

TUGAS AKHIR

**ANALISIS SIFAT MEKANIK BATA TANPA BAKAR
DENGAN SERAT KELAPA SAWIT**

(STUDI PENELITIAN)

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

Disusun Oleh:

IKSAN AIDIL AZHAR
1907210019



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

MEDAN

2023

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh:

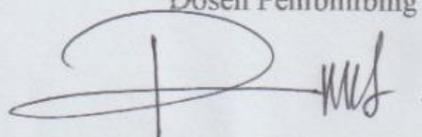
Nama : Iksan Aidil Azhar
NPM : 1907210019
Program Studi : Teknik Sipil
Bidang Ilmu : Struktur
Judul Skripsi : Analisis Sifat Mekanik Bata Tanpa Bakar Dengan Serat Kelapa Sawit

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

Disetujui Untuk Disampaikan

Kepada Panitia Ujian Skripsi:

Dosen Pembimbing



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

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

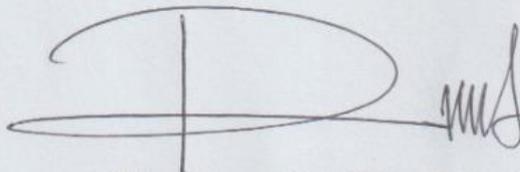
Nama : Iksan Aidil Azhar
NPM : 1907210019
Program Studi : Teknik Sipil
Bidang Ilmu : Struktur
Judul Skripsi : Analisis Sifat Mekanik Bata Tanpa Bakar Dengan Serat Kelapa Sawit

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, September 2023

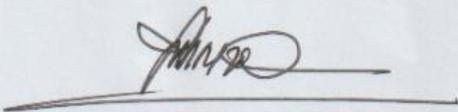
Mengetahui dan Menyetujui:

Dosen Pembimbing



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

Dosen Pembanding I



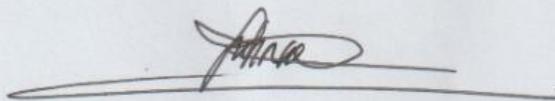
Assoc.Prof.Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc

Dosen Pembanding II



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

Ketua Program Studi Teknik Sipil



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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Iksan Aidil Azhar
Tempat/Tanggal Lahir : Medan Krio/ 18 Desember 2001
NPM : 1907210019
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

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

“Analisis Sifat Mekanik Bata Tanpa Bakar Dengan Serat Kelapa Sawit”.

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

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

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

Medan, 01 Juni 2023

Saya yang menyatakan,



Iksan
Iksan Aidil Azhar

NPM : 1907210019

ABSTRAK

ANALISIS SIFAT MEKANIK BATA TANPA BAKAR DENGAN SERABUT KELAPA SAWIT

Iksan Aidil Azhar

1907210019

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

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui “Analisis Sifat Mekanik Bata Tanpa Bakar Dengan Serabut Kelapa Sawit”. Batu bata biasanya dalam konstruksi bangunan berfungsi sebagai bahan non-struktural, disamping berfungsi sebagai struktural. Sebagai fungsi struktural, batu bata dipakai sebagai penyangga ataupun pemikul beban yang ada di atasnya seperti pada konstruksi rumah sederhana dan pondasi, sedangkan pada bangunan konstruksi tingkat tinggi/Gedung, batu bata berfungsi sebagai non-struktural. batu bata tanpa bakar merupakan suatu material konstruksi bangunan yang pembuatannya tidak melalui proses pembakaran. Batu bata tanpa bakar diproduksi dengan mencampurkan bahan mentah seperti tanah liat, pasir, dan semen dengan air dan kemudian dicetak dalam bentuk bata bata. Batu bata tersebut selanjutnya dikeringkan secara alami atau dengan bantuan sinar matahari. Proses pembuatan batu bata tanpa bakar tidak memerlukan penggunaan bahan bakar untuk memanaskan oven seperti pada pembuatan batu bata tradisional yang dipanggang dalam oven. Hasil dari perhitungan pemeriksaan kadar air tanah merah yaitu 64,58 % masih dikatakan normal karena kurang dari 100%. Hasil uji air tanah galong memiliki 20 % hasil tersebut masih memenuhi standart yang ditentukan. Hasil pemeriksaan kadar lumpur agregat halus memiliki rata-rata 2,8%. Hasil dari analisa saringan agregat halus meliki rata-rata sebesar 2,78 %. Uji batas cair dan batas plastis tanah galong memiliki rata-rata sebesar 28,62 %.

Kata kunci: Sifat Mekanik, Bata tanpa Bakar, Serat Kelapa Sawit.

ABSTRACT

ANALYSIS OF MECHANICAL PROPERTIES OF UNFIRED BRICKS WITH OIL PALM FIBER

Iksan Aidil Azhar

1907210019

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

This research aims to determine "Analysis of the Mechanical Properties of Non-Fired Bricks with Palm Fiber". Bricks usually function as non-structural materials in building construction, in addition to their structural function. As a structural function, bricks are used as supports or to bear the load above them, such as in simple house construction and foundations, while in high-rise construction/buildings, bricks function as a non-structural function. Non-burning bricks are a building construction material that is not made through a burning process. Non-fired bricks are produced by mixing raw materials such as clay, sand and cement with water and then molding them into brick shapes. The bricks are then dried naturally or with the help of sunlight. The process of making bricks without burning does not require the use of fuel to heat the oven as in making traditional bricks baked in an oven. The results of the calculation of checking the water content of red soil, namely 64.58%, are still considered normal because it is less than 100%. The results of the Galong groundwater test showed that 20% of the results still met the specified standards. The results of the examination of fine aggregate sludge content averaged 2.8%. The results of fine aggregate sieve analysis have an average of 2.78%. The liquid limit and plastic limit tests for Galong soil have an average of 28.62%.

Keywords: Mechanical Properties, Non-Burning Bricks, Palm Fiber.

KATA PENGANTAR

سَمِ اللهُ الرَّحْمَنُ الرَّحِيمِ

Assalamu'Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Alhamdulillahirabbil'alamin, 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 “Analisi Sifat Mekanik Bata Tanpa Bakar Dengan Serat Kelapa Sawit” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Ibu Fetra Venny Riza, S.T., M.Sc, Ph.D selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Assoc.Prof.Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembanding I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Rizki Elfrida S.T, M.T selaku Dosen Pembanding II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Munawar Alfansury Siregar S.T., M.T. selaku Dekan 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 Ayahanda tercinta Saimin dan Ibunda tercinta Kesi yang telah bersusah payah mendidik dan membiayai saya serta menjadi penyemangat saya serta senantiasa mendoakan saya sehingga penulis dapat menyelesaikan studinya.
10. Terimakasih kepada kekasih saya Fitri Khairani Nasution yang telah memberikan dukungan materi maupun nonmateri sehingga menjadi penyemangat bagi saya untuk menyelesaikan studi ini.
11. Keluarga besar Ikatan Mahasiswa Muhammadiyah Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (IMM FATEK UMSU) yang telah memberikan motivasi, dukungan, dan menciptakan memori yang tak terlupakan semasa perkuliahan.
12. Sahabat-sahabat dan keluarga A1 pagi Teknik Sipil stambuk 2019 Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, dan juga seluruh teman-teman yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu dalam penyelesaian tugas akhir ini.
13. *Last but not least. I wanna thank me, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all this hard work, I wanna thank me for having no days off, I wanna thank me for never quitting.*

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

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

Wassalamu 'Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, 31 Mei 2023

Iksan Aidil Azhar
NPM : 1907210019

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR RUMUS	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1. 1 Latar Belakang	1
1. 2 Rumusan Masalah	2
1. 3 Ruang Lingkup Penelitian	3
1. 4 Tujuan Penelitian	3
1. 5 Manfaat Penelitian	3
1. 6 Sistematika Penelitian	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2. 1 Batu Bata	5
2. 2 Batu Bata Tanpa Bakar	10
2. 3 Material Penyusun Batu bata	13
2. 4 Syarat Mutu Batu Bata	27
2. 5 Sifat Mekanik Bata	30
2.5.1 Kerapatan Semu (Apparent Density)	30
2.5.2 Penyerapan Air	31
2.5.3 Berat Kadar Air	31
2.5.4 Berat Jenis	31
2.5.5 Kuat Tekan	32
2. 6 Kuat Tekan Bata	32
BAB 3 METODE PENELITIAN	35
3.1 Bagan Alir Penelitian	35

3.2	Metode Penelitian	36
3.2.1	Data Primer	36
3.2.1	Data Sekunder	36
3.3	Tempat dan Waktu Penelitian	37
3.4	Bahan Yang Digunakan	37
3.5	Alat Yang Digunakan	39
3.6	Pengambilan dan Pengolahan Data Sampel	43
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN		47
4.1	Hasil Pengujian Bata	47
4.2	Hasil Pengujian Sifat Fisik Material	48
4.2.1	Tanah Lempung	48
4.2.2	Pemeriksaan Kadar Air Tanah	50
4.2.3	Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus	51
4.2.4	Analisa Saringan Agregat Halus	51
4.2.5	Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus	52
4.2.6	Uji Batas Cair dan Batas Plastis Tanah Galong	53
4.3	Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Batu Bata	54
4.4	Pengujian Daya Serap Batu Bata	56
4.5	Pengujian Kadar Garam	57
4.6	Pengujian Berat Jenis	59
4.7	Pengujian Sifat Tampak	60
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN		63
5.1	Kesimpulan	63
5.2	Saran	64
DAFTAR PUSTAKA		65
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Bagan Alir Metodologi Penelitian	35
Gambar 3. 2 Tanah Galong	37
Gambar 3. 3 Air	38
Gambar 3. 4 Kapur	38
Gambar 3. 5 Semen	38
Gambar 3. 6 Semen	38
Gambar 3. 7 Pasir	39
Gambar 3. 8 Serat Kelapa Sawit	39
Gambar 3. 9 Alat Cetak Bata	40
Gambar 3. 10 Mesin Pompa Hidrolik	40
Gambar 3. 11 Timbangan Digital	40
Gambar 3. 12 Saringan	41
Gambar 3. 13 Gelas Ukur	41
Gambar 3. 14 Penggaris atau jangka sorong.	41
Gambar 3. 15 Wadah atau ember	42
Gambar 3. 16 Sekop	42
Gambar 3. 17 Alat kuat tekan bata (compression test).	42

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Hasil Penelitian terdahulu Bata Bakar	7
Tabel 2. 2 Hasil Penelitian terdahulu Bata Tanpa Bakar	11
Tabel 2. 3 Hasil penelitian terdahulu menggunakan tanah lempung sebagai bahan campuran	15
Tabel 2. 4 Hasil penelitian terdahulu menggunakan semen Portland sebagai bahan campuran	17
Tabel 2. 5 Hasil penelitian terdahulu menggunakan pasir sebagai bahan campuran.	19
Tabel 2. 6 Hasil penelitian terdahulu menggunakan air sebagai bahan campuran	21
Tabel 2. 7 Hasil penelitian terdahulu menggunakan air sebagai bahan campuran.	23
Tabel 2. 8 Hasil penelitian terdahulu menggunakan Serabut Sawit sebagai bahan campuran	26
Tabel 2. 9 Ukuran batu bata merah menurut Standar Nasional Indonesia	27
Tabel 2. 10 Koefisien yang Diizinkan pada Pengujian Kuat Tekan Bata Merah	28
Tabel 2. 11 Koefisien yang Diizinkan pada Pengujian Kuat Tekan Bata Merah	32
Tabel 2. 12 Kekuatan Tekan Rata-rata Batu bata	33
Tabel 3. 1 Variasi Komposisi Sampel	44

DAFTAR RUMUS

(2. 1) Kuat tekan bata merah	28
(2. 2) Daya serap bata	29
(2. 3) kadar garam	29
(2. 4) Kerapatan semu	30
(2. 5) Penyerapan air	31
(2. 6) Berat kadar air	31
(2. 7) Berat jenis	31
(2. 8) Kuat tekan bata merah	32
(2. 9) Kuat Tekan	33

DAFTAR NOTASI

σ	= Kuat takan bata merah (kg/cm ²)
P	= Beban maksimum (kg)
A	= Luas penampang benda uji (cm ²)
D _s	= Daya serap bata
A	= Berat bata basah (gr)
B	= Berat bata kering oven (gr)
G	= Kadar garam (%)
A _g	= Luasan kandungan garam (cm ²)
A	= Luasan bata (cm ²)
C	= Kuat tekan (kg/cm ²)
W	= Beban maksimum (kg)
A	= Luas rata – rata sampel yang diuji (cm ²)
Q _{SCH}	= Kerapatan semu
M _d	= Berat kering oven (gr)
B	= Berat di dalam air (gr)
c	= Berat setelah direndam (gr)
V _{SCH}	= Volume batu bata (m ³)
d _w	= Kerapatan (density) air 1,0
A	= Berat Jenuh setelah direndam (gr)
B	= Berat setelah dioven (gr)
W	= Kadar air
W _w	= Berat normal (gr)
W _s	= Berat kering (gr)

BAB I

PENDAHULUAN

1. 1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan populasi terbesar ke-empat di dunia. Jumlah penduduk di negara Indonesia terus mengalami peningkatan sepanjang lebih dari satu dekade terakhir. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah penduduk Indonesia diproyeksikan sebanyak 275,77 juta jiwa pada 2022. Jumlah tersebut naik 1,13% dibandingkan pada tahun lalu yang sebanyak 272,68 juta jiwa. Dengan terus meningkatnya jumlah penduduk, maka sektor pembangunan dan properti juga mengalami peningkatan, dibutuhkan infrastruktur yang bisa menunjang kebutuhan hidup masyarakat berupa tempat tinggal atau rumah. Pembangunan perumahan merupakan salah satu solusi bagi pemerintah saat ini untuk menyediakan tempat tinggal bagi masyarakat.

Kebutuhan batu bata saat ini semakin banyak permintaannya di pasaran karena semakin meningkatnya pembangunan rumah pemukiman masyarakat, karena batu bata merupakan salah satu bahan utama dalam pembuatan rumah. Penggunaan batu bata banyak digunakan untuk aplikasi teknik sipil seperti dinding pada bangunan perumahan, bangunan gedung, pagar, saluran dan pondasi. Batu bata umumnya dalam konstruksibangunan 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. (Witjaksana, Sarya, and Widhiarto 2016).

Batu bata merah mempunyai banyak kelebihan dibanding dengan bahan pasangan lainnya, tetapi pada umumnya proses pembuatan batu bata konvensional melalui tahap proses pembakaran yang menghasilkan karbon dioksida dan dapat mencemari udara, sehingga proses pembuatan batu bata merah ini berkontribusi pada gas rumah kaca (GRK) ke atmosfer, selain itu proses pembakaran memerlukan bahan bakar yang sangat banyak. Dan tidak semua batu bata yang telah dibakar dapat digunakan, karena pada proses pembakaran batu bata yang dimasukkan kedalam tungku sangat banyak. Ini mengakibatkan batu bata ada yang pecah, rusak dan bahkan tidak terbakar.

Kelapa Sawit merupakan salah satu tanaman budidaya penghasil minyak nabati berupa Crude Palm Oil (CPO), sangat banyak ditanam dalam perkebunan di Indonesia terutama di pulau Sumatera, Kalimantan, Sulawesi dan Papua. Selain menghasilkan CPO, dalam proses pengolahan kelapa sawit juga menghasilkan berbagai jenis limbah, yang salah satunya adalah serat. Serat merupakan limbah sisa perasan buah sawit berupa serabut. Bahan ini mengandung protein kasar sekitar 4% dan serat kasar 36% (lignin 26%). Serat atau serabut didapat dari bagian dalam buah sawit yang diproses dalam mesin (alat pengempa). (Dedi Kurniawan and Yulianto 2020).

Semakin meningkatnya produksi kelapa sawit secara nasional maka semakin besar limbah yang dihasilkan. Dengan meningkatnya limbah kelapa sawit tidak menutup kemungkinan akan terjadinya masalah lingkungan bagi masyarakat sekitar pabrik kelapa sawit. Pembuatan batu bata tanpa bakar dengan bahan campuran limbah serabut kelapa sawit menjadi salah satu alternatif untuk mengurangi biaya produksi dan mengurangi masalah lingkungan pada proses pembuatan batu bata.

Berdasarkan hal tersebut di atas maka perlu dilakukan penelitian dalam hal **“ANALISIS SIFAT MEKANIK BATA TANPA BAKAR DENGAN SERAT KELAPA SAWIT ”** yang bertujuan untuk menghasilkan batu bata yang berkualitas standar sebagai elemen struktur maupun non-struktur, ramah lingkungan, murah dan dapat menghemat waktu.

1. 2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang muncul berdasarkan latar belakang di atas yaitu:

1. Apakah SKS dapat menjadi bahan campuran bata tanpa bakar ?
2. Bagaimana komposisi batu bata tanpa bakar dengan bahan tambahan limbah SKS yang dapat memenuhi standar kekuatan dan ramah lingkungan ?
3. Bagaimana mengetahui sifat mekanik batu bata tanpa bakar dengan dengan tambahan limbah SKS yang berstandar SNI ?

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 serat serabut kelapa sawit.
2. Melakukan pengujian bata dilakukan untuk mengetahui kualitas batu bata tanpa bakar dengan campuran serabut kelapa sawit.
3. Komposisi yang dipakai pada penelitian ini yaitu: Semen/Kapur : Merah/Galeng : Pasir : Serabut kelapa sawit, perbandingan 1 : 8 : 2 : 2 dengan Air 20% dari berat keseluruhan bahan.
4. Analisa sifat mekanik bata tanpa bakar dengan tambahan serabut kelapa sawit.

1.4 Tujuan Penelitian

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

1. Untuk memanfaatkan limbah SKS dalam pembuatan bata tanpa bakar
2. Untuk mengetahui komposisi optimal bata tanpa bakar dengan bahan tambah limbah SKS
3. Untuk mengetahui sifat mekanik bata tanpa bakar dengan bahan Tambah limbah SKS

1.5 Manfaat Penelitian

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

1.6 Sistematika Penelitian

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

BAB 1. PENDAHULUAN

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

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

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

BAB 3. METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang pengumpulan data dan juga bagan alir.

BAB 4. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

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

BAB 5. PENUTUP

Bab ini menjelaskan tentang hasil penelitian permasalahan selama penelitian

DAFTAR PUSTAKA

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2. 1 Batu Bata

Penggunaan batu bata banyak digunakan untuk aplikasi Teknik sipil seperti dinding pada bangunan perumahan, bangunan Gedung, pagar, saluran dan pondasi. Batu bata biasanya dalam konstruksi bangunan berfungsi sebagai bahan non-struktural, disamping berfungsi sebagai struktural. Sebagai fungsi struktural, batu bata dipakai sebagai penyangga ataupun pemikul beban yang ada di atasnya seperti pada konstruksi rumah sederhana dan pondasi, sedangkan pada bangunan konstruksu tingkat tinggi/Gedung, batu bata berfungsi sebagai non-struktural yang dimanfaatkan untuk dinding pembatas dan estetika tanpa memikul beban yang terdapat di atasnya (Umar 2018).

Batu bata merupakan salah satu unsur bangunan dalam pembuatan konstruksi bangunan yang terbuat dari tanah lempung ditambah air dengan arau tanpa bahan campuran lain melalui beberapa tahap pengerjaan, seperti menggali, mengolah, mencetak, mengeringkan, membakar pada temperatu tinggi hingga matang dan berubah warna, serta akan mengeras seperti batu setelah didinginkan hingga tidak dapat hancur lagi bila direndam dalam air. (Sipil, Muhammadiyah, and Utara 2019)

Tanah yang digunakan dalam pembuatan batu bata pun bukanlah sembarang tanah, tetapi tanah yang agak liat sehingga bisa menyatu saat proses pencetakan Selain lebih kuat dan kokoh serta tahan lama. Selain itu Material ini sangat tahan terhadap panas sehingga dapat menjadi perlindungan tersendiri bagi bangunan dari bahaya api.

Pembuatan batu bata merah secara manual melalui beberapa tahap, yaitu mencari lahan tanah merah yang berbentuk perbukitan dan tekstur tanahnya sangat liat, membuat lubang untuk pengadukan tanah liat, mencampur tanah liat dengan abu sekam dan air sampai terbentuk adonan yang halus, mencetak adonan tersebut dengan cetakan kayu, kemudian diangin-anginkan hingga setengah kering dan dibakar sampai berwarna kemerah-merahan.

Definisi batu bata merupakan suatu unsur bangunan yang diperuntukkan pembuatan konstruksi bangunan dan yang dibuat dari tanah dengan atau tanpa

campuran bahan-bahan lain, dibakar cukup tinggi, hingga tidak dapat hancur lagi bila direndam dalam air (SNI 15-2094-2000).

Memilih batu bata sebagai bahan pembuat tembok memang cukup beralasan. Hal ini dikarenakan batu bata memiliki keunggulan, di antaranya: (Pangaribuan 2014)

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

Tabel 2. 1 Hasil Penelitian terdahulu Bata Bakar

No	Penulis	Judul	Jurnal	Hasil
1	(Fattah and Nabi 2018)	Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Pada Pembuatan Batu Bata	Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M) 2018 (pp.208-214)o	Pemanfaatan limbah abu ampas tebu 10% pada produksi batu bata dapat menurunkan tingkat keretakan dan menyebabkan perubahan pada warna batu bata, dapat menurunkan bobot isi batu bata sebesar 7%-12%, dan kadar garam sebesar 4%-12% dari batu bata normal.
2	(Ahmad and Furqon Hakim 2018)	Pengaruh Penambahan Ijuk Aren Terhadap Kuat Tekan Bata Merah	Vol 8, No 2 /Juni 2018 TERAS ISSN 1693-380X Tabel	Penambahan ijuk aren dengan komposisi 0,5 % sampai 2 % dapat mempengaruhi kuat tekan menjadi lebih kecil dari bata normal. hasil pengujian nilai kuat tekan paling besar adalah batu bata tanpa bahan campuran ijuk aren atau bata normal (0%) yaitu 20,15 Kg/cm ²
3	(Finanda and Purwandito 2020)	Analisis Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Batu Bata Pasca Pembakaran Menggunakan Bahan Campuran Abu Serbuk Kayu	Jurnal Media Teknik Sipil Samudra	Hasil dari pengujian daya serap air pada batu bata dengan campuran abu serbuk kayu yang paling tinggi ada pada variasi 15 % dengan nilai 13,54% dan nilai terendah pada variasi campuran 30% yaitu 12,34%.

Proses pembuatan batu bata melalui beberapa tahapan, meliputi penggalian bahan mentah, pengolahan bahan, pembentukan, pengeringan, pembakaran, pendinginan, dan pemilihan (seleksi). Adapun tahap-tahap pembuatan batu bata, yaitu sebagai berikut : (Erna Hastuti, Miftakhul Huda 2012)

1. Penggalian Bahan Mentah

Penggalian bahan mentah batu bata merah sebaiknya dicarikan tanah yang tidak terlalu plastis, melainkan tanah yang mengandung sedikit pasir untuk menghindari penyusutan. Penggalian dilakukan pada tanah lapisan paling atas kira-kira setebal 40-50 cm, sebelumnya tanah dibersihkan dari akar pohon, plastik, daun, dan sebagainya agar tidak ikut terbawa. Kemudian menggali sampai ke bawah sedalam 1,5-2,5 meter atau tergantung kondisi tanah. Tanah yang sudah digali dikumpulkan dan disimpan pada tempat yang terlindungi. Semakin lama tanah liat disimpan, maka akan semakin baik karena menjadi lapuk. Tahap tersebut dimaksudkan untuk membusukkan organisme yang ada dalam tanah liat.

2. Pengolahan Bahan Mentah

Tanah liat sebelum dibuat batu bata merah harus dicampur secara merata yang disebut dengan pekerjaan pelumatan dengan menambahkan sedikit air. Air yang digunakan dalam proses pembuatan batu bata harus air bersih, air harus tidak sadah tidak mengandung garam yang larut di dalam air, seperti garam dapur, air yang digunakan kira-kira 20% dari bahan-bahan yang lainnya, pelumatan bisa dilakukan dengan kaki atau diaduk dengan tangan. Bahan campuran yang ditambahkan pada saat pengolahan harus benar-benar menyatu dengan tanah liat secara merata. Bahan mentah yang sudah jadi ini sebelum dibentuk dengan cetakan, terlebih dahulu dibiarkan selama 2 sampai 3 hari dengan tujuan memberi kesempatan partikel-partikel tanah liat untuk menyerap air agar menjadi lebih stabil, sehingga apabila dibentuk akan terjadi penyusutan yang merata.

3. Pembentukan Batu Bata

Bahan mentah yang telah dibiarkan 2-3 hari dan sudah mempunyai sifat plastisitas sesuai rencana, kemudian dibentuk dengan alat cetak yang terbuat dari kayu atau kaca sesuai ukuran standart SNI S-04-1989-F atau SII-0021-78. Supaya tanah liat tidak menempel pada cetakan, maka cetakan kayu atau kaca tersebut dibasahi air terlebih dahulu. Lantai dasar pencetakan batu bata merah permukaannya harus rata

dan ditaburi abu. Langkah awal pencetakan batu bata yaitu letakkan cetakan pada lantai dasar pencetakan, kemudian tanah liat yang telah siap ditaruh pada bingkai cetakan dengan tangan sambil ditekan-tekan sampai tanah liat memenuhi segala sudut ruangan pada bingkai cetakan. Selanjutnya cetakan diangkat dan batu bata mentah hasil dari cetakan dibiarkan begitu saja agar terkena sinar matahari. Batu bata mentah tersebut kemudian dikumpulkan pada tempat yang terlindung untuk diangin-anginkan.

4. Pengeringan Batu Bata Merah

Proses pengeringan batu bata akan lebih baik bila berlangsung secara bertahap agar panas dari sinar matahari tidak jatuh secara langsung, maka perlu dipasang penutup plastik. Apabila proses pengeringan terlalu cepat dalam artian panas sinar matahari terlalu menyengat akan mengakibatkan retakan-retakan pada batu bata nantinya. Batu bata yang sudah berumur satu hari dari masa pencetakan kemudian dibalik. Setelah cukup kering, batu bata tersebut ditumpuk menyilang satu sama lain agar terkena angin. Proses pengeringan batu bata memerlukan waktu dua hari jika kondisi cuacanya baik. Sedangkan pada kondisi udara lembab, maka proses pengeringan batu bata sekurang-kurangnya satu minggu.

5. Pembakaran Batu Bata

Pembakaran yang dilakukan tidak hanya bertujuan untuk mencapai suhu yang diinginkan, melainkan juga memperhatikan kecepatan pembakaran untuk mencapai suhu tersebut serta kecepatan untuk mencapai pendinginan. Selama proses pembakaran terjadi perubahan fisika dan kimia serta mineralogy dari tanah liat tersebut. Proses pembakaran batu bata harus berjalan seimbang dengan kenaikan suhu dan kecepatan suhu, ada beberapa tahapan yang harus diperhatikan, yaitu : (Erna Hastuti, Miftakhul Huda 2012)

- a. Tahap pertama adalah penguapan (pengeringan), yaitu pengeluaran air pembentuk, terjadi hingga temperatur kira-kira 120°C.
- b. Tahap oksidasi, terjadi pembakaran sisa-sisa tumbuhan (karbon) yang terdapat di dalam tanah liat. Proses ini berlangsung pada temperatur 650°C-800°C.
- c. Tahap pembakaran penuh. Batu bata dibakar hingga matang dan terjadi proses sintering hingga menjadi bata padat. Temperatur matang bervariasi antara 920°C- 1020°C tergantung pada sifat tanah liat yang dipakai.

- d. Tahap penahanan. Pada tahap ini terjadi penahanan temperatur selama 1-2 jam. Pada tahap 1, 2 dan 3 kenaikan temperatur harus perlahan-lahan, agar tidak terjadi kerugian pada batanya. Antara lain: pecah-pecah, noda hitam pada bata, pengembangan, dan lain-lain.

Suhu pembakaran batu bata sangat berpengaruh pada kualitas batu bata. Semakin tinggi dan semakin lama proses pembakaran, maka kualitas bata yang dihasilkan akan semakin baik. Temperatur berguna untuk pengeringan batu bata, bahan bakar yang digunakan saat pembakaran biasanya menggunakan kayu, karena temperatur yang dihasilkan dapat lebih tinggi dan adanya unsur karbon dalam kayu dapat membuat bata menjadi keras.

2.2 Batu Bata Tanpa Bakar

Defenisi batu bata tanpa bakar merupakan suatu material konstruksi bangunan yang pembuatannya tidak melalui proses pembakaran. Batu bata tanpa bakar diproduksi dengan mencampurkan bahan mentah seperti tanah liat, pasir, dan semen dengan air dan kemudian dicetak dalam bentuk bata bata. Batu bata tersebut selanjutnya dikeringkan secara alami atau dengan bantuan sinar matahari. Proses pembuatan batu bata tanpa bakar tidak memerlukan penggunaan bahan bakar untuk memanaskan oven seperti pada pembuatan batu bata tradisional yang dipanggang dalam oven.

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

Pembuatan bata tanpa bakar juga saat sesuai dengan konsep green bulding karena dapat mencegah polusi udara akibat asap pembakaran, dan mencegah penggunaan bahan bakar kayu. (Widodo and Artiningsih 2021). Batu bata tanpa bakar dapat mengurangi emisi gas rumah kaca yang dihasilkan selama proses pembakaran batu bata tradisional.

Tabel 2. 2 Hasil Penelitian terdahulu Bata Tanpa Bakar

No	Penulis	Judul	Jurnal	Hasil
1	(Witjaksana, Sarya, and Widhiarto 2016)	Pembuatan Batu Bata Tanpa Bakar Dengan Campuran Sodium Hiroksida (NaOH) dan Sodium Silikat (Na ₂ SiO ₃)	Jurnal Hasil Penelitian LPPM Untag	Batu bata biasa tanpa proses pembakaran dengan campuran sodium hidrosida 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	(Harnadi and Hartantyo 2022)	Pembuatan Batu Bata Merah Tanpa Bakar Dengan Campuran Sludge (Limbah Padat)	Sipilsains	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.
3	(Darwis, Ulum, and Kurniawan 2016)	Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Berbahan Abu Sekam Padi dan Kapur Banawa	Prosiding SNF-MKS 2015 Karakteristik	Setiap penambahan 7,5% abu sekam padi akan meningkatkan kadar resapan air batu bata tanpa pembakaran sebesar ± 5,89%.

Dalam penggunaannya sebagai bahan bangunan yang banyak dipakai oleh masyarakat maupun konstruksi bangunan, bata tanpa bakar juga memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan sendiri, Berikut adalah kelebihan dan kekurangan dari bata tanpa bakar, di antaranya : Kelebihan bata tanpa bakar yaitu :

- a) Ramah lingkungan, Bata tanpa bakar dibuat tanpa proses pembakaran sehingga tidak memerlukan bahan bakar dan tidak menghasilkan emisi gas rumah kaca, sehingga lebih ramah lingkungan.
- b) Hemat biaya, Proses produksi bata tanpa bakar lebih murah karena tidak memerlukan bahan bakar, sehingga dapat menghemat biaya produksi.
- c) Mempunyai kinerja yang baik: Bata tanpa bakar dapat memiliki sifat mekanik dan kuat tekan yang cukup baik, serta mempunyai ketahanan terhadap air yang lebih baik daripada bata bakar.
- d) Mudah didaur ulang: Bata tanpa bakar dapat didaur ulang menjadi bahan bangunan baru tanpa merusak lingkungan.

Disamping kelebihan tersebut, bata tanpa bakar juga memiliki beberapa kekurangan tersendiri, berikut merupakan kekurangan dari bata tanpa bakar, yaitu : Tidak tahan terhadap suhu tinggi, Bata tanpa bakar tidak dapat digunakan pada pemakaian bangunan yang terkena suhu tinggi seperti pada pemakaian pada dinding tungku atau oven. Waktu produksi yang lama, Proses produksi bata tanpa bakar lebih lama dibandingkan dengan bata bakar karena bahan baku harus dikeringkan dengan alami dan tanpa proses pembakaran.

Meskipun bata tanpa bakar mempunyai beberapa kekurangan, namun dengan terus dilakukan penelitian dan pengembangan, kekurangan tersebut dapat diatasi sehingga bata tanpa bakar menjadi alternatif bahan bangunan yang lebih ramah lingkungan dan lebih baik dari segi kinerja.

2.3 Material Penyusun Batu bata

Bahan dasar pembentuk bata tergantung kepada jenis bata dan cara pembuatan. Untuk jenis batu bata yang dibakar dan dijemur bahan yang dipakai adalah lempung, sedangkan kapur dan semen dipakai untuk pembuatan bata jenis kapur pasir dan batako (bata beton). (Hartono 2020).

Material yang digunakan sebagai campuran batu bata merah yaitu tanah lempung, pasir, air dan bahan pengikat seperti semen dan kapur, juga diperlukan bahan campuran seperti serabut kelapa sawit untuk menambah daya ikat dan kuat terhadap batu bata. Dalam pembuatan campuran batu bata merah, material yang digunakan harus mempunyai kualitas yang baik dan memenuhi syarat yang telah ditentukan sehingga menghasilkan bata yang mempunyai kuat tekan yang tinggi. Material-material yang digunakan antara lain :

1. Tanah Lempung

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 keplastisan 25% - 30% (Shalahuddin 2012).

Tanah lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan, dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai luas. Dalam keadaan kering sangat keras, dan tak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Permeabilitas tanah lempung sangat rendah (Ara, Gandi, and Sarie 2021).

Tanah lempung terdiri dari butir-butir yang sanget kecil yang ukurannya kurang dari 0,002 mm serta menunjukkan sifat-sifat plastisitas dan kohesi. Kohesi menunjukkan kenyataan bahwa bagian-bagian itu melekat satu sama lainnya, sedangkan plastisitas adalah sifat yang memungkinkan bentuk bahan itu dirubah-rubah tanpa perubahan isi atau tanpa kembali ke bentuk aslinya, dan tanpa terjadi retakan- retakan atau terpecah-pecah. Tanah lempung merupakan sumber daya

alam yang melimpah dan mudah diakses di berbagai wilayah, Berdasarkan jenisnya sendiri tanah lempung terdiri dari : (FADLY 2021)

a. Tanah lempung primer

Jenis lempung yang terbentuk akibat pelapukan batuan feldspatik oleh gaya endogen yang tidak bermigrasi dari batuan induk, yang berwarna putih pucat hingga berwarna kusam, cenderung berupa butiran atau butiran kasar, bukan plastis, memiliki daya leleh tinggi, susut rendah, dan ketahanan terhadap api atau pembakaran.

b. Tanah lempung sekunder

Jenis tanah lempung yang terbentuk akibat pelapukan batuan feldspar yang menjauh dari batuan induk karena adanya gaya eksogen. Ciri khasnya tidak murni, berbutir halus, abu-abu, coklat, merah, kuning, susut tinggi, titik leleh rendah, tahan api.

Sifat-sifat yang dimiliki tanah lempung diantaranya adalah sebagai berikut : (Bintang, Setyanto, and Adha 2012)

- a. Ukuran butir halus, yaitu kurang dari 0,002 mm.
- b. Permeabilitas rendah.
- c. Kenaikan air kapiler tinggi.
- d. Bersifat sangat kohesif.
- e. Kadar kembang susut tinggi.
- f. Proses konsolidasi lambat.

Tanah lempung adalah material dasar dalam pembuatan batu bata jenis bakar dan jemuran. Tanah lempung yang diolah tersebut berasal dari pelapukan batubatuan seperti basal, andasit, granit dan lainnya yang banyak mengandung felsfar, felsfar merupakan senyawa dari silika-kalsium-aluminium, silikat-natrium-aluminium, silikat-kalsium- aluminium. Dalam pemanfaatan tanah lempung untuk pembuatan batu bata, dibutuhkan beberapa syarat yang diikhtisarkan sebagai berikut : (Shalahuddin 2012).

- 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. 3 Hasil penelitian terdahulu menggunakan tanah lempung sebagai bahan campuran.

No	Penulis	Judul	Jurnal	Hasil
1	(Andayono and Juliafad 2019)	Karakteristik Batu Bata Campuran Hasil Sedimentasi Penambangan Batu Gamping Area 412,3 Ha Bukit Tajarang	INVOT EK: Jurnal Inovasi Vokasional dan Teknologi	Batu bata dengan komposisi campuran 70 tanah lempung, 30% bahan sedimentasi, memberikan mutu bata tertinggi.
2	(Shalahudin 2012)	Variasi Tanah Lempung, Tanah Lanau Dan Pasir Sebagai Bahan Campuran Batu Bata	Jurnal Teknobiologi	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%.

Tanah lempung memiliki kepadatan yang tinggi karena partikel-partikel halus yang padat dan rapat. Hal ini membuatnya cenderung berat dan padat. Partikel-partikel halusnya dapat saling menempel, membentuk agregat-agregat yang rapat. Ini membuat tanah lempung memiliki sifat yang lengket sehingga sangat cocok jika digunakan sebagai material pembuatan batu bata.

2. Semen Portland

Semen Portland adalah salah satu bahan konstruksi yang paling umum digunakan di seluruh dunia. Namun, penggunaan semen Portland tidak hanya terbatas pada beton dan mortar, tetapi juga dapat menjadi campuran yang efektif dalam pembuatan batu bata tanpa bakar. Semen ini terbuat dari bahan baku seperti batu kapur, tanah liat, pasir, dan bijih besi yang dipanaskan dalam tungku hingga mencapai suhu tinggi. Proses ini menghasilkan klinker yang kemudian digiling menjadi serbuk halus.

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 dan dari zat aditif yang ditambahkan (Widodo and Artiningsih 2021).

Dalam dunia konstruksi, semen Portland digunakan dalam pembuatan beton, mortar, dan campuran lainnya. Keunggulan semen Portland termasuk kekuatan yang tinggi, tahan terhadap cuaca ekstrem, kemampuan bekerja dengan berbagai bahan tambahan, serta ketersediaan dan keandalannya.

Semen Portland didefinisikan sebagai produk yang didapatkan dari penggilingan halus klinker yang terdiri terutama dari kalsium silikat hidraulik, dan mengandung satu atau dua bentuk kalsium silikat sebagai tambahan antar giling. Kalsium silikat hidraulik mempunyai kemampuan mengeras tanpa pengeringan atau reaksi dengan karbon dioksida di udara, dan oleh karena itu berbeda dengan perekat (pengikat) anorganik seperti plaster paris. Reaksi yang berlangsung pada pengerasan semen adalah hidrasi dan hidrolisis (Hartono 2020).

Material yang mempunyai sifat-sifat adhesif dan kohesif sebagai perekat yang mengikat fragmen-fragmen mineral menjadi suatu kesatuan yang kompak. Perekat inilah yang menimbulkan reaksi memadat dan membentuk massa yang keras. Semen dikelompokkan kedalam 2 (dua) jenis yaitu semen hidrolis dan semen non-hidrolis. Semen hidrolis adalah suatu bahan pengikat yang mengeras jika bereaksi dengan air serta menghasilkan produk yang tahan air, sedangkan semen non-hidrolis adalah suatu bahan pengikat yang bila dicampur dengan air menghasilkan produk yang dapat mengeras setelah bereaksi dengan karbondioksida, bukan dengan air (Valentin, Yani, and Gandi 2021).

Tabel 2. 4 Hasil penelitian terdahulu menggunakan semen Portland sebagai bahan campuran.

No	Penulis	Judul	Jurnal	Hasil
1	(Sukobar et al. 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	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	(Widodo and Artiningsih 2021)	Optimasi Semen Pada Pembuatan Batu Bata Tanpa Bakar	Dinamika Teknik Sipil: Majalah Ilmiah Teknik Sipil	Penambahan campuran semen 17 % pada bata semen-lempung tanpa pembakaran pada pengeringan selama 7 (tujuh) hari dalam suhu kamar dan oven 40°C selama 24 jam menghasilkan kuat tekan yang maksimal, yakni sebesar 52 kg/cm ² , sehingga proposi optimum semen terhadap lempung adalah 15%.
---	-------------------------------	-----------------------------------------------------	----------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Semen Portland memiliki sifat ikat hidrolik yang memungkinkan campuran semen dengan air membentuk pasta yang kuat dan tahan terhadap beban struktural. Setelah dicampur dengan air, reaksi kimia yang disebut hidrasi terjadi, di mana molekul air berikatan dengan partikel-partikel semen dan membentuk produk pengerasan yang disebut hidrasi. Proses ini menghasilkan gel yang kuat dan padat, yang memberikan kekuatan dan daya tahan pada struktur yang dibangun.

3. Pasir

Dalam pembuatan bata, pasir sering digunakan sebagai salah satu bahan campuran yang penting. Pasir berperan penting dalam memberikan kekuatan struktural, stabilitas, dan sifat fisik yang diinginkan pada bata yang dihasilkan. Pasir dalam campuran bata bertindak sebagai agregat kasar yang membantu meningkatkan kekuatan struktural bata, pasir membantu mencegah deformasi dan retak yang berlebihan.

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 (Shalahuddin 2012).

Pasir dapat dibagi lagi menjadi fraksi-fraksi kasar, medium, dan halus. Pasir dapat dideskripsikan sebagai yang bergradasi baik, bergradasi buruk, bergradasi

seragam atau bergradasi timpang (gap graded). (Ara, Gandi, and Sarie 2021). Pasir dalam campuran bata bertindak sebagai agregat kasar yang membantu meningkatkan kekuatan struktural bata. Butiran pasir memberikan dukungan dan stabilitas dalam matriks tanah liat yang membentuk bata. Keberadaan pasir sangat dibutuhkan sebagai material tambahan untuk mengurangi keplastisan tanah lempung dan penyusutan batu bata.

Pasir merupakan butiran mineral alami sebagai bahan pembentuk adukan (spesi) atau mortar dapat berupa pasir alam yaitu sebagai hasil desintegrasi alami dari batuan yang banyak macamnya atau dapat berupa pasir buatan yaitu pasir yang dihasilkan oleh alat-alat pemecah batu. Pasir menempati kira-kira sebanyak 70% volume mortar. Akan tetapi pasir sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mortar, sehingga pemilihan pasir sangat penting dalam dalam pembuatan mortar (Process and Policymaking 1971).

Tabel 2. 5 Hasil penelitian terdahulu menggunakan pasir sebagai bahan campuran

No	Penulis	Judul	Jurnal	Hasil
1	(Daniswara and Walujodjati 2022)	Pengaruh Campuran Pasir Terhadap Batu Bata Merah	Jurnal Konstruksi	Persentasi penambahan pasir terhadap lama waktu pembakaran terbaik terjadi pada penambahan pasir 40 % karena nilai susut bakarnya sedikit sedangkan dalam kuat tekan batu bata yang di campur pasir akan mengalami kuat tekan yang stabil dengan kuat tekan bata yang normal.

2	(Shalahudin 2012)	Variasi Tanah Lempung, Tanah Lanau Dan Pasir Sebagai Bahan Campuran Batu Bata	Jurnal Teknobiologi	Ditinjau dari kuat tekan yang dihasilkan, batu bata dengan menggunakan variasi campuran tanah lempung, tanah lanau dan pasir memenuhi standar kuat tekan yang diizinkan (SNI = 25-250 kg/cm ²) yaitu antara 26,67 kg/cm ² - 104,67 kg/cm ² .
---	-------------------	-------------------------------------------------------------------------------	---------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Dengan menggunakan pasir yang tepat dalam campuran bata, dapat diperoleh bata yang kuat, stabil, tahan terhadap deformasi, memiliki sifat termal yang baik, dan mengendalikan penyerapan air. Semua ini sangat penting untuk memastikan bata yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik, tahan lama, dan cocok untuk digunakan dalam berbagai konstruksi dan aplikasi bangunan.

4. Air

Air merupakan bahan yang sangat penting dalam proses reaksi pengikatan material-material yang digunakan untuk pembuatan batu bata. Agar batu bata mudah dicetak, perlu adanya penambahan kadar air pada kadar tentu sesuai jenis batu bata yang diproduksi (Shalahuddin 2012).

Air berfungsi dari air adalah sebagai media untuk memudahkan dalam proses mencampur bahan dan pencetakannya. Hal yang perlu diperhatikan dalam pemberian air adalah banyaknya air yang ditambahkan harus sesuai dengan jumlah campuran atau komposisi yang akan dicetak. Jika pemberian air terlalu banyak akan berakibat adonan menjadi lembek sehingga sukar dicetak. Demikian pula bila pemberian air terlalu sedikit maka yang terjadi tanah liat akan menjadi keras dan sukar dibentuk, akibatnya akan menjadi retak-retak (Hastutiningrum 2013).

Air merupakan material yang sangat penting dalam penelitian ini, air yang digunakan harus bersih dan bebas dari campuran bahan lain seperti minyak, tumbuhan, dan kandungan lain. Air mempunyai pengaruh terhadap kekuatan dan kemudahan dalam proses pembuatan batu bata. Karena kelebihan air dapat

menurunkan kekuatan batu bata. Sedangkan kekurangan air dapat Membuat tanah liat menjadi keras dan sulit untuk proses pembentukan batu bata.

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

1. Tidak mengandung lumpur (benda melayang lainnya) lebih dari 2 gram/liter.
2. Tidak mengandung garam-garam yang dapat merusak mortar lebih dari 15 gram/liter.
3. Tidak mengandung Klorida (Cl) lebih dari 0,5 gram/liter.
4. Tidak mengandung senyawa Sulfat lebih dari 1 gram/liter.

Tabel 2. 6 Hasil penelitian terdahulu menggunakan air sebagai bahan campuran.

No	Penulis	Judul	Jurnal	Hasil
1	(Finanda and Purwandi to 2020)	Analisis Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Batu Bata Pasca Pembakaran Menggunakan Bahan Campuran Abu Serbuk Kayu	Jurnal Media Teknik Sipil Samudra	Hasil dari pengujian daya serap air pada batu bata dengan campuran abu serbuk kayu yang paling tinggi ada pada variasi 15 % dengan nilai 13,54% dan nilai terendah pada variasi campuran 30% yaitu 12,34%.

2	(Ardi and Said 2016)	Uji Kuat Tekan dan Daya Serap Air Batu Bata Dengan Penambahan Agregat Limbah Cangkang Telur	Jurnal Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin Makassar	Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan, daya serap air dan densitas digunakan masing-masing komposisi serbuk kaca yaitu 0 %, 10 %, 20 %, 30 % dan 40 % telah memenuhi nilai standar yaitu nilai kuat tekan secara minimum 223,41 kg/cm ² dan maksimumnya 253,37 kg/cm ² (sesuai kategori kelas 200 menurut SII-0021-1978)
---	----------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Penggunaan air dalam campuran batu bata harus diatur dengan cermat. Jumlah air yang terlalu sedikit dapat mengakibatkan campuran yang terlalu kering dan sulit dibentuk, sedangkan kelebihan air dapat mengurangi kekuatan dan stabilitas bata. Oleh karena itu, proporsi air dalam campuran harus disesuaikan agar mencapai konsistensi yang tepat dan hasil yang optimal.

5. Kapur

Dalam dunia konstruksi, kapur telah lama menjadi bahan yang umum digunakan dalam campuran batu bata. Kapur dapat memberikan peningkatan pada kekuatan dan kestabilan batu bata. Ketika kapur ditambahkan ke dalam campuran, ia bertindak sebagai material pengikat tambahan. Ini membantu meningkatkan ikatan antara partikel-partikel bahan lain, seperti tanah liat dan pasir, sehingga membentuk struktur yang lebih padat dan kuat. Seiring dengan itu, kapur juga memberikan stabilitas struktural yang lebih baik pada batu bata yang dihasilkan.

Kapur memiliki sifat yang kurang menyerap air dibandingkan dengan beberapa bahan lainnya. Dengan demikian, penambahan kapur dalam campuran batu bata dapat membantu mengurangi kemampuan bata untuk menyerap air secara

berlebihan, yang dapat mengurangi risiko pembusukan atau kerusakan akibat perubahan kelembaban.

Kapur merupakan komponen bahan spesi/mortar yang diperoleh dari pembakaran batu kapur pada suhu tertentu kemudian dipadamkan dengan air. Kapur (CaCO_3) pada spesi/mortas berfungsi sebagai bahan pengikat yang berwarna putih (Sukobar et al. 2014). Ada dua macam kapur yang dikenal yaitu hydraulic lime (HL) dan natural hydraulic lime (NHL). Dari kedua macam kapur ini yang merupakan bahan yang terdapat di alam yang mengandung kapur berlempung atau silika. Kedua bahan ini telah klasifikasikan kedalam kelas dan kekuatan masing-masing yang dicapai pada umur 28 hari seperti material yang berbahan dasar semen (Supriatna et al. 2020).

Jenis kapur yang baik adalah kapur putih, yaitu yang mengandung kalsium oksida yang tinggi ketika masih berbentuk kapur tohor (belum berhubungan dengan air) dan akan mengandung banyak kalsium hidroksida ketika telah berhubungan dengan air (Hartono 2020).

Tabel 2. 7 Hasil penelitian terdahulu menggunakan air sebagai bahan campuran.

No	Penulis	Judul	Jurnal	Hasil
1	(Ridwan 2023)	Analisis Kapasitas Lekatan Batu Bata Mutu Rendah Dan Mortar Kapur Dalam Struktur Dinding Batu Bata	JICE (Journal of Infrastructu ral in Civil Engineerin g)	kuat tekan bata yang bervariasi dan tidak memenuhi syarat SNI yaitu 5 Mpa serta mutu mortar divariasikan dengan menggunakan campuran kapur sebanyak 15 % pada 28 hari memiliki kuat tekan lebih besar dari pada kuat tekan bata.

2	(Fajriana, ST, and Nasution 2009)	Perbandingan Mutu Antara Mortar Pasangan Bata Komposisi 1 Kapur : 2 Semen Merah : 3 Pasir Dengan Mortar Pasangan Bata Komposisi 1 Semen Portland : 4 Pasir	Menara: Jurnal Teknik Sipil	Pemakaian kapur dalam adukan menyebabkan adukan menjadi lebih plastis dan memiliki waktu setting yang lama dalam pelaksanaan, sehingga mortar pasangan bata komposisi 1 kapur : 2 semen merah : 3 pasir mempunyai workability yang lebih baik dibandingkan dengan mortar pasangan bata komposisi 1 kapur : 4 pasir
---	-----------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Kapur berperan penting dalam meningkatkan kekuatan dan kestabilan batu bata dengan bertindak sebagai material pengikat tambahan. Hal ini membantu membentuk struktur yang lebih padat dan kuat dengan meningkatkan ikatan antara partikel-partikel bahan lain seperti tanah liat dan pasir.

6. Serabut Kelapa Sawit

Serabut adalah limbah sawit yang dihasilkan dari hasil pengolahan pemerasan buah sawit pada saat proses kempa (press) yang berbentuk pendek seperti benang dan berwarna kuning kecoklatan. Setiap pengolahan 1 ton TBS menghasilkan 120 kg atau 12 % dari hasil pengolahan per ton (Siswanto 2020).

Serabut merupakan limbah sisa perasan buah sawit berupa serabut. Bahan ini mengandung protein kasar sekitar 4% dan serat kasar 36% (lignin 26%). Serabut didapat dari bagian dalam buah sawit yang diproses dalam mesin (alat pengempa). Pengempaan (proses pemerasan) merupakan salah satu proses pengolahan kelapa sawit di PKS. Serabut biasanya berukuran pendek sesuai buah sawit. Kandungan kimia serabut didominasi oleh glukosa sebanyak 219kg/ton berat kering, xylan 153 kg/ton berat kering, lignin 234 kg/ton berat kering, SiO₂ 632 kg/ton berat kering,

K₂O 90 kg/ ton berat kering, dan CaO 72 kg/ton berat kering (Dedi Kurniawan and Yulianto 2020).

Serabut kelapa sawit memiliki daya serap air yang cukup tinggi, sekitar 8-9 kali beratnya mampu menyerap air di sekitarnya. Selain itu, serabut kelapa sawit mengandung kadar garam yang rendah, sehingga bebas dari bakteri dan jamur. Serabut kelapa sawit memiliki sifat fisik yaitu porositas densitas 95% 25ontr atau densitas curah $\pm 0,25$ gram/ml (Trianah 2022).

Secara umum Serabut memiliki sifat sebagai pengikat dan pengisi pori-pori apabila dicampur dengan bahan lain. Sehingga Serabut dapat digunakan sebagai bahan perekat dalam pembuatan batu bata. Komposisi campuran Serabut dalam batu bata yang tepat diperlukan untuk memperoleh kekuatan bata yang maksimal. Serat sawit memiliki kekuatan tarik yang tinggi, sehingga Ketika ditambahkan ke dalam campuran batu bata, mereka dapat meningkatkan kekuatan mekanik dan ketahanan terhadap tekanan. Serat ini membentuk jaringan serat yang terikat dengan matriks batu bata, memberikan kekuatan tambahan dan mencegah retak atau keretakan pada batu bata.

Penggunaan serat sawit dalam campuran batu bata juga berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan. Serat sawit merupakan limbah sisa dari industri kelapa sawit, sehingga penggunaannya membantu mengurangi limbah dan mendaur ulang bahan yang ada.

Tabel 2. 8 Hasil penelitian terdahulu menggunakan Serabut sebagai bahan

No	Penulis	Judul	Jurnal	Hasil
1	(Ramli 2010)	Effects of Palm Fiber on the Mechanical Properties of Lightweight Concrete Crushed Brick	American Journal of Engineering and Applied Sciences	Penggunaan 0,8% dari fraksi volume serat sawit dapat dianggap sebagai persentase optimal untuk jenis beton ini dari segi kekuatan tekan dan kekuatan lentur tertinggi. Persentase peningkatan kekuatan tekan dan kekuatan lentur menggunakan fraksi volume serat yang optimal masing-masing adalah 13,4% dan 16,1%.
2	(Eslami, Mohammadi, and Mirabi Banadaki 2022)	Palm fiber as a natural reinforcement for improving the properties of traditional adobe bricks Corresponding author : Abolfazl Eslami Assistant Professor, Department of Civil Engineering	Construction and Building Materials	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%.

3	(Munthe, Zendrato, and Sumarno 2022)	The Effect of Adding Palm Fiber and Substitution of Bricks With Coarse Aggregate on the Compressive Strength of Concrete	International Journal Of Civil Enineering	Berdasarkan hasil penelitian diperoleh penambahan serat 1% dan 3%, batu bata 5% dapat digunakan pada konstruksi karena memiliki hasil yang sesuai dengan perencanaan awal. Menurut SNI 2847:2013 tentang bangunan struktural beton tidak boleh kurang dari 17 Mpa
---	--------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

2.4 Syarat Mutu Batu Bata

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

- a. Pandangan Luar Batu bata merah harus mempunyai rusuk-rusuk yang tajam dan siku, bidang sisi harus datar, tidak menunjukkan retak-retak dan perubahan bentuk yang berlebihan, tidak mudah hancur atau patah, warna seragam, dan berbunyi nyaring bila dipukul.
- b. Ukuran Standar Bata Merah di Indonesia
SNI (Standar Nasional Indonesia) Nomor 15-2094-2000 menetapkan suatu ukuran standar untuk bata merah sebagai berikut :
 - 1) Panjang 240 mm, lebar 115 mm dan tebal 52 mm
 - 2) Panjang 230 mm, lebar 110 mm dan tebal 50 mm

Batu bata harus memenuhi dimensi yang ditetapkan, termasuk panjang, lebar, dan tinggi. Standar memberikan toleransi maksimal yang diizinkan untuk setiap dimensi batu bata.

Berikut merupakan tabel ukuran bata merah menurut SNI 15-2094-2000 :

Tabel 2. 9 Ukuran batu bata merah menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 15-2094-2000 (SNI 15-2094-2000)

No	Modul	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)
1.	M5-a	65±2	90±3	190±4
2.	M5-b	65±2	100±3	190±4
3.	M6-a	52±3	110±4	230±4
4.	M6-b	55±3	110±6	230±5
5.	M6-c	70±3	110±6	230±5
6.	M6-d	80±3	110±6	230±5

c. Kuat Tekan

Kuat tekan bata merah adalah nilai kuat tekan saat retak pertama terjadi pada bata merah. Besar kuat tekan rata-rata dan koefisien variasi yang diizinkan untuk bata merah. Dalam SNI 15-2094-2000, 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. dikelompokkan menjadi beberapa kelas yang dapat dilihat padatable 2.4 di bawah ini :

Tabel 2. 10 Koefisien yang Diizinkan pada Pengujian Kuat Tekan Bata Merah Menurut (SNI 15-2094-2000)

Kelas	Kuat Tekan Rata-Rata dari 30 Buah Batu Bata yang Diuji di Laboratorium (MPa)	Koefisien Variasi yang Diizinkan dari Ketentuan (%)
50	50 (5)	22
100	100 (10)	15
150	150 (15)	15

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)

d. Pengujian Daya Serap Bata

Daya serap bata adalah besarnya penyerapan bata terhadap air. Besarnya daya serap dirumuskan sebagai berikut :

$$\text{Daya serap bata (Ds)} = \frac{A-B}{B} \times 100 \% \quad (2. 2)$$

Dengan :

Ds = Daya serap bata

A = Berat bata basah (gr)

B = Berat bata kering oven (gr)

e. Kadar Garam batu bata

Kadar garam yang ada pada bata dapat disebabkan dari faktor lingkungan disekitarnya yaitu, sumber material (tanah liat) terkontaminasi dengan air laut (dekat dengan pantai) sehingga bata yang sudah jadi dapat menimbulkan Kristal-kristal garam pada permukaan bata. Untuk menghitung besarnya kadar garam tergantung dari besarnya luasan bata yang ada kandungan garamnya dibagi dengan luasan bata dikali 100%.

$$\text{Kadar garam (g)} = \frac{AG}{A} \times 100\% \quad (2. 3)$$

Dengan :

G = kadar garam (%)

Ag = Luasan kandungan garam (cm²)

A = Luasan Bata (cm²)

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

1. Tidak membahayakan :

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

2. Ada kemungkinan membahayakan :

Bila 50% atau lebih dari permukaan bata tertutup oleh lapisan putih yang agak

tebal karena pengkristalan garam-garam yang dapat larut, tetapi bagian- bagian dari permukaan bata tidak menjadi bubuk atau terlepas.

3. Membahayakan :

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

2.5 Sifat Mekanik Bata

Sifat mekanik bata merujuk pada karakteristik fisik dan mekanik yang dimiliki oleh bahan konstruksi bata. Sifat-sifat ini mencakup kekuatan tekan, Kerapatan Semu (Apparent Density), Penyerapan Air, Kadar Air, Berat jenis dan Modulus Elastisitas (ME). Sifat-sifat ini sangat penting dalam menentukan keandalan dan kinerja bata dalam berbagai aplikasi konstruksi. Dengan memahami sifat mekanik bata, kontraktor dan insinyur dapat memilih bata yang sesuai dengan kebutuhan konstruksi dan memastikan keberhasilan proyek yang baik.

Sifat mekanis batu bata adalah sifat yang ada pada batu bata jika dibebani atau dipengaruhi dengan perilaku tertentu Civil Engineering Materials, berikut ini sifat mekanis pada batu bata (Prayuda, Setyawan, and Saleh 2018).

2.5.1 Kerapatan Semu (Apparent Density)

Standar yang disyaratkan pada SNI-15-2094-2000 adalah kerapatan semu minimum batu bata untuk pasangan dinding adalah 1,2 gram/cm³. Kerapatan semu (Qsch) dapat dihitung dengan Persamaan antara lain.

$$Qsch = \frac{Md}{V_{sc}} \text{ gram/cm}^3 \quad (2.4)$$

$$Qsch = \frac{Md}{c-b} \times d_w \text{ gram/cm}^3$$

Dengan :

Md = Berat kering oven (gram).

b = Berat di dalam air (gram).

c = Berat setelah direndam (gram).

Vsch = Volume batu bata (m³).

dw = Kerapatan (density) air 1,0

2.5.2 Penyerapan Air

penyerapan air adalah kemampuan maksimum batu bata untuk menyimpan atau menyerap air atau lebih dikenal dengan batu bata yang jenuh air. Standar yang disyaratkan pada SNI 15-2094-2000 adalah penyerapan air maksimum bata merah pejal untuk 28 pasangan dinding adalah 20%. Penyerapan air dapat dihitung sebagai berikut.

$$\text{Penyerapan} = \frac{A-B}{B} \times 100\% \quad (2.5)$$

Dengan :

A = Berat jenuh setelah direndam (gr).

B = Berat setelah dioven (gr).

2.5.3 Berat Kadar Air

Kadar air adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam batu bata dengan berat kering batu bata, dinyatakan dalam persentase. Kadar air (w) didefinisikan sebagai berikut.

$$W = \frac{W_w}{W_s} \times 100\% \quad (2.6)$$

Dengan :

Ww = Berat normal (gr).

Ws = Berat kering (gr).

2.5.4 Berat Jenis

Berat jenis di definisikan sebagai massa per satuan volume. Didefinisikan sebagai berikut.

$$\text{Berat jenis } (\rho) = \frac{\text{Massa } (M)}{\text{Volume } (V)} = (\text{gr/cm}^3) \quad (2.7)$$

Dengan :

M = Massa normal (gr),

V = Volume benda (cm³).

2.5.5 Kuat Tekan

Kuat tekan adalah kekuatan tekan maksimum yang dipikul dari pasangan batu bata. Pengujian ini dilakukan untuk menunjukkan mutu dan kelas kuat tekannya. Kuat tekan diperoleh dari hasil bagi beban tekan tertinggi dan luas bidang. Besarnya kuat tekan rata-rata dan koefisien variasi yang diizinkan untuk batu bata untuk pasangan dinding menurut SNI-15-2094-2000

Tabel 2. 11 Koefisien yang Diizinkan pada Pengujian Kuat Tekan Bata Merah Menurut (SNI 15-2094-2000)

Kelas	Kuat Tekan Rata-Rata dari 30 Buah Batu Bata yang Diuji di Laboratorium (MPa)	Koefisien Variasi yang Diizinkan dari Ketentuan (%)
50	50 (5)	22
100	100 (10)	15
150	150 (15)	15

Kuat tekan dapat dihitung menggunakan rumus di bawah ini :

$$f_m = \frac{P_{maks}}{A} \quad (2.8)$$

Keterangan :

f_m = Kuat tekan bata merah (MPa)

P_{maks} = Gaya tekan maksimum (N)

A = Luas bidang tekan (mm²)

2.6 Kuat Tekan Bata

kekuatan dari bata merah merupakan daya tahan dari bata merah terhadap gaya-gaya tegak lurus yang dibagi dengan luas bata merah tersebut. Untuk mengetahui kekuatan dari batu bata merah ada beberapa metode pengujian diantaranya, metode SNI Mengacu pada kekuatan bata merah yang didapat melalui hubungan antara gaya-gaya yang diberikan dengan luas bata merah tentu perbedaan metode pengujian dan bentuk benda uji berpengaruh pada kekuatan bata merah tersebut. Dengan kondisi batu bata merah di Indonesia yang tidak terstandar, sehingga perlu dilakukan penelitian untuk Mengetahui seberapa besar kekuatan

batu bata merah yang ada di Indonesia dengan menggunakan metode SNI dan ASTM (PERMATA 2022).

a) SNI 15-2094-2000

Dalam SNI 15-2094-2000 tentang “Bata Merah Pejal untuk Pasangan Dinding”, diatur mengenai metode pengujian kuat tekan bata merah. Pada percobaan ini 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.

b) Kuat Tekan Bata Merah

Kuat tekan bata merah adalah kekuatan tekan maksimum bata merah per satuan luas permukaan yang dibebani. Kuat tekan juga bisa didefinisikan sebagai daya tahan bahan terhadap gaya-gaya yang bekerja sejajar atau tegak lurus, yang sifatnya tekan. Dalam menghitung kuat tekan batu bata

$$C = \frac{W}{A} \quad (2.9)$$

Dengan :

C = Kuat Tekan (Kg/Cm²),

W = Beban Maksimum (Kg) dan

A = Luas Rata-Rata Sampel Yang Diuji (cm²).

Tabel 2. 12 Kekuatan Tekan Rata-rata Batu bata (SNI-10, 1978)

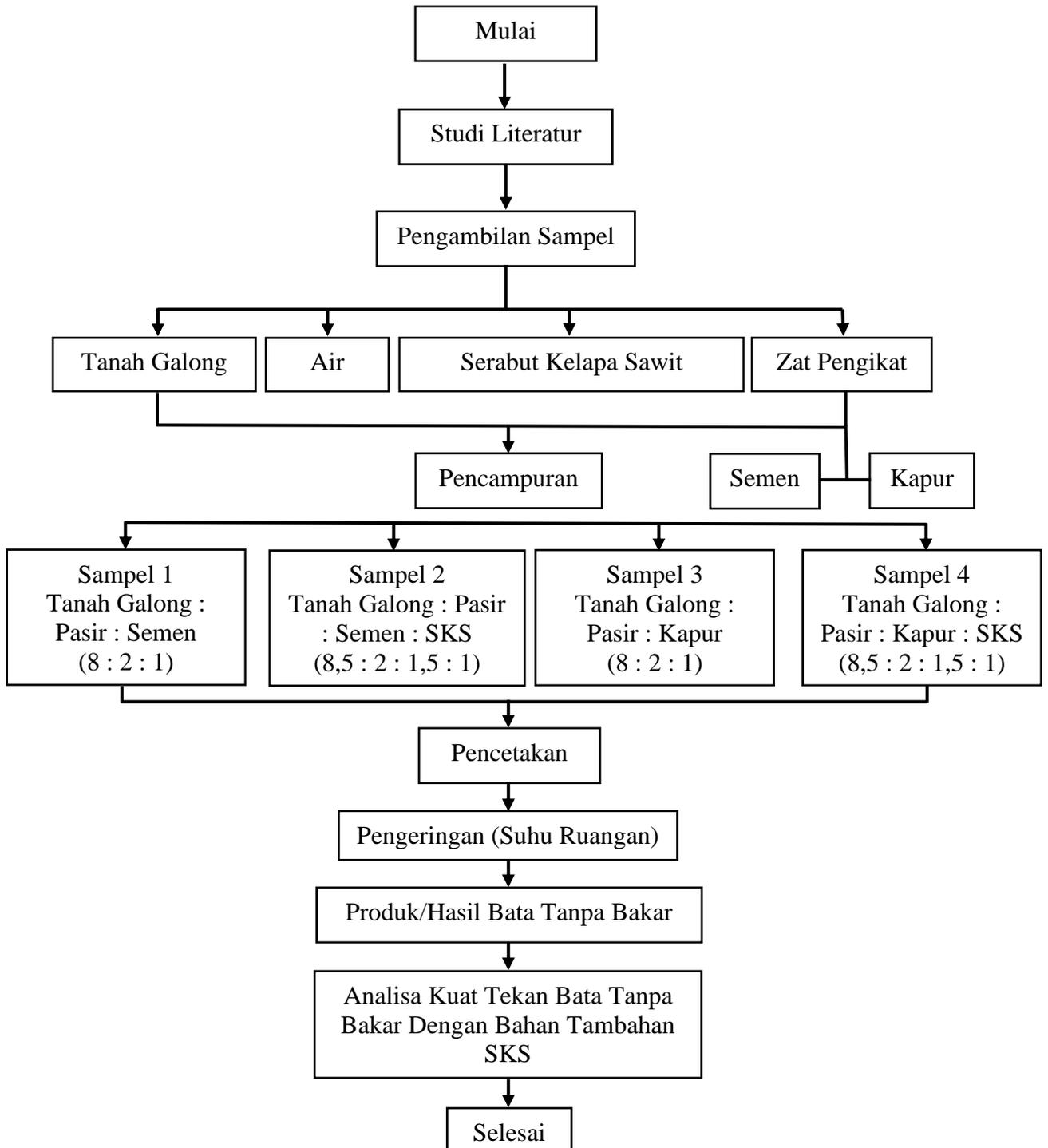
Kelas	Kekuatan tekan rata-rata batu bata		Koefesiensi variasi yang di ijinan
	Kg/cm ²	N/mm ²	
25	25	2.50	5%
50	50	5.0	22%

100	100	10	22%
150	150	15	15%
200	200	20	15%
250	250	25	15%

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kemampuan batu bata dalam menahan tekanan, termasuk tekanan akibat beban bangunan dan pengaruh cuaca seperti hujan dan angin. Pengujian kuat tekan pada bata adalah suatu cara untuk mendapatkan besarnya kuat tekan maksimal yang di terima oleh bata dari permukaan atas bata. Dalam penelitian (Rahim et al. 2021) diperoleh hasil kuat tekan bata merah tanpa serbuk gergaji dengan nilai (1,77 MPa), dengan penambahan 10% serbuk gergaji halus (5,88 MPa) dan pada penambahan 10% serbuk gergaji kasar (5,19 MPa). Sehingga hasil yang memenuhi dalam standar SII-0021-78 adalah bata yang menggunakan serbuk gergaji halus dan serbuk gergaji kasar, keduanya tergolong dalam kelas 50.

BAB 3
METODE PENELITIAN

3.1 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3. 1 Bagan Alir Metodologi 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. Dalam penelitian ini, peneliti akan membuat sampel bata tanpa bakar dengan penambahan serabut kelapa sawit, dan selanjutnya melakukan pengujian kuat tekan bata dan pasangan bata pada sampel-sampel tersebut menggunakan 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 dengan variasi penambahan serabut kelapa sawit. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan mesin uji kuat tekan yang biasanya tersedia di laboratorium teknik sipil atau laboratorium berstandar.

3.2.1 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 Agustus 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, 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 diperoleh dari pabrik kapur atau tempat penjual kapur.



Gambar 3. 4 Kapur

4. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Tiga Roda (Semen Portland Komposit) yang sudah berstandar SNI.



Gambar 3. 5 Semen

5. Pasir

Agregat halus (pasir) yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir dari Binjai dengan kualitas yang baik.



Gambar 3. 7 Pasir

6. Serat Kelapa Sawit (SKS)

Serat kelapa sawit yang digunakan adalah serat kelapa sawit yang diambil dari industri pengolahan sawit rumahan yang beralamat di Jalan Tembung Pasar 1. Serat kelapa sawit ini diperoleh dari limbah kelapa sawit yang diolah menjadi serat kasar dengan panjang tertentu. Pada limbah SKS tersebut dilakukan proses pemisahan antar sampah dan SKS serta melakukan pemotongan SKS menjadi bagian kecil.



Gambar 3. 8 Serat Kelapa Sawit

3.5 Alat Yang Digunakan

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

1. Cetakan bata

Cetakan bata yang digunakan pada penelitian ini menggunakan cetakan bata yang sudah memenuhi standard dengan ukuran panjang 20 cm, lebar 10

cm, dan tinggi 6cm sebagai cetakan untuk sampel uji.



Gambar 3. 9 Alat Cetak Bata

2. Mesin alat cetak bata (pompa hidrolik)

Mesin alat cetak bata hidrolik, digunakan untuk alat cetak bata yang diletakan dibagian pompa hidrolik agar bata dapat terbentuk dengan standard.



Gambar 3. 10 Mesin Pompa Hidrolik

3. Timbangan digital.

Timbangan digital digunakan untuk menimbang massa pada bahan material pada penelitian.



Gambar 3. 11 Timbangan Digital

4. Saringan

Saringan digunakan untuk menyaring material tanah yang sudah dikeringkan, agar menjadi agregat halus.



Gambar 3. 12 Saringan

5. Gelas ukur.

Gelas ukur digunakan untuk mengukur komposisi air yang digunakan pada penelitian.



Gambar 3. 13 Gelas Ukur

6. Penggaris atau jangka sorong.

Penggaris digunakan untuk mengukur bata yang sudah selesai cetak pada penelitian.



Gambar 3. 14 Penggaris atau jangka sorong.

7. Wadah atau ember

Ember digunakan untuk menampung air yang digunakan untuk dipakai ketika membuat bata.



Gambar 3. 15 Wadah atau ember

8. Sekop.

Sekop digunakan untuk meratakan atau mengambil bahan material tanah pada penelitian.



Gambar 3. 16 Sekop

9. Alat kuat tekan bata (compression test).

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



Gambar 3. 17 Alat kuat tekan bata (compression test).

3.6 Pengambilan dan Pengolahan Data Sampel

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

6.1. 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.

6.2. 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, dan serat kelapa sawit. Lalu, untuk massa air menggunakan gelas ukur sebagai acuan massa yang digunakan.

6.3. 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. 1 Variasi Komposisi Sampel

No	Zat pengikat		Tanah galong	Pasir	SKS	Ket	Kode Sampel
	Semen	Kapur					
1.	1	-	8	2	-	Control	CCG
2.	1	-	8	2	1	SKS	CGS
3.	-	1	8	2	-	Control	CLG
4.	-	1	8	2	1	SKS	LGS

Keterangan :

- a. SKS = Serat Kelapa Sawit
- b. CCG = Control Cement Galong
- c. CLG = Control Lime Galong
- d. CGS = Cement Galong SKS
- e. LGS = Lime Galong SKS

Dalam penelitian ini akan dibuat 4 variasi komposisi yang berbeda dan dari setiap variasi akan dibuat sebanyak 9 sampel BTB. Jadi untuk keseluruhan sampel yang dicetak sebanyak 36 buah sampel BTB yang akan digunakan dalam 4 pengujian. Dalam setiap pengujiannya akan digunakan 3 sampel untuk mencapai indeks rata-ratanya.

6.4. 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 kedalam Tabel 2.1, yaitu nilai ukur dan toleransi 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 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. Uji penyerapan air

Langkah-langkah umum dalam uji penyerapan air adalah sebagai berikut:

- 1) Persiapkan sampel bahan yang akan diuji dengan ukuran yang sesuai dan pastikan bahwa semua permukaannya bersih dan kering.
- 2) Timbang sampel bahan menggunakan timbangan digital dan catat beratnya. Berat awal ini akan digunakan untuk menghitung berapa banyak air yang terserap oleh sampel.
- 3) Letakkan sampel diatas wadah yang berisi air. Pastikan bahwa permukaan air tidak melebihi permukaan sampel. Biarkan sampel bahan terendam dalam air selama 5 jam.
- 4) Setelah direndam selama waktu tertentu angkat sampel dari wadah air dan letakkan sample dengan bebas selama beberapa menit agar air yang terperangkap di dalam sampel dapat mengalir keluar.
- 5) Hitung berapa banyak air yang terserap oleh sampel dengan menggunakan rumus berikut: Penyerapan air = berat akhir – berat awal.

d. Uji densitas

Prosedur pengujian densitas bata dapat dilihat dibawah ini:

- 1) Ambil sampel bata yang akan diuji dan pastikan bahwa bata telah bersih dan kering.
- 2) Timbang bata dengan menggunakan timbangan digital yang akurat dan catat beratnya. Berat ini akan digunakan untuk menghitung densitas bata.
- 3) Ukur dimensi bata dengan menggunakan penggaris. Ukur panjang, lebar, dan tinggi bata. Jika ada bagian pada bata yang berlubang atau hilang, hitung volumenya dan kurangi dengan volume total bata.
- 4) Hitung volume bata dengan mengalikan panjang, lebar, dan tinggi. Kemudian, hitung densitas bata dengan menggunakan rumus sebagai berikut: $\text{Densitas} = \text{Berat} : \text{Volume}$
- 5) Analisis hasil dan bandingkan densitas yang dihasilkan dengan standar yang telah ditetapkan.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Bata

Dalam hal ini penulis ingin menganalisis dari data-data yang telah diperoleh saat penelitian berlangsung sehingga didapat campuran bata yang diinginkan. Dari hasil percobaan pemeriksaan dasar yang telah dilakukan di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Data-data dari pengujian yang dihasilkan akan dianalisis secara kuantitatif dengan metode statistika.

Berikut adalah proporsi campuran batu bata tanpa bakar yang di buat seperti pada berikut :

Tabel 4. 1 Variasi Komposisi Sampel

No	Zat pengikat		Tanah galong	Pasir	SKS	Ket	Kode Sampel
	Semen	Kapur					
1.	1	-	8	2	-	Control	CCG
2.	1	-	8	2	1	SKS	CGS
3.	-	1	8	2	-	Control	CLG
4.	-	1	8	2	1	SKS	LGS

Keterangan :

- a. SKS = Serat Kelapa Sawit
- b. CCG = Control Cement Galong
- c. CLG = Control Lime Galong
- d. CGS = Cement Galong SKS
- e. LGS = Lime Galong SKS

Jumlah sampel tiap proposi : 12 buah

- Kuat tekan : 4 buah

- Penyerapan air : 2 buah

- Kadar garam : 2 buah

- Sifat tampak : 2 buah
- Daya tahan : 2 buah

Density BTB Rencana : min 1,6 gr/cm³

$$\begin{aligned} \text{Dimensi Bata : } 200 \times 100 \times 60 &= 1.200.000 \text{ cm}^3 \times 1,6 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 19,2 \times 10^5 \text{ gr} \\ &= 1,92 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka dari hasil diatas di dapat total berat satu buah batu bata yaitu 1,92 kg.

Jumlah air tergantung jenis tanah dan bahan yang digunakan, karena kadar air pada masing-masing tanah berbeda dan cukup basah.

4.2 Hasil Pengujian Sifat Fisik Material

4.2.1 Tanah Lempung

Dari hasil pemeriksaan di laboratorium, dengan melakukan pengujian sampel sebanyak dua kali percobaan, untuk identifikasi terhadap contoh tanah yang diambil dari Desa sidourip Kecamatan Beringin, Kabupaten Deli Serdang, maka diperoleh data-data sebagai berikut :

Tabel 4. 2 Hasil Pemeriksaan Tanah Merah

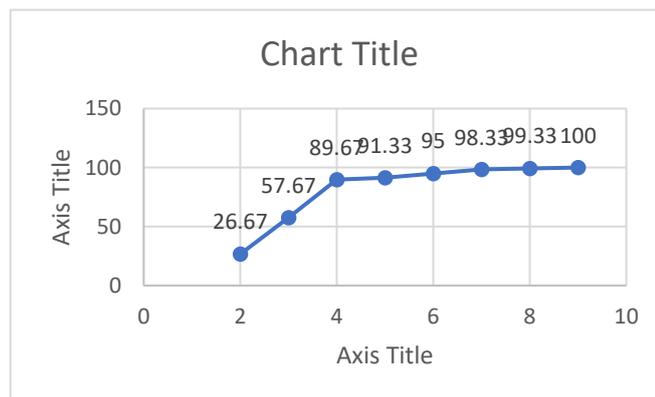
No. Saringan	Diamater lubang saringan (mm)	Berat tanah yang tertahan saringan (gr)	% Berat tanah tertahan saringan	% Kumulatif dari tanah yang tertahan	% Tanah yang lolos saringan
4	4,750	55	18.33	18.33	81.67
10	2000	163	54.33	72.67	27.33
20	0.850	48	16	88.67	11.33
40	0.425	18	6	94.67	5.33
60	0.250	9	3	97.67	2.33
100	0.150	3	1	98.67	1.33
200	0.075	2	0.67	99.33	0.67
Pan		2	0.67	100	0
Jumlah		300			



Grafik 4. 1 Pemeriksaan Tanah Merah

Tabel 4. 3 Hasil Pemeriksaan Tanah Galong

No. Saringan	Diamater lubang saringan (mm)	Berat tanah yang tertahan saringan (gr)	% Berat tanah tertahan saringan	% Kumulatif dari tanah yang tertahan	% Tanah yang lolos saringan
4	4,750	80	26.67	26.67	73.33
10	2000	93	31	57.67	42.33
20	0.850	69	23	89.67	19.33
40	0.425	32	10.67	91.33	8.67
60	0.250	11	3.67	95	5
100	0.150	10	3.33	98.33	1.67
200	0.075	3	1	99.33	0.67
Pan		2	0.067	100	0
Jumlah		300			



Grafik 4. 2 Pemeriksaan Tanah Galong

4.2.2 Pemeriksaan Kadar Air Tanah

Alat, bahan dan cara kerja sesuai SNI 1965:2008, Serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) tentang pemeriksaan kadar air agregat halus. Dari hasil penelitian tersebut, didapat data data pada Tabel 4.3.2 sehingga diketahui kadar air tanah yang diperiksa.

Tabel 4. 4 Hasil Uji Kadar Air Tanah Merah

Kadar Air Tanah Merah		
No. Cawan	I	II
Berat Cawan + Tanah Basah	35	34
Berat Cawan + Tanah Kering	25	24
Berat Cawan	9	9
Berat Air	10	10
Berat Tanah Kering	16	15
Kadar Air	62.5	66.67
Rata-rata	64.59	

Kadar air tanah berkisar antara 20% - 100% berarti tanah tersebut masih dapat dikatakan normal, tetapi jika kadar air melebihi 100% tanah tersebut dikatakan jenuh air dan jika kurang dari 20 % tanah tersebut dikatakan kering. Maka dari hasil kadar air tanah merah diatas rata-rata kadar air 64,58 masih dikatakan normal karena kurang dari 100%.

Tabel 4. 5 Hasil Uji Kadar Air Tanah Galong

Kadar Air Tanah Galong		
No. Cawan	I	II
Berat Cawan + Tanah Basah	46	48
Berat Cawan + Tanah Kering	35	36
Berat Cawan	9	9
Berat Air	11	12
Berat Tanah Kering	26	27

Kadar Air	42.31	44.44
Rata-rata	43.38	

Dari hasil uji kadar air tanah galong didapat nilai rata-rata 43,38 maka hasil tersebut masih memenuhi standart yang telah ditentukan yaitu 20% - 100%

4.2.3 Pemeriksaan Kadar Lumpur Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI S-04-1989, ASTM C 117 – 90, serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU. Hasil dari penelitian kadar lumpur dapat di lihat pada tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Hasil Penelitian Kadar Lumpur Agregat Halus

Pemeriksaan	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat sampel kering	500	500	500
Berat sampel kering setelah di cuci	483	481	486
Berat sampel lolos saringan No.200 setelah di cuci	17	19	14
Persentase kotoran lolos saringan setelah di cuci (%)	3.4	3.8	2.8

Dari hasil uji Kadar Lumpur didapat persentase kadar lumpur rata-rata 2.8%.

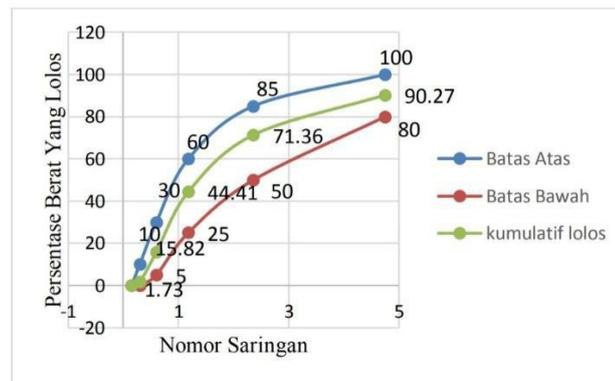
4.2.4 Analisa Saringan Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI S-04-1989 serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UMSU. Hasil dari penelitian Analisa saringan agregat halus dapat di lihat pada tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Hasil Penelitian Analisa saringan agregat halus

Nomor ayakan	Berat tertahan				Kumulatif	
	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Total (gr)	(%)	Tertahan (%)	Lolos (%)
No.4 (4.75)	7	16	23	1.05	1.05	98.95
No.8 (2.36)	77	114	191	8.68	9.73	90.27
No.16 (1.18)	189	227	416	18.91	28.64	71.36

No.30 (0.60)	279	314	593	26.95	55.59	44.41
No.50 (0.30)	294	335	629	28.59	84.18	15.82
No.100 (0.15)	141	169	310	14.09	98.27	1.73
Pan	13	25	38	1.73	100	0
Total	1000	1200	2200	100		



Grafik 4. 3 Uji Analisa Saringan Agregat Halus

Dari hasil pengujian didapat hasil sebesar 2,78%. Nilai ini masih dalam batas yang diijinkan yaitu 1,5 - 3,8%

4.2.5 Pemeriksaan Kadar Air Agregat Halus

Alat, bahan dan cara kerja sesuai dengan SNI 03-1971-2011, Serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU) tentang pemeriksaan kadar air agregat halus. Dari hasil penelitian tersebut, didapat data data pada Tabel 4.8 sehingga diketahui kadar air agregat halus yang diperiksa

Tabel 4. 8 Hasil Penelitian Kadar Air Agregat Halus

Pengujian	Sampel 1	Sampel 2	Rata-rata
Berat Mula-Mula (W1)	500	500	500
Berat kering oven (W2)	489	490	489.5
Berat Air (W3)	11	10	10.5
Kadar air (%)	2.249	2.041	2.145

4.2.6 Uji Batas Cair dan Batas Plastis Tanah Galong

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

Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Batas Cair Dan Batas Plastis Tanah Galong

Batas Cair (Liquid Limit Test) dan Batas Plastis (Plastic Limit) Tanah Galong								
No	Nomor Contoh	Satuan	Batas Cair (LL)				Batas Plastis (PL)	
1	Banyak pukulan		35	29	22	27		
2	Nomor cawan		I	II	III	IV	I	II
3	Berat cawan + tanah basah	gr	56,1	56,4	58,5	57,9	10,8	11,2
4	Berat cawan + tanah kering	gr	40,2	40,6	41,7	41,2	10,3	10,8
5	Berat air	gr	15,9	15,8	16,8	16,7	0,5	0,4
6	Berat cawan	gr	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4
7	Berat Tanah	gr	31,8	32,2	33,3	32,8	1,9	2,4
8	Kadar air	%	50	49,07	49,07	50,92	26,32	16,6

LL	PL	PI
50,11	21,49	28,62

PI (Plasticity Index)

Dari hasil pengujian batas cair dan batas plastis tanah merah pada tabel 4.9 diperoleh nilai Batas Cair (Liquid Limit) dari tanah merah 50,11% sedangkan Batas Plastis (plastic limit) 21,49%, maka di dapat indeks plastisitas (plasticity index) dari tanah merah sebesar 28,62%

4.3 Data Hasil Pengujian Kuat Tekan Batu Bata

Pengujian kuat tekan bata dilakukan pada saat bata berumur 7 hari dengan menggunakan mesin tekan dengan kapasitas 5 Ton, benda uji yang akan dites adalah berupa balok dengan lebar 10 cm dan panjang 20 cm dan jumlah benda uji setiap variasi terdapat 12 buah, dengan pengelompokan benda uji sesuai dengan variasi campurannya.

Kuat tekan diperoleh dari hasil bagi beban tekan tertinggi dan luas bidang. Kuat tekan dapat dihitung menggunakan rumus di bawah ini :

$$f_m = \frac{P_{maks}}{A} \quad (4.1)$$

Keterangan :

f_m = Kuat tekan bata merah (MPa)

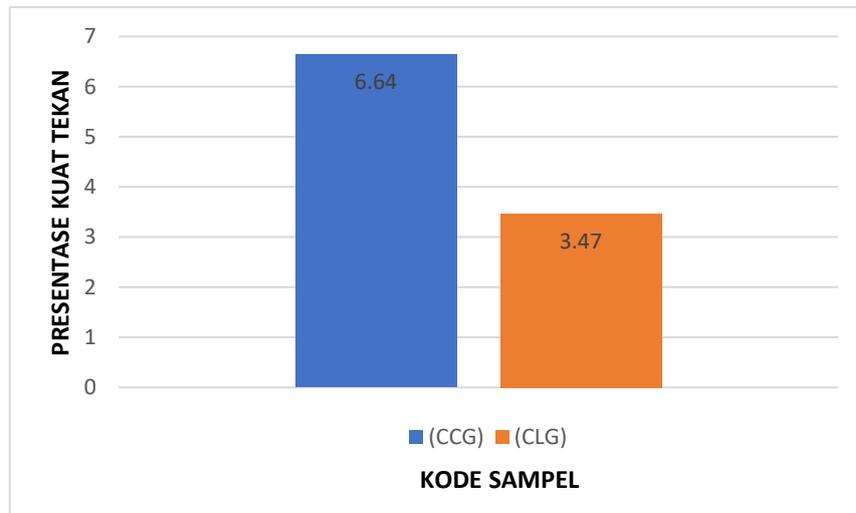
P_{maks} = Gaya tekan maksimum (N)

A = Luas bidang tekan (mm²)

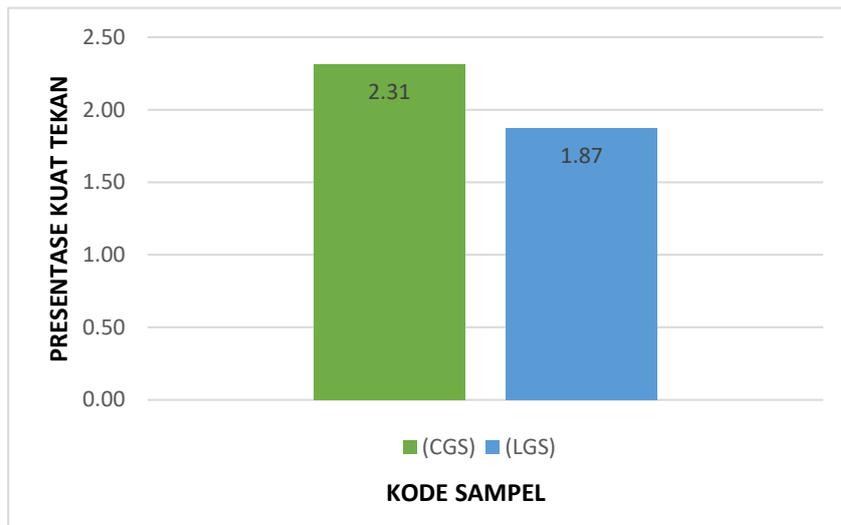
Berikut adalah tabel 4.10 hasil uji kuat tekan batu bata sebanyak 16 sampel dari 8 variasi.

Tabel 4. 10 Hasil Uji Kuat Tekan

TABEL NILAI KUAT TEKAN BATU BATA					
No	Kode Sampel	Jumlah Sampel	F(Kn)	P=F/A (Kn/mm ²)	Rata-rata(Mpa)
1	Control Cement Galong (CCG)	1	137.35	6.87	6.64
		2	128.11	6.41	
2	Control Lime Galong (CLG)	1	71.59	3.58	3.47
		2	67.006	3.35	
3	Cement Galong SKS (CGS)	1	34.755	1.70	2.31
		2	34.755	1.74	
		3	60.802	3.04	
		4	55.446	2.77	
4	Lime Galong SKS (LGS)	1	38.28	1.91	1.87
		2	31.359	1.57	
		3	37.992	1.9	
		4	42.262	2.11	



Grafik 4. 4 Uji Kuat Tekan Batu Bata Kontrol (Normal)



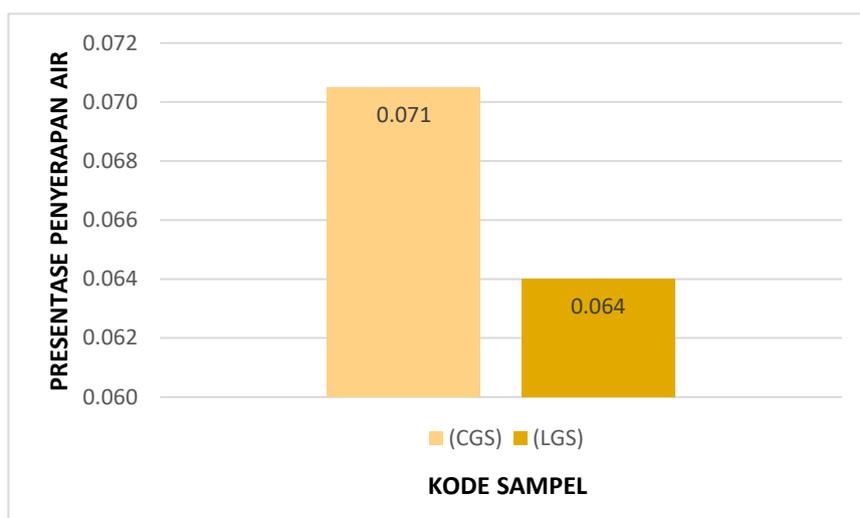
Grafik 4. 5 Uji Kuat Tekan Serat Kelapa Sawit

4.4 Pengujian Daya Serap Batu Bata

Pada penelitian hasil Uji Nilai Daya Serap Batu Bata yang di uji adalah nilai Daya Serap batu bata dari masing-masing kecamatan. Adapun dari hasil penelitian dapat dilihat dari tabel 4. 11 berikut ini.

Tabel 4. 11 Hasil Daya Serap Bata Tekan Tanpa Bakar

TABEL DAYA SERAP BATU BATA						
No	Kode Sampel	Jumlah Sampel	Berat tanah Basah	Berat tanah Kering	Kadar Air	Rata-rata
1	Cement Galong SKS	1	1.672	1.558	0.073	0.071
	(CGS)	2	1.738	1.628	0.068	
2	Lime Galong SKS	1	1.706	1.597	0.068	0.064
	(LGS)	2	1.709	1.612	0.060	



Grafik 4. 6 Uji Penyerapan Air Pada Bata

4.5 Pengujian Kadar Garam

Pada penelitian hasil Uji Nilai Kadar Garam Batu Bata yang di uji adalah nilai Kadar Garam batu bata dari masing-masing Variasi. Untuk menghitung besarnya kadar garam tergantung dari besarnya luasan bata yang ada kandungan garamnya dibagi dengan luasan bata dikali 100%.

$$\text{Kadar Garam (G)} = \frac{A_g}{A} \times 100\%$$

Keterangan :

G = Kadar Garam (%)

A_g = Luasan Kandungan Garam (cm²)

A = Luasan Bata (cm²)

Adapun hasil penelitian Kadar Garam yang diperoleh seperti dalam Tabel 4.12 di bawah ini :

Tabel 4. 12 Hasil Uji Kadar Garam

TABEL KADAR GARAM BATU BATA									
No	Kode Sampel	Sampel	Dimensi Batu Bata (mm)		Luas Batu Bata (mm ²)	Dimensi Kadar Garam (mm)		Luas Kadar Garam Batu Bata (mm)	Presentase Kadar Garam (%)
			Panjang	Lebar		Lebar	Panjang		
1	CGS	Sampel 1	200	100	20000	4	8	32	0.0016
2	LGS	Sampel 2	200	100	20000	6	6	36	0.0018
Hasil Rata-Rata Kadar Garam Batu Bata									0.0017

Dari hasil penelitian di Tabel 4.12 diperoleh nilai Kadar Garam Batu Bata dari 2 Variasi adalah 0,0017 % berarti Tidak Membahayakan karena masih sesuai dengan standar SNI berdasarkan aturan ini Dalam SNI-10 diatur beberapa kategori untuk kadar garam yang larut dan membahayakan yaitu,

1. Tidak membahayakan:

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

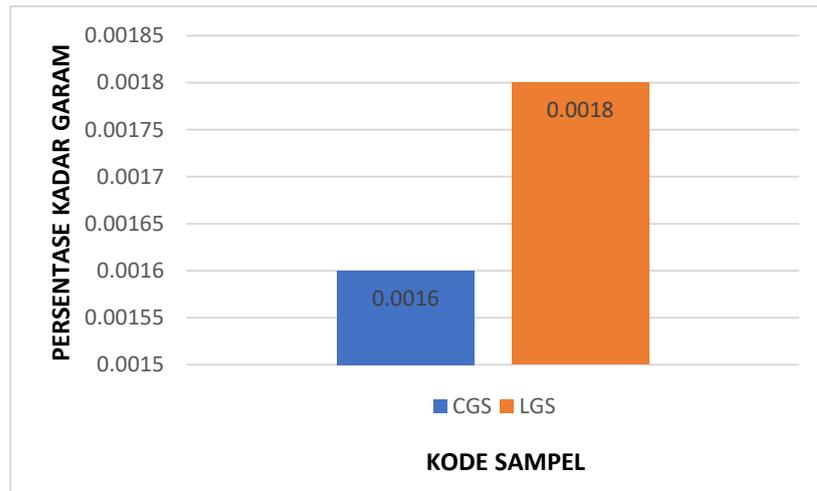
2. Ada kemungkinan membahayakan:

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

3. Membahayakan:

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

Berikut adalah grafik dari kadar garam :



Grafik 4. 7 Uji Kadar Garam

4.6 Pengujian Berat Jenis

Pengujian berat jenis dilakukan untuk mengetahui besarnya berat jenis per m³ dari bata merah. Besarnya berat jenis dihitung menggunakan persamaan 2 sebagai berikut:

$$\text{Berat Jenis} : \frac{a}{b} \text{ (kg/m}^3\text{)}$$

Keterangan :

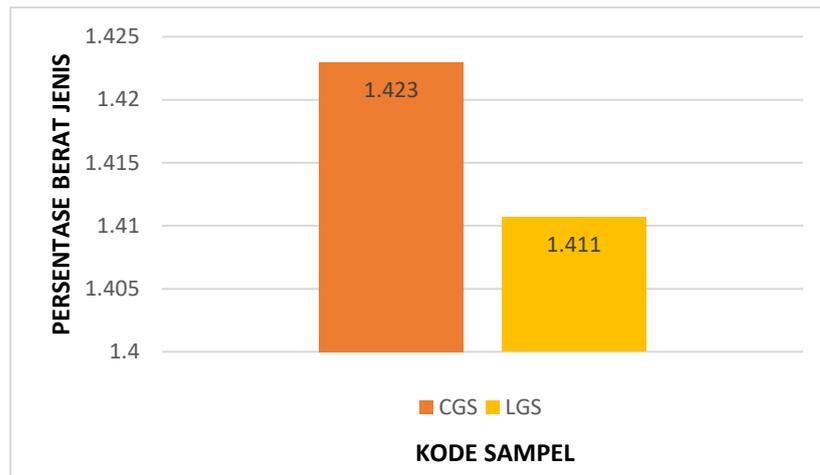
a = Berat

b = Volume

Pengujian berat jenis dilakukan untuk mengetahui besarnya berat jenis per m³ dari bata merah. Besarnya berat jenis dihitung menggunakan persamaan 2 sebagai berikut:

Tabel 4. 13 Hasil Uji Berat Jenis

TABEL BERAT JENIS BATA														
No	Kode	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Rata-Rata (kg/m ₃)
1	CGS	1.393	1.448	1.442	1.442	1.421	1.410	1.411	1.407	1.384	1.449	1.413	1.456	1.423
2	LGS	1.422	1.424	1.407	1.398	1.426	1.392	1.400	1.416	1.416	1.392	1.419	1.416	1.411



Grafik 4. 8 Uji Berat Jenis

4.7 Pengujian Sifat Tampak

Tabel 4. 14 Hasil Uji Sifat Tampak

TABEL UJI SIFAT TAMPAK BATA											Ket
Kode	Sudut Siku		Nyaring Bila Dipukul		Warna Seragam		Tidak Retak		Datar		
Sampel	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 1	Sampel 2	
CGS	S	S	T	T	S	S	S	S	S	S	
LGS	S	S	T	T	S	S	S	S	S	S	

Keterangan :

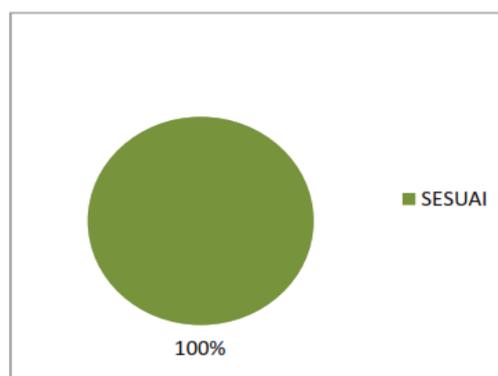
CGS : Cement Galong SKS

LGS : Lime Galong SKS

T : Tidak Setuju

S : Setuju

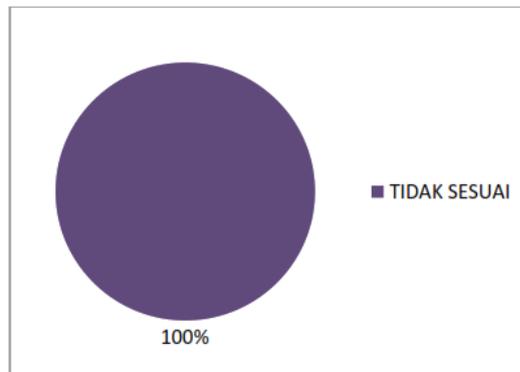
Dari tabel 4.14 maka bisa dilihat hasilnya dari grafik dibawah ini, Grafik 4.9 tentang kondisi sudut siku batu bata dari hasil pengamatan di 2 variasi campuran yaitu :



Grafik 4. 9 Uji Sifat Tampak Bata Sudut Siku

Dari Grafik 4.9 hasil uji sifat tampak batu bata di Sudut Siku yang sesuai dan memenuhi standart SNI batu bata yang Siku 100 % dan Tidak Siku 0%.

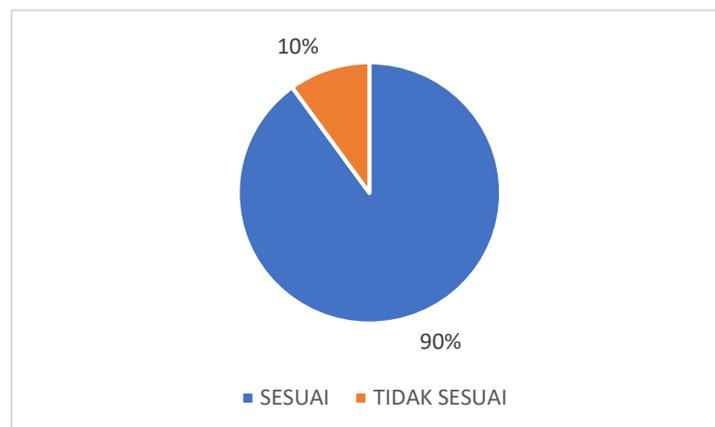
Kemudian Grafik 4.10 dari Sifat tampak batu bata yang Nyaring Bila Dipukul diamati dari 2 variasi campuran yaitu:



Grafik 4. 10 Uji Sifat Tampak Bata Nyaring Bila Dipukul

Dari Grafik 4.10 Hasil Uji Sifat Tampak Batu Bata Nyaring Bila Dipukul Yang Sesuai Darenan Standart SNI Batu Bata Yang Dipukul Tidak Nyaring 100% Dan Tidak Sesuai Dengan Standart SNI.

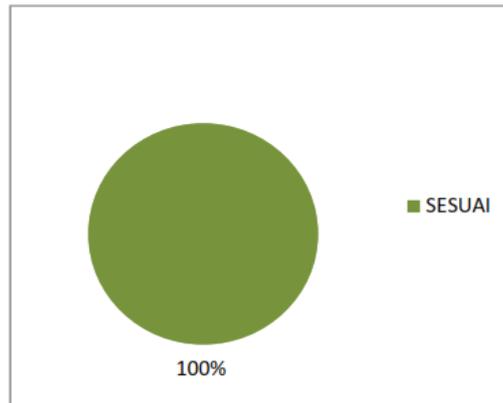
Kemudian Grafik 4.11 dari Sifat tampak Warna Seragam batu bata yang diamati dari 4 variasi campuran yaitu:



Grafik 4. 11 Uji Sifat Tampak Bata Warna Seragam

Dari Grafik 4.11 hasil uji sifat tampak batu bata Warna Seragam yang sesuai dengan standart SNI batu bata yang Seragam 90 % dan Tidak Seragam 10 %.

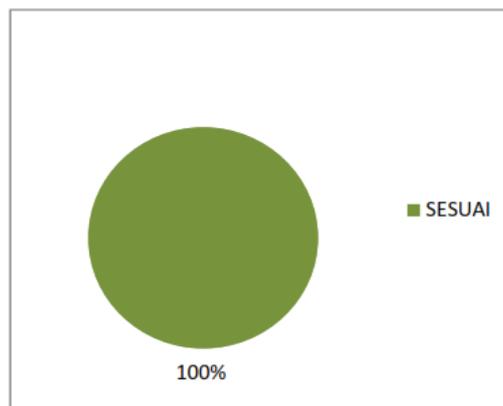
Kemudian Grafik 4.12 dari Sifat tampak tidak retak batu bata yang diamati dari 2 variasi campuran yaitu:



Grafik 4. 12 Uji Sifat Tampak Bata Tidak Retak

Dari Grafik 4.12 hasil uji sifat tampak batu bata Tidak Retak yang sesuai dengan standart SNI batu bata yang Tidak Retak 100 % dan Retak 0 %.

Kemudian Grafik 4.13 dari Sifat Datar batu bata yang diamati dari 2 variasi campuran yaitu :



Grafik 4. 13 Uji Sifat Tampak Bata Datar

Dari Grafik 4.13 hasil uji sifat tampak batu bata Datar yang sesuai dengan standart SNI batu bata yang Datar 100 % dan tidak Datar 0 %

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Berdasarkan dari data kuat tekan batu bata, penyerapan air, kadar garam, berat jenis dan sifat tampak yang telah dilaksanakan dalam laboratorium Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara dan di laboratorium Terpadu Universitas Sumatera Utara sebagai berikut :
 - a. Kuat tekan rata-rata batu bata tanpa bakar = 3,58 Mpa
 - b. Penyerapan air rata-rata bata tekan tanpa bakar adalah 0,432% berarti Tidak Membahayakan karena masih di bawah 20 %. Namun demikian nilai penyerapan air pada bata tanpa bakar terdapat lebih rendah .
 - c. Rata-rata kadar garam bata tekan tanpa bakar yaitu 0,0017 %. Tidak Membahayakan karena masih sesuai dengan standar SNI.
 - d. Rata-rata berat jenis batu bata tanpa bakar yaitu 1,403 (kg/cm).
 - e. Dari keseluruhan hasil penelitian sifat tampak, batu bata tanpa bakar lebih baik kualitasnya, karena batu bata tanpa bakar menggunakan alat cetak yang dibuat khusus menggunakan bahan baja dan di ukur sesuai ukuran batu bata dalam standart SNI kemudian batu bata di tekan menggunakan pompa hidrolik.

2. Batu bata dengan standart yang terbaik dan ramah lingkungan di miliki oleh bata yang dicetak dan tersimpan selama 7 hari. Bata tersebut merupakan hasil adukan tanah liat dan campuran abu ampas tebu dengan kadar air yang sesuai yang diperlukan. Kadar air yang tinggi dan usia pengadukan mempengaruhi kepadatan bata saat percetakan dan akhirnya menjadikan kuat tekannya mendapatkan hasil yang baik.

5.2 Saran

1. Studi lebih lanjut dengan penambahan campuran yang lain untuk mendapatkan kuat tekan batu bata yang optimum. Memperhatikan lagi proses pencampuran abu ampas tebu dengan tanah lempung agar pencampurannya lebih merata.
2. Perlunya dilanjutkan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui ambang batas penambahan abu ampas tebu pada campuran batu bata untuk mengetahui hasil yang lebih maksimal .

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Adhie, and M Furqon Hakim. 2018. "Pengaruh Penambahan Ijuk Aren Terhadap Kuat Tekan Bata Merah." *Teras* 8 (2): 87–99.
- Amazian, Leila. 2018. "Unfired Clay Bricks with Enhanced Properties Project Report." *School of Science and Engineering-Al Akhwayn University*, no. November.
- Andayono, Totoh, and Eka Juliafad. 2019. "Karakteristik Batu Bata Campuran Hasil Sedimentasi Penambangan Batu Gamping Area 412,3 Ha Bukit Tajarang." *INVOTEK: Jurnal Inovasi Vokasional Dan Teknologi* 19 (1): 105–12. <https://doi.org/10.24036/invotek.v19i1.581>.
- Ara, Enrico Penyang, Suradji Gandi, and Fatma Sarie. 2021. "Perbandingan Penggunaan Abu Sekam Padi, Serbuk Batu Bata, Dan Pasir Sirkon Sebagai Bahan Stabilisasi Tanah Lempung." *Jurnal Kacapuri: Jurnal Keilmuan Teknik Sipil* 4 (1): 244. <https://doi.org/10.31602/jk.v4i1.5273>.
- Ardi, Andi Wahyuni, and Muhammad Said. 2016. "Uji Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Batu Bata Dengan Penambahan Agregat Limbah Cangkang Telur." *Jft* 3 (1): 69–80.
- Bintang, Alhadi Pratama, Setyanto, and Idharmahadi Adha. 2012. "Studi Pengaruh Penambahan Bahan Additive TX-300 Terhadap Kuat Tekan Batu Bata Pasca Pembakaran." *Jrsdd* 1 (1): 381–90.
- Daniswara, and Eko Walujodjati. 2022. "Pengaruh Campuran Pasir Terhadap Batu Bata Merah." *Jurnal Konstruksi* 20 (1): 95–102. <https://doi.org/10.33364/konstruksi/v.20-1.1018>.
- Darwis, Darmawan, Syahrul Ulum, and Gali Kurniawan. 2016. "Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Berbahan Abu Sekam Padi Dan Kapur Banawa." *Prosiding SNF-MKS 2015 Karakteristik* 15 (2): 1–19.
- Dedi Kurniawan, Arif, and Dody Yulianto. 2020. "Utilization of Palm Oil Fiber

Waste and Recycled Plastic (Polypropylene) As Particle Board Composite Materials.” *Journal of Renewable Energy & Mechanics (REM) E-ISSN 03 (02)*: 2614–8315. [https://doi.org/10.25299/rem.2020.vol3\(02\).4884](https://doi.org/10.25299/rem.2020.vol3(02).4884).

Erna Hastuti, Miftakhul Huda. 2012. “Pengaruh Temperatur Pembakaran Dan Penambahan Abu Terhadap Kualitas Batu Bata.” *Jurnal Neutrino*, 142–52. <https://doi.org/10.18860/neu.v0i0.1936>.

Eslami, Abolfazl, Hosein Mohammadi, and Hosein Mirabi Banadaki. 2022. “Palm Fiber as a Natural Reinforcement for Improving the Properties of Traditional Adobe Bricks.” *Construction and Building Materials* 325 (March). <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.126808>.

FADLY, WAHYUDI. 2021. “Pengaruh Penambahan Dedak Padi Terhadap Produktifitas Waktu Pengeringan Batu Bata.”

Fajriana, Maya, Prihantono ST, and Nira Nasution. 2009. “Perbandingan Mutu Antara Mortar Pasangan Bata Komposisi 1 Kapur : 2 Semen Merah : 3 Pasir Dengan Mortar Pasangan Bata Komposisi 1 Semen Portland : 4 Pasir.” *Menara: Jurnal Teknik Sipil* 4 (2): 20. <https://doi.org/10.21009/jmenara.v4i2.7912>.

Fattah, Abdul, and Abdul Nabi. 2018. “Pemanfaatan Limbah Ampas Tebu Pada Pembautan Batu Bata.” *Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M) 1018 2018*: 208–14.

Finanda, Irna, and Meilandy Purwandito. 2020. “Analisis Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Batu Bata Pasca Pembakaran Menggunakan Bahan Campuran Abu Serbuk Kayu.” *Jurnal Media Teknik Sipil Samudra* 1 (2): 1–4.

Hartono, Jaya. 2020. *PERBANDINGAN SIFAT FISIK DAN MEKANIK BATA TRADISIONAL DI DELI SERDANG DENGAN BATA TANPA BAKAR MENGGUNAKAN ABU CANGKANG SAWIT. Skripsi, Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, UMSU. Vol. 2.*

Hastutiningrum, Sri. 2013. “Proses Pembuatan Batu Bata Berpori Dari Tanah Iat

Dan Kaca.” *Jurnal Teknologi Technoscientia* 5 (3): 200–206.

Irvan Tri Harnadi, Sugeng Dwi Hartantyo. 2022. “PEMBUATAN BATU BATA MERAH TANPA BAKAR DENGAN Grafik Konversi Nilai Kuat Tekan Kg / Cm² Ke MPa.” *Sipilsains* 12 (September): 132–34.

Munthe, Agyanata Tua, Mekharisman Zendrato, and Agung Sumarno. 2022. “The Effect of Adding Palm Fiber and Substitution of Bricks With Coarse Aggregate on the Compressive Strength of Concrete.” *INTERNATIONAL JOURNAL OF CIVIL ENINEERING* 7 (1): 159–64.

Pangaribuan, Mekar Ria. 2014. “Pembuatan Batu Bata Merah Desa Panorama Dan Desa Dusun Besar.” *Jurnal Pengabdian Sriwijaya* 2 (2): 197–208. <https://doi.org/10.37061/jps.v2i2.1696>.

PERMATA, VITA AYU. 2022. “PEMERIKSAAN SIFAT MEKANIK BATA TANPA BAKAR DENGAN MEMANFAATKAN LIMBAH ABU AMPAS TEBU.” *Jurnal Skripsi, Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil, UMSU* 33 (1): 1–12.

Prayuda, Hakas, Endra Aji Setyawan, and Fadillawaty Saleh. 2018. “ANALISIS SIFAT FISIK DAN MEKANIK BATU BATA MERAH DI YOGYAKARTA (Analysis Physical and Mechanical Attributes of Masonry in Yogyakarta).” *Jurnal Riset Rekayasa Sipil* 1 (2): 94. <https://doi.org/10.20961/jrrs.v1i2.20658>.

Rahim, Herlina, Siti Safira, Nurul Maulia, and Politeknik A T I Makassar. 2021. “ANALISIS KUALITAS KUAT TEKAN BATU BATA MERAH DENGAN PENAMBAHAN SERBUK GERGAJI KAYU,” 425–28.

Ramli. 2010. “Effects of Palm Fiber on the Mechanical Properties of Lightweight Concrete Crushed Brick.” *American Journal of Engineering and Applied Sciences* 3 (2): 489–93. <https://doi.org/10.3844/ajeassp.2010.489.493>.

Ridwan, Muhammad. 2023. “Analisis Kapasitas Lekatan Batu Bata Mutu Rendah Dan Mortar Kapur Dalam Struktur Dinding Batu Bata.” *JICE (Journal of*

Infrastructural in Civil Engineering) 4 (01): 43.
<https://doi.org/10.33365/jice.v4i01.2607>.

Shalahuddin, M. 2012. “Variasi Tanah Lempung, Tanah Lanau Dan Pasir Sebagai Bahan Campuran Batu Bata.” *Jurnal Teknobiologi* 1 (2): 34–46.

Sipil, Teknik, Universitas Muhammadiyah, and Sumatera Utara. 2019. “Evaluasi Kekakuan Batu Bata Lubuk.” *Jurnal Teknik Sipi* 11: 11–15.

Siswanto, Jatmiko Edi. 2020. “Analisis Limbah Kelapa Sawit Sebagai Bahan Bakar Boiler Dengan Menggunakan Variasi Campuran Antara Fiber Dan Cangkang Buah Sawit.” *Journal of Electrical Power Control and Automation (JEPCA)* 3 (1): 22. <https://doi.org/10.33087/jepca.v3i1.35>.

Sukobar, Sukobar, Kuntjoro Kuntjoro, Kusumastuti Kusumastuti, and Sungkono Sungkono. 2014. “Kesetaraan Kuat Tekan Batu Bata (Press) Asal Bangsal Mojosari Kabupaten Mojokerto Terhadap Kuat Tekan Spesi Campuran Semen, Kapur, Dan Pasir Untuk Pasangan Bata.” *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil* 12 (2): 13. <https://doi.org/10.12962/j12345678.v12i2.2576>.

Supriatna, Yatna, Program Studi, Teknik Sipil, and Universitas Komputer Indonesia. 2020. “Analisis Kuat Tekan Beton K175 Dengan Campuran Serbuk” 1 (April): 9–13.

Trianah, Yeni. 2022. “Pengaruh Penambahan Serabut (Fiber) Kelapa Sawit Terhadap Porositas Beton.” *Jurnal Teknik Sipil Cendekia (Jtsc)* 3 (2): 28–37. <https://doi.org/10.51988/jtsc.v3i2.49>.

Umar, Muhammad. 2018. “Uji Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Batu Bata,” 37–47.

Valentin, Reyana Claudia, Mohammad Ikhwan Yani, and Suradji Gandi. 2021. “Pengaruh Penambahan Semen Portland Dan Seruk Batu Bata Terhadap Nilai Daya Dukung Tanah Gambut.” *Jurnal Kacapuri : Jurnal Keilmuan Teknik Sipil* 4 (1): 234. <https://doi.org/10.31602/jk.v4i1.5272>.

Widodo, Bambang, and Ni Komang Ayu Artiningsih. 2021. "Optimasi Semen Pada Pembuatan Batu Bata Tanpa Bakar." *Dinamika Teknik Sipil: Majalah Ilmiah Teknik Sipil* 14 (1): 32–40. <https://doi.org/10.23917/dts.v14i1.15277>.

Witjaksana, Budi, Gede Sarya, and Herry Widhiarto. 2016. "Pembuatan Batu Bata Tanpa Bakar Dengan Campuran Sodium Hiroksida (NaOH) Dan Sodium Silikat (Na₂SiO₃)." *Jurnal Hasil Penelitian LPPM Untag* 01 (01): 25–32.

**DOKUMENTASI SAAT PENELITIAN BERLANGSUNG DI
LABORATORIUM PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL UNIVERSITAS
MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**



Gambar L1 Pengambilan Tanah Galong



Gambar L2 Serat Kelapa Sawit



Gambar L3 Pasir



Gambar L4 Semen



Gambar L5 Kapur



Gambar L6 Pengadukan Bahan



Gambar L7 Variasi Bata Yang Telah Dicitak



Gambar L8 Mesin Press Hidrolik



Gambar L8 Alat Uji Kuat Tekan Bata



Sertifikat

Nomor: 0022/UN63/SERTF-KMI/2022

DIBERIKAN KEPADA:

IKSAN AIDIL AZHAR

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

SEBAGAI

PESERTA

**KEWIRAUSAHAAN MAHASISWA INDONESIA (KMI) EXPO XIII TAHUN 2022
DI UNIVERSITAS PEMBANGUNAN "VETERAN" JAWA TIMUR**

SURABAYA, 22 - 25 NOVEMBER 2022



DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama : Iksan Aidil Azhar
Panggilan : Iksan
Tempat, Tanggal Lahir : Medan Krio, 18 Desember 2001
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Alamat : Dusun IV Jl. Bengawan Desa Medan Krio
No Telfon/Wa : 0895626521236
Email : ikhsanaidilazhar24@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1907210019
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	: MIS Alwashliyah Medan Krio	2007 - 2013
Sekolah Menengah Pertama	: MTS Alwashliyah Medan Krio	2013 - 2016
Sekolah Menengah Atas	: MAN 2 Model Medan	2016 - 2019