

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KEKUATAN PASANGAN BATA TEKAN TANPA BAKAR
DENGAN BAHAN TAMBAH SERAT KELAPA SAWIT
(Studi Penelitian)**

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

Disusun Oleh:

MUHAMMAD ADITYA RIZOI

1907210038



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

2024

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Aditya Rizqi

NPM : 1907210038

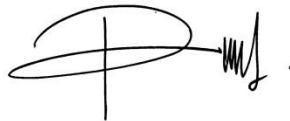
Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Analisis Kekuatan Pasangan Bata Tekan Tanpa Bakar
dengan Bahan Tambah Serat Kelapa Sawit

Bidang Ilmu : Struktur

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

Disetujui Untuk Disampaikan
Kepada Panitia Ujian:
Dosen Pembimbing



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

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Aditya Rizqi
NPM : 1907210038
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Analisis Kekuatan Pasangan Bata Tanpa Bakar dengan
Bahan Tambah Serat Kelapa Sawit
Bidang Ilmu : Struktur

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

Medan, 27 Februari 2024
Mengetahui dan Menyetujui
Dosen Pembimbing



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

Dosen Pembanding I



Rizki Efrida, S.T., M.T

Dosen Pembanding II



Wiwin Nurzanah, S.T., M.T

Ketua Prodi Teknik Sipil



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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Muhammad Aditya Rizqi
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 26 Oktober 2001
Npm : 1907210038
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

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

“Analisis Kekuatan Pasangan Bata Tekan Tanpa Bakar dengan Bahan Tambah Serat Kelapa Sawit (Studi Penelitian).”

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 orisinal dan otentik.

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

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

Medan, 27 Februari 2024

Saya yang menyatakan,



Muhammad Aditya Rizqi

NPM : 1907210038

ABSTRAK

ANALISIS KEKUATAN PASANGAN BATA TEKAN TANPA BAKAR DENGAN BAHAN TAMBAH SERAT KELAPA SAWIT

Muhammad Aditya Rizqi

1907210038

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

Bata merah merupakan salah satu jenis bahan bangunan yang masih digunakan sampai saat ini. Umumnya bata merah dibuat melalui proses pembakaran dengan suhu yang cukup tinggi, hal ini menyebabkan pencemaran lingkungan karena tingginya karbondioksida (CO₂) yang dihasilkan dari proses pembakaran bata. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan alternatif proses pembuatan bata dan komposisi optimal bara dengan bahan tambah serat kelapa sawit (SKS) dan untuk mengetahui nilai kuat tekan pasangan bata tanpa bakar dengan bahan tambah SKS. Penelitian ini menggunakan metode studi literatur dan metode eksperimen dengan membuat bata dengan campuran pasir, semen, kapur, dan SKS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata nilai berat jenis bata adalah sebesar 1,42 kg/cm³. Dengan komposisi 67% tanah, 8% pengikat (semen dan kapur), 17% pasir, dan 8% SKS menunjukkan peningkatan kuat tekan pasangan bata sebesar 58% untuk varian Cement Galong SKS (CGS) dan 49% untuk varian Lime Galong SKS (LGS). Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat bahwa penambahan serat kelapa sawit (SKS) pada bata dapat meningkatkan kuat tekan pasangan bata.

Kata kunci : Bata tanpa bakar, Serat kelapa sawit, Pasangan bata

ABSTRACT

ANALYSIS OF UNFIRED BRICK COMPRESSIVE STRENGTH WITH OIL PALM FIBER ADDITION

Muhammad Aditya Rizqi

1907210038

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

Red bricks are one type of building material that is still used to this day. Generally, red bricks are made through a firing process at a sufficiently high temperature, which causes environmental pollution due to the high carbon dioxide (CO₂) emitted from the brick burning process. This research aims to find alternative brick making processes and optimal compositions with the addition of oil palm fiber (OPF) and to determine the compressive strength value of unfired brick pairs with the addition of OPF. This research uses literature study methods and experimental methods by making bricks with a mixture of sand, cement, lime, and OPF. The results of the study show that the average density value of the bricks is 1.42 kg/cm³. With a composition of 67% soil, 8% binders (cement and lime), 17% sand, and 8% OPF, it shows an increase in compressive strength of brick pairs by 58% for the Cement Galong OPF (CGO) variant and 49% for the Lime Galong OPF (LGO) variant. Based on these results, it can be seen that the addition of oil palm fiber (OPF) to bricks can increase the compressive strength of brick pairs.

Keywords: Unfired brick, Oil palm fiber, Brick pairs

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisis Penambahan Serat Kelapa Sawit Terhadap Durabiliti Bata Tekan Tanpa Bakar” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

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

1. Ibu Fetra Venny Riza, S.T., M.Sc., Ph.D selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Dr. Ade Faisal, selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Bapak Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Program Studi Teknik Sipil yang ikut andil dalam proses administrasi penelitian.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu Teknik Sipil kepada penulis.
7. Bapak/Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

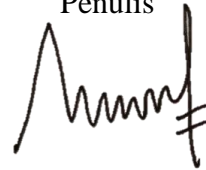
8. Teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Deni Riza Indra Syahputra dan Ibunda tercinta Aida Dokurita Siregar yang telah bersusah payah membesarkan dan memberikan kasih sayangnya yang tidak ternilai kepada penulis.
9. Teman mahasiswa/i Teknik Sipil 19, dan seluruh teman-teman yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu serta telah menjadi motivator untuk penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi kesempurnaan penulisan tugas akhir ini.

Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih dan semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Medan, 27 Februari 2024

Penulis



Muhammad Aditya Rizqi

NPM : 1907210038

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB I 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 Pembahasan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Batu Bata	5
2.2 Bata Tanpa Bakar	10
2.3 Material Penyusun Bata	12
2.4 Pasangan Bata	19
2.5 Kuat Tekan Pasangan Bata	20
BAB 3 METODE PENELITIAN	22
3.1 Bagan Alir	22
3.2 Metode Penelitian	23
3.2.1 Data Primer	23
3.2.2 Data Sekunder	23
3.3 Tempat dan Waktu Penelitian	24
3.4 Bahan yang Digunakan	24
3.5 Alat yang Digunakan	28
3.6 Pengambilan dan Pengambilan Data Sampel	32
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	37

4.1	Hasil Penelitian	37
4.2	Analisa Pemeriksaan Agregat Halus	37
4.2.1	Analisa Gradasi Agregat Halus	38
4.2.2	Kadar Lumpur Agregat Halus	38
4.2.3	Kadar Air Agregat Halus	39
4.3	Pemeriksaan Tanah	39
4.3.1	Uji Indeks Plastisitas Tanah Galong	39
4.3.2	Uji Kadar Air Tanah	42
4.3.3	Analisa Butiran Tanah Galong	42
4.4	Hasil dan Analisa Bata Tanpa Bakar	43
4.4.1	Berat Jenis Bata Tanpa Bakar	43
4.4.2	Penyerapan Air Bata Tanpa Bakar	44
4.4.3	Kadar Garam Bata Tanpa Bakar	47
4.4.4	Sifat Tampak Bata Tanpa Bakar	48
4.4.5	Kuat Tekan Pasangan Bata Tanpa Bakar	49
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		53
5.1	Kesimpulan	53
5.2	Saran	53
DAFTAR PUSTAKA		54
LAMPIRAN		57

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Ukuran batu bata yang diatur SNI 15-2094-2000	6
Tabel 2.2 Nilai kuat tekan yang diatur dalam SNI 15-2094-2000	6
Tabel 2.3 Penelitian terdahulu tentang kuat tekan bata	7
Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu tentang Batu Bata	9
Tabel 2.5 Penelitian Terdahulu Bata Tanpa Bakar	11
Tabel 2.6 Hasil Penelitian Terdahulu Material Penyusun Bata (Tanah Lempung)	13
Tabel 2.7 Hasil Penelitian Terdahulu Material Penyusun Bata (Semen Portland)	14
Tabel 2.8 Hasil Penelitian Terdahulu Material Penyusun Bata (Kapur)	16
Tabel 2.9 Hasil Penelitian Terdahulu Material Penyusun Bata (Pasir)	17
Tabel 2.10 Hasil Penelitian Terdahulu Material Penyusun Bata (Serat Kelapa Sawit)	18
Tabel 2.11 Hasil Penelitian Terdahulu tentang Pasangan Bata	20
Tabel 2.12 Hasil Penelitian Terdahulu tentang Kuat Tekan Pasangan Bata	21
Tabel 3.1 Waktu Penelitian	24
Tabel 3.2 Spesifikasi kapur	25
Tabel 3.3 Spesifikasi semen	27
Tabel 3.4 Variasi Komposisi Sampel	33
Tabel 4.1 Kuat tekan pasangan bata tanpa bakar	50
Tabel L.1 Analisa saringan agregat halus	57
Tabel L.2 Kadar lumpur agregat halus	57
Tabel L.3 Kadar air agregat halus	57
Tabel L.4 Indeks Plastisitas tanah galong	58
Tabel L.5 Kadar air tanah galong	58
Tabel L.6 Analisa butiran tanah galong	58
Tabel L.7 Penyerapan air bata tanpa bakar	59
Tabel L.8 Berat jenis bata tanpa bakar	59
Tabel L.9 Kadar garam bata	60
Tabel L.10 Sifat tampak bata	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Bagan alir penelitian	22
Gambar 3.2 Tanah Galong	25
Gambar 3.3 Air	25
Gambar 3.4 Kapur	26
Gambar 3.5 Semen Portland	27
Gambar 3. 6 Pasir	28
Gambar 3.7 Serat Kelapa Sawit	28
Gambar 3.8 Alat Cetakan Bata	29
Gambar 3.9 Mesin Hidrolik Press	29
Gambar 3. 10 Timbangan Digital	30
Gambar 3.11 Saringan	30
Gambar 3.12 Gelas ukur	30
Gambar 3.13 Penggaris	31
Gambar 3.14 Pan	31
Gambar 3.15 Sekop	31
Gambar 3.16 Dimensi bata	34
Gambar 4. 1 Grafik analisa saringan agregat halus	38
Gambar 4. 2 Grafik indeks plastisitas tanah galong	41
Gambar 4. 3 Uji indeks plastisitas tanah galong	41
Gambar 4. 4 Grafik analisa butiran tanah galong	42
Gambar 4. 5 Analisa butiran tanah galong	43
Gambar 4. 6 Grafik berat jenis bata tanpa bakar	44
Gambar 4.7 Grafik penyerapan air bata tanpa bakar	45
Gambar 4.8 Proses pengeringan bata didalam oven	45
Gambar 4.9 Proses perendaman bata didalam air	46
Gambar 4.10 Sampel hasil pengujian penyerapan air	46
Gambar 4.11 Grafik kadar garam bata tanpa bakar	47
Gambar 4.12 Proses perendaman bata	48
Gambar 4. 13 Hasil pengujian kadar garam bata	48
Gambar 4. 14 Sifat tampak bata tanpa bakar	49

Gambar 4. 15 Grafik persentase kenaikan kuat tekan pasangan bata	50
Gambar 4. 16 Proses pengujian kuat tekan pasangan bata	51
Gambar 4. 17 Hasil pengujian kuat tekan pasangan bata (semen)	51
Gambar 4. 18 Hasil pengujian kuat tekan pasangan bata (kapur)	51

DAFTAR NOTASI

- F : Maksimum besaran gaya tekan (kg)
A : Luas penampang (cm²)
P : Kuat tekan benda uji (kg/cm²)
Md : Berat kering oven (gr)
B : Berat isi di dalam air (gr)
C : Berat setelah direndam (gr)
Vsch : Volume batu bata (m³)
Dw : Kerapatan (density) sir 1,0
PI : Indeks Plastisitas (%)
LL : Batas cair (%)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah salah satu negara yang memiliki produktivitas tanaman yang meluap. Salah satu produk tanaman yang terbesar adalah kelapa sawit. Hasil tumbuhan ini mempengaruhi banyaknya jumlah sisa-sisa tanaman yang lebih besar. Semakin menipisnya sumber energi konvensional seperti minyak bumi, gas alam dan batu bara yang tidak dapat mengimbangi kebutuhan penduduk akibat pertumbuhan yang cepat menjadikan salah satu permasalahan krisis energi listrik di Indonesia. Krisis energi perlu mendapatkan solusi dengan memanfaatkan sumber energi terbarukan dan ramah lingkungan. Salah satunya sumber energi yang dihasilkan perkebunan dan pabrik kelapa sawit adalah biomassa dari limbah pengolahan kelapa sawit berupa tandan kosong kelapa sawit, cangkang kelapa sawit dan serat fiber sawit. Teknologi dan inovasi dalam produksi bata selalu diperlukan untuk pengembangan infrastruktur. Bata adalah salah satu bahan yang paling umum digunakan dalam bidang konstruksi karena struktur bata mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan dan biaya perawatan yang dibutuhkan tidak terlalu besar. Produksi bata juga sangat sederhana, begitu pula bahan bakunya. Sehingga dapat menghasilkan bata dengan harga yang relatif murah. (Haspiadi & Kurniawaty, 2016)

Batu bata merupakan bahan bangunan yang sudah ada sejak lama. Bata digunakan oleh masyarakat Indonesia baik di wilayah pedesaan hingga perkotaan. Batu bata sering digunakan sebagai bahan utama dalam pembuatan rumah atau dinding sebuah bangunan. Itu sebabnya penggunaan bata sangat diperlukan hingga saat ini. Untuk memenuhi hal tersebut maka haruslah dibuat batu bata yang memenuhi persyaratan mudah didapat dan dapat dijangkau oleh setiap kalangan masyarakat. (Alwie et al., 2020)

Umumnya proses pembuatan batu bata cetak tangan (batu bata tradisional) melalui proses pembakaran, hal tersebut tidak sejalan dengan isu lingkungan

mengenai polusi udara dan pemanasan global. Akibat adanya proses pembakaran memicu meningkatnya produksi karbondioksida. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan batu bata tanpa proses pembakaran yang bertujuan untuk mendapatkan batu bata yang berifat mekanis dan untuk mengurangi isu pencemaran lingkungan terhadap polusi udara dan pemanasan global.(Witjaksana et al., 2016)

Pada dasarnya batu bata dapat mengering tanpa melalui proses pembakaran, hanya saja memerlukan waktu yang lebih lama jika dibandingkan dengan batu bata yang melalui proses pembakaran. Maka dari itu diperlukan beberapa bahan tambahan untuk membantu proses pengeringan batu bata dan menambah nilai kuat tekan bata tersebut.

Berdasarkan beberapa penjelasan diatas, maka peneliti bertujuan melakukan penelitian tentang **“Analisis Kekuatan Tekan Bata Tekan Tanpa Bakar dengan Bahan Tambah Serat Kelapa Sawit”** Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang dijelaskan diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini yaitu:

1. Berapakah nilai kuat tekan pasangan bata tanpa bakar dengan bahan tambah serat kelapa sawit?
2. Bagaimana pengaruh penambahan serat kelapa sawit terhadap nilai kuat tekan pasangan bata tanpa bakar?

1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Pembatasan masalah dilakukan untuk membatasi ruang lingkup penelitian agar pembahasan pada penelitian ini lebih terarah dimana hanya berfokus pada pembahasan yang telah ditentukan. Batasan-batasan pembahasan masalah ini adalah :

1. Membuat sampel bata dengan bahan tambah serat kelapa sawit, kemudian melakukan pengeringan dengan cara dijemur dan dibiarkan mengering di ruangan terbuka, tanpa melalui proses pembakaran
2. Melakukan pengujian kuat tekan pasangan bata tanpa pembakaran dengan

bahan tambah serat kelapa sawit

3. Bahan yang digunakan adalah tanah galong, semen, pasir, air, dan serat kepala sawit.

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka tujuan penelitian ini yaitu :

1. Untuk mengetahui nilai kuat tekan pasangan bata tanpa bakar dengan bahan tambah serat kelapa sawit.
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan serat kelapa sawit terhadap kuat tekan pasangan bata tanpa bakar.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini untuk mengetahui nilai kuat tekan pasangan bata tanpa bakar dengan bahan tambah serat fiber sawit yang memenuhi standar kekuatan, bahan yang lebih ekonomis (pemanfaatan limbah sawit), serta proses pengerjaan yang lebih efektif, dan diharapkan menjadi pertimbangan untuk tahap selanjutnya, baik itu pengaplikasian di lapangan dan dikembangkan untuk penelitian selanjutnya.

1.6 Sistematika Pembahasan

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

BAB 1. PENDAHULUAN

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

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan menjelaskan tentang teori yang berhubungan dengan judul tugas akhir dan metode-metode perhitungan yang digunakan.

BAB 3. METODE PENELITIAN

Bab ini menerangkan tentang temoat dan waktu penelitian, sumber data, teknik pengumpulan data serta bagan alir

BAB 4. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

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

BAB 5. PENUTUP

Dari pembahasan dan analisa data yang diperoleh, penulis dapat memberikan kesimpulan dan saran yang berkaitan dengan judul tugas akhir ini.

DAFTAR PUSTAKA

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Batu Bata

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

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

Menurut Standar Nasional Indonesia No. 15-2094-2000 ada enam syarat mutu bata merah, yaitu:

1. Sifat Tampak

Sifat tampak bata merah merupakan ciri-ciri visual dan fisik yang tampak pada permukaan bata merah. Bata merah untuk pasangan dinding harus berbentuk prisma segi empat panjang, mempunyai rusuk-rusuk yang siku, bidang-bidang datar yang rata dan tidak menunjukkan retak-retak.

2. Ukuran dan Toleransi

Variasi ukuran batu bata sangat banyak. Variasi ukuran batu bata terdeapat pada tabel dibawah ini:

Tabel 2.1: Ukuran batu bata yang diatur SNI 15-2094-2000

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

3. Kuat Tekan

Kekuatan tekan batu bata dapat bervariasi tergantung pada berbagai faktor, termasuk jenis bata, metode pembuatan, dan komposisi bahan baku yang digunakan. Namun, secara umum, batu bata memiliki kekuatan tekan yang cukup tinggi. Berikut adalah rentang kekuatan tekan batu bata yang terdapat pada SNI:

Tabel 2.2: 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

Dengan demikian kuat tekan dapat dihitung dengan rumus:

$$P = \frac{F}{A} \quad (2.1)$$

Keterangan :

F : Maksimum besaran gaya tekan (Kg)

A : luas penampang (cm²)

P : Kuat tekan benda uji (kg/cm²)

Tabel 2.3: Penelitian terdahulu tentang kuat tekan bata

No.	Judul	Hasil
1.	Pengaruh Penambahan Pasir Sungai Pada Bata Merah Terhadap Kuat Tekan dan Penyusutan di Talang Kering Kota Bengkulu (Sc & Ce, 2007)	Kuat tekan yang dihasilkan lebih kecil dari standar SII-0021-1978 dimana kuat tekan minimum bata merah adalah 2,5 MPa pada kelas bata 25. Kuat tekan yang dihasilkan tidak memenuhi standar SII-0021-1978.
2.	Studi Pengaruh Penambahan Bahan Additive TX-300 Terhadap Kuat Tekan Batu Bata Pasca Pembakaran (Bintang et al., 2012)	Nilai kuat tekan maksimum batu bata setelah pembakaran dihasilkan oleh campuran tanah dan TX-300 dengan kadar 1,5 ml. Nilai tersebut sebesar 46,01 kg/cm ² dengan waktu pembakaran selama 2 hari.

4. Garam yang Membahayakan

SNI 15-2094-1991 tentang cara pengujian kandungan garam digunakan tidak kurang dari 5 buah bata utuh. Tiap bata ditempatkan berdiri pada bidang datar, dalam masing-masing bejana dituangkan air suling \pm 250 ml. Bejana-bejana beserta benda-benda uji dibiarkan dalam ruang yang mempunyai penggantian udara yang baik. Bila sudah beberapa hari air telah siap dan bata dibiarkan lagi hingga kering. Kemudian bata-bata diperiksa tentang pengeluaran bungabunga putih pada permukaanya. Hasil penglihatan dinyatakan sebagai berikut ini.

a. Tidak membahayakan.

Bila kurang dari 50% permukaan bata tertutupi 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.

Bata dengan kandungan garam yang tinggi secara langsung akan berpengaruh pada lekatan antara bata dengan mortar pengisi, dimana dengan terganggunya lekatan antara bata dan mortar pengisi akan menurunkan kualitas batu bata.

5. Kerapatan semu

Kerapatan semu batu bata mengacu pada kerapatan batu bata yang termasuk pori-pori atau ruang kosong di dalamnya. Berdasarkan SNI 15-2094-2000 kerapatan semu minimum batu bata untuk pasangan dinding adalah 1,2 gram/cm²

Kerapatan semu ($Qsch$) dapat dihitung sebagai berikut.

$$Qsch = \frac{Md}{Vsch} \text{ gram/cm}^3 \text{ atau} \quad (2.2)$$

$$Qsch = \frac{Md}{(c-b)} \times dw \text{ gram/cm}^3 \quad (2.3)$$

Dengan:

Md : Berat kering oven (gram)

B : Berat isi di dalam air (gram)

C : Berat setelah direndam (gram)

Vsch : Volume batu bata (m³)

dw : Kerapatan (density) sir 1,0

6. Penyerapan air

Penyerapan air adalah kemampuan maksimum batu bata untuk menyimpan atau menyerap air. Berdasarkan SNI 15-2094-2000 penyerapan air maksimum batu bata untuk pasangan dinding adalah 20%

$$\text{Penyerapan} = \frac{A-B}{B} \times 100\% \quad (2.4)$$

Dengan:

A : Berat jenuh setelah direndam (gr)

B : Berat setelah dioven (gr)

Dalam penggunaannya sebagai bahan konstruksi bangunan, batu bata memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan. Berikut adalah beberapa kelebihan dan kekurangan dari batu bata:

1.) Kelebihan

- a. Pemasangan yang relatif mudah
- b. Memiliki ketahanan yang baik terhadap panas dan api
- c. Harga batu bata tergolong murah
- d. Mudah dalam pengangkutan karena berdimensi kecil

2.) Kekurangan

- a. Bentuknya yang tidak seragam
- b. Boros dalam penggunaan bahan perekat karena memiliki daya serap yang tinggi
- c. Gampang menyerap suhu sehingga terasa panas saat musim kemarau
- d. Tingkat kualitas tidak diketahui karena masih dibuat secara tradisional

Tabel 2.4: Penelitian Terdahulu tentang Batu Bata

No.	Judul	Hasil
1.	Studi Pengaruh Kekuatan dan Kekakuan Dinding Bata Pada Bangunan Bertingkat (Leksono et al., 2012)	Dari hasil studi, dapat ditarik kesimpulan bahwa dinding bata dapat mengganggu kinerja struktur utama untuk berdeformasi secara maksimal. Semakin tinggi tingkat lantai suatu gedung, maka tingkat pengaruh kekuatan dan kekakuan dinding bata semakin besar terhadap kinerja struktur utama.
2.	Batu Bata Ringan dengan Filler Paduan Serat Ijuk dan	Paduan ini mengandung mineral dominan seperti Al ₂ O ₃ , SiO ₂ , FeO, dan CaO.

	Sekam Padi Terkarbonasi (Musa et al., 2021)	Komposisi terbaik antara batu bata dan filler serta iju kare dan sekam padi terkarbonasi adalah komposisi 4.500/50 ijuk/450 sekam, dengan massa jenis 950 g/cm ³ , kuat tekan 3,012 MPa.
3.	Pengaruh Temperatur Pembakaran dan penambahan Abu Terhadap Kualitas Batu Bata (Erna Hastuti, 2012)	Nilai densitas rata-rata sesudah dibakar pada temperatur 950°C, 1000°C dan 1020°C adalah sebesar 1,219.104 kg/cm ³ , 1,222.104 kg/cm ³ dan 1,188.104 kg/cm ³ . Nilai porositasnya 18.9%, 13.7% dan 11.2%. Sedangkan nilai susut bakarnya adalah 0.79%, 0.79%, dan 0.52%.

Selain dari batu bata konvensional batu bata memiliki beberapa jenis lainnya yang dibedakan dari cara pembuatannya. Beberapa batu bata tersebut antara lain: Batu bata tanpa bakar. Batu bata jenis 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). Batu bata jenis ini dibuat kemudian dicetak dan dipanaskan dengan tekanan dan uap untuk menghasilkan tekstur yang lebih ringan dan tahan lama; Batu bata ramah lingkungan. Batu bata jenis ini dibuat dari bahan-bahan daur ulang seperti limbah industri, kayu, atau kaca yang dicampur dengan campuran aditif yang kuat dan tahan air. Penelitian kali ini akan berfokus pada batu bata tanpa bakar, sehingga jenis batu bata lainnya tidak akan dijelaskan lebih terperinci.

2.2 Bata Tanpa Bakar

Bata tanpa bakar (unfired bricks) adalah jenis bata yang terbuat dari campuran bahan seperti pasir, tanah liat, semen atau kapur, dan zat aditif lainnya yang berfungsi sebagai bahan campuran bata. Zat aditif tersebut dapat berupa limbah dari hasil pertanian yang sudah tidak digunakan lagi. Bata tanpa bakar dibuat dengan mencampurkan seluruh bahan penyusun bata dengan air kemudian dicetak dengan menggunakan cetakan bata dan dipadatkan dengan memberi

tekanan dengan mesin press. Kemudian bata tanpa bakar dikeringkan secara alami dengan suhu ruangan. Bata ini bisa menjadi solusi bahan konstruksi yang ramah lingkungan.

Bata tidak dibakar (Unfired Bricks) merupakan batu bata yang terbuat dari tanah lempung atau tanah liat dengan penambahan zat tertentu. Proses pengeringan bata juga tidak dilakukan seperti biasanya (dibakar) melainkan melalui proses pengeringan oleh angin. Adapun media pengikat antar bata bisa menggunakan mortar ataupun sejenisnya. (Karya et al., 2022)

Tabel 2.5: Penelitian Terdahulu Bata Tanpa Bakar

No.	Judul	Hasil
1.	Pembuatan batu bata tanpa bakar dengan campuran sodium hidroksida (NaOH) dan sodium silikat (Na ₂ SiO ₃) (Witjaksana et al., 2016)	Batu bata biasa tanpa proses pembakaran dengan campuran sodium hidroksida dan sodium silikat ternyata kuat tekannya lebih rendah yaitu 1.048 Mpa dibandingkan dengan batu bata tanpa proses pembakaran yang campuran sodium hidroksida dan sodium silikat nya yaitu sebesar 1.28 Mpa
2.	Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Terbuat Dari Abu Sekam Padi Dan Serbuk Batu Tabas (Sudarsana et al., 2011)	Kuat tekan batu bata terbesar 22,90 kg/cm ² diperoleh pada campuran I pada umur 28 hari dengan persentase abu sekam padi 30% dan serbuk batu tabas 0%.
3.	Pembuatan Batu Bata Merah Tanpa Bakar Dengan Campuran Sludge (Limbah Padat) (Sludge & Padat, 2022)	Didapatkan hasil rata-rata dari kuat tekan batu bata merah normal sebesar 10,80 Mpa dengan batu bata merah tanpa pembakaran dengan kuat tekan maksimal peneliti adalah 10,60 Mpa. Dengan ini dapat di simpulkan batu bata merah dari segi kekuatannya lebih tinggi dari pada batu bata merah tanpa proses pembakaran. Varian

		batu bata merah yang memiliki nilai rata-rata terbesar adalah varian normal dengan nilai 10,80 Mpa.
--	--	---

Bata konvensional dibuat melalui proses pembakaran dengan suhu tinggi, yaitu berkisar 900-1000°C. Dengan suhu tinggi tersebut, dapat diartikan bahwa produksi bata konvensional dapat menghasilkan gas karbondioksida dalam jumlah besar. Gas karbondioksida merupakan salah satu gas penyebab utama terjadinya polusi udara dan efek rumah kaca (Sudarsana et al., 2011).

Pembuatan bata tanpa bakar bertujuan untuk mengurangi jumlah gas karbondioksida yang dihasilkan dari proses pembakaran dengan suhu tinggi, dan mendapatkan bata dengan sifat mekanis yang sesuai dengan persyaratan.

2.3 Material Penyusun Bata

Bahan penyusun bata pada umumnya menggunakan beberapa bahan, yaitu tanah liat (lempung), pasir, air, dan bahan pengikat seperti semen dan kapur, juga menggunakan serat kelapa sawit sebagai bahan tambah atau zat aditif dalam campuran bata :

1. Tanah Liat (Lempung)

Tanah lempung adalah tanah yang memiliki partikel-partikel tertentu yang menghasilkan sifat-sifat plastis pada tanah bila dicampur dengan air. Sifat plastis dari suatu tanah disebabkan oleh air yang terserap di sekeliling permukaan partikel lempung.

Tanah lempung adalah material dasar dalam pembuatan batu bata jenis bakar dan jemuran. Tanah lempung yang diolah tersebut berasal dari pelapukan batu-batuan seperti basal, andasit, granit dan lainnya yang banyak mengandung felspar, felspar merupakan senyawa dari silika-kalsium-aluminium, silikat natrium aluminium, silikat-kalsium aluminium (Shalahuddin, 2012).

Dalam pemanfaatan tanah lempung untuk pembuatan batu bata, dibutuhkan beberapa syarat yang diikhtisarkan sebagai berikut :

- a. Tanah lempung digunakan harus memenuhi sifat plastis dan kohesif sehingga dapat mudah dibentuk. Lempung yang memiliki nilai plastis

yang tinggi dapat menyebabkan batu bata yang dibentuk akan meledak, retak atau pecah saat dibakar. Lempung untuk bahan baku pembuatan batu bata harus mempunyai tingkat elastisitas plastis dan agak plastis. Dari indeks keplastisannya, lempung untuk batu bata mempunyai tingkat keplastisitas 25% - 30%.

- b. Hasil pembakaran lempung harus menunjukkan sifat-sifat tahan terhadap rembesan air, tidak lapuk oleh waktu dan merah warnanya
- c. Lempung yang kurang kadar besinya akan pucat warnanya. Kadar besi 5% - 9% dalam lempung menghasilkan warna merah pada bata yang sudah dibakar
- d. Tidak boleh mengandung butiran kapur dan kerikil lebih besar dari 5 mm.

Tabel 2.6: Hasil Penelitian Terdahulu Material Penyusun Bata (Tanah Lempung)

No.	Judul	Hasil
1.	Variasi Tanah Lempung, Tanah Lanau Dan Pasir Sebagai Bahan Campuran Batu Bata (Shalahuddin, 2012)	Batu bata yang dihasilkan dari penelitian ini rata-rata menghasilkan penyerapan air diatas standar SNI yaitu maksimal 20%. Penyerapan terbesar terdapat pada variasi 1:1:1/8 di lapisan atas tungku pembakaran yaitu sebesar 29,56%.
2.	Kuat Tekan Bata Merah Dengan Variasi Usia Dan Kadar Air Adukan Tanah Liat (Elhusna & Agustin, 2016)	Bata merah dengan kuat tekan terbaik dimiliki oleh bata yang dicetak dari adukan yang tersimpan selama dua hari. Bata merah merupakan hasil adukan tanah liat dengan kadar air yang tertinggi. Kadar air yang tinggi dan usia pengadukan mempengaruhi kepadatan bata saat pencetakan dan akhirnya menjadikan kuat tekannya lebih baik. Penelitian ini memperlihatkan bahwa penyimpanan adukan tanah liat pembentuk bata sebaiknya adalah selama

		2 hingga 4 hari.
3.	Pengaruh Proses Pengadukan Tanah Liat Terhadap Kuat Tekan Bata Merah (Medika et al., 2019)	Kuat tekan batu bata terbesar yang diperoleh adalah sebesar 22,90 kg/cm ² , dan resapan air terkecil yang dihasilkan adalah sebesar 44,03%

2. Semen Portland

Semen adalah bahan ikatan yang digunakan dalam konstruksi untuk mengikat material lain, seperti pasir, kerikil, dan batu, membentuk campuran yang kuat yang dikenal sebagai beton. Semen bertindak sebagai agen pengikat yang menghubungkan partikel-partikel material bersama-sama dan memberikan kekuatan dan stabilitas pada struktur bangunan.

Semen dapat didefinisikan sebagai bahan pengikat atau bahan perekat material-material padat untuk dapat menjadi satu bentuk yang saling mengikat, kuat dan erat. Komposisi utama Semen Portland adalah : lime stone, silikat alumina, besi oksida dan sulfur terak. Jika semen dicampur dengan air, maka mineral mineral yang ada didalamnya mulai bereaksi dengan air, sedangkan reaksinya disebut reaksi hidrolisis. Adapun yang mempengaruhi reaksinya adalah kehalusan semen, jumlah air yang digunakan serta temperatur dari zat aditive yang ditambahkan (Widodo & Artiningsih, 2021).

Semen Portland menurut NI-8 didefinisikan sebagai berikut, “Suatu bubuk yang dibuat dengan menggiling klinker (yang didapat dari pembakaran suatu campuran yang baik dan merata antara kapur silika, alumunium, dan oksida besi sampai meleleh), dan batu gips sebagai batuan penambah dalam jumlah yang cukup. Bubuk halus tadi bila dicampur dengan air, setelah beberapa sat menjadi keras dan dapat digunakan sebagai bahan pengikat hidrolisis(Widodo & Artiningsih, 2021).

Tabel 2.7: Hasil Penelitian Terdahulu Material Penyusun Bata (Semen Portland)

No.	Judul	Hasil
1.	Optimasi Semen Pada Pembuatan Batu Bata Tanpa	Penambahan campuran semen 17 % pada bata semenlempung tanpa pembakaran

	Bakar	pada pengeringan selama 7 (tujuh) hari dalam suhu kamar dan oven 40°C selama 24 jam menghasilkan kuat tekan yang maximal, yakni sebesar 52 kg/cm ² , sehingga proposi optimum semen terhadap lempung adalah 15%.
2.	Kajian Penggunaan Semen Portland Komposit Untuk Beton (Lasino et al., 2012)	Berdasarkan hasil pengujian di atas dapat diuraikan bahwa secara umum kekuatan beton semen Portland komposit (PCC) lebih tinggi dibanding dengan semen Portland jenis I (OPC), hal ini disebabkan kekuatan dasar dari semen PCC yang lebih baik dibanding dengan OPC. Kondisi ini diantaranya dapat disebabkan oleh sifat ikatnya (bonding characteristic), kekompakan, kepadatan dan homogenitas beton PPC yang lebih baik dari OPC

3. Kapur

Batu gamping atau batu kapur merupakan material konstruksi tradisional yaitu perekat hidraulik utama yang digunakan pada mortar sebelum dikembangkannya semen portland (SP). Istilah hidraulik yaitu bahwa bahan ini akan mengeras di dalam air akibat hidrasi kimia antara kalsium hidroksida dengan alimuna yang menghasilkan senyawa-senyawa pembentuk kekuatan benda ini. Proses pembuatan kapur untuk bahan bangunan umumnya dipecah dengan ukuran yang tidak terlalu besar agar mempermudah proses pembakaran (Utomo, 2017).

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 2.8: Hasil Penelitian Terdahulu Material Penyusun Bata (Kapur)

No.	Judul	Hasil
1.	Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Berbahan Abu Sekam Padi dan Kapur Banawa (Darwis et al., 2016)	Kuat tekan rata-rata terbesar batu bata tanpa pembakaran yang diperoleh adalah 21,20 kg/cm ² dengan kadar resapan air rata sebesar 36,19%, yang diperoleh pada campuran D1 dengan persentase kapur dan abu sekam padi yaitu 22,5% : 7,5%
2.	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)

4. Pasir

Pasir sering digunakan sebagai bahan campuran dalam pembuatan batu bata. Pasir berfungsi sebagai agregat halus yang dicampur dengan bahan pengikat, seperti semen, untuk membentuk campuran batu bata.

Pasir merupakan suatu partikel-partikel yang lebih kecil dari kerikil dan lebih besar dari butiran lempung yang berukuran antara 5 – 0.074 mm yang bersifat tidak plastis dan tidak kohesif. Pasir (agregat halus), sebagai bahan pengeras dalam spesi/mortas merupakan agregat alami yang berasal dari letusan gunung berapi, sungai, dalam tanah, dan pantai harus memenuhi standar dimana kekerasan, ketajaman, gradasi, dan kebersihan terhadap lumpur maupun kebersihan terhadap bahan kimia harus memenuhi standart nasional Indonesia. (Dr. Vladimir, 1967)

Dalam pembuatan batu bata bakar dan jemuran, biasanya digunakan tanah lempung yang mengandung pasir yang disebut juga tanah lempung berpasir atau didatangkan dari tempat lain. Keberadaan pasir sangat

dibutuhkan sebagai material tambahan untuk mengurangi keplastisan tanah lempung dan penyusutan batu bata . namun biasanya kadar pasir halus dapat menyebabkan batu bata yang di bakar akan retak atau pecah.(Shalahuddin, 2012)

Tabel 2.9: Hasil Penelitian Terdahulu Material Penyusun Bata (Pasir)

No.	Judul	Hasil
1.	Penggunaan Pasir Silika Sebagai Substitusi agregat halus untuk meningkatkan performance bata ringan (Sujatmiko et al., 2018)	Pengaruh kuat tekan dan kuat tarik belah dari hasil penelitian menggunakan sustitusi pasir silika pada komposisi PS-75%, umur 28 hari mengalami kenaikan kuat tekan maksimal sebesar 2,924 N/mm ² atau 2,924 Mpa, sedangkan kuat tarik belahmaksimal sebesar 0,353 N/mm ² atau 0,353 Mpa. Pada komposisi PS-50%,
2.	Pengaruh Penambahan Pasir Sungai Pada Bata Merah Terhadap Kuat Tekan Dan Penyusutan Di Talang Kering Kota Bengkulu (Sc & Ce, 2007)	Penurunan penyusutan akhir volume dan berat masing-masing bata merah normal terhadap nilai penyusutan dengan penambahan pasir terkecil sebesar 12,4% dan 13,64%.

5. Air

Air merupakan media yang digunakan untuk memudahkan pada saat proses pencampuran bahan penyusun bata dan memudahkan saat pencetakannya. Jumlah kadar air yang diberikan harus diperhatikan, karena jika terlalau banyak kadar air akan mengakibatkan adonan bata menjadi lebek sehingga sulit untuk dicetak. Jika pemberian air terlalu sedikit, maka akan mengakibatkan adonan keras, sulit dibentuk, dan akan mengakibatkan terjadinya retak. Maka dari itu jumlah kadar air yang diberikan harus sesuai dengan jumlah campuran atau komposisi dari adonan bata.

Air adalah bahan yang sangat penting dalam proses reaksi pengikatan

material material yang digunakan untuk pembuatan batu bata. Biasanya dalam pembuatan batu bata lempung, penambahan kadar air ditandai tidak terjadi penempelan tanah lempung pada telapak tangan. Volume air yang digunakan dalam pembentukan bata merah kira-kira 20% dari volume bahan-bahan lainnya. Pekerjaan pelumatan tanah liat dengan air dalam pembentukan bata bisa dilakukan dengan tangan atau kaki. (Shalahuddin, 2012).

Disamping itu perlunya pemeriksaan visual lebih dahulu terhadap air yang digunakan seperti syarat air tawar, berwarna bening, tidak mengandung minyak, garam, asam, alkali, tidak mengandung banyak sampah, kotoran dan bahan organik lainnya.(Shalahuddin, 2012)

6. Serat Kelapa Sawit

Kelapa sawit (*Elaeis*) adalah salah satu tanaman industri sebagai penghasil minyak goreng, minyak industri, maupun bahan bakar (biodiesel). Perkebunan Kelapa Sawit dilakukan dalam skala besar menghasilkan keuntungan besar sehingga banyak hutan dan perkebunan lama dikonversi menjadi perkebunan kelapa sawit. Indonesia adalah negara penghasil minyak kelapa sawit terbesar di dunia. (Vitri & Herman, 2019)

Dalam proses pengolahan kelapa sawit juga menghasilkan berbagai jenis limbah, yang salah satunya adalah serat. Serat merupakan limbah hasil pemerasan buah kelapa sawit yang berupa serabut. Bahan ini mengandung protein kasar sekitar 4% dan serat kasar 36% (lignin 26%). Serat atau serabut didapat dari bagain dalam buah sawit yang diproses dalam mesin (alat pengempa).(Triana, 2022)

Pengempaan (proses pemerasan) merupakan salah satu proses pengolahan kelapa sawit, di mana serat biasanya berukuran pendek sesuai buah sawit dan berbentuk serabut seperti benang.

Tabel 2.10: Hasil Penelitian Terdahulu Material Penyusun Bata (Serat Kelapa Sawit)

No	Judul	Hasil
1.	Pengaruh Penambahan Serabut (Fiber) Kelapa	Kadar penambahan serabut kelapa sawit yang maksimal agar memperoleh porositas yang

	Sawit Terhadap Porositas Beton (Trianah, 2022)	minimum sebesar 17,36357% sehingga akan mendapatkan nilai daya serap air (porositas) sebesar 21,02761%.
2.	Palm fiber as a natural reinforcement for improving the properties of traditional adobe bricks Corresponding (Eslami et al., 2022)	Penambahan serat sawit secara jelas meningkatkan pengendalian retak pada sample bata. Baik lebar retak rata-rata maupun kepadatan retak menunjukkan pengurangan signifikan pada semua sample dengan penguatan serat yang terpapar retakan penyusutan pengeringan dibandingkan dengan sample control, dengan hasil terbaik dicapai dengan penambahan serat sawit sebesar 0,75%.

2.4 Pasangan Bata

Pasangan bata adalah proses pemasangan 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 tinggal 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 dipakai berasal dari daerah yang berbedabeda, 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 Kuat Tekan Pasangan Bata

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 memiliki 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 pula.

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. Kuat tekan rata-rata ialah jumlah kuat tekan semua benda uji dibagi dengan banyaknya benda uji.

Tabel 2.12: Hasil Penelitian Terdahulu tentang Kuat Tekan Pasangan Bata

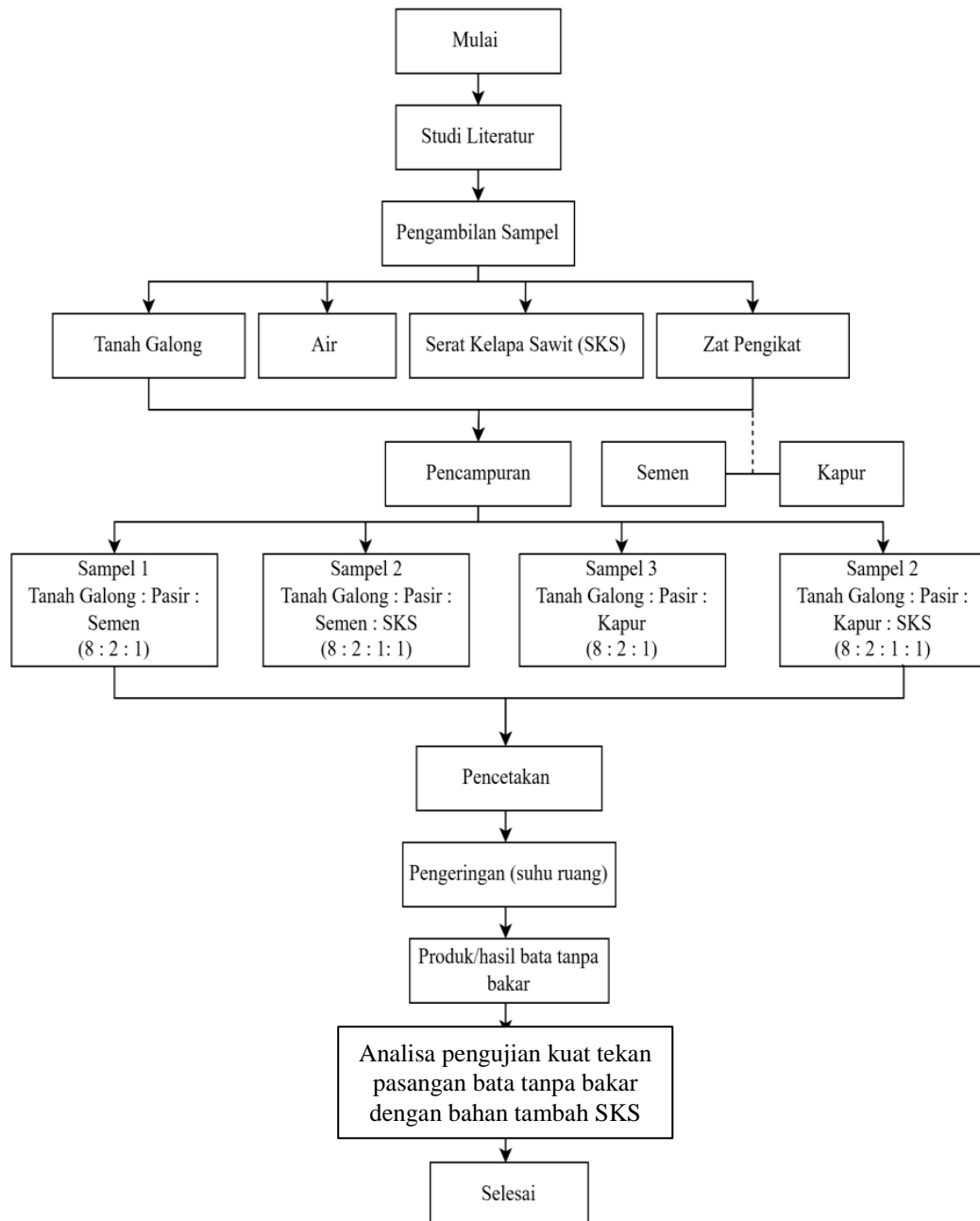
No.	Judul	Hasil
1.	Kesetaraan Kuat Tekan Batu Bata (Press) Asal Bangsal Mojosari Kabupaten Mojokerto Terhadap Kuat Tekan Spesi Campuran Semen, Kapur, dan Pasir untuk Pasangan Bata (Sukobar et al., 2014)	Dari hasil pengujian kuat tekan rata-rata batu bata Mojosari sebesar 149,85 kg/cm ² berdasarkan SII-0021-1978, 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

Langkah-langkah pengerjaan dalam penelitian ini disajikan dalam bagan alir(flow chart) sebagai berikut:



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 serat kelapa sawit, yang dimana sampel tersebut digunakan untuk melakukan uji kuat tekan pasangan bata dengan mesin uji tekan.

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 yang telah dilaksanakan di laboratorium yaitu : Data primer yang dibutuhkan adalah data kuat tekan pasangan bata dengan variasi penambahan serat kelapa sawit. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan mesin uji kuat tekan yang biasanya tersedia di laboratorium teknik sipil atau laboratorium berstandar.

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 Muchtar Basri, Medan dan Laboratorium Teknik Sipil Univeristas Sumatera Utara. Dengan kelengkapan peralatan laboratorium yang berstandar. Waktu penelitian ini dilakukan selama 4 bulan dimulai dari bulan Juni, dapat dilihat pada tabel 3.1 dibawah ini:

Tabel 3.1: Waktu Penelitian

No	Jenis Kegiatan	I		II		III		IV	
		1/2	3/4	1/2	3/4	1/2	3/4	1/2	3/4
1	Persiapan bahan								
2	Pemeriksaan bahan								
3	Perencanaan mix design								
4	Pembuatan benda uji								
5	Perawatan benda uji								
6	Pemeriksaan penyerapan air, berat jenis, sifat tampak, kadar garam								
7	Pengujian kuat tekan pasangan bata								

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, lalu tanah galong di saring dengan saringan no.100 untuk

memisahkan tanah galong dengan material lainnya yang tidak terpakai.



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 3.2: 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 Portland

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 3.3: 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. Serat Kelapa Sawit

Serat kelapa sawit yang digunakan adalah serat kelapa sawit yang diambil dari industri rumahan pengolahan biji kelapa sawit yang beralamat di Jalan Tembung Pasar 1. Pada pengolahan limbah serat kelapa sawit dilakukan proses pembersihan antara serat kelapa sawit dan sampah.



Gambar 3.7: Serat Kelapa Sawit

3.5 Alat yang Digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Alat 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 di atasnya yang digunakan sebagai penyalur tekanan dari mesin tekan ke bata.



Gambar 3.8: Alat Cetakan 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. Pan

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



Gambar 3.14: Pan

8. Sekop

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



Gambar 3.15: Sekop

3.6 Pengambilan dan Pengambilan Data Sampel

Proses pengambilan dan pengolahan data sampel dilakukan dengan 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 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 Bahan

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.

Penggunaan mesin hidrolik press pada saat pencetakan bata bertujuan untuk memadatkan seluruh adonan bata, karena ketika adonan dipress hingga 5 MPa akan mengakibatkan adonan bata menjadi padat sehingga tidak ada rongga-rongga pada bata. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan nilai kuat tekan bata tersebut. Pada penelitian ini bata dicetak menggunakan beberapa variasi komposisi bahan yang berbeda, variasi komposisi disajikan pada tabel dibawah ini:

Tabel 3.4: Variasi Komposisi Sampel

No	Zat pengikat		Tanah galong	Pasir	SKS	Ket	Kode sampel
	Semen	Kapur					
1	1	-	8	2	-	Control	CC
2	1	-	8	2	1	SKS	CCS
3	-	1	8	2	-	Control	CL
4	-	1	8	2	1	SKS	CLS

Keterangan:

- a. SKS = Serat Kelapa Sawit
- b. CC = Control Cement
- c. CCS = Control Cement SKS
- d. CL = Control Lime
- e. CLS = Control Lime Cement

Jumlah sampel tiap proporsi : 22 buah

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

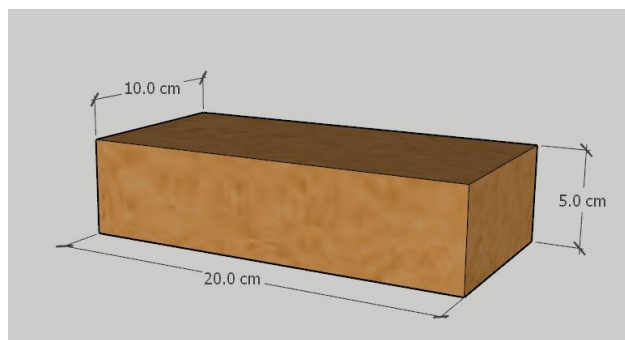
Kepadatan bata tanpa bakar rencana : min 1,6 gr/cm³

$$\begin{aligned}
 \text{Dimensi bata} &: 20 \times 10 \times 6 = 1.200 \text{ cm}^3 \times 1,6 \text{ gr/cm}^3 \\
 &= 19,2 \times 10^5 \text{ gr} \\
 &= 1,92 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

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 3.16: 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 disyaratkan oleh standar yang berlaku. Langkah dalam pengujian bentuk bata adalah dengan melihat langsung bata apakah sudah sesuai dengan SNI 15-2094-2000. Untuk pengujian ukuran dapat menggunakan mistar lalu menggolongkan bata sesuai dengan yang disyaratkan 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 ni 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/mm²)

$F_i \max$ = Beban maksimum benda uji (N)

A_i = Luas permukaan benda uji (mm²)

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 dibawah alat pembebanan
6. Menghidupkan mesin pada awal pengujian selama 15 menit
7. Mengatur jarum penunjuk 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 Hasil Penelitian

Prosedur pengujian yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari tahap persiapan material, pembuatan benda uji, dan pengujian benda uji. Pengujian benda uji dilakukan di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan Laboratorium Universitas Sumatera Utara. Bata tanpa bakar dibuat dengan campuran limbah serat kelapa sawit. Limbah serat kelapa sawit digunakan sebagai bahan tambah dalam pembuatan bata tanpa bakar, dengan perbandingan campuran tanah galong, semen, pasir, kapur, dan SKS yang sudah diuraikan variasi komposisi sampelnya pada Bab 3 tabel 3.1

Sampel bata tanpa bakar dibuat berbentuk persegi panjang dengan ukuran dimensi panjang 20 cm, lebar 10 cm, dan tinggi 6 cm. Sampel yang dibuat untuk satu variasi terdiri dari 24 sampel. Untuk tahap-tahap pengujiannya terdiri dari pengujian sifat tampak, kadar garam, penyerapan air, berat jenis, kuat tekan, dan kuat tekan pasangan bata.

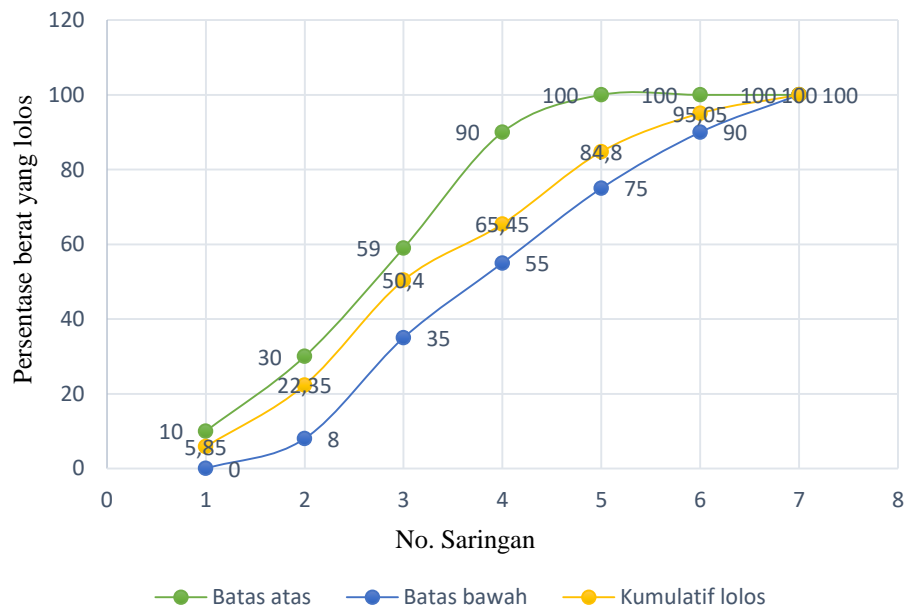
4.2 Analisa Pemeriksaan Agregat Halus

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

Pasir merupakan suatu partikel-partikel yang lebih kecil dari kerikil dan lebih besar dari butiran lempung yang berukuran antara 5 – 0.074 mm yang bersifat tidak plastis dan tidak kohesif. Pasir (agregat halus), sebagai bahan pengeras dalam spesi/mortas merupakan agregat alami yang berasal dari letusan gunung berapi, sungai, dalam tanah, dan pantai harus memenuhi standar dimana kekerasan, ketajaman, gradasi, dan kebersihan terhadap lumpur maupun kebersihan terhadap bahan kimia harus memenuhi standart nasional Indonesia. (Dr. Vladimir, 1967)

4.2.1 Analisa Gradasi Agregat Halus

Berdasarkan Gambar 4.1 menjelaskan pemeriksaan analisa saringan agregat halus dilakukan berdasarkan (SK SNI S-04-1989-F,1989) tentang metode pengujian analisis saringan agregat halus.



Gambar 4.1: Grafik analisa saringan agregat halus

Berdasarkan gambar 4.1, maka nilai modulus kehalusan (finess modulus) dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Modulus kehalusan (finess modulus)} = \frac{276,10}{100} = 2,76\%$$

Dari hasil pengujian didapat nilai sebesar 2,76%. Nilai tersebut masih diizinkan untuk masuk sebagai agregat halus, dimana nilai yang diizinkan sebesar 1,5%-3,8% (Menurut SK SNI 04-1989-F). Agregat tersebut berada di zona 2 (pasir sedang).

4.2.2 Kadar Lumpur Agregat Halus

Pengujian kadar lumpur dilakukan untuk mengetahui kualitas pasir. Pengujian kadar lumpur dilakukan dengan cara endapan lumpur. Menurut SNI S-04-1989-F jumlah kotoran untuk agregat halus tidak boleh dari 5% dan tidak boleh lebih dari 1% untuk agregat kasar. (Bumulo & Rusnadin, 2018).

Berdasarkan hasil uji kadar lumpur pada lampiran Tabel L.2 didapat hasil persentase kadar lumpur rata-rata 3,1%. Nilai ini masih berada dalam batas yang diizinkan yaitu maksimal 5% menurut (SNI S-04-1989-F), sehingga agregat tidak perlu dicuci sebelum melakukan pengadukan.

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

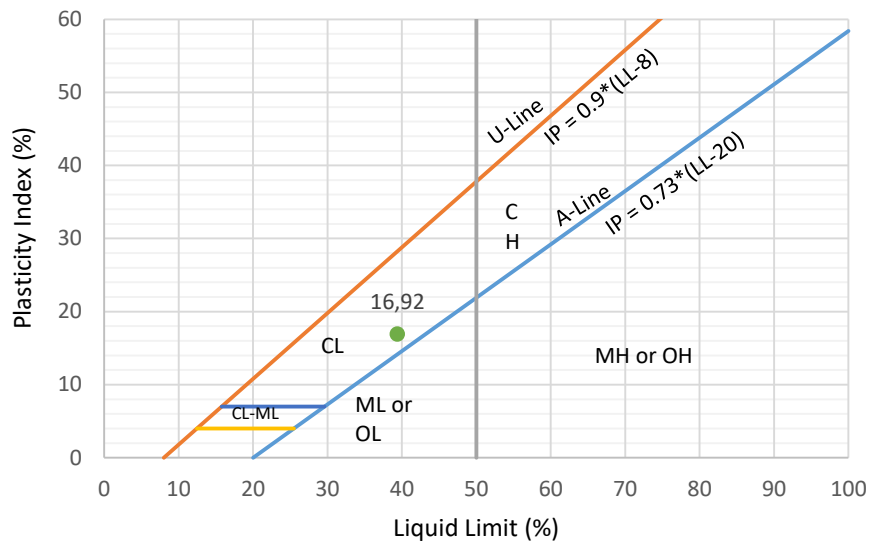
Pemeriksaan tanah dilakukan untuk mengetahui kualitas tanah sebagai bahan baku yang akan digunakan. Seperti kadar air tanah, dan butiran kapur yang tidak boleh ada terkandung di dalam tanah yang akan digunakan.

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 plastis 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 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 plastisitas sedang. Hal ini menunjukkan bahwa tanah dengan indeks plastisitas sedang memiliki kemampuan yang dapat mempengaruhi perilaku dan

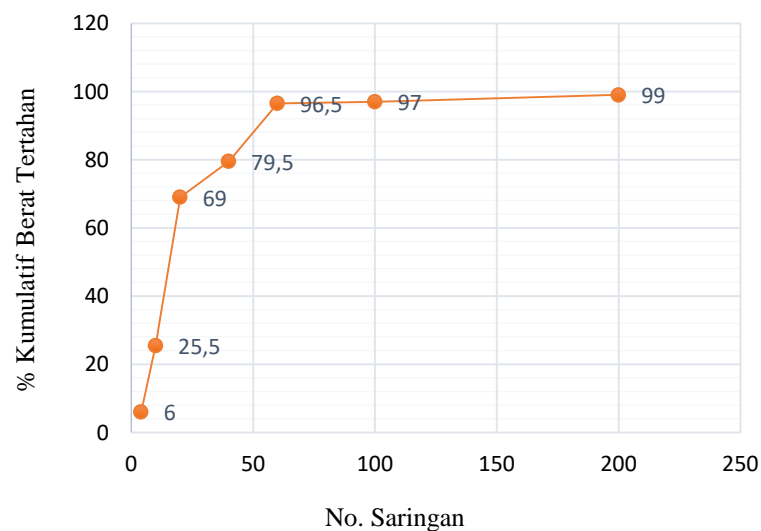
sifat konstruktifnya. Umumnya tanah dengan nilai indeks plastisitas sedang digunakan untuk konstruksi tanah liat. Tanah dengan nilai indeks plastisitas sedang sangat baik digunakan untuk pembuatan bata karena memiliki kombinasi yang baik antara kekuatan dan kemampuan plastis.

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

Analisa butiran tanah galong dilakukan dengan cara mengayak dengan menggetarkan sampel tanah melalui satu set ayakan, dimana diameter lubang-lubang dari setiap ayakan tersebut berurutan dan makin kecil. Analisa saringan ini dilakukan pada tanah yang tertahan pada ayakan no 200. Hasil pemeriksaan butiran tanah galong dapat dilihat pada lampiran Tabel L.6 dan gambar 4.4 seperti berikut:



Gambar 4.4: Grafik analisa butiran tanah galong



Gambar 4.5: Analisa butiran tanah galong

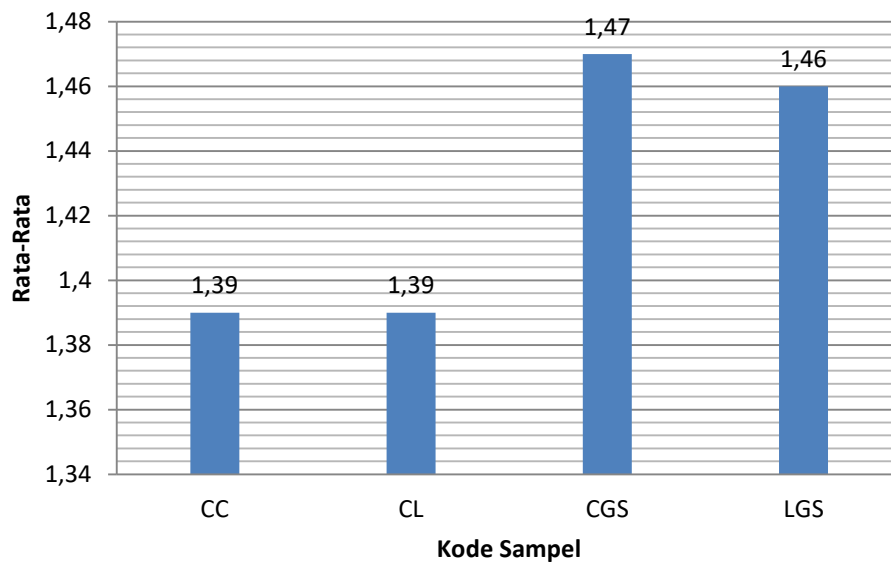
Dari hasil pengujian analisa butiran tanah galong pada gambar. Klasifikasi tanah menurut standar SNI tata cara pengklasifikasian tanah untuk keperluan teknik, tanah termasuk berbutir kasar dengan lolos saringan 200 kurang dari 50% yaitu sebesar 1%.

4.4 Hasil dan Analisa Bata Tanpa Bakar

Pada sub bab 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 per satuan volume. Adapun hasil pengujian berat jenis yang jenis yang diperoleh seperti pada tabel L.8 dan gambar 4.6 seperti dibawah ini

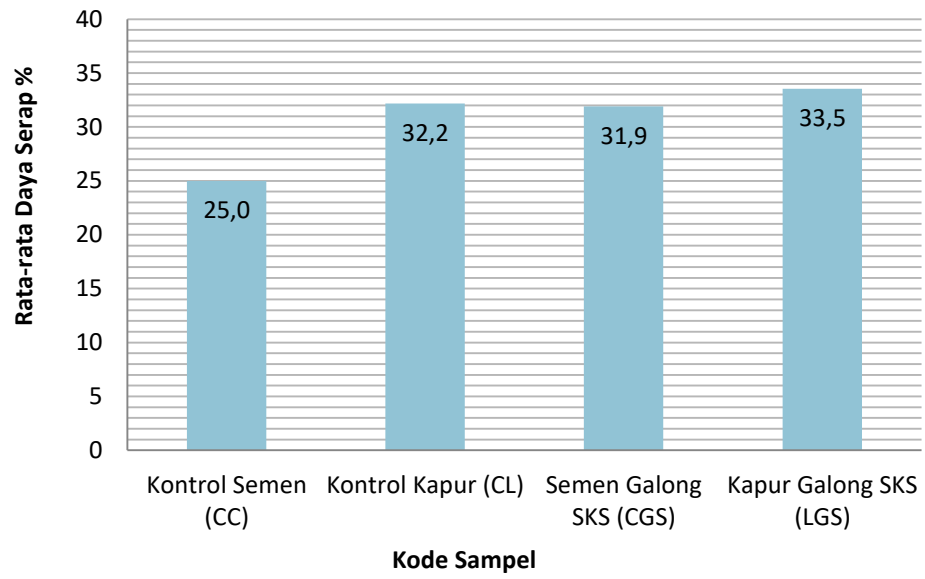


Gambar 4.6: Grafik berat jenis bata tanpa bakar

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: Grafik penyerapan air bata tanpa bakar



Gambar 4.8: Proses pengeringan bata didalam oven



Gambar 4.9: Proses perendaman bata didalam air



Gambar 4.10: Sampel hasil pengujian penyerapan air

Gambar menjelaskan proses pengujian penyerapan air bata. Dimulai dari proses awal pengeringan bata di oven dengan suhu 200°C selama 12 jam. Kemudian setelah dikeringkan bata direndam air selama 24 jam.

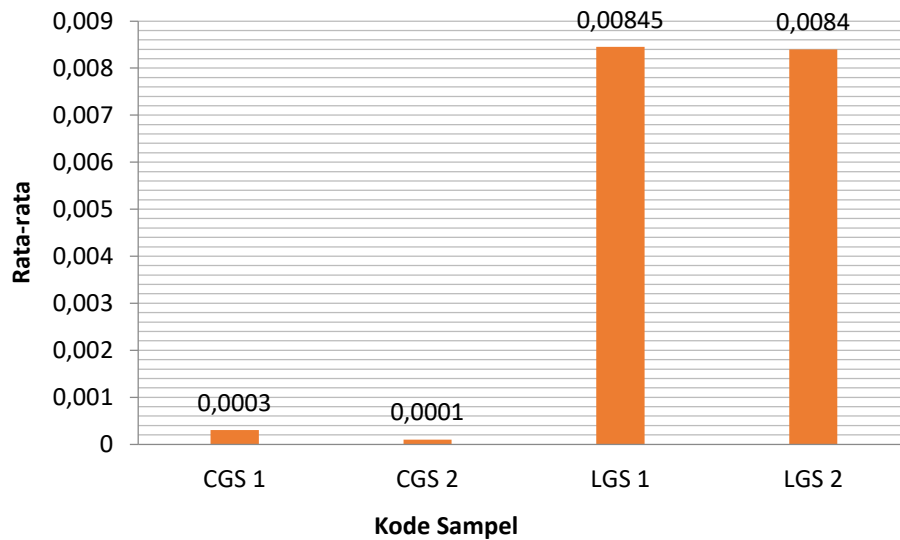
Dari hasil pengujian daya serap air dapat dilihat pada gambar 4.7 dan tabel L.7 pada lampiran diperoleh rata-rata nilai daya serap air dari ke empat variasi adalah 30,65%. Nilai ini melebihi batas yang diizinkan Standar Nasional Indonesia atau SNI, dimana penyerapan air yang dibolehkan oleh SNI 15-2094-2000 untuk bata merah sebesar 20%.

Grafik menjelaskan dengan jelas menunjukkan bahwa daya serap air bata tanpa bakar dengan bahan tambah SKS mengalami peningkatan dibandingkan kontrol. Daya serap bata tanpa bakar dengan campuran Cement Galong SKS(CGS) dan Lime Galong SKS(LGS) adalah 31,9% dan 33,5% lebih tinggi jika dibandingkan dengan bata kontrol tanpa campuran SKS. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan (Triana,2022) hal ini diakibatkan karena SKS memiliki

daya serap air yang cukup tinggi, sebesar 8-9 kali beratnya mampu menyerap air disekitarnya.

4.4.3 Kadar Garam Bata Tanpa Bakar

Dari hasil pengujian kadar garam, kandungan garam yang terdapat pada bata tanpa bakar dengan tanah galong dapat dilihat pada gambar 4.9 dan sampel bata setelah pengujian kadar garam pada gambar 4.10 seperti berikut :



Gambar 4.11: Grafik kadar garam bata tanpa bakar

Dari hasil pengujian dari gambar lampiran, diperoleh hasil nilai kadar garam dari 4 variasi bata tanpa bakar adalah 0,00215625%, sehingga dapat disimpulkan bahwa hal tersebut tidak membahayakan, karena nilai hasil pengujian masih sesuai dengan Standar Nasional Indonesia atau SNI No. 15-2094-2000 dimana jika 50% permukaan bata tertutupi oleh garam, maka dapat disimpulkan bahwa bata tersebut berbahaya jika digunakan untuk konstruksi.



Gambar 4.12: Proses perendaman bata



Gambar 4.13: Hasil pengujian kadar garam bata

4.4.4 Sifat Tampak Bata Tanpa Bakar

Hasil pengujian sifat tampak bata tanpa bakar yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel L.10 dan sampel pengujian pada gambar 4.11 sebagai berikut :



Gambar 4.14: Sifat tampak bata tanpa bakar

Setelah dilakukan pencetakan sampel bata dari 4 variasi, jika dilihat dari tampak luar bata yang dicetak sudah memenuhi standar SNI 15-2094-2000, masuk pada Modul M-6b. Berdasarkan pengamatan visual bata mempunyai warna coklat muda. Bentuk bata dengan campuran SKS seluruhnya memiliki bidang rata dan sudutnya siku dan tajam serta kerapuhan 0%. Sementara itu jika ditinjau dari keretakan, keseluruhan bata bentuknya tidak retak. Hal ini dikarenakan SKS mampu bercampur dengan partikel tanah, sehingga dapat dijadikan sebagai bahan pengikat yang akan mengurangi keretakan dan kerapuhan.

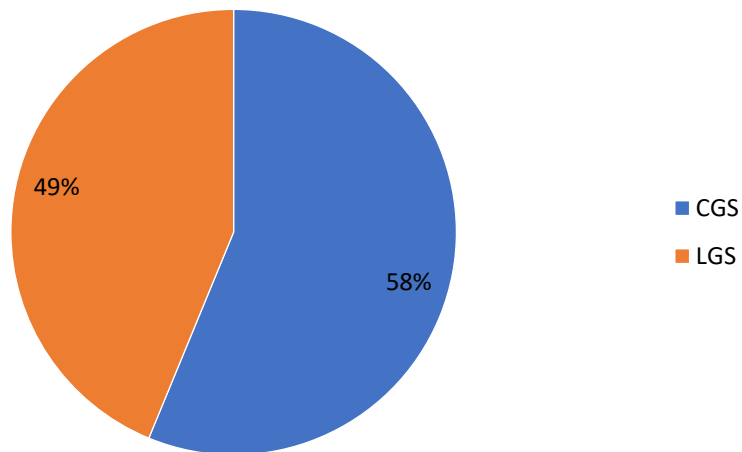
4.4.5 Kuat Tekan Pasangan Bata Tanpa Bakar

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 mencatat data beban hancur.

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

Tabel 4.1: Kuat tekan pasangan bata tanpa bakar

No	Kode Sampel	Jumlah	Dimensi Batu Bata (cm)		Luas Batu Bata (mm ²)	Gaya Tekan Maksimum (N)	Kuat Tekan Pasangan Bata (N/mm ²)	Rata-Rata
			Panjang	Lebar				
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	CGS	1	45	30	13500	86000	6,37	6,15
		2	45	30	13500	80000	5,93	
4	LGS	1	45	29	13050	64500	4,94	4,79
		2	45	29	13050	60500	4,64	



Gambar 4.15: Grafik persentase kenaikan kuat tekan pasangan bata

Berdasarkan hasil pada gambar 4.12, hasil rata-rata kuat tekan pasangan bata tanpa bakar pada bata kontrol semen adalah 3,89 MPa. Untuk variasi semen dengan penambahan SKS (CGS) memiliki nilai kuat tekan rata-rata 6,15 MPa. Ini artinya penambahan SKS 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 SKS (LGS) memiliki nilai kuat tekan rata-rata sebesar 4,79 MPa. Penambahan SKS pada variasi kapur menambah nilai kuat tekan pasangan bata sebesar 49%.



Gambar 4.16: Proses pengujian kuat tekan pasangan bata



Gambar 4.17: Hasil pengujian kuat tekan pasangan bata (semen)



Gambar 4.18: Hasil pengujian kuat tekan pasangan bata (kapur)

Penambahan SKS dapat menambah kuat tekan bata tanpa bakar dikarenakan SKS mengandung protein kasar sebesar 4%, serat kasar 36% dan lignin sebesar 24%. Kandungan zat tersebut menjadi perekat alami dan serat ini juga lebih tahan

terhadap tekanan dan tarikan sehingga dapat berkontribusi pada kekuatan dan kekakuan material konstruksi.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

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

1. Nilai kuat tekan pasangan bata tanpa bakar mengalami kenaikan dengan adanya penambahan SKS. Pada variasi CGS nilai rata-rata kuat tekan pasangan bata adalah 6,15 MPa, dengan persentase kenaikan sebesar 58%. Sedangkan pada variasi LGS nilai rata-rata kuat tekan pasangan bata tanpa bakar adalah 4,79 MPa dengan persentase kenaikan sebesar 49%. Campuran SKS membuat pasangan bata memiliki nilai kuat tekan yang lebih tinggi dibandingkan dengan pasangan bata kontrol
2. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan serat kelapa sawit sebagai bahan tambah dapat meningkatkan nilai kuat tekan pasangan bata tanpa bakar, karena serat kelapa sawit dapat berkontribusi pada kekuatan dan kekakuan material konstruksi.

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 SKS 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

- Alwie, rahayu deny danar dan alvi furwanti, Prasetio, A. B., Andespa, R., Lhokseumawe, P. N., & Pengantar, K. (2020). *Tugas Akhir Tugas Akhir. Jurnal Ekonomi Volume 18, Nomor 1 Maret 201, 2(1)*, 41–49.
- Bintang, A. P., Setyanto, & Adha, I. (2012). Studi Pengaruh Penambahan Bahan Additive TX-300 Terhadap Kuat Tekan Batu Bata Pasca Pembakaran. *Jurnal rekayasa sipil dan desain, 1(1)*, 381–390.
- Bumulo, N., & Rusnadin, N. W. (2018). Analisa Agregat Halus Pasir Zona III Dengan Agregat Kasar Ukuran 20 mm Dan 40 mm Untuk Uji Kuat Tekan Mutu Beton Pada Campuran Beton Normal. *Gorontalo Journal of Infrastructure and Science Engineering, 1(1)*, 11.
- Darwis, D., Ulum, S., & Kurniawan, G. (2016). Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Berbahan Abu Sekam Padi dan Kapur Banawa. *Prosiding SNF-MKS 2015 Karakteristik, 15(2)*, 1–19.
- Dr. Vladimir, V. F. (1967). Analisis Pengolahan dan Sifat Batu Bata. *Gastronomía Ecuatoriana y Turismo Local., 1(69)*, 5–24.
- Elhusna, E., & Agustin, R. (2016). Kuat Tekan Bata Merah Dengan Variasi Usia dan Kadar Air Adukan Tanah Liat. *Inersia: Jurnal Teknik Sipil, 8(2)*, 49–54.
- Erna Hastuti, M. H. (2012). Pengaruh Temperatur Pembakaran Dan Penambahan Abu Terhadap Kualitas Batu Bata. *Jurnal Neutrino, 142–152*.
- Eslami, A., Mohammadi, H., & Mirabi Banadaki, H. (2022). Palm fiber as a natural reinforcement for improving the properties of traditional adobe bricks. *Construction and Building Materials, 325*(March).
- Haspiadi, H., & Kurniawaty, K. (2016). Pemanfaatan Limbah Padat Abu Cangkang dan Serat Kelapa Sawit dari Boiler untuk Pembuatan Bata Beton Ringan. *Jurnal Riset Teknologi Industri, 9(2)*, 120–128.
- Ishak, M., Sultan, M. A., & Yudasaputra, M. T. (2020). Kuat Tekan dan Kuat Lekat Pasangan Bata Semen. Clapeyron : *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, 1(2)*, 66–73.
- Karya, S., Maghzaya, A. R., Aziza, F. K., Arsitektur, J., & Indonesia, U. I. (2022). Penerapan Batu Bata Interlock Non-Bakar Dari Tanah Laterit Guna Optimalisasi Pencahayaan Alami Pada Bangunan. 430–440.
- Lasino, L., Rachman, D., & Sugiharto, B. (2012). Kajian Penggunaan Semen

- Portland Komposit Untuk Beton. *Jurnal Teknologi Bahan Dan Barang Teknik*, 2(2), 41.
- Leksono, R. S., Iranata, D., & Kristijnato, H. (2012). Studi Pengaruh Kekuatan dan Kekakuan Dinding Bata pada Bangunan Bertingkat. *Jurnal Teknik ITS*, 1(1), 30–33.
- Medika, Y. P., Elhusna, E., & Wahyuni, A. S. (2019). Pengaruh Proses Pengadukan Tanah Liat Terhadap Kuat Tekan Bata Merah. *Inersia, Jurnal Teknik Sipil*, 10(2), 29–34. <https://doi.org/10.33369/ijts.10.2.29-34>
- Melinda, A. P., Juliafad, E., & Yusmar, F. (2020). Pemanfaatan Serat Polypropylene untuk Meningkatkan Kuat Tekan Mortar dan Kuat Tekan Pasangan Bata. *Journal of Civil Engineerig and Vocational Education*, 7(3), 176.
- Musa, L. M., Sulaiman, S., Ibrahim, I., Nur Ramadhan, L. O. A., & A. Kadir, L. (2021). Batu Bata Ringan Dengan Filler Paduan Serat Ijuk Aren dan Sekam Padi Terkarbonasi. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 19(3), 345.
- Shalahuddin, M. (2012). Variasi Tanah Lempung, Tanah Lanau Dan Pasir Sebagai Bahan Campuran Batu Bata. *Jurnal Teknobiologi*, 1(2), 34–46.
- Sludge, C., & Padat, L. (2022). Pembuatan Batu Bata Merah Tanpa Bakar Dengan Grafik konversi nilai kuat tekan kg / cm² ke MPa. 12(September), 132–134.
- Sudarsana, I., Made Budiwati, I., & Angga Wijaya, Y. (2011). Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Terbuat Dari Abu Sekam Padi Dan Serbuk Batu Tabas. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 15(1), 93–101.
- Sujatmiko, B., Zuraidah, S., Abiarto Nugroho, W., & Rizsa Putra Atmajaya, E. (2018). Penggunaan Pasir Silika sebagai Substitusi Agregat Halus Untuk Meningkatkan Performance Bata Ringan. *Jurnal Rekayasa Tenik Sipil Universitas Madura*, 3(2), 5–12.
- Sukobar, S., Kuntjoro, K., Kusumastuti, K., & Sungkono, S. (2014). Kesetaraan Kuat Tekan Batu Bata (Press) Asal Bangsal Mojosari Kabupaten Mojokerto Terhadap Kuat Tekan Spesi Campuran Semen, Kapur, dan Pasir untuk Pasangan Bata. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 12(2), 13.
- Trianah, Y. (2022). Pengaruh Penambahan Serabut (Fiber) Kelapa Sawit Terhadap Porositas Beton. *Jurnal Teknik Sipil Cendekia (Jtsc)*, 3(2), 28–37.
- Utomo, T. (2017). Analisa kuat tekan beton geopolimer dengan bahan alternatif abu sekam padi dan kapur padam. *Tugas Akhir Universitas Muhammadiyah Purworejo* 1–123.

- Vitri, G., & Herman, H. (2019). Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit Sebagai Material Tambahan Beton. *Jurnal Teknik Sipil ITP*, 6(2), 78–87.
- Widodo, B., & Artiningsih, N. K. A. (2021). Optimasi Semen Pada Pembuatan Batu Bata Tanpa Bakar. *Dinamika Teknik Sipil: Majalah Ilmiah Teknik Sipil*, 14(1), 32–40.
- Witjaksana, B., Sarya, G., & Widhiarto, H. (2016). Pembuatan Batu Bata Tanpa Bakar Dengan Campuran Sodium Hiroksida (NaOH) dan Sodium Silikat (Na₂SiO₃). *Jurnal Hasil Penelitian LPPM Untag*, 01(01), 25–32.

LAMPIRAN

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 12	Sa mpe 11	Sa mpe 12	Sa mpe 11	Sa mpe 12	Sa mpe 11	Sa mpe 12	Sa mpe 11	Sa mpe 12
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 : Muhammad Aditya Rizqi
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 26 Oktober 2001
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Alamat : Jl. AR Hakim, Gg. Pembangunan No. 16
Nomor HP : 083190323533
Nama Ayah : Deni Riza Indra Syahputra
Nama Ibu : Aida Dokurita Siregar
E-mail : mhdadityarizqi2610@gmail.com

Riwayat Pendidikan

NIM : 1907210038
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 PLUS AL-IKHLAS TAQWA 2007-2013
Sekolah Menengah Pertama : SMP SWASTA AL ULUM MEDAN 2013-2016
Sekolah Menengah Atas : SMA SWASTA AL ULUM MEDAN 2016-2019