

TUGAS AKHIR

UJI DAYA TAHAN BATU BATA TANPA BAKAR DENGAN PENAMBAHAN AGREGAT LIMBAH ABU KULIT SINGKONG

(STUDI PENELITIAN)

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

Disusun Oleh:

DAFFA ADLI SARAGIH
1907210197



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

MEDAN

2024

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Daffa Adli Saragih
NPM : 1907210197
Program Studi : Teknik Sipil
Bidang Ilmu : Struktur
Judul Skripsi : Uji Daya Tahan Batu Bata tanpa Bakar dengan Penambahan Agregat Limbah Abu Kulit Singkong

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

Disetujui Untuk Disampaikan
Kepada Panitia Ujian Skripsi:

Dosen Pembimbing



Dr. Fetra Venny Riza S.T, M.Sc, Ph.d

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

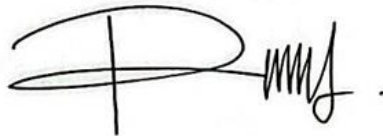
Nama : Daffa Adli Saragih
NPM : 1907210197
Program Studi : Teknik Sipil
Bidang Ilmu : Struktur
Judul Skripsi : Uji Daya Tahan Batu Bata tanpa Bakar dengan
Penambahan Agregat Limbah Abu kulit Singkong

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

Medan,

Mengetahui dan Menyetujui:

Dosen Pembimbing



Dr. Fetra Venny Riza S.T, M.Sc, Ph.d

Dosen Pembimbing I



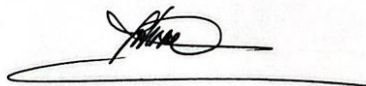
Ir. Tondi Amirsyah Putra, S.T., M.T

Dosen Pembimbing II



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

Ketua Program Teknik Sipil



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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Daffa Adli Saragih
Tempat, Tanggal Lahir : Wonosobo, 17 Juni 2000
NPM : 1907210197
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

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

“Uji Daya Tahan Batu Bata tanpa Bakar dengan Penambahan Agregat Limbah Abu Kulit Singkong”.

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

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

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

Medan, 7 Agustus 2024

Saya yang menyatakan



Daffa Adli Saragih

NPM : 1907210197

ABSTRAK

Uji Daya Tahan Batu Bata tanpa Bakar dengan Penambahan Agregat Limbah Abu Kulit Singkong

Daffa Adli Saragih

1907210197

Dr. Fetra Venny Riza, S.T., M.Sc.

Batu bata adalah salah satu bagian dari bahan bangunan untuk konstruksi dinding bangunan. Batu bata dalam penelitian ini dibuat dengan campuran abu kulit singkong, kapur atau semen sebagai perekat, pasir dan tanah. Dengan perbandingan 1:8:2:2 pada sampel yang dibuat. Campuran dengan abu kulit singkong ini dipilih bertujuan untuk menambah daya tahan dari batu bata. Bata merah kebanyakan dibuat dengan pembakaran yang menghasilkan karbon dioksida yang mencemari udara, sehingga proses pembuatan bata merah ini berkontribusi pada efek gas rumah kaca ke atmosfer yang mengakibatkan bumi semakin panas. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan alternative proses pembuatan dan komposisi yang optimal bata tanpa bakar dengan campuran abu kulit singkong terhadap daya tahan sesuai dengan standart SNI. Untuk mengetahui daya tahan pada bata dilakukan pengujian dengan metode ASTM D599. Hasil pengujian daya tahan bata tanpa bakar dengan campuran abu kulit singkong yaitu dari 6 sampel yang diuji hanya 1 sampel yang bertahan selama 8 siklus pengujian dari 12 siklus rencana pengujian. Pada hasil penelitian dapat dilihat bahwa penambahan abu kulit singkong tidak menambah daya tahan dari bata tanpa bakar.

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

ABSTRACT

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

Daffa Adli Saragih

1907210197

Dr. Fetra Venny Riza, S.T., M.Sc.

Bricks are one part of the building materials for building wall construction. The bricks in this study were made with a mixture of cassava peel ash, lime or cement as adhesive, sand and soil. With ratio of 1:8:2:2 in the samples made. This mixture with cassava peel ash was chosen to increase the durability of the bricks. Most red bricks are made by burning which produces carbon dioxide which pollutes the air, so the process of making red bricks contributes to the greenhouse gas effect in the atmosphere which causes the earth to get hotter. The reaserch aims to obtain an alternative manufacturing process and optimal composition of non-burning brick mixed with cassava peel ash for durability in accordance with SNI standards. To determine the durability of bricks, testing was carried out using the ASTM D559 method. The results of testing the durability of bricks without burning with a mixture of cassava peel ash, namely that of the 6 samples tested, onli 1 sample survived 8 test cycles out of the 12 planned test cycles, From the research results it can be seen that the addition of cassava peel ash does not increase the durability of the bricks without burning.

Keywords : Bricks, Durability, Cassava Peel Ash

KATA PENGANTAR

Assalamu'Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillahirabbil'alamin, Puji dan syuku kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas akhir penelitian yang berjudul “Uji Daya Tahan Batu Bata tanpa Bakar dengan Penambahan Agregat Limbah Abu Kulit Singkong” tepat pada waktunya Shalawat serta salam mudah-mudahan senantiasa tercurah limpahkan kepada Nabi kita, nabi akhir zaman, Nabi Besar Muhammad SAW, kepada keluarganya, sahabatnya, dan semoga sampai kepada kita selaku ummatnya.

Tugas akhir ini dibuat dengan tujuan sebagai salah satu syarat melakukan seminar tugas akhir dalam menyelesaikan studi pada Program Strata I Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih terdapat banyak kesalahan baik dalam penggunaan bahasa yang kurang baik maupun penulisan kurang tepat. Penulis memohon maaf atas segala kekurangan dalam penulisan tugas akhir ini, saran dan kritik diperlukan sebagai bahan acuan agar penulisan tugas akhir ini dapat menjadi lebih baik kedepannya. Penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk penulis dan pembaca.

Medan, 7 Agustus 2024



Daffa Adli Saragih

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji dan syukur penulis penjatkan kehadiran Allah SWT karena dengan rahmat dan karunia-nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul “Uji Daya Tahan Batu Bata tanpa Bakar dengan Penambahan Agregat Limbah Abu Kulit Singkong”. Penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terima kasih dan rasa syukur kepada pihak-pihak yang telah banyak membantu penulis dalam penyusunan tugas akhir ini, diantaranya:

1. Ibu Dr. Fetra Venny Riza selaku pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, saran, motivasi untuk mengarahkan penulis dalam menyempurnakan tugas akhir ini.
2. Bapak Ir. Tondi Amirsyah Putra, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing 1 yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
3. Bapak Dr. Josef Hadi Pramana selaku dosen pembimbing 2 yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Dr. Ade Faizal, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
6. Bapak Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc., selaku Ketua Prodi Teknik Sipil.
7. Ibu Rizki Efrida, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Prodi Teknik Sipil yang ikut andil dalam proses administrasi penelitian.
8. Seluruh Bapak/Ibu dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik sipil kepada penulis.
9. Bapak/Ibu Staff Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

10. Terimakasih kepada Bapak Yani Saragih, S.P dan Mamak Etti Ernawati serta keluarga tercinta yang merupakan inspirasi, dan motivator yang tercinta dalam hidup penulis, baik secara moral maupun material serta doa yang tak kunjung henti diberikan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Kepada teman-teman AGAM seperjuangan dan teman teman sipil 19 yang telah banyak membantu dan mendukung penulis dalam penulisan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini belum sempurna. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis menerima kritik dan saran yang berguna dan membangun untuk kelengkapan tugas akhir penelitian ini. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan bagi pembaca. Amin Yaa Rabbal Alamin.

Wassalamu'Alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Medan, 7 Agustus 2024



Daffa Adli Saragih

NPM : 190721019

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
KATA PENGANTAR.....	vi
UCAPAN TERIMA KASIH.....	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
DAFTAR RUMUS.....	xiv
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 Sistem Pembahasan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Batu Bata	5
2.2 Bata Tanpa Bakar	10
2.3 Material pembentuk bata	13
2.4 Pengujian Daya Tahan Bata.....	23
2.4.1 Pengujian kekuatan tekan (<i>compressive strength test</i>).....	25
2.4.2 Pengujian daya serap air.....	26
2.4.3 Pengujian densitas bata.	26
2.4.4 Pengujian daya tahan bata dengan metode ASTM D559.....	27
BAB III METODE PENELITIAN	28
3.1 Bagan alir penelitian	28
3.2 Metode Penelitian	29
3.2.1 Data Primer.....	29

3.2.2	Data Sekunder	29
3.3	Tempat dan waktu penelitian	30
3.4	Bahan yang digunakan	30
3.5	Alat yang digunakan	35
3.6	Pengambilan dan Pengolahan Data Sampel	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		44
4.1	Analisa Pemeriksaan Bahan	44
4.1.1	Pemeriksaan Butiran Tanah	44
4.1.2	Kadar Air Tanah	45
4.1.3	Uji Batas Cair dan Batas Plastis Tanah.....	45
4.2	Pengujian Sifat Fisik Material Agregat Halus	47
4.2.1	Kadar Lumpur Agregat halus.....	47
4.2.2	Analisa Gradasi Agregat Halus.....	48
4.2.3	Kadar Air Agregat Halus	49
4.3	Hasil dan Analisa Pengujian Bata tanpa bakar	50
4.3.1	Pengujian Sifat Tampak Bata tanpa Bakar	50
4.3.2	Daya Tahan Bata Tanpa Bakar	51
4.3.3	Pengujian Berat Jenis Bata.....	55
4.3.4	Uji Penyerapan Air Batu Bata.....	56
4.3.5	Pengujian Kuat Tekan Bata Tanpa Bakar	57
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		59
5.1	Kesimpulan	59
5.2	Saran	60
DAFTAR PUSTAKA.....		61
LAMPIRAN		68
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....		76

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Tabel Nilai Ukuran dan Toleransi SNI 15-2094-2000	6
Tabel 1.2 Tabel Nilai Kuat Tekan yang Diatur dalam SNI 15-2094-2000	6
Tabel 1.3 Tabel Hasil Penelitian Terdahulu Batu Bata	10
Tabel 1.4 Tabel Hasil Penelitian Terdahulu Bata tanpa Bakar	11
Tabel 1.5 Tabel Hasil Penelitian Terdahulu Tanah Liat.....	14
Tabel 1.6 Tabel Hasil Penelitian Terdahulu Semen Portland.....	16
Tabel 1.7 Tabel Hasil Penelitian Terdahulu Pasir.....	17
Tabel 1.8 Tabel Hasil Penelitian Terdahulu Air.....	18
Tabel 1.9 Tabel Hasil Penelitian Terdahulu Kapur.....	20
Tabel 1.10 Tabel Hasil Penelitian Terdahulu Kulit Singkong	22
Tabel 1.11 Tabel Hasil Penelitian Terdahulu Pengujian Daya Tahan Bata	24
Tabel 3.1 Tabel Spesifikasi Kapur	31
Tabel 3. 2 Tabel Data Spesifikasi Semen	33
Tabel 3. 3 Tabel Variasi Komposisi Sampel	41
Tabel 4.1 Tabel Analisa Butiran Tanah Galong.....	44
Tabel 4.2 Tabel Kadar Air Tanah Galong.....	45
Tabel 4.3 Tabel Batas Cair dan Batas Plastis	46
Tabel 4.4 Tabel Kadar Lumpur Agregat Halus.....	48
Tabel 4.5 Tabel Analisa Gradasi Agregat Halus.....	48
Tabel 4.6 Tabel Kadar Air Agregat Halus	49
Tabel 4.7 Tabel Pengujian Sifat Tampak Bata tanpa Bakar.....	50
Tabel 4.8 Tabel Daya Tahan Bata tanpa Bakar.....	51
Tabel 4.9 Tabel Pengujian Berat Jenis Bata	56
Tabel 4.10 Tabel Uji Penyerapan Air Batu Bata.....	57
Tabel 4.11 Tabel Pengujian Kuat Tekan Bata tanpa Bakar	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Bagan Alir	28
Gambar 3.2 Tanah Galong	30
Gambar 3.3 Air.....	31
Gambar 3.4 Kapur	32
Gambar 3.5 Semen Portland.....	34
Gambar 3.6 Pasir	34
Gambar 3.7 Proses Pembuatan Abu Kulit Singkong.....	35
Gambar 3.8 Alat Cetak Bata.....	36
Gambar 3.9 Mesin Cetak Bata dengan Pompa Hidrolik	36
Gambar 3.10 Timbangan Digital.....	37
Gambar 3.11 Saringan.....	37
Gambar 3.12 Gelas Ukur.....	38
Gambar 3.13 Penggaris	38
Gambar 3.14 Wadah.....	38
Gambar 3.15 Pan	39
Gambar 3.16 Sekop	39

DAFTAR NOTASI

f_m	= Kuat tekan bata merah (MPa)
P_{maks}	= Gaya tekan maksimum (N)
A	= Luas bidang tekan (mm ²)
G	= Kadar garam (%)
A_g	= Luasan kandungan garam (cm ²)
A	= Luasan bata (cm ²)
n	= Jumlah Benda Uji
D_s	= Daya serap bata
A	= Berat bata basah (gr)
B	= Berat bata kering oven (gr)

DAFTAR RUMUS

2.1 Rumus Kuat Tekan	6
2.2 Rumus Kadar Garam Batu Bata.....	7
2.3 Rumus Penyerapan Air	8

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia dengan luas wilayah 1.904.569 km² menjadi negara dengan jumlah penduduk terbanyak keempat di dunia yaitu sebanyak 273.879.750 jiwa (Kementerian Luar Negeri, 2018). Hingga saat ini angka tersebut terus mengalami kenaikan sebanyak 1.481.517 jiwa menjadi 275.361.267 jiwa pada tahun 2022 (Badan Pusat Statistik, 2018). Kenaikan pertumbuhan jumlah penduduk membuat meningkatnya jumlah konsumsi setiap rumah tangga yang mengakibatkan bertambahnya buangan limbah. Saat ini banyak masyarakat Indonesia yang membuang limbah hasil aktifitas rumah tangganya langsung ke lingkungan. Perilaku menyimpang ini yang menyebabkan pencemaran lingkungan terjadi dimana-mana. Limbah yang dibuang ke lingkungan tidak hanya berupa limbah padat tetapi juga termasuk limbah cair dan limbah gas. Limbah tersebut pada akhirnya menumpuk di suatu titik dan akan menjadi biang dari penyakit-penyakit yang berbahaya.

Menurut Ashlihah et al (2020), limbah atau sampah terdiri dari 2 jenis yaitu sampah anorganik dan organik. Sampah anorganik merupakan sampah yang bukan berasal dari makhluk hidup seperti plastik, kain, logam dan yang lainnya. Sedangkan sampah organik adalah sampah yang berasal dari makhluk hidup seperti hewan dan tumbuhan contohnya sampah kulit singkong. Terhitung pada tahun 2020 produksi singkong di Indonesia mencapai 18,3 juta ton dan menempati urutan kelima dengan jumlah produksi singkong terbanyak (Rizaty, 2022). Angka tersebut cukup memberikan dampak yang besar terhadap pencemaran lingkungan. Untuk mengurangi hal tersebut telah dilakukan berbagai macam cara diantaranya mengolah kulit singkong tersebut menjadi pakan ternak bermutu (Sadh et al., 2018), selain itu limbah organik ini juga telah dilakukan pengembangan dalam produksi bahan bangunan (Demir, 2008).

Batu bata merupakan salah satu bahan terpenting dalam konstruksi suatu bangunan. Umumnya batu bata terbuat dari tanah liat yang di buat plastis lalu di bakar untuk mempercepat proses pengeringan. Proses pembakaran yang di

lakukan tersebut menimbulkan efek yang buruk bagi lingkungan maupun manusia, dimana dalam proses pembakaran tersebut menghasilkan karbondioksida yang mencemari udara. Oleh karena itu, perlu dicari alternatif proses produksi batu bata untuk mengurangi emisi gas karbondioksida dengan cara membuat batu bata tanpa pembakaran. Batu bata tanpa bakar menjadi topik yang banyak diperbincangkan masyarakat pada saat ini, dengan segala keunggulan yang dimilikinya bata tanpa bakar mampu bersaing dengan bata yang melalui proses pembakaran. Namun, bata tanpa bakar tidak memiliki daya tahan yang kuat sehingga dalam beberapa kasus harus ditambahkan dengan bahan pengikat lainnya.

Maka dari itu pembuatan batu bata tanpa bakar dengan penambahan agregat limbah kulit singkong ini merupakan salah satu solusi untuk mengurangi pencemaran lingkungan yang terjadi di udara dari proses pembakaran batu bata dan yang terjadi di darat akibat menumpuknya limbah kulit singkong yang lambat laun akan membusuk.

Berdasarkan beberapa penjelasan diatas, maka peneliti bermaksud untuk melakukan penelitian tentang **“Uji Daya Tahan Batu Bata tanpa Bakar dengan Penambahan Agregat Limbah Abu Kulit Singkong”** yang nantinya diharapkan akan menghasilkan batu bata standar yang berkualitas, ramah lingkungan, dan dapat menghemat waktu.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang muncul berdasarkan latar belakang diatas:

1. Apakah penambahan abu kulit singkong dapat meningkatkan daya tahan dari bata tanpa bakar?
2. Mana komposisi yang sesuai apabila bata tanpa bakar ditambahkan abu kulit singkong?
3. Bagaimana pengaruh penambahan abu kulit singkong terhadap proses pembentukan dan pengeringan bata tanpa bakar dalam hal produksi?

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. Membuat batu bata dengan dimensi panjang 20 cm, lebar 10 cm, dan tinggi 6 cm kemudian dikeringkan dengan cara didiamkan dalam suhu ruangan hingga mengeras.
2. Memakai standar bata bakar SNI untuk mengukur kinerja dari bata tanpa

1.4 Tujuan Penelitian

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

1. Untuk mengetahui apakah penambahan abu kulit singkong dapat meningkatkan daya tahan dari pembuatan bata tanpa bakar.
2. Untuk mengetahui komposisi abu kulit singkong yang dapat digunakan agar menghasilkan bata tanpa bakar yang optimum.
3. Untuk mengetahui apakah bata tanpa bakar dengan penambahan abu kulit singkong lebih efisien terhadap waktu dibandingkan dengan bata tanpa bakar tanpa penambahan abu kulit singkong.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini diharapkan akan memberikan informasi yang jelas dalam ilmu tentang batu bata dengan penambahan agregat limbah kulit singkong terhadap daya tahan batu bata tanpa bakar serta diharapkan akan menjadi bahan pertimbangan untuk tahap selanjutnya, baik itu digunakan pada tahap pelaksanaan di lapangan maupun untuk ditingkatkan di penelitian yang berikutnya.

1.6 Sistem Pembahasan

Sistematika pembahasan dalam skripsi adalah peraturan dan penataan isi skripsi secara sistematis dan terstruktur. Sistematika pembahasan biasanya terdiri dari beberapa bab dan subbab yang mengikuti standar penulisan skripsi yang umum digunakan.

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan beberapa hal yang berisi : Latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika pembahasan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas permasalahan yang ada dan berisi rangkuman dari penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan topik penelitian yang dibahas.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan mengenai rancangan penelitian, teknik pengumpulan data, dan analisis data yang digunakan dalam penelitian.

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang hasil analisis data yang telah dilakukan, baik dalam bentuk tabel, grafik, atau narasi. Hasil yang di dapat kemudian dianalisis dan interpretasi hasil penelitian serta kaitannya dengan teori yang telah dirujuk pada tinjauan pustaka.

BAB 5 PENUTUP

Bab ini berisi rangkuman dari hasil penelitian dan kesimpulan yang diambil dari penelitian, serta saran untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Batu Bata

Batu bata merupakan satu diantara bahan pembuat konstruksi bangunan yang terbuat dari campuran tanah liat ditambah dengan air serta dengan ataupun tanpa bahan campuran lain (Huda & Hastuti, 2012). Teori lain mendefinisikan batu bata sebagai bahan bangunan yang berbentuk prisma persegi panjang yang terbuat dari tanah liat dengan atau tanpa campuran bahan lain, melalui proses pemanasan pada suhu tertentu (SNI 15-2094-2000, 2000). Berdasarkan kedua teori tersebut dapat diambil kesimpulan bahwa batu bata adalah salah satu bahan konstruksi bangunan berbentuk prisma segi empat panjang dengan berbahan dasar tanah liat yang dicampur dengan air serta dapat ditambah ataupun tanpa bahan campuran lainnya lalu dikeraskan dengan proses pemanasan menggunakan suhu tertentu.

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

1. Sifat tampak

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

2. Ukuran dan toleransi

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

Tabel 1.1 Tabel Nilai Ukuran dan Toleransi yang Diatur oleh SNI 15-2094-2000

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

3. Kuat tekan

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

Tabel 1.2 Tabel Nilai Kuat Tekan yang Diatur dalam SNI 15-2094-2000

Kelas	Kuat tekan rata-rata minimum dari 30 bata yang diuji Kg/cm ² (MPa)	Koefisien variasi dari kuat tekan rata-rata yang diuji %
50	50 (5)	22
100	100 (10)	15
150	150 (15)	15

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

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

Keterangan :

f_m = Kuat tekan bata merah (MPa)

P_{maks} = Gaya tekan maksimum (N)

A = Luas bidang tekan (mm^2)

4. Kadar garam batu bata

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

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

Dengan:

G = Kadar garam (%)

A_g = Luasan kandungan garam (cm^2)

A = Luasan bata (cm^2)

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

a. Tidak membahayakan

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

b. Ada kemungkinan membahayakan

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

c. Membahayakan

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

5. Kerapatan semu (apparent density)

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

6. Penyerapan air

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

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

Dengan :

Ds = Daya serap bata

A = Berat bata basah (gr)

B = Berat bata kering oven (gr)

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

a. Murah

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

b. Mudah didapat

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

c. Warna yang unik

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

d. Kuat

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

e. Penolak panas yang baik

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

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

Batu bata yang kita kenal pada saat ini hanya batu bata dengan cara konvensional yaitu dengan cara pengambilan bahan lalu mencampurkan semua bahan hingga menjadi suatu adonan yang dapat di cetak kemudian mengalami proses pencetakan dan pada akhirnya hasil cetakan batu bata tersebut dibakar untuk mengeringkan batu bata tersebut.

Tabel 1.3 Tabel Hasil Penelitian Terdahulu Batu Bata

No.	Judul	Hasil
1.	Pembuatan Batu Bata Merah Desa Panorama Dan Desa Dusun Besar (Dary et al., 2019)	Perbandingan titik kinerja (<i>performance point</i>) dan daktilitas dari semua model struktur. Pada saat mencapai <i>performance point</i> antara lokasi panglong 2 dengan panglong 1 dan 3 terdapat perbedaan gaya geser dasar berturut-turut sebesar 99,71% dan 99,87% yaitu $1,224 \times 10^4$ MPa untuk panglong 2 dan $1,221 \times 10^4$ MPa untuk panglong 1, $1,223 \times 10^4$ MPa untuk panglong 3.
2.	Pengaruh temperature pembakaran dan penambahan abu terhadap kualitas batu bata (Huda & Hastuti, 2012)	Hasil karakteristik didapatkan kualitas batu bata yang memenuhi standart SNI yaitu pada variasi 1: $\frac{1}{2}$ yang dipanaskan pada temperatur 1020°C dengan hasil uji tekan sebesar 11 kN atau 2,991 MPa , nilai densitas $1,188.104 \text{ kg/cm}^3$, porositas 11.2%, dan nilai susut bakar 0.52%. Batu bata yang berkualitas baik menggunakan variasi 1: $\frac{1}{2}$ dan dipanaskan pada temperatur 1000°C - 1020°C .
3.	Penambahan Abu Jerami dan Abu Sekam Padi pada Campuran Batu Bata untuk Meningkatkan Kualitas dan Efisiensi Produksi Batu Bata Industri Tradisional (Rahmawati & Saputro, 2015)	Berdasarkan hasil penelitian ini, ditemukan bahwa semua uji kuat tekan batu bata sesuai dengan standar SK SNI-S-04-1989-F, yaitu masuk kelas 25 dan 50. Berat jenis kecil dari standar yaitu 1,8-2,6 gr/cm^3 . Uji susut bakar lebih kecil dari standar yaitu <15%. Sedangkan uji porositas ditemukan lebih besar dari standar (<20%).

2.2 Bata Tanpa Bakar

Batu bata memiliki beberapa jenis antara lain : Bata tanpa bakar. Batu bata ini dibuat tanpa melalui proses pembakaran; Batu bata press. Batu bata jenis ini

dibuat dengan cara mencetak campuran bahan yang terdiri dari pasir, semen, dan beberapa bahan tambahan lain menggunakan press; Batu bata autoclaved aerated concrete (AAC). Batu bata jenis ini dibuat kemudian dicetak dan dipanaskan dengan tekanan dan uap untuk menghasilkan tekstur yang lebih ringan dan tahan lama; Batu bata ramah lingkungan. Batu bata jenis ini dibuat dari bahan-bahan daur ulang seperti limbah industri, kayu, atau kaca yang dicampur dengan campuran aditif yang kuat dan tahan air. Penelitian kali ini akan berfokus pada batu bata tanpa bakar, sehingga jenis batu bata lainnya tidak akan dijelaskan lebih terperinci.

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

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

Tabel 1.4 Tabel Hasil Penelitian Terdahulu Bata tanpa Bakar

No.	Judul	Hasil
1.	Enhancing Properties of Unfired Clay	Terdapat potensi dalam menggunakan bahan pengikat campuran untuk memproduksi batu bata

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

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

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

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

2.3 Material pembentuk bata

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

1. Tanah liat (Lempung)

Tanah liat adalah jenis tanah yang terdiri dari partikel-partikel lempung. Tanah liat biasanya ditemukan di wilayah yang memiliki iklim tropis atau subtropics dan lingkungan yang lembap. Tanah liat merupakan bahan baku utama dalam pembuatan batu bata. Tanah liat memiliki sifat yang unik, yaitu adhesi, kohesi, dan plastisitas. Sifat adhesi memungkinkan tanah liat untuk

menempel pada benda lain, seperti tangan atau alat lain yang digunakan dalam pengolahan tanah liat. Sifat kohesi memungkinkan partikel-partikel lempung dalam tanah liat untuk saling menempel satu sama lain, sehingga membentuk suatu bahan yang padat. Sifat plastisitas memungkinkan tanah liat untuk dicetak dan dibentuk sesuai dengan keinginan.

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

Tabel 1.5 Tabel Hasil Penelitian Terdahulu Material Pembuatan Bata (Tanah Liat)

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

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

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

2. Semen Portland

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

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

Tabel 1.6 Tabel Hasil Penelitian Terdahulu Material Pembentukan Bata (Semen Portland)

No.	Penulis	Hasil
1.	Stabilisasi Tanah Lempung dengan Campuran Abu Sabut Kelapa, Serbuk Batu Bata, dan Semen Portland (Nengsih et al., 2022)	Setelah dilakukan pengujian stabilitas tanah Persentase nilai $CBR_{rencana}$ didapat 3,13%. Tanah dengan semen Portland sebanyak 5% dengan 0 hari pemeraman mengalami kenaikan nilai $CBR_{rencana}$ menjadi 4,94% dan untuk pemeraman 3 hari naik menjadi 6,69%. Dari hasil diatas maka penambahan semen sangat bermanfaat bagi usaha mendapatkan suatu massa tanah yang kokoh dan tahan terhadap deformasi.
2.	Optimasi Semen pada Pembuatan Batu Bata Tanpa Bakar (Widodo & Artiningsih, 2021)	Hasil yang didapat adalah dalam penambahan 17% semen pada bata semen-lempung tanpa pembakaran, menghasilkan kuat tekan maksimum sebesar 5,09 MPa, hasil tersebut didapat setelah bata hasil cetak dikeringkan dalam suhu ruangan selama 7 hari dan di oven selama 24 jam dalam oven dengan suhu 40°.

3. Pasir

Pasir adalah bahan granula yang terdiri dari butiran mineral yang berukuran kecil hingga sedang dengan diameter antara 0,063 hingga 2 mm. pasir biasanya terdiri dari mineral seperti kuarsa, feldspar, mika, dan mineral lainnya tergantung pada asal-usulnya. Menurut Nasution (2022) pasir selain digunakan sebagai urugan, adukan hingga campuran beton, pasir juga banyak digunakan dalam bahan bangunan yang diaplikasikan sebagai bahan campuran untuk material cetak seperti batu bata. Pasir terdapat di berbagai tempat di seluruh dunia, termasuk pantai, gurun, sungai dan danau.

Pasir yang digunakan untuk pembuatan batu bata biasanya harus memenuhi beberapa persyaratan tertentu. Pasir yang digunakan harus bersih dan bebas dari

kotoran seperti lumpur, tanah, dan vegetasi. Pasir yang terlalu berdebu atau terlalu halus juga tidak ideal untuk digunakan dalam pembuatan batu bata. Selain itu, butiran pasir yang digunakan harus seragam dalam ukuran dan bentuknya agar batu bata yang dihasilkan memiliki kekuatan dan kualitas yang baik. Pasir yang terlalu kasar atau terlalu halus dapat memengaruhi sifat fisik batu bata, seperti kekuatan tekan, daya serap air, dan keawetannya.

Pasir yang digunakan dalam pembuatan batu bata biasanya berasal dari sumber daya alam, seperti pasir sungai, pasir pantai, atau pasir gurun, dan dikumpulkan dengan proses penggalian atau penambangan.

Tabel 1.7 Tabel Hasil Penelitian Terdahulu Material Pembentukan Bata (Pasir)

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

4. Air

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

Penggunaan air juga dapat mempengaruhi kualitas batu bata, jika air terlalu banyak digunakan, batu bata dapat menjadi rapuh dan mudah pecah atau retak. Oleh karena itu, penggunaan air harus diatur dengan hati-hati dalam setiap tahap produksi untuk menghasilkan batu bata yang berkualitas tinggi. Selain itu, air juga dapat mempengaruhi warna dan tekstur batu bata. Jika air yang digunakan mengandung mineral atau zat kimia tertentu, dapat mempengaruhi warna batu bata yang dihasilkan.

Penggunaan air dalam proses pembuatan batu bata juga dapat mempengaruhi lingkungan sekitarnya. Air limbah yang dihasilkan dari proses pencucian dan pengeringan batu bata dapat mencemari lingkungan, terutama jika limbah tersebut mengandung bahan kimia berbahaya. Dalam beberapa teknologi produksi modern, teknik pengolahan batu bata dapat dilakukan dengan menggunakan sistem yang lebih ramah lingkungan, seperti penggunaan sistem panas matahari atau energi biomassa dalam proses pengeringannya. Hal ini dapat membantu mengurangi penggunaan air dan energi, serta meminimalkan dampak lingkungan dari proses produksi batu bata.

Tabel 1.8 Tabel Hasil Penelitian Terdahulu Material Pembentuk Bata (Air)

No	Penulis	Hasil
1.	Recyclability, Durability and Water Vapour Adsorption of	Batu bata yang telah distabilkan semen dan biopolymer meningkatkan daya tahan air sekaligus mengurangi adsorpsi uap air

No	Penulis	Hasil
	Unstabilised and Stabilised Compressed Earth Bricks (Bruno et al., 2020)	dibandingkan dengan batu bata yang tidak distabilkan.
2.	Effect of Water Content on The Compressive Strength of Laterized Concrete (Wong & Iqbal, 2021)	Bata yang telah mengalami biomineralisasi selama 28 hari dengan kadar air 400 mL mendapatkan kuat tekan tertinggi sebesar 3 MPa. Hal ini terjadi karena derajat kejenuhan air berpengaruh terhadap proses biomineralisasi bata sebagai kadar air.

Air yang baik untuk digunakan dalam pembuatan batu bata adalah air bersih dan bebas dari kandungan logam berat, zat organik, dan zat kimia berbahaya lainnya. Air yang digunakan juga harus memiliki pH yang stabil dan tidak terlalu asam atau basa, biasanya antara 6 hingga 8. Pada umumnya air yang digunakan dalam produksi batu bata biasanya berasal dari sumur atau sungai terdekat. Namun sebelum digunakan, air harus dianalisis untuk memastikan bahwa kandungan zat-zat dalam air sesuai dengan standar yang ditetapkan untuk produksi batu bata.

5. Kapur

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

campuran bahan utama, sehingga membantu membentuk adonan yang lebih padat dan kuat.

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

Tabel 1.9 Tabel Hasil Penelitian Terdahulu Material Pembentuk Bata (Kapur)

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

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

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

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

6. Abu Kulit Singkong

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

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

Pengaplikasian kulit singkong sebagai bahan tambah dalam pembuatan bata tanpa bakar dapat dilakukan dengan beberapa tahapan. Pertama-tama kulit singkong dibersihkan lalu dikeringkan dan dihaluskan hingga menjadi serbuk halus atau abu. Abu kulit singkong kemudian dicampur dengan bahan-bahan lainnya seperti pasir, semen, dan air untuk membentuk adonan bata. Kulit singkong dijemur selama 3 hari sebelum digunakan, untuk menghilangkan kadar air yang berlebih, dan meleburkan keberadaan asam hidrosianat (HCN) (Subramanian et al., 2021).

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

Tabel 1.10 Tabel Hasil Penelitian Terdahulu Material Pembentukan Bata (Kulit Singkong)

No.	Penulis	Hasil
1.	Effect of The Addition of Coal-ash and Cassava Peels on The Engineering Properties of Compressed Earth Blocks (Villamizar et al., 2012)	Sampel dengan bahan penstabil kulit singkong sebanyak 5% menunjukkan beberapa patahan dan penyerapan air menunjukkan angka 27,01% sehingga dapat disimpulkan, Penambahan kulit singkong ke dalam campuran bata tanpa bakar meningkatkan kadar air yang dibutuhkan untuk ekstruksi (plastisitas).
2.	Prolonged Curing of Green Concrete from Domestically Derived	Sebanyak 48 spesimen kubus dengan dimensi 100 mm dibuat lalu dilakukan proses curing dalam air dengan periode 56, 90, 120, dan 150

No.	Penulis	Hasil
	Cassava Peels Ash (DDCPA) and Laterite (Emmanuel & Frank, 2014)	hari, dan target kekuatan sebesar 25 MPa. Rasio penggantian abu kulit singkong yang berasal dari hasil lokal berkisar antara 0-30%. Kekuatan perkembangan bertahap di DDCPA-LATCON diamati seiring bertambahnya usia pengawetan. Kepadatan 150 hari dan kuat tekan beton normal adalah 2373 kg/m ³ dan 73,57 MPa sedangkan sampel 10% DDCPA + 10% Laterit masing-masing memiliki 2310 kg/m ³ dan 75,64 MPa. Sehingga sampel pada umur 150 hari cocok sebagai bahan konstruksi.
3.	Pemanfaatan Kulit Singkong menjadi paving Block sebagai Upaya Mengurangi Timbulan Sampah (Artiyani, 2012)	Variasi penambahan serbuk kulit singkong yang digunakan adalah 0%, 15%, 30%, 60% untuk mengurangi pemakaian pasir sebagai bahan halus. Hasil penelitian membuktikan sampah kulit singkong memberikan dampak yang buruk terhadap paving block, paving yang memenuhi syarat hanya pada bahan tambah sebesar 0%, sampai 15%.

2.4 Pengujian Daya Tahan Bata

Uji daya tahan bata (*Durability*) adalah serangkaian pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kemampuan batu bata dalam bertahan terhadap berbagai pengaruh lingkungan seperti cuaca, kelembapan, serangan biologis, zat kimia, dan beban bangunan. Uji daya tahan bata bertujuan untuk memastikan bahwa bata mampu bertahan dalam jangka waktu yang lama dan memenuhi persyaratan konstruksi bangunan. Pengujian daya tahan bata merupakan aspek penting yang dilakukan sejak awal sebelum bata hasil produksi digunakan atau dipasarkan untuk kebutuhan konstruksi suatu bangunan.

Tabel 1.11 Tabel Hasil Penelitian Terdahulu Pengujian Daya Tahan Bata

No.	Penulis	Hasil
1.	Kajian Mekanik Batu Bata dengan Metode Pembakaran dan Tanpa Dibakar menggunakan Limbah Lumpur PDAM (AS et al., 2000)	Hasil yang didapat dari penelitian ini untuk bata dengan proses pembakaran nilai kuat tekan tertinggi adalah 32,70 MPa pada variasi 1B yaitu penambahan lumpur PDAM sebanyak 17%. Sedangkan pada bata tanpa pembakaran nilai kuat tekan tertinggi adalah 32,49 MPa pada variasi 1TB dengan lumpur PDAM sebanyak 17%. Dapat disimpulkan bahwa kuat tekan dalam penggunaan lumpur PDAM tidak memenuhi syarat SNI 15-2094-2000.
2.	Analisis Perilaku Mekanik Batu Bata menggunakan Ampas Teh (Purnijanto et al., 2021)	Namun pada pengujian kuat tekan bata hanya bata dengan penambahan ampas teh sebesar 15% yang memperoleh hasil optimum yaitu sebesar 5,33 MPa. Dari ketiga persentase penambahan ampas teh (kandungan ampas teh 10%, 15%, dan 20%) ketiganya memenuhi syarat SII 0021-78 dan PUBI-1982 yaitu penyerapan air tidak melebihi 20%.
3.	Experimental Assessment of Bio-based Earth Bricks Durability (Aur�lie et al., 2019)	Hasil yang diterima dari penelitian ini adalah, penambahan agregat tanaman dalam tanah meningkatkan sifat daya tahan bata. Secara spesifik, formulasi yang paling tidak erosi oleh air adalah 3BS yaitu dengan penambahan 3% jerami dengan nilai 6,9 mm. Kemudian formulasi yang meningkatkan abrasi kering terdapat pada formulasi 3% batang lavender dengan nilai abrasi $8,0 \pm 2,7 \text{ cm}^2.\text{g}^{-1}$.

Uji daya tahan bata penting dilakukan untuk memastikan bahwa batu bata memiliki kualitas yang baik dan mampu bertahan dalam jangka waktu yang lama.

Hal ini sangat penting karena bata merupakan material konstruksi yang penting dan digunakan pada bangunan untuk memberikan kekuatan struktural dan keamanan. Jika batu bata tidak memenuhi persyaratan daya tahan, maka dapat menyebabkan masalah pada bangunan seperti :

1. Kelemahan struktural, batu bata yang tidak tahan lama dapat mengalami keretakan atau retak pada saat digunakan dalam bangunan. Hal ini dapat menyebabkan kelemahan struktural pada bangunan dan bahkan dapat menyebabkan keruntuhan.
2. Biaya perbaikan yang tinggi, jika bata yang tidak tahan lama digunakan dalam pembangunan, maka kemungkinan besar akan memerlukan perbaikan yang lebih sering dan biaya perbaikan yang lebih tinggi.
3. Masalah keamanan, bata yang tidak tahan lama dapat menjadi risiko keamanan, terutama jika digunakan dalam bangunan yang memiliki tinggi yang signifikan atau pada bangunan yang rentan terhadap guncangan atau getaran, seperti bangunan di sekitar zona gempa.

Untuk menjaga dan meningkatkan daya tahan dari suatu bata maka perlunya diperhatikan dalam pemilihan bahan baku, kualitas bahan baku yang digunakan untuk membuat batu bata sangat penting untuk meningkatkan kekuatan dari bata. Proses pembuatan yang baik dan benar akan meningkatkan daya tahan dan kekuatan dari bata, dalam hal ini proses pengeringan harus maksimal sehingga tidak terjadi keretakan pada saat dilakukan uji daya tahan. Pengujian daya tahan batu bata dapat melibatkan berbagai jenis uji seperti pengujian:

2.4.1 Pengujian kekuatan tekan (*compressive strength test*).

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 & Azis, 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.

2.4.2 Pengujian daya serap air.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan batu bata dalam menyerap air. Menurut Hasahah et al (2013) daya serap air yang tinggi akan berpengaruh terhadap proses pemasangan bata, kandungan air pada mortar yang digunakan dalam proses pemasangan bata akan diserap oleh bata dan akan mempengaruhi pengerasan adukan sehingga berakibat pada kuat adukan yang menjadi lemah. Pada penelitiannya juga dari 10 sampel yang diuji sampel yang memiliki daya serap air terkecil hanya terdapat pada sampel campuran 2,5% abu kulit jagung yaitu sebesar 23,6%. Nilai tersebut masih tidak memenuhi syarat SNI 15-2094-2000 yaitu daya serap air maksimal 20%.

2.4.3 Pengujian densitas bata.

Pengujian densitas bata merupakan salah satu cara untuk mengetahui berat jenis atau massa jenis bata. Berat jenis atau massa jenis adalah suatu ukuran untuk mengetahui seberapa berat sebuah bahan dalam suatu volume tertentu. Dalam penelitian (Syahland, 2021) menyatakan bahwa berat jenis atau massa jenis yang diinginkan memiliki persyaratan sebesar 1,60-2,00 gr/cm³. Hasil berat jenis itu sudah memenuhi standar mutu SNI -03-4164-1996.

Penelitian yang telah dilakukan oleh (Prayuda et al., 2017) menggunakan metode Archimedes sebagai faktor pengujian densitas batu bata. Metode Archimedes dilakukan dengan cara menimbang batu bata dalam keadaan kering dan kemudian menimbanginya kembali setelah direndam dalam air. Perbedaan berat antara bata dalam keadaan kering dan basah kemudian digunakan untuk menghitung densitasnya, yang perlu diperhitungkan dalam metode Archimedes ini adalah volume batu bata dengan teknik pengukuran yang tepat. Hasil pengujian densitas bata penting untuk menentukan kualitas bata, densitas bata yang tinggi menunjukkan bahwa bata memiliki kepadatan yang baik dan kemampuan menahan tekanan yang tinggi.

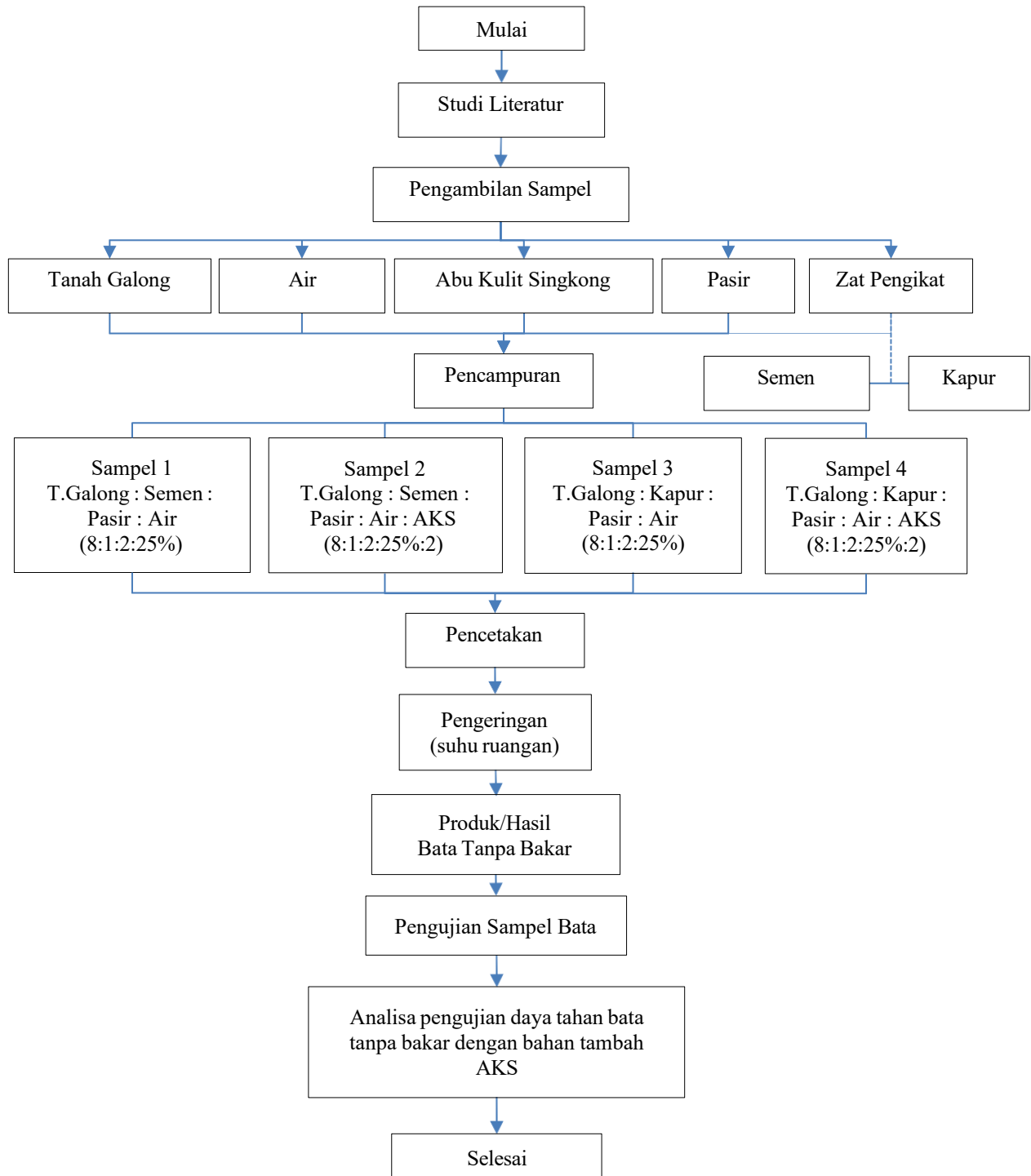
2.4.4 Pengujian daya tahan bata dengan metode ASTM D559

Prosedur pengujian daya tahan bata juga telah diatur dalam (ASTM D559, 2003): dua buah spesimen tanah-semen dilakukan 12 siklus pembasahan dan pengeringan bergantian. Spesimen direndam selama 5 jam dalam air minum pada suhu kamar, kemudian dibiarkan mengalir selama 19 jam sebelum ditempatkan dalam oven berventilasi pada suhu 60°C selama 19 jam. Setelah didinginkan hingga suhu kamar, spesimen ditimbang dan diukur untuk menentukan kehilangan massa, perubahan kadar air, dan perubahan volume yang dihasilkan oleh pembasahan dan pengeringan berulang. Selama pengujian, sikat gores kawat yang terbuat dari bulu kawat pipih berukuran 2 kali 1/16 inci yang dikelompokkan dalam baris 15 x 10 digunakan untuk menerapkan 18-20 sapuan vertikal pada permukaan setiap spesimen.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Bagan alir penelitian



Gambar 3.1 Bagan Alir

3.2 Metode Penelitian

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

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

3.2.1 Data Primer

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

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

3.2.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari sumber yang sudah ada dan telah dikumpulkan sebelumnya oleh pihak lain. Jenis data ini dapat berupa data yang diambil dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, laporan, dokumen-

dokumen lainnya yang terkait dengan teknik bata (literatur) dan konsultasi langsung dengan dosen pembimbing di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Data teknis mengenai Standar Nasional Indonesia. Data teknis mengenai SNI-15-2094-2000, serta buku-buku atau literature sebagai penunjang untuk memperkuat suatu penelitian yang dilakukan.

3.3 Tempat dan waktu penelitian

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

3.4 Bahan yang digunakan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan bata ini sebagai berikut:

1. Tanah Galong

Tanah galong yang digunakan adalah tanah galong yang berasal dari Desa Sidourip, Kecamatan Beringin, Kabupaten Deli Serdang. Tanah galong yang diterima peneliti masih bercampur dengan berbagai macam material sehingga harus melakukan beberapa proses pembersihan terlebih dahulu, dimulai dengan mengeringkan tanah galong di bawah sinar matahari hingga tanah galong memadat, kemudian tanah galong di haluskan dengan cara ditumbuk menggunakan palu hingga menjadi butiran halus, lalu tanah galong di saring dengan saringan no.100 untuk memisahkan tanah galong dengan material lainnya yang tidak terpakai.



Gambar 3.2 Tanah Galong

2. Air

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



Gambar 3.3 Air

3. Kapur

Kapur yang digunakan adalah kapur yang berjenis Calcium Hydroxide dan diperoleh dari PT. Niraku Jaya Abadi dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 3.1 Tabel Spesifikasi Kapur

Spesifikasi Kapur	
Merk	Unicarb
Product	Calcium Hydroxide/Hydrated Lime
Lot No	080121-1
MFG Date	Agustus-16-2021
Quality Maintenance Term	September-30-2024
ASSAY (compexometric, calculated on dried substance)	
Substance insoluble in acetic acid	<0.3%
Substance insoluble in hydrochloric acid	<0.3%
Chloride (Cl)	<0.02%
Fluoride (F)	<0.005%
Sulphate (SO ₄)	<0.05%
Heavy Metals (as pb)	<0.002%

Spesifikasi Kapur	
As (Arsenic)	<0.003%
Ba (Barium)	passes test
Fe (iron)	<0.002%
Hg (Mercury)	<0.00005%
Pb (Lead)	<0.0003%
Magnesium and alkali metals	<0.2%
Appearance	White Powder
Fineness : #	
Residue on a 45 um sieve (ISO 787/7)	<0.5%
Top cut (d97)	10 μ m
Particles < 5 um	40%
Whiteness : #	
Brightness (Ry, C/22, DIN 53163)	93%
Moisture, ex works (ISO 787/2)	0.5%
Bulk Density	0.5 gm/cc
Ca(OH) ₂	93.66%
CaO	70%
pH	13



Gambar 3.4 Kapur

4. Semen

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

Tabel 3. 2 Tabel Data Spesifikasi Semen

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



Gambar 3.5 Semen Portland

5. Pasir

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



Gambar 3. 6 Pasir

6. Abu Kulit Singkong

Zat aditif yang peneliti pakai dalam penelitian ini adalah Abu Kulit Singkong. Abu kulit singkong berasal dari kulit singkong limbah dari produksi opak singkong di Jl Sei Mencirim, limbah kulit singkong itu melalui beberapa proses diantaranya, penjemuran dibawah sinar matahari

untuk mengurangi kandungan air yang ada di dalam kulit singkong serta memisahkan antara sampah dan kulit singkong. Lalu, kulit singkong yang telah dijemur dipanggang di dalam oven dengan suhu 200°C selama 60 menit. Setelah kulit singkong dipanggang akan menjadi kering dan kemudian akan dihaluskan dengan menggunakan blender hingga menjadi abu. Pada tahap terakhir abu kulit singkong disaring menggunakan saringan no.100 untuk mendapatkan hasil abu yang seragam.



Gambar 3.7 Proses Pembuatan Abu Kulit Singkong

3.5 Alat yang digunakan

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

1. Cetakan bata.

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

cetakan, dan 1 buah plat besi yang memiliki pegangan besi di atasnya yang digunakan sebagai penyalur tekanan dari mesin tekan ke bata.



Gambar 3.8 Alat Cetak Bata

2. Mesin cetak bata dengan pompa hidrolik

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



Gambar 3.9 Mesin Cetak Bata dengan Pompa Hidrolik

3. Timbangan digital

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



Gambar 3.10 Timbangan Digital

4. Saringan

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



Gambar 3.11 Saringan

5. Gelas ukur

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



Gambar 3.12 Gelas Ukur

6. Penggaris

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



Gambar 3.13 Penggaris

7. Wadah

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



Gambar 3.14 Wadah

8. Pan

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



Gambar 3.15 Pan

9. Sekop dan skrap

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



Gambar 3. 16 Sekop

3.6 Pengambilan dan Pengolahan Data Sampel

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

1. Tahap persiapan

Pada tahap ini dilakukan dengan mempersiapkan berbagai alat dan bahan yang akan digunakan. Setiap bahan diletakkan pada wadahnya masing-masing sehingga tidak tercampur dengan bahan lainnya. Pemisahan bahan ini bertujuan

agar mempertahankan kualitas bahan sebelum dilakukan pencampuran. Bahan-bahan yang kering diletakkan di tempat yang kering, alat-alat yang masih basah harus dikeringkan terlebih dahulu sebelum digunakan agar tidak mempengaruhi komposisi campuran bahan.

2. Tahap penimbangan massa bahan

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

3. Tahap pembuatan sampel

Prosedur pembuatan bata dapat dilihat dibawah ini:

- a. Proses awal dalam pembuatan bata adalah menyiapkan bahan campuran yang direncanakan pada wadah yang terpisah.
- b. Menyiapkan pan yang cukup luas untuk menampung volume bahan rencana.
- c. Campuran bahan dimasukkan ke dalam pan lalu dilakukan proses pencampuran seluruh bahan hingga tercampur dengan merata.
- d. Menimbang adonan hasil pencampuran, kemudian adonan yang telah ditimbang di pisahkan ke wadah bersih yang lain.
- e. Adonan yang sudah ditimbang dan disisihkan kemudian dimasukkan kedalam alat cetak bata dengan ukuran panjang 20 cm, lebar 10 cm, dan tinggi 6 cm.
- f. Adonan yang sudah dimasukkan di dalam cetakan kemudian di press menggunakan mesin press hidrolik hingga tekanan 5 MPa.
- g. Keluarkan bata hasil press dari cetakan.
- h. Keringkan bata hasil press dengan cara bata disusun di suatu tempat dan dibiarkan kering oleh suhu ruangan selama 28 hari.

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

Tabel 3. 3 Tabel Variasi Komposisi Sampel

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

Keterangan :

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

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.

4. Tahap pengujian sampel

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

a. Uji daya tahan

Metode pengujian ini digunakan untuk menentukan ketahanan benda uji, perubahan kadar air, dan perubahan volume benda uji yang dipadatkan

terhadap pembasahan dan pengeringan berulang. Metode pengujian ini menggunakan prosedur metode uji ASTM D559.

Langkah-langkah pengujian durabilitas adalah sebagai berikut:

- 1) Merendam bata selama 5 jam pada suhu ruangan lalu keluarkan dan timbang.
- 2) Meletakkan bata pada ruangan dengan suhu ruang selama 19 jam
- 3) Mengulangi langkah 1 dan 2 sebanyak 12 kali.
- 4) Menimbang bata dan mengukur untuk menentukan kehilangan massa, perubahan kadar air dan perubahan volume yang dihasilkan oleh pengujian pembasahan dan pengeringan.

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) Persipkan 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 IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Pemeriksaan Bahan

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

4.1.1 Pemeriksaan Butiran Tanah

Pemeriksaan butiran tanah merupakan pembagian butiran tanah galong yang menggunakan alat seperangkat saringan dengan diameter lubang yang berbeda-beda. Saringan disusun mulai dari ukuran no 4-200. Dari hasil percobaan untuk mengidentifikasi tanah, maka diperoleh data seperti pada Tabel 4.1 berikut:

Tabel 4.1 Tabel Analisa Butiran Tanah Galong

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

Dari data diatas dapat dilihat bahwa semakin tinggi nomor saringan atau semakin kecil diameter lubang saringan maka semakin tinggi nilai berat tanah yang tertahan hingga mencapai 99%. Klasifikasi tanah menurut SNI untuk

keperluan teknik, tanah termasuk berbutir kasar dengan lolos saringan No. 200 kurang dari 50% yaitu sebesar 1%.

4.1.2 Kadar Air Tanah

Uji kadar air tanah bertujuan untuk memeriksa dan menentukan kadar air dari tanah yang digunakan. Kadar air (w) adalah perbandingan berat air yang dikandung tanah dengan berat kering tanah. Kadar air diberi simbol w dan dinyatakan dalam persen (%). Kadar air tanah berkisar antara 20% - 100% masih dikatakan normal, tetapi jika kadar air tanah diatas 100% dikatakan jenuh air dan jika kurang dari 20% tanah tersebut dikatakan kering. Hasil dari pengujian kadar air tanah dijelaskan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.2 Tabel Kadar Air Tanah Galong

Kadar Air Tanah Galong		
No. cawan	1	2
Berat Cawan (W1)	9	9
Berat Cawan + Tanah Basah (W2)	60	59
Berat Cawan + Tanah Kering (W3)	48	51
Berat Air (W2-W3)	12	8
Berat Tanah Kering (W3-W1)	39	42
Kadar Air (w)	30.8	19.0
Rata-rata (%)	24.9	

Dari tabel diatas didapatkan nilai rata-rata sebesar 24,9%, maka tanah tersebut termasuk tanah normal dimana rata-rata kadar airnya berkisar antara 20%-100%.

4.1.3 Uji Batas Cair dan Batas Plastis Tanah

Pengujian batas cair bertujuan untuk menentukan keadaan peralihan antara keadaan cair dan keadaan plastis. Batas cair (LL) adalah biasanya ditentukan dari uji *casagrande*. Kemudian hubungkan kadar air dan jumlah pukulan yang didapatkan dari hasil pengujian menggunakan alat *casagrande* digambarkan dalam grafik semi logaritmik untuk menentukan kadar air pada 25 pukulan. Sedangkan batas plastis (PL) merupakan kadar air tanah pada kedudukan antara daerah plastis dan semi plastis, yaitu presentase kadar air dimana tanah yang

berbentuk silinder dengan diameter 3,2 mm dalam keadaan mulai retak ketika digulung.

Sedangkan Indeks plastisitas (PI) merupakan selisih antara nilai batas cair (LL) dan batas plastis (PL). Karena itu, indeks plastisitas menunjukkan nilai plastisitas tanahnya. Jika tanah mempunyai PI tinggi, maka tanah mengandung banyak butiran lempung. Jika PI rendah, seperti lanau, sedikit pengurangan kadar air berakibat tanah menjadi kering. 39 Gambar 4.2 memberikan hubungan antara batas cair dan indeks plastisitas tanah, yang mana dikenal dengan grafik plastisitas (plasticity chart) Casagrande. Hal yang penting dalam grafik plastisitas ini adalah garis pembagi (Garis-A) yang membedakan derajat plastisitas dari tanah menjadi plastis dari tanah menjadi plastisitas tinggi dan rendah. Garis-A memiliki persamaan garis lurus: $PI = 0,73(LL - 20)$. Garis-A ini memisahkan antara lempung dan lanau. Lempung akan berada di atas Garis-A, dan lanau berada di bawah Garis-A. Lanau berada dalam bagian yang sama (di bawah Garis-A dan dengan LL berkisar antara 30-50%) yang mana merupakan lanau dengan derajat pemampatan sedang. Lempung berada dalam bagian yang sama dimana memiliki derajat penampatan yang tinggi (di bawah Garis-A dan LL lebih besar dari 50%). Selain Garis-A, terdapat pula Garis U (U-Line) yang merupakan batas atas dari hubungan antara indeks plastisitas dan batas cair untuk suatu tanah. Garis-U mengikuti persamaan garis lurus: $PI = 0,9(LL - 8)$.

Berikut ini adalah tabel hasil pengujian batas cair dan batas plastis dari tanah yang digunakan:

Tabel 4.3 Tabel Batas Cair dan Batas Plastis

Batas Cair (Liquid Limit Test) dan Batas Plastis (Plastic Limit) Tanah Galong								
No	Nomor Contoh	Satuan	Batas Cair (LL)				Batas Plastis (PL)	
1	Banyak pukulan		22	33	35	45		
2	Nomor Cawan		I	II	III	IV	I	II
3	Berat cawan + tanah basah (W2)	gr	47	47	43	48	22	20
4	Berat cawan + tanah kering (W3)	gr	36	38	33	38	20	18
5	Berat air ($W_w = W_2 - W_3$)	gr	11	9	10	10	2	2

Batas Cair (Liquid Limit Test) dan Batas Plastis (Plastic Limit) Tanah Galong								
6	Berat Cawan (W1)	gr	10	8	8	10	10	10
7	Berat tanah kering (W5 = W3-W1)	gr	26	30	25	28	10	8
8	Kadar Air ($W = (W_w/W_5) \times 100\%$)	%	42.3	30	40	35.7	20	25
9	Kadar Air rata-rata (w)	%	37				22.5	

LL	PL	PI
37	22.5	14.5

Dari tabel diatas maka diperoleh nilai batas cair (liquid limit) sebesar 37% sedangkan batas plastis (plastic limit) sebesar 22,5%, maka didapat nilai indeks plastisitas (plasticity index) dari tanah galong sebesar 14,5%.

4.2 Pengujian Sifat Fisik Material Agregat Halus

Agregat halus (pasir) yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir Binjai, secara umum mutu pasir Binjai telah memenuhi syarat untuk dapat digunakan sebagai bahan bangunan. Pasir mempunyai tekstur butiran sehingga dapat difungsikan sebagai material yang mampu mengurangi resiko terjadinya retak dan penyusutan yang signifikan pada bata dan mencegah supaya bata tidak melengkung setelah kering sehingga kuat tekan bata tersebut bisa meningkat.

4.2.1 Kadar Lumpur Agregat halus

Ada beberapa pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kualitas agregat halus. Salah satu pengujian yang dilakukan adalah dengan pengujian kadar lumpur dalam tanah dengan cara endapan lumpur. Pengujian harus memenuhi SNI S-04-1989-F yaitu kadar lumpur pada agregat tanah maksimal 5% dan untuk agregat kasar maksimal 1%. Hasil dari pemeriksaan kadar lumpur agregat pada tabel 4.1.4 di bawah dibawah ini.

Tabel 4.4 Tabel Kadar Lumpur Agregat Halus

KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS		
Uraian	Sampel 1	Sampel 2
Wadah (W1)	511	507
Berat pasir kering (w2),gr	500	500
Berat pasir setelah dicuci dan di oven lagi (W3),gr	995	992
Berat Lumpur (W4),gr	16	15
Kadar lumpur, %	3.2	3.0
Kadar lumpur rata-rata, %	3.1	

Dari hasil pemeriksaan kadar lumpur didapat nilai persentase kadar lumpur rata-rata sebesar 3,1%. Nilai ini masih berada dalam batas yang diijinkan yaitu dengan nilai maksimal 5%, sehingga agregat tidak perlu dicuci kembali.

4.2.2 Analisa Gradasi Agregat Halus

Analisa gradasi agregat halus (pasir) dikerjakan menggunakan alat yang sesuai dengan SNI S -04-1989. Tujuan pengujian analisa gradasi agregat halus ini untuk dapat mengetahui jenis agregat yang dipakai termasuk dalam pasir kasar, agak halus, atau pasir halus.

Tabel 4.5 Tabel Analisa Gradasi Agregat Halus

Ukuran Saringan		Berat Tertahan	Persentase Tertahan	Persentase Kumulatif	
SNI	ASTM	(gram)	(%)	Tertahan (%)	Lolos (%)
9,6	3,8"	0	0	0	100
4,8	No 4	99	4,95	4,95	95,05
2,4	No 8	205	10,25	15,20	84,80
1,2	No 16	387	19,35	34,55	65,45
0,6	No 30	301	15,05	49,60	50,40
0,3	No 50	561	28,05	77,65	22,35
0,15	No 100	330	16,50	94,15	5,85
Pan		117	5,85		0
Total		2000	100	276,1	

Hasil pengujian analisa saringan diatas kemudian di dapat dihitung menggunakan rumus modulus kehalusan (FM).

$$\begin{aligned}
 FM &= \frac{\Sigma \% \text{tertahan kumulatif mulai dari saringan } 0,15 \text{ mm}}{100} \\
 &= \frac{94,15 + 77,65 + 49,60 + 34,55 + 15,20 + 4,95}{100} \\
 &= \frac{276,1}{100} \\
 &= 2,76
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan yang dilakukan maka didapat nilai modulus kehalusan sebesar 2,76%. Nilai ini masih termasuk dalam batas yang diijinkan yaitu 1,5-3,8% menurut SK SNI S-04-1989-F), agregat tersebut termasuk dalam zona 2.

4.2.3 Kadar Air Agregat Halus

Kadar air agregat halus dipengaruhi oleh besar jumlah air yang terkandung dalam pori-pori agregat, semakin besar selisih antara agregat semula dengan agregat setelah kering oven maka semakin besar kadar air agregat. Hasil dari pemeriksaan kadar air agregat halus seperti yang dijelaskan pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.6 Tabel Kadar Air Agregat Halus

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

Dari hasil percobaan yang dilakukan didapatkan nilai kadar air rata-rata sebesar 2,1% nilai ini didapat dari 2 percobaan yang dilakukan dimana pada percobaan pertama didapat nilai sebesar 2,2% kemudian pada percobaan kedua di dapat nilai sebesar 2,0%. Hasil tersebut memenuhi standart yang telah ditentukan yaitu 2,0%-20%.

Jadi pada agregat halus ini memenuhi standart dan layak untuk dipakai dalam campuran bata. Sehingga tidak perlu menambah atau mengurangi dari nilai jumlah air yang dibutuhkan.

4.3 Hasil dan Analisa Pengujian Bata tanpa bakar

Hasil dan Analisa pengujian batu bata akan dijelaskan pada bab ini, pengujian yang dilakukan meliputi pengujian sifat tampak, daya tahan bata tanpa bakar, kuat tekan, penyerapan air, kadar garam, berat jenis.

4.3.1 Pengujian Sifat Tampak Bata tanpa Bakar

Hasil yang didapat dari pengujian sifat tampak bata tanpa bakar dapat dilihat pada tabel di bawah ini:



Tabel 4.7 Tabel Pengujian Sifat Tampak Bata tanpa Bakar

No	Sudut Siku		Nyaring Bila Dipukul		Warna Seragam		Tidak Retak		Datar	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
CC	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
CL	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
CGA	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
LGA	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

Keterangan:

- a. S = Sesuai
- b. T = Tidak Sesuai

Dari pengujian sifat tampak bata dapat disimpulkan bahwa bata tanpa bakar yang diuji sifat tampaknya seluruh sampelnya memiliki warna yang seragam, memiliki sudut yang siku, dan seluruh sampelnya tidak terdapat retakan dan juga seluruhnya memiliki permukaan yang datar. Seluruh sampel yang diuji memiliki kekurangan yaitu tidak nyaring bila dipukul. Dari seluruh hasil uji coba sifat tampak bata tanpa bakar memiliki sifat tampak yang sesuai dengan standar SNI, karena semua syarat untuk sifat tampak bata telah terpenuhi.

4.3.2 Daya Tahan Bata Tanpa Bakar

Pengujian daya tahan bata menurut standar ASTM D559 memerlukan dua sampel pengujian dengan menimbang bata sebelum direndam, kemudian merendam bata selama 5 jam dan diangkat lalu dibiarkan dalam suhu ruangan selama 19 jam. Lakukan kegiatan tersebut selama 12 siklus berturut. Berikut adalah tabel hasil uji daya tahan batu bata sebanyak 3 sampel dengan 2 variasi.



Tabel 4.8 Tabel Daya Tahan Bata tanpa Bakar

No	Siklus	Sampel	No Sampe l	Berat Sebelum Perendaman (gr)	Berat Sesudah Perendaman (gr)	Serapan Air (gr)	Rata- Rata (gr)
1	1	CC	1	1703	1924	221	229.7
			2	1685	1913	228	
			3	1667	1907	240	
2		CL	1	1665	1926	261	270.7
			2	1692	1966	274	
			3	1671	1948	277	
3		CCA	1	1581	2032	451	295.3
			2	1611	2046	435	

No	Siklus	Sampel	No Sampe l	Berat Sebelum Perendaman (gr)	Berat Sesudah Perendaman (gr)	Serapan Air (gr)	Rata- Rata (gr)
			3	1645	0	0	
4		CLA	1	1505	1856	351	376.3
			2	1502	1867	365	
			3	1417	1830	413	
5	2	CC	1	1921	1932	11	13.7
			2	1902	1922	20	
			3	1900	1910	10	
6		CL	1	1918	1930	12	13.0
			2	1957	1971	14	
			3	1935	1948	13	
7		CCA	1	1986	0	0	24.6
			2	2008	2082	74	
			3	0	0	0	
8		CLA	1	1813	1881	68	43.3
			2	1834	1896	62	
			3	1784	0	0	
9	3	CC	1	1912	1937	25	18.7
			2	1897	1917	20	
			3	1900	1911	11	
10		CL	1	1923	1930	7	12.7
			2	1956	1973	17	
			3	1928	1942	14	
11		CCA	1	0	0	0	0.0
			2	2016	0	0	
			3	0	0	0	
12		CLA	1	1837	1894	57	34.3
			2	1854	1900	46	
			3	0	0	0	
13	4	CC	1	1933	1941	8	14.7
			2	1899	1918	19	
			3	1894	1911	17	
14		CL	1	1923	1934	11	15.7
			2	1952	1972	20	
			3	1924	1940	16	
15		CCA	1	0	0	0	0.0
			2	0	0	0	
			3	0	0	0	
16		CLA	1	1846	1908	62	44.3
			2	1852	1923	71	
			3	0	0	0	
17	5	CC	1	1923	1928	5	23.0
			2	1961	1986	25	

No	Siklus	Sampel	No Sampe l	Berat Sebelum Perendaman (gr)	Berat Sesudah Perendaman (gr)	Serapan Air (gr)	Rata- Rata (gr)
	6		3	1892	1931	39	
18		CL	1	1914	1942	28	22.3
			2	1953	1968	15	
			3	1911	1935	24	
19		CCA	1	0	0	0	0.0
			2	0	0	0	
			3	0	0	0	
20		CLA	1	1885	1932	47	42.7
			2	1871	1952	81	
			3	0	0	0	
21		CC	1	1927	1944	17	21.3
			2	1896	1918	22	
	3		1881	1906	25		
22	CL	1	1898	1925	27	23.3	
		2	1941	1966	25		
		3	1921	1939	18		
23	CCA	1	0	0	0	0.0	
		2	0	0	0		
		3	0	0	0		
24	CLA	1	1894	1959	65	46.0	
		2	1912	1985	73		
		3	0	0	0		
25	CC	1	1931	1945	14	17.0	
		2	1903	1918	15		
		3	1882	1904	22		
26	CL	1	1905	1927	22	21.3	
		2	1947	1968	21		
		3	1916	1937	21		
27	CCA	1	0	0	0	0.0	
		2	0	0	0		
		3	0	0	0		
28	CLA	1	1917	1982	65	21.7	
		2	0	0	0		
		3	0	0	0		
29	CC	1	1920	1942	22	22.7	
		2	1900	1919	19		
		3	1877	1904	27		
30	CL	1	1901	1928	27	19.7	
		2	1951	1971	20		
		3	1922	1934	12		
31	CCA	1	0	0	0	0.0	
		2	0	0	0		

No	Siklus	Sampel	No Sampe l	Berat Sebelum Perendaman (gr)	Berat Sesudah Perendaman (gr)	Serapan Air (gr)	Rata- Rata (gr)
			3	0	0	0	
32		CLA	1	1946	0	0	0
			2	0	0	0	
			3	0	0	0	
33	9	CC	1	1917	1941	24	18.7
			2	1906	1918	12	
			3	1886	1906	20	
34		CL	1	1908	1928	20	21.0
			2	1943	1964	21	
			3	1908	1930	22	
35		CCA	1	0	0	0	0.0
			2	0	0	0	
			3	0	0	0	
36		CLA	1	0	0	0	0.0
			2	0	0	0	
			3	0	0	0	
37	10	CC	1	1930	1943	13	15.7
			2	1903	1917	14	
			3	1883	1903	20	
38		CL	1	1911	1929	18	18.7
			2	1943	1964	21	
			3	1914	1931	17	
39		CCA	1	0	0	0	0.0
			2	0	0	0	
			3	0	0	0	
40		CLA	1	0	0	0	0.0
			2	0	0	0	
			3	0	0	0	
41	11	CC	1	1925	1940	15	12.0
			2	1907	1917	10	
			3	1894	1905	11	
42		CL	1	1914	1925	11	13.0
			2	1951	1962	11	
			3	1911	1928	17	
43		CCA	1	0	0	0	0.0
			2	0	0	0	
			3	0	0	0	
44		CLA	1	0	0	0	0.0
			2	0	0	0	
			3	0	0	0	
45	12	CC	1	1930	1946	16	17.0
			2	1898	1914	16	

No	Siklus	Sampel	No Sampe l	Berat Sebelum Perendaman (gr)	Berat Sesudah Perendaman (gr)	Serapan Air (gr)	Rata- Rata (gr)
			3	1882	1901	19	
46		CL	1	1911	1927	16	14.0
			2	1953	1966	13	
			3	1917	1930	13	
47		CCA	1	0	0	0	0.0
			2	0	0	0	
			3	0	0	0	
48		CLA	1	0	0	0	0.0
			2	0	0	0	
			3	0	0	0	

Penelitian yang dilakukan di atas menunjukkan ketidaktahanan sampel bata dengan bahan tambahan abu kulit singkong, dari 12 siklus yang dilakukan bata dengan bahan tambahan abu kulit singkong tidak ada yang bertahan sampai 12 siklus. Penggunaan abu kulit singkong harus dilakukan dengan hati-hati, dengan mempertimbangkan kualitas abu dan proporsi yang tepat dalam campuran. Efek abu kulit singkong pada batu bata dapat bervariasi tergantung pada jenis dan kualitas batu, serta metode pengolahan dan pembakaran yang digunakan.



4.3.3 Pengujian Berat Jenis Bata

Pengujian berat jenis bata dilakukan dengan menggunakan 4 variasi sampel bata yang berbeda dengan setiap variasi menggunakan 5 sampel bata tanpa bakar. Pengujian dilakukan di laboratorium UMSU dengan cara menimbang berat awal bata kemudian bata yang di timbang di rendam kedalam air yang telah di ketahui volume nya, lalu menghitung selisih air sebelum dimasukkan bata dengan

setelah dimasukkan ke dalam air. Hasil pengujian berat jenis bata yang dilakukan dapat dilihat dalam tabel di bawah ini.

Tabel 4.9 Tabel Pengujian Berat Jenis Bata

No sampel	Kode Sampel			
	CC	CL	CCA	CLA
1	1	1.51	1.5	1.51
2	1.34	1.59	1.59	1.51
3	1.33	1.57	1.56	1.57
4	1.34	1.61	1.55	1.58
5	1.39	1.45	1.57	1.56
6	1.19	1.43	1.55	1.57
7	1.38	1.48	1.56	1.53
8	1.34	1.47	1.53	1.56
9	1.35	1.55	1.58	1.54
Rata-rata (kg/m ³)	1.30	1.52	1.55	1.55

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa hasil rata-rata berat jenis bata tanpa bakar yaitu 1.55 (kg/m³). Nilai berat jenis tersebut masih tidak memenuhi spesifikasi berat jenis bata normal yang berkisar antara 1,60 gr/cm³ – 2,00 gr/cm³ (Badan Standarisasi Nasional (BSN), 2000).

4.3.4 Uji Penyerapan Air Batu Bata

Pengujian dimulai dengan menimbang berat dari sampel bata tanpa bakar kemudian merendam selama 24 jam, setelah 24 jam perendaman bata dimasukkan kedalam oven dengan suhu 199,5°C – 200°C selama 12 jam. Selisih berat dari bata awal dengan setelah mengalami perendaman kemudian pengovenan merupakan nilai penyerapan air bata.

Tabel 4.10 Tabel Uji Penyerapan Air Batu Bata

Kode Sampel	Jumlah Sampel	No Sampel	Berat Bata Basah (gr)	Berat Bata Kering (gr)	Daya Serap (%)	Rata-rata (%)
Kontrol Semen (CC)	2	1	1924	1226	0.57	0.57
		2	1913	1214	0.58	
Kontrol Kapur (CL)	2	1	1926	1323	0.46	0.46
		2	1966	1342	0.46	
Semen Galong AKS (CCA)	2	1	1993	1517	0.31	0.31
		2	1989	1513	0.31	
Kapur Galong AKS (CLA)	2	1	1925	1504	0.28	0.28
		2	1926	1504	0.28	



Dari gambar 4.12 dan 13 dapat dilihat hasil pengujian daya serap air bata tanpa bakar untuk tanah galong pada gambar 4.14 di dapat nilai rata rata dari 4 sampel bata kontrol sebesar 0,40 % sedangkan untuk bata dengan bahan campuran abu kulit singkong didapat nilai rata rata sebesar 0,25 % yang berarti bahwa pengujian daya serap bata tersebut tidak membahayakan dikarenakan nilai tersebut masih tidak melewati batas wajar nilai yang telah ditetapkan oleh SNI untuk nilai maksimal penyerapan air sebesar 20 %.

4.3.5 Pengujian Kuat Tekan Bata Tanpa Bakar

Pengujian kuat tekan bata dilakukan dengan menggunakan 12 sampel bata tanpa bakar dengan 4 variasi yang berbeda. Perhitungan kuat tekan bata tanpa bakar ini diperlukan parameter terukur yaitu beban tekan (gaya tekan F) dan luas bidang sampel batu bata. Setelah pengujian kuat tekan sampel maka selanjutnya

dibandingkan dengan standar referensi atau standar nasional yang ditentukan (SNI 15-2094-2000).

Tabel 4.11 Tabel Pengujian Kuat Tekan Bata tanpa Bakar

Kode Sampel	Jumlah Sampel	No Sampel	A (mm ²)	Gaya Tekan (N)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-Rata (Mpa)
Kontrol Semen (CC)	3	1	20000	117680	5.88	6.62
		2	20000	147100	7.36	
		3	20000	132390	6.62	
Kontrol Kapur (CL)	3	1	20000	147100	7.36	6.37
		2	20000	102970	5.15	
		3	20000	132390	6.62	
Semen Abu Singkong (CCA)	3	1	20000	78453	3.92	3.76
		2	20000	73549	3.68	
		3	20000	73549	3.68	
Kapur Abu Singkong (CLA)	3	1	20000	53936	2.70	3.27
		2	20000	73549	3.68	
		3	20000	68646	3.43	

Dilihat dari tabel diatas dapat dilihat bahwa kuat tekan rata-rata yang dihasilkan oleh bata tanpa bakar dengan campuran abu kulit singkong memiliki kuat tekan yang lebih rendah dibandingkan dengan bata tanpa bakar yang tidak ditambahkan abu kulit singkong. Bata dengan semen ditambah abu kulit singkong memiliki kuat tekan sebesar 3.76 Mpa sedangkan bata dengan kapur ditambahkan dengan abu kulit singkong memiliki nilai kuat tekan sebesar 3.27 Mpa. Nilai tersebut masih kecil dibandingkan dengan bata control semen yang memiliki nilai 6.62 Mpa dan bata control kapur dengan nilai 6.37 Mpa

Nilai uji kuat tekan bata campuran abu kulit singkong dibawah 5 Mpa dengan standar SNI 15-2094-2000 menyatakan tidak memenuhi standar SNI untuk bakar.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan di laboratorium terhadap hasil uji batu bata dengan material tambahan abu kulit singkong. Didapat beberapa kesimpulan yaitu sebagai berikut:

1. Abu kulit singkong tidak dapat menjadi bahan tambahan bata tanpa bakar dikarenakan terjadinya penurunan daya tahan bata sehingga bata tanpa bakar mengalami kehancuran sebelum siklus rencana selesai dilakukan. Penurunan daya tahan bata dapat dilihat dari perbedaan rata-rata penyerapan air selama 12 siklus percobaan dari bata CC dengan total 424,2 gr dengan bata CCA dengan total 1562,3 gr.
2. Dari ke-4 komposisi yang dicoba, komposisi yang menggunakan abu kulit singkong mengalami kehancuran sebelum waktu pengujian tercapai dimana semua sampel komposisi CCA mengalami kehancuran pada hari ke-3 dengan total rata-rata penyerapan sebesar 319,9 dan semua sampel komposisi CLA mengalami kehancuran pada hari ke-8 dengan total rata-rata penyerapan sebesar 608,6.
3. Dari pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan waktu yang dibutuhkan bata tanpa bakar dengan penambahan abu kulit singkong memiliki waktu produksi yang lebih lama dibandingkan dengan bata tanpa bakar tanpa abu kulit singkong. Bata tanpa bakar dengan penambahan abu kulit singkong membutuhkan waktu 2 hari untuk mempersiapkan bahan pembuatan dan 28 hari untuk proses pengeringan, sedangkan bata tanpa bakar tanpa menggunakan abu kulit singkong tidak membutuhkan waktu 60 menit untuk mempersiapkan bahan dan 28 hari untuk proses pengeringan hingga siap untuk di uji.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan variasi komposisi yang berbeda terhadap penggunaan abu kulit singkong untuk mengetahui ambang batas penambahan abu kulit singkong pada campuran batu bata untuk mengetahui hasil yang lebih maksimal.
2. Sebaiknya pendiaman bata dilakukan secara bervariasi misalnya 28 hari, 29 hari dan 42 hari. Agar dapat diketahui apakah factor waktu dapat mempengaruhi daya tahan bata tanpa bakar.

DAFTAR PUSTAKA

- A.S, M. D., Apriani, I., & Sutrisno, H. (2021). Kajian Mekanik Batu Bata dengan Metode Pembakaran dan Tanpa Dibakar Menggunakan Limbah Lumpur PDAM. *Jurnal teknik Lingkungan Universitas Tanjungpura*, Pontianak, 2(2), 10.
- Agbenyeku, E. O., & Aneke, F. I. (2014). Prolonged Curing of Green Concrete from Domestically Derived Cassava Peels Ash (DDCPA) and Laterite. *International Journal of Scientific and Engineering Research*, 5(1), 900-905.
- Ahmad, I. A., Atika, F., & Asrib, A. R. (2022). Karakteristik Bata Dengan Abu Sekam Padi Dari Limbah Produksi Bata. *Jurnal Ilmu Multidisiplin Indonesia*, 1(9).
- Alfarisi, C. D., Padil, Drastinawati, Wisrayeti, Nurfatihayati, & Yelmida. (2023). Pengaruh Penambahan Arang Pelepah Sawit terhadap Sifat Mekanik Batu Bata Merah. *e-Jurnal Ilmiah Biosaintropis (Bioscience-Tropic)*, 8(2), 2338-2805.
- Amazian, L. (2018). Unfired Clay Bricks with Enhanced Properties Project Report. Al Akhawayn University.
- Amir, M. Y., & Basry, W. (2019). Pemanfaatan Kotoran Ternak Sapi dan Abu Sekam Padi sebagai Pengganti Sebagian Tanah Liat untuk Meningkatkan Kualitas Batu Bata. *Siimo Engineering*, 3(1), 17-22.
- Ananda, R. (2022). Perbandingan Bata Tradisional di Deli Serdang dengan bata tanpa bakar menggunakan Abu Sekam padi. *Jurnal Skripsi*.
- Apriansyah, Hasim, A., Marwadi, A., & Chalid, N. I. (2022, Desember). Studi Eksperimental Kuat Tekan Bata Merah dengan Variasi Penambahan Abu Sekam Padi. *Jurnal Riset & Teknologi Terapan Kemaritiman*, 1(2), 1-12.
- Artiyani, A. (2012). Pemanfaatan Kulit Singkong menjadi Paving Block sebagai upaya mengurangi Timbunan Sampah. *Neutrino*, 4(2), 213-218.
- Ashlihah, Saputri, M. M., & Fauzan, A. (2020, Desember 1). Pelatihan Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga Organik menjadi Pupuk Kompos. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bidang Pertanian*, 1(1), 30-33.
- ASTM D559. (2003). Standard Test Methods for Wetting and Drying Compacted Soil-Cement Mixtures. United States: ASTM International.
- Badan Pusat Statistik. (2023). Laju Pertumbuhan Penduduk (Persen), 2020-2022. Retrieved from Badan Pusat Statistik
- Bakri. (2018). Komponen Kimia dan Fisik Abu Sekam Padi Sebagai SCM Untuk Pembuatan Komposit Semen. *Jurnal Perennial*, 9-14.

- Bodian, S., Faye, M., Sene, N. A., Sambou, V., Limam, O., & Thiam, A. (2018, Maret 20). Thermo-mechanical behavior of unfired bricks and fired bricks made from a mixture of clay soil and laterite.
- Bruno, A. W., Scott, B., Mancienne, Y. D., & Perlot, C. (2020). Recyclability, Durability and Water Vapour Adsorption Unstabilised and Stabilised Compressed Earth Bricks. *Material and Structures*, 1-29.
- Candra, A. I., Romadhon, F., Azhari, F. M., & Hidiyati, E. F. (2022). Increasing Compressive Strength of The Red Brick with Fly Ash and Rice Husk Ash. *Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan*, 107-117.
- Carmona, M., Fuentes, P. A., Casado, A. R., Rodriguez, J. M., Gomez, M. T., & Ramos, J. J. (2023). Chitosan as a Carbonation Catalyst in Lime Mortars. *Result in Engineering*, 17, 100912.
- Damanhuri, A., Lubis, A., A.Hariri, S.G Herawan, M.H.I Roslan, & M.S.F Hussin. (2020). Mechanical Properties Of Rice Husk Ash (Rha) Brick As Partial Replacement Of Clay. *Journal of Physics: Conference Series*.
- Daniswara, & Walujodjati, E. (2022). Pengaruh Campuran Pasir Terhadap Batu Bata Merah. *Jurnal Konstruksi*, 20(1), 95-102.
- Darwis, D., Ulu, S., & Kurniawan, G. (2015). Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Berbahan Abu Sekam Padi dan Kapur Banawa. *Seminar Nasional Fisika Makassar 2015* (pp. 55-59). Makassar: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Darwis, D., Ulu, S., & Kurniawan, G. (2016, Juli). Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Berbahan Abu Sekam Padi dan Kapur Banawa. *Jurnal Gravitasi*, 15 (2).
- Dary, R. W., Frapanti, S., & Utami, C. (2019). Evaluasi Kekuatan Batu Bata Lubuk Pakam Pada Bangunan Bertingkat Dengan Analisa Pushover. *Jurnal Teknik Sipil*, 11(2), 11-15.
- Demir, I. (2008, May 23). Effect of Organic Residues Addition on The Technological Properties of Clay Bricks. *Waste Management*, pp. 622-627.
- Dinata, M., Adha, I., & Setyanto. (2013, Maret). Studi Pengaruh Lama Waktu Proses Pembakaran Terhadap Kuat Tekan Batu Bata Setelah Penambahan Bahan Additive Iss 2500 (Ionic Soil Stabilizer). *JRSDD*, 1(1), 1-12.
- Dini A.S, M., Apriani, I., & Sutrisno, H. (2021). Kajian Mekanik Batu Bata dengan Metode Pembakaran dan Tanpa Dibakar menggunakan Limbah Lumpur PDAM. *Jurnal Teknik Lingkungan Universitas Tanjungpura*, Pontianak, 2(2), 2.

- Elianora, Shalahudin, M., & Aljirzaid. (2010). Variasi Tanah Lempung, Tanah Lanau Dan Pasir Sebagai Bahan Campuran Batu Bata. *Jurnal Teknobiologi*, 1 No 2, 34-46.
- Fadil, S., & Djenabou. (2022, April 20). Straw Reinforced Unfired and Fired Clay Bricks for Sustainable Building Construction of Mesquine Region (Far-North Cameroon). *Journal of Materials and Polymer Science*, 2(2), 1-7.
- Gupta, V., Chai, H. K., Lu, Y., & Chaudhary, S. (2020). A State of The Art Review to Enhance The Industrial Scale Waste Utilization in Sustainable Unfired Bricks. *Construction and Buildig Materials*, 254, 119220.
- Haryanti, N., & Wardhana, H. (2019). Pengaruh Komposisi Campuran Pasir Silika dan Kapur Tohor Pada Bata Ringan Berbahan Limbah Abu Terbang Batubara. *Jurnal Artikel Riset*, 12-37.
- Hasahah, M. S., Yushardi, & Lesmono, A. D. (2021). Uji Kuat Tekan Daya Serap Air dan Massa Jenis Batu Bata Merah Berbahan Tambahan Abu Kulit dan Janggel Jagung di Wuluhan Jember. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 10(2), 41-48.
- Herlina, F., Elhusna, & Islam, M. (2015, April). Pengaruh Penambahan Pasir Sungai Pada Bata Merah Terhadap Kuat Tekan Dan Penyusutan Di Talang Kering Kota Bengkulu. *Jurnal Inersia*, 7(1).
- Herman, & Saputra, R. A. (2021). Pengaruh Limbah Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Campuran Terhadap Sifat Mekanik Batu Bata. *jurnal.undira.ac.id/index.php/tera*, 1(2), 155-168.
- Huda , M., & Hastuti, E. (2012). Pengaruh Temperatur Pembakaran dan Penambahan Abu terhadap Kualitas Batu Bata. *Jurnal Neutrino*, 4(2), 142-152.
- Huda, M., & Hastuti, E. (2012, April). Pengaruh temperatur pembakaran dan penambahan abu terhadap kualitas batu bata. *Jurnal Neutrino*, 4(2), 142-152.
- Ichsan, I. (2018). Pengaruh Penambahan Pasir pada Endapan Lumpur Danau Limboto sebagai Pembuatan Batu Bata. *Journal of Infrastructure & Science Engineering*, 1(2), 8-36.
- Ikhwanuddin, R., & Maryana, O. F. (2020, Juni). Studi Properti Fisis dan Mekanis Bata Bakar Bakar Merah dengan aditif Limbah Vinyl dan Abu Sekam Padi. 147-155.
- Irwansyah, Isma, F., & Purwandito, M. (2018, Desember). Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Dari Limbah Industri Pertanian Dan Material Alam. *Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil*, 4(2), 8-12.

- Jain, A., Choudhary, A. K., & Jha, J. (2020). Influence of Rice Husk Ash on the Swelling and Strength Characteristics of Expansive Soil. *Geotechnical and Geological Engineering*, 2293-2302.
- Jiwandono, W. (2019, Juli). Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi sebagai Bahan Tambah Batu Bata Merah terhadap Kuat Tekan dan Daya Serap. *Jurnal Skripsi*.
- Kadir, A., & Mohajerani, A. (2013, September). Physical and Mechanical Properties of Fired Clay Bricks Incorporated with Cigarette Butts: Comparison between Slow and Fast Heating Rates. 201-204.
- Kementerian Luar Negeri. (2018). Indonesia. Retrieved from Kedutaan Besar Republik Indonesia Di Canberra, Australia:
<https://kemlu.go.id/canberra/id/read/indonesia/2186/etc-menu>
- Melinda, A. P., Juliafad, E., & Yusmar, F. (2020). Pemanfaatan Serat Polypropylene Untuk Meningkatkan Kuat Tekan Mortar Dan Kuat Tekan Pasangan Bata. *Jurnal Universitas Negeri Padang*, 7(3).
- Munasih, & Priyasmanu, T. (2016). Batu Bata Dengan Campuran Abu Sekam Padi Di Desa Saproenggo, Keamtan Pakis, Kabupaten Malang. 6, 31-37.
- Nasution, M. (2022). Perbandingan Kuat Tekan Beton menggunakan Agregat Halus (Pasir) antara Sungai Tanjung Balai dan Sungai Kisaran. *Bidang Aplikasi Teknik Sipil dan Sains*, 1(2), 57-63.
- Nengsih, Sarie, F., & Gandi, S. (2022). Stabilisasi Tanah Lempung dengan Campuran Abu Sabut Kelapa, Serbuk Batu Bata, dan Semen Portland. *TRANSUKMA*, 04(02), 83-92.
- Niyomukiza, J. B., Nabitaka, C. K., Kiwanuka, M., Tiboti, P., & Akampulira, J. (2022). Enchancing Properties of Unfired Clay Bricks Using Palm Fronds and Palm Seeds. *Jurnal Results in Engineering*, 16, 5.
- Niyomukiza, J. B., Nabitaka, K. C., Kiwanuka, M., Tiboti, P., & Akampulira, J. (2022). Enchanting Properties of Unfired Clay Bricks Using Palm Fronds and Palm Seeds. *Result in Engineering*, 16, 1.
- Nugroho, D., Saputra, A. A., & Kuswoyo. (2019). Pengaruh Campuran Abu Sekam Padi Terhadap Kualitas Bata Merah Di Desa Tegalombo, Kecamatan Dukuhseti, Kabupaten Pati. *Jurnal keilmuan dan Terapan Teknik*, 8(2), 10-23.
- Nur, I., Sufriadin, Purwanto, Ilyas, A., Anas, A. V., Qaidahiyani, N. F., . . . Amanda, R. F. (2020). Peningkatan Mutu Tanah Liat sebagai Bahan Baku Pembuatan Batu Bata di Kelurahan Bukaka, Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan. *Jurnal Tepat*, 3(2), 135-146.

- Oti, J., & Kinuthia, J. (2012, February 19). Stabilised Unfired Clay Bricks for Environmental and Sustainable Use. *Applied Clay Science*, pp. 52-59. doi:10.1016/j.clay.2012.01.011
- Pangaribuan, M. R., & Puspita, P. (2014). Pembuatan batu bata merah desa panorama dan desa dusun besar. *Pengabdian Sriwijaya*, 2(2), 197-208.
- Pascanawaty, M. S., M. Sukrawa, & Budiwati. (2016). Studi Eksperimental Tentang Kekuatan Dinding Bata Dengan Perkuatan. *Jurnal Spektran*, 4(1).
- Permata, V. A. (2022, September 22). Pemeriksaan Sifat Mekanik Bata Tanpa Bakar dengan Memanfaatkan Limbah Abu Ampas Tebu. *Jurnal Skripsi*.
- Prayuda, H., Nursyahid, H., & Saleh, F. (2017). Analisis Sifat Fisik dan Mekanik Bata Beton di Yogyakarta. *Rekayasa Sipil*, 6(1), 29-40.
- Prayuda, H., Setyawan, E. A., & Saleh, F. (2016). Analisis Sifat Fisik Dan Mekanik Batu Bata Merah Di Yogyakarta. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil Universitas Sebelas Maret*, 94-104.
- Preneron, A. L., Giroudon, M., Aubert, J., Magniont, C., & Faria, P. (2019). Experimental Assessment of Bio-Based Earth Bricks Durability. *Materials Science and Engineering*, 660.
- Purnijanto, B., Pamungkas, W. G., & Latif, M. (2021). Analisis Perilaku Mekanis Batu Bata Menggunakan Ampas Teh. *Jurnal Bangun Rekaprima*, 07(01), 14-21.
- Rahayu, N. R., Budiwati, & Sukrawa, M. (2016). Studi Karakteristik Bata Merah Lokal Bali Sebagai Dinding. *Jurnal Spektran*, 4(1).
- Rahin, H., & Azis, S. N. (2021). Analisis Kualitas Kuat Tekan Batu Bata Merah dengan Penambahan Serbuk Gergaji Kayu. *Seminar Nasional Teknologi Industri VIII* (pp. 425-428). Makassar: ISBN: 978-602-60451-8-8.
- Rahman, H. A. (2016). Uji Kuat Tekan Bata Merah Menggunakan Mortar Pasir Kwarsa. Malang: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang.
- Rahmawati, A., & Saputro, I. N. (2015). Penambahan Abu Jerami dan Abu Sekam Padi pada Campuran Batu Bata untuk Meningkatkan Kualitas dan Efisiensi Produksi Batu Bata Industri Tradisional. *Eco Rekayasa*, 11(1), 16-22.
- Rahmi, A., & Syarief, A. (2014). Uji Kualitas Tanah Lempung dan Batu Bata Merah Garegeh Bukittinggi. *Riset Fisika Edukasi dan Sains*, 1(1), 28-32.
- Rifandi, A., Zulkarnaen, Nuraini, E., & Purnama, A. (2022, Oktober). Redesain Tungku Pembakaran Batu Bata Menggunakan Bahan Bakar Kayu Dan Sekam Padi. *Jurnal SainTekA*, 3 (3).

- Riza, F. v., Rahman, I. A., & Ahmad Zaidi, A. M. (2010, Desember 5-8). A Brief Review of Compressed Stabilized Earth Brick (CSEB).
- Riza, F. V., Rahman, I. A., & Ahmad Zaidi, A. M. (2010). A Brief Review of Compressed Stabilized Earth Brick (CSEB). International Conference on Science and Social Rsearch (pp. 1011-1016). Kuala Lumpur: IEEE.
- Rizaty, M. A. (2022, 04 13). 10 Negara Produsen Singkong Terbesar di Dunia, Indonesia Masuk Daftar? Retrieved April 12, 2023, from databoks: <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/04/13/10-negara-produsen-singkong-terbesar-di-dunia-indonesia-masuk-daftar>
- Ruslan, A. M., Pannenungi, & E.Salim, J. R. (2021). Pengaruh Penggunaan Abu Sekam Terhadap Kuat Tekan Batu Bata Di Kabupaten Sidenreng Rappang. Jurnal Skripsi.
- Sadh, P. K., Duhan, S., & Duhan, J. S. (2018). Agro-industrial Wastes and Their Utilization Using Solid State Fermentation: a Review. Bioresources and Bioprocessing, 5(1), 1-15.
- Samad, A., Akhtar, U. S., Mostafa, M. G., Islam, M. S., Salma, M. M., & Debnath, A. (2019). Effect of Processed Rice Husk ash on the production of onventional Bricks. International Journal of Scientific & Engineering.
- SNI 15-2094-2000. (2000). Bata merah pejal untuk padangan dinding. 11-22.
- Subramanian, G. M., Balasubramanian, M., & Kumar, A. A. (2021). A Review on The Mechanical Properties of Natural Fiber Reinforced Compressed Earth Blocks. Journal of Natural Fibers, 3. doi:10.1080/15440478.2021.1958405
- Sudarsana, I., Budiwati, I. M., & Wijaya, Y. A. (2011, Januari). Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Terbuat Dari Abu Sekam Padi Dan Serbuk Batu Tabas. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, 15(1).
- Sukobar, Kuntjoro, Kusumastuti, & Sungkono. (2014, Agustus). 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, 12(2).
- Syahland, S. J. (2016). Pengaruh Proses Pembuatan Batu Bata Merah Asal Lampung terhadap Karakteristik Batu Bata yang Dihasilkan. KELITBANGAN, 04(01), 72-82.
- Taallah, B., & Guettala, A. (2016). The Mechanical and Physical Properties of Compresed Earth Block Stabilized with Lime and Filled with Untreated and Alkali-treated Date Palm Fibers. Construction and Building Materials, 104, 52-62.
- Tanjung, D. A., & Munte, S. (2020, April). Pelatihan pembuatan bata ringan kepada home industri batu bata konvensional guna mendukung program

- pemerintah 1 juta rumah bersubsidi. *Journal of Education, Humaniora and Social Sciences (JEHSS)*, 2(3), 578-582.
- Ulfa, J., Harnedi, M., Muhammad, I., & Randhi, S. (2021). Pengaruh Penambahan Kapur Tohor Terhadap Sifat Mekanis Bata Ringan. *CESD*, 4(1).
- Ummah, & H.Baroroh. (2010). Kajian Penambahan Abu Sekam Padi dari Berbagai Suhu Pengabuan Terhadap Plastisitas Kaolin. *Jurnal Alchemy*, 1(2), 53-103.
- Villamizar, M. N., Araque, V. S., Rios, C. A., & Silva, R. S. (2012). Effect of the addition of coal-ash and cassava peels on the engineering properties of compressed earth blocks. *construction and building materials*, 276-286.
- Widodo, B., & Artiningsih, N. (2021, Juli). Optimasi Semen Pada Pembuatan Batu Bata Tanpa Bakar. 14(1), 32-40.
- Widodo, B., & Artiningsih, N. A. (2021). Optimasi Semen pada Pembuatan Batu Bata Tanpa Bakar. *Jurnal Dinamika Teknik Sipil*, 14(1), 32-40.
- Wisnumurti, Soehardjono, A., & palupi, K. A. (2007). Optimalisasi Penggunaan Komposisi Campuran Mortar Terhadap Kuat Tekan Dinding Pasangan Bata Merah. *JURNAL REKAYASA SIPIL*, 1(1).
- Wong, L. S., & Iqbal, D. M. (2022). Effect of Water Content on the Compressive Strength of Biomineralized Bricks. *The 4th International Conference on Materials Engineering and Nanotechnology* (pp. 1-6). Kuala Lumpur: AIP.
- Zebua, D., & Sinulingga, K. (2018, April). Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Sebagai Campuran Terhadap Kekuatan Batu Bata. *Einstein E-Journal*, 6, No 2, 8-13.
- Zuraidha, S., & Hastono, B. (2017). Serbuk Kapur Sebagai Cementitious Pada Mortar. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Universitas Madura*, 2(1).

LAMPIRAN

Tabel 4.12 Tabel Analisa Butiran Tanah Galong

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

Tabel 4.13 Tabel Kadar Air Tanah Galong

Kadar Air Tanah Galong		
No. cawan	1	2
Berat Cawan (W1)	9	9
Berat Cawan + Tanah Basah (W2)	60	59
Berat Cawan + Tanah Kering (W3)	48	51
Berat Air (W2-W3)	12	8
Berat Tanah Kering (W3-W1)	39	42
Kadar Air (w)	30.8	19.0
Rata-rata (%)	24.9	

Tabel 4.14 Tabel Batas Cair dan Batas Plastis

Batas Cair (Liquid Limit Test) dan Batas Plastis (Plastic Limit) Tanah Galong								
No	Nomor Contoh	Satuan	Batas Cair (LL)				Batas Plastis (PL)	
1	Banyak pukulan		22	33	35	45		
2	Nomor Cawan		I	II	III	IV	I	II
3	Berat cawan + tanah basah (W2)	gr	47	47	43	48	22	20
4	Berat cawan + tanah kering (W3)	gr	36	38	33	38	20	18

Batas Cair (Liquid Limit Test) dan Batas Plastis (Plastic Limit) Tanah Galong								
5	Berat air ($W_w = W_2 - W_3$)	gr	11	9	10	10	2	2
6	Berat Cawan (W1)	gr	10	8	8	10	10	10
7	Berat tanah kering ($W_5 = W_3 - W_1$)	gr	26	30	25	28	10	8
8	Kadar Air ($W = (W_w/W_5) \times 100\%$)	%	42.3	30	40	35.7	20	25
9	Kadar Air rata-rata (w)	%	37				22.5	

LL	PL	PI
37	22.5	14.5

Tabel 4.15 Tabel Kadar Lumpur Agregat Halus

KADAR LUMPUR AGREGAT HALUS		
Uraian	Sampel 1	Sampel 2
Wadah (W1)	511	507
Berat pasir kering (w2),gr	500	500
Berat pasir setelah dicuci dan di oven lagi (W3),gr	995	992
Berat Lumpur (W4),gr	16	15
Kadar lumpur,%	3.2	3.0
Kadar lumpur rata-rata,%	3.1	

Tabel 4.16 Tabel Analisa Gradasi Agregat Halus

Ukuran Saringan		Berat Tertahan	Persentase Tertahan	Persentase Kumulatif	
SNI	ASTM	(gram)	(%)	Tertahan (%)	Lolos (%)
9,6	3,8"	0	0	0	100
4,8	No 4	99	4,95	4,95	95,05
2,4	No 8	205	10,25	15,20	84,80
1,2	No 16	387	19,35	34,55	65,45
0,6	No 30	301	15,05	49,60	50,40
0,3	No 50	561	28,05	77,65	22,35
0,15	No 100	330	16,50	94,15	5,85
Pan		117	5,85		0
Total		2000	100	276,1	

Tabel 4.17 Tabel Kadar Air Agregat Halus

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

Tabel 4.18 Tabel Pengujian Sifat Tampak Bata tanpa Bakar

No	Sudut Siku		Nyaring Bila Dipukul		Warna Seragam		Tidak Retak		Datar	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
CC	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
CL	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
CGA	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
LGA	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

Tabel 4.19 Tabel Daya Tahan Bata tanpa Bakar

No	Siklus	Sampel	No Sampe 1	Berat Sebelum Perendaman (gr)	Berat Sesudah Perendaman (gr)	Serapan Air (gr)	Rata- Rata (gr)
1	1	CC	1	1703	1924	221	229.7
			2	1685	1913	228	
			3	1667	1907	240	
2		CL	1	1665	1926	261	270.7
			2	1692	1966	274	
			3	1671	1948	277	
3		CCA	1	1581	2032	451	295.3
			2	1611	2046	435	
			3	1645	0	0	
4		CLA	1	1505	1856	351	376.3
			2	1502	1867	365	
			3	1417	1830	413	

No	Siklus	Sampel	No Sampe l	Berat Sebelum Perendaman (gr)	Berat Sesudah Perendaman (gr)	Serapan Air (gr)	Rata- Rata (gr)
5	2	CC	1	1921	1932	11	13.7
			2	1902	1922	20	
			3	1900	1910	10	
6		CL	1	1918	1930	12	13.0
			2	1957	1971	14	
			3	1935	1948	13	
7		CCA	1	1986	0	0	24.6
			2	2008	2082	74	
			3	0	0	0	
8		CLA	1	1813	1881	68	43.3
			2	1834	1896	62	
			3	1784	0	0	
9	3	CC	1	1912	1937	25	18.7
			2	1897	1917	20	
			3	1900	1911	11	
10		CL	1	1923	1930	7	12.7
			2	1956	1973	17	
			3	1928	1942	14	
11		CCA	1	0	0	0	0.0
			2	2016	0	0	
			3	0	0	0	
12		CLA	1	1837	1894	57	34.3
			2	1854	1900	46	
			3	0	0	0	
13	4	CC	1	1933	1941	8	14.7
			2	1899	1918	19	
			3	1894	1911	17	
14		CL	1	1923	1934	11	15.7
			2	1952	1972	20	
			3	1924	1940	16	
15		CCA	1	0	0	0	0.0
			2	0	0	0	
			3	0	0	0	
16		CLA	1	1846	1908	62	44.3
			2	1852	1923	71	
			3	0	0	0	
17	5	CC	1	1923	1928	5	23.0
			2	1961	1986	25	
			3	1892	1931	39	
18		CL	1	1914	1942	28	22.3
			2	1953	1968	15	
			3	1911	1935	24	

No	Siklus	Sampel	No Sampe l	Berat Sebelum Perendaman (gr)	Berat Sesudah Perendaman (gr)	Serapan Air (gr)	Rata- Rata (gr)
19		CCA	1	0	0	0	0.0
			2	0	0	0	
			3	0	0	0	
20		CLA	1	1885	1932	47	42.7
			2	1871	1952	81	
			3	0	0	0	
21	6	CC	1	1927	1944	17	21.3
			2	1896	1918	22	
			3	1881	1906	25	
22		CL	1	1898	1925	27	23.3
			2	1941	1966	25	
			3	1921	1939	18	
23		CCA	1	0	0	0	0.0
			2	0	0	0	
			3	0	0	0	
24		CLA	1	1894	1959	65	46.0
			2	1912	1985	73	
			3	0	0	0	
25	7	CC	1	1931	1945	14	17.0
			2	1903	1918	15	
			3	1882	1904	22	
26		CL	1	1905	1927	22	21.3
			2	1947	1968	21	
			3	1916	1937	21	
27		CCA	1	0	0	0	0.0
			2	0	0	0	
			3	0	0	0	
28		CLA	1	1917	1982	65	21.7
			2	0	0	0	
			3	0	0	0	
29	8	CC	1	1920	1942	22	22.7
			2	1900	1919	19	
			3	1877	1904	27	
30		CL	1	1901	1928	27	19.7
			2	1951	1971	20	
			3	1922	1934	12	
31		CCA	1	0	0	0	0.0
			2	0	0	0	
			3	0	0	0	
32		CLA	1	1946	0	0	0
			2	0	0	0	
			3	0	0	0	

No	Siklus	Sampel	No Sampe l	Berat Sebelum Perendaman (gr)	Berat Sesudah Perendaman (gr)	Serapan Air (gr)	Rata- Rata (gr)
33	9	CC	1	1917	1941	24	18.7
			2	1906	1918	12	
			3	1886	1906	20	
34		CL	1	1908	1928	20	21.0
			2	1943	1964	21	
			3	1908	1930	22	
35		CCA	1	0	0	0	0.0
			2	0	0	0	
			3	0	0	0	
36		CLA	1	0	0	0	0.0
			2	0	0	0	
			3	0	0	0	
37	10	CC	1	1930	1943	13	15.7
			2	1903	1917	14	
			3	1883	1903	20	
38		CL	1	1911	1929	18	18.7
			2	1943	1964	21	
			3	1914	1931	17	
39		CCA	1	0	0	0	0.0
			2	0	0	0	
			3	0	0	0	
40		CLA	1	0	0	0	0.0
			2	0	0	0	
			3	0	0	0	
41	11	CC	1	1925	1940	15	12.0
			2	1907	1917	10	
			3	1894	1905	11	
42		CL	1	1914	1925	11	13.0
			2	1951	1962	11	
			3	1911	1928	17	
43		CCA	1	0	0	0	0.0
			2	0	0	0	
			3	0	0	0	
44		CLA	1	0	0	0	0.0
			2	0	0	0	
			3	0	0	0	
45	12	CC	1	1930	1946	16	17.0
			2	1898	1914	16	
			3	1882	1901	19	
46		CL	1	1911	1927	16	14.0
			2	1953	1966	13	
			3	1917	1930	13	

No	Siklus	Sampel	No Sampe l	Berat Sebelum Perendaman (gr)	Berat Sesudah Perendaman (gr)	Serapan Air (gr)	Rata- Rata (gr)
47		CCA	1	0	0	0	0.0
			2	0	0	0	
			3	0	0	0	
48		CLA	1	0	0	0	0.0
			2	0	0	0	
			3	0	0	0	

Tabel 4.20 Tabel Pengujian Berat Jenis Bata

No sampel	Kode Sampel			
	CC	CL	CCA	CLA
1	1	1.51	1.5	1.51
2	1.34	1.59	1.59	1.51
3	1.33	1.57	1.56	1.57
4	1.34	1.61	1.55	1.58
5	1.39	1.45	1.57	1.56
6	1.19	1.43	1.55	1.57
7	1.38	1.48	1.56	1.53
8	1.34	1.47	1.53	1.56
9	1.35	1.55	1.58	1.54
Rata-rata (kg/m ³)	1.30	1.52	1.55	1.55

Tabel 4.21 Tabel Uji Penyerapan Air Batu Bata

Kode Sampel	Jumlah Sampel	No Sampel	Berat Bata Basah (gr)	Berat Bata Kering (gr)	Daya Serap (%)	Rata-rata (%)
Kontrol Semen (CC)	2	1	1924	1226	0.57	0.57
		2	1913	1214	0.58	
Kontrol Kapur (CL)	2	1	1926	1323	0.46	0.46
		2	1966	1342	0.46	
Semen Galong AKS (CCA)	2	1	1993	1517	0.31	0.31
		2	1989	1513	0.31	
Kapur Galong AKS (CLA)	2	1	1925	1504	0.28	0.28
		2	1926	1504	0.28	

Tabel 4.22 Tabel Pengujian Kuat Tekan Bata tanpa Bakar

Kode Sampel	Jumlah Sampel	No Sampel	A (mm ²)	Gaya Tekan (N)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-Rata (Mpa)
Kontrol Semen (CC)	3	1	20000	117680	5.88	6.62
		2	20000	147100	7.36	
		3	20000	132390	6.62	
Kontrol Kumpur (CL)	3	1	20000	147100	7.36	6.37
		2	20000	102970	5.15	
		3	20000	132390	6.62	
Semen Abu Singkong (CCA)	3	1	20000	78453	3.92	3.76
		2	20000	73549	3.68	
		3	20000	73549	3.68	
Kapur Abu Singkong (CLA)	3	1	20000	53936	2.70	3.27
		2	20000	73549	3.68	
		3	20000	68646	3.43	

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



INFORMASI PRIBADI

Nama : Daffa Adli Saragih
Tempat, Tanggal Lahir : Wonosobo, 17 Juni 2000
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Agama : Islam
Alamat : Jl Bakung No.23, Pematangsiantar
No. HP : 087893491500
E-Mail : daffaadlys@gmail.com
Nama Ayah : Yani Saragih, S.P.
Nama Ibu : Etti Ernawati

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Induk Mahasiswa : 1907210197
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jl. Kapten Muchtar Basri. No.3 Medan 20238

PENDIDIKAN FORMAL

Sekolah Dasar : SD N 124404 Pematangsiantar
Sekolah Menengah Pertama : SMP N 4 Pematangsiantar
Sekolah Menengah Atas : SMA N 4 Pematangsiantar