

**PEMANFAATAN LIMBAH ABU SEKAM PADI SEBAGAI CAMPURAN
MATERIAL UNTUK PENINGKATAN KUALITAS MUTU BATA**

Oleh:

KHAIRUL RIZKY F.F.N.

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

PEMANFAATAN LIMBAH ABU SEKAM PADI SEBAGAI CAMPURAN MATERIAL UNTUK PENINGKATAN KUALITAS MUTU BATA

Oleh

Khairul Rizky Fitriansyah Fatma Negara

Bata merah merupakan material dinding yang paling umum digunakan, namun seringkali memiliki keterbatasan dalam hal kekuatan dan daya serap air. Di sisi lain, penambahan bahan aditif yang mengandung silika reaktif diperlukan untuk memperbaiki sifat fisik dan mekanik tanah lempung. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan meningkatkan kualitas bata merah dengan memanfaatkan limbah abu sekam padi sebagai bahan campuran. Metode eksperimental dilakukan menggunakan tanah lempung anorganik plastisitas tinggi (CH) dengan variasi campuran abu sekam sebesar 0%, 2%, 5% dan 10% melalui pendekatan kadar air lapangan dan kadar air optimum (KAO). Pengujian sifat mekanik batu bata mengacu pada SNI 15-2094-2000 meliputi kuat tekan, daya serap air, dan kerapatan semu. Hasil penelitian menunjukkan komposisi paling optimal terdapat pada campuran 2% dengan metode KAO, yang menghasilkan kuat tekan tertinggi sebesar 51,23 kg/cm², daya serap air terendah 13,24%, dan kerapatan semu 1,73 g/cm³. Penambahan abu sekam padi terbukti efektif meningkatkan mutu bata akibat reaksi pozzolanik, namun kadar di atas 5% cenderung menurunkan kualitasnya.

Kata kunci: Bata merah, abu sekam padi, reaksi pozzolanik, kuat tekan, daya serap air

ABSTRACT

UTILIZATION OF RICE HUSK ASH WASTE AS A MATERIAL MIXTURE FOR IMPROVING BRICK QUALITY

By

Khairul Rizky Fitriansyah Fatma Negara

Red brick is the most commonly used wall material, but it often has limitations in terms of strength and water absorption. On the other hand, the addition of additives containing reactive silica is necessary to improve the physical and mechanical properties of clay soil. Therefore, this study aims to improve the quality of red brick by utilizing rice husk ash waste as a mixing material. The experimental method was carried out using high plasticity inorganic clay soil (CH) with variations in rice husk ash mixture of 0%, 2%, 5% and 10% through a field moisture content and optimum moisture content (OMC) approach. The mechanical properties of the bricks were tested in accordance with SNI 15-2094-2000, including compressive strength, water absorption, and apparent density. The results showed that the most optimal composition was found in the 2% mixture using the OMC method, which produced the highest compressive strength of 51.23 kg/cm², the lowest water absorption of 13.24%, and an apparent density of 1.73 g/cm³. The addition of rice husk ash proved to be effective in improving brick quality due to pozzolanic reactions, but levels above 5% tended to reduce quality.

Keywords: Red brick, rice husk ash, pozzolanic reaction, compressive strength, water absorption.

Judul Skripsi

**: PEMANFAATAN LIMBAH ABU SEKAM
PADI SEBAGAI CAMPURAN MATERIAL
UNTUK PENINGKATAN KUALITAS
MUTU BATA**

Nama Mahasiswa

: Khairul Rizky F.F.N.

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1915011077

Program Studi

: Teknik Sipil

Fakultas

: Teknik



MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Ir. Iswan, S.T., M.T.

NIP 19720608 200501 1 001

Ir. Ashruri, S.T., M.T.

NIP 19870216 201903 1 005

2. Ketua Jurusan Teknik Sipil

3. Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil

Sasana Putra, S.T., M.T.

NIP 19691111 200003 1 002

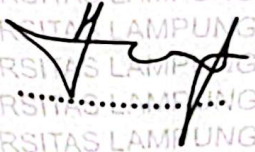
Dr. Suyadi, S.T., M.T.

NIP 19741225 200501 1 003

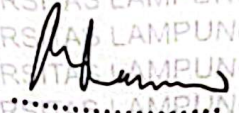
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : **Ir. Iswan, S.T., M.T.**



Sekretaris : **Ir. Ashruri, S.T., M.T.**



Penguji : **Ir. Aminudin Syah, S.T., M.Eng.**



2. Dekan Fakultas Teknik



Mrs. Dr. H. Ahmad Herison, S.T., M.T.
NIP. 19691030 200003 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **07 Januari 2026**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Khairul Rizky Fitriansyah Fatma Negara

NPM : 1915011077

Prodi/Jurusan : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi yang berjudul **“Pemanfaatan Limbah Abu Sekam Padi Sebagai Campuran Material Untuk Peningkatan Kualitas Mutu Bata”** tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka.

Atas pernyataan ini, apabila di kemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 7 Januari 2026

Penulis,



Khairul Rizky Fitriansyah Fatma Negara

RIWAYAT HIDUP

Khairul Rizky Fitriansyah Fatma Negara dilahirkan di Langakpura, Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung pada tanggal 15 Desember 2001. Penulis merupakan



anak Pertama dari empat bersaudara, pasangan Ayahanda Ade Candra Irawan, S.H. dan Ibunda Hendra Wenti. Sejak kecil penulis dibesarkan di Perumahan Bilabong, Kecamatan Langakpura, Kota Bandar Lampung, Lampung.

Pendidikan formal penulis dimulai dari Sekolah Negeri Dasar 1 Langkapura yang diselesaikan pada tahun 2012. Setelah itu, penulis melanjutkan pendidikan ke Sekolah Menengah Pertama di SMPN 14 Bandar Lampung dan berhasil menamatkan studinya pada tahun 2016. Pendidikan menengah atas ditempuh di SMAN 9 Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2019.

Pada tahun yang sama, diterima sebagai mahasiswa Universitas Lampung pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik. Selama menjalani perkuliahan, tidak hanya aktif dalam kegiatan akademik, tetapi juga berpartisipasi dalam kegiatan organisasi kemahasiswaan dan menjadi anggota di organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HIMATEKS). Melalui organisasi ini, banyak memperoleh pengalaman dalam bidang kepemimpinan, manajemen organisasi, serta keterampilan bekerja sama dalam tim.

Selain aktif di organisasi, penulis juga mengembangkan kompetensi di bidang keilmuan melalui kegiatan kerja praktik dan pernah melaksanakan kerja praktik di Proyek Preservasi Atau Pemeliharaan Jalan Ruas Jl. Raden Gunawan, Kec. Gd. Tataan, Kab. Pesawaran, Lampung. Pengalaman ini memberikan banyak wawasan terkait dunia konstruksi.

Motto

“Kesuksesan adalah akumulasi dari usaha kecil yang dilakukan setiap hari”

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbilalamin

Puji dan syukur kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala Rahmat dan Karunia-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat dan salam selalu kepada Nabi Muhammad Shallallahu Alaihi Wasallam.

Kedua orang tua, kakak, adik dan keluarga besar tercinta yang senantiasa memberikan yang terbaik, dan do'a yang selalu menyertaiku. Diucapkan pula terima kasih sebesar-besarnya karena telah mendidik dan membesarkan saya dengan cara yang dipenuhi kasih sayang, dukungan, dan pengorbanan yang belum bisa terbalaskan.

Para bapak/ibu dosen termasuk dosen pembimbing dan penguji yang sangat berjasa dan selalu memberikan ilmu dan motivasi dalam penyelesaian skripsi ini.

Seluruh sahabat yang selalu memberikan semangat dan dukungan kepada penulis

Almamater Tercinta, Universitas Lampung dan Jurusan Teknik Sipil tempat bernaung mengemban semua ilmu untuk menjadi bekal hidup.

SANWACANA

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“PEMANFAATAN LIMBAH ABU SEKAM PADI SEBAGAI CAMPURAN MATERIAL UNTUK PENINGKATAN KUALITAS MUTU BATA”** dalam rangka memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis hendak mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang selalu memberikan rahmat dan ridho-Nya, serta senantiasa memberikan jalan dalam setiap urusan hamba-Nya.
2. Kedua orang tua, yaitu Bapak Ade Candra Irawan, S.H. dan Ibunda Hendra Wenti yang selalu memberikan perhatian dan dukungan baik secara moral dan materi serta doa-doa terbaik untuk saya.
3. Dr. H. Ahmad Herison, S.T., M.T. selaku dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
4. Bapak Sasana Putra, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung.
5. Bapak Suyadi, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
6. Bapak Ir. Iswan, S. T., M. T., selaku Dosen Pembimbing I yang selalu memberikan bimbingan, arahan, dan bantuan selama proses pengerjaan skripsi.
7. Bapak Ir. Ashruri, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang selalu memberikan bimbingan serta masukan-masukan selama proses pengerjaan skripsi.
8. Bapak Ir. Aminudin Syah, S.T., M.Eng. selaku Dosen Penguji dan Rektor Universitas Lampung yang telah memberikan banyak masukan dan arahan dalam memaksimalkan skripsi ini.
9. Seluruh dosen Program Studi Teknik Sipil yang telah memberikan banyak ilmu, baik ilmu akademik maupun ilmu kehidupan selama masa perkuliahan.
10. Seluruh staff dan karyawan Program Studi Teknik Sipil atas segala bantuan dalam hal administrasi.
11. Keluarga besar Teknik Sipil Angkatan 2019 yang telah memberikan warna dalam kehidupan selama perkuliahan.

11. Keluarga besar Teknik Sipil Angkatan 2019 yang telah memberikan warna dalam kehidupan selama perkuliahan.
12. Keluarga kecil “Ibu Kos Galak” Kontrakan Ulwan yang telah menemani dan selalu memberikan bantuan kepada penulis selama menjalani kuliah di jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung.
13. Terakhir, untuk diri sendiri karena telah mampu berusaha dan berjuang sejauh ini, mampu bertahan dalam menghadapi setiap masalah yang datang, berdamai dengan keadaan dan terus bergerak dan tidak menyerah meski sesulit apapun proses perkuliahan dengan menyelesaikannya dengan sebaik dan semaksimal mungkin.

Akhir kata, berharap semoga Allah SWT senantiasa memberikan rahmat dan pahala yang berlimpah pada mereka yang menjadikannya ibadah. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan besar harapan penulis agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandar Lampung, 7 Januari 2026

Penulis



Khairul Rizky Fitriansyah Fatma Negara

**PEMANFAATAN LIMBAH ABU SEKAM PADI SEBAGAI CAMPURAN
MATERIAL UNTUK PENINGKATAN KUALITAS MUTU BATA**

Oleh

KHAIRUL RIZKY F.F.N.

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	i
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	v
I. PENDAHULUAN.....	7
1.1 Latar Belakang	7
1.2 Rumusan Masalah	9
1.3 Batasan Masalah.....	9
1.4 Tujuan Penelitian.....	10
1.5 Manfaat Penelitian.....	10
1.6 Sistematika Penulisan.....	11
II. TINJAUAN PUSTAKA	12
2.1 Penelitian Terdahulu	12
2.2 Batu Bata	15
2.1.1 Standar Batu Bata.....	16
2.1.2 Proses Pembuatan Batu Bata.....	18
2.3 Sekam Padi	20
2.4 Abu Sekam Padi	21
2.5 Tanah Lempung	22
2.5.1 Sifat-Sifat Tanah Lempung	23
2.5.2 Komposisi Kimia Dalam Tanah Lempung.....	24
2.6 Air.....	24
2.7 Karakteristik	25
2.7.1 Kuat Tekan	26
2.7.2 Daya Serap Air	27
2.7.3 Kerapatan Semu (<i>Apparent Density</i>).....	27
2.8. Stabilisasi Tanah.....	28
III. METODE PENELITIAN	30
3.1 Lokasi Penelitian	30

3.2	Metode Penelitian.....	31
3.2.1.	Studi Literatur	31
3.2.2.	Pengumpulan Data	31
3.3	Bahan Penelitian.....	33
3.4	Persiapan Alat.....	33
3.5	Pelaksanaan Pembuatan Bahan Uji	37
3.6	Pelaksanaan Pengujian	38
3.6.1.	Pengujian Kuat Tekan	39
3.6.2.	Pengujian Daya Serap Air	39
3.6.3.	Pengujian Kerapatan Semu	40
3.7	Diagram Alir Penelitian.....	42
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1	Hasil Pengujian Sampel Tanah Asli.....	43
4.1.1.	Hasil Pengujian Kadar Air	43
4.1.2.	Hasil Pengujian Berat Jenis.....	44
4.1.3.	Hasil Pengujian Batas-Batas <i>Atterberg</i>	45
4.1.4.	Hasil Pengujian Analisa Saringan	48
4.1.5.	Hasil Pengujian Pemadatan Tanah	51
4.1.6.	Sifat Fisik Tanah dengan Penambahan Bahan Campuran.....	51
4.1.7.	Klasifikasi Sampel Tanah Asli	52
4.2	Hasil Pengujian Batu Bata Sesuai Kadar Campuran.....	53
4.2.1.	Hasil Uji Kuat Tekan.....	54
4.2.2.	Hasil Uji Daya Serap Air.....	59
4.2.3.	Kerapatan Semu	63
4.3	Hubungan Antara Sifat Mekanik Batu Bata Campuran Abu Sekam Padi	67
4.3.1.	Hubungan Antara Sifat Mekanik Batu Bata Lapangan	67
4.3.2.	Hubungan Antara Sifat Mekanik Batu Bata Kadar Air Optimum	69
4.4	Hubungan Indeks Plastisitas dengan Sifat Mekanik Batu Bata.....	72
4.4.1.	Hubungan Antara Sifat Mekanik Batu Bata Lapangan	72
4.4.2.	Hubungan Indeks Plastisitas dan Daya Serap Air Batu Bata	72

4.4.3. Hubungan Indeks Plastisitas dan Kerapatan Semu Batu Bata ...	73
4.5 Pembahasan	74
V. SIMPULAN DAN SARAN	80
5.1. Kesimpulan.....	80
5.2. Saran	81
DAFTAR PUSTAKA.....	83
LAMPIRAN A (Foto Dokumentasi Penelitian)	
LAMPIRAN B (Hasil Pengujian Laboratorium)	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Ukuran batu bata merah.	15
Gambar 2.2 Sekam padi.	21
Gambar 2.3 Abu sekam padi.	22
Gambar 2.4 Tanah lempung.	23
Gambar 3.1 Lokasi pengambilan sampel batu bata.	30
Gambar 3.2 Timbangan digital.	34
Gambar 3.3 Neraca analitik.	35
Gambar 3.4 UTM (<i>Universal Testing Machine</i>).	36
Gambar 3.5 Jangka sorong.	37
Gambar 3.6 Pengujian Kuat Tekan.	37
Gambar 3.7 Pengujian daya serap air.	40
Gambar 3.8 Pengujian kerapatan semu.	41
Gambar 3.9 Diagram alir penelitian.	40
Gambar 4.1 Pengujian Batas Cair.	45
Gambar 4.2 Grafik <i>liquid limit</i> pengujian tanah asli.	46
Gambar 4.3 Pengujian saringan.	49
Gambar 4.4 Hasil uji analisa saringan dan hidrometer.	50
Gambar 4.5 Hasil uji pemadatan tanah.	50
Gambar 4.6 Sistem klasifikasi <i>Unified Soil Classification System</i> (USCS).	50
Gambar 4.7 Grafik hubungan kuat tekan batu bata terhadap variasi campuran abu sekam padi.	54
Gambar 4.8 Grafik hubungan daya serap air batu bata terhadap variasi campuran abu sekam padi.	62

Gambar 4.9 Grafik hubungan kerapatan semu batu bata terhadap variasi campuran abu sekam padi	66
Gambar 4.10 Hubungan kuat tekan dengan kerapatan semu batu bata kadar air lapangan	68
Gambar 4.11 Hubungan kuat tekan dengan daya serap air batu bata kadar air lapangan	68
Gambar 4.12 Hubungan daya serap dengan kerapatan semu batu bata kadar air lapangan	69
Gambar 4.13 Hubungan kuat tekan dengan kerapatan semu batu bata kadar air optimum	70
Gambar 4.14 Hubungan kuat tekan dengan daya serap air batu bata kadar air optimum	70
Gambar 4.15 Hubungan daya serap air dengan kerapatan semu batu bata kadar air optimum	71
Gambar 4.16 Hubungan indeks plastisitas dan kuat tekan batu bata.	72
Gambar 4.17 Hubungan indeks plastisitas dan daya serap air batu	73
Gambar 4.18 Hubungan indeks plastisitas dan kerapatan semu batu	74

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Spesifikasi Ukuran Batu Bata Sesuai SNI 15-2094-2000.....	17
Tabel 2.2 Ketentuan Berdasarkan SNI 15-2094-2000	18
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Berat Jenis Tanah Asli.....	44
Tabel 4.2 Nilai-Nilai Berat Jenis Tanah	44
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Batas Cair Tanah Asli.....	46
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Batas Plastis Tanah Asli	47
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Batas - Batas <i>Atterberg</i>	47
Tabel 4.6 Nilai Indeks Plastisitas Dan Macam Tanah	48
Tabel 4.7 Hasil Uji Analisa Saringan Tanah Asli.	49
Tabel 4.8 Hasil Uji Analisis Hidrometer Tanah Asli	47
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Batas-Batas <i>Atterberg</i> Tanah Campuran	52
Tabel 4.10 Hasil Uji Kuat Tekan Batu Bata Metode Lapangan.	54
Tabel 4.11 Hasil Uji Kuat Tekan Model Batu Bata Kadar Air Optimum.	55
Tabel 4.12 Hasil Uji Kuat Tekan Batu Bata di Wilayah Bandar Lampung.....	57
Tabel 4.13 Hasil Uji Daya Serap Air Batu Bata Kadar Air Lapangan	59
Tabel 4.14 Hasil Uji Daya Serap Air Batu Bata Kadar Air Optimum.....	60
Tabel 4.15 Hasil Uji Daya Serap Air Batu Bata di Wilayah Bandar Lampung. ...	57
Tabel 4.16 Hasil Uji Kerapatan Semu Batu Bata Metode Lapangan.	60
Tabel 4.17 Hasil Uji Kerapatan Semu Batu Bata Myetode Kadar Air Optimum. ...	64
Tabel 4.18 Hasil Uji Kerapatan Semu Batu Bata di Wilayah Bandar Lampung...	65

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Batu bata merupakan salah satu material yang sangat banyak digunakan dalam dunia konstruksi. Bata telah menjadi pilihan yang sangat diandalkan dalam industri konstruksi seiring berjalannya waktu karena ketahanannya, kekuatannya, serta kemudahan dalam proses produksi. Salah satu keunggulan batu bata sebagai bahan konstruksi adalah ketersediaan bahan bakunya dan proses produksinya yang relatif mudah dilakukan.

Pemanfaatan bahan limbah yang memiliki dampak positif terhadap lingkungan adalah pilihan strategis dalam melakukan inovasi di berbagai bidang, termasuk industri konstruksi. Dalam upaya pemanfaatan limbah, beberapa material dapat digunakan dalam upaya peningkatan kualitas batu bata merah. Salah satu bahan alternatif yang berpotensi digunakan sebagai campuran dalam pembuatan batu bata adalah abu sekam padi. Sekam padi banyak dimanfaatkan dalam berbagai sektor, terutama sebagai bahan bakar alternatif untuk proses pembakaran pada industri pertanian atau pengolahan hasil panen.

Abu sekam padi merupakan hasil dari proses pembakaran sekam padi. Material ini tersedia dalam jumlah yang sangat melimpah, mengingat produksi padi di Indonesia tergolong tinggi. Setelah dibakar, sekam menghasilkan abu dengan proporsi yang cukup besar, namun limbah tersebut umumnya tidak dikelola secara khusus dan hanya ditumpuk di

sekitar lokasi pembakaran atau penggilingan. Kondisi ini menyebabkan akumulasi abu yang berpotensi mencemari lingkungan, seperti menimbulkan debu, mengganggu kualitas udara, dan mencemari tanah apabila dibiarkan menumpuk dalam jangka panjang. Padahal, abu sekam padi memiliki komposisi kimia yang kaya akan silika (SiO_2), sehingga sebenarnya sangat potensial untuk dimanfaatkan kembali sebagai bahan tambah dalam berbagai aplikasi konstruksi. Oleh karena itu, pemanfaatan abu sekam padi tidak hanya memberikan nilai tambah pada limbah pertanian, tetapi juga dapat menjadi solusi ramah lingkungan untuk mengurangi dampak negatif dari penumpukan limbah yang tidak termanfaatkan dengan baik.

Pembakaran sekam padi menghasilkan abu yang memiliki kandungan silika (SiO_2) yang tinggi. Silika ini berperan penting dalam reaksi *pozzolan*, yaitu reaksi yang menghasilkan kalsium silikat hidrat (C-S-H), senyawa pengikat yang mampu meningkatkan kekuatan dan kepadatan material konstruksi seperti batu bata. Penambahan abu sekam padi ke dalam campuran bahan pembuatan batu bata memberikan sejumlah keunggulan, seperti meningkatkan kekuatan tekan, mengurangi daya serap air, dan memperbaiki kerapatan material. Penambahan abu sekam padi menimbulkan reaksi *pozzolan* yang menciptakan struktur material yang lebih padat, mengurangi porositas batu bata, dan menurunkan daya serap air.

Pada penelitian ini dilakukan pengujian dengan mencampurkan variasi abu sekam padi ke dalam bahan pembuatan batu bata tradisional untuk memperoleh komposisi campuran yang paling optimal. Selain itu, penelitian ini menggunakan dua pendekatan, yaitu metode Kadar Air Optimum (KAO) dan metode kadar air lapangan. Metode KAO merupakan metode di mana kadar air campuran disesuaikan dengan kadar air optimum dari tanah asli hasil uji pemadatan, sedangkan metode lapangan menggunakan kadar air alami sebagaimana kondisi tanah di lokasi produksi. Dengan memanfaatkan limbah abu sekam padi, diharapkan dapat meningkatkan kekuatan,

ketahanan, dan kualitas keseluruhan batu bata. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan kontribusi positif bagi pengembangan material konstruksi ramah lingkungan serta mendukung upaya peningkatan mutu dan keberlanjutan dalam industri bangunan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang coba dikembangkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah penambahan abu sekam padi dapat menaikkan nilai kuat tekan dari batu bata merah?
2. Apakah penambahan abu sekam padi lebih optimal dalam upaya peningkatan nilai kuat tekan jika dibandingkan dengan tidak menggunakan abu sekam padi?
3. Berapa kadar persentase abu sekam padi yang optimal untuk meningkatkan nilai kuat tekan batu bata merah?
4. Apakah batu bata merah dengan kadar air optimum lebih baik dibanding dengan batu bata merah yang dibuat sesuai dengan persentase lapangan di wilayah Rajabasa?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah yang diambil dalam melakukan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan campuran yang digunakan sebagai material campuran batu bata adalah abu sekam padi.
2. Fokus pada penggunaan abu sekam padi sebagai bahan tambahan dalam produksi bata, dengan penekanan pada peningkatan kualitas bata yang dihasilkan.
3. Jenis tanah yang digunakan adalah tanah lempung.
4. Batu bata yang digunakan untuk penelitian ini telah memenuhi standar SNI yang berlaku.

5. Parameter yang dianalisis pada penelitian ini adalah karakteristik fisik dan kuat tekan bata.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Meneliti pengaruh penambahan campuran abu sekam padi terhadap kualitas batu bata yang meliputi kuat tekan, daya serap air, dan kerapatan semu.
2. Mencari kadar persentase penambahan abu sekam padi yang optimal sebagai campuran dalam pembuatan batu bata merah.
3. Mengetahui pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap perubahan sifat fisik tanah yang digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan batu bata tradisional.

1.5 Manfaat Penelitian

Dilakukannya penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi cara meningkatkan kualitas bata dengan menambahkan abu sekam padi sebagai bahan tambahan.
2. Mendorong pemanfaatan limbah sebagai alternatif solusi.
3. Sebagai acuan dan referensi bagi penelitian yang akan datang.
4. Produsen industri batu bata dapat memanfaatkan limbah abu sekam padi sebagai bahan campuran penguat alternatif dalam pembuatan batu bata.
5. Hasil penelitian yang didapat bisa dijadikan sebagai bahan acuan, pembanding, dan pertimbangan bagi masyarakat dalam memproduksi batu bata dengan kualitas yang lebih baik

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan dalam penyusunan penelitian ini adalah :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini membahas terkait latar belakang dilakukan penelitian, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan mengenai studi literatur, landasan teori dan penelitian-penelitian terdahulu terkait dengan penelitian yang sedang dilakukan.

BAB III METODE PENELITIAN

Pada bab ini membahas terkait dengan metode penelitian yang digunakan dalam melaksanakan penelitian dilengkapi dengan lokasi dan waktu penelitian, tahap-tahap yang akan dilakukan dalam penelitian, dan analisa kebutuhan data penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang hasil dan pembahasan penelitian yang dilakukan secara kuantitatif maupun kualitatif, dan pembahasan hasil dari penelitian yang telah dilakukan.

BAB V SIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi kesimpulan terkait seluruh penelitian yang telah dilaksanakan. Pada kesimpulan dapat dipaparkan tentang masalah-masalah yang terjadi saat penelitian terjadi dan pada bagian saran akan berisikan mengenai solusi tentang masalah yang terjadi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian ini membahas penggunaan limbah abu sekam padi sebagai bahan campuran untuk meningkatkan kualitas bata. Penelitian mengenai penambahan campuran bahan terhadap peningkatan telah banyak dilakukan oleh peneliti lain, dengan beberapa penelitian yang dijadikan referensi di antaranya adalah:

1. Nanda Dwi Wahyuni, 2021. Kinerja *Fly Ash* Terhadap Stabilisasi Tanah Lunak Sebagai Material Perbaikan Tanah Dasar.

Kesimpulan Penelitian: Hasil penelitian menunjukkan nilai CBR meningkat seiring penambahan persentase *fly ash* serta lamanya pemeraman. Peningkatan nilai CBR optimum terjadi pada penambahan 15% *fly ash* dengan waktu pemeraman 14 hari sebesar 23,89% di suhu ruang. Penambahan persentase *fly ash* juga mempengaruhi sifat plastis tanah yang mengalami penurunan dari tanah asli sebesar 28,19% menjadi 9,02% pada penambahan 15% *fly ash*.

2. Lita Windari, 2014. Studi Kekuatan Modifikasi Dimensi Standar Batu Bata Menggunakan Campuran Bahan *Additive* Abu Sekam Padi Berdasarkan SNI.

Kesimpulan Penelitian: Berdasarkan hasil pengujian fisik tanah asli, USCS mengklasifikasikan sampel tanah sebagai tanah lanau dengan plastisitas rendah dan termasuk ke dalam kelompok ML. Hasil penelitian pengujian kuat tekan pasca pembakaran dari keempat dimensi, menghasilkan nilai kuat tekan rata-rata maksimum pada dimensi 6 cm x

6 cm x 6 cm sebesar $54,83 \text{ kg/cm}^2$ yang masuk dalam kelas 50. Nilai kuat

tekan rata-rata maksimum batu bata sebelum pembakaran dihasilkan oleh dimensi 4 cm x 4 cm x 4 cm yaitu sebesar $30,74 \text{ kg/cm}^2$ yang masuk kedalam kelas 25 berdasarkan tabel kekuatan tekan batu bata (SNI tahun 1991).

3. Ratih Nurul Hidayati, 2018. Pengaruh Penambahan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Campuran Terhadap Sifat Mekanik Batu Bata di Desa Gunung Cupu, Kecamatan Sindangkasih, Kabupaten Ciamis.

Kesimpulan Penelitian: Penambahan abu sekam padi dengan persentase komposisi 5% sampai 15% dapat mempengaruhi sifat mekanik batu bata yaitu menurunkan porositas dan susut bakar serta meningkatkan kuat tekan batu bata. Lama pembakaran batu bata juga berpengaruh terhadap sifat mekanik batu bata. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh masing-masing nilai uji terbaiknya yaitu nilai porositas minimum dicapai pada persentase abu sekam padi sebanyak 5% dengan pembakaran selama 24 jam yaitu 18,5%. Nilai susut bakar minimum dicapai pada persentase abu sekam padi sebanyak 15% dengan pembakaran selama 12 jam yaitu 0,45%. Nilai kuat tekan optimum dicapai pada persentase abu sekam padi 5% yaitu sebesar $4,1 \text{ N/mm}^2$ dengan pembakaran selama 24 jam.

4. Bimo Prakoso, 2019. Pengaruh Penambahan *Fly Ash* (Abu Terbang) Dan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Bata Merah Pejal Konvensional.

Kesimpulan Penelitian: Penelitian ini menganalisis pengaruh *fly ash* dan abu sekam padi sebagai campuran pada bata merah padat pejal. Bahan dicampur dengan variasi 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30%

dari berat tanah liat. Hasil menunjukkan bahwa penambahan 5%–10% mampu meningkatkan kekuatan tekan, namun pada kadar asing di atas itu nilai tekan mulai menurun.

5. Haswiah Taswing, 2024. Pengaruh Penambahan *Fly Ash* dan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Bata Merah.

Kesimpulan Penelitian: Kuat tekan bata merah dengan penambahan abu sekam padi (ASP) dan *fly ash* (FA) menunjukkan peningkatan hingga mencapai puncak pada 10% tambahan: ASP 1,58 MPa, FA 3,23 MPa, dan ASP + FA 3,36 MPa. Namun, pada 15%, kuat tekan ASP menurun menjadi 1,38 MPa, FA meningkat menjadi 3,43 MPa, dan ASP + FA menurun menjadi 2,44 MPa. Kuat tekan ASP + FA mencapai puncak 3,3 MPa pada 10% FA dan menurun menjadi 2,4 MPa pada 15%. Penurunan ini mungkin disebabkan oleh faktor seperti plastisitas dan homogenitas material. Semakin tinggi persentase abu, kekuatan tekan cenderung menurun setelah mencapai titik optimal.

6. Misdalena, F., & Al Faritzie, H., 2023. Kajian Pengaruh Variasi Campuran Abu Sekam Padi Dan Bubuk Arang Kayu Terhadap Nilai CBR Pada Tanah.

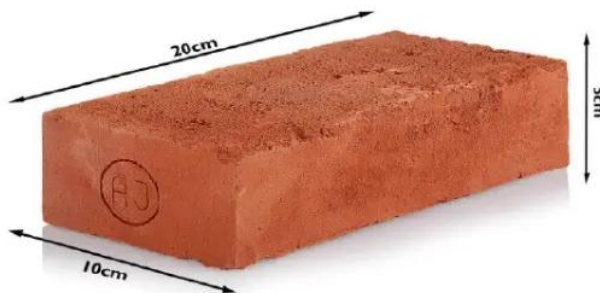
Kesimpulan Penelitian: Hasil pengujian sifat fisis tanah yang berlokasi di Jalan Mata Merah Kecamatan Banyuasin I merupakan tanah berbutir halus dengan 58,2% yang lolos saringan No.200. Berdasarkan klasifikasi tanah menurut AASHTO termasuk jenis tanah A-7-5 *clay soil* dan menurut USCS termasuk jenis MH (lanau anorganik) atau OH (lempung organik). Berdasarkan hasil pengujian CBR laboratorium diperoleh bahwa sampel yang menggunakan abu sekam padi pada kadar 4% memiliki peningkatan nilai CBR tertinggi yaitu sebesar 6,23% terhadap tanah asli. Sedangkan sampel tanah yang menggunakan bubuk arang kayu pada kadar 10% juga mengalami peningkatan nilai CBR sebesar 2,12 %.

7. Ludfian & Wibowo, 2017. Stabilisasi Tanah Lempung Menggunakan Campuran Limbah Abu Sekam Padi Dan Pasir Dengan Metode Pemadatan Laboratorium

Kesimpulan Penelitian: Stabilisasi tanah dengan abu sekam padi dan pasir mampu menurunkan tingkat pengembangan (*swelling*) dan meningkatkan nilai CBR hingga 26,06%. Hasil ini memperkuat bukti bahwa kombinasi limbah abu sekam padi dan agregat halus dapat meningkatkan performa tanah lempung.

2.2 Batu Bata

Menurut standar SNI 15-2094-2000, batu bata adalah salah satu komponen konstruksi bangunan yang terbuat dari tanah lempung yang dicampur dengan air, dan mungkin juga menggunakan bahan tambahan lainnya. Proses pembuatan batu bata meliputi beberapa langkah, seperti ekstraksi tanah lempung, pengolahan, pencetakan, pengeringan, dan pembakaran pada suhu tinggi hingga matang dan berubah warna. Setelah dipanaskan, batu bata akan mengeras dan menjadi seperti batu ketika didinginkan, dan tidak dapat hancur lagi jika direndam dalam air. Batu bata memiliki dua fungsi utama, yaitu struktural dan non-struktural. Sebagai elemen struktural, batu bata berperan sebagai penopang atau penanggung beban dalam konstruksi bangunan. Sementara itu, pada bangunan bertingkat tinggi, batu bata sering digunakan secara non-struktural untuk membuat dinding pembatas tanpa harus menanggung beban dari atas (Ayat, 2020).



Gambar 2.1 Ukuran batu bata merah.

Batu bata mempunyai standar baik dari ukuran maupun uji fisiknya, batu bata harus mempunyai rusuk tajam dan siku, bidang sisi datar tidak retak, ukuran standar bata merah adalah panjang 230 mm, lebar 110 mm, dan tebal 50 mm dari standar ukuran tersebut ada toleransi ukuran yaitu panjang maksimal 3%, lebar maksimal 4%, dan tebal maksimal 5%. Batu bata yang diperjualbelikan umumnya memiliki ketebalan 3 - 5 cm, lebar 7 - 11 cm, panjang 17 - 22 cm dan berat 3 kg/buah. (Hasan, 2015). Pada bidang konstruksi, batu bata biasa dipakai sebagai penyangga atau pemikul beban yang ada di atasnya seperti pada konstruksi perumahan dan fondasi ataupun sebagai dinding pembatas dan estetika pada konstruksi gedung tanpa memikul beban di atasnya. Batu bata adalah batu buatan yang terbuat dari tanah lempung dengan atau tanpa campuran bahan *additive* yang melalui beberapa proses. Proses tersebut meliputi pengeringan dengan cara dijemur dan kemudian dibakar dengan temperatur tinggi dengan tujuan agar batu bata mengeras dan tidak hancur jika terendam dalam air (AbdurrohmanSyah dkk., 2015).

2.1.1 Standar Batu Bata

Standarisasi adalah keharusan mutlak dan menjadi acuan utama bagi industri di suatu negara. Sebagai contoh signifikan dari standarisasi industri, proses standarisasi dalam pembuatan batu bata diakui secara luas. Menurut definisi Organisasi Internasional (ISO), standarisasi adalah proses pengembangan dan penerapan aturan yang diatur secara sistematis untuk melaksanakan kegiatan dengan teratur demi manfaat dan kerjasama semua pihak yang terlibat. Tujuan utamanya adalah untuk meningkatkan ekonomi secara optimal sambil memperhatikan kebutuhan fungsional dan persyaratan keamanan. Syarat-syarat batu bata dalam SNI 15-2094-2000 meliputi beberapa aspek sebagai berikut:

1. Sifat Tampak

Sifat tampak ialah sifat yang dinyatakan dengan bidang-bidang datarnya rata atau tidak menunjukkan retak-retak dan lain sebagainya. Batu bata merah harus berbentuk prisma segi empat panjang, mempunyai rusuk-rusuk yang tajam dan siku, bidang sisinya harus datar.

2. Dimensi atau Ukuran Batu Bata

Ukuran batu bata yang telah diizinkan dalam peraturan SNI 15-2094-2000. Pemeriksaan ini merupakan pengukuran pada batu bata dengan menggunakan jangka sorong. Pemeriksaan ini dilakukan dengan menggunakan 15 sampel bata yang diambil secara acak. Bertujuan untuk mengetahui kategori batu bata sesuai peraturan yang berlaku apa tidak.

Tabel 2.1 Spesifikasi Ukuran Batu Bata Sesuai SNI 15-2094-2000

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

(Sumber: Badan Standardisasi Nasional, 2000)

3. Kelas Batu Bata

Batu bata dikategorikan ke dalam enam kelas kekuatan berdasarkan nilai daya tekan yang dimilikinya. Klasifikasi ini bertujuan untuk mempermudah pemilihan batu bata sesuai dengan kebutuhan teknis dan struktural dalam suatu konstruksi. Beberapa kategori tersebut meliputi kelas 25, kelas 50, kelas 100, kelas 150, kelas 200, dan kelas 250, yang masing-masing menunjukkan kekuatan tekan minimum dalam satuan kg/cm^2 .

4. Batu Bata Tidak Boleh Mengandung Garam

Standar batu bata yang diperbolehkan untuk digunakan adalah batu bata dengan kandungan garam yang rendah, yang dapat dinilai dari

penampilan luar batu bata tersebut. Jika kurang dari 50 persen permukaan batu bata tertutup oleh bercak putih, batu bata itu masih dianggap aman. Namun, jika bercak putih menutupi lebih dari 50 persen permukaan batu bata, ada kemungkinan batu bata tersebut bisa berisiko rusak.

5. Kuat Tekan

Nilai rata-rata kekuatan tekan serta koefisien variasi yang dapat diterima untuk batu bata merah yang digunakan dalam pembuatan pasangan dinding ditetapkan mengacu pada standar yang tercantum dalam Tabel 2.2 Ketentuan ini bertujuan untuk memastikan mutu dan kestabilan struktur dinding yang dihasilkan.

Tabel 2.2 Ketentuan Berdasarkan SNI 15-2094-2000

Kelas	Kuat Tekan Rata-Rata	Koefisien Variasi dari
	Minimum dari 30 Bata yang Diuji [kg/cm^2 (MPa)]	Kuat Tekan Rata-Rata yang Diuji [%]
50	50 (5)	22
100	100(10)	15
150	150 (15)	15

(Sumber: Handayani, 2010)

6. Kerapatan Semu

Kerapatan semu minimum bata merah pasangan dinding adalah 1,2 gram/cm^3 .

7. Penyerapan Air

Penyerapan air maksimum bata merah pasangan dinding adalah 20%.

2.1.2 Proses Pembuatan Batu Bata

Bahan serta alat yang diperlukan dalam proses pembuatan batu bata yaitu tanah lempung, abu bata merah, pasir, air, kayu, cangkul, tungku

pembakaran, dan alat cetak. Adapun tahapan-tahapan pembuatan batu bata adalah sebagai berikut:

1. Proses Pengolahan

Setelah menyiapkan bahan baku membuat batu bata, selanjutnya mulailah mengolah bahan baku. Dimulai dari mencampurkan tanah lempung dan kulit padi ke dalam bak pengolahan dan tambahkan air. Jika semua bahan telah dicampur, aduk menggunakan cangkul hingga bahan menjadi halus. Namun, pastikan agar tidak terlalu encer sehingga tidak sulit dicetak.

2. Pencetakan

Semua bahan pada bak pengolahan sudah tercampur, maka proses membuat tanah lempung selanjutnya adalah mencetak dengan mesin press. Caranya masukkan adonan batu bata ke dalam mesin press lalu tambahkan abu sekam. Proses cetak batu bata ini akan memengaruhi pada kualitas ketahanan. Oleh karena itu, cetak batu bata dengan presisi yang pas dan tidak ada yang kurang sedikit pun.

3. Pengeringan

Batu bata yang telah dicetak siap untuk dijemur. Biasanya pembuat batu bata lebih memilih membuat batu bata di musim panas/kemarau, karena cuaca panas dapat membantu proses pembuatan batu bata dengan cepat. Walaupun cuaca terik dapat membantu mengeringkan kadar air pada batu bata, pembuat batu bata juga perlu berhati-hati karena batu bata yang terlalu kering oleh sinar matahari akan mudah retak.

4. Pembakaran

Inilah proses terakhir dalam cara membuat batu bata, yaitu proses pembakaran. Batu bata yang telah dijemur akan disusun di dalam tungku pembakaran atau yang disebut lio. Biasanya proses pembakaran akan membutuhkan 7 hari tanpa henti. Saat pembakaran, pastikan tidak ada celah pada tungku pembakaran, tutup bagian yang terbuka dengan kerikil. Asap yang membara

pada batu bata yang paling atas adalah tanda apabila semua batu bata sudah terbakar sempurna. Sebelum dikeluarkan, lakukan proses pendinginan selama 24 jam dengan cara siramkan kulit padi ke susunan paling atas batu bata. Jika sudah melewati proses pendinginan, maka batu bata sudah siap dikeluarkan.

2.3 Sekam Padi

Sekam padi adalah limbah yang dihasilkan dari penggilingan padi. Karena ukuran butirnya yang tidak terlalu halus (sekitar 3 mm) dan bobotnya yang ringan, limbah ini memerlukan ruang penyimpanan yang cukup besar. Kulit padi, atau sekam, adalah salah satu material sisa dari proses pengolahan padi dan sering kali dianggap sebagai limbah (Sandya dkk., 2019). Sekam padi adalah lapisan luar yang melapisi butiran beras, yang akan terpisah dan menjadi limbah setelah pengolahan. Ketika sekam padi dibakar, hasilnya adalah abu sekam padi (Zebua & Sinulingga, 2018). Salah satu penggunaan utamanya adalah dalam industri konstruksi, di mana sekam padi dapat diolah menjadi abu sekam padi yang bersifat *pozzolan*, yang kemudian dapat digunakan sebagai bahan tambahan untuk meningkatkan kualitas beton dan mortar. Sekam padi adalah bahan yang mengandung lignoselulosa, mirip dengan biomassa lainnya, tetapi dengan kadar silika yang tinggi. Komposisi kimia sekam padi terdiri dari 50% selulosa, 25–30% lignin, dan 15–20% silika (Bakri, 2009).



Gambar 2.2 Sekam padi.

2.4 Abu Sekam Padi

Abu sekam padi adalah hasil samping yang dihasilkan dari pembakaran sekam padi. Ketika sekam padi dibakar pada suhu yang terkontrol, abu yang dihasilkan memiliki sifat *pozzolan* yang tinggi karena mengandung sejumlah besar silika. Abu sekam padi telah dimanfaatkan sebagai bahan pengikat reaktif yang sangat efektif untuk memperbaiki mikrostruktur di area transisi antara pasta semen dan agregat beton pada beton berkekuatan tinggi. Penggunaan abu sekam padi dalam campuran semen menawarkan berbagai keuntungan, seperti meningkatkan kekuatan dan daya tahan, menurunkan biaya material, mengurangi dampak lingkungan dari limbah bahan, serta mengurangi emisi karbon dioksida (Bakri, 2009).



Gambar 2.3 Abu sekam padi.

2.5 Tanah Lempung

Tanah lempung merupakan bahan pokok dalam pembuatan batu bata yang memiliki karakteristik plastis dan kemampuan menyusut saat kering. Lempung adalah mineral sekunder yang termasuk dalam kelompok aluminosilikat terhidrasi. Mineral lempung banyak digunakan dalam industri keramik dan juga merupakan komponen utama dalam batuan sedimen serta tanah (Kusuma & Badaruddin, 2013). Tanah lempung yang diolah ini berasal dari hasil pelapukan batuan seperti basal, andesit, granit, dan lainnya, yang mengandung sejumlah besar *feldspar*. *Feldspar* adalah senyawa yang terdiri dari *silika-kalsium-aluminium*, *silikat-natrium-aluminium*, dan *silikat-kalsium-aluminium*. Syarat tanah lempung dalam pemanfaatan tanah lempung untuk pembuatan batu bata sebagai berikut

1. Tanah lempung yang digunakan harus memiliki sifat plastis dan kohesif agar mudah dibentuk. Tingkat plastisitas yang tinggi pada lempung dapat mengakibatkan keretakan pada batu bata saat proses pembakaran. Oleh karena itu, lempung yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan batu bata harus memiliki tingkat plastisitas yang moderat, dengan nilai indeks plastisitas sekitar 25-30%.

2. Hasil dari pembakaran tanah lempung harus menunjukkan sifat-sifat tahan terhadap rembesan air, tidak lapuk oleh waktu dan memiliki warna merah.
3. Lempung yang memiliki kadar besi yang rendah akan memiliki warna yang lebih pucat. Kadar besi sebesar 5 - 9% dalam lempung akan menghasilkan warna merah pada bata setelah melalui proses pembakaran.
4. Tidak diperbolehkan memiliki kandungan butiran kapur serta kerikil dengan ukuran lebih dari 5 mm.



Gambar 2.4 Tanah lempung.

2.5.1 Sifat-Sifat Tanah Lempung

Sifat-sifat yang dimiliki tanah lempung adalah sebagai berikut:

1. Ukuran butir halus, yaitu kurang dari 0,002 mm.
2. Permeabilitas rendah.
3. Kenaikan air kapiler tinggi.
4. Bersifat sangat kohesif.
5. Kadar kembang susut yang tinggi.
6. Proses konsolidasi lambat.

2.5.2 Komposisi Kimia Dalam Tanah Lempung

Komposisi kimia dalam tanah lempung adalah sebagai berikut:

1. Silika (SiO_2) dalam bentuk kuarsa, jika memiliki kandungan tinggi, dapat menyebabkan tanah lempung menjadi pasiran, kurang plastis, dan kurang sensitif terhadap pengeringan dan pembasahan.
2. Alumina merupakan salah satu komponen utama yang banyak ditemukan dalam bahan-bahan mineral alam. Kandungan alumina ini umumnya berasal dari mineral lempung, feldspar, dan mika.
3. Fe_2O_3 adalah kandungan besi yang tinggi dalam tanah lempung dapat menurunkan temperatur peleburannya.
4. Kapur (CaO) terdapat dalam bentuk kapur dalam tanah lempung. Bertindak sebagai bahan pelebur saat temperatur pembakarannya mencapai lebih dari 1100°C .
5. MgO terdapat dalam dolomit, magnesit, atau bentuk silikat. Dapat meningkatkan kepadatan produk hasil pembakaran.
6. K_2O dan Na_2O , alkali ini menghasilkan garam-garam larut setelah pembakaran, yang dapat menyebabkan penggumpalan klorida.
7. Organik, bahan-bahan yang bertindak sebagai protektor koloid dan menaikkan keplastisan.

2.6 Air

Air memiliki peran yang krusial dalam proses pengikatan bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan batu bata. Untuk memudahkan pencetakan batu bata, penambahan air pada tingkat yang tepat diperlukan sesuai dengan jenis batu bata yang dibuat. Beberapa persyaratan untuk air yang digunakan dalam proses ini adalah sebagai berikut:

1. Kadar air untuk tanah lempung sekitar 30%.
2. Air harus bebas dari kandungan garam larut seperti natrium klorida (garam dapur).
3. Air harus bersih dan bebas dari kuman penyakit.

Dalam proses penentuan jumlah air dalam campuran batu bata, terdapat sebuah nilai yang dikenal sebagai faktor air semen (FAS). Faktor air semen atau *water to cementitious ratio* adalah perbandingan antara berat total air dengan berat total campuran tanah lempung dan abu sekam padi. Fungsi utama dari FAS adalah untuk memungkinkan terjadinya reaksi kimia yang menghasilkan pengikatan dan proses pengerasan serta mempermudah proses pembuatan batu bata.

Penggunaan FAS sangat penting dalam proses pembuatan batu bata karena bahan ini membantu memberikan sifat plastis yang diperlukan pada tanah lempung. Ini penting untuk memastikan bahwa tanah lempung dapat dibentuk dengan baik. Selain itu, FAS berfungsi untuk mengurangi risiko terjadinya susut bakar, yaitu penyusutan yang terjadi selama proses pembakaran batu bata, serta susut kering, yaitu penyusutan yang terjadi sebelum pembakaran saat tanah lempung masih dalam keadaan basah. Dengan menggunakan FAS, kualitas dan kekuatan batu bata dapat terjaga dengan lebih baik.

2.7 Karakteristik

Untuk memahami secara menyeluruh karakteristik serta kapabilitas suatu material, sangat penting untuk melakukan serangkaian pengujian dan analisis yang sistematis. Dalam konteks penelitian ini, beberapa jenis pengujian dan analisis yang akan dibahas meliputi uji kekuatan tekan untuk mengetahui daya tahan material terhadap beban, pengujian kemampuan penyerapan air untuk menilai seberapa besar air yang dapat diserap oleh material, serta pengukuran densitas yang berguna untuk mengetahui tingkat kerapatan material tersebut.

2.7.1 Kuat Tekan

Kuat tekan suatu material diartikan sebagai kemampuan material untuk menahan beban atau gaya mekanis yang diterapkan tanpa mengalami kerusakan atau kegagalan. Ini mengacu pada sejauh mana material dapat menanggung tekanan sebelum mengalami deformasi atau pecah. Dengan kata lain, kuat tekan mengukur batas maksimum gaya tekan yang bisa ditahan oleh material sebelum mulai retak atau hancur (Hastuti & Huda 2012).

Pengujian kekuatan tekan dilakukan untuk mengevaluasi kualitas dan klasifikasi kekuatan tekan dari batu bata. Proses ini melibatkan pengukuran beban tekan tertinggi yang bisa ditahan oleh batu bata, lalu membaginya dengan luas permukaan batu bata tersebut. Hasil dari pengujian ini akan memberikan informasi tentang mutu dan kelas kekuatan material tersebut.

Kuat tekan ditentukan dengan membagi beban tekan maksimum yang dapat diterima oleh material dengan luas bidang penampang material tersebut. Untuk batu bata yang digunakan dalam pasangan dinding, ukuran kuat tekan rata-rata dan koefisien variasi yang diizinkan ditetapkan sesuai dengan standar SNI-15-2094-2000. Standar ini memberikan pedoman mengenai batasan kuat tekan yang harus dipenuhi agar batu bata dapat digunakan secara efektif dalam konstruksi dinding, serta mengatur variasi dalam hasil pengujian untuk memastikan konsistensi dan kualitas material (Prayuda dkk., 2018).

Oleh karena itu, perhitungan dapat dilakukan menggunakan rumus persamaan berikut:

$$\sigma = \frac{P}{A} \dots \dots \dots (1)$$

Dengan keterangan:

P : Beban maksimum (N)

A : Luas permukaan (m²)

σ : Tekanan (Pa)

2.7.2 Daya Serap Air

Daya serap air adalah kemampuan material untuk menyerap air. Daya serap air yang tinggi dapat mempengaruhi pemasangan batu bata dan mortar karena air dalam mortar akan diserap oleh batu bata, sehingga pengeras mortar tidak berfungsi dengan baik dan bisa mengakibatkan kekuatan mortar menjadi lemah. Tingginya daya serap disebabkan oleh banyaknya pori pada batu bata (batu bata tidak padat). Untuk menentukan daya serap air digunakan rumus berikut: (Handayani, 2010).

$$\text{Daya Serap Air} = \frac{A-B}{B} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

A : Berat jenuh setelah direndam (gr)

B : Berat setelah dioven (gr)

Untuk memastikan konsistensi daya serap air, batu bata yang memiliki daya serap tinggi harus direndam dalam air terlebih dahulu sebelum dipasang (Tri dkk., 2007).

2.7.3 Kerapatan Semu (*Apparent Density*)

Kerapatan semu mengukur massa batu bata per unit volume, termasuk ruang pori-pori udara di dalamnya. Ini mencerminkan kepadatan total batu bata, menggabungkan volume pori-pori serta massa material padatnya. Kerapatan semu sering digunakan untuk menilai kualitas dan kekuatan batu bata serta untuk mengevaluasi performa bahan dalam konteks konstruksi. Standar yang disyaratkan pada SNI-15-

2094-2000 adalah kerapatan semu minimum batu bata untuk pasangan dinding adalah 1,2 gram/cm³. Kerapatan semu (Q_{sch}) dapat dihitung dengan Persamaan (3) dan persamaan (4).

$$Q_{sch} = \frac{Md}{V_{sch}} \dots\dots\dots (3)$$

$$Q_{sch} = \frac{Md}{(c-b)} \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan :

Q_{sch} = Angka densitas (gr/cm³)

M_d = Massa bata sebelum masuk ke bejana (gr)

c = Massa bata ketika didalam bejana (gr)

b = Massa bata setelah keluar dari bejana (gr)

d_w = densitas air (1 gr/cm³)

2.8. Stabilisasi Tanah

Kondisi di lapangan seringkali tidak memenuhi spesifikasi desain yang telah ditetapkan dan perlu adanya perbaikan tanah. Upaya perbaikan tanah yang dapat dilakukan pada tanah yang bermasalah yaitu dengan metode stabilisasi tanah. Stabilisasi tanah dapat diukur dari perubahan karakteristik teknis tanah antara lain yaitu kapasitas dukung, kompresibilitas, permeabilitas, kemudahan, potensi pengembangan dan sensitivitas terhadap perubahan kadar air (Hardiyatmo, 2010). Metode stabilisasi tanah yang dapat dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Stabilisasi Mekanis

Metode ini dapat dilakukan melalui proses fisik dengan dirubahnya sifat fisik tanah di lapangan. Tanah hasil stabilisasi secara mekanis mengalami perubahan dengan meningkatnya kekuatan serta ketahanan terhadap beban yang bekerja diatasnya.

2. Stabilisasi kimiawi

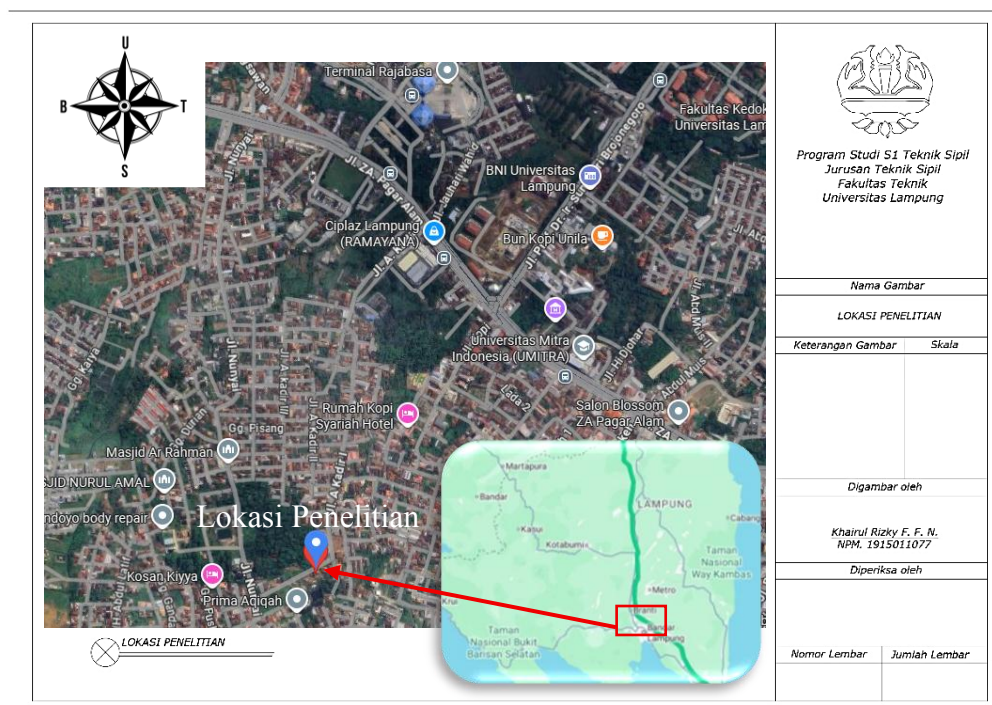
Metode ini terjadi karena terbentuknya reaksi antara bahan stabilitas dengan tanah sehingga terjadinya stabilisasi pada tanah. Stabilisasi

kimiawi dilakukan dengan cara menambahkan bahan stabilitas yang dapat mengubah sifat kurang menguntungkan pada tanah.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Sampel batu bata merah yang akan diuji berasal dari produsen batu bata di Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung, dengan koordinat $5^{\circ}22'40.7''S$ $105^{\circ}14'07.5''E$. Tanah yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan batu bata juga berasal dari daerah tersebut dan dikategorikan sebagai tanah lempung. Pengambilan sampel dilakukan pada cuaca cerah, sehingga sampel tanah yang diambil tidak mengandung air yang berlebihan.



Gambar 3.1 Lokasi pengambilan sampel batu bata.

Abu sekam padi yang digunakan pada penelitian ini berasal dari limbah yang diperoleh dari pabrik penggilingan padi di Kelurahan Campang Raya, Kecamatan Sukabumi, Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung.

3.2 Metode Penelitian

3.2.1. Studi Literatur

Studi literatur bertujuan untuk mempelajari dasar-dasar ilmu yang dijadikan landasan dalam penelitian serta membuat langkah-langkah dalam menganalisis data guna mencapai hasil penelitian. Studi literatur dilakukan dengan cara membaca literatur berupa jurnal, buku dan artikel terkait pembuatan batu bata tradisional.

3.2.2. Pengumpulan Data

Data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah dibutuhkan sebagai berikut :

1. Data primer :

a. Pengumpulan Sampel Abu Sekam Padi:

Pada penelitian ini mengidentifikasi sumber dan metode pengumpulan abu sekam padi, termasuk karakteristik sekam padi yang digunakan.

b. Metode Pengujian

Pengujian laboratorium untuk mendapatkan sifat mekanik tanah dan komposisi karakteristik fisik tanah, seperti kadar air, berat jenis, berat volume, dan analisis saringan.

c. Pembuatan dan Pengujian Bata

Proses pembuatan bata dengan campuran abu sekam padi, termasuk proporsi campuran, teknik pembuatan,, proses pengeringan atau pembakaran, dan proses perendaman sampel yang telah dibuat.

d. Pengujian Kualitas Bata

Uji kekuatan tekan, daya serap air, dan kerapatan semu bata lapangan dan batu bata campuran abu sekam padi.

e. Analisis dan Evaluasi:

Analisis perbandingan kualitas bata dengan dan tanpa abu sekam padi untuk menilai dampak penggunaan abu sekam padi terhadap mutu bata. Selain itu, untuk evaluasi aspek ekonomis dari penggunaan abu sekam padi, termasuk biaya bahan, proses pembuatan, dan potensi penghematan biaya material.

2. Data sekunder

a. Literatur tentang Abu Sekam Padi:

- Informasi mengenai komposisi kimia dan fisik abu sekam padi, lalu sifat-sifatnya sebagai bahan aditif.
- Penelitian terdahulu tentang penggunaan abu sekam padi dalam bahan bangunan, terutama dalam pembuatan bata, beton, atau campuran material lainnya.

b. Informasi tentang batu bata lapangan:

- Data tentang sifat fisik dan mekanik bata Bandar Lampung.
- Deskripsi proses pembuatan bata, jenis material yang digunakan, dan teknik yang diterapkan.

c. Standar dan Regulasi:

- Standar nasional atau internasional yang relevan untuk kualitas bata, seperti SNI (Standar Nasional Indonesia) atau USCS (*Unified Soil Classification System*).
- Peraturan tentang pengelolaan limbah dan pemanfaatan bahan daur ulang dalam konstruksi.

d. Studi Kasus dan Penelitian Terkait:

- Studi sebelumnya yang mengeksplorasi penggunaan limbah pertanian dalam bahan bangunan, khususnya dalam bata dan hasil studi yang menunjukkan efek penggunaan limbah abu sekam padi.

3.3 Bahan Penelitian

Tanah yang digunakan pada penelitian ini termasuk kedalam klasifikasi jenis tanah lempung, yang memiliki sifat plastisitas, kohesif serta mampu mengembang dan menyusut yang disebabkan oleh beberapa faktor. Sedangkan, untuk bahan campuran batu bata pada penelitian ini menggunakan abu sekam padi.

3.4 Persiapan Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Timbangan digital.

Timbangan digital digunakan untuk menimbang bahan campuran seperti tanah liat, semen, abu sekam padi, dan air secara akurat.



Gambar 3.2 Timbangan digital.

2. Neraca analitik

Neraca analitik berfungsi untuk mengukur berat bahan dan sampel dengan tingkat ketelitian yang tinggi. Dalam penelitian ini, neraca digunakan agar setiap komposisi bahan sesuai dengan kebutuhan.



Gambar 3.3 Neraca analitik.

3. Tempat pembakaran

Tempat ini digunakan untuk membakar bahan organik seperti sekam padi hingga menjadi abu, yang kemudian dimanfaatkan sebagai bahan campuran dalam pembuatan bata.

4. Gelas ukur 500 ml

Gelas ukur berfungsi untuk mengukur volume air secara tepat sesuai dengan rasio pencampuran bahan, guna menjaga konsistensi adonan bata.

5. Cetakan kayu

Cetakan kayu yang digunakan adalah cetakan berbentuk kubus dengan ukuran sisi 5 cm untuk membentuk sampel bata yang akan diuji kuat tekannya agar sesuai dengan standar pengujian.

6. UTM (*Universal Testing Machine*)

Alat ini digunakan untuk menguji kekuatan tekan sampel bata dengan memberikan beban secara bertahap hingga sampel mengalami kerusakan, sehingga diperoleh data kekuatan maksimal yang dapat ditahan bata tersebut.



Gambar 3.4 UTM (*Universal Testing Machine*).

7. Mesin *Hot Press*

Digunakan untuk menekan campuran bahan dengan suhu dan tekanan tertentu agar membentuk bata dengan volume padat dan kepadatan yang seragam.

8. Jangka sorong

Alat ini digunakan untuk mengukur dimensi fisik sampel, seperti diameter dan tinggi, guna memastikan kesesuaian ukuran dengan standar pengujian.



Gambar 3.5 Jangka sorong.

9. *Oven*

Oven berfungsi untuk mengeringkan sampel pada suhu terkontrol sebelum proses pembakaran atau pengujian, sehingga kadar air dalam sampel dapat diminimalkan.

3.5 Pelaksanaan Pembuatan Bahan Uji

Pembuatan sampel batu bata dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan terstruktur, untuk memastikan homogenitas campuran serta konsistensi hasil pengujian. Proses dilaksanakan di laboratorium dengan mempertimbangkan metode kadar air optimum (KAO) dan kadar air lapangan.

Tanah yang akan digunakan sebagai bahan dasar pembuatan batu bata terlebih dahulu diuji indeks propertinya untuk mengetahui jenis serta karakteristik fisiknya.

Adapun proses pembuatan batu bata dengan tahapan sebagai berikut:

1. Menyiapkan abu sekam padi sebagai bahan campuran dan tanah liat berpasir yang bersih dari kotoran seperti kerikil, akar, maupun sampah.

2. Tanah dibasahi dengan air kemudian dicampur dengan abu sekam padi sesuai variasi campuran yang direncanakan.
3. Campuran diaduk secara merata, biasanya dengan diinjak-injak hingga adonan menjadi kalis, plastis, dan mudah dibentuk.
4. Adonan kemudian dicetak menggunakan mesin *hot press*, di mana bahan dipadatkan di dalam mesin dan dikeluarkan dalam bentuk balok panjang yang dipotong-potong sesuai ukuran standar batu bata.
5. Batu bata hasil cetakan kemudian dikeringkan atau diangin-anginkan selama sekitar 14 hari, hingga warnanya menjadi pucat merata dan terasa ringan menandakan kadar air telah berkurang secara optimal.
6. Setelah kering, batu bata disusun rapi di dalam tungku pembakaran dengan pola berongga agar panas dapat merata. Proses pembakaran berlangsung selama 24 hingga 48 jam.
7. Setelah pembakaran selesai, tungku ditutup dan dibiarkan mendingin secara perlahan selama 2–3 hari agar bata tidak retak akibat perubahan suhu mendadak.
8. Batu bata yang telah siap selanjutnya diuji di laboratorium untuk mengetahui kuat tekan, daya serap air, serta kerapatan semu, sebagai parameter penilaian mutu dan karakteristik hasil produksi.

3.6 Pelaksanaan Pengujian

Pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah dan Laboratorium Bahan & Konstruksi Fakultas Teknik Universitas Lampung. Adapun pengujian yang akan dilaksanakan yaitu:

1. Pengujian kuat tekan.
2. Pengujian daya serap air.
3. Pengujian kerapatan semu.

3.6.1. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan pada batu bata dilakukan untuk mendapatkan besar beban tekan maksimum yang bisa diterima oleh batu bata. Pengujian ini dilakukan sesuai dengan standar SNI 15-2094-2000. Kuat tekan bata adalah kekuatan tekan maksimum bata per satuan luas permukaan. Pengujian kuat tekan batu bata bertujuan untuk menentukan kekuatan tekan maksimum material tersebut. Sampel yang diuji berbentuk batu bata dengan ukuran $17 \text{ cm} \times 8 \text{ cm} \times 3,5 \text{ cm}$. Sebelum diuji batu bata dipotong menjadi dua bagian yang sama kemudian dilapisi dengan mortar semen diantara potongan batu bata setebal 6 mm, setelah itu benda uji dianginkan selama 7 hari, lalu benda uji ditekan menggunakan mesin uji tekan *Universal Testing Machine* hingga sampel retak. Setelah didapatkan hasil pengujian maka dilakukan perhitungan menggunakan Persamaan (1).



Gambar 3.6 Pengujian kuat tekan.

3.6.2. Pengujian Daya Serap Air

Pengukuran daya serap air bertujuan untuk mengetahui kemampuan batu bata dalam menyerap air pada berbagai persentase variasi

dengan merendamnya dalam baskom berisi air selama 24 jam. Pengujian ini mengacu pada standar SNI 15-2094-2000. Sampel yang diuji memiliki ukuran $17 \text{ cm} \times 8 \text{ cm} \times 3,5 \text{ cm}$. Penentuan daya serap air pada batu bata dilakukan dengan mengukur massa kering dan massa basah sampel, yang masing-masing ditimbang menggunakan neraca analitik.



Gambar 3.7 Pengujian daya serap air.

Jika nilai laju penyerapan air batu bata melebihi angka yang ditetapkan, batu bata tersebut harus direndam dalam air terlebih dahulu sebelum dipasang (Tri dkk., 2007). Setelah hasil pengujian diperoleh, dilakukan perhitungan untuk memperoleh data yang akurat dengan menggunakan rumus Persamaan (2).

3.6.3. Pengujian Kerapatan Semu

Kerapatan semu adalah kerapatan material yang mencakup volume dari pori-pori terbuka dan tertutup di dalam material. Adapun

langkah-langkah yang dilakukan pada pengujian kerapatan semu setelah alat dan bahan disiapkan yaitu sebagai berikut:

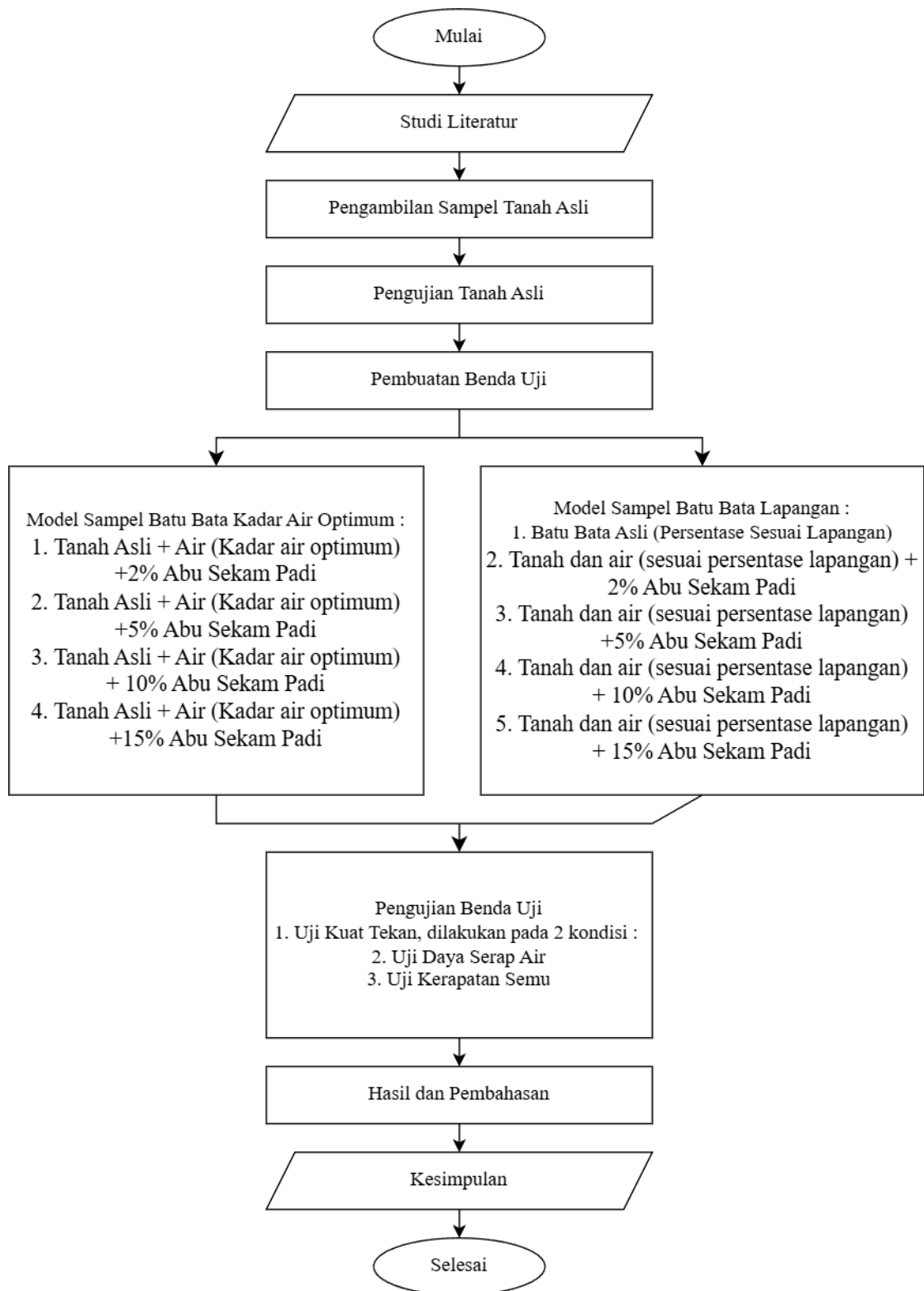
1. Benda uji dikeringkan di dalam oven pengering dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam dan kemudian di keringkan.
2. Benda uji kemudian di timbang beratnya, selanjutnya dimasukkan ke dalam bejana berisi air.
3. Benda uji ditimbang menggantung di dalam air beratnya.
4. Benda uji kemudian dikeluarkan dari bejana air kemudian diseka dengan kain lap dan ditimbang beratnya.

Setelah di dapatkan hasil pengujian maka dilakukan perhitungan untuk mendapatkan data yang akurat dengan menggunakan Persamaan (3) dan Persamaan (4).



Gambar 3.8 Pengujian kerapatan semu.

3.7 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.9. Diagram alir penelitian.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium dan analisis yang telah dilakukan terhadap batu bata yang dibuat dengan variasi penambahan abu sekam padi sebesar 2%, 5%, 10%, dan 15%, serta mengacu pada metode kadar air optimum dan kadar air lapangan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan abu sekam padi berpengaruh terhadap peningkatan kualitas batu bata, Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penambahan abu sekam padi memberikan pengaruh positif terhadap peningkatan kualitas batu bata, khususnya dalam aspek kekuatan tekan, daya serap air, dan kerapatan semu. Pengaruh paling signifikan terjadi pada variasi campuran abu sekam padi sebesar 2% dengan metode pencampuran kadar air optimum (KAO), yang menunjukkan nilai terbaik pada seluruh parameter uji.
2. Kuat tekan tertinggi tercatat pada campuran 2% abu sekam padi dengan kadar air optimum, yaitu sebesar 51,23 kg/cm². Nilai ini telah memenuhi standar minimum SNI 15-2094-2000 untuk kelas mutu 50. Peningkatan kekuatan tekan ini terjadi akibat reaksi pozzolan antara kandungan silika dalam abu sekam padi dan kalsium hidroksida selama proses pembakaran, yang membentuk senyawa pengikat antar partikel tanah, sehingga menghasilkan struktur yang lebih padat dan kuat.
3. Dari segi daya serap air, hasil terbaik juga ditunjukkan oleh campuran 2% abu sekam padi dengan nilai 13,24% menggunakan metode KAO. Seluruh variasi campuran yang diuji masih berada di bawah batas maksimum SNI sebesar 20%, menandakan bahwa batu bata memiliki ketahanan yang baik terhadap kelembapan. Penurunan daya serap ini

disebabkan oleh berkurangnya porositas akibat penambahan abu sekam padi yang berperan mengisi rongga-rongga mikro dalam struktur bata.

4. Nilai kerapatan semu tertinggi juga ditemukan pada campuran 2% dengan kadar air optimum, yaitu sebesar $1,73 \text{ g/cm}^3$, yang jauh melampaui batas minimum SNI sebesar $1,2 \text{ g/cm}^3$. Hal ini mengindikasikan bahwa abu sekam padi mampu meningkatkan kepadatan batu bata dengan mengisi celah antar partikel tanah, sehingga mendukung perbaikan karakteristik mekanis dan fisik secara keseluruhan.
5. Sebaliknya, penambahan abu sekam padi di atas 5% cenderung memberikan dampak negatif terhadap kualitas batu bata. Kelebihan abu menyebabkan struktur menjadi lebih ringan dan berpori akibat massa jenis abu yang lebih rendah dibandingkan tanah liat, sehingga menurunkan kekuatan tekan, meningkatkan daya serap air, serta mengurangi kerapatan semu batu bata.
6. Komposisi abu sekam padi sebesar 2% dengan metode pencampuran kadar air optimum merupakan variasi terbaik dalam penelitian ini. Campuran ini mampu menghasilkan batu bata dengan performa teknis terbaik yang sesuai dengan standar SNI, baik dari segi kekuatan tekan, daya serap air, maupun kerapatan semu, sehingga layak dipertimbangkan sebagai alternatif bahan tambahan dalam peningkatan mutu material bangunan.

5.2. Saran

Beberapa saran yang penulis anggap penting untuk disampaikan setelah menyelesaikan penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Pada penelitian selanjutnya, disarankan untuk memperluas kajian terhadap pengaruh abu sekam padi terhadap sifat-sifat lain dari batu bata, seperti ketahanan terhadap perubahan suhu, kekuatan tarik, serta ketahanan aus. Tujuannya adalah untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif mengenai kinerja batu bata dalam jangka panjang dan kondisi lapangan yang lebih kompleks.

2. Penelitian mendatang juga dianjurkan untuk menyertakan kajian dampak lingkungan dari penggunaan abu sekam padi, untuk memperkuat argumen pemanfaatan limbah ini sebagai material bangunan yang berkelanjutan.
3. Untuk memperoleh hasil yang lebih menggambarkan kondisi nyata di lapangan, dianjurkan penggunaan sampel tanah dari berbagai lokasi berbeda, serta penerapan variasi dimensi dan ukuran batu bata dalam proses pengujian.
4. Pemanfaatan abu sekam padi secara luas dalam pembuatan batu bata memerlukan dukungan kebijakan pemerintah dan upaya sosialisasi kepada pelaku industri, agar dapat dilaksanakan secara berkelanjutan dan berdampak langsung dalam mengurangi limbah pertanian serta mendukung konsep pembangunan berwawasan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrohmanasyah, Adha, I., & Ali, H. (2015). Studi kuat tekan batu bata menggunakan bahan aditif (abu sekam padi, abu ampas tebu, dan fly ash) berdasarkan spesifikasi Standar Nasional Indonesia (SNI). *JRSDD*, 3(3), 541–552.
- Ayat, M. (2020). Pengaruh penambahan abu sekam padi pada pembuatan batu bata terhadap kuat tekan. *Bearing: Jurnal Penelitian dan Kajian Teknik Sipil*, 6(4), 250–258. <https://doi.org/10.32502/jbearing.3220202064>
- Badan Standardisasi Nasional. (1994). *SNI 03-3637-1994: Cara uji berat isi tanah*. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2000). *SNI 15-2094-2000: Bata merah pejal untuk pasangan dinding*. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI 1964:2008: Cara uji berat jenis tanah*. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI 1966:2008: Cara uji penentuan batas plastis dan indeks plastisitas tanah*. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI 1967:2008: Cara uji penentuan batas cair tanah*. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). *SNI 3423:2008: Cara uji analisis ukuran butir tanah*. Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 1965:2019: Metode uji penentuan kadar air untuk tanah dan batuan di laboratorium*. Badan Standardisasi Nasional.
- Bakri. (2009). Komponen kimia dan fisik abu sekam padi sebagai SCM untuk pembuatan komposit semen. *Perennial*, 5(1), 9. <https://doi.org/10.24259/perennial.v5i1.184>
- Handayani, S. (2010). Kualitas batu bata merah dengan penambahan serbuk gergaji. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 12(1), 42.

- Hardiyatmo, H. C. (2018). *Mekanika tanah 1*. Gadjah Mada University Press.
- Hastuti, E., & Huda, M. (2012). Pengaruh temperatur pembakaran dan penambahan abu terhadap kualitas batu bata. *Jurnal Neutrino*, 142–152. <https://doi.org/10.18860/neu.v0i0.1936>
- Hidayati, R. N. (2018). *Pengaruh penambahan abu sekam padi sebagai bahan campuran terhadap sifat mekanik batu bata di Desa Gunung Cupu, Kecamatan Sindangkasih, Kabupaten Ciamis* (Skripsi). Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Kusuma, M. I., & Badaruddin, M. (2013). Pengaruh penambahan abu sekam padi terhadap kekuatan tekan dan porositas genteng tanah liat Kabupaten Pringsewu. *Jurnal FEMA*, 1(1), 24–30.
- Ludfian, M., & Wibowo, D. E. (2017). Stabilisasi tanah lempung dengan campuran abu sekam padi dan pasir menggunakan metode pemadatan laboratorium. *Inersia: Jurnal Teknik Sipil dan Arsitektur*, 13(1), 66–75.
- Maulani, E., Chandra, Y., & Jafrizal, J. (2022). Pengaruh penggunaan abu sekam padi terhadap kuat tekan batu bata campuran tanah diatomae. *Sisfo: Jurnal Ilmiah Sistem Informasi*, 6(1), 68.
- Misdalena, F., & Al Faritzie, H. (2023). Kajian pengaruh variasi campuran abu sekam padi dan bubuk arang kayu terhadap nilai CBR pada tanah. *Jurnal Deformasi*, 8(2), 118–125. <https://doi.org/10.31851/deformasi.v8i2.13478>
- Prayuda, H., Setyawan, E. A., & Saleh, F. (2018). Analisis sifat fisik dan mekanik batu bata merah di Yogyakarta. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 1(2), 94.
- Sandya, Y., Prihantono, & Musalamah, S. (2019). Penggunaan abu sekam padi sebagai pengganti semen pada beton geopolimer. *Educational Building: Jurnal Pendidikan Teknik Bangunan dan Sipil*, 5(2), 59–63.
- Taswing, H. (2024). Pengaruh campuran abu sekam padi dan fly ash terhadap kualitas bata merah. 1(24), 1–8.
- Tri, M., Irianta, F. X. G., Sambirejo, K., & Timur, B. (2007). Kualitas bata merah dari pemanfaatan tanah bantaran Sungai Banjir Kanal Timur. *Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang*, 12(1), 42–50.

Windari, L. (2014). *Studi kekuatan modifikasi dimensi standar batu bata menggunakan campuran bahan additive abu sekam padi* (Skripsi). Universitas Lampung.

Zebua, D., & Sinulingga, K. (2018). *Jurnal Einstein: Bioilmi*, 1(1), 72–82.