Abu Sabut Kelapa, Serbuk Batu Bata, dan Semen Portland. *TRANSUKMA*, 04(02), 83-92.
- Prapanti, S., Asfiati, S., & Hadipramana, J. (2020). Penerapan Batu Bata Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk Peningkatan Pendapatan Home Industri Batu Bata Deli Serdang. *Jurnal Abdi Mas Adzkia*, 01(01).
- Sri Frapanti, Rizki Efrida, Irma Dewi, Sri Asfiati, Fetra Venny Riza. (2023). Analisis Standar Mutu Batu Bata Merah Tradisional di Deli Serdang Dengan Indikator SNI 15-2094-2000. *Teras Jurnal*, Vol 13,no1, Maret 2023.

LAMPIRAN

Tabel L.1: Analisa saringan agregat halus

No. Saringan	Berat Tertahan (gr)	Persentase Tertahan (%)	Persentase Kumulatif	
			Tertahan (%)	Lolos (%)
3/8"	0	0	0	100
No.4	99	4,95	4,95	95,05
No.8	205	10,25	15,20	84,80
No.16	387	19,35	34,55	65,45
No.30	301	15,05	49,60	50,40
No.50	561	28,05	77,65	22,35
No.100	330	16,50	94,15	5,85
Pan	117	5,850		0
Total	2000	100	276,10	

Tabel L.2: Kadar lumpur agregat halus

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

Tabel L.3: Kadar air agregat halus

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

Tabel L.4: Indeks Plastisitas tanah galong

Batas Cair (Liquid Limit Test) dan Batas Plastis (Plastic Limit) Tanah Galong								
No	Nomor Contoh	Satuan	Batas Cair (LL)				Batas Plastis (PL)	
1	Banyak pukulan		22	33	35	45		
2	Nomor Cawan		I	II	III	IV	I	II
3	Berat cawan + tanah basah (W2)	gr	47	47	43	48	22	20
4	Berat cawan + tanah kering (W3)	gr	36	38	33	38	20	18
5	Berat air ($W_w = W_2 - W_3$)	gr	11	9	10	10	2	2
6	Berat Cawan (W1)	gr	10	8	8	10	10	10
7	Berat tanah kering ($W_5 = W_3 - W_1$)	gr	26	30	25	28	10	8
8	Kadar Air ($W = (W_w / W_5) \times 100\%$)	%	42.3	30	40	35.7	20	25
9	Kadar Air rata-rata (w)	%	39				22.5	

LL	PL	PI
39	22,5	16,9

Tabel L.5: Kadar air tanah galong

Kadar Air Tanah Galong		
No. cawan	1	2
Berat Cawan (W1)	9	9
Berat Cawan + Tanah Basah (W2)	60	59
Berat Cawan + Tanah Kering (W3)	48	51
Berat Air (W2-W3)	12	8
Berat Tanah Kering (W3-W1)	39	42
Kadar Air (w)	30,8	19,0
Rata-rata (%)	24,9	

Tabel L.6: Analisa butiran tanah galong

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

Tabel L.7: Penyerapan air bata tanpa bakar

No	Kode Sampel	Jumlah Sampel	Berat Bata Basah (kg)	Berat Bata Kering (kg)	Daya Serap (%)	Rata-rata (%)
1	Kontrol Semen (CC)	1	1,674	1,342	24,74	24,992
		2	1,657	1,323	25,25	
2	Kontrol Kapur (CL)	1	1,608	1,214	32,45	32,174
		2	1,617	1,226	31,89	
3	Semen Galong SKS (CGS)	1	1,902	1,466	29,74	31,906
		2	1,936	1,444	34,07	
4	Kapur Galong SKS (LGS)	1	1,940	1,435	35,19	33,547
		2	1,935	1,467	31,90	
Rata-rata						30,6548

Tabel L.8: Berat jenis bata tanpa bakar

No	Kode Sampel			
	CC	CL	CGS	LGS
1	1,45	1,32	1,14	1,69
2	1,47	1,42	1,78	1,51
3	1,47	1,55	1,77	1,37
4	1,44	1,41	1,55	1,43
5	1,41	1,45	1,65	1,43
6	1,42	1,34	1,36	1,30
7	1,32	1,38	1,39	1,44
8	1,41	1,53	1,35	1,44
9	1,32	1,34	1,47	1,42
10	1,42	1,46	1,38	1,45
11	1,36	1,45	1,31	1,41
12	1,47	1,40	1,47	1,36
13	1,30	1,44	1,42	1,37
14	1,44	1,36	1,42	1,38
15	1,39	1,29	1,41	1,51
16	1,36	1,41	1,48	1,44
17	1,33	1,38	1,40	1,39
18	1,38	1,26	1,48	1,46
19	1,38	1,30	1,63	1,55
20	1,40	1,36	1,44	1,54
21	1,34	1,46	1,51	1,60
22	1,29	1,35	1,56	1,48
23	1,32	1,38	1,46	1,61
24	1,33	1,42	1,37	1,49
Rata-rata	1,39	1,39	1,47	1,46

Tabel L.9: Kadar garam bata

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	CC	1	200	100	20000	0	0	0	0
		2	200	100	20000	0	0	0	0
2	CL	1	200	100	20000	0	0	0	0
		2	200	100	20000	0	0	0	0
3	CGS	1	200	100	20000	3	2	6	0,0003
		2	200	100	20000	2	1	2	0,0001
4	LGS	1	200	100	20000	13	13	169	0,00845
		2	200	100	20000	12	14	168	0,0084
Rata-rata									0,00215625

Tabel L.10: Sifat tampak bata

Kode sampel	Sudut siku		Nyaring bila dipukul		Warna seragam		Tidak retak		Datar	
	Sam pel 1	Sa mpe 1 2	Sa mpe 1 1	Sa mpe 1 2	Sa mpe 1 1	Sa mpe 1 2	Sa mpe 1 1	Sa mpe 1 2	Sa mpe 1 1	Sa mpe 1 2
Control Cement (CC)	S	S	T	T	S	S	S	S	S	S
Control Lime (CL)	S	S	T	T	S	S	S	S	S	S
Cement Galong SKS (CGS)	S	S	T	T	S	S	S	S	S	S
Lime Galong SKS (LGS)	S	S	T	T	S	S	S	S	S	S

DATA RIWAYAT HIDUP



Data Identitas Diri

Nama Lengkap : Sofwan Hadi
Tempat, Tanggal Lahir : Tanjung Tiram, 2 Maret 2000
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Alamat : Jl. Sidorukun, Gg. Sadar No. 5
Nomor HP : 085260795848
Nama Ayah :
Nama Ibu : Linda Widya Nora
E-mail : soft.one5080@gmail.com

Riwayat Pendidikan

NIM : 1907210151
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muctar Basri No. 3 Medan 20238

Pendidikan Formal

Sekolah Dasar : SD NEGERI 152979 PANDAN 1
Sekolah Menengah Pertama : SMP SWASTA AL-MUSLIMIN PANDAN
Sekolah Menengah Atas : SMA NEGERI 1 SIBOLGA

