

TUGAS AKHIR

**PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH ABU JERAMI PADI (AJP)
TERHADAP KUAT TEKAN BATA TANPA BAKAR**

(STUDI PENELITIAN)

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

Disusun Oleh:

MUHAMMAD IRFAN BASIR

1907210020



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA

2024

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Irfan Basir

NPM : 1907210020

Program Studi : Teknik Sipil

Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Limbah Abu Jerami Padi (AJP)
Terhadap Kuat Tekan Bata Tanpa Bakar

Bidang Ilmu : Struktur

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

Disetujui Untuk Disampaikan Kepada Panitia Ujian:

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'F' followed by a vertical line and a smaller, more complex signature.

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

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir ini diajukan oleh:

Nama : Muhammad Irfan Basir
NPM : 1907210020
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Limbah Abu Jerami Padi (AJP)
Terhadap Kuat Tekan Bata Tanpa Bakar
Bidang Ilmu : Struktur

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

Medan,

Mengetahui dan Menyetujui

Dosen Pembimbing



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

Dosen Pembanding I



Dr. Ir. Ade Faisal

Dosen Pembanding II



Ir. Tondi Amirnya Putra, ST.,MT.

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 : Muhammad Irfan Basir
Tempat, Tanggal Lahir : Kota Rintang, 25 Mei 2001
NPM : 1907210020
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Sipil

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

“Pengaruh Penambahan Limbah Abu Jerami Padi (AJP) Terhadap Kuat Tekan Bata Tanpa Bakar (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 orisinal 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, 06 Maret 2024

Saya yang menyatakan

Muhammad Irfan Basir

ABSTRAK

PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH ABU JERAMI PADI (AJP) TERHADAP KUAT TEKAN BATA TANPA BAKAR

Muhammad Irfan Basir

1907210020

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

Batu bata adalah salah satu bagian dari bahan bangunan untuk konstruksi dinding bangunan. Batu bata dalam penelitian ini dibuat dengan campuran abu jerami padi kapur atau semen sebagai perekat, pasir dan tanah. Dengan perbandingan 1:8:2:2 Jenis tanah yang digunakan tanah merah. Campuran dengan abu jerami padi ini dipilih bertujuan menambah kuat tekan pada bata tanpa bakar. Bata merah ini kebanyakan dibuat dengan pembakaran yang menghasilkan karbon dioksida yang mencemari udara, sehingga proses pembuatan bata merah ini berkontribusi pada gas rumah kaca ke atmosfer yang mengakibatkan bumi semakin panas. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan alternatif proses pembuatan dan komposisi yang optimal bata tanpa bakar dengan campuran abu jerami padi terhadap kuat tekan sesuai dengan standart SNI. Untuk mengetahui kuat tekan pada bata dilakukan pengujian dengan mesin Compression Testing Machine. Hasil pengujian kuat tekan bata tanpa bakar dengan tanah merah dan campuran abu jerami padi yaitu 7,5 MPa sedangkan hasil kuat tekan batu bata tanpa bakar kontrol menggunakan tanah merah dan campuran abu Jerami padi yaitu 7,06 Mpa. Pada hasil penelitian terjadi peningkatan pada setiap variasi dikarenakan pada penambahan abu jerami padi terdapat kandungan SiO₂ sebesar 33% pada limbah abu jerami padi.

Kata kunci : Batu Bata, Kuat Tekan, Abu Jerami Padi

ABSTRACT

THE EFFECT OF ADDING RICE STRAW ASH WASTE (RSAW) ON THE COMPRESSIVE STRENGTH OF BRICKS WITHOUT BURNING

Muhammad Irfan Basir

1907210020

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

Bricks are one of the parts of building materials for the construction of building walls. The bricks in this study were made with a mixture of ash, rice straw, lime or cement as adhesive, sand and soil. In a ratio of 1:8:2:2 The type of soil used is red soil. This mixture with rice straw ash was chosen to increase compressive strength in the brick without burning. These red bricks are mostly made by burning which produces carbon dioxide that pollutes the air, so the process of making red bricks contributes greenhouse gases to the atmosphere resulting in the earth getting hotter. This study aims to obtain an alternative manufacturing process and optimal composition of brick without burning with a mixture of rice straw ash against compressive strength in accordance with SNI standards. To determine the compressive strength of bricks, testing is carried out with a Compression Testing Machine. The results of the compressive strength test of bricks without burning with red soil and a mixture of rice straw ash are 7.5 MPa while the compressive strength results of bricks without burning control using red soil and a mixture of rice straw ash are 7.06 Mpa In the results of the study there was an increase in each variation due to the addition of rice straw ash there was a SiO₂ content of 33% in rice straw ash waste.

Keywords : Brick, Strong Press, Rice Straw Ash

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

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

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

1. Ibu Fetra Venny Riza, S.T., M.Sc, Ph.D. selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini
2. Bapak Dr. Ade Faisal, selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak memberikan koreksi dan masukan kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Ir. Tondi Amirnya Putra, ST.,MT. 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 Dr. Ir. Ade Faisal selaku selaku Wakil Dekan I Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
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 Muhammadiyah Sumatera Utara.
9. Teristimewa sekali kepada Ayahanda tercinta Basirun dan Ibunda tercinta Mardiah 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, 10 Mei 2024

Saya yang menyatakan:

Muhammad Irfan Basir
Npm:1907210020

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR NOTASI	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Ruang Lingkup	2
1.3 Rumusan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematis Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Bata Tanpa Bakar	5
2.2 Bahan Dasar Pembentuk Batu Bata	6
2.3 Syarat Mutu Bata.....	13
1. Sifat Fisis	13
2. Sifat Mekanik Batu Bata	15
2.4 Proses Pembuatan Bata	19
BAB 3 METODE PENELITIAN	21
3.1 Diagram Alir Penelitian.....	21
3.2 Proses pengolahan Limbah AJP	22
3.3 Tahap Penelitian	23
3.4 Sumber-Sumber Data Dalam Penelitian.....	23
3.4.1 Data Primer	24

3.4.2	Data Sekunder	24
3.5	Alat dan Bahan Pembuatan Bata Tanpa Bakar	24
3.6	Prosedur Penelitian	34
3.6.1	Pembuatan AJP	34
3.6.2	Pembuatan Bata	34
3.7	Proses Pengujian	35
BAB 4	ANALISA DAN PEMBAHASAN	38
4.1	Analisa Pengujian Sifat Fisik Material	38
4.1.1	Analisa Pemeriksaan Agregat Halus	38
4.1.1.1	Analisa Gradasi Agregat Halus	38
4.1.1.2	Kadar Lumpur Agregat Halus	39
4.1.1.3	Kadar Air Agregat Halus	39
4.1.2	Analisa Pemeriksaan Tanah	40
4.1.2.1	Uji Kadar Air Tanah Merah	41
4.1.2.2	Uji Batas Cair dan Batas Plastis Tanah Merah	41
4.1.2.3	Analisa Butiran Tanah Merah	43
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN	55
5.1	Kesimpulan	55
5.2	Saran	55
BAB 6	DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 : Diagram Alir Penelitian	21
Gambar 3.2: Tanah Merah	24
Gambar 3.3: Abu Jerami Padi	25
Gambar 3.4: Semen Portland	26
Gambar 3.5: Kapur	29
Gambar 3.6: Air.....	29
Gambar 3.7: Pasir	30
Gambar 3.8: Cetakan Bata	31
Gambar 3.9: Mesin cetak Bata dengan Pompa Hidrolik	32
Gambar 3.10: Timbangan Digital.....	32
Gambar 3.11 : Saringan.....	33
Gambar 3.12: Sekop	33
Gambar 3.13: Gelas Ukur.....	33
Gambar 3.14: Pan.....	34
Gambar 4.1 : Grafik gradasi agregat halus.	39
Gambar 4.2: Tanah Merah.	40
Gambar 4.3: Grafik plastisitas tanah Merah.....	42
Gambar 4.4: Uji Indeks Plastisitas Tanah Merah.	43
Gambar 4.5: Pengujian analisa butiran tanah merah.	44
Gambar 4.6: Grafik analisa butiran tanah Merah.....	44
Gambar 4.7: Grafik penyerapan air bata tanpa bakar.	45
Gambar 4.8: Proses pengujian daya serap air	46
Gambar 4.9: Grafik pengujian berat jenis bata.	47
Gambar 4.10: Proses pengujian kadar garam.	48
Gambar 4.11 : Sifat tampak bata.	49
Gambar 4.12: Proses pengujian kuat tekan batu bata.	49
Gambar 4.13: Gambar setelah selesai pengujian.	50
Gambar 4.14 : Grafik uji kuat tekan bata kontrol berdasarkan tanah.	51
Gambar 4.15: Grafik uji kuat tekan bata campuran AJP.	52
Gambar 4.16: Grafik regresi hubungan kuat tekan dengan berat jenis.	53

- Gambar 4.17: Grafik regresi hubungan nilai kuat tekan dengan daya serap air. ...53
- Gambar 4. 18: Grafik regresi hubungan berat jenis bata dengan daya serap air. ...54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1: Penelitian terdahulu menggunakan tanah lempung.	7
Tabel 2.2: Penelitian terdahulu menggunakan pasir sebagai bahan campuran.	8
Tabel 2.3: Penelitian terdahulu menggunakan air sebagai bahan campuran.	9
Tabel 2.4: Penelitian terdahulu menggunakan Kapur sebagai bahan campuran.	10
Tabel 2.5: Penelitian terdahulu menggunakan Semen sebagai bahan campuran. ...	11
Tabel 2.6 : Penelitian terdahulu menggunakan Abu Jerami Padi.	12
Tabel 2.7: Ukuran Standar Bata.	14
Tabel 2.8: Standar Nilai Kuat tekan Bata (SNI 15S-2094-2000).	15
Tabel 2.9: Hasil penelitian terdahulu bata tanpa bakar.	16
Tabel 2.10: Standar Mutu Bata.	18
Tabel 3.1: Komposisi semen yang digunakan dalam campuran bata tanpa bakar.	25
Tabel 3.2: Data spesifikasi kapur.	27
Tabel 3.3: Variasi Komposisi Bahan.	30
Tabel 4.1: Hasil uji kuat tekan bata control.	50
Tabel 4.2: Hasil uji kuat tekan bata campuran AJP.	51

DAFTAR NOTASI

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

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris penghasil beras di Asia Tenggara. Berdasarkan hal tersebut banyak sekali limbah padi yang dihasilkan, yaitu berupa sekam dan jerami padi. Jerami padi merupakan limbah pertanian melimpah yang jarang dimanfaatkan masyarakat. Masyarakat biasanya memanfaatkan jerami padi untuk pakan ternak. Jerami padi memiliki kandungan mineral yang sama dengan kandungan mineral pada semen. Kandungan silika dari ekstraksi abu jerami padi (AJP) adalah sebesar 69,97 % (Sutrisno dkk., 2017).

Seiring dengan pesatnya pertumbuhan penduduk di Indonesia, kebutuhan primer akan perumahan juga semakin meningkat dari hari ke hari. Disamping nilai estetika, kualitas bangunan juga mendapat perhatian khusus yang terkait dengan kualitas bahan bangunan itu sendiri, terutama yang di hasilkan melalui proses produksi manusia seperti bata. Dalam membangun sebuah perumahan komponen berupa dinding merupakan hal yang wajib ada. Bata adalah bahan utama yang di gunakan untuk membuat dinding sebuah perumahan (Ekayadi dkk., 2014).

Pada masa kini kebutuhan dinding bangunan dengan batu bata yang masih menjadi favorit menyebabkan perlu diusahakan bahan alternatif dalam campuran pembuatan material batu bata. Telah banyak penelitian yang dilakukan mengenai pemanfaatan beberapa limbah industri untuk penambahan dalam campuran berbagai keperluan bahan bangunan. Salah satunya dengan pemanfaatan limbah abu jerami padi (Huruun'ien dkk., 2019).

Pada umumnya proses pembuatan batu bata merah cetak tangan (batu bata tradisional) melalui tahap proses pembakaran, hal tersebut tidak sejalan dengan isu lingkungan mengenai polusi udara dan pemanasan global (global warming) akibat meningkatnya produksi gas karbondioksida yang sedang berkembang saat ini (Witjaksana dkk., 2016).

Batu bata merah mempunyai banyak kelebihan dibanding dengan bahan pasangan lainnya, tetapi 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 (Dhiaulhaq, 2018).

Bahan dasar pembuatan batu bata terdiri dari lempung (tanah liat) 50%-60%, pasir sekisar 35%-50% pasir dan air secukupnya. Sampai diperoleh campuran yang bersifat plastis dan mudah dicetak (Kharisma, 2014).

Dari penjabaran beberapa literatur diatas perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui apakah Abu Jerami Padi (AJP) dapat berguna sebagai bahan tambah dalam membuat bata tanpa bakar, Oleh karena itu diambil Tugas Akhir dengan judul “PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH ABU JERAMI PADI (AJP) TERHADAP KUAT TEKAN BATA TANPA BAKAR”

1.2 Ruang Lingkup

Agar pembahasan dalam penelitian ini dapat terarah dengan baik dan benar serta tidak melebar jauh dari topik yang dibahas, maka perlu diadakan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Melakukan proses pembuatan bata tanpa bakar yang ramah lingkungan dengan bahan campuran limbah AJP.
2. Melakukan pengujian batu bata dilakukan untuk mengetahui kualitas batu bata tanpa bakar dengan campuran AJP.
3. Komposisi yang dipakai pada penelitian ini yaitu: Semen/Kapur: Merah/Galong : Pasir : Limbah abu Jerami padi perbandingan 1: 8 : 2 : 2 dengan campuran 25% air dari berat keseluruhan bahan.
4. Melakukan pengujian batu bata yaitu: pengujian kuat tekan bata dengan campuran limbah AJP.

1.3 Rumusan Masalah

Permasalahan yang muncul berdasarkan latar belakang di atas yaitu:

1. Apakah bata tanpa bakar campuran AJP memiliki kekuatan sebanding dengan bata tanpa bakar kontrol?
2. Apakah dengan Penambahan limbah AJP dapat meningkatkan nilai kuat tekan?
3. Apakah dengan bata tanpa bakar menggunakan campuran limbah AJP mendapatkan nilai kuat Tekan sebesar 5 Mpa?

1.4 Tujuan Penelitian

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

1. Untuk mengetahui kekuatan maksimal Abu Jerami Padi (AJP) terhadap karakterisasi batu bata tanpa bakar yang dihasilkan.
2. Untuk mengetahui komposisi optimal AJP dan tanah liat untuk menghasilkan batu bata dengan karakterisasi optimal.

1.5 Manfaat Penelitian

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

1.6 Sistematis Penulisan

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

1. BAB I PENDAHULUAN

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

2. BAB II TINJAUAN PUSTAKA

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

3. BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang pengumpulan data dan juga bagan alir.

4. BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

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

5. BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini menjelaskan tentang hasil penelitian permasalahan selama penelitian

6. DAFTAR PUSTAKA

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bata Tanpa Bakar

Bata tanpa bakar adalah batu bata buatan yang terbuat dari tanah merah/tanah liat/ tanah sungai sebagai bahan utama, pasir, semen, limbah serbuk gergajian kayu (sawmill), limbah pertanian yaitu sekam/jerami, atau hanya tanah saja (tanpa bahan tambahan) dalam keadaan homogen yang di buat dengan mesin yang dicetak dikeringkan, dan tidak dibakar (anomin, 2012).

Defenisi batu bata menurut SNI 15-2094-2000 merupakan unsur pada bangunan pada pembuatan konstruksi bangunan yang terbuat dari tanah liat ditambah air dengan campuran atau tanpa campuran melalui tahap pengerjaan, seperti menggali, mengolah, mencetak, mengeringkan, dan membakar dengan suhu yang tinggi hingga batu bata berubah warna dan mengeras sehingga batu bata tidak hancur lagi ketika dirndam dengan air.

Beberapa cara agar batu bata tanpa bakar digunakan sebagai pasangan dinding rumah dengan kekuatan yang memadai, yang memenuhi syarat yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang ada. Pembuatan bata bata tanpa bakar dapat mengurangi polusi udara dan penggunaan batu bata tanpa bakar berbahan tanah liat yang dicampur dengan bahan limbah industri makanan maupun limbah pertanian dapat membuat batu bata menjadi lebih ramah lingkungan (Dhiaulhaq, 2018).

Bata mempunyai kelebihan dan kekurangan apabila dibandingkan dengan bata sehingga pemakaiannya harus disesuaikan dengan sifat-sifat dan kondisi masing-masing. Bata harus mempunyai rusuk-rusuk yang tajam dan bersiku bidang-bidang sisi harus datar, tidak menunjukkan retak-retak, tidak mudah hancur atau patah, dan perubahan bentuk yang berlebihan. Bentuk lain yang dusengaja karena pencetakan diperbolehkan. Permukaan bata harus kasar, warnanya seragam dan bunyinya nyaring bila diketok (Tjokrodimulyo 1992 dalam Sri Hudi 2011).

Kelebihan bata dengan pembakaran:

- a. Bata dengan pembakaran lebih tahan bakar oleh karena itu lebih tepat dipakai dalam struktur tahan api,
- b. Tembok lebih mudah dibuat tinggi karena lebih ringan,
- c. Karena berat jenisnya rendah, maka biaya angkut ke tempat pekerjaan lebih murah.

Kekurangan bata dengan pembakaran:

Bata dengan pembakaran tidak kuat menahan beban berat,

- a. Bata dengan pembakaran membutuhkan plasteran atau acian dalam finishingnya,
- b. Bata dengan pembakaran mudah menyerap air. Oleh karena itu tidak baik jika dipakai pada struktur bawah air. Bata akan mudah rusak bila kandungan garam dalam air ikut terserap ke dalam bata (Sri Hudi, 2011).

2.2 Bahan Dasar Pembentuk Batu Bata

Bahan pembentuk batu bata pada dasarnya bergantung pada jenis batu bata dan bagaimana proses pembuatannya. Berikut ini adalah material pembentuk batu bata yaitu:

1. Tanah Lempung

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

Menurut Shalahuddin (2012), pemanfaatan tanah lempung dalam membuat batu bata dibutuhkan beberapa syarat untuk dapat digunakan yaitu sebagai berikut:

- a. Tanah lempung digunakan harus memenuhi sifat plastis dan kohesif sehingga dapat mudah dibentuk. Lempung untuk bahan baku pembuatan

batu bata harus mempunyai tingkat pelastisan plastis dan agak plastis. Dari indeks keplastisannya, lempung untuk batu bata mempunyai tingkat keplastisan 25% - 30%.

- b. Lempung yang kurang kadar besinya akan pucat warnanya. Kadar besi 5% - 9% dalam lempung menghasilkan warna merah.
- c. Tidak boleh mengandung butiran kapur dan kerikil lebih besar dari 5 mm.

Tanah lempung berpengaruh pada kuat tekan bata tanpa bakar karena merupakan bahan dasar pembuatan batu bata. Berikut beberapa hasil penelitian terdahulu mengenai pengaruh nilai indeks plastisitas Tanah Lempung terhadap nilai kuat tekan Bata Tanpa Bakar:

Tabel 2.1: Penelitian terdahulu menggunakan tanah lempung sebagai bahan campuran.

No	Judul	Hasil
1.	Pengaruh Abu Jerami Dan Serbuk Jerami Sebagai Komponen Bahan Terhadap Kualitas Bata (Rhofita, 2016).	Pada komposisi 100% tanah dengan indeks plastisitas sebesar 14,63% di hasilkan nilai kuat tekan 14,90 kg/cm ² , sedangkan pada penambahan abu Jerami dengan komposisi 25% di hasilkan kuat tekan 22,06 kg/cm ² .
2.	Pembuatan Batu Bata Dengan Campuran Limbah Kulit Tebu (Saccharum Officinarum) dan Tanah Liat (Tarigan, 2020).	Pada komposisi 100% tanah dengan indeks plastisitas sebesar 30% di hasilkan nilai kuat tekan 5,71 Mpa, sedangkan pada penambahan abu Kulit Tebu dengan komposisi 30% di hasilkan kuat tekan 3,49 Mpa.

2. Pasir

Pasir merupakan suatu partikel-partikel yang lebih kecil dari kerikil dan lebih besar dari butiran lempung yang berukuran antara 5 – 0.074 mm (Bowles, 1986) yang bersifat tidak plastis dan tidak kohesif.

Pasir mempunyai tekstur butiran 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. (Dhiaulhaq, 2018).

Pasir dapat mempengaruhi kuat tekan bata tanpa bakar, karena pasir digunakan sebagai campuran dalam pembuatan batu bata tanpa bakar. Berikut beberapa hasil penelitian terdahulu mengenai pengaruh pasir terhadap nilai kuat tekan Bata Tanpa Bakar:

Tabel 2.2: Penelitian terdahulu menggunakan pasir sebagai bahan campuran.

No	Judul	Hasil
1.	Pemanfaatan Sedimen Sungai Untuk Bahan Baku Unfired Bricks (Bata Tanpa Bakar) (Pratiwi dkk., 2016).	Komposisi pasir sebagai bahan campuran pembuatan batu bata tanpa bakar sebanyak 66,67% menghasilkan 0,36 MPa.
2.	Karakteristik batu bata tanpa pembakaran dari limbah industri pertanian dan material alam (irwansyah dkk., 2018).	Komposisi pasir sebagai bahan campuran pembuatan batu bata tanpa bakar sebanyak 15% menghasilkan 2,26 MPa.

3. Air

Air adalah bahan yang sangat penting dalam proses reaksi pengikatan material material yang digunakan untuk pembuatan batu bata. Biasanya dalam

pembuatan batu bata lempung, penambahan kadar air ditandai tidak terjadi penempelan tanah lempung pada telapak tangan. Volume air yang digunakan dalam pembentukan bata merah kira-kira 20% dari volume bahan-bahan lainnya. Pekerjaan pelumatan tanah liat dengan air dalam pembentukan bata bisa dilakukan dengan tangan atau kaki (Kapasiang dkk., 2017).

Biasanya dalam pembuatan batu bata lempung, penambahan kadar air ditandai dengan tidak terjadi penempelan tanah lempung pada telapak tangan. Disamping itu perlunya pemeriksaan visual lebih dahulu terhadap air yang digunakan seperti syarat air tawar, berwarna bening, tidak mengandung minyak, garam, asam, alkali, tidak mengandung banyak sampah, kotoran dan bahan organik lainya (Shalahuddin, 2012).

Penambahan air dalam pembuatan batu bata tanpa bakar sangat penting dalam pengaruh nilai kuat tekan batu bata tanpa bakar. Berikut beberapa hasil penelitian terdahulu mengenai pengaruh Air terhadap nilai kuat tekan Bata Tanpa Bakar:

Tabel 2.3: Penelitian terdahulu menggunakan air sebagai bahan campuran.

No	Judul	Hasil
1.	Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Dari Limbah Industri Pertanian Dan Material Alam Limbah Industri Pertanian Dan Material Alam (irwansyah dkk., 2018).	Kadar air sebesar 7,56% menghasilkan kuat tekan sebesar 3,98 MPa.
2.	Variasi Tanah Lempung, Tanah Lanau dan Pasir Sebagai Bahan Campuran Batu Bata (Shalahuddin, 2012).	Kadar air sebesar 22,80% menghasilkan kuat tekan sebesar 9,18 Mpa.

4. Kapur

Kapur adalah yang berfungsi sebagai perekat khususnya untuk pembuatan adukan yang dikenal sebagai adukan pasangan atau spesi/mortar. Dalam industri, kapur sering disebut dengan istilah limestone. Pengikatan dan pengerasan kapur terjadi karena reaksi kimia. Pada reaksi ini, air memegang peranan penting.

Pengerasan udara terjadi karena kapur mengikat CO₂ dari udara. Pengerasan kapur hidrolik di dalam air disebabkan oleh reaksi-reaksi kimia yang lebih kompleks yaitu ikatan antara Ca(OH)₂ dengan silika, alumina dan oksid besi yang terkandung didalam batu kapur itu (Kharisma, 2014).

Penambahan kapur dalam pembuatan batu bata tanpa bakar sangat penting dalam pengaruh nilai kuat tekan batu bata tanpa bakar. Berikut beberapa hasil penelitian terdahulu mengenai pengaruh kapur terhadap nilai kuat tekan Bata Tanpa Bakar:

Tabel 2.4: Penelitian terdahulu menggunakan Kapur sebagai bahan campuran.

No	Judul	Hasil
1.	Analisis Kapasitas Lekatan Batu Bata Mutu Rendah Dan Mortar Kapur Dalam Struktur Dinding Batu Bata (Ridwan, 2023).	Dengan komposisi kapur sebesar 15% sebagai bahan campuran menghasilkan kuat tekan sebesar 2,88 MPa.
2.	Pemanfaatan Sedimen Sungai Untuk Bahan Baku Unfired Bricks (Bata Tanpa Bakar) (Puji Riyanto dkk., 2021).	Dengan komposisi kapur sebesar 13,3% sebagai bahan campuran menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 3,58% MPa.

5. Semen

Semen merupakan salah satu bahan perekat yang jika dicampur dengan air mampu mengikat bahan-bahan padat seperti pasir dan batu menjadi suatu kesatuan kompak. Sifat pengikatan semen ditentukan oleh susunan kimia yang dikandungnya. Adapun bahan utama yang dikandung semen adalah kapur (CaO), silikat (SiO₂), alumina (Al₂O₃), ferro oksida (Fe₂O₃), magnesit (MgO), serta oksida lain dalam jumlah kecil (Supriatna dkk., 2020).

Massa jenis semen yang diisyaratkan oleh ASTM adalah 3,15 gr/cm³, pada kenyataannya massa jenis semen yang diproduksi berkisar antara 3,03 gr/cm³ sampai 3,25 gr/cm³.

Penambahan semen dalam pembuatan batu bata tanpa bakar sangat penting dalam pengaruh nilai kuat tekan batu bata tanpa bakar. Berikut beberapa hasil penelitian terdahulu mengenai pengaruh semen terhadap nilai kuat tekan Bata Tanpa Bakar:

Tabel 2.5: Penelitian terdahulu menggunakan Semen sebagai bahan campuran.

No	Judul	Hasil
1.	Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Dari Limbah Industri Pertanian Dan Material Alam (irwansyah dkk., 2018).	Dengan kadar semen sebesar 13% sebagai bahan campuran menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 4,06 MPa.
2.	Pemanfaatan Sedimen Sungai Untuk Bahan Baku Unfired Bricks (Bata Tanpa Bakar) (Puji Riyanto dkk., 2021).	Dengan kadar semen sebesar 11,11% sebagai bahan campuran menghasilkan kuat tekan rata-rata sebesar 0,35 MPa.

6. Abu Jerami Padi (AJP)

Silika merupakan unsur yang paling dominan dalam abu jerami dan ini sangat menguntungkan sebab pada kondisi yang sesuai silika ini dapat bereaksi dengan kapur. Jerami Padi menghasilkan abu jerami yang mengandung 82% silika. Batang jerami bisa di gunakan sebagai bahan pengisi dalam pembuatan bata atau sebagai bahan serat yang di hasilkan dalam industri perkebunan. Komposisi kimia jerami padi meliputi bahan kering 71,2%, protein kasar 3,9%, lemak kasar 1,8%, serat kasar 28,8%, BETN 37,1% dan TDN 40,2%. Kandungan lignin jerami berkisar 6-7% dan silikatnya 13% (Ekayadi dkk., 2014).

Untuk limbah AJP saat ini sudah banyak di lakukan penelitian, yaitu pengaruh AJP sebagai penambahan campuran material konstruksi, seperti dalam campuran beton, bata dan sebagainya. Berikut beberapa hasil penelitian terdahulu mengenai pengaruh limbah AJP terhadap material konstruksi:

Tabel 2.6: Penelitian terdahulu menggunakan Abu Jerami Padi.

No	Judul	Hasil
1.	Pengaruh Abu Jerami dan Serbuk Jerami sebagai Komponen Bahan terhadap Kualitas Bata (Ekayadi dkk., 2014).	Pada komposisi 100% tanah di hasilkan nilai kuat tekan 14,90 kg/cm ² , sedangkan pada penambahan abu jerami dengan komposisi 25% di hasilkan kuat tekan 22,06 kg/cm ² , dan pada penambahan serbuk jerami 9,5% di hasilkan kuat tekan 16,86 kg/cm ² . Didapatkan bata yang lebih ringan dengan kuat tekan yang lebih baik dengan adanya penambahan abu jerami sebesar 25%.
2.	Pengaruh Penambahan Abu Jerami Padi Terhadap Kuat Tekan Beton (Sutrisno dkk., 2017).	Penggunaan abu jerami padi pada campuran beton dengan variasi penambahan 0%, 5%, 10%, dan 15% dari berat semen berdampak terhadap penurunan nilai kuat tekan beton. Nilai kuat tekan yang diperoleh pada umur 28 hari yaitu 18.440 Mpa, 15.366 Mpa, 13.948 Mpa, dan 12.530 Mpa.

Tabel 2.6: *Lanjutan.*

No	Judul	Hasil
3.	Jerami Padi Sebagai Pengurangan Penggunaan Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Normal (Abu Jerami dari Desa Rawang Pasar IV) (Wibowo, 2022).	Berdasarkan penambahan abu jerami padi sebagai pengurangan penggunaan semen portland terhadap kuat tekan beton, abu jerami padi sangat mempengaruhi kuat tekan beton karna untuk variasi lebih dari 5% kuat tekan beton menjadi menurun seperti campuran 7% yang terjadi pada umur 14 dan 28 h.

2.3 Syarat Mutu Bata

Menurut SNI-15-2094-2000 bata adalah bahan bangunan yang digunakan untuk membuat suatu bangunan. Menurut (Surya & Noor, 2019) menyatakan syarat mutu dari batu bata merah adalah:

1. Sifat Fisis

Sifat fisis bata adalah sifat yang terdapat pada bata tanpa adanya pemberian beban atau perlakuan apapun. Adapun sifat fisis dan syarat-syarat batu bata dalam SNI 15-2094-2000 sebagai berikut:

a. Sifat Tampak

Batu bata untuk pasangan dinding harus berbentuk prisma segi empat panjang, warna, mempunyai rusuk-rusuk yang siku, bidang-bidang datar yang rata, tidak menunjukkan retak atau bentuk berlebihan, tidak mudah hancur atau patah, warna seragam dan nyaring apabila dipukul.

b. Ukuran dan Toleransi

Standar batu bata merah di Indonesia oleh BSN (Badan Standar Nasional) nomor 15-2094-2000 menetapkan suatu ukuran standar untuk batu bata merah.

Tabel 2.7: Ukuran Standar Bata.

No	Modul	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)
1	M-5a	65±2	90±3	190±4
2	M-5b	65±2	100±3	190±4
3	M-6a	52±3	110±4	230±4
4	M-6b	55±3	110±6	230±5
5	M-6c	65±2	110±6	230±5
6	M-6c	65±2	110±6	230±5

c. Densitas atau kerapatan

Densitas yang disyaratkan untuk digunakan adalah 1,60 gr/cm³ – 2,00 gr/cm³ (SNI-02-4164-1996). Persamaan yang digunakan adalah:

$$\text{Densitas (D)} = \frac{\text{Berat kering}}{\text{Volume}} \text{ (gr/cm}^3\text{)} \quad (2.1)$$

d. Warna tampak

Warna bata tergantung bahan baku pembuatannya dan bahan tambahan. Warna abu-abu sampai hitam mengandung arang dan sisa-sisa tumbuhan, warna merah disebabkan oleh oksida besi (Fe), sehingga untuk warna bata tanpa pembakaran yang memanfaatkan limbah industri pertanian dan material alam sulit untuk dipastikan.

e. Garam yang dapat membahayakan

Dalam SNI 15-2094-2000 tentang cara pegujian kandungan garam yang digunakan tidak kurang dari 5 buah bata utuh. Tiap bata ditempatkan berdiri pada bidang datar, dalam masing-masing bejana dituangkan air suling 250 ml. Maka didapatkan beberapa kategori untuk kadar garam yang larut dan membahayakan yaitu:

1. Tidak membahayakan: bila kurang dari 50% permukaan bata tertutup oleh lapisan tipis berwarna putih, karena pengkristalan garam-garam yang dapat larut.
2. Ada kemungkinan membahayakan: bila 50% atau lebih dari permukaan bata tertutup oleh lapisan putih yang agak tebal karena pengkristalan garam-garam yang dapat larut, tetapi bagian-bagian dari permukaan bata tidak menjadi bubuk atau terlepas.
3. Membahayakan: bila lebih dari 50% permukaan bata tertutup oleh lapisan putih yang tebal karena pengkristalan garam-garam yang dapat larut dan bagian-bagian dari permukaan bata menjadi bubuk atau terlepas.

2. Sifat Mekanik Batu Bata

Beberapa sifat mekanis bata antara lain porositas, susut bakar, berat jenis, dan kuat tekan. Porositas dinyatakan dalam persen (%) yaitu volume dari suatu rongga yang ada dalam material tersebut. Susut bakar adalah perubahan dimensi atau volume bahan yang telah dibakar. Berat jenis didefinisikan sebagai massa persatuan volume. Kuat tekan suatu material didefinisikan sebagai kemampuan material dalam menahan beban atau gaya mekanis sampai terjadinya kegagalan (failure).

1. Kuat tekan (Compressive Strength)

Kualitas bata dapat dibagi atas tiga tingkatan dalam hal kuat tekan menurut SNI 15-2094-2000, seperti disajikan pada Tabel 2.8:

Tabel 2.8: Standar Nilai Kuat tekan Bata (SNI 15S-2094-2000).

Kelas	Kuat tekan rata-rata minimum dari 30 buah bata yang diuji		Koefisien variasi yang diizinkan dari rata-rata kuat tekan bata yang diuji (%)
	Kgf/cm ²	N/mm ²	
50	50	5,0	22
100	100	10,0	15
150	150	15,0	15

Nilai kuat tekan bata diperlukan untuk mengetahui kekuatan maksimum dari suatu benda untuk menahan Dengan mengambil klasifikasi kekuatan bata untuk kelas 50 sebesar 5 Mpa dari standar SNI 15-2094-2000. Kuat tekan bata dihitung dengan menggunakan rumus:

$$P = \frac{F}{A} \quad (2.2)$$

Keterangan :

P = Kuat tekan bata (kg/cm^2)

F = Beban maksimum (kg)

A = Luas Penampang benda uji (cm^2)

Hasil kuat tekan bata tanpa bakar adalah data yang menunjukkan seberapa besar tekanan yang dapat ditahan oleh bata. Pengujian kuat tekan dilakukan dengan memberikan beban tekan pada sampel bata dan mengukur berapa besar tekanan yang dapat ditahan oleh sampel tersebut. Hasil pengujian kuat tekan biasanya dinyatakan dalam satuan kilogram per sentimeter persegi atau megapascal. Data hasil kuat tekan dapat digunakan untuk mengevaluasi kualitas bahan dan memastikan bahwa bahan tersebut memiliki kekuatan yang cukup untuk menahan beban yang diberikan. Berikut beberapa hasil penelitian terdahulu mengenai Kuat Tekan Bata Tanpa Bakar:

Tabel 2.9: Hasil penelitian terdahulu bata tanpa bakar.

No	Judul	Hasil
1.	Pembuatan Batu Bata dengan Campuran Limbah Kulit Tebu (<i>Saccharum Officinarum</i>) dan Tanah Liat (Tarigan, 2020).	Pengujian kuat tekan batu bata dilakukan dengan menggunakan Universal Testing Machine untuk mencari tahu kuat tekan hancur benda uji. Data hasil pengujian kuat tekan dapat dilihat bahwa variasi campuran abu kulit tebu 0 dan 10% dengan besar kuat -tekan 5,71 dan 5,57 MPa sesuai dengan -SNI 15-2094-2000 pada kelas 50 sedangkan-

Tabel 2.9: *Lanjutan.*

No	Judul	Hasil
		<p>pada variasi campuran 20, 30, 40, dan 50% dengan besar kuat tekan secara berturut-turut adalah: 4,43, 3,49, 2,79, dan 1,88 MPa belum sesuai dengan SNI 15-2094-2000 karena kuat tekan yang dihasilkan kurang dari nilai kuat tekan SNI 15-2094-2000 kelas 50 yang sebesar 5,0 MPa.</p>
2.	<p>Batu Bata Merah Intrlock Tanpa Bakar Dengan Campuran Semen, Tanah Liat, Dan Alkali Sebagai Upaya Mengurangi Gas Rumah Kaca (Dhialhaq, 2018).</p>	<p>Batu bata biasa tanpa proses pembakaran dengan campuran sodium hidrosida dan sodium silikat ternyata kuat tekannya lebih rendah yaitu 1.048 Mpa di bandingkan dengan batu bata tanpa proses pembakaran yang campuran sodium hidroksida dan sodium silikat nya yaitu sebesar 1.28 Mpa.</p>
3.	<p>Pembuatan Batu Bata Merah Tanpa Bakar Dengan Campuran Sludge (Limbah Padat) (Harnadi, 2022).</p>	<p>Hasil rata-rata dari kuat tekan batu bata merah normal sebesar 10,80 Mpa dengan batu bata merah tanpa pembakaran dengan kuat tekan maksimal peneliti adalah 10,60 Mpa. Dengan ini dapat di simpulkan batu bata merah dari segi kekuatannya lebih tinggi dari pada bata merah tanpa proses pembakaran. Varian batu bata merah yang memiliki nilai rata - rata terbesar adalah varian normal dengan nilai 10,80 Mpa.</p>

2. Penyerapan air

Daya serap air adalah kemampuan bata dalam menyerap air (daya hisap). Daya serap air yang tinggi akan berpengaruh pada pemasangan bata dan adukan karena air pada adukan akan diserap oleh bata sehingga pengeras adukan tidak berfungsi dan dapat mengakibatkan kuat adukan menjadi lemah. Daya serap yang tinggi disebabkan oleh besarnya kadar pori pada bata (bata tidak padat). Pengujian daya serap bata ditentukan berdasarkan berat bata basah dan berat bata kering oven dengan menggunakan persamaan:

$$\text{penyerapan air (PA)} = \frac{mb - mk}{mk} \times 100\% \quad (2.3)$$

Keterangan:

M_k = Massa kering (tetap) (Kg)

M_b = Massa setelah direndam selama 24 jam (Kg)

3. Kadar Garam

Garam yang mudah larut dan membahayakan Magnesium Sulfat ($MgSO_4$), Natrium Sulfat (Na_2SO_4), Kalium Sulfat (K_2SO_4), dan kadar garam maksimum 1,0%, tidak boleh menyebabkan lebih dari 50% permukaan batu bata tertutup dengan tebal akibat pengkristalan garam.

Syarat-syarat bata dalam SNI-10,1978 dan SII-0021-78 terlihat pada Tabel berikut ini:

Tabel 2.10: Standar Mutu Bata.

No	Pegujian	Metode	Nilai Standar
1	Densitas	SNI-03-4164-1996	1,60-2,50 gr/cm ²
2	Warna Bata	SNI-03-4164-1996	Orange kecoklatan
3	Ukuran/Dimensi	SNI-03-4164-1996	Maks P= 40 cm, L= 7,5-30 cm, T= 5-20 cm

Tabel 2.10: *Lanjutan.*

No	Pegujian	Metode	Nilai Standar
4	Tekstur	SNI-03-4164-1996	Datar dan Kasar
5	Kuat Tekan	SNI-03-4164-1996	Min 1,96 MPa
6	Porositas	SNI-03-4164-1996	Maks 13,20%
7	Kadar Air	SNI-03-4164-1996	Maks 15%

2.4 Proses Pembuatan Bata

Proses pembuatan bata melalui beberapa tahapan, meliputi penggalian bahan mentah, pengolahan bahan, pembentukan, pengeringan, pembakaran, pendingin, dan pemilihan (seleksi). Adapun tahap-tahap pembuatan bata, yaitu sebagai berikut: (Suwardono, 2002) dalam Masthura (2010).

1. Penggalian Bahan Mentah

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

2. Pengolahan Bahan Mentah

Sebelum tanah dibentuk menjadi bata dilakukan pencampuran secara merata yang disebut dengan pekerjaan pelumatan. Pekerjaan pelumatan dilakukan secara manual dengan cara diinjak-injak oleh orang dalam keadaan basah dengan kaki. Bahan campuran yang ditambahkan pada saat pengolahan harus benar-benar menyatu dengan tanah secara merata. Bahan mentah yang sudah jadi

sebelum dibentuk dengan cetakan, terlebih dahulu dibiarkan semalam 2 sampai 3 hari dengan tujuan memberi kesempatan partikel-partikel tanah untuk menyerap air agar menjadi lebih stabil, sehingga apabila dibentuk akan terjadi penyusutan yang merata.

3. Pembentukan Bata

Bahan mentah yang telah dibiarkan 2-3 hari dan sudah mempunyai sifat plastisitas sesuai rencana, kemudian dibentuk dengan alat cetak yang terbuat dari besi sesuai ukuran Standar Nasional Indonesia 15-2094-2000. Supaya tanah tidak menempel pada cetakan, maka cetakan dibasahi dengan air terlebih dahulu. Bagian dasar dari cetakan harus rata dan ditaburi abu jerami padi agar tanah tidak menyatu dengan lantai dasarnya. Langkah awal pencetakan bata yaitu letakkan bahan mentah di cetakan hingga memenuhi bentuk cetakan secara maksimal kemudian ditekan menggunakan alat pompa hidrolis, selanjutnya, cetakan diangkat dan bata mentah dari cetakan siap untuk dikeringkan.

4. Pengeringan Bata

Proses pengeringan bata yang baik dilakukan dibawah sinar matahari, agar terkena panas dari sinar matahari. Panas matahari yang terlalu menyengat akan mengakibatkan retakan pada bata. Setelah mengeras bata dapat dibalik pada sisi yang lain. Kemudian ditumpuk ditempat yang terlindung dari sinar matahari dan hujan. Pengeringan ini membutuhkan waktu selama 2 hari sampai dengan 7 hari tergantung cuaca.

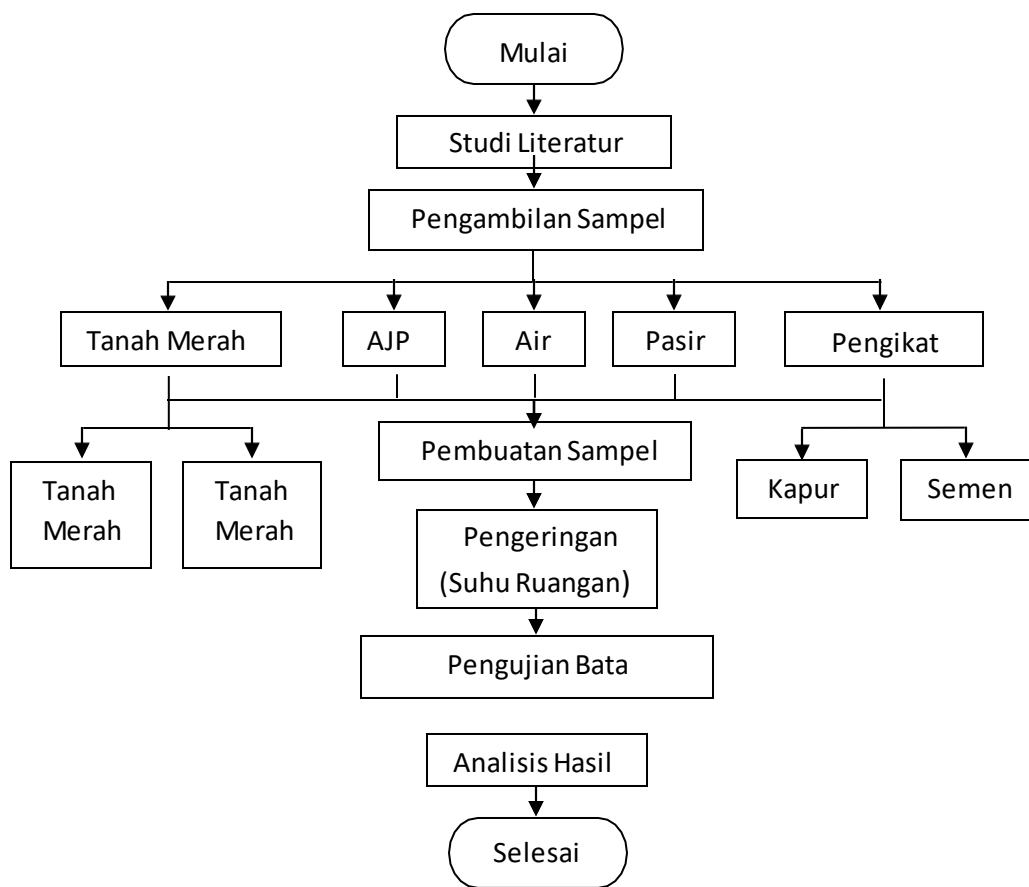
5. Pemilihan bata

Bata yang sudah siap harus memenuhi kriteria untuk pemilihan bata. Kriteria untuk pemilihan bata harus mempunyai rusuk-rusuk yang tajam dan siku, bidang sisinya harus datar, tidak menunjukkan retak-retak dan perubahan bentuk yang berlebihan, tidak mudah hancur atau patah, warnanya seragam dan berbunyi nyaring bila dipukul.

BAB 3
METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan pada penelitian yang akan dilaksanakan sebagai berikut :



Gambar 3.1: Diagram alir penelitian.

Tempat dan Waktu Penelitian diuraikan kedalam tabel 3.1 :

Tabel 3.1: Tempat dan waktu penelitian.

No	Kegiatan	Tempat	Waktu
1	Persiapan alat dan bahan	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah	Juni 2022
2	Proses penimbangan Sampel yang akan diuji	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah	Juli 2023
3	Proses pembuatan sampel bata	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah	Juli 2023
4	Proses pengeringan bata selama 28 hari	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah	Juli 2023
5	Proses pengujian daya tahan bata	Laboratorium Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah	Agustus 2023

3.2 Proses pengolahan Limbah AJP

Limbah AJP ini dihasilkan dari sisa panen petani Padi, lalu dilakukan pembakaran untuk pembersihan area persawahan di Desa Kota Rantang, Kecamatan Hampan Perak, Kabupaten Deli Serdang. Berikut Proses Pengolahan AJP sebagai bahan campuran bata tanpa bakar:

1. Pengumpulan Limbah AJP di area persawahan Desa Kota Rantang.
2. Limbah AJP yang sudah dikumpulkan kemudian dilakukan penjemuran selama 9 jam mulai pukul 08.00 pagi sampai pukul 17.00 sore. Penjemuran ini dilakukan selama 2-3 hari tergantung kondisi cuaca.
3. Penjemuran ini bertujuan untuk menghilangkan kadar air pada limbah AJP.
4. Melakukan penyaringan limbah AJP sampai lolos saringan No.16.
5. Limbah AJP siap digunakan sebagai bahan campuran Bata Tanpa Bakar.

3.3 Tahap Penelitian

Proses tahap penelitian ini dilakukan dengan pembuatan bata tanpa bakar yang berbahan tanah liat dengan menggunakan variasi campuran AJP yang kemudian diuji sesuai dengan standar SNI 15-2094-2000. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Proses penelitian dilaksanakan dalam beberapa tahapan yaitu sebagai berikut:

1. Mempersiapkan bahan pembuatan bata seperti, tanah merah, tanah galong, pasir, semen, kapur, air, dan AJP.
2. Pembuatan sampel dengan tambahan limbah AJP.
3. Pencetakan sampel bata menggunakan alat *Press Hidrolik*.
4. Pengeringan sampel selama 28 hari.
5. Pengujian daya tahan 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 dari hasil penelitian yang sudah dilakukan.

3.4 Sumber-Sumber Data Dalam Penelitian

Sumber-sumber data dalam penelitian adalah cara yang digunakan untuk dapat menyelesaikan permasalahan yang didapat dengan mengumpulkan, mencatat, mempelajari, dan menganalisa data yang telah didapat. Sumber-sumber data dalam penelitian ini digunakan sebagai acuan dalam menyelesaikan penelitian ini dan tidak terlepas dari data-data pendukung yang ada. Data-data pendukung yang diperoleh yaitu:

3.4.1 Data Primer

Data yang diperoleh dari hasil penelitian di laboratorium, yaitu:

- a. Indeks Plastisitas
- b. Berat Jenis Bahan
- c. Pengujian Sifat Tampak
- d. Pengujian Kadar Garam
- e. Pengujian Penyerapan Air
- f. Pengujian Daya Tahan Bata

3.4.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari buku yang berhubungan dengan bata tanpa bakar dan konsultasi langsung dengan dosen pembimbing di Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Data teknis Standar Nasional Indonesia, serta buku-buku atau literature sebagai penunjang untuk memperkuat penelitian yang akan dilakukan.

3.5 Alat dan Bahan Pembuatan Bata Tanpa Bakar

A. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Tanah Merah

Tanah yang digunakan adalah tanah Merah yang di ambil di daerah Deli Serdang, Desa Sidourip. Tanah Merah yang akan digunakan memiliki indeks plastisitas kurang lebih sebesar 40,87%.



Gambar 3.2: Tanah merah.

2. Abu Jerami Padi (AJP)

Abu Jerami Padi (AJP) yang digunakan adalah AJP yang di ambil di area persawahan di Desa Kota Rantang, Kecamatan Hamparan Perak, Kabupaten Deli Serdang, untuk mendapatkan AJP, kami harus menunggu musim panen tiba, setelah selesai para petani memanen padi mereka, mereka akan membakar jerami hasil panen mereka untuk membersihkan area persawahan agar bisa di tanami padi kembali, setelah jerami di bakar oleh petani itu sendiri, lalu AJP di ayak menggunakan ayakan nomor 16.



Gambar 3.3: Abu jerami padi.

3. Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen Portland Tipe 1 yang sesuai dengan standar yang sudah ditentukan. Berikut Komposisi semen yang di gunakan dalam campuran pembuatan bata tanpa bakar :

Tabel 3.1: Komposisi semen yang digunakan dalam campuran bata tanpa bakar.

Chemical Properties			
No	Item	Unit	Quality Range
1.	SiO ₂	%	22.0 - 23.0
2.	Al ₂ O ₃	%	4.0 - 4.8

Tabel 3.1: *Lanjutan.*

3.	Fe ₂ O ₃	%	0.2 - 0.3
4.	CaO	%	66.0 - 68.0
5.	MgO	%	2.0 - 4.0
6.	SO ₃ if C ₃ A<8	%	
	SO ₃ if C ₃ A>8	%	1.7 - 2.7
7.	Loss On Ignition	%	1.0 - 4.0
8.	Insoluble Residue	%	0.15 - 0.50
9.	Free Lime	%	1.00 - 2.00
10.	Total Alkali	%	0.05 - 0.40
11.	C ₃ S	%	51 - 62
12.	C ₂ S	%	16 - 27
13.	C ₃ A	%	10 - 13
14.	C ₄ AF	%	1 - 1
15.	LSF	%	94 - 98



Gambar 3.4: Semen portland.

4. Kapur

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

Tabel 3.2: Data spesifikasi kapur.

Spesifikasi Kapur	
Merk	Unicarb
Product	Calcium Hydroxide/Hydrated Lime
Lot No	080121-1
MFG Date	Agustus-16-2021
Quality Maintenance Term	September-30-2024
ASSAY (complexometric, calculated on dried substance)	
Substance insoluble in acetic acid	<0.3%
Substance insoluble in hydrochloric acid	<0.3%
Chloride (Cl)	<0.02%
Fluoride (F)	<0.005%
Sulphate (SO ₄)	<0.05%
Heavy Metals (as pb)	<0.002%
As (Arsenic)	<0.003%

Tabel 3.2: *Lanjutan.*

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



Gambar 3.5: Kapur.

5. Air

Air yang digunakan adalah air bersih yang bersumber dari PDAM Tirtanadi yang ada di Laboratorium Teknik Sipil UMSU dengan nilai PH 7 (Netral). Air digunakan dalam proses pembuatan bata agar terjadinya proses kimiawi dengan semen yang menyebabkan adanya pengikatan dan berlangsungnya pengerasan pada bata.



Gambar 3.6: Air.

6. Pasir

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



Gambar 3.7: Pasir.

Tabel 3.3: Variasi komposisi bahan.

No	Pengikat		Tanah		Pasir	AJP	Ket	Kode Sampel
	Semen	Kapur	Merah	Merah				
1	1	-	8	-	2	-	Control	CCM
2	-	1	8	-	2	-	Control	CLM
3	1	-	8	-	2	2	Control	CMA
4	1	-	-	8	2	2	Control	CMA
5	-	1	8	-	2	2	AJP	LMA
6	-	1	-	8	2	2	AJP	LMA

Keterangan:

1. AJP = Abu Jerami Padi
2. CCM = Control Cement Merah
3. CLM = Control Lime Merah
4. CMA = Control Merah AJP
5. LMA = Lime Merah AJP
6. L = Lime (Kapur)

B. Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah:

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



Gambar 3.8: Cetakan bata.

2. Mesin alat cetak bata dengan pompa hidrolik

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



Gambar 3.9: Mesin cetak bata dengan pompa hidrolik.

3. Timbangan digital

Timbangan digital digunakan untuk menimbang massa dari bahan campuran yang sudah disiapkan untuk dijadikan adonan pembuatan bata tanpa bakar.



Gambar 3.10: Timbangan digital.

4. Saringan

Saringan yang digunakan untuk menyaring agregat seperti pasir, tanah merah dan AJP, sehingga mencapai ukuran yang sama dalam setiap agregat yang digunakan.



Gambar 3.11: Saringan.

5. Sekop

Sekop digunakan untuk menggali dan memindahkan tanah merah dan AJP.



Gambar 3.12: Sekop.

6. Gelas ukur

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



Gambar 3.13: Gelas ukur.

7. Pan

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



Gambar 3.14: Pan.

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Pembuatan AJP

Proses pembuatan AJP untuk Bata tanpa bakar dilakukan sebagai berikut:

1. Menyiapkan limbah AJP.
2. Membersihkan Kotoran yang ada di AJP.
3. Kemudian, AJP di ayak menggunakan saringan nomor 16.
4. AJP siap digunakan.

3.6.2 Pembuatan Bata

Adapun proses pelaksanaan pembuatan bata tanpa bakar sebagai berikut:

1. Persiapan bahan campuran ditempatkan pada wadah yang terpisah.
2. Persiapan tempat/lahan yang cukup untuk menampung volume bahan yang akan digunakan.
3. Masukkan tanah ke dalam wadah.
4. Lakukan pencampuran bahan dengan menggunakan sekop atau alat pengaduk.
5. Kemudian dilumatkan dengan cara diaduk.
6. Lakukan pencetakan menggunakan cetakan dari baja.

7. Keluarkan bata dari cetakan ke tempat yang sudah disediakan untuk proses pengeringan bata memanfaatkan cahaya matahari. Penjemuran bata menggunakan dua sisi miring.
8. Penataan susunan bata yang sudah selesai dijemur.
9. Bata dikeringkan selama 28 hari.

3.7 Proses Pengujian

Pengujian ini dilakukan dengan melakuakn pengujian di Laboratorim Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, jumlah benda uji yang akan dipakai sebanyak 64 buah yang sudah sesuai dengan komposisi yang sudah direncanakan. Pengambilan data dilakukan dengan cara mengamati dan mencatat hasil pengujian yang di dapat selama proses pengujian berlangsung. Pengujian sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Indeks Plastisitas (*Plasticity index*)

Indeks plastisitas (IP) adalah selisih antara batas cair dan batas palstis yang dimiliki oleh tanah. Dengan adanya indeks plastisitas, nilai keplastisitasa suatu tanah dapat diketahui. Indeks plastisitas dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan:

PI = Indeks plastisitas (%)

LL = Batas cair (%)

PL = Batas Plastis (%)

2. Berat Jenis Bahan

Berat jenis adalah perbandingan antara berat zat tersebut terhadap volumenya, satuan dari berat jenis adalah N/m^3 . Untuk dapat menghitung nilai berat jenis bahan adalah sebagai berikut:

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

Keterangan:

w = berat (kg)

v = volume (m³)

3. Uji Sifat Tampak

Pengujian sifat tampak bata dilakukan dengan cara mengamati bata, melihat apakah bata mengalami retak, sudut pada bata siku atau tidak, warna yang seragam dan jika di ketuk mengeluarkan bunyi yang nyaring.

4. Uji Kadar Garam

Pengujian kadar garam bertujuan untuk dapat mengetahui kandungan udara yang ada di dalam bata yang dapat larut dan membahayakan ikatan antara bata dengan dengan adukan mortar. Bata dapat dinyatakan aman untuk digunakan sebagai bahan konstruksi jika kandungan kadar garam yang ada pada bata < 50%. Untuk menghitung nilai kadar garam pada bata, dapat digunakan rumus sebagai berikut:

$$G = \frac{A_g}{A} \times 100\% \quad (3.3)$$

Keterangan:

G = Kadar garam (%)

A_g = Luas Kandungan garam (cm²)

A = Luas bata (cm²)

5. Kuat Tekan

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 digunakan Persamaan (2.5). 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 2.3, yaitu kuat tekan dan koefisien variasi batu bata merah yang diizinkan (SNI 15-2094-2000).

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:

- a. Mengukur panjang, lebar dan tinggi sampel yang akan diuji.
- b. Meletakkan sampel di tengah area pembebanan pada permukaan mesin uji tekan.
- c. Mengatur permukaan alat penekan pada mesin hingga bersentuhan dengan permukaan sampel.
- d. Menyalakan mesin, dan mesin akan memberi beban tekan otomatis yang bergerak secara konstan sehingga mencapai beban maksimum.
- e. Menghentikan proses uji tekan setelah sampel patah, kemudian melihat hasil rekaman data dari monitor mesin.
- f. Mencatat parameter beban maksimum sampel yang diperoleh dari grafik hasil pengujian kuat tekan.

BAB 4

ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Pengujian Sifat Fisik Material

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.

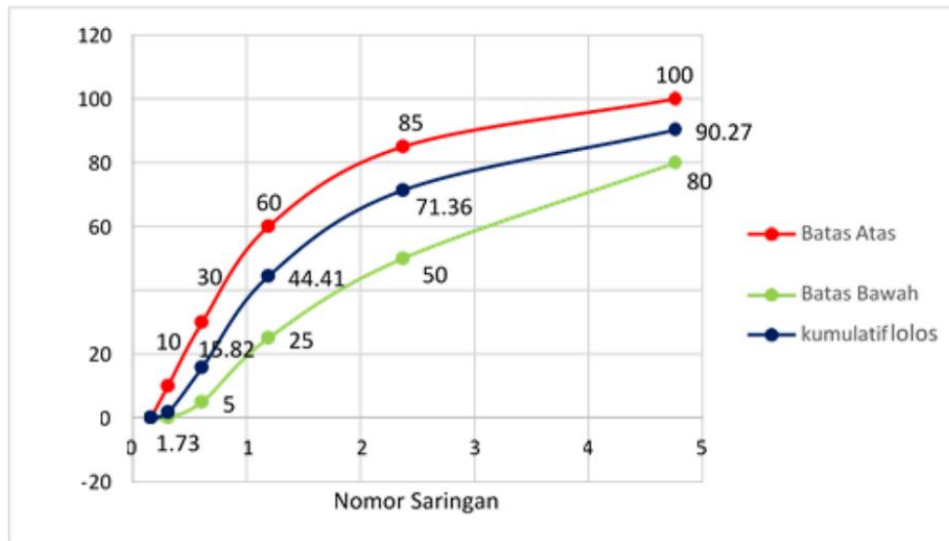
4.1.1 Analisa Pemeriksaan Agregat Halus

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 (Dhialulhaq, 2018).

4.1.1.1 Analisa Gradasi Agregat Halus

Berdasarkan Gambar 4.1 menjelaskan 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 4.1: Grafik gradasi agregat halus.

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

4.1.1.2 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%.

4.1.1.3 Kadar Air Agregat Halus

Kadar air agregat adalah perbandingan antara berat dengan volume agregat dalam keadaan kering. Di dalam perhitungan campuran bata untuk menetapkan volume padat dari bagian-bagian yang terpilih, perlu kiranya untuk mengetahui volume yang ditempati partikel agregat, terlepas ada atau tidaknya pori dalam partikel. Berat volume agregat dipengaruhi oleh beberapa faktor termasuk jumlah air yang ada dan besarnya usaha pemadatan yang dipakai (Yoga dkk., 2014).

Dari hasil 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 standart yang telah ditentukan yaitu 2,0% - 20%.

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.

4.1.2 Analisa Pemeriksaan Tanah

Tanah yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah merah dan tanah galong yang berasal dari daerah Deli Serdang, Desa Sidourip.

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-kalsium-aluminium, silikat-natrium-aluminium, silikat-kalsium aluminium.



Gambar 4.2: Tanah merah.

4.1.2.1 Uji Kadar Air Tanah Merah

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 (%).

Kadar air tanah berkisar antara 20% - 100% berarti tanah tersebut masih dapat dikatakan normal, tetapi jika kadar air melebihi 100% tanah tersebut dikatakan jenuh air dan jika kurang dari 20 % tanah tersebut dikatakan kering.

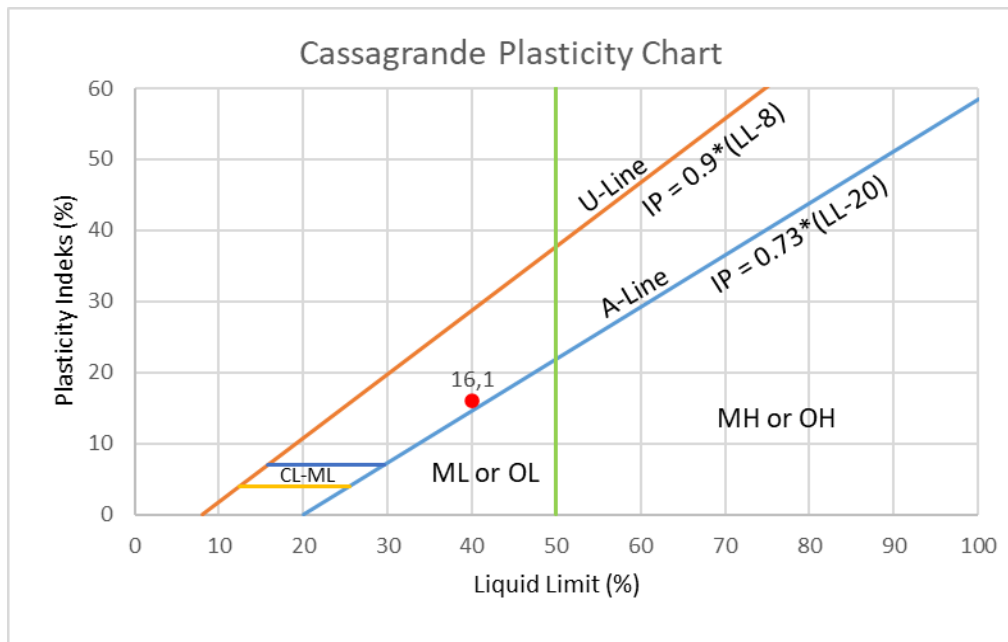
Maka dari hasil kadar air tanah merah diatas rata-rata kadar air 32,8 dan 24,9 masih dikatakan normal karena kurang dari 100%.

4.1.2.2 Uji Batas Cair dan Batas Plastis Tanah Merah

Pengujian Indeks Plastisitas tanah dilakukan untuk menentukan keadaan peralihan antara keadaan cair dan keadaan plastis. Batas cair (LL) didefinisikan sebagai kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis. Batas cair biasanya ditentukan dari uji casagrande. Kemudian hubungan kadar air dan jumlah pukulan yang didapatkan dari hasil pengujian menggunakan alat casagrande digambarkan dalam grafik semi logaritmik untuk menentukan kadar air pada 25 kali pukulan. Batas plastis (PL) didefinisikan sebagai kadar air tanah pada kedudukan antara daerah plastis dan semi plastis, yaitu presentase kadar air dimana tanah yang berbentuk silinder dengan diameter 3,2 mm dalam keadaan mulai retak ketika digulung. Sedangkan Indeks plastisitas (PI) merupakan selisih antara nilai batas cair (LL) dan batas plastis (PL). Karena itu, indeks plastisitas menunjukkan nilai plastisitas tanahnya. Jika tanah mempunyai PI tinggi, maka tanah mengandung banyak butiran lempung. Jika PI rendah, seperti lanau, sedikit pengurangan kadar air berakibat tanah menjadi kering.

Gambar 4.3 memberikan hubungan antara batas cair dan indeks plastisitas tanah, yang mana dikenal dengan grafik plastisitas (plasticity chart) Casagrande. Hal yang penting dalam grafik plastisitas ini adalah garis pembagi (Garis-A) yang membedakan derajat plastisitas dari tanah menjadi plastis dari tanah menjadi plastisitas tinggi dan rendah. Garis-A memiliki persamaan garis lurus: $PI = 0,73(LL -$

20). Garis-A ini memisahkan antara lempung inorganik dan lanau inorganik. Lempung inorganik akan berada di atas Garis-A, dan lanau inorganik berada di bawah Garis-A. Lanau organik berada dalam bagian yang sama (di bawah Garis-A dan dengan LL berkisar antara 30-50%) yang mana merupakan lanau inorganik dengan derajat pemampatan sedang. Lempung organik berada dalam bagian yang sama dimana memiliki derajat penampatan yang tinggi (di bawah Garis-A dan LL lebih besar dari 50%). Selain Garis-A, terdapat pula Garis-U (U-Line) yang merupakan batas atas dari hubungan antara indeks plastisitas dan batas cair untuk suatu tanah. Garis-U mengikuti persamaan garis lurus: $PI = 0,9(LL-8)$ (Mudjiono, n.d.). Hasil pengujian plastisitas tanah Merah dapat dilihat pada Gambar 4.3:



Gambar 4.3: Grafik plastisitas tanah merah.



Gambar 4.4: Uji indeks plastisitas tanah merah.

Dari hasil pengujian plastisitas tanah Merah dapat dilihat pada Lampiran 4 dan Gambar 4.2. Diperoleh Batas cair (Liquid Limit) 44% sedangkan Batas Plastis (Plastic Limit) 27,5%, maka didapat Indeks Plastisitas (Plasticity Index) dari tanah Merah sebesar 16,1%. Berdasarkan nilai Indeks plastisitas yang diperoleh maka tanah pada penelitian ini termasuk tanah lempung inorganik dengan indeks plastisitas sedang.

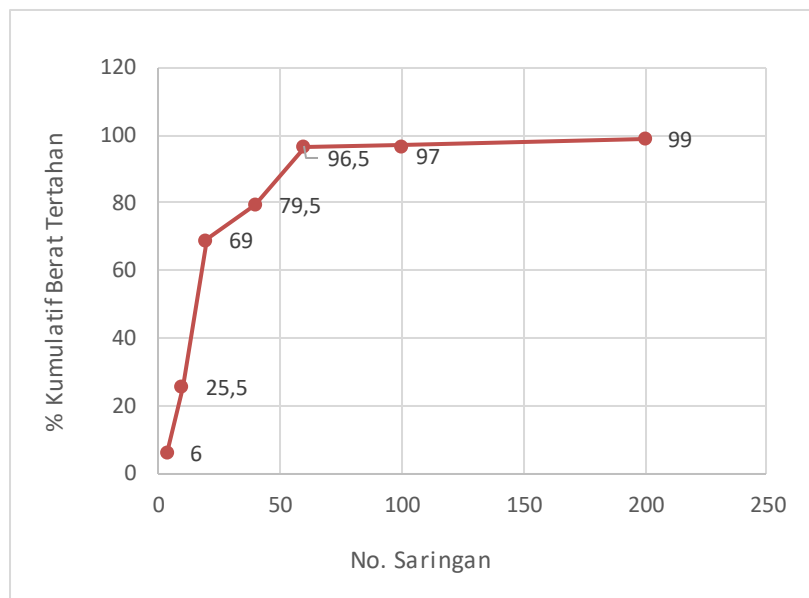
4.1.2.3 Analisa Butiran Tanah Merah

Tujuan Analisa Butiran Tanah adalah pembagian butiran (gradasi) tanah. Pelaksanaan penentuan gradasi dilakukan pada tanah merah. Alat yang digunakan adalah seperangkat saringan dengan ukuran jaring-jaring tertentu.

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



Gambar 4.5: Pengujian analisa butiran tanah merah.



Gambar 4.6: Grafik analisa butiran tanah merah

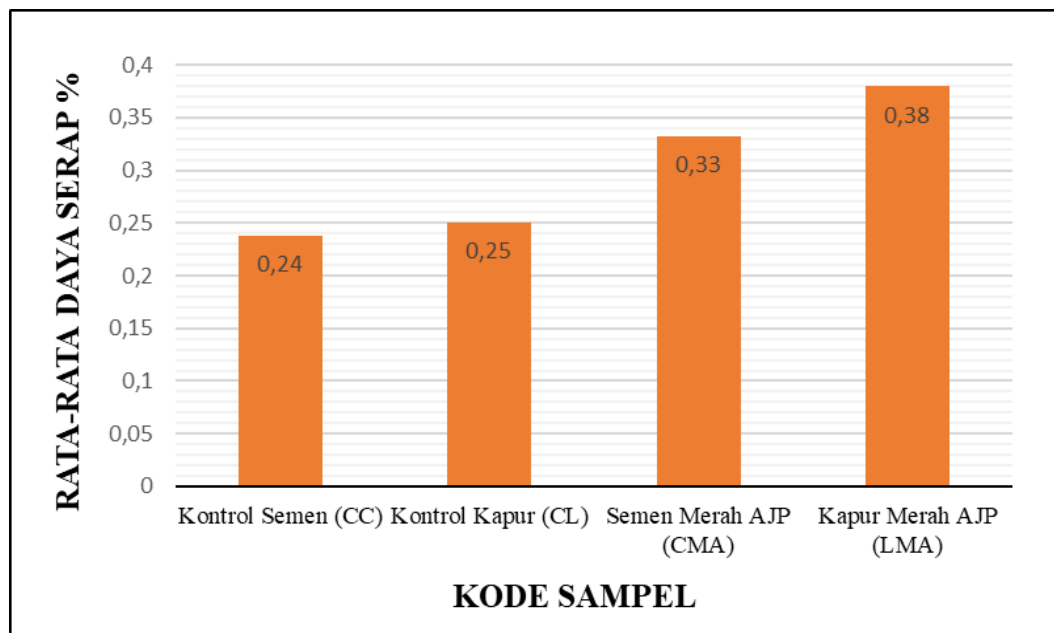
Dapat dilihat dari gambar 4.6 hasil pengujian butiran tanah merah, tanah termasuk berbutir kasar dengan lolos saringan no 200 kurang dari 50% yaitu sebesar 1%. Klasifikasi tanah menurut standart SNI tata cara pengklasifikasian tanah untuk keperluan teknik dan hasil yang diperoleh bisa dilihat dari gambar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

4.2 Hasil dan Analisa Pengujian Bata Tanpa Bakar

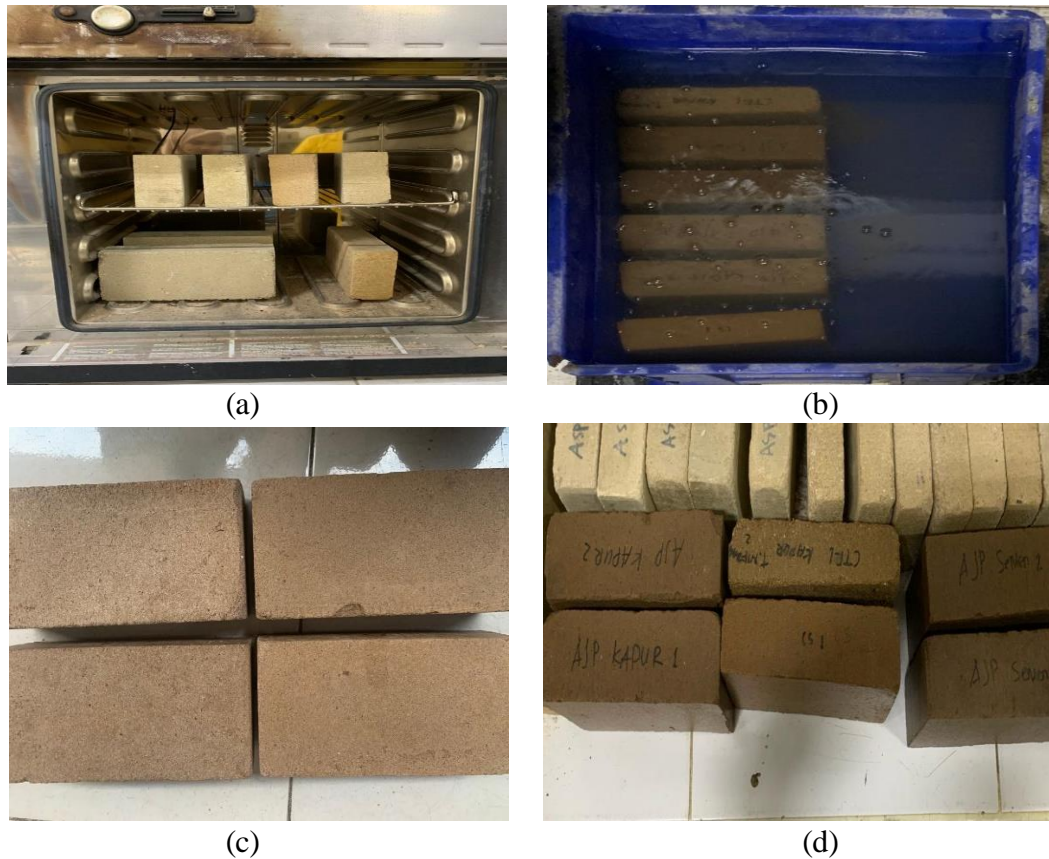
Pada sub bab ini akan dijelaskan hasil dan analisa pengujian penyerapan air, berat jenis, kadar garam, sifat tampak dan daya tahan yang telah dilakukan.

4.2.1 Penyerapan Air Bata Tanpa Bakar

Pengujian daya serap air pada bata tanpa bakar merupakan pengukuran daya serap dengan melihat persentase perbandingan antara selisih massa basah dan massa kering sampel yang direndam selama 24 jam. SNI atau Standar Nasional Indonesia mensyaratkan daya serap air yang diperbolehkan pada batu bata merah sebesar 20%. Berikut grafik dan gambar hasil dari pengujian daya serap air pada bata tanpa bakar sesuai dengan Pers 2.3:



Gambar 4.7: Grafik penyerapan air bata tanpa bakar.



Gambar 4.8: Proses pengujian daya serap air
 a) dioven b) direndam c) setelah dioven d) setelah direndam.

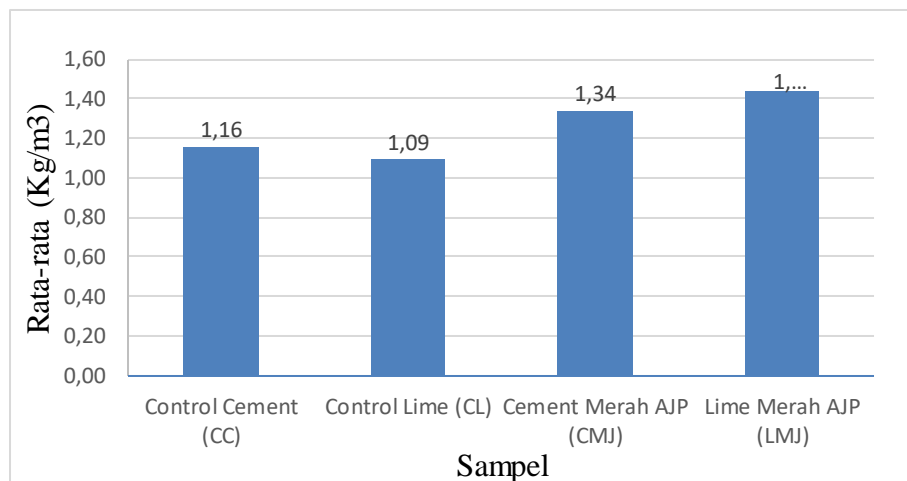
Dari hasil pengujian daya serap air yang dapat dilihat pada Gambar 4.7 dan Lampiran 7 diperoleh nilai daya serap bata dari 4 variasi adalah 29% yang artinya tidak sesuai dengan SNI atau Standar Nasional Indonesia yang diperbolehkan pada batu bata merah yakni sebesar 20%. Untuk saat ini standar yang ada di Indonesia masih menggunakan standar bata bakar sehingga nilai yang ditetapkan tidak dapat menjadi acuan multak untuk bata tanpa bakar.

Gambar 4.7 dengan jelas menunjukkan bahwa penyerapan air bata tanpa bakar meningkat dari kontrol, tingkat penyerapan air dari campuran Cement Merah AJP (CMJ) dan Lime Merah AJP (LMJ) adalah 28% dan 31% lebih besar dibandingkan dengan kontrol tanpa Abu Jerami Padi (AJP). Hal tersebut diakibatkan karena sifat hidrofilik dari AJP yang cenderung menarik dan menyerap air. Jika AJP ini dicampurkan ke dalam campuran bata, abu jerami dapat membantu menyerap lebih banyak air daripada bata tanpa bahan tambah AJP.

Penyerapan air dengan bahan tambah AJP ini lebih rendah jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Narendra, dkk. Hasil penyerapan air pada penelitian Narendra, dkk sebesar 40,54%.

4.2.2 Berat Jenis Bata Tanpa Bakar

Berat jenis adalah massa atau massa sampel yang terdapat dalam satu satuan volume. Untuk memperoleh nilai densitas bahan sampel diperlukan parameter yaitu massa kering dan volume (panjang, lebar dan tinggi). Adapun hasil pengujian berat jenis bata yang diperoleh seperti dalam Gambar 4.9:

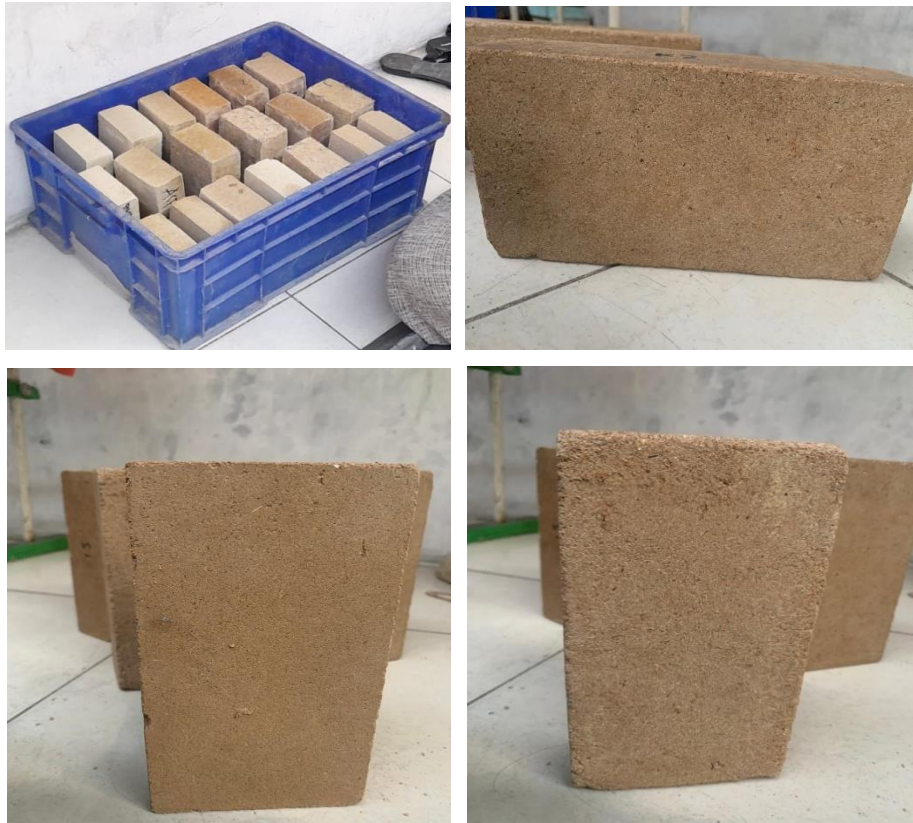


Gambar 4.9: Grafik pengujian berat jenis bata.

Dari Gambar 4.9 dan Lampiran 8 rata-rata berat jenis bata tanpa bakar yaitu 1,4 (g/cm³). Nilai berat jenis bata tanpa bakar ini tidak memenuhi spesifikasi berat jenis bata normal yang berkisar antara 1,60 gr/cm³ – 2,00 gr/cm³ (Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2000). Apabila dibandingkan dengan nilai berat jenis bata pada penelitian (Amin, 2014), hasil berat jenis bata penelitian Amin jauh lebih tinggi dengan nilai rata-rata 2,4 gr/cm³.

4.2.3 Kadar Garam Bata Tanpa Bakar

Adapun hasil pengujian kadar garam yang terkandung pada bata tanpa bakar untuk tanah Merah dapat dilihat pada Gambar 4.10 dibawah ini:



Gambar 4.10: Proses pengujian kadar garam.

Dari hasil penelitian pada Gambar 4.9 dan Lampiran 9 diperoleh nilai kadar garam bata dari 4 variasi adalah 0%, sehingga dapat dikatakan bahwa tersebut tidak membahayakan karena nilai hasil pengujian masih sesuai dengan standard SNI dimana jika kandungan kadar garam lebih 50% yang terkandung pada bata tersebut atau sampai menutupi bata, maka bata tersebut dapat membahayakan jika digunakan.

4.2.4 Sifat Tampak Bata Tanpa Bakar

Hasil pengujian sifat tampak bata tanpa bakar yang diperoleh dapat dilihat dalam Lampiran 10 dan sampel setelah pengujian dalam Gambar 4.11 di bawah ini:



Gambar 4.11: Sifat tampak bata.

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

4.2.5 Kuat Tekan Bata Tanpa Bakar

Untuk menghitung kuat tekan sampel diperlukan parameter terukur yaitu bebantekan (gaya tekan F) dan luas bidang sampel batu bata, A . Penentuan kuat tekan batu bata dapat dilihat dari Pers 3.2:



Gambar 4.12: Proses pengujian kuat tekan batu bata.



Gambar 4.13: Gambar setelah selesai 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).

Berikut adalah Tabel 4.1 dan 4.2 hasil uji kuat tekan batu bata sebanyak 8 sampel dari 2 variasi.

Keterangan :

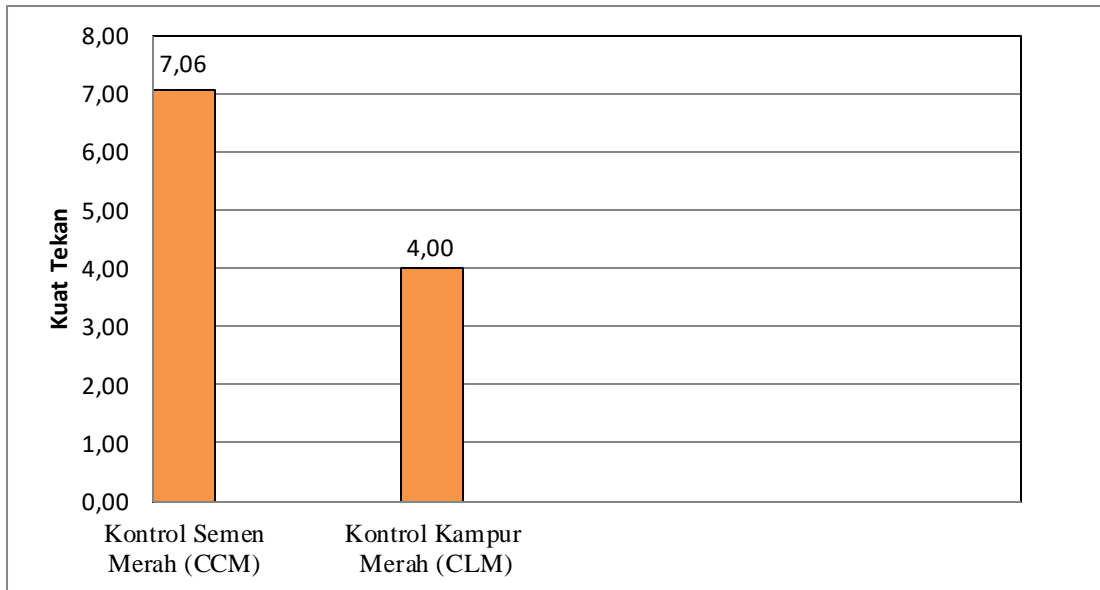
Panjang (mm) : 200

Lebar (mm) : 100

Luas (mm²) : 2000

Tabel 4.1: Hasil uji kuat tekan bata control.

Kode Sampel	Jumlah Sampel	No Sampel	A (mm ²)	Gaya Tekan (N)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-Rata (Mpa)
Kontrol Semen Merah (CCM)	4	1	20000	140000	7,00	7,06
		2	20000	139400	6,97	
		3	20000	144000	7,20	
		4	20000	140000	7,00	
Kontrol Kampur Merah (CLM)	4	1	20000	84000	4,20	4,00
		2	20000	76000	3,80	
		3	20000	76000	3,80	
		4	20000	84000	4,20	

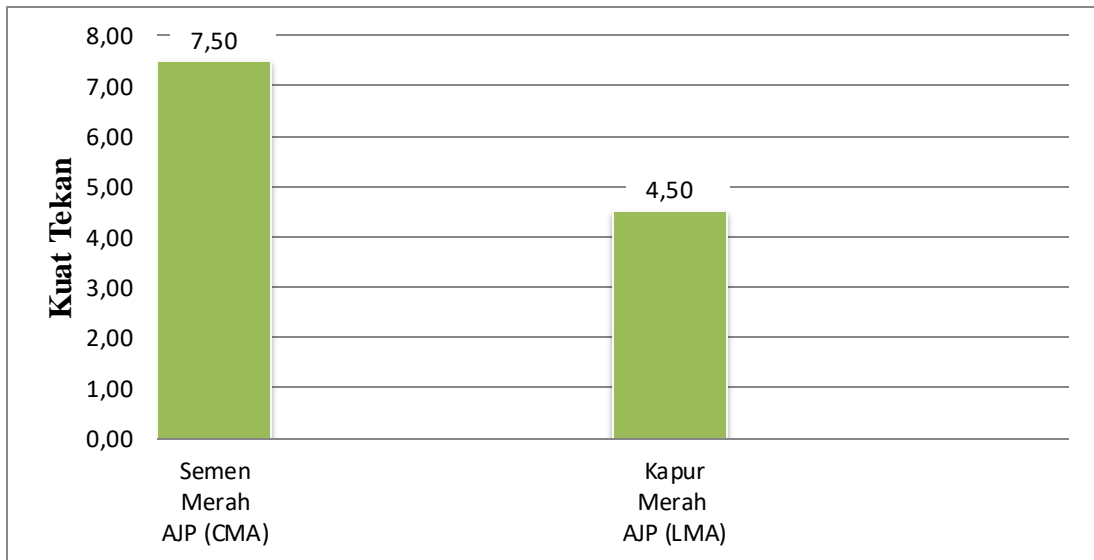


Gambar 4.14 : Grafik uji kuat tekan bata kontrol berdasarkan tanah.

Berdasarkan dari hasil pengujian seperti yang ditampilkan dalam tabel 4.1 dan gambar 4.14 di atas dapat dilihat bahwa kuat tekan control merah semen lebih besar dibandingkan bata control merah kapur, dengan nilai bata control merah semen 7,06 Mpa dan bata control merah kapur 5,00 Mpa.

Tabel 4.2: Hasil uji kuat tekan bata campuran AJP.

Kode Sampel	Jumlah Sampel	No Sampel	A (mm ²)	Gaya Tekan (N)	Kuat Tekan (Mpa)	Rata-Rata (Mpa)
Semen Merah AJP (CMA)	4	1	20000	150200	7,51	7,50
		2	20000	149800	7,49	
		3	20000	149800	7,49	
		4	20000	150200	7,51	
Kapur Merah AJP (LMA)	4	1	20000	90000	4,50	4,50
		2	20000	90000	4,50	
		3	20000	89800	4,49	
		4	20000	90200	4,51	

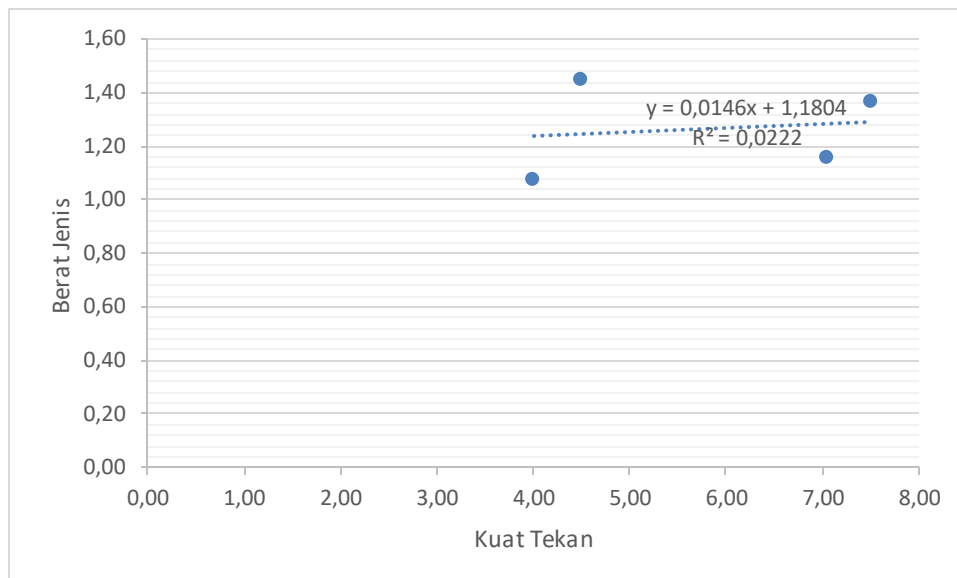


Gambar 4.15: Grafik uji kuat tekan bata campuran AJP.

Dapat dilihat dari Tabel 4.2 dan Grafik 4.15 bahwa kuat tekan bata tanpa bakar menggunakan campuran AJP mengalami kenaikan nilai kuat tekan dengan rata-rata 12,5%.

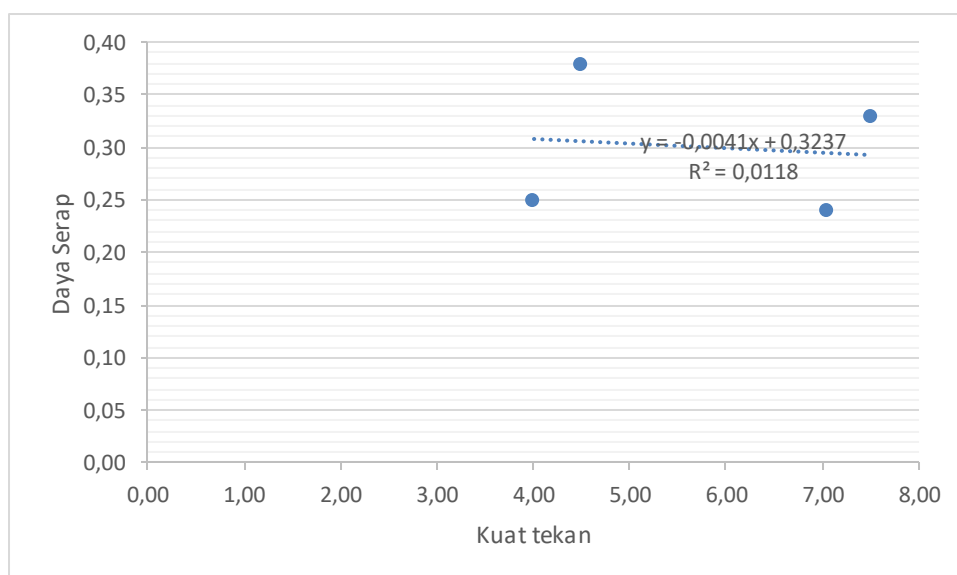
Pada hasil penelitian terjadi kenaikan pada setiap variasi dikarenakan pada penambahan AJP memiliki kandungan 33% silika, sehingga mengakibatkan kandungan senyawa kalsium hidroksida di dalam semen meningkat sehingga daya rekat semen akan bertambah sehingga struktur bata yang direncanakan akan kuat dan mengakibatkan kuat tekannya meningkat.

Adapun hubungan nilai kuat tekan dengan berat jenis, nilai kuat tekan dengan daya serap air dan nilai berat jenis dengan daya serap air dapat dilihat pada gambar 4.16, gambar 4.17 dan 4.18.



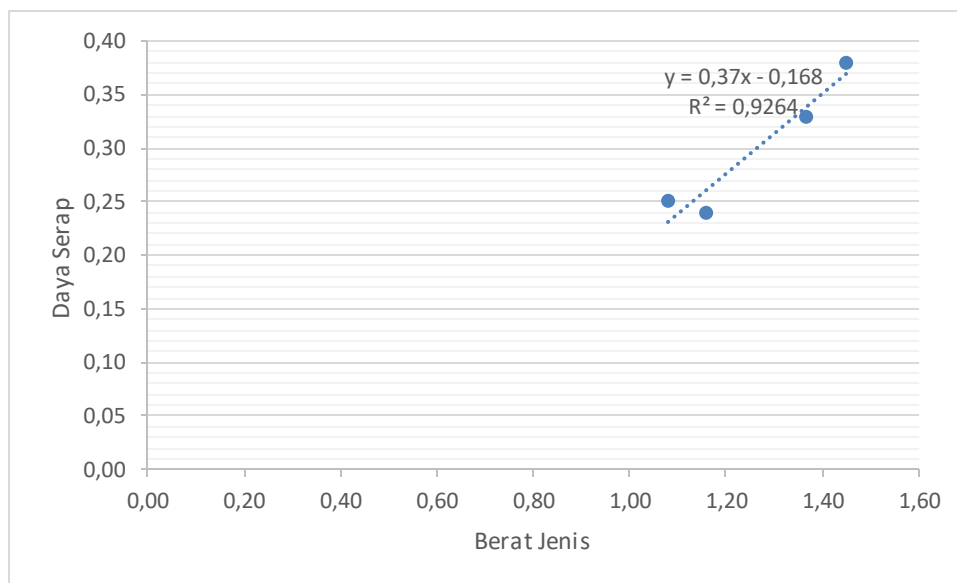
Gambar 4.16: Grafik regresi hubungan kuat tekan dengan berat jenis.

Pada gambar 4.16 diketahui bahwa hubungan antara nilai kuat tekan dengan berat jenis sangat berpengaruh. Nilai berat jenis dipengaruhi oleh kenaikan nilai kuat tekan bata, kenaikan sebesar satu satuan dapat menaikkan nilai berat jenis sebesar 0,0146. Keragaman kenaikan nilai berat jenis dapat dijelaskan oleh besarnya persentase nilai kuat tekan sebesar 2,22%. Sedangkan sisanya dijelaskan oleh faktor lain.



Gambar 4.17: Grafik regresi hubungan nilai kuat tekan dengan daya serap air.

Nilai pada gambar 4.17 diperoleh dari Tabel 4.7 rata-rata nilai kuat tekan dan gambar 4.7 rata-rata daya serap bata AJP. Dilihat dari gambar 4.17 semakin besar nilai kuat tekan bata maka semakin besar daya serap air pada bata. Kenaikan nilai daya serap air dipengaruhi oleh kenaikan nilai kuat tekan, kenaikan sebesar satu satuan dapat menaikkan nilai daya serap air sebesar $-0,0041$. Kenaikan daya serap air dapat dijelaskan oleh besarnya persentase nilai kuat tekan sebesar $1,18\%$. Sedangkan sisanya dijelaskan oleh faktor lain.



Gambar 4. 18: Grafik regresi hubungan berat jenis bata dengan daya serap air.

Gambar 4.18 menjelaskan bahwa semakin besar nilai berat jenis bata maka semakin besar nilai daya serap air pada bata. Nilai daya serap air dipengaruhi oleh nilai berat jenis bata dengan setiap kenaikan nilai berat jenis bata sebesar satu satuan maka dapat menaikkan nilai daya serap air sebesar $0,37$. Besarnya kenaikan daya serap air dapat dijelaskan oleh besarnya persentase nilai kuat tekan sebesar $92,64\%$. Sedangkan sisanya dijelaskan oleh faktor lain.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan di laboratorium terhadap hasil uji batu bata dengan material tambahan AJP:

1. Pengaruh penambahan limbah AJP terdapat sifat-sifat mekanis bata meliputi kuat tekan bata tanpa bakar mampu memberikan perbaikan terhadap sifat tersebut. Kuat tekan bata meningkat pada penambahan AJP. Maka dengan batu bata tanpa bakar dengan campuran AJP terjadi kenaikan sebesar 12,5%.
2. Dari hasil komposisi yang digunakan 1:8:2:2 dalam pembuatan bata tanpa bakar pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pada penambahan limbah AJP pada bata tanpa bakar memberikan peningkatan pada nilai kuat tekan bata tanpa bakar. Peningkatan terjadi pada setiap variasi dikarenakan pada penambahan AJP memiliki kandungan SiO₂ sebesar 33% pada limbah AJP.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan pengujian lanjutan untuk kuat tekan batu bata tanpa bakar terhadap AJP dengan bahan pengikat dan limbah pertanian yang berbeda.
2. Maka penulis mengajurkan jika ingin memakai AJP agar memperhatikan persentase campuran karena mempengaruhi kekuatan bata dan bahan pengikat yang digunakan dapat mempengaruhi kekuatan batu bata terutama kuat tekan bata.

BAB 6

DAFTAR PUSTAKA

- Rimadani Pratiwi, Driyanti Rahayu, Melisa I. Barliana. (2016) Pemanfaatan Selulosa dari Limbah Jerami Padi (*Oryza sativa*) sebagai Bahan Bioplastik. *IJPST*. Volume 3, Nomor 3, Oktober 2016
- Suharjanto. (2011) Bangunan Hemat Biaya Dengan Kreasi Batu Bata Berwarna. *Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil*. Vol. 5, No.1, Juni 2019: 22-25, ISSN-E : 2477-4901, ISSN-P: 2477-4898
- Hastutiningrum. (2013) Proses Pembuatan Batu Bata Berpori Dari Tanah Liat Dan Kaca. *Jurnal Teknologi Technoscientia*. Vol. 5 No. 2. ISSN: 1979-8415
- Handayani, Sri. 2010. Kualitas Batu Bata Merah Dengan Penambahan Serbuk Gergaji. *Jurnal Teknil Sipil dan Perencanaan*. Vol 12. No 1.
- Syibril Malasyi, Wesli, Fasdarsyah. (2014) Analisis Pengaruh Penggunaan Abu Jerami Terhadap Kuat Tekan Beton. *Teras Jurnal*, Vol.4, No.2, September 2014, ISSN 2088-0561
- Dhiaulhaq N. (2018). *BATU BATA MERAH INTERLOCK TANPA BAKAR DENGAN CAMPURAN SEMEN, TANAH LIAT, DAN ALKALIIIA SEBAGAI UPAYA MENGURANGI GAS RUMAH KACA* (Issue 21).
- Ekayadi, M., Rawiana, S., & Joedono. (2014). Pengaruh Abu Jerami dan Serbuk Jerami sebagai Komponen Bahan terhadap Kualitas Bata. *Jurnal Spektrum Sipil*, 1(1), 1–12.
- Harnadi, I. T. (2022). PEMBUATAN BATU BATA MERAH TANPA BAKAR DENGAN CAMPURAN SLUDGE (LIMBAH PADAT). *Jurnal Sipil Sains*, 12(September), 132–134.
- Huruun'ien KI, Efendi A, T. G. (2019). Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Kejuruan (JIPTEK). *Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Kejuruan*, 101(2), <https://jurnal.uns.ac.id/jptk>.
- irwansyah, Faiz Isma, M. P. (2018). Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Dari Limbah Industri Pertanian Dan Material Alam. *Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran Dari Limbah Industri Pertanian Dan Material Alam*, 4(2), 8–12.
- Kapasiang, T., Bukit, M., & Tarigan, J. (2017). Mekanik Batu Bata Asal Tanah Merah Kabupaten Kupang. *Jurnal Fisika Sains Dan Aplikasinya*, 2(2), 92–100.
- Kharisma, E. M. (2014). *Pengaruh Penggunaan Limbah Batu Bata Sebagai Semen Merah Terhadap Kuat Tarik Langsung Mortar (Semen Merah, Kapur, Pasir)*. 8(2), 136–141.

- Pratiwi, R., Rahayu, D., & Barliana, M. I. (2016). Pemanfaatan Selulosa Dari Limbah Jerami Padi (*Oryza sativa*) Sebagai Bahan Bioplastik. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 3(3), 83. <https://doi.org/10.15416/ijpst.v3i3.9406>
- Puji Riyanto, D., Prasetyo, W., & Arisanto, P. (2021). Universitas Islam 45 BENTANG: Jurnal Teoritis dan. *Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 9(2), 101–114. <http://jurnal.unismabekasi.ac.id/index.php/bentang>
- Rhofita, E. I. (2016). Kajian Pemanfaatan Limbah Jerami Padi di Bagian Hulu. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 1(2), 74–79. <https://doi.org/10.29080/alard.v1i2.118>
- Ridwan, M. (2023). Analisis Kapasitas Lekatan Batu Bata Mutu Rendah Dan Mortar Kapur Dalam Struktur Dinding Batu Bata. *JICE (Journal of Infrastructural in Civil Engineering)*, 4(01), 43. <https://doi.org/10.33365/jice.v4i01.2607>
- Safitri, B. R. A., Prasetya, D. S. B., & ... (2018). Pelatihan Pembuatan Bata Tanpa Bakar Berbahan Dasar Limbah Batu Bara Di Desa Taman Ayu. *Lumbung Inovasi ...*, 3(1), 16–18. <https://journal-center.litpam.com/index.php/linov/article/view/433%0Ahttps://journal-center.litpam.com/index.php/linov/article/download/433/218>
- Shalahuddin, M. (2012). Variasi Tanah Lempung, Tanah Lanau Dan Pasir Sebagai Bahan Campuran Batu Bata. *Jurnal Teknobiologi*, 1(2), 34–46.
- Supriatna, Y., Studi, P., Sipil, T., & Indonesia, U. K. (2020). *Analisis Kuat Tekan Beton K175 Dengan Campuran Serbuk*. 1(April), 9–13.
- Sutrisno, A. E., & Kartikasari, D. (2017). Pengaruh Penambahan Abu Jerami Padi Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal CIVILA*, 2(2), 9. <https://doi.org/10.30736/cvl.v2i2.74>
- Tarigan, P. K. (2020). *Pembuatan Batu Bata dengan Campuran Limbah Kulit Tebu (Saccharum Officinarum) dan Tanah Liat*. 1–79. [http://repository.uinsu.ac.id/13607/%0Ahttp://repository.uinsu.ac.id/13607/1/Skripsi Revisi Putri Karina Tarigan.pdf](http://repository.uinsu.ac.id/13607/%0Ahttp://repository.uinsu.ac.id/13607/1/Skripsi%20Revisi%20Putri%20Karina%20Tarigan.pdf)
- Wibowo, S. (2022). Pengaruh Penambahan Abu Jerami Padi Sebagai Pengurangan Penggunaan Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Normal (Abu Jerami dari Desa Rawang Pasar IV). *Jurnal Bidang Aplikasi Teknik Sipil Dan Sains*, 1(2), 17–26.
- Witjaksana, B., Sarya, G., & Widhiarto, H. (2016). Pembuatan Batu Bata Tanpa Bakar Dengan Campuran Sodium Hiroksida (NaOH) dan Sodium Silikat (Na₂SiO₃). *Jurnal Hasil Penelitian LPPM Untag*, 01(01), 25–32.
- Yoga, A., Struktur, K., & Akibat, B. (n.d.). *Lampiran 1 kandungan lumpur agregat halus*.

LAMPIRAN

Lampiran 1: Analisa saringan agregat halus

No. Saringan	Berat Tertahan (gr)	Persentase Tertahan (%)	Persentase Kumulatif	
			Tertahan (%)	Lolos (%)
3/8"	0	0	0	100
No.4	99	4.95	4.95	95.05
No.8	205	10.25	15.20	84.80
No.16	387	19.35	34.55	65.45
No.30	301	15.05	49.60	50.40
No.50	561	28.05	77.65	22.35
No.100	330	16.50	94.15	5.85
Pan	117	5.850		0
Total	2000	100	276.10	

Lampiran 2: Kadar lumpur agregat halus

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

Lampiran 3: Kadar air agregat halus

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

Lampiran 4: Indeks Plastisitas tanah merah

Batas Cair (Liquid Limit Test) dan Batas Plastis (Plastic Limit) Tanah Merah								
No	pemeriksaan	Satuan	Batas Cair (LL)				Batas Plastis (PL)	
			40	31	21	19	I	II
1	Banyak pukulan		40	31	21	19		
2	Nomor Cawan		I	II	III	IV	I	II
3	Berat cawan + tanah basah (W2)	gr	27	22	28	21	20	21
4	Berat cawan + tanah kering (W3)	gr	22	18	23	17	18	18
5	Berat air ($W_w = W_2 - W_3$)	gr	5	4	5	4	2	3
6	Berat Cawan (W1)	gr	10	10	8	10	10	8
7	Berat tanah kering ($W_5 = W_3 - W_1$)	gr	12	8	13	9	8	10
8	Kadar Air ($W = (W_w / W_5) \times 100\%$)	%	41.7	50	38.5	44.4	25	30
9	Kadar Air rata-rata (w)	%	44				27.5	

LL	PL	PI
44	27.5	16.1

Lampiran 5: Kadar air tanah merah

Kadar Air Tanah Merah		
No. cawan	1	2
Berat Cawan (W1)	9	9
Berat Cawan + Tanah Basah (W2)	50	49
Berat Cawan + Tanah Kering (W3)	40	39
Berat Air (W2-W3)	10	10
Berat Tanah Kering (W3-W1)	31	30
Kadar Air (w)	32.3	33.3
Rata-rata (%)	32.8	

Lampiran 6: Analisa butiran tanah merah

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

Lampiran 7: Penyerapan air bata tanpa bakar

No	Kode Sampel	Jumlah Sampel	Berat Bata Basah (gr)	Berat Bata Kering (gr)	Daya Serap (%)	Rata-rata (%)
1	Kontrol Semen (CC)	1	1606	1292	24.3	24
		2	1606	1302	23.3	
2	Kontrol Kapur (CL)	1	1607	1289	24.7	25
		2	1613	1286	25.4	
3	Semen Merah SKT (CGT)	1	1863	1472	26.6	28
		2	1896	1470	29.0	
4	Kapur Merah SKT (LGT)	1	1899	1453	30.7	31
		2	1903	1447	31.5	

Lampiran 8: Berat jenis bata tanpa bakar

No	Kode	Jumlah Sampel									rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Control Cement (CC)	1	1.04	1.16	1.21	1.14	1.18	1.19	1.32	1.19	1.16
2	Control Lime (CL)	1.01	1.24	1.11	1.06	1.06	1.09	1.08	1.11	1.07	1.09
3	Cement Merah AJP (CMJ)	1.13	1.28	1.45	1.32	1.37	1.27	1.49	1.34	1.45	1.34
4	Lime Merah AJP (LMJ)	1.69	1.51	1.38	1.38	1.47	1.34	1.45	1.37	1.45	1.44
Rata-rata berat jenis											1.26

Lampiran 9: Kadar garam bata

No	Kode sampel	Jumlah	Dimensi Batu Bata (mm)		Luas Batu Bata (mm ²)	Dimensi Kadar Garam		Luasan Kadar Garam (mm)	Persentase Kadar Garam (%)
			Panjang	Lebar		Lebar	Panjang		
1	Control Cement (CC)	1	200	100	20000	0	0	0	0
		2	200	100	20000	0	0	0	0
2	Control Lime (CL)	1	200	100	20000	0	0	0	0
		2	200	100	20000	0	0	0	0
3	Cement Merah AJP (CMJ)	1	200	100	20000	0	0	0	0
		2	200	100	20000	0	0	0	0
4	Lime Merah AJP (LMJ)	1	200	100	20000	0	0	0	0
		2	200	100	20000	0	0	0	0
Rata-rata									0

Lampiran 10: Sifat tampak bata

Kode sampel	Sudut siku		Nyaring bila dipukul		Warna seragam		Tidak retak		Datar	
	Sam pel 1	Sam pel 2	Sam pel 1	Sam pel 2	Sam pel 1	Sam pel 2	Sam pel 1	Sam pel 2	Sam pel 1	Sam pel 2
Control Cement (CC)	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Control Lime (CL)	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Cement Merah AJP (CMJ)	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Lime Merah AJP (LMJ)	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S