

TUGAS AKHIR

**SIFAT-SIFAT MEKANIK BATA TEKAN TANPA BAKAR DENGAN
PENAMBAHAN SERBUK KOPI
(Studi Penelitian)**

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

Disusun oleh :

AL HABIB SUWAILIM
1907210126



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2023**

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Al Habib Suwailim
NPM : 1907210126
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Sifat-Sifat Mekanik Bata Tekan Tanpa Bakar Dengan Penambahan Serbuk Kopi
Bidang Ilmu : Struktur

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

Disetujui Untuk Disampaikan

Kepada Panitia Ujian:

Dosen Pembimbing



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

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

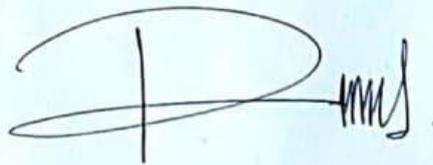
Nama : Al Habib Suwailim
NPM : 1907210126
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Sifat-Sifat Mekanik Bata Tekan Tanpa Bakar Dengan Penambahan Serbuk Kopi

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

Medan, 7 Desember 2023

Mengetahui dan Menyetujui:

Dosen Pembimbing



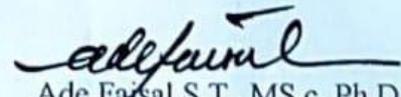
Dr. Fetra Venny Riza S.T, M.Sc

Dosen Pembanding I



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

Dosen Pembanding II



Ade Faisal S.T., MS.c, Ph.D

Ketua Prodi Teknik Sipil



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

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Al Habib Suwailim
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 15 Agustus 2001
NPM : 1907210126
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

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

“Sifat-Sifat Mekanik Bata Tekan Tanpa Bakar Dengan Penambahan Serbuk Kopi (Studi Penelitian).”

Bukan merupakan plagiatisme, 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 ketidak sesuaian 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 Desember 2023

Saya yang menyatakan:



Al Habib Suwailim

ABSTRAK

SIFAT-SIFAT MEKANIKA BATA TEKAN TANPA BAKAR DENGAN PENAMBAHAN SERBUK KOPI

Al Habib Suwailim

1907210126

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

Bata merupakan salah satu bahan material sebagai bahan pembuatan dinding. Bata juga merupakan bahan bangunan telah lama dikenal dan dipakai oleh Masyarakat baik dipedesaan maupun diperkotaan yang berfungsi untuk bahan bangunan konstruksi. Batu bata merah ini kebanyakan dibuat dengan pembakaran yang menghasilkan karbon dioksida yang mencemari udara, sehingga proses pembuatan batu bata merah ini berkontribusi pada gas rumah kaca (GRK) ke atmosfer. Meningkatnya suhu permukaan bumi akan mengakibatkan adanya perubahan iklim yang sangat ekstrim di bumi. Hal ini dapat mengakibatkan terganggunya hutan dan ekosistem lainnya, sehingga mengurangi kemampuannya untuk menyerap karbon dioksida di atmosfer. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan alternatif proses pembuatan dan komposisi yang optimal bata tanpa bakar dengan campuran Serbuk Ampas Kopi. Untuk mengkaji besar pengaruh Serbuk Ampas Kopi terhadap kuat tekan sesuai dengan standart SNI. Variasi komposisi perekat, tanah, pasir, dan serbuk ampas kopi dibuat dengan perbandingan 1:8:2:2. Hasil pengujian kuat tekan bata tekan tanpa bakar dengan campuran serbuk ampas kopi pada tanah galong kapur sebesar 1,72MPa dan tanah galong semen sebesar 2,70MPa sedangkan hasil kuat tekan bata tanpa bakar dengan campuran serbuk ampas kopi pada tanah merah kapur 2,45MPa dan pada tanah merah semen sebesar 3,43MPa. Pada hasil penelitian terjadi penurunan pada setiap variasi dikarenakan pada penambahan serbuk ampas kopi terlalu banyak terjadi tidak saling mengikat antara campuran bata.

Kata kunci: Serbuk Ampas Kopi, Bata Tekan Tanpa Bakar Campuran Serbuk Ampas Kopi, SNI

ABSTRACT

MECHANICAL PROPERTIES OF UNFIRED PRESSED BRICK WITH THE ADDITION OF COFFEE POWDER

Al Habib Suwailim

1907210126

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

Brick is one of the materials used for wall construction. It has long been recognized and used by communities in both rural and urban areas as a construction material. Brick are mostly produced through a firing process that emits carbon dioxide, contributing to air pollution. The production process of red bricks thus contributes to greenhouse gas (GHG) emissions into the atmosphere. The increasing surface temperature of the earth leads to extreme climate changes, disrupting forests and other ecosystems and reducing their ability to absorb carbon dioxide from the atmosphere. This research aims to find an alternative process and optimal composition for the production of unfired bricks with the addition of coffee grounds powder. The study examines the significant impact of coffee grounds powder on compressive strength according to Indonesia national standards (SNI). Variations in the composition of binders, soil, sand, and coffee grounds powder were made in ration of 1: 8: 2: 2. The results of the compressive strength tests for unfired bricks with a mixture of coffee grounds powder on lime soil are 1.72 MPa and on cement soil are 2.70 MPa. Meanwhile, the compressive strength of unfired bricks with a mixture of coffee grounds powder on limestone soil is 2.45 MPa and on cement soil is 3.43 MPa. The research findings indicate a decrease in strength for each variation due to an excessive addition of coffee grounds powder, leading to poor bonding between the brick components.

Keywords: Coffee Grounds Powder, Unfired Pressed Brick, Coffee Grounds Powder Mixture, Indonesian National Standards (SNI)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang “Sifat-Sifat Mekanik Bata Tanpa Bakar Dengan Penambahan Serbuk Kopi (Studi Penelitian)”. sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan.

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

1. Ibu Dr. Fetra Venny Riza S.T., M.Sc, Ph.D selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini, dan juga sebagai Ketua Prodi Teknik Sipil.
2. Bapak Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ade Faisal S.T., MS.c, Ph.D. selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Munawar Alfansury Siregar, ST, MT, selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Assoc. Prof. Dr. Fahrizal Zulkarnain, S.T., M.Sc selaku Kepala Jurusan Prodi Teknik Sipil yang ikut andil dalam prose administrasi penelitian.
6. Ibu Rizki Efrida, S.T, M.T selaku Sekretaris Jurusan Prodi Teknik Sipil yang ikut andil dalam prose administrasi penelitian.

7. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik sipilan kepada penulis.
8. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik Universitas vii Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Suharno dan Ibunda tercinta Altaslimah yang telah bersusah payah membesarkan dan memberikan kasih sayangnya yang tidak ternilai kepada penulis.
10. Rekan-rekan seperjuangan dan lainnya yang tidak mungkin namanya disebut satu persatu.

Laporan Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang membangun untuk menjadi Bahan pembelajaran berkesinambungan penulis dimassa depan. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi Dunia Konstruksi Teknik Sipil.

Medan, 7 Desember 2023

Saya yang menyatakan:

Al Habib Suwailim

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR NOTASI	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Bata Tanpa Bakar	5
2.2 Material Penyusun Bata Tanpa Bakar	12
2.2.1 Tanah Lempung	12
2.2.2 Serbuk Ampas Kopi	14
2.2.3 Semen Portland	17
2.2.4 Air	19
2.2.5 Batu Kapur	20
2.2.6 Pasir	21
2.3 Syarat Mutu Bata	23
2.3.1 Sifat Tampak	23
2.3.2 Ukuran dan Toleransi	23

2.3.3	Kuat Tekan	24
2.3.4	Kadar Garam Bata	25
2.3.5	Penyerapan Air	26
BAB 3 METODE PENELITIAN		27
3.1	Diagram Alir Penelitian	27
3.2	Sumber-Sumber Data Dalam Penelitian	28
3.3	Tempat dan Waktu Penelitian	29
3.4	Tahap Penelitian	29
3.5	Bahan dan Peralatan	30
3.5.1	Bahan	30
3.5.2	Peralatan	34
3.6	Prosedur Penelitian	39
3.6.1	Pembuatan Ampas Serbuk Kopi	39
3.6.2	Pembuatan Bata	39
3.7	Pengujian Sampel Bata	40
3.7.1	Indeks Plastisitas (Plasticity Index)	40
3.7.2	Berat Jenis Bahan	40
3.7.3	Sifat Tampak	41
3.7.4	Kadar Garam	41
3.7.5	Penyerapan Air	41
3.7.6	Kuat Tekan	42
BAB 4 ANALISA DAN PEMBAHASAN		44
4.1	Analisa Pemeriksaan Bahan	44
4.1.1	Analisa Pemeriksaan Tanah	44
4.1.1.1	Uji Batas Cair Dan Bata Plastis Tanah	45
4.1.1.2	Analisa Butiran Tanah	46
4.1.1.3	Uji Kadar Air Tanah	48
4.1.2	Analisa Pemeriksaan Agregat Halus	48
4.1.2.1	Analisa Gradasi Agregat Halus	49
4.1.2.2	Kadar Lumpur Agregat Halus	49
4.1.2.3	Kadar Air Agregat Halus	50
4.2	Rencana Campuran dan Kebutuhan Bahan	50

4.2.1 Hasil Pengujian Bata	50
4.3 Hasil dan Analisa Pengujian Bata	51
4.3.1 Kuat Tekan Bata	51
4.3.2 Hasil Pengujian Penyerapan Air Bata	56
4.3.3 Kadar Garam	58
4.3.4 Berat Jenis Bata	60
4.3.5 Sifat Tampak Bata	60
4.3.5.1 Bata Tanah Galong	61
4.3.5.2 Bata Tanah Merah	62
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran	64
DAFTAR PUSTAKA	66
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Table 2.1	Hasil penelitian terdahulu tentang bata tanpa bakar	7
Table 2.2	Hasil penelitian bata bahan campuran tanah lempung	12
Table 2.3	Komposisi ampas kopi (Iman, 2021)	14
Tabel 2.4	Hasil Penelitian Bata antara tambahan ampas kopi yang telah dilakukan sebelumnya	15
Tabel 2.5	Hasil penelitian bata bahan campuran semen	18
Table 2.6	Hasil penelitian bata dengan bahan campuran air	19
Table 2.7	Hasil penelitian bata dengan bahan campuran kapur	20
Table 2.8	Hasil penelitian bata dengan bahan campuran pasir	22
Table 2.9	Standar Mutu Batu Bata (SNI 15-2094, 2000)	23
Table 2.10	Tabel Ukuran Batu Bata Standar (SNI 15-2094, 2000)	24
Table 2.11	Kuat tekan dan koefisien variasi untuk bata merah pejal untuk pasangan dinding	24
Table 2.12	Persyaratan kuat tekan dan daya serap air batu bata	25
Table 3.1	Tempat dan waktu penelitian	29
Table 3.2	Variasi campuran bata	38
Tabel 4.1	Hasil uji kuat tekan bata control tanpa bakar	52
Tabel 4.2	Hasil uji kuat tekan bata merah dan galong campuran SAK	54
Tabel 4.3	Hasil uji sifat tampak bata tanah merah dan galong	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Ampas serbuk kopi lolos saringan no.200	15
Gambar 3.1	Diagram alir penelitian	27
Gambar 3.2	Tanah liat	30
Gambar 3.3	Tanah galong	31
Gambar 3.4	Ampas serbuk kopi	31
Gambar 3.5	Semen padang	32
Gambar 3.6	Pasir	32
Gambar 3.7	Kapur	33
Gambar 3.8	Air	33
Gambar 3.9	Cetakan bata	34
Gambar 3.10	Mesin cetak bata manual	34
Gambar 3.11	Timbangan digital	35
Gambar 3.12	Mesin uji kuat tekan	35
Gambar 3.13	Saringan no.16	36
Gambar 3.14	Oven	36
Gambar 3.15	Bak air perendam	36
Gambar 3.16	Sekop	37
Gambar 3.17	Gelas ukur	37
Gambar 3.18	Jangka sorong	37
Gambar 3.19	Bata tekan tanpa bakar	40
Gambar 4.1	Tanah galong	44
Gambar 4.2	Tanah merah	45
Gambar 4.3	Grafik casagrande untuk tanah merah dan galong	46
Gambar 4.4	Analisa butiran tanah galong dan tanah merah	47
Gambar 4.5	Grafik gradasi tanah galong	47
Gambar 4.6	Grafik gradasi tanah merah	48
Gambar 4.7	Grafik gradasi agregat halus	49
Gambar 4.8	Proses pengujian kuat tekan bata	51
Gambar 4.9	Gambar setelah pengujian	52

Gambar 4.10	Grafik uji kuat tekan bata control variasi tanah	53
Gambar 4.11	Grafik uji kuat tekan bata control variasi campuran	54
Gambar 4.12	Grafik uji kuat tekan bata SAK variasi tanah	55
Gambar 4.13	Grafik uji kuat tekan bata SAK variasi campuran	55
Gambar 4.14	Proses bata saat di oven	56
Gambar 4.15	Bata saat direndam	57
Gambar 4.16	Uji penyerapan air pada bata tekan tanpa bakar	57
Gambar 4.17	Perendaman bata	58
Gambar 4.18	Bata setelah perendaman	59
Gambar 4.19	Grafik uji kadar garam	59
Gambar 4.20	Benda uji sifat tampak tanah galong	61
Gambar 4.21	Benda uji sifat tampak tanah merah	62

DAFTAR NOTASI

PI	= Indeks plastisitas (%)
LL	= Batas cair (%)
PL	= Batas plastis (%)
W	= Massa (kg)
V	= Volume (m ³)
G	= Kadar garam (%)
Ag	= Luasan kandungan garam (cm ²)
A	= Luasan bata (cm ²)
f_m	= Kuat tekan bata (MPa)
P _{maks}	= Gaya tekan maksimum (N)
A	= Luas bidang tekan (mm ²)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Batu bata yang beredar dipasaran belum semuanya memenuhi standar SNI 15-2094-2000 sehingga perlunya penelitian ini untuk memastikan sifat tampak, kekuatan tekan, dan kadar garam batu bata tersebut. Hal ini disebabkan banyak pengerajin yang kurang memahami standar batu bata yang berlaku di Indonesia, seperti halnya pengrajin batu bata di Desa Sidourip Kecamatan Beringin Kabupaten Deli Serdang. Bahan dasar seperti tanah liat (lempung) yang berasal dari Desa Sidourip Kecamatan Beringin Kabupaten Deli Serdang.

Namun demikian, bata merah yang ada di Indonesia mempunyai satu kelemahan yang mendasar karena dalam proses pembuatannya memakan waktu lama dan harus melalui proses pembakaran yang seringkali menyebabkan kualitas bata menjadi kurang seragam. Solusi untuk mengatasi masalah ini adalah dengan menggunakan bata non bakar. Saat ini sudah cukup banyak ditemui produk bata non bakar seperti yang diklaim sebagai bata ringan dengan berbagai merek komersial yang dijual dipasaran. Sebagai bahan bangunan yang relatif masih baru, komposisi bahan penyusun bata non-bakar masih menjadi topik yang menarik untuk diteliti (Fajrin dkk., 2017).

Dengan pertimbangan tersebut, perlu kiranya dicari bahan alternatif sebagai pengganti bata merah yang bahannya mudah didapat dalam hal ini tanah, dan dalam prosesnya tidak menggunakan bahan bakar tetapi dengan bahan mencampur bahan semen. Pembuatan bata tanpa bakar juga saat sesuai dengan konsep green bulding karena dapat mencegah polusi udara akibat asap pembakaran, dan mencegah penggunaan bahan bakar kayu (Widodo dan Artiningsih, 2021)

Pembuatan bata tanpa dibakar (*Unfired Brick*) adalah efisiensi terhadap waktu pembuatan, karena pembakaran bata cukup lama sehingga memerlukan proses yang panjang. Selain waktu pembuatan, faktor lingkungan terkait seperti polusi asap hasil pembakaran dan penggunaan material kayu sebagai media bakar bersifat tidak ramah lingkungan (Riyanto dkk., 2021).

Proporsi semen portland type I terhadap lempung pada penelitian bata tanpa bakar ini adalah sebesar 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30%. Tanah lempung yang digunakan diperoleh dari Desa Sidourip Kecamatan Beringin Kabupaten Deli Serdang. Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk memperoleh proporsi campuran bata semen-lempung tanpa bakar yang optimal dengan kriteria menghasilkan kuat tekan tertinggi (Widodo dan Artiningsih, 2021).

Pada penelitian ini menambahkan serbuk kopi kedalam campuran bata salah satu solusi untuk pemanfaatan limbah dengan mendaur ulangnya di produksi dari bahan bangunan yang baru. Berbagai macam dari limbah organik dan anorganik residu telah diuji dengan maksud untuk meningkatkan fisik tertentu sifat bahan-bahan ini, terutama berfokus pada mortar dan beton bukan pada batu bata atau bahan keramik lainnya. Keberhasilan penggunaan produk limbah dalam pembuatan batu bata akan terjadi dua manfaat penting dalam hal itu, selain mendaur ulang bahan limbah yang jika tidak harus dibuang di tempat pembuangan sampah, itu juga akan mengurangi kebutuhan akan bahan baku yang tidak terbarukan seperti tanah liat, sehingga berkontribusi pada pengembangan ekonomi sirkular (Ordieres dan Cultrone, 2022).

Serbuk kopi di peroleh dari warung kopi di sekitar Medan, Sumatera Utara. Kopi adalah salah satu produk primer yang paling berharga di dunia, dan paling banyak diperdagangkan kedua setelah minyak. Untuk setiap ton kopi yang dikonsumsi, sekitar 650 kg residu dihasilkan Tahun 2020/2021 konsumsi kopi dunia hampir 10 juta ton, artinya sekitar 6,5 juta ton bubuk kopi diproduksi (Ordieres dan Cultrone, 2022).

Pembuatan bata tanpa bakar juga saat sesuai dengan konsep *green bulding* karena dapat mencegah polusi udara akibat asap pembakaran, dan mencegah penggunaan bahan bakar kayu. Oleh sebab itu maka peneliti mencoba mengangkat inovasi baru ini kedalam suatu penelitian yang berjudul “sifat-sifat mekanik bata tekan tanpa bakar dengan penambahan serbuk kopi”.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penelitian ini berdasarkan latar belakang masalah diatas, maka dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kekuatan maksimal bata tanpa bakar campuran serbuk ampas kopi?
2. Apakah ada komposisi optimal untuk menghasilkan bata tanpa bakar dengan penambahan serbuk kopi dengan kekuatan yang baik?

1.3 Batasan Masalah

Pembatasan masalah dilakukan bertujuan untuk membatasi ruang lingkup pembahasan agar penelitian ini lebih terarah dimana hanya menitik beratkan pembahasan sesuai dengan batasan yang telah ditentukan. Batasan-batasan dalam pembahasan masalah ini adalah:

1. Pengujian bata tanpa bakar dengan campuran serbuk kopi dilakukan sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI 15-2094-2000).
2. Bata dicetak secara manual dengan mesin hidrolik press pada tekanan 5 MPa.
3. Tanah yang digunakan dalam pembuatan bata tanpa bakar memiliki indeks plastisitas sebesar kurang lebih 25%-30%.

1.4 Tujuan penelitian

Tujuan pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kekuatan maksimal serbuk kopi terhadap karakteristik batu bata tanpa bakar yang dihasilkan.
2. Untuk mengetahui komposisi optimal untuk menghasilkan bata dengan karakterisasi optimal.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini yakni:

1. Untuk memberikan kontribusi terhadap ilmu pengetahuan mengenai bahan kontruksi yang ramah lingkungan secara khusus bata tanpa bakar.
2. Pemanfaatan limbah organik sebagai bahan tambahan pembuatan bata tanpa bakar.

1.6 Sistematika Penulisan

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

1. BAB 1 PENDAHULUAN

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

2. BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

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

3. BAB 3 METODE PENELITIAN

Bab ini akan menjelaskan tentang metode penelitian, bahan yang digunakan dan teori-teori yang digunakan dalam penelitian.

4. BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang hasil yang didapatkan selama penelitian.

5. BAB 5 KESIMPULAN & SARAN

Bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dan saran selama penelitian.

6. DAFTAR PUSTAKA

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bata Tanpa Bakar

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

Bata dengan cara dibakar sudah umum akan tetapi dengan adanya penelitian tentang bata yang terbuat dari tanah liat dan beberapa bahan tambahan seperti campuran serbuk kopi, dengan proses tanpa pembakaran dan digunakan untuk konstruksi. Batu bata tersebut dapat dipergunakan oleh terutama oleh masyarakat. Penelitian tentang bata tanpa bakar dengan bahan campuran serbuk kopi dilakukan dikarenakan untuk membuat inovasi terbaru dibidang bata yang ramah lingkungan.

Penelitian ini menambahkan limbah serbuk kopi di dalam campuran pembuatan batu bata. Dengan banyaknya limbah serbuk kopi yang terbuang sia-sia. Indonesia merupakan salah satu Negara penghasil kopi terbesar di dunia yang menempati urutan ke empat. Hal tersebut berdasarkan data yang dikeluarkan oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA) pada tahun 2020. Maka dari itu, penelitian ini dilakukan agar limbah serbuk kopi dapat dipergunakan untuk bahan campuran batu bata (Fathina, 2022).

Pelaksanaan penelitian menggunakan metode pembuatan sample bata dengan beberapa komposisi tertentu yang terdiri dari semen, pasir dan sedimen yang kemudian dilakukan pencampuran dan pencetakan bata. Setelah bata *Unfired Bricks* mencapai umur 28 hari, akan dilakukan uji tekan menggunakan *Compression Test Machine* (SNI 15-2094, 2000).

Penelitian dilaksanakan untuk kuat tekan bata tanpa bakar dengan campuran ampas kopi, maka dilakukan pula uji kuat tekan terhadap beberapa sampel bata merah non bakar. Beberapa peneliti sebelumnya telah melakukan studi untuk

mengetahui komposisi optimum dari bahan penyusun bata non bakar. Secara umum bata non bakar terdiri dari tanah liat, pasir dan semen. Primayatma (1993) dalam Sudarsana dkk (2011) merekomendasikan komposisi tanah liat, agregat dan semen masing-masing sebesar 60%, 20%, dan 20%. Komposisi ini bisa menghasilkan bata dengan kuat tekan sekitar 28 kg/cm². Agregat yang digunakan adalah campuran pasir, abu gosok dan serbuk batu paras dalam proporsi yang sama. Penelitian yang lebih baru dilaporkan oleh Amin (2014) menghasilkan bata non bakar dengan kuat tekan yang lebih tinggi, yakni 52,60 kg/cm² dengan cara mencampurkan 0,13% serbuk besi kedalam campuran utama bata non bakar. Komposisi tepatnya adalah tanah liat (59,92%), semen (9.99%), pasir (29.96 %) dan serbuk bijih besi (0.13%) (Fajrin dkk., 2017).

Menurut Widodo dan Artiningsih (2021) Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat-alat yang digunakan untuk pengujian lempung, semen dan air serta alat untuk pengujian bata tanpa bakar. Alat-alat utama yang digunakan antara lain:

- a. Cetakan benda uji.
- b. Alat pres/tekan bahan (modifikasi alat sondir tangan)
- c. Jangka sorong.
- d. Mesin kuat tekan.

Ampas kopi yang di pergunakan dalam pencampuran bata sebagai aditif. Dengan menggabungkan 3% berat kopi tanah memberikan kuat tekan yang serupa dengan bata tanpa campuran kopi (Ordieres dan Cultrone, 2022). Velasco dkk (2015) menerbitkan studi pada tahun 2015, dimana hingga 17 % berat ampas kopi ditambahkan ke sampel tanah liat.

Melaporkan bahwa kuat tekan bata berkurang sebesar 63% ketika 17% berat ampas kopi digunakan sebagai aditif. Penelitian ini memberikan informasi lebih lanjut tentang perilaku batu bata yang ramah lingkungan, dan kegunaan lainnya untuk mendaur ulang bahan yang seharusnya terakumulasi di tempat pembuangan sampah (Ordieres dan Cultrone, 2022).

Bata merah tanpa bakar memiliki beberapa kelebihan dibandingkan bata merah bakar, yaitu (Materindo, 2017):

1. Lebih rama terhadap lingkungan. Hal tersebut disebabkan dalam pembuatan batu bata ini tanpa proses pembakaran sehingga tidak menyebabkan pencemaran udara.
2. Waktu pembuatan menjadi lebih singkat. Pembakaran dilakukan setelah pengeringan batu bata dan jika dilakukan tanpa pembakaran maka batu bata akan mengeras seiring dengan proses pengeringan tersebut dan lebih cepat untuk digunakan.

Adapun pembahasan bata tanpa bakar yang telah dilakukan oleh para penelitian terlebih dahulu dari Table 2.1:

Table 2.1: Hasil penelitian terdahulu tentang bata tanpa bakar.

No	Nama Dan Tahun	Judul	Hasil
1.	(Dhiaulhaq, 2018)	Batu Bata Merah <i>Interlock</i> Tanpa Bakar Dengan Campuran Semen, Tanah Liat, Dan Alkali Iia Sebagai Upaya Mengurangi Gas Rumah Kaca	Hasil dari pengujian bata tanpa bakar dapat disimpulkan batu bata merah tanpa bakar dengan bahan tanah liat dicampur dengan limbah industri dan limbah pertanian, dengan maksud mengurangi polusi udara yang diakibatkan dari hasil pembakaran. Limbah industri dan pertanian ini diharapkan mempunyai sipat seperti semen karena dapat menyatukan mineral mineral limbah dengan tanah liat sehingga bata tidak mudah pecah. Witjaksana (2016) telah melakukan percobaan pembuatan batu bata <i>interlock</i>

Tabel 2.1: *Lanjutan.*

No	Nama Dan Tahun	Judul	Hasil
			<p>tanpa bakar dengan campuran Sodium Hidroksida (NaOH) dan Sodium Silikat (Na₂SiO₃). Dan hasil akhir Sodium Hidroksida (NaOH) Dan sodium silikat (Na₂SiO₃) Dan hasil akhir dari penelitian tersebut mendapatkan hasil akhirnya yaitu Penurunan kontribusi Gas Rumah Kaca (CO₂) sebesar 11 kg CO₂ tiap pembuatan 1 m² batu bata merah tanpa bakar.</p>
2.	(Safitri dkk., 2018)	Pelatihan Pembuatan Bata Tanpa Bakar Berbahan Dasar Limbah Batu Bara Di Desa Taman Ayu	<p>Berdasarkan pada hasil pelatihan dapat disimpulkan bahwa membuat bata tanpa bakar dengan menggunakan bahan perekat semen dan limbah batu bara ini diharapkan dapat mengurangi limbah dan dapat menjaga kebersihan lingkungan di desa Taman Ayu serta dapat menjadi bahan bangunan alternatif pengganti bata dari tanah liat yang ada dipasaran masyarakat sekarang yang pembuatannya memanfaatkan tanah pertanian dan merusak lingkungan.</p>

Tabel 2.1: *Lanjutan.*

No	Nama Dan Tahun	Judul	Hasil
3.	(Amazian, 2018)	Batu Bata Tanah Liat Tanpa Api dengan Sifat yang Ditingkatkan	Berdasarkan pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa batu bata tanah liat yang belum dibakar terbukti sangat menarik jenis unit konstruksi Nyatanya, membandingkan batu bata tanah liat yang terbakar dan tidak terbakar memberi kami gambaran tentang kruntungan luas biasa Dari yang tidak di pecar. Meskipun mereka kurang kuat dari yang di bakar, tetapi mereka lebih disukai energy yang dikonsumsi selama pembuatan dan bahkan setelahnya, selama masa pakai bangunan. Mereka juga sangat kurang berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan kita. Bangunan terbuat dari unit batu yang tidak terbakar lebih terkontrol secara internal terkait kehilangan panas dan disipasi, mencatat bahwa kekuatan tekan yang merupakan property yang sangat penting dalam konstruksi.

Tabel 2.1: *Lanjutan.*

No	Nama Dan Tahun	Judul	Hasil
4.	(Hayat dkk., 2019)	Penggunaan Abu Tongkol Jagung Sebagai Bahan Ganti Separa Simen Dalam Penghasilan Bata Tanpa Bakar	Berdasarkan kajian yang dijalankan melalui ujian makmal, didapati bata dengan bahan gentian 10% dan 50% abu tongkol jagung mencatatkan kekuatan melebihi bata tanpa abu tongkol jagung iaitu 5.78 MPa dan 5.95 MPa. Dari segi ketumpatan ianya lebih ringan dan kadar resapan lembapan bagi 10% dan 50% bata abu tongkol jagung juga berada pada tahap yang memuaskan dan sesuai untuk penggunaannya. Bata dengan kekuatan 5.2 MPa boleh digunakan dalam pembinaan rumah satu atau dua tingkat.
5.	(Widodo dan Artiningsih, 2021)	Optimasi Proses Pembuatan Batu Bata Tanpa Bakar	Hasil dari penelitian ini mengambil kesimpulan yaitu Pencetakan bata tanpa pembakaran dilakukan pada kondisi kadar air optimum, untuk memperoleh kondisi plastis dengan tingkat penyusutan yang rendah. Penambahan campuran semen 17 % pada bata semen-

Tabel 2.1: *Lanjutan.*

No	Nama Dan Tahun	Judul	Hasil
			lempung tanpa pembakaran pada pengeringan selama 7 (tujuh) hari dalam suhu kamar dan oven 40°C selama 24 jam menghasilkan kuat tekan yang maximal, yakni sebesar 5.1 MPa, sehingga proposi optimum semen terhadap lempung adalah 15%.
6.	(Riyanto dkk., 2021)	Pemanfaatan Sedimen Sungai Untuk Bahan Baku Bata Tanpa Bakar	Sedimen sungai yang diambil pada lokasi Kanal Banjir Timur Kota Semarang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku bata tanpa bakar. Penambahan bahan semen dan pasir pada komposisi bata Unfired Bricks dapat meningkatkan hasil uji kuat tekan bata. Komposisi bata yang menghasilkan uji kuat tekan yang tertinggi adalah pada bata A3.2 dengan perbandingan 40% semen; 10% pasir; 50% sedimen, menghasilkan kuat tekan rata-rata 4,33 MPa pada usia bata 14 hari.

2.2 Material Penyusun Bata Tanpa Bakar

Ada beberapa macam material penyusun batu bata merah pada umumnya yaitu tanah liat (lempung), air, abu, sekam padi dan pasir. Namun, pada penelitian ini bata tanpa bakar menggunakan beberapa material yang berbeda dengan menambahkan serbuk ampas kopi pada campuran batu bata menggantikan sekam padi.

Berikut ini adalah material penyusun bata:

2.2.1 Tanah lempung

Pada penelitian ini bahan dasar dalam pembuatan bata ialah tanah lempung. Tanah lempung yang diperoleh dari Desa sidourip yang terletak di provinsi Sumatera Utara. Tanah lempung yang diambil Tanah merupakan bahan mineral yang terletak di antara lapisan permukaan bumi dan lapisan tanah tak telap air dalam permukaan bumi. Dalam penghasilan bata, tanah berbutir adalah tanah yang paling sesuai untuk diadun bersama simen dan mengurangkan penggunaan simen. Bahan organik yang terkandung dalam tanah, biasanya bersifat asam dan ini boleh mengganggu proses hidrasi simen yang boleh menyebabkan kekuatan simen terganggu (Taylor, 2002). Maka kandungan bahan organik dalam tanah yang hendak distabilkan mestilah tidak lebih daripada 2%. Menurut Walker dan Stace, 1997 tanah yang mengandungi kandungan mineral kurang daripada 15% hingga 30% adalah yang paling sesuai untuk distabilkan dengan simen pada kadar 5% hingga 10%.

Table 2.2: Hasil penelitian bata bahan campuran tanah lempung.

No	Nama Dan Tahun	Judul	Hasil
1.	(Hazman dan Kulia, 2020)	Kesan Ketebalan Mortar Terhadap Kekuatan Mampatan Dinding Bata Tanah Liat Tertekan Tanpa Bakar (UCCB)	Pada penelitian ini menggunakan tanah yang memiliki indek keplastikan yang diperoleh adalah 23,2% Melalui ujian pemadatan pula, didapati ketumpatan kering

Tabel 2.2: *Lanjutan.*

No	Nama Dan Tahun	Judul	Hasil
		Terhasil Darpada Abu Dasar Arang Batu (CBA) Sebagai Pengganti Pasir	maksimum dan kandungan air optimum adalah 1940 kg/m ³ dan 20.5%. Tanah liat yang diperoleh ini sesuai digunakan dalam penghasilan bata tanah liat termampat tampir bakar (UCCB). Keadaan ini mengakibatkan kekuatan mampatan maksimum sukar diperoleh. Setelah 28 hari di uji kekuatan minimum yaitu 4 MPa.
2.	(Fajrin dkk., 2017)	Aplikasi Metode Eksperimen Response Surface Untuk Mengoptimalkan Kuat Tekan Bata Tanpa Bakar	Hasil pembahasan dari penelitian ini yaitu menghasilkan sebuah komposisi optimum bahan penyusun bata non bakar yang menghasilkan kuat tekan paling optimum. Secara umum kesimpulan yang bisa diambil dari penelitian ini adalah proporsi bahan yang dapat menghasilkan kuat tekan yang paling optimal untuk bata non bakar adalah 50% tanah. Ini mampu menghasilkan bata non bakar dengan kuat tekan rata-rata sebesar 5 MPa.

2.2.2 Ampas Serbuk Kopi (bahan tambahan campuran bata)

Pada penelitian ini menggunakan bahan tambahan serbuk ampas kopi pada pencampuran pembuatan bata. Ampas kopi di peroleh dari warung kopi yang tersedia di daerah Medan. Ampas kopi mudah diperoleh karena warung kopi banyak tersebar luas di daerah medan. Ampas kopi juga merupakan limbah industri pangan yang di hasilkan dari pengolahan biji kopi. Dari 0,50 kg bubuk kopi yang siap di gunakan menghasilkan $\pm 0,34$ kg ampas kopi. Sebagaimana halnya limbah industri pangan yang lain, maka limbah ampas kopi mempunyai potensi di manfaatkan sebagai material substitusi sebagai semen (Alkhaly dan Syahfitri, 2017).

Ampas kopi merupakan pupuk organik yang ekonomis dan ramah lingkungan. Ampas kopi mengandung 2,28% nitrogen, fosfor 0,06% dan 0,6 kalium. pH ampas kopi sedikit asam, berkisar 6,2 pada skala pH. Selain itu, ampas kopi mengandung magnesium, sulfur, dan kalsium yang berguna bagi pertumbuhan tanaman (Iman, 2021).

Table 2.3: Komposisi ampas kopi (Iman, 2021).

Zat terkandung	Kandungan
pH	6,2
Nitrogen	2,28%
Fosfor	0,06%
Kalium	0,6



Gambar 2.1: Ampas serbuk kopi lolos saringan No.200.

Tabel 2.4: Hasil Penelitian Bata antara tambahan ampas kopi yang telah dilakukan sebelumnya.

No	Nama Dan Tahun	Judul	Hasil
1.	Muñoz Velasco dkk (2016)	Batu Bata Tanah Liat Berbahan Bakar Ramah Lingkungan Dibuat Dengan Menambahkan Ampas Kopi Bekas: Cara Berkelanjutan Untuk Meningkatkan Insulasi Bangunan	Dari hasil penelitian ini menunjukkan peningkatan substansial dari isolasi termal kemungkinan penurunan termal konduktivitas dari 0,74 W/m K untuk lempung tanpa aditif menjadi 0,36 W/m K ketika 17% dari ampas kopi ditambahkan. Peningkatan ini sebesar 50% dalam isolasi bata tanah liat yang dibakar terjadi pengurangan 65% dalam kekuatan kompresi yang berkisar Antara 38 – 14 MPa. Namun, bata liat yang di bakar masih berada di atas 5 MPa.

Tabel 2.4: *Lanjutan.*

No	Nama Dan Tahun	Judul	Hasil
2.	Lee dkk (2021)	Penerapan Ampas Kopi Bekas dan Limbah Teh Sebagai Bahan Aditif dalam Batu Bata yang Diaktifkan Alkali	Studi ini mengungkapkan bahwa ampas kopi dapat digunakan sebagai aditif Untuk pembuatan batu bata tanah liat tanpa pembakaran yang ramah lingkungan, melalui teknik aktivasi alkali. Penggunaan ampas kopi sebagai aditif dalam tanah liat bata. Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan ampas teh sebagai aditif lebih baik daripada ampas kopi dalam hal penyerapan air. Eksperimen menunjukkan bahwa ketika 1-2,5 % berat ampas kopi dan 1-10% berat ampas teh digunakan sebagai aditif, sampel berhasil memenuhi syarat minimum kuat tekan sebesar 8,6 MPa
3.	Ordieres dan Cultrone (2022)	Kualitas Teknis Batako Padat Dibuat Dengan Menggunakan Tanah Liat Dengan Ditambahkan Bubuk Kopi dan Abu	Hasil dari penelitian ini di dapat bata dengan campuran bubuk kopi kurang padat dan kurang tahan secara mekanis, yang merupakan kerugian jika mereka akan digunakan dalam kontruksi. Disisi lain, mereka juga lebih ringan yang bisa

Tabel 2.4: *Lanjutan.*

No	Nama Dan Tahun	Judul	Hasil
			menjadi keuntungan saat mengangkut bahan-bahan ini. Perkembangan pori-pori besar dibatu bata yang dibuat dengan bubuk kopi membuatnya lebih tahan terhadap pembusukan yang disebabkan oleh garam. Nyatanta, batu bata ini terbukti lebih tahan lama dibandingkan dengan tanpa residua tau abu terbang. Tang di buat dengan <i>fly ash</i> lebih rentan pembusukan.

2.2.3 Semen Portland

Semen Portland biasa merupakan campuran batu kapur dan tanah liat yang dibakar bersama dan membentuk kalsium silikat untuk mengawal kadar pengerasan simen semasa bertindakbalas dengan air (Ramli, 1991). Salah satu ciri semen Portland adalah dapat mengeras apabila bersentuhan dengan air dan berubah menjadi padat yang tidak larut dalam air.

Menurut (SNI 15-2094, 2000) Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen Portland tipe 1, yaitu produk umum yang digunakan untuk bangunan biasa. Semen disini berfungsi sebagai perekat. Kekuatan semen yang telah mengeras tergantung pada jumlah air yng dipakai pada proses hidrasi yang berlangsung. Pada dasarnya jumlah air yang diperlukan untuk proses hidrasi kira-kira 25% dari berat semen (Widodo dan Artiningsih, 2021).

Semen portlan memiliki tekstur berupa serbuk halus, dihasilkan dengan cara menggiling terak/clinker yang mengandung senyawa kalsium silikat dan gypsum

sebagai tambahan. Ada beberapa senyawa yang dibutuhkan dalam pembuatan semen Portland, yaitu kalsium oksida (CaO), silikon oksida (SiO₂), aluminium oksida (Al₂O₃), dan oksidasi besi (Fe₂O₃).

Tabel 2.5: Hasil penelitian bata bahan campuran semen.

No	Nama dan Tahun	Judul	Hasil
1.	(Fajrin dkk., 2017)	Aplikasi Metode Eksperimen Response Surface Untuk Mengoptimalkan Kuat Tekan Bata Non-Bakar	Hasil pembahasan dari penelitian ini yaitu menghasilkan sebuah komposisi optimum bahan penyusun bata non bakar yang menghasilkan kuat tekan paling optimum. Secara umum kesimpulan yang bisa diambil dari penelitian ini adalah proporsi bahan yang dapat menghasilkan kuat tekan yang paling optimal untuk bata non bakar adalah 21,034% semen. Ini mampu menghasilkan bata non bakar dengan kuat tekan rata-rata sebesar 5 MPa.
2.	(Widodo dan Artiningsih, 2021)	Optimasi Proses Pembuatan Batu Bata Tanpa Bakar	Hasil pembasan dari penelitian ini menggunakan proporsi campuran semen sebanyak 17% tanpa pembakaran selama 7 (tujuh) hari dalam suhu kamar dan oven 40°C selama 24 jam menghasilkan kuat tekan yang maksimal sebesar 5,1 MPa.

2.2.4 Air

Air merupakan bahan dasar yang diperlukan untuk pencampuran batu bata, serta sebagai bahan pelumas Antara butir-butir agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Air dari sumber bersih dan serta bebas dari kekotoran dan bahan antara yang perlu digunakan (Taylor, 2002; Lazim, 2005; Kett, 2000). Air berfungsi sebagai media untuk memudahkan dalam proses mencampur bahan dan pencetakannya. Hal yang perlu diperhatikan dalam pemberian air adalah banyaknya air yang ditambahkan harus sesuai dengan jumlah campuran atau komposisi yang akan dicetak. Jika pemberian air terlalu banyak akan berakibat adonan menjadi lembek sehingga sukar dicetak. Demikian pula bila pemberian air terlalu sedikit maka yang terjadi tanah liat akan menjadi keras dan sukar dibentuk, akibatnya akan menjadi retak-retak (Hastutiningrum, 2013).

Table 2.6: Hasil penelitian bata dengan bahan campuran air.

No	Nama dan Tahun	Judul	Hasil
1.	Hazman dan Kulian (2020)	Kesan Ketebalan Mortar Terhadap Kekuatan Mampatan Dinding Bata Tanah Liat Tertekan Tanpa Bakar Terhasil Daripada Abu Dasar Arang Batu Sebagai Pengganti Pasir	Pada penelitian ini menggunakan komposisi air Peratus penggunaan air dalam penghasilan bancuhan bata adalah antara 10 % hingga 25 % daripada berat keseluruhan Ini bertujuan bagi memastikan air yang digunakan dalam penghasilan bancuhan bata tidak terlalu pekat atau cair. Bancuhan yang terlalu pekat mengakibatkan zarah-zarah bahan sukar merekat antara satu sama lain. Manakala bancuhan yang terlalu cair pula akan menyebabkan penghasilan rongga kosong

Tabel 2.6: *Lanjutan.*

No	Nama dan Tahun	Judul	Hasil
			dalam unit bata. Keadaan ini mengakibatkan kekuatan mampatan maksimum sukar diperoleh. Kandungan air optimum adalah 1940 kg/m ³ dan 20.5%. Setelah 28 hari di uji kekuatan minimum yaitu 4 Mpa.

2.2.5 Batu kapur

Batu kapur (CaCO₃) adalah sebuah batuan sdimen terdiri dari mineral calcite (*kalsium carbonate*). Batu kapur (*wollastonite*) ini digunakan sebagai bahan pelebur serta pembentuk suatu ikatan, sehingga bahan ini dapat digunakan sebagai bahan stabilisasi tanah lempung. Untuk bahan bangunan kapur dapat dibagi dalam dua macam berdasarkan penggunaan yaitu kapur pemutih dan kapur aduk kedua macam kapur tersebut dapat bentuk kapur tohor, maupun kapur padam (PUBI 1982). Sifat-sifat kapur sebagai bahan bangunan (bahan ikat) yaitu:

- a. Mempunyai sifat plastis yang baik (tidak getas).
- b. Sebagai mortel, member kekuatan pada tembok.
- c. Dapat mengeras dengan mudah dan cepat.
- d. Mempunyai ikatan yang bagus dengan batu atau bata.

Table 2.7: Hasil penelitian bata dengan bahan campuran kapur.

No	Nama dan Tahun	Judul	Hasil
1.	Darwis dkk (2015)	Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Berbahan Abu	Pada penelitian ini mendapatkan kesimpulan bahwa Kuat tekan rata-rata terbesar batu bata tanpa pembakaran yang diperoleh

Tabel 2.7: *Lanjutan.*

No	Nama dan Tahun	Judul	Hasil
		Sekam Padi dan Kapur Banawa	adalah 2,07 MPa dengan kadar resapan air rata sebesar 36,19%, yang diperoleh pada campuran D1 dengan persentase kapur dan abu sekam padi yaitu 22,5%: 7,5%. Kadar air resapan air rata-rata batu bata tanpa pembakaran terendah adalah 32,39%., yang diperoleh pada campuran E2 dengan perbandingan persentase kapur dan abu sekam padi yaitu 30% : 0%.

2.2.6 Pasir

Pasir merupakan suatu partikel-partikel yang lebih kecil dari kerikil dan lebih besar dari butiran lempung yang berukuran antara 5 – 0.074 mm yang bersifat tidak plastis dan tidak kohesif. Pasir (agregat halus), sebagai bahan pengeras dalam spesi/mortas merupakan agregat alami yang berasal dari letusan gunung berapi, sungai, dalam tanah, dan pantai harus memenuhi standar dimana kekerasan, ketajaman, gradasi, dan kebersihan terhadap lumpur maupun 12 kebersihan terhadap bahan kimia harus memenuhi standart nasional Indonesia (Sukobar dkk., 2014).

Dalam pembuatan bata bakar dan jemuran, biasanya digunakan tanah lempung yang mengandung pasir yang disebut juga tanah lempung berpasir atau didatangkan dari tempat lain. Keberadaan pasir sangat dibutuhkan sebagai material tambahan untuk mengurangi keplastisan tanah lempung dan penyusutan batu bata. namun

biasanya kadar pasir halus dapat menyebabkan batu bata yang di bakar akan retak atau pecah (Shalahuddin, 2010).

Table 2.8: Hasil penelitian bata dengan bahan campuran pasir.

No	Nama dan Tahun	Judul	Hasil
1.	Hayat dkk (2019)	Penggunaan abu tongkol jagung sebagai bahan ganti separa simen dalam penghasilan bata tanpa bakar	Hasi dari penelitian ini didapatkan campuran pasir sebanyak 41% mendapatkan kuat tekan dengan nilai 5,2 MPa. Kekuatan tersebut boleh digunakan dalam pembinaan rumah satu atau dua tingkat.
2	Riyanto dkk (2021)	Pemanfaatan Sedimen Sungai Untuk Bahan Baku Bata Tanpa Bakar	Sedimen sungai yang diambil pada lokasi Kanal Banjir Timur Kota Semarang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku bata <i>Unfired Bricks</i> . Penambahan bahan semen dan pasir pada komposisi bata <i>Unfired Bricks</i> dapat meningkatkan hasil uji kuat tekan bata. Komposisi bata yang menghasilkan uji kuat tekan yang tertinggi adalah pada bata A3.2 dengan perbandingan 40% semen; 10% pasir; 50% sedimen, menghasilkan kuat tekan rata-rata 4,33 MPa pada usia bata 14 hari.

2.3 Syarat Mutu Bata

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

Table 2.9: Standar Mutu Batu Bata (SNI 15-2094, 2000).

NO	PENGUJIAN	METODE	NILAI STANDAR
1.	Densitas	SNI-15-2094-2000	1,60 – 2,50 gr/cm ³
2.	Warna Bata	SNI-15-2094-2000	Orange kecoklatan
3.	Ukuran/Dimensi	SNI-15-2094-2000	Maks P=40 cm, L=7,5-30 cm, T=5-20 cm
4.	Tekstur	SNI-15-2094-2000	Datar dan kasar
5.	Kuat Tekan	SNI-15-2094-2000	Min 1,96 MPa
6.	Penyerapan	SNI-15-2094-2000	Maks 13 -20 %
7.	Kadar Air	SNI-15-2094-2000	Maks 15 %

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

2.3.1 Sifat Tampak

Bata merah pejal untuk pasangan dinding harus berbentuk prisma segi empat panjang. Mempunyai rusuk-rusuk yang siku, bidang-bidang datar yang datar dan tidak menunjukkan retak-retak.

2.3.2 Ukuran dan Toleransi

Ukuran bata pada penelitian ini menggunakan Standar Bata di Indonesia oleh SNI 15-2094-2000 menetapkan suatu ukuran standar untuk bata merah sebagai berikut: (1) Panjang 230 mm, lebar 110 mm dan tebal 50 mm. Ukuran dan toleransi bata merah pejal untuk pasangan dinding sesuai Table 2.10.

Table 2.10: Tabel ukuran batu bata standar (SNI 15-2094, 2000).

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

2.3.3 Kuat tekan

Standar kuat tekan bata Unfired Bricks dari sedimen belum diatur tentang standar minimalnya, sehingga pada penelitian ini, kuat tekan bata tanpa bakar masih menggunakan standart bata bakar yaitu SNI 15-2094-2000. Besarnya kuat tekan rata-rata dan koefisien variasi yang di izinkan untuk bata merah pejal untuk pasangan dinding sesuai Table 2.11:

Table 2.11: Kuat Tekan Dan Koefisien Variasi Untuk Bata Merah Pejal Untuk Pasangan Dinding (SNI 15-2094, 2000).

Kelas	kuat tekan rata-rata minimum dari 30 bata yang di uji kg/cm ³ (MPa)	Koefisien variasi dari kuat tekan rata-rata yang diuji %
50	50 (5)	22
100	100 (10)	15
150	150 (15)	15

Kuat tekan adalah kekuatan tekan maksimum yang dipikul dari pasangan batu bata. Pengujian ini dilakukan untuk menunjukkan mutu dan kelas kuat tekannya. Kuat tekan diperoleh dari hasil bagi beban tekan tertinggi dan luas bidang.

Kualitas batu bata merah dapat dibagi atas tiga tingkatan dalam hal kuat tekan yaitu:

1. Batu bata merah mutu tingkat I dengan kuat tekan rata-rata lebih besar dari 100 kg/cm² dan ukurannya tidak ada yang menyimpang.

2. Batu bata merah mutu tingkat II dengan kuat tekan rata-rata antara 100 kg/cm² sampai 80 kg/cm² dan ukurannya yang menyimpang satu buah dari sepuluh benda percobaan.
3. Batu bata merah mutu tingkat III dengan kuat tekan rata-rata antara 80 kg/cm² sampai 60 kg/cm² dan ukurannya menyimpang dua buah dari sepuluh benda percobaan.

Pesyaratan kuat tekan dan daya serap air bata pada Tabel 2.12 yaitu A1 dan A2 untuk dipakai dalam konstruksi yang tidak memikul beban, dimana A1 dipasang pada tempat yang terlindung dari cuaca luar dan diberi lapisan pelindung dan A2 sama dengan A1 tetapi dapat tanpa lapisan pelindung. B1 dan B2 dapat dipakai dalam konstruksi yang memikul beban dimana B1 ditempat-tempat yang terlindung dari cuaca luar dan B 2 dapat ditempat yang tak terlindung dari cuaca.

Table 2.12: Persyaratan Kuat Tekan Dan Daya Serap Air Batu Bata (SNI 15-2094, 2000).

Bata Merah Pejal	Kuat Tekan Bruto Minimum kg/m ²	Penyerapan Air Minimum
A1	20	-
A2	35	-
B1	50	35
B2	70	25

2.3.4 Kadar Garam Bata

Garam yang mudah larut dan membahayakan magnesium sulfat (MgSO₄), natrium sulfat (Na₂SO₄), kalium sulfat (K₂SO₄), dan kadar garam maksimum 1,0%, tidak boleh menyebabkan lebih dari 50% permukaan batu bata tertutup dengan tebal akibat pengkristalan garam.

Kadar garam yang ada pada batu-bata dapat disebabkan dari factor lingkungan disekitarnya yaitu, sumber material (tanah liat) terkontaminasi dengan air laut (dekat dengan pantai) sehingga batu-bata yang sudah jadi dapat menimbulkan Kristal-kristal garam pada permukaan batu-bata.

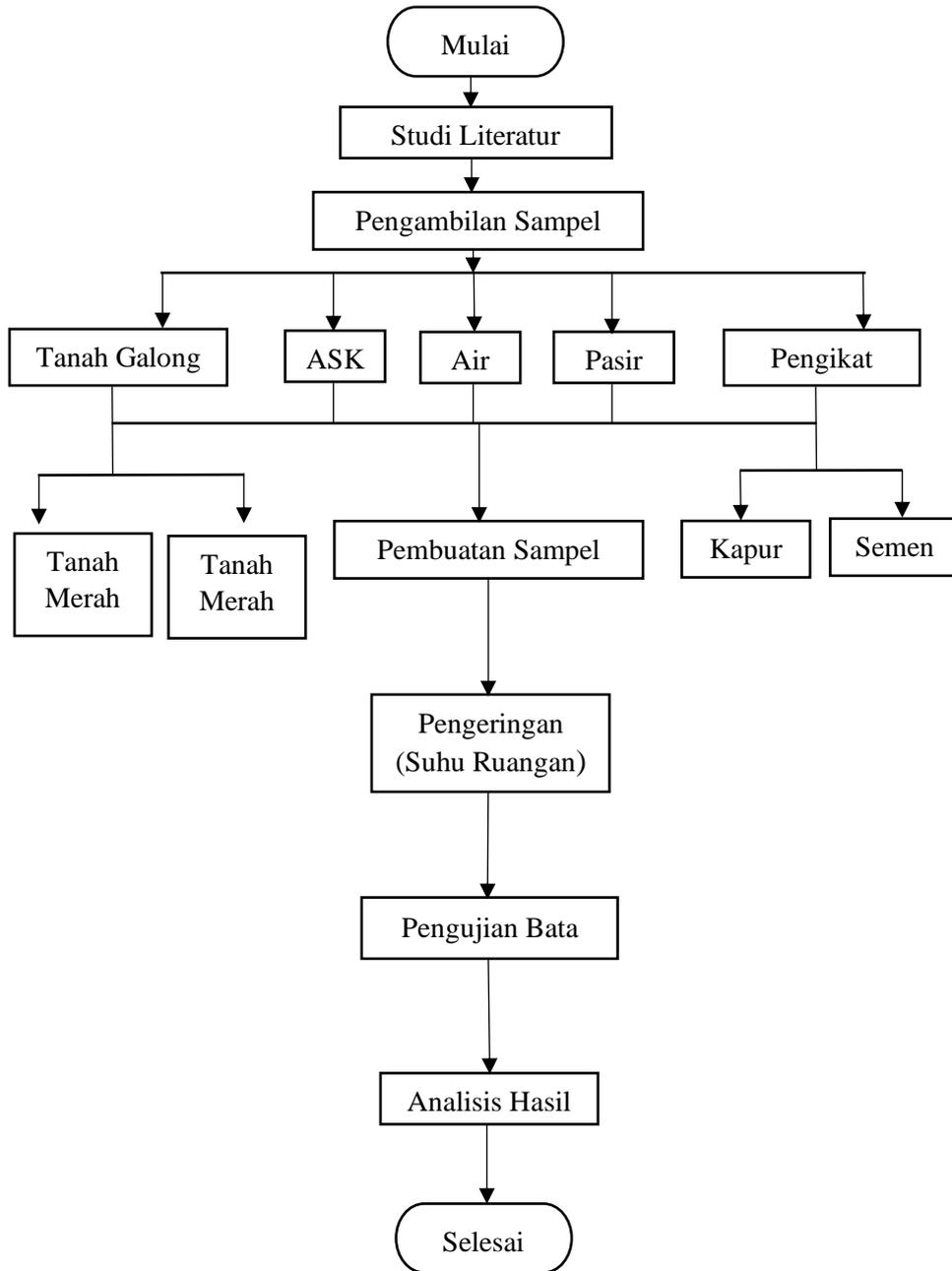
2.3.5 Penyerapan Air

Daya serap terhadap air merupakan faktor penting karena merupakan salah satu sifat batu bata yang sangat berpengaruh terhadap kekuatan suatu pekerjaan batu bata. Daya serap batu bata dikontrol untuk mencegah kehilangan air yang sedang digunakan. Pengukuran daya serap air merupakan presentase perbandingan antara selisih massa basah dengan massa kering dengan massa kering besarnya daya serap dikerjakan hasilnya sesuai SNI 03-0691-1996. Sampel yang sudah di ukur massanya merupakan massa kering. Dan direndam selama 24 jam lalu di ukur massa basahnya menggunakan neraca analitis.

BAB 3
METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Langkah-langkah penelitian yang akan dilaksanakan sebagai berikut:



Gambar 3.1: Diagram alir penelitian.

3.2 Sumber-sumber Data Dalam Penelitian

Sumber-sumber data dalam penelitian adalah suatu cara atau langkah yang digunakan untuk memecahkan permasalahan dengan mengumpulkan, mencatat, mempelajari dan menganalisis data yang diperoleh. Sebagai acuan untuk menyelesaikan penelitian ini dan tidak terlepas dari data-data pendukung yang ada. Data pendukung diperoleh dari:

1. Data Primer

Data yang diperoleh dari hasil yang telah dilaksanakan di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara seperti:

- a. Indeks plastisitas
- b. Berat jenis bahan.
- c. Pengujian sifat tampak pada bata.
- d. Pengujian daya serap air pada bata.
- e. Pemeriksaan kandungan garam pada bata.
- f. Pengujian kuat tekan pada bata.

2. Data Sekunder

Data Sekunder adalah data yang diperoleh dari beberapa buku dan karya ilmiah yang berhubungan dengan teknik pembuatan Bata Tanpa Bakar (literature) dan konsultasi langsung dengan Kepala Laboratorium Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Serta Data Teknis Mengenai Standar Nasional Indonesia Serta Buku - Buku Atau Literatur Sebagai Penunjang Guna Memperkuat Suatu Penelitian Yang Dilakukan.

3.3 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat dan waktu penelitian diuraikan kedalam Tabel 3.1.

Table 3.1: Tempat dan waktu penelitian.

No	Kegiatan	Tempat	Waktu
1	Persiapan alat dan bahan	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Juni 2022
2	Proses penimbangan bahan-bahan sampel yang akan diuji	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Juli 2023
3	Proses pembuatan sampel bata	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Juli 2023
4	Proses pengeringan bata selama 28 hari	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara	Juli 2023
5	Prorses pengujian kuat tekan	Laboratorium Teknik USU	Agustus 2023

3.4 Tahap Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan pembuatan bata berbahan dasar tanah liat dengan variasi campuran ampas serbuk kopi yang kemudian diuji sesuai dengan standar SNI 15-2094-2000. Sampel tersebut diuji untuk mengetahui hubungan karakteristik sifat fisis dan sifat mekanik dengan komposisi bahan penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil,

Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Penelitian ini dilaksanakan dengan beberapa tahapan antara lain sebagai berikut:

1. Mempersiapkan bahan pembuatan bata seperti tanah merah, tanah galong, pasir, semen, kapur, air dan serbuk ampas kopi.
2. Pembuatan sampel dengan tambahan limbah serbuk kopi.
3. Pencetakan sampel tanah.
4. Pengeringan sampel selama 28 hari.
5. Pengujian kuat tekan pada bata.
6. Dari hasil pengujian yang dilakukan pada tahap 5 dilakukan analisis data. Analisis data merupakan pembahasan hasil penelitian, kemudian dari langkah tersebut dapat diambil kesimpulan penelitian.
7. Setelah mendapatkan data hasil pengujian pada tahap 6 maka dilakukan pembuatan laporan hasil penelitian yang telah dilaksanakan.

3.5 Bahan dan Peralatan

3.5.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan batu bata ini sebagai berikut:

1. Tanah Liat (lempung)

Pada penelitian ini bahan dasar dalam pembuatan bata ialah tanah lempung. Tanah lempung yang diperoleh dari Desa sidourip yang terletak di provinsi Sumatera Utara. Tanah liat yang digunakan memiliki indeks plastisitas kuran lebih 25%-30%.



Gambar 3.2: Tanah liat.

2. Tanah Galong

Pada penelitian ini bahan dasar dalam pembuatan bata ialah tanah galong. Tanah galong yang diperoleh dari Desa sidourip yang terletak di provinsi Sumatera Utara. Tanah galong yang digunakan memiliki indeks plastisitas kurang lebih 25%-30%.



Gambar 3.3: Tanah galong.

3. Serbuk Kopi

Pada penelitian ini menggunakan bahan tambahan serbuk ampas kopi pada pencampuran pembuatan bata tanpa bakar. Ampas kopi di peroleh dari warung kopi yang tersedia di daerah Medan. Ampas kopi mudah diperoleh karena warung kopi banyak tersebar luas di daerah medan. Ampas kopi juga merupakan limbah industri pangan yang di hasilkan dari pengolahan biji kopi.



Gambar 3.4: Ampas serbuk kopi.

4. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen padang tipe 1 PPC (Portland Pozolan Cement) dikarenakan memenuhi SNI 15-2094-2000.



Gambar 3.5: Semen padang.

5. Pasir

Agregat halus (pasir) yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir yang berasal dari toko bangunan terdekat.



Gambar 3.6: Pasir.

6. Kapur

Kapur adalah suatu bahan material yang dapat digunakan sebagai bahan pengikat dasar sebelum ditemukannya semen. Kandungan kimia yang terdapat pada kapur yang telah diteliti adalah silika, alumina, magnesit, dan lain-lain.



Gambar 3.7: Kapur.

7. Air

Air yang digunakan diambil dari air bersih berasal dari PDAM Tirtanadi di Laboratorium Teknik Sipil UMSU. Air diperlukan pada pembuatan bata agar terjadi reaksi kimiawi dengan semen yang menyebabkan pengikatan dan berlangsungnya pengerasan, untuk membasahi agregat dan untuk melumas butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan dan dipadatkan (SNI 7974-2013).



Gambar 3.8: Air.

3.5.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan di dalam penelitian ini antara lain:

1. Cetakan bata dengan ukuran panjang 20 cm, lebar 10 cm, dan tinggi 5 cm sebagai cetakan untuk sampel benda uji.



Gambar 3.9: Cetakan bata.

2. Mesin alat cetak bata manual dengan pompa hidrolik.



Gambar 3.10: Mesin cetak bata manual.

3. Timbangan digital.



Gambar 3.11: Timbangan digital.

4. Mesin uji kuat tekan (compression test).



Gambar 3.12: Mesin uji kuat tekan.

5. Saringan No.16.



Gambar 3.13: Saringan.

6. Oven dengan suhu sampai pemanasan.



Gambar 3.14: Oven.

7. Bak air perendam.



Gambar 3.15: Bak air perendam.

8. Sekop.



Gambar 3.16: Sekop.

9. Gelas ukur.



Gambar 3.17: Gelas ukur.

10. Jangka sorong.



Gambar 3.18: Jangka sorong.

Pada tahapan ini bertujuan untuk mendapatkan komposisi campuran bata secara tepat. Langkah mix design dalam penelitian ini didapat dari penelitian sebelumnya yang meliputi setiap campuran dengan komposisi material semen: tanah: pasir: Sak. Komposisi adalah sebagai berikut:

1 Semen : 8 Tanah : 2 Pasir : 2 Sak.

Table 3.2: Variasi campuran bata.

No	Pengikat		Tanah		Pasir	SAK	Ket	Kode Sampel
	Semen	Kapur	Merah	Galong				
1	1		8	-	2	-	Control	CCM
2	1		-	8	2	-	Control	CCG
3	-	1	8	-	2	-	Control	CLM
4	-	1	-	8	2	-	Control	CLG
5	1	-	8	-	2	2	SAK	CMS
6	1	-	-	8	2	2	SAK	CGS
7	-	1	8	-	2	2	SAK	LMS
8	-	1	-	8	2	2	SAK	LGS

Keterangan :

SAK = Serbuk Ampas Kopi

CCM = Control Cement Merah

CCG = Control Cement Galong

CLM = Control Lime Merah

CLG = Control Lime Galong

CMS = Control Merah SAK

CGS = Control Galong SAK

LMS = Lime Merah SAK

LGS = Lime Galong SAK

L = Lime (kapur)

M = Tanah Merah

K = Kopi

3.6 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilakukan dalam beberapa tahap di antaranya:

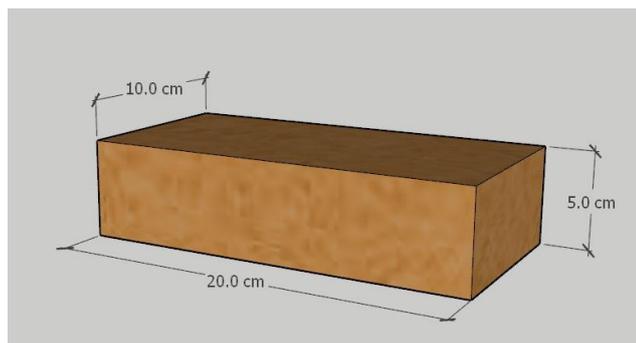
3.6.1 Pembuatan ampas serbuk kopi

1. Siapkan limbah ampas serbuk kopi yang diperoleh dari warung kopi sekitar medan.
2. Jemur limbah serbuk ampas kopi dibawah terik matahari atau masukan ke dalam oven selama kurang lebih 15 menit.
3. Kemudian ampas serbuk kopi disaring menggunakan saringan no.16.
4. Serbuk ampas kopi siap digunakan.

3.6.2 Pembuatan bata

Adapun proses pembuatan batu bata dengan tanah liat atau lempung dan bahan campuran adalah :

1. Tanah liat, kapur, dan ampas serbuk kopi dihancurkan menggunakan blender.
2. Bahan disaring dengan menggunakan saringan nomor 16 hingga didapatkan dalam bentuk serbuk halus.
3. Seluruh bahan yang telah disaring dicampurkan dengan sendok pengaduk hingga campuran merata.
4. Adonan diremas sampai adonan menjadi cukup liat.
5. Adonan dicetak pada cetakan berbentuk persegi panjang dengan ukuran panjang 20 cm, lebar 10 cm, tinggi 5 cm.
6. Pada bagian atas cetakan diberi beban yang sama agar tekanan pada saat mencetak konstan.
7. Keluarkan dari cetakan ke tempat yang sudah disediakan untuk proses pengeringan batu bata memanfaatkan cahaya matahari. Penjemuran batu bata menggunakan dua sisi miring.
8. Penataan susunan batu bata kering yang telah selesai dijemur.
9. Bata dikeringkan selama 28 hari.



Gambar 3.19: Bata tekan tanpa bakar.

3.7 Pengujian Sampel Bata

Standart pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah:

3.7.1 Indeks Plastisitas (Plasticity Index)

Indeks plastisitas (PI) adalah selisih antara batas cair dengan batas plastis. Indeks plastisitas menunjukkan sifat keplastisitasan suatu tanah. Hal ini disebabkan oleh PI yang merupakan interval kadar air dimana tanah masih bersifat plastis. Nilai PI dapat dicari dengan Pers. 3.1.

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

Keterangan:

PI = Indeks plastisitas (%)

LL= Batas cair (%)

PL= Batas plastis (%)

Jika tanah memiliki nilai PI yang tinggi, maka tanah tersebut mengandung banyak butiran lempung. Namun jika tanah memiliki nilai PI yang rendah, maka tanah tersebut seperti lanau yang mengalami sedikit pengurangan kadar air sehingga tanah menjadi kering.

3.7.2 Berat Jenis Bahan

Berupa pengujian berat jenis pada bata dengan prinsip penimbangan berat bata dengan berat tertentu (kg) lalu dimasukkan ke dalam air yang telah diketahui volume (m^3), hitung selisih air sebelum dimasukkan bata dan setelah dimasukkan bata.

$$\text{Berat Jenis} = \frac{w}{v} \quad (3.2)$$

Keterangan:

W = massa (kg)

V = Volume (m³)

3.7.3 Sifat Tampak

Pengujian sifat tampak ini dilakukan dengan mengamati batu bata, melihat apakah batu bata retak, sudutnya siku atau tidak, warnanya seragam dan jika di ketuk berbunyi nyaring.

3.7.4 Kadar Garam

Pengujian kadar garam dilakukan dengan mengukur terlebih dahulu benda uji, panjang, lebar dan tingginya. Kemudian masukkan benda uji kedalam bak air, tunggu beberapa saat, setelah itu angkat batu bata kemudian amati bercak-bercak putih di bagian sisi panjang nya. Kemudian mengukur bercak putih yang ada pada batu bata menggunakan mistar. Untuk menghitung besarnya kadar garam tergantung dari besarnya luasan bata yang ada kandungan garamnya dibagi dengan luasan bata dikali 100%.

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

Keterangan:

G = kadar garam (%)

Ag = luasan kandungan garam (cm²)

A = luasan bata (cm²)

3.7.5 Penyerapan Air

Pengujian porositas atau daya serap air dilakukan dengan menimbang massa sampel batu bata kering hasil pengeringan terlebih dahulu. Merendamnya dalam air selama 24 jam, setelah itu menimbang massa bata basah setelah perendaman. Nilai penyerapan air pada batu bata dapat diperoleh dari hasil pengukuran massa kering dan massa basah sampel yang masing-masing diukur menggunakan alat timbangan digital. Besarnya daya serap dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Daya serap bata (Ds)} = \frac{A-B}{B} \times 100\% \quad (3.4)$$

Keterangan:

- Ds = Daya serap bata
A = Berat bata basah (gr)
B = Berat bata kering oven (gr)

3.7.6 Kuat Tekan

Untuk menghitung kuat tekan sampel diperlukan parameter terukur yaitu beban tekan (gaya tekan, F) dan luas bidang sampel batu bata. Hasil dari pengujian sampel menggunakan Alat uji kuat tekan (compression test) yang berupa grafik data dari sebelum hingga sesudah diberikan beban tekan. Pada grafik tersebut akan diperoleh nilai beban tekan maksimumnya. Pengujian kuat tekan sampel maka selanjutnya dibandingkan nilai standar berdasarkan referensi atau standar nasional yang ditetapkan. Kekuatan tekan rata-rata batu bata dapat disesuaikan seperti Tabel 2.6, yaitu kuat tekan dan koefisien variasi batu bata merah yang diizinkan (SNI 15-2094, 2000).

Kuat tekan dapat dihitung menggunakan rumus di bawah ini:

$$f_m = \frac{P_{maks}}{A} \quad (3.5)$$

Keterangan:

- f_m = Kuat tekan bata (MPa)
 P_{maks} = Gaya tekan maksimum (N)
A = Luas bidang tekan (mm^2)

Pengujian kuat tekan batu bata dengan menggunakan alat (compression test). Prinsip kerja dari (compression test) yaitu dengan memberikan gaya tekan sedikit demi sedikit secara teratur pada benda semaksimal mungkin sampai benda tersebut retak atau patah.

Langkah-langkah pengujian kuat tekan adalah sebagai berikut:

1. Mengukur panjang, lebar dan tinggi sampel yang akan diuji.
2. Meletakkan sampel di tengah area pembebanan pada permukaan mesin uji tekan.
3. Mengatur permukaan alat penekan pada mesin hingga bersentuhan dengan permukaan sampel.

4. Menyalakan mesin dan mesin akan memberi beban tekan otomatis yang bergerak secara konstan sampai mencapai beban maksimum.
5. Menghentikan proses uji tekan setelah sampel patah, kemudian melihat hasil rekaman data mesin di monitor alat.
6. Mencatat parameter beban maksimum sampel yang diperoleh dari grafik hasil pengujian kuat tekan.

BAB 4

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Pemeriksaan Bahan

Di dalam pemeriksaan bahan baik agregat halus maupun tanah dilakukan di Laboratorium mengikuti panduan dari SNI tentang pemeriksaan agregat serta mengikuti Buku Panduan Praktikum Beton Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

4.1.1 Analisa Pemeriksaan Tanah

Tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah galong dan tanah merah yang berasal dari Desa Sidourip Kecamatan Beringin Kabupaten Deli Serdang.

Menurut SNI 03-4431-1997, tanah liat/lempung merupakan bahan utama yang dipakai dalam pembuatan batu bata merah. Tanah lempung adalah material dasar dalam pembuatan batu bata jenis bakar dan jemuran. Tanah lempung yang diolah tersebut berasal dari pelapukan batu-batuan seperti basal, andasit, granit dan lainnya yang banyak mengandung felspar, felspar merupakan senyawa dari silika-kalsiumaluminium, silikat-natrium-aluminium, silikat-kalsium aluminium.



Gambar 4.1: Tanah galong.



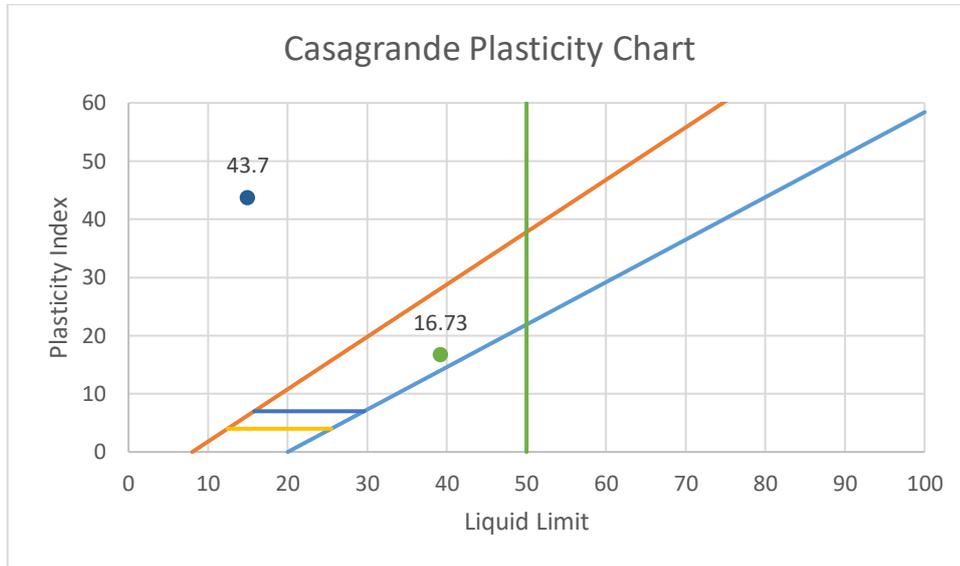
Gambar 4.2: Tanah merah.

4.1.1.1 Uji batas cair dan batas plastis tanah merah dan tanah galong

Batas plastis dan batas cair ditentukan dengan pengujian yang sederhana di laboratorium yang mana merupakan parameter yang penting diketahui untuk tanah berbutir halus atau tanah kohesif. Hasil dari pengujian ini sangat sering digunakan untuk menghubungkan dengan parameter fisis tanah seperti identifikasi dan klasifikasi tanah. Hubungan antara batas cair dan indeks plastisitas tanah, yang mana dikenal dengan grafik plastisitas casagrande. Hal yang penting dalam grafik plastisitas ini adalah garis pembagi (Garis –A) yang membedakan derajat plastisitas dari tanah menjadi plastisitas tinggi dan rendah. Garis –A memiliki persamaan garis lurus: $PI = 0,73(LL-20)$. Garis –A ini memisahkan antara lempung inorganik dan lanau organik. Lempung inorganik akan berada di atas garis-A, dan lanau inorganik berada di bawah garis-A. Lanau organik berada dalam bagian yang sama (dibawah garis-A dan dengan LL berkisar antara 30 – 50%) yang mana merupakan lanau inorganik dengan derajat pemampatan sedang. Lempung organik berada dalam bagian yang sama dimana memiliki derajat pemampatan yang tinggi (dibawah 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 : $PI = 0,9(LL-8)$ (Helwig dkk., n.d.).

Pengujian ini dimaksudkan untuk menentukan batas cair contoh tanah. Batas cair tanah adalah kadar air tanah pada keadaan peralihan antara keadaan cair dan keadaan plastis. Sedangkan Batas plastis tanah adalah keadaan air minimum tanah yang masih dalam keadaan plastis. Tanah dalam keadaan batas cair yaitu apabila diperiksa dengan alat casagrande, sampel tanah dalam mangkok yang diisahkan oleh

alurcolet selebar 2 mm akan berimpit kembali pada 25 kali ketukan.



Gambar 4.3: Grafik Casagrande untuk tanah merah dan galong.

Dari hasil pengujian dapat dilihat pada Gambar 4.3 batas cair dan batas plastis tanah galong dan merah diperoleh nilai Batas Cair (*Liquid Limit*) dari tanah galong 37% dan tanah merah 43,7% sedangkan Batas Plastis (plastic limit) 22,5% pada tanah galong dan batas plastis (plastic limit) 28,7% pada tanah merah, maka di dapat indeks plastisitas (plasticity index) dari tanah galong sebesar 14,5% dan tanah merah sebesar 15%.

4.1.1.2 Analisa Butiran Tanah Galong dan Tanah Merah

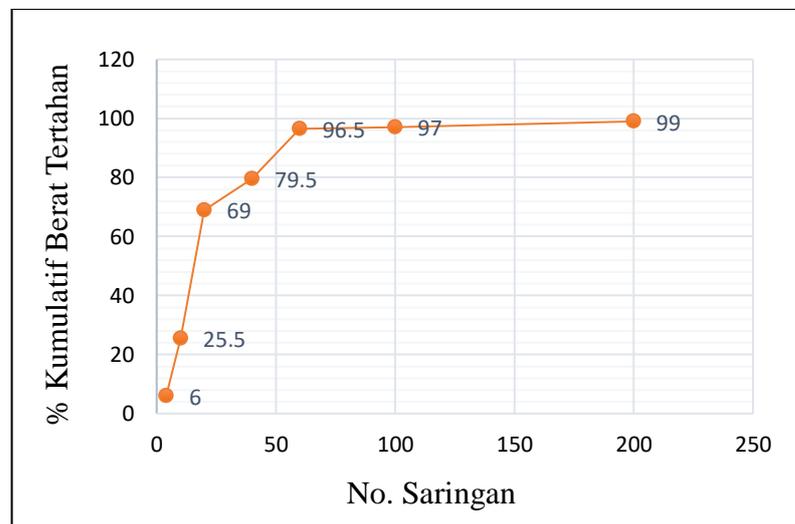
Analisa ayakan adalah suatu percobaan menyaring contoh tanah melalui satu set ayakan, dimana lubang-lubang ayakan tersebut makin kecil secara berurutan kebawah, cara ini biasanya digunakan untuk menyaring material atau partikel berdiameter $\geq 0,075$ mm.

Analisa butiran dilakukan dengan cara mengayak dengan menggetarkan contoh tanah melalui satu set ayakan, dimana lubang-lubang atau diameter dari ayakan tersebut berurutan dan makin kecil. Analisa saringan ini dilakukan untuk mengetahui pembagian butiran dari suatu contoh tanah yang berbutir kasar yang tertahan saringan No.200.

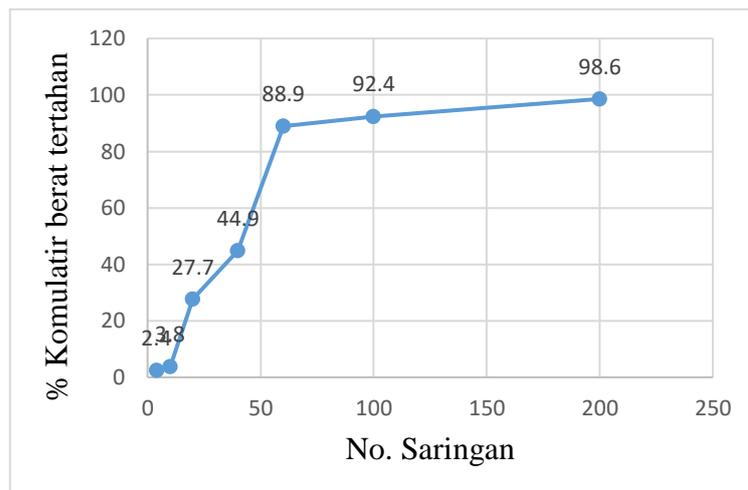


Gambar 4.4: Analisa butiran tanah galong dan tanah merah.

Dari hasil pengujian analisa butiran tanah galong dan tanah merah Klasifikasi Tanah menurut standart SNI tata cara pengklasifikasian tanah untuk keperluan teknik dan hasil yang diperoleh bisa dilihat dari Gambar 4.5 dan Gambar 4.6, tanah termasuk berbutir kasar dengan lolos saringan no 200 kurang dari 50% yaitu sebesar 1,4 % dan 1%.



Gambar 4.5: Grafik gradasi tanah galong.



Gambar 4.6: Grafik gradasi tanah merah.

4.1.1.3 Uji Kadar Air Tanah

Uji kadar air dimaksudkan untuk memeriksa dan menentukan kadar air dari sampel tanah. Kadar air (w) adalah perbandingan berat air yang dikandung tanah dengan berat kering tanah. Kadar air diberi simbol notasi w dan dinyatakan dalam persen (%).

Hasil dari pemeriksaan kadar air tanah merah seperti yang dijelaskan seperti di bawah ini, Kadar air tanah berkisar antara 20% - 100% berarti tanah tersebut masih dapat dikatakan normal, tetapi jika kadar air melebihi 100% tanah tersebut dikatakan jenuh air dan jika kurang dari 20 % tanah tersebut dikatakan kering.

Maka dari hasil kadar air tanah merah dan tanah galong diatas rata-rata kadar air 32,8% dan 24,9% masih dikatakan normal karena kurang dari 100%.

4.1.2 Analisa Pemeriksaan Agregat Halus

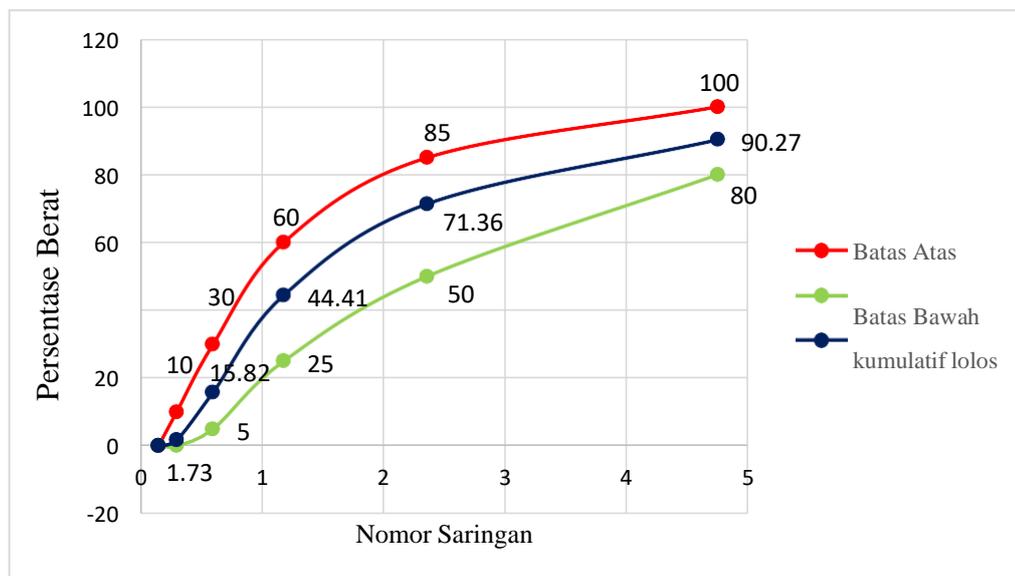
Agregat halus (pasir) yang digunakan dalam penelitian ini adalah pasir Binjai, secara umum mutu pasir Binjai telah memenuhi syarat untuk dapat digunakan sebagai bahan bangunan.

Pasir mempunyai tekstur butiran yang menyerupai pasir sehingga dapat difungsikan sebagai material yang mampu mengurangi resiko terjadinya penyusutan dan retak yang signifikan pada bata dan mencegah supaya bata tidak melengkung setelah kering sehingga kuat tekan bata tersebut bisa meningkat. Pasir merupakan suatu partikel-partikel yang lebih kecil dari kerikil dan lebih besar dari butiran

lempung yang berukuran antara 5 – 0.074 mm yang bersifat tidak plastis dan tidak kohesif (Dhiaulhaq, 2018).

4.1.2.1 Analisa Gradasi Agregat Halus

Pemeriksaan analisa saringan agregat halus ini menggunakan nomor saringan yang telah ditentukan berdasarkan SNI 03-2834-2000, yang nantinya akan dibuat grafik zona gradasi agregat yang didapat dari nilai kumulatif agregat.



Gambar 4.7: Grafik gradasi agregat halus.

Dari pengujian dapat dilihat pada gambar 4.7 didapat hasil FM sebesar 2,78%. Nilai ini masih dalam batas yang diijinkan yaitu 1,5 – 3,8 % (Menurut SK SNI S-04-1989-F). Agregat tersebut berada di Zona 2 (pasir sedang).

4.1.2.2 Kadar Lumpur Agregat Halus

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

Dari hasil kadar lumpur didapat persentase kadar lumpur rata-rata 3,21%. Nilai ini masih berada dalam batas yang diijinkan yaitu maksimal 5% (Menurut SK SNI S-04-1989-F), sehingga agregat tidak perlu harus dicuci sebelum pengadukan.

4.1.2.3 Kadar Air Agregat Halus

Kadar air agregat adalah perbandingan antara berat air yang terkandung dalam agregat dengan agregat dalam keadaan yang kering. Kadar air agregat dipengaruhi oleh besar jumlah air yang terkandung pada pori-pori agregat, semakin besar selisih antara agregat semula dengan agregat setelah kering oven maka semakin besar kadar air agregat maka banyak pula air yang dikandung oleh pori-pori agregat tersebut dan sebaliknya sehingga dapat sesuai untuk campuran bata.

Dari hasil uji kadar air didapat nilai rata-rata 5,43% maka didapatkan persentase kadar air pada percobaan pertama sebesar 4,33% sedangkan pada percobaan kedua sebesar 6,52% dan hasil tersebut memenuhi standar yang telah ditentukan yaitu 2,0%- 20,0%. Jadi, pada agregat ini memenuhi standard dan layak untuk dipakai dalam campuran bata. Sehingga tidak perlu menambah atau mengurangi dari nilai jumlah air yang dibutuhkan.

4.2 Rencana Campuran dan Kebutuhan Bahan

4.2.1 Hasil Pengujian Bata

Dalam hal ini penulis ingin menganalisis dari data-data yang telah diperoleh saat penelitian berlangsung sehingga didapat campuran bata yang diinginkan. Dari hasil percobaan pemeriksaan dasar yang telah dilakukan di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU).

Kepadatan BTB Rencana: min 1,4 gr/cm³

Dimensi Bata: 200 x 100 x 50 = 1.000.000 cm³ x 1,4 gr/cm³

$$= 14,0 \times 10^5 \text{ gr}$$

$$= 1,4 \text{ kg}$$

Maka dari hasil diatas di dapat total berat satu buah batu bata yaitu 1,4 kg.

Jumlah diatas dimaksudkan untuk satu buah batu bata, dan jumlah air disesuaikan dengan jenis tanah dan campuran bahan yang digunakan, dikarenakan tanah yang di pakai masih mengandung kadar air yang cukup tinggi.

4.3 Hasil dan Analisa Pengujian Bata

Pada bab ini akan di jelaskan hasil dan analisa pengujian kuat tekan, penyerapan air, kadar garam, berat jenis, dan sifat tampak yang telah dilakukan dilaboratorium UMSU.

4.3.1 Kuat Tekan Bata

Untuk menghitung kuat tekan sampel diperlukan parameter terukur yaitu beban tekan (gaya tekan F) dan luas bidang sampel batu bata, penentuan kuat tekan batu bata dapat dilihat dari Pers. 3.5.



Gambar 4.8: Proses pengujian kuat tekan bata.



Gambar 4.9: Gambar setelah pengujian.

Setelah pengujian kuat tekan sampel maka selanjutnya dibandingkan nilai standar berdasarkan referensi atau standar nasional yang ditetapkan. Kekuatan tekan rata-rata batu bata dapat disesuaikan yaitu kuat tekan dan koefisien variasi batu bata merah yang diizinkan (SNI 15-2094-2000).

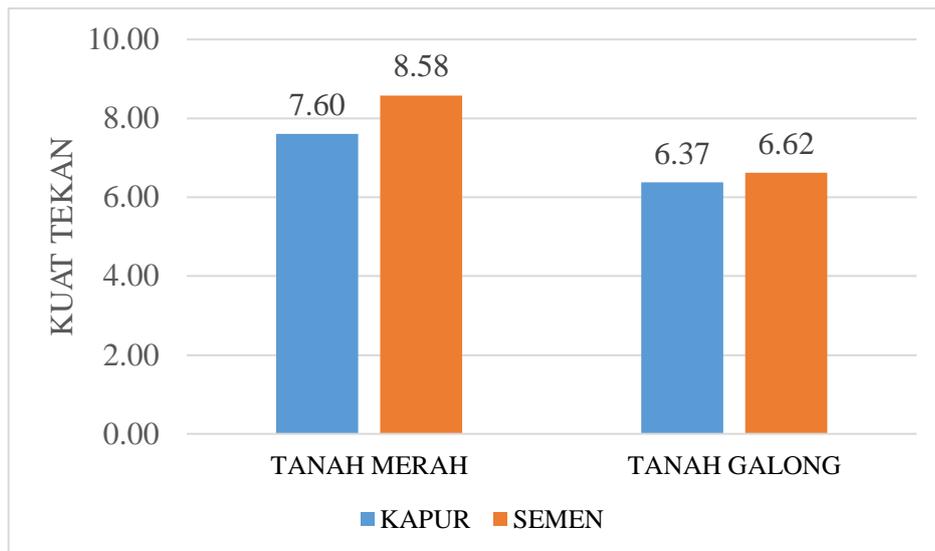
Bata yang digunakan dalam pengujian kuat tekan memiliki dimensi Panjang (mm) = 200, Lebar (mm) = 100, Luas (mm²) = 20000. Berikut adalah Tabel 4.1 hasil uji kuat tekan bata sebanyak 24 sampel dari 8 variasi.

Tabel 4.1: Hasil Uji Kuat Tekan Bata Kontrol Tanpa Bakar.

No	Kode Sampel	Jumlah Sampel	A (mm ²)	Gaya Tekan (N)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
1	Kontrol Semen Merah (CCM)	1	20000	176520.00	8.83	8.58
		2	20000	176520.00	8.83	
		3	20000	161810.00	8.09	
2	Kontrol Kapur Merah (CLM)	1	20000	161810.00	8.09	7.60
		2	20000	132390.00	6.62	
		3	20000	161810.00	8.09	
3	Kontrol Semen Galong (CCG)	1	20000	117680.00	5.88	6.62
		2	20000	147100.00	7.36	
		3	20000	132390.00	6.62	

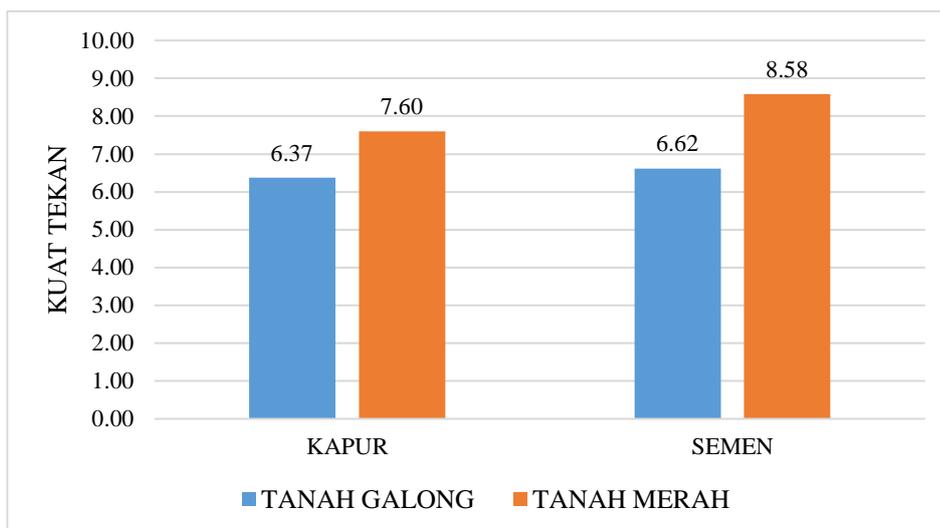
Tabel 4.1: Lanjutan.

No	Kode Sampel	Jumlah Sampel	A (mm ²)	Gaya Tekan (N)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
4	Kontrol Kapur Galong (CLG)	1	20000	147100.00	7.36	6.37
		2	20000	102970.00	5.15	
		3	20000	132390.00	6.62	



Gambar 4.10: Grafik uji kuat tekan bata control variasi tanah.

Berdasarkan dari hasil pengujian seperti yang ditampilkan dalam tabel 4.1 dan Gambar 4.10 di atas dapat dilihat bahwa kuat tekan maksimum bata control merah semen dengan nilai 8,58 MPa dibandingkan bata control merah kapur dengan nilai minimum 7,60 MPa. Kuat tekan masimum bata control galong semen dengan nilai 6,62 MPa dibandingkan bata control galong kapur dengan nilai minimum 6,37 MPa.

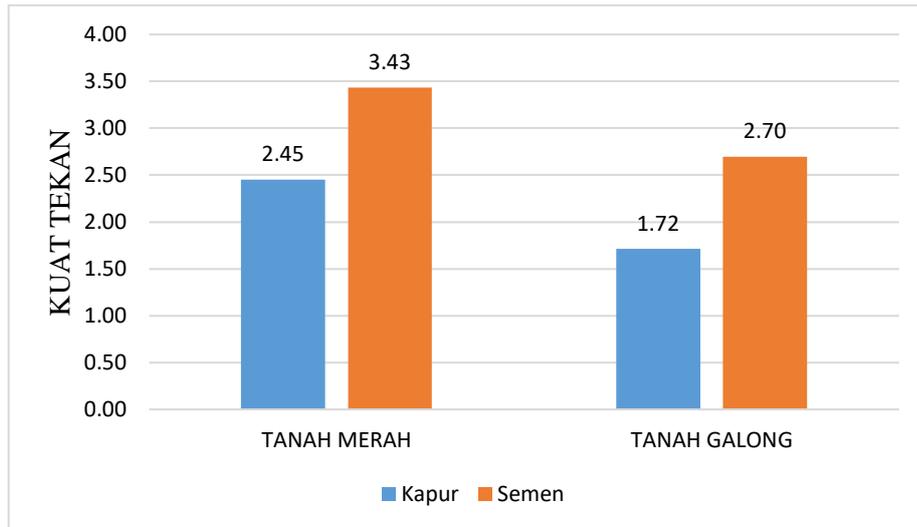


Gambar 4.11: Grafik uji kuat tekan bata control variasi campuran.

Berdasarkan dari jenis tanahnya hasil pengujian seperti yang ditampilkan dalam Tabel 4.1 dan Gambar 4.11 di atas dapat dilihat bahwa Kuat tekan maksimum bata control merah kapur dengan nilai 7,60 MPa dibandingkan bata control galong kapur dengan nilai minimum 6,37 MPa. Kuat tekan maksimum bata control merah semen dengan 8,58 MPa dibandingkan bata control galong semen dengan nilai minimum 6,62 MPa.

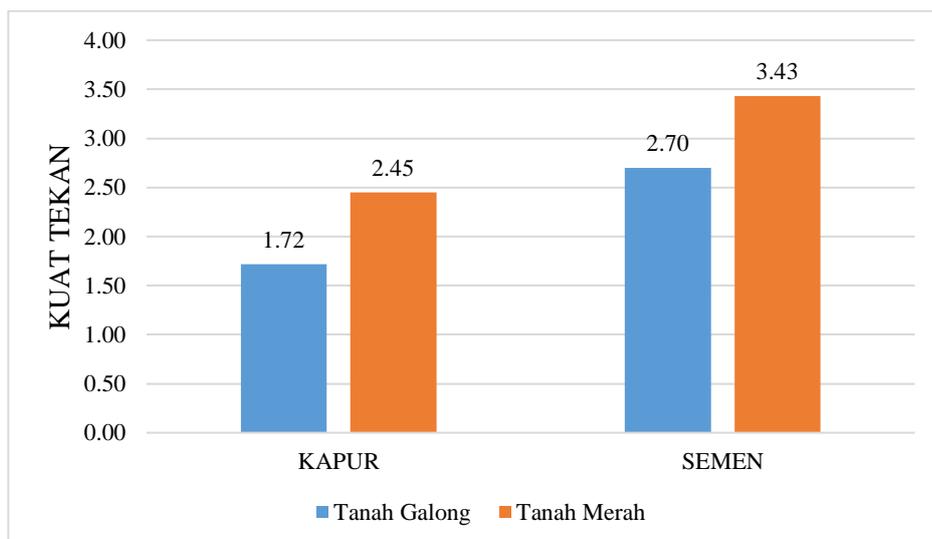
Tabel 4.2: Hasil Uji Kuat Tekan Bata Merah dan galong campuran SAK.

No	Kode Sampel	Jumlah Sampel	A (mm ²)	Gaya Tekan (N)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
1	Semen merah SAK(CMS)	1	20000	73549.88	3.68	3.43
		2	20000	58839.89	2.94	
		3	20000	73549.88	3.68	
2	Kapur merah SAK (LMS)	1	20000	44129.93	2.21	2.45
		2	20000	58839.90	2.94	
		3	20000	44129.93	2.21	
3	Semen Galong SAK (CGS)	1	20000	58839.90	2.94	2.70
		2	20000	58839.90	2.94	
		3	20000	44129.93	2.21	
4	Kapur Galong SAK (LGS)	1	20000	29419.95	1.47	1.72
		2	20000	44129.93	2.21	
		3	20000	29419.95	1.47	



Gambar 4.12: Grafik uji kuat tekan bata SAK variasi tanah.

Berdasarkan dari hasil pengujian seperti yang ditampilkan dalam Tabel 4.2 dan Gambar 4.12 di atas dapat dilihat bahwa kuat tekan maksimum bata merah semen dengan campuran SAK pada umur 28 hari adalah sebesar 3,43 MPa lebih dibandingkan bata merah kapur dengan campuran SAK dengan nilai minimum 2,45 MPa. Kuat tekan maksimum bata galong semen dengan campuran SAK sebesar 2,7 MPa dibandingkan bata galong kapur dengan campuran SAK nilai kuat tekan minimum 1,72 MPa.



Gambar 4.13: Grafik uji kuat tekan bata SAK variasi campuran.

Berdasarkan dari hasil pengujian seperti yang ditampilkan dalam Tabel 4.2 dan Gambar 4.13 di atas dapat dilihat bahwa kuat tekan bata merah kapur dengan campuran SAK pada umur 28 hari adalah sebesar 2,45 MPa memiliki kuat tekan maksimum dibandingkan bata galong kapur campuran SAK dengan nilai minimum 1,72 MPa. Kuat tekan bata merah semen dengan campuran SAK dengan nilai 3,43 MPa memiliki kuat tekan maksimum dibandingkan bata galong semen dengan campuran SAK dengan nilai kuat tekan minimum 2,7 MPa.

Berdasarkan dari hasil Tabel 4.2 bahwa nilai hasil uji kuat tekan bata campuran SAK semuanya di bawah 5 MPa dengan standar SNI 15-2094-2000 menyatakan tidak memenuhi standar SNI untuk bata bakar. Tetapi menurut uji kuat tekan untuk bata tanpa ppembakara yang dilakukan sesuai dengan BS EN 772-1:2011 dan ASTM D559,1989 uji kuat tekan yang dihasilkan pada Tabel 4.2 memenuhi standard.

4.3.2 Hasil Pengujian Penyerapan Air Bata

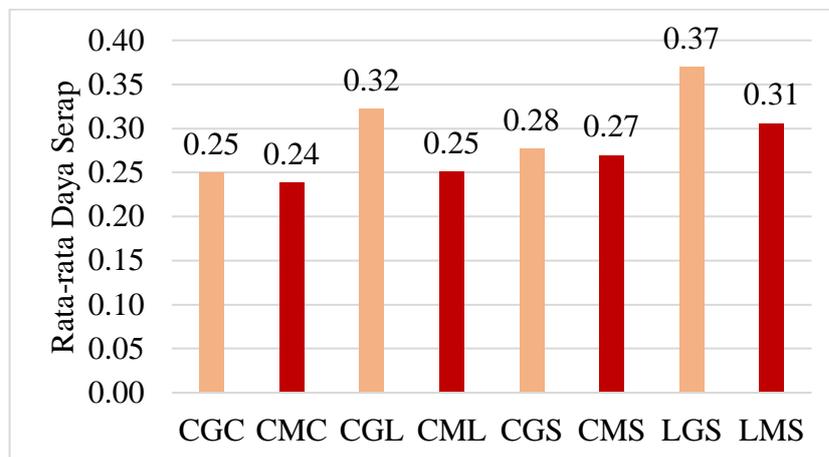
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan batu bata dalam menyerap air pada masing-masing variasi persentase serbuk cangkang telur dengan cara merendam pada suatu wadah yaitu baskom berisi air selama 24 jam. Penentuan daya serap air pada batu bata dapat diperoleh dari hasil pengukuran massa kering dan massa basah yang masing-masing diukur menggunakan alat timbangan analog (Umar, 2018).



Gambar 4.14: Proses bata saat di oven.



Gambar 4.15: Bata saat direndam.



Gambar 4.16: uji penyerapan air pada bata tekan tanpa bakar.

Keterangan :

CGC	=	Controle Galong Cement	LGS	=	Lime Galong SAK
CMC	=	Controle Merah Cement	LMS	=	Lime Merah SAK
CGL	=	Controle Galong Lime	CGS	=	Cement Galong SAK
CML	=	Controle Merah Lime	CMS	=	Cement Merah SAK

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

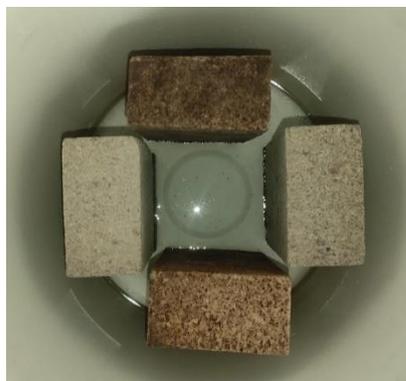
Bata merupakan material yang bersifat higrokopis artinya mudah menyerap air. Bata yang berkualitas tinggi akan memiliki daya serap yang rendah terhadap air dan kelembapan, sebaliknya bata yang berkualitas rendah akan memiliki daya serap yang tinggi terhadap air dan kelembapan. Umumnya bata dianggap baik bila memiliki daya serap air kurang dari 20 % (Dhiaulhaq, 2018).

Dari hasil penelitian hasil Daya Serap di Gambar 4.16 diperoleh nilai rata-rata Daya Serap Batu Bata dari 8 variasi campuran bata adalah 0,29 % berarti **Tidak Membahayakan** karena masih di bawah 20 %. Berdasarkan standar SNI Penyerapan air maksimum bata merah pasangan dinding adalah 20%.

4.3.3 Kadar Garam

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

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



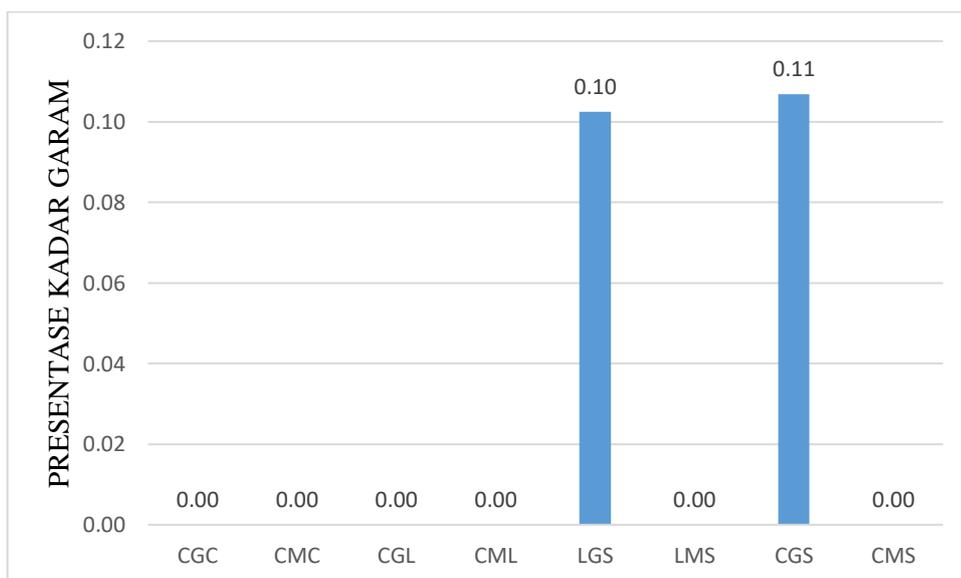
Gambar 4.17: Perendaman bata.



Gambar 4.18: Bata setelah direndam.

Dapat dilihat dari Gambar 4.17 dan 4.18 proses pengujian kadar garam bata tanpa bakar. Pengujian kadar garam ini sangat sederhana sekali, sehingga pengujiannya pun bisa dilakukan dimana saja tanpa harus di laboratorium. Pengujian ini dilakukan secara visual (penglihatan), sehingga asumsi setiap orang akan berbeda di dalam menentukan jumlah butiran atau kristal yang terdapat pada batu bata tersebut.

Dari hasil pengujian kadar garam pada bata tanpa bakar untuk tanah galong dan tanah merah diatas kadar garam pada bata yang di uji hanya muncul pada bata tanah merah dan tanah galong yang menggunakan campuran kapur untuk tanah merah dan campuran semen untuk tanah merah.



Gambar 4.19: Grafik uji kadar garam.

Keterangan :

CGC	=	Controle Galong Cement	LGS	=	Lime Galong SAK
CMC	=	Controle Merah Cement	LMS	=	Lime Merah SAK
CGL	=	Controle Galong Lime	CGS	=	Cement Galong SAK
CML	=	Controle Merah Lime	CMS	=	Cement Merah SAK

Dapat dilihat pada Gambar 4.19 di dapat hasil pengujian kadar garam untuk bata tanpa bakar dari kadua jenis tanah yaitu tanah merah dan tanah galong, kedua tanah tersebut hanya memiliki rata-rata kadar garam sebesar 0,10% untuk bata galong kapur SAK dan 0,11% untuk bata galong semen SAK sehingga dapat dikatakan bahwa kedua bata dari dua jenis tanah tersebut tidak membahayakan karena nilai tersebut masih sesuai dengan standar SNI dimana jika kandungan kadar garam lebih 50% yang terkandung pada bata tersebut atau sampai menutupi bata, maka bata tersebut dapat membahayakan jika digunakan.

4.3.4 Berat Jenis Bata

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

Dari hasil pengujian berat jenis bata control tanpa bakar dan hasil pengujian bata tanpa bakar dengan campuran ASK diperoleh rata-rata nilai berat jenis 1,36 (kg/m^3) untuk bata control tanpa bakar dan 1,52 (kg/m^3) untuk bata tanpa bakar dengan campuran ASK. Maka dapat disimpulkan bahwa bata control tanpa bakar lebih bagus digunakan karena ringan sebagai material penyusun dinding.

4.3.5 Sifat tampak bata

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

Tabel 4.3: Hasil uji sifat tampak bata tanah merah dan galong.

TABEL UJI SIFAT TAMPAK BATA										
Kode	Sudut Siku		Nyaring Bila Dipukul		Warna Seragam		Tidak Retak		Datar	
Sampel	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 1	Sampel 2
CCM	S	S	T	T	S	S	S	S	S	S
CCG	S	S	T	T	S	S	S	S	S	S
CLM	S	S	T	T	S	S	S	S	S	S
CLG	S	S	T	T	S	S	S	S	S	S
CMS	S	S	T	T	S	S	S	S	S	S
CGS	S	S	T	T	S	S	S	S	S	S
LMS	S	S	T	T	S	S	S	S	S	S
LGS	S	S	T	T	S	S	S	S	S	S

Keterangan :

- S = Sesuai
- T = Tidak Sesuai

4.3.5.1 Bata Tanah Galong



Gambar 4.20: Benda Uji Sifat Tampak Tanah Galong.

Dari data pada Tabel 4.3 dan Gambar 4.20 diatas maka dapat dilihat hasilnya bahwa bata tanpa bakar dari tanah galong memiliki sifat tampak yang sesuai dengan SNI tetapi pada saat dipukul tidak berbunyi nyaring.

4.3.5.2 Bata Tanah Merah



Gambar 4.21: Benda Uji sifat tampak tanah merah.

Dari data pada Tabel 4.3 dan Gambar 4.21 diatas maka dapat dilihat hasilnya bahwa bata tanpa bakar dari tanah merah memiliki sifat tampak yang sesuai dengan SNI tetapi pada saat dipukul tidak berbunyi nyaring.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain:

1. Pengaruh penambahan serbuk ampas kopi terdapat sifat-sifat mekanis bata meliputi kuat tekan tidak mampu memberikan perbaikan terhadap sifat tersebut. Adapun penurunan bata control tanpa campuran dengan bata dengan campuran serbuk ampas kopi. Untuk bata berdasarkan variasi tanahnya pada tanah merah menurun 64% dan tanah galong menurun 66%. Untuk berdasarkan variasi campuran kapur menurun sebesar 70,1% dan semen menurun sebesar 59,6%.
2. Dari hasil penelitian ini didapat komposisi untuk bata dengan perbandingan 1: 8: 2: 2 campuran yang baik dalam pembuatan bata, disimpulkan bahwa semakin besar jumlah penggunaan limbah serbuk ampas kopi sebagai bahan campuran tambahan dalam pembuatan batu bata tanpa bakar. Pada hasil penelitian terjadi penurunan pada setiap variasi dikarenakan pada penambahan serbuk ampas kopi terlalu banyak terjadi tidak saling mengikatnya campuran bata diakibatkan tingginya CaO pada semen dengan jumlah yang lebih tinggi mengakibatkan kandungan senyawa kalsium hidroksida di dalam semen meningkat sehingga kalsium hidroksida yang dilepaskan oleh semen ketika semen bereaksi dengan air bertambah pula. Semakin banyaknya kalsium hidroksida yang terbentuk, maka daya rekat semen akan berkurang sehingga struktur bata yang direncanakan akan lemah dan mengakibatkan kuat tekannya rendah.

5.2 Saran

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

DAFTAR PUSTAKA

- Amazian, L. (2018). Unfired Clay Bricks with Enhanced Properties Project Report. *School of Science and Engineering-Al Akhwayn University, November*.
- Alkhaly, Y. R. (2018). Kuat Tekan Beton Yang Mengandung Abu Ampas Kopi Dengan Bahan Tambah Superplasticizer. *Teras Jurnal*, 8(1), 360.
- ASTM D559. (2015). Standard Test Methods for Wetting and Drying Compacted Soil-Cement Mixtures, ASTM International, West Conshohocken, PA. *ASTM International*, i(C), 1–6.
- British Standards Institution (2011) BS EN 772-11:2011 *Determination of water absorption of aggregate concrete, autoclaved aerated concrete, manufactured stone and natural stone masonry units due to capillary action and the initial rate of water absorption of clay masonry units* [online].
- Darwis, D., Ulum, S., dan Kurniawan, G. (2015). Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Berbahan Abu Sekam Padi dan Kapur Banawa. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., 119(4), 62–66.
- Dhiaulhaq, N. H. (2018). Batu Bata Merah *Interlock* Tanpa Bakar Dengan Campuran Semen, Tanah Liat, Dan Alkali Iia Sebagai Upaya Mengurangi Gas Rumah Kaca. In *Bitkom Research* (Vol. 63, Issue 2).
- Elianora, Shalahuddin, M., Aljirzaid. 2010. Variasi Tanah Lempung, Tanah Lanau dan Pasir sebagai Bahan Campuran Batu Bata. Pekanbaru : Universitas Riau
- Fajrin, J., Hariyadi, H., & Marchelina, N. (2017). Aplikasi Metode Eksperimen Response Surface Untuk Mengoptimalkan Kuat Tekan Bata Non Bakar. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 13(2), 79.
- Fathina, H. (2022). *Simak 5 Negara Penghasil Kopi Terbesar di Dunia, Ada Indonesia!* Www.Bisnis.Com.
- Frapanti, S., Efrida, R., Dewi, I., Asfiati, S., dan Yani, M. (2000). *Studi Pemeriksaan Kualitas Batu Bata Merah Yang Berstandart Sni Di Kabupaten Deli Serdang Kelas Kekuatan Tekan Kg / cm Koefisien Variansi Izin*. 5, 1–7
- Frapanti, Sri; Asfiati, Sri; Hadipramana, J. (2020). Pendampingan Legalitas Mutu Berstandart SNI Guna Meningkatkan Pendapatan Home Industri Batu Bata Di Desa Sido Urip Kecamatan Beringin Kabupaten Deli Serdang. *JURNAL PRODIKMAS Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(76), 41–46.

- Hayat, R. B., Sultan, P., Abdul, S., Shah, A., Alam, S., Hassan, H. B., Sultan, P., Abdul, S., Shah, A., Alam, S., Azuna, M., Meor, B., Sultan, P., Abdul, S., Shah, A., Alam, S., & Merah, B. T. (2019). Penggunaan abu tongkol jagung sebagai bahan ganti separa simen dalam penghasilan bata tanpa bakar. *Green Technology & Engineering Seminar*, 50–57.
- Hasibuan, F. I. (2021). *Perbandingan Kuat Tekan dan Penyerapan Serbuk Kayu dan Abu Ampas Kopi Dengan Agregat Kasar Bergradasi Seragam*. 1, 1–12.
- Hazman, S., & Kulian, E. (2020). *Kesan Ketebalan Mortar Terhadap Kekuatan Mampatan Dinding Bata Tanah Liat Tertekan Tanpa Bakar (UCCB) terhasil daripada Abu Dasar Arang Batu (CBA) Sebagai Pengganti Pasir*. *Imc*.
- Hastutiningrum, S. (2013). *Proses Pembuatan Batu Bata Berpori Dari Tanah Liat Dan Kaca*. 5(2), 200–206.
- Iman, F. (2021). *Perbandingan Kuat Tekan Dan Penyerapan Serbuk Kayu Dan Abu Ampas Kopi Dengan Agregat Kasar Bergradasi Seragam*. 5(3), 248–253.
- Irving Kett (2000). *Engineered Concrete: Mix Design and Test Methods*. CRC Press LLC. USA.
- Lee, L., Chung, P., Choy, Y., dan Arul, W. (2021). The Application of Spent Coffee Grounds and Tea Wastes as Additives in Alkali - Activated Bricks. *Waste and Biomass Valorization*, 0123456789.
- Muñoz Velasco, P., Mendivil, M. A., Morales, M. P., dan Muñoz, L. (2016). Eco-fired clay bricks made by adding spent coffee grounds: a sustainable way to improve buildings insulation. *Materials and Structures/Materiaux et Constructions*, 49(1–2), 641–650.
- Materindo, (2017). *Keuntungan Penggunaan Batu Bata Merah Tanpa Pembakaran*. [jualbatubatamerahkediri.Blogspot.Com](http://jualbatubatamerahkediri.blogspot.com).
- Mun, P., Morales, M. P., dan Mun, L. (2015). *Eco-fired clay bricks made by adding spent coffee grounds : a sustainable way to improve buildings insulation*.
- Ordieres, R., dan Cultrone, G. (2022). Technical quality of solid bricks made using clayey earth with added coffee grounds and fly ash. *Construction and Building Materials*, 341(February), 127757.
- Riyanto, D. P., -, S., Prasetyo, W., dan Arisanto, P. (2021). Pemanfaatan Sedimen Sungai Untuk Bahan Baku Unfired Bricks (Bata Tanpa Bakar). *Bentang : Jurnal Teoritis Dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 9(2), 101–114.
- SNI 15-2094. (2000). Solid Red Brick For Walls. In *Badan Standardisasi Indonesia* (pp. 11–22).

- Safitri, B. R. A., Prasetya, D. S. B., dan ... (2018). Pelatihan Pembuatan Bata Tanpa Bakar Berbahan Dasar Limbah Batu Bara Di Desa Taman Ayu. *Lambung Inovasi*, 3(1), 16–18.
- Sukobar, S., Kuntjoro, K., Kusumastuti, K., dan Sungkono, S. (2014). Kesetaraan Kuat Tekan Batu Bata (Press) Asal Bangsal Mojosari Kabupaten Mojokerto Terhadap Kuat Tekan Spesi Campuran Semen, Kapur, dan Pasir untuk Pasangan Bata. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 12(2), 13.
- Taylor, G.D. (2002). *Material in construction*. Pearson, United Kingdom.
- Velasco, P. Munoz., Mendivil, M., Morales, P., Munoz, L. (2016). Eco-fired clay bricks made by adding spent coffee grounds: a sustainable way to improve buildings insulation. 49, 641–650.
- Widodo, B., & Artiningsih, N. K. A. (2021). *Optimasi Proses Pembuatan Batu Bata Tanpa Bakar*. 14, 32–40.

LAMPIRAN



Gambar L-1: Pengambilan tanah merah.



Gambar L-2: Pengambilan tanah galong.



Gambar L-3: Proses penjemuran tanah.



Gambar L-4: Tanah Setelah disaring.



Gambar L-5: Penjemuran serbuk ampas kopi.



Gambar L-6: Proses penyaringan ampas serbuk kopi.



Gambar L-7: Pencampuran bahan bata.



Gambar L-8: Alat cetak bata.



Gambar L-9: Proses pencetakan bata.



Gambar L-10: Bata serbuk ampas kopi.

Tabel L-1: Hasil pengujian batas cair dan batas plastis tanah galong.

Batas Cair (Liquid Limit Test) dan Batas Plastis (Plastic Limit) Tanah Galong								
No	Nomor Contoh	Satuan	Batas Cair (LL)				Batas Plastis (PL)	
1	Banyak pukulan		22	33	35	45		
2	Nomor cawan		I	II	III	IV	I	II
3	Berat cawan + tanah basah	gr	47	47	43	48	22	20
4	Berat cawan + tanah kering	gr	36	38	33	38	20	18
5	Berat air	gr	11	9	10	10	2	2
6	Berat cawan	gr	10	8	8	10	10	10
7	Berat tanah kering	gr	26	30	25	28	10	8
8	Kadar air	%	42,3	30	40	35,71	20	25
9	Kadar air rata-rata	%	37				22,5	
LL	PL	PI						
37	22,5	14,5						

Tabel L-2: Hasil pengujian batas cair dan batas plastis tanah merah.

Batas cair (liquid limit test) dan batas plastis (plastis limit) tanah merah								
No.	pemeriksaan	satuan	Batas cair (LL)				Batas plastis (PL)	
1.	Banyak pukulan		40	31	21	19		
2.	Nomor cawan		I	II	III	IV	I	II
3.	Berat cawan	gr	10	10	10	8	10	10
4.	Berat cawan + tanah basah	gr	27	22	28	21	20	21
5.	Berat cawan + tanah kering	gr	22	18	23	17	17	18
6.	Berat air	gr	5	4	5	4	3	3
7.	Berat tanah kering	gr	12	8	13	9	10	11
8.	Kadar air	%	41,7	50,0	38,5	44,4	30	27,3
9.	Kadar air rata-rata	%	43,7				28,7	
LL	LP	PI						
43,7	28,7	15						

Tabel L-3: Hasil pengujian batas cair dan batas plastis tanah merah.

Batas cair (liquid limit test) dan batas plastis (plastis limit) tanah merah								
No.	pemeriksaan	satuan	Batas cair (LL)				Batas plastis (PL)	
1.	Banyak pukulan		40	31	21	19		
2.	Nomor cawan		I	II	III	IV	I	II
3.	Berat cawan	gr	10	10	10	8	10	10
4.	Berat cawan + tanah basah	gr	27	22	28	21	20	21
5.	Berat cawan + tanah kering	gr	22	18	23	17	17	18
6.	Berat air	gr	5	4	5	4	3	3

7.	Berat tanah kering	gr	12	8	13	9	10	11
8.	Kadar air	%	41,7	50,0	38,5	44,4	30	27,3
9.	Kadar air rata-rata	%	43,7				28,7	
LL	LP	PI						
43,7	28,7	15						

Tabel L-4: Hasil pengujian analisa butiran tanah merah.

Analisa Butiran Tanah Merah					
Nomor saringan	Diameter saringan (mm)	Berat tertahan (gr)	% Berat tertahan	% Kumulatif berat tertahan	% Tanah yang lolos saringan
No.4	4.750	60	6	6	94
No.10	2.000	195	19,5	25,5	74,5
No.20	0.850	435	43,5	69	31
No.40	0.425	105	10,5	79,5	20,5
No.60	0.250	170	17	96,5	3,5
No.100	0.150	5	0,5	97	3
No.200	0.075	20	2	99	1
Pan		10	1	100	0
Total		1000			

Tabel L-5: Hasil pengujian analisa butiran tanah galong.

ANALISA BUTIRAN TANAH GALONG					
No Saringan	Diame ter saringan (mm)	Berat tertahan (gr)	% Berat tertahan	% Kumulatif berat tertahan	% Tanah yang lolos saringan
4	4.750	24	2,4	2,4	97,6
10	2.000	14	1,4	3,8	96,2
20	0.850	239	23,9	27,7	72,3
40	0.425	172	17,2	44,9	55,1

60	0.250	440	44	88,9	11,1
100	0.150	35	3,5	92,4	7,6
200	0.075	62	6,2	98,6	1,4
Pan		14	1,4	100	0
Total		1000			

Tabel L-6: Hasil pengujian kadar air tanah galong.

No. Cawan			I	II
Berat cawan	(W1)	gr	9	9
Berat cawan + Tanah basah	(W2)	gr	60	59
Berat cawan + Tanah kering	(W3)	gr	48	51
Berat air	$W_w = W_2 - W_3$	gr	12	8
Berat tanah kering	$W_s = W_3 - W_1$	gr	39	42
Kadar air	$W = W_w / W_s \times 100$	%	30,8	19,0
Rata-rata	(W)	%	24,9	

Tabel L-7: Hasil pengujian kadar air tanah merah.

No. Cawan			I	II
Berat cawan	(W1)	gr	9	9
Berat cawan + Tanah basah	(W2)	gr	50	49
Berat cawan + Tanah kering	(W3)	gr	40	39
Berat air	$W_w = W_2 - W_3$	gr	10	10
Berat tanah kering	$W_s = W_3 - W_1$	gr	31	30
Kadar air	$W = W_w / W_s \times 100$	%	32,3	33,3
Rata-rata	(W)	%	32,8	

Tabel L-8: Hasil pengujian analisa agregat gradasi agregat halus.

Nomor ayakan	Berat tertahan				kumulatif	
	Sampel 1 (gr)	Sampel 2 (gr)	Total (gr)	(%)	tertahan (%)	Lolos (%)
No.4 (4,75)	7	16	23	1,05	1,05	98,95
No.8 (2,36)	77	114	191	8,68	9,73	90,27
No.16 (1,18)	189	227	416	18,91	28,64	71,36
No.30 (0,6)	279	314	593	26,95	55,59	44,41
No.50 (0,30)	294	335	629	28,59	84,18	15,82
No.100 (0,15)	141	169	310	14,09	98,27	1,73
Pan	13	25	38	1,73	100	0
Total	1000	1200	2200	100		

Tabel L-9: Hasil pengujian dari pemeriksaan kadar lumpur agregat.

Pemeriksaan	Hasil pengamatan			
	Rumus	Satuan	Sampel 1	Sampel 2
Berat wadah	(W1)	gr	511	507
Berat pasir kering	(W2)	gr	500	500
Berat pasir setelah dicuci dan dioven	(W3)	gr	484	485
Berat lumpur	$(W4 = W3 - W1)$	gr	16	15
Kadar lumpur	$(W4 / (W3 \times 100\%))$	%	3,31	3,09
Kadar lumpur rata-rata		%	3,21	

Tabel L-10: Hasil pengujian kadar air agregat halus.

Pemeriksaan	Rumus	Satuan	Sampel 1	Sampel 2
Berat wadah	(W1)	gr	511	508
Berat contoh SSD	(W2)	gr	6480	6928
Berat contoh SSD dan berat wadah	$(W3 = W1 + W2)$	gr	6991	7436
Berat contoh kering oven	(W4)	gr	6211	6504
Berat air	$(W5 = W2 - W4)$	gr	269	424
Kadar air	$(W5 / (W4 \times 100\%))$	%	4,33	6,52
Kadar air rata-rata	$((\text{kadar air sampel 1} + \text{kadar air sampel 2}) / 2)$	%	5,43	

Tabel L-11: Hasil uji kadar garam bata.

No	Kode sampel	Jumlah	Dimensi Batu Bata (mm)		Luas Batu Bata (mm ²)	Dimensi Kadar Garam		Luasan Kadar Garam (mm)	Persentase Kadar Garam (%)
			Panjang	Lebar		Lebar	Panjang		
1	CC	1	200	100	20000	0	0	0	0.00
		2	200	100	20000	0	0	0	0.00
2	CL	1	200	100	20000	0	0	0	0.00
		2	200	100	20000	0	0	0	0.00
3	CGS	1	200	100	20000	0	0	0	0.00
		2	200	100	20000	0	0	0	0.00
4	LGS	1	200	100	20000	0	0	0	0.00
		2	200	100	20000	0	0	0	0.00
5	LGS	3	200	100	20000	20	130	2600	0.13
		4	200	100	20000	15	100	1500	0.08
6	LMS	5	200	100	20000	0	0	0	0.00
		6	200	100	20000	0	0	0	0.00
7	CGS	7	200	100	20000	30	80	2400	0.12
		8	200	100	20000	25	75	1875	0.09
8	CMS	9	200	100	20000	0	0	0	0.00
		10	200	100	20000	0	0	0	0.00
Rata-rata									0.03

Tabel L-12: Hasil uji berat jenis bata tanah merah.

No	Kode	Jumlah Sampel														Rata-rata (kg/m ³)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14		
1	CCM		1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.29
		3	3	3	3	3	1	3	2	3	2	3	2	2	2		
		1	1	2	0	7	6	4	9	1	2	3	7	2	2		
2	CLM	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.28	
		2	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3	2	3	2		
		9	4	3	3	2	2	9	1	6	9	1	7	7	4		
3	CMS	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.38		
		4	4	4	4	3	4	3	2	3	2	2	4	4		2	
		0	5	6	4	9	9	1	8	3	9	9	0	5		9	
4	LMS	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.37		
		3	2	3	3	4	3	3	4	2	4	4	3	4		2	
		3	9	3	7	3	7	3	4	9	9	0	7	4		8	
rata-rata berat jenis																1.37	

Tabel L-13: Hasil uji berat jenis bata tanah galong.

No	Kode	Jumlah Sampel														Rata-Rata (Kg/m ³)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	CGC		1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.33
2	CL	1.5	1.5	1.5	1.6	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.6	1.5	1.6	1.5	1.54
3	CGS	1.2	1.0	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.25
4	LS	1.2	1.4	1.3	1.3	1.3	1.1	1.2	1.2	1.2	1.1	1.2	1.2	1.3	1.2	1.27
Rata-Rata																1.35

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DATA DIRI PESERTA

Nama Lengkap : Al Habib Suwailim
Nama Panggilan : Habib
Tempat, Tanggal Lahir : Medan, 15 Agustus 2001
Jenis Kelamin : Laki-Laki
Alamat : Jl.Ayahanda No.73
Agama : Islam

NAMA ORANG TUA

Ayah : Suharno
Ibu : Altaslimah
No.Hp : 085278160834
Email : alhabibsuwailim@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN

Nomor Pokok Mahasiswa : 1907210126
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil
Perguruan Tinggi : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Alamat Perguruan Tinggi : Jalan Kapten Muchtar Basri No.3 Medan 20238

No	Tingkat Pendidikan	Nama Sekolah	Tahun Kelulusan
1	SD	SD N 064014	2013
2	SMP	SMP N 19 Medan	2016
3	SMA	MAN 2 Model Medan	2019
4	Melanjutkan Kuliah di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2019 Sampai Selesai		