

TUGAS AKHIR

PENGGUNAAN ABU SEKAM PADI DAN BOTTOM ASH
SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN PADA CAMPURAN
PEMBUATAN BATA MERAH

Diajukan sebagai salah satu syarat
Untuk Menyelesaikan Program Studi Diploma III
Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis



Oleh:

EDI SAPUTRA
4103211375

DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
2024

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini adalah asli hasil karya saya dan tidak terdapat karya yang pernah dilakukan untuk memperoleh gelar Ahli Madya Teknik di perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis di sebutkan sumbernya dalam naskah dan daftar pustaka.

Bengkalis, ... Juli 2024


METERAI
TEMPEL
A6ALX335402067
Edi Saputra
103211375

LEMBAR PENGESAHAN
PENGGUNAAN ABU SEKAM PADI DAN BOTTOM ASH SEBAGAI
BAHAN TAMBAHAN PADA CAMPURAN PEMBUATAN BATA
MERAH

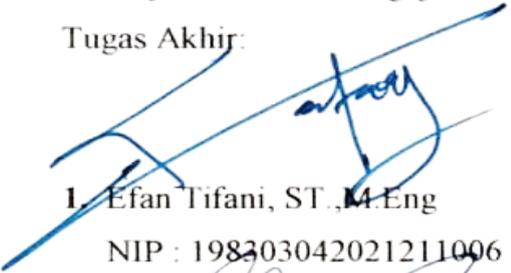
*Diajukan Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi
Diploma III Teknik Sipil Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis*

Oleh:

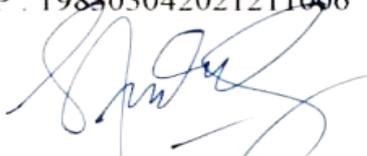
EDI SAPUTRA
NIM: 4103211375

Disetujui oleh Tim Penguji
Tugas Akhir:

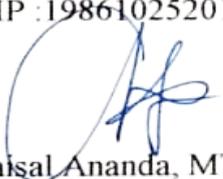
Tanggal Ujian :
Periode Wisuda: 2024


1. Efan Tifani, ST., M.Eng
NIP : 198303042021211006

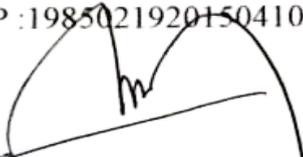
(Dosen Pembimbing I)


2. Indriyani Puluhulawa, M.Eng
NIP : 198610252015042005

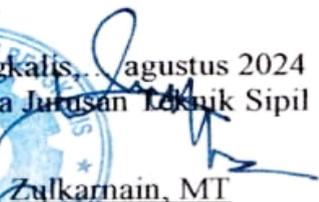
(Dosen Penguji I)


3. Faisal Ananda, MT
NIP : 198502192015041001

(Dosen Penguji II)


4. Marhadi Sastra, ST., M.Sc
NIP : 198903142015041001

(Dosen Penguji III)

Bengkalis, 1 Agustus 2024
Ketua Jurusan Teknik Sipil

Zulkarnain, MT
NIP.198407102019031007



HALAMAN PENGESAHAN

Kami dengan sebenarnya menyatakan bahwa, kami telah membaca keseluruhan dari Tugas Akhir, dan kami berpendapat bahwa Tugas Akhir ini layak dan memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya Teknik

Nama Penguji I : Indriyani Puluhulawa, M.Eng

Tanggal Pengujian : 8 Agustus 2024

Tanda Tangan :



Nama Penguji II : Faisal Ananda, M.T

Tanggal Pengujian : 8 Agustus 2024

Tanda Tangan :



Nama Penguji III : Marhadi Sastra, ST., M.Sc

Tanggal Pengujian : 8 Agustus 2024

Tanda Tangan :



LEMBAR PERSETUJUAN

PENGUNAAN ABU SEKAM PADI DAN BOTTOM ASH SEBAGAI BAHAN
TAMBAHAN PADA CAMPURAN PEMBUATAN BATA MERAH



Oleh :

Edi Saputra

Nim : 4103211375

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL
JURUSAN TEKNIK SIPIL**

Tugas Akhir ini telah dipersiapkan dan disetujui untuk diseminarkan didepan
Dosen Pembimbing dan Dosen Penguji Program Studi D III Teknik Sipil
Politeknik Negeri Bengkalis

Bengkalis, 29 Agustus 2024

Menyetujui, Pembimbing Tugas Akhir

Menyetujui
Dosen Pembimbing


Efan Tifani, S.L.M.Eng
NIP : 198303042021211006

Mengetahui

Ketua Prodi Diploma III Teknik Sipil
Politeknik Negeri Bengkalis



Zulkarnain, M.T
NIP.198407102019031007

PENGUNAAN ABU SEKAM PADI DAN BOTTOM ASH SEBAGAI BAHAN TAMBAHAN PADA CAMPURAN PEMBUATAN BATA MERAH

Nama Mahasiswa : EDI SAPUTRA
NIM : 410321175
Dosen Pembimbing I : Efan Tifani, ST.,M.Eng

ABSTRAK

Dalam penelitian ini digunakan sebagai bahan tambahan campuran yaitu abu sekam padi dan *bottom ash* yang dimana diharapkan dapat mengurangi pemecahan limbah *industry* dan juga sebagai bahan campuran batu bata terhadap sifat mekanik batu bata sehingga mampu untuk meningkatkan kualitas batu bata merah yang di produksi secara manual maupun modern. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan abu sekam padi dan *bottom ash* dalam menentukan kekuatan batu bata daerah rupa dengan beberapa aspek-aspek seperti sifat tampak, ukuran, daya serap air, dan kuat tekan batu bata dengan SNI 15-2094-2000.

Hasil penelitian adalah hasil keseluruhan dari pengujian sifat tampak maka di dapatkan pada tanah normal 100% yang memiliki bentuk batu bata yang paling bagus dari 4 variasi tersebut.

Untuk pengujian ukuran dihasilkan tanah dengan variasi 30% yang memiliki ukuran paling mendekati ukuran yang sesuai syarat SNI 15-2094-2000

jadi untuk hasil daya serap pada batu bata yang terendah yaitu pada tanah normal 100% dengan daya serap 32,63% tetapi belum masuk kriteria karena tidak memenuhi syarat SNI 15-2094-2000, yaitu daya serap dianjurkan maksimum 20%.

Untuk hasil Analisa pengujian kuat tekan batu bata semua dari nilai hasil yang terendah pada tanah normal yaitu 0,54 Mpa sedangkan yang tertinggi pada variasi 30% yaitu 0,68 Mpa dari ke empat variasi belum ada yang memenuhi kategori yang di tetapkan SNI 15-2094-2000 yaitu kuat tekannya masih dibawah 5 N/mm².

Kata Kunci : *abu sekam padi, bata merah, bottom ash, kuat tekan*

*USE OF RICE HUSK ASH AND BOTTOM ASH AS ADDITIONAL INGREDIENTS IN
THE MIXTURE FOR MAKING RED BRICKS*

Student name : EDI SAPUTRA
NIM : 410321175
Supervisor I : Efan Tifani, ST.,M.Eng

ABSTRACT

In this research, it is used as an additional mixed material, namely rice husk ash and bottom ash, which is expected to reduce the breakdown of industrial waste and also as a brick mixture for the mechanical properties of bricks so as to improve the quality of red bricks produced manually or modernly. This research aims to determine the effect of adding rice husk ash and bottom ash in determining the strength of bricks in the Rupert area using several aspects such as appearance properties, size, water absorption capacity and compressive strength of bricks with SNI 15-2094-2000.

The results of the research are the overall results of the visible properties test which were obtained on 100% normal soil which has the best brick shape of the 4 variations.

So the lowest absorption capacity results for bricks are 100% normal soil with an absorption capacity of 32.63% but it is not yet included in the criteria because it does not meet the requirements of SNI 15-2094-2000, namely a maximum recommended absorption capacity of 20%.

For the results of the compressive strength test analysis of all bricks, the lowest result value was on normal soil, namely 0.54 Mpa, while the highest was on the 30% variation, namely 0.68 Mpa. Of the four variations, none of them met the categories set by SNI 15-2094. -2000, that is, the compressive strength is still below 5 N/mm².

Keywords: *rice husk ash, red brick, bottom ash, compressive strength*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah menganugerahkan banyak nikmat sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir (TA) dengan judul “penggunaan abu sekam padi dan bottom ash sebagai bahan tambahan pada campuran pembuatan bata merah” tepat pada waktunya. Pada kesempatan ini penulis menyadari bahwa adanya bimbingan, bantuan, dan doa dari berbagai pihak sehingga proposal tugas akhir ini terselesaikan tepat waktunya oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar besarnya kepada semua pihak yang membantu dalam proses penulisan proposal tugas akhir ini, yaitu kepada:

1. Orang tua yang selalu mendukung dan memberikan doa kepada penulis disetiap kegiatan yang dilakukan penulis.
2. Bapak Efan Tifani,ST.,M.Eng selaku dosen pembimbing tugas akhir.
3. Muzamil dan Hasrul azizi selaku rekan team yang saling bekerja sama dalam menyelesaikan Tugas akhir ini.
4. Dan rekan-rekankelas seperjuangan yang saling mendukung dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis memohon maaf sebesar besarnya kepada rekan rekan tanpa terkecuali apabila terdapat hal hal yang menyinggung dan kesalahan kesalahan penulis disengaja maupun tidak disengaja. Akhir kata penulis harapkan bahwa proposal ini dapat memberikan kontribusi dan manfaat bagi pembaca.

Bengkalis, 27 Juli 2024

Edi Saputra
4103211375

DAFTAR ISI

	Halaman
TUGAS AKHIR.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
LEMBAR PERSRTUJUAN.....	v
ABSTRAK.....	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR SIMBOL.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah	2
1.3 Batasan masalah	3
1.4 Tujuan penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Dasar Teori	6
2.2.1 Pengertian Batu Bata Merah.....	6
2.2.2 Tanah liat.....	8
2.2.3 Syarat Mutu Batu Bata Merah.....	8
2.2.4 Air.....	10
2.2.5 Sekam padi.....	11
2.2.6 <i>Bottom Ash</i>	11
2.3 Proses Pembuatan Batu Bata	12
2.3.1 Penggalian Bahan Mentah.....	13
2.3.2 Pengolahan Bahan Mentah.....	13
2.3.3 Pembentukan Batu Bata.....	13
2.3.4 Pengeringan Batu Bata.....	14

2.3.5 Pembakaran Batu Bata	14
2.4 Pengujian Material pembentuk Batu Bata Merah	16
2.4.1 Uji Kadar Air (SNI 1965 – 1990, ASTM D2216-92-1996) Berat Volume Tanah (SNI 03-3637-1994).....	16
2.4.2 Uji Analisa Saringan (SNI 1968-1990/ASTM D 2487)	18
2.4.3 Uji Analisa Hydrometer (ASTM D 1140-00)	19
2.4.4 Uji Atterberg Limit (SNI 1967-2008).....	21
2.4.5 Uji Berat Jenis Tanah (SN 1964-2008).....	24
2.5 kerangka Berpikir	24
BAB III METODE PENELITIAN	25
3.1 Alat dan Bahan	25
3.1.1 Alat	25
3.1.2 Bahan	31
3.2 Tahap penelitian	32
3.2.1 Studi Literatur	32
3.2.2 Persiapan Laboraturium.....	32
3.3.3 Pengujian Property Campuran Bata.....	33
3.3.4 Pembuatan Benda Uji	34
3.3.5 Pengujian Batu Bata	34
3.3.6 Analisia Data	35
3.3 Diagram Alir	36
3.4 Teknik Pengumpulan dan Analisa	37
3.5 Tempat dan Waktu Pelaksanaan	37
3.6 prosedur pengujian tanah dan <i>bottom ash</i>	37
3.6.1 pengujian kadar air	37
3.6.2 pengujian berat volume.....	37
3.6.3 pengujian Analisa saringan.....	38
3.6.4 pengujian atterberg limit.....	39
3.6.5 Pengujian hydrometer.....	41
3.6.6 Pengujian berat jenis.....	43
3.6.7 Pengujian kadar air dan berat volume dan berat jenis bottom ash.....	44
3.6.8 PembuatanBendaUji	46
3.6.9 Pengujian BatuBata	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	51
4.1 Hasil pengujian sifat fisik material batu bata.....	51
4.1.1 Pengujian kadar air	51
4.1.2 Pengujian berat volume	52
4.1.3 Pengujian analisa hydrometer.....	53
4.1.4 Pengujian analisa saringan.....	54

4.1.5 Pengujian berat jenis butir tanah.....	55
4.1.6 Pengujian atterberg limit.....	56
4.1.7 Pengujian kadar air	57
4.1.8 Pengujian berat volume <i>bottom ash</i>	58
4.1.9 Pengujian berat jenis butir bottom ash.....	59
4.2 Jumlah bahan pembentuk batu bata	59
4.3 Data hasil pengujian batu bata merah.....	61
4.3.1 Pengujian sifat tampak.....	61
4.3.2 Pengujian ukuran	63
4.3.3 Pengujian kuat tekan batu bata	64
4.3.4 Pengujian daya serap batu bata.....	66
4.4 Rekomendasi tanah yang boleh dipakai	67
BAB 5 PENUTUP	68
5.1 Kesimpulan.....	68
5.2 Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA	70

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 kuat tekan	10
Gambar 2.2 sekam padi	11
Gambar 2.3 bottom ash	12
Gambar 2.4 diagram batas atterbag	21
Gambar 2.5 grafik penentu	22
Gambar 2.6 grafik indeks	23
Gambar 3.1 diagram alir.....	32
Gambar 3.2 pengujian kadar air dan berat volume.....	34
Gambar 3.3 pengujian Analisa saringan.....	35
Gambar 3.4 pengujian atterberg limit.....	37
Gambar 3.5 pengujian hydrometer	39
Gambar 3.6 pengujian berat jenis.....	40
Gambar 3.7 pengujian berat volume bottom ash.....	41
Gambar 3.8 pengujian berat jenis bottom ash.....	42
Gambar 3.9 pembuatan benda uji.....	44
Gambar 3.10 pengujian sifat tampak.....	44
Gambar 3.11 pengujian ukuran.....	45
Gambar 3.12 pengujian kuat tekan.....	46
Gambar 3.13 pengujian daya serap.....	46
Gambar 4.1 grafik Analisa saringan.....	51
Gambar 4.2 grafik pengujian sifat tampak.....	57
Gambar 4.3 grafik pengujian ukuran.....	58
Gambar 4.4 grafik kuat tekan batu bata.....	60
Gambar 4.5 grafik daya serap batu bata.....	61

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 ukuran dan toleransi batu bata merah	9
Tabel 2. 2 Dimensi (standar Indonesia NI -10).....	9
Tabel 2. 3 Dimensi (standar Indonesia NI -10).....	9
Tabel 2. 4 Kuat tekan rata - rata dan koefisien yang diizinkan pada pengujian kuat tekan bata merah menurut Sni 15 -2094 -2000	9
Tabel 2. 5 Susunan saringan berdasarkan standar ASTM	19
Tabel 4 1 Pengujian kadar air	51
Tabel 4 2 Berat volume.....	52
Tabel 4. 3 Analisa hydrometer.....	54
Tabel 4. 4 Analisa saringan.....	54
Tabel 4. 5 Berat jenis butir tanah	55
Tabel 4. 6 uji batas cair (liquid limit)	56
Tabel 4. 7 uji batas plastis (plastic limit)	57
Tabel 4. 8 Pengujian kadar air bottom ash.....	57
Tabel 4. 9 Pengujian berat volume bottom ash.....	58
Tabel 4. 10 Berat jenis butir bottom ash	59
Tabel 4 .11 Volume 1 cetakan	60
Tabel 4. 12 Jumlah keseluruhan bahan pembentuk bata merah.....	60
Tabel 4. 13 Pengujian sifat tampak tanah normal 100%	61
Tabel 4. 14 Pengujian ukuran, tanah normal 100%	63
Tabel 4 .15 Pengujian kuat tekan	65
Tabel 4. 16 Pengujian daya serap batu bata	66

DAFTAR SIMBOL

- W ; kadar air (%)
W1 ; berat cawan + tanah basah (garam)
W2 ; berat cawan + tanah kering (garam)
W3 ; berat cawan (garam)
W1-W2 ; berat air (garam)
W2-W3 ; berat tanah kering (garam)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Batu bata adalah bahan bangunan yang telah lama dikenal dan banyak digunakan oleh masyarakat seiring dengan meningkatnya jumlah dan laju perkembangan penduduk. Penggunaan batu bata banyak digunakan untuk aplikasi teknik sipil seperti dinding perumahan. Oleh karena itu, kebutuhan terhadap batubata dapat terpenuhi dengan menyediakan batu bata yang memenuhi persyaratan teknis, mudah didapat dan harga yang murah sehingga dapat dijangkau oleh masyarakat. Definisi batu bata menurut SNI 15-2094-2000 merupakan unsur bahan bangunan yang digunakan untuk pembuatan konstruksi bangunan, dibuat dari tanah dengan atau tanpa campuran bahan-bahan lain, dibakar pada suhu yang cukup tinggi hingga tidak dapat hancur lagi bila direndam dalam air.

Kebutuhan di bidang properti yang cukup tinggi merupakan pengaruh dari pertumbuhan penduduk. Hal ini mempengaruhi permintaan akan bahan bangunan seperti batu bata juga semakin meningkat. Batu bata adalah batu buatan yang terbuat dari tanah liat dengan atau tanpa bahan campuran yang melalui beberapa proses. Proses tersebut meliputi pengeringan dengan cara dijemur dan kemudian dibakar dengan temperatur tinggi. Tujuannya agar batu bata mengeras dan tidak hancur jika terendam dalam air.

Tentu halnya perlu penggunaan kualitas batu bata yang kuat, agar memberikan daya tahan dan stabilitas pada bangunan, batu bata yang berkualitas rendah dapat berisiko runtuh atau mengalami kerusakan yang bisa membahayakan penghuni. Dan disini saya mengambil kualitas batu bata yang ada di pulau rupa, kualitas batu bata yang ada di pulau rupa sedikit menurun. Kemungkinan tanah liat yang digunakan untuk membuat batu bata mungkin tidak tersedia secara melimpah di pulau rupa, dan bahan baku yang digunakan, dan untuk sifat tampak batu batanya yang mudah retak

Penggunaan bottom ash dan abu sekam padi dapat memperbaiki sifat-sifat fisik batu bata merah seperti kekuatan tekan dan daya terhadap air, dan sebagai bahan pengisi yang meningkatkan insulasi termal dan akustik dari batu bata. Abu sekam padi juga mengandung silika tinggi yang dapat meningkatkan kekuatan batu bata merah.

Dalam penelitian ini digunakan sebagai bahan tambahan campuran yaitu abu sekam padi dan *bottom ash* diharapkan dapat mengurangi pemecahan limbah industri dan juga meningkatkan kualitas batu bata merah yang diproduksi secara manual maupun modern. Sebagai merupakan salah satu bahan potensial yang digunakan dikarenakan produksinya yang tinggi. Pada dasarnya untuk mengurangi limbah tersebut maka bahan limbah ini dimanfaatkan pada penggunaan campuran batu bata.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka penulis melakukan penelitian mengenai penggunaan abu sekam padi dan bottom ash sebagai bahan campuran batu bata terhadap sifat mekanik batu bata, pemanfaatan dari limbah sekam padi dan juga *bottom ash* ini diharapkan dapat menambah kualitas produksi batu bata tradisional maupun modern. Berkaitan dengan penjelasan di atas untuk itu penulis mengangkat judul tugas besar mengenai "penggunaan abu sekam padi dan bottom ash sebagai bahan tambahan pada campuran batu bata merah"

1.2 Rumusan masalah

Adapun permasalahan dalam penelitian ini mengacu dari latar belakang di atas:

1. Bagaimana pengaruh penambahan abu sekam padi dan bottom ash sebagai bahan campuran batu bata dan lama waktu pembakaran bata terhadap sifat mekanik batu bata?
2. Bagaimana pengaruh penambahan abu sekam padi dan bottom ash terhadap nilai sifat tampak pada kualitas batu bata

1.3 Batasan masalah

Dari permasalahan diatas penulis membatasi beberapa permasalahan antara lain sebagai berikut:

1. Pembahasan berfokus pada bahan baku pada penggunaan abu sekam padi dan bottom ash
2. Penambahan campuran pada setiap variasi sampel

NO	Tanah asli (%)	Bottom ash (%)	Abu sekam padi (%)	Jumlah sampel
I	100	0	0	30
II	50	25	25	30
III	60	20	20	30
IV	40	30	30	30

3. Ukuran Batu Bata yang di gunakan (M-5a) tebal 6,5cm, lebar 9,2cm, dan panjang 19 cm mengikuti ukuran batu merah di temeran,bengkalis.
4. Jenis-jenis pengujian tanah :
 - a. Pengujian kadar air (SNI 1965–1990, ASTM D2216-92-1996)
 - b. Pengujian berat volume (SN1 03-3637-1994)
 - c. Pengujian analisa saringan (SNI 1968-1990/ASTM D 2487)
 - d. Pengujian analisa hydrometer (ASTM-D 1140-00)
 - e. Pengujian Atterbeg limit (SNI 1967-2008)
 - f. Uji Berat Jenis Tanah (SNI 1964-2008)
5. Jenis-jenis pengujian batu bata Mengacu pada SNI 15-2094-2000 :
 - a. Pengujian Sifat Tampak
 - b. Pengujian daya serap
 - c. Pengujian ukuran
 - d. Pengujian kuat tekan.
6. Persentase (%) air yang akan di tambahkan dalam batu bata merah ditentukan dari pengujian Atterberg limits tanah terhadap berat tanahkering

1.4 Tujuan penelitian

Tujuan dari penelitian ini diambil berdasarkan SNI 15-2094-2000, adapun tujuannya adalah:

1. Menentukan daya serap batu bata daerah rupa dengan adanya campuran tambahan abu sekam padi dan bottom ash dan sifat mekanik batu bata
2. Menentukan pengaruh penambahan abu sekam padi dan bottom ash terhadap kuat tekan batu bata sebagai salah satu bahan konstruksi saat ini
3. Menentukan penambahan abu sekam padi dan bottom ash pada kualitas batu bata terhadap ukuran batu bata merah
4. Menentukan pengaruh abu sekam padi dan bottom ash pada sifat tampak batu bata tersebut.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang akan diperoleh dari penelitian ini dengan mengetahui kualitas batu bata dengan campuran abu sekam padi dan bottom ash

1. Bagi mahasiswa ,manfaat penelitian ini adalah memperdalam pengetahuan ilmu fisika terutama fisika material dan memperoleh pengetahuan tentang pengaruh abu sekam padi dan bottom ash sebagai bahan campuran pada sifat mekanik batu bata
2. Membantu mengetahui mana yang lebih kuat antara batu bata polos dengan batu bata campuran abu sekam padi dan bottom ash
3. Penelitian ini dapat digunakan untuk mencari kualitas batu bata merah apabila dengan campuran tambahan yang lebih kuat atau yang lebih unggul
4. Sebagai tambahan jurnal untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis mengambil beberapa penelitian terdahulu tentang penggunaan campuran abu sekam padi dan bottom ash sebagai campuran batu bata merah adalah sebagai berikut:

2.1.1. Ratih Nurul Hidayati (2018) pengaruh penambahan abu sekam padi sebagai bahan campuran 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 N/mm² dengan pembakaran selama 24 jam.

perhitungan pengujian kuat tekan batu bata dengan penambahan abu sekam padi. Pada waktu pembakaran selama 12 jam untuk persentase 0% abu sekam padi nilai kuat tekannya yaitu 1,9 N/mm². Nilai kuat tekan batu bata dengan penambahan abu sekam padi sebesar 5%, 10%, dan 15% berturut-turut adalah 2,7 N/mm², 2,2 N/mm² dan 2,1 N/mm². Pada waktu pembakaran selama 24 jam untuk persentase 0% abu sekam padi nilai kuat tekannya yaitu 2,7 N/mm². Nilai kuat tekan batu bata dengan penambahan abu sekam padi sebesar 5%, 10%, dan 15% berturut – turut adalah 4,1 N/mm², 3,3 N/mm², dan 2,9 N/mm². Dari hasil pengujian kuat tekan, batu bata yang memiliki komposisi abu sekam padi sebanyak 5% dengan lama pembakaran 24 jam memiliki kuat tekan maksimum yaitu sebesar 4,1 N/mm². Nilai kuat tekan tersebut sesuai dengan referensi yaitu termasuk kelas 2,5 dengan kuat tekan rata- rata lebih dari 2,5 N/mm² (SII-0021-1978).

2.1.2. Hendro, Prastumi, Lilya, Desy (2012) pengaruh penggunaan bottom ash sebagai pengganti tanah liat pada campuran bata terhadap kuat tekan bata.

Pengujian dilakukan dengan membuat benda uji bata dengan variasi prosentase tanah liat dan *bottom ash*. Kemudian dilakukan uji tekan untuk mengetahui kekuatan tekan bata serta pengaruh dari pemakaian *bottom ash*. Hasil yang di dapatkan batu bata yang menggunakan bottom ash sebesar 40% memiliki nilai kuat tekan rerata yang paling tinggi, yaitu sebesar 12,88 kg/cm². Hasil dari pengamatan dengan metode uji setengah batu bata memperlihatkan ketidakstabilan trend peningkatan nilai kuat tekan. Pada saat 30% tanah liat digantikan oleh bottom ash, kuat tekan rerata yang di peroleh meningkat jauh di atas nilai kuat tekan benchmark (*bottom ash* 0%). Namun kemudian nilai kuat tekan menurun pada prosentase penggunaan bottom ash 35% dan 40%, dan meningkat lagi untuk benda uji dengan penggunaan *bottom ash* 45%. dari pengujian, diketahui bahwa penggunaan *bottom ash* sebagai pengganti tanah liat dengan prosentase maksimum 45% dapat menghasilkan batu bata yang memiliki kuat tekan yang sama dengan atau lebih dari batu bata yang menggunakan tanah liat 100%.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Pengertian Batu Bata Merah

Ratih Nurul Hidayati (2018) pengaruh penambahan abu sekam padi sebagai bahan campuran terhadap sifat mekanik batu bata. Batu bata merupakan unsur bangunan yang diperuntukan untuk pembuatan konstruksi bangunan dan dibuat dari tanah liat dengan atau tanpa campuran bahan-bahan lain, yang dicetak dan kemudian dibakar pada suhu cukup tinggi hingga tidak dapat hancur lagi bila direndam air. Jadi dapat dikatakan juga suatu batu-batuan yang digunakan untuk pembuatan dinding bangunan dan dapat dipakai juga untuk pembuatan pondasi apabila tidak ada bahan lain. (widjojo & prabowo, 1977).

menurut SNI 15-2094-2000, bata merah pejal tradisional adalah bahan bangunan yang berbentuk prisma segi empat panjang, pejal atau berlubang dengan volume lubang maksimum 15%, dan digunakan untuk konstruksi dinding bangunan, yang dibuat dari tanah liat dengan atau tanpa dicampur bahan aditif dan dibakar pada suhu tertentu. Penggunaan bata merah pejal yang dibakar untuk bahan bangunan telah dimulai dari zaman prasejarah oleh karena tingkat keawetan dari batu bata yang telah dibakar dengan baik dan cukup kuat melalui exposure dalam berbagai keadaan iklim. Unit bata yang modern telah dibuat dalam berbagai macam ukuran, bentuk, warna dan tekstur guna memenuhi ketentuan dari arsitektur modern.

Menurut (Daryanto,1994) tanah liat merupakan bahan dasar dalam pembuatan batu bata yang memiliki sifat plastis dan susut kering.sifat plastis ini sangat penting untuk mempermudah dalam proses awal pembuatan batu bata.plastisitas atau keliatan tanah liat ditentukan oleh kehalusan partikel-partikel tanah liat.plastisitas berfungsi sebagai pengikat dalam proses pembentukan sehingga batu bata yang dibentuk tidak mengalami keretakan atau berubah bentuk.sifat kekuatan kering merupakan sifat tanah liat yang setelah dibentuk dan kondisinya cukup kering mempunyai kekuatan yang stabil,tidak berubah bila diangkat untuk keperluan *finishing*,pengeringan serta penyusunan dalam pembakaran.adapun ciri khas tanah liat adalah kering,lengket menggumpal dan melunak jika terkena air

Adapun bahan-bahan dan campuran dalam pembuatan batu bata digunakan untuk memperbaiki kualitas tanah liat yang akan dijadikan sebagai bahan mentah yaitu bahan-bahan yang bisa digunakan seperti abu sekam padi,pasir,fly ash,bottom ash dan serbuk gergaji.batu bata sendiri mempunyai sifat-sifat fisika sebagai berikut (Van Flack, 1992) :

- a. Merupakan senyawa logam dan nonlogam
- b. Senyawa ini mempunyai ikatan ionik dan ikatan kovalen.adanya ikatan ionik ini menyebabkan bahan keramik mempunyai stabilitas yang relatif tinggi dan tahan terhadap perubahan fisika dan kimia yang ekstrem

- c. Pada umumnya keramik batu bata, bersifat isolator karena memiliki electron bebas yang sedikit bahkan tidak ada. elektron-elektron ini berbagi dengan atom-atom yang berdekatan membentuk ikatan kovalen atau perpindahan electron valensi dari kation ke anion membentuk ikatan ion
- d. Mempunyai modulus elastisitas yang tinggi ,ini menyatakan tingkat kelakuan atau ketengangan yang diperlukan untuk menghasilkan satu satuan regangan elastis.umumnya dianggap material yang getas dan tidak ulet.

2.2.2 Tanah liat

Tanah liat adalah sejenis tanah yang bersifat kohesif dan plastis.tanah liat terbentuk dari proses pelapukan batuan silika oleh asam karbonat dan sebagian dihasilkan dari aktivitas panas bumi. Tanah liat adalah tanah yang memiliki partikel-partikel mineral tertentu yang menghasilkan sifat-sifat plastis pada tanah bila dicampur dengan air (grim, 1953).

Tanah lempung memiliki plastisitas tinggi dan tidak porous,sehingga biasanya tanah ini tidak mudah terputus ketika dibentuk memanjang seperti pensil,tetapi mudah pecah ketika dibentuk lempengan dan dipijat dengan jari (heru santoso,2010).

Tanah lempung pada umumnya digunakan dalam kegiatan pembangunan seperti batu bata dan kerajinan gerabah,wadah untuk dijadikan piring,kendi,gunci,kuali,dan sebagainya.Jika disimpulkan,berikut adalah ciri-ciri dan karakteristik yang dimiliki oleh tanah lempung:

- a) Ukuran butiran halus < 0,002 mm
- b) Permeabilitas rendah
- c) Kenaikan air kapiler tinggi
- d) Bersifat sangat kohesif
- e) Kadar kembang susut yang tinggi
- f) Proses konsolidasi lambat

2.2.3 Syarat Mutu Batu Bata Merah

1. Sifat Tampak

Bata merah pejal untuk pasangan dinding harus berbentuk prisma segi empat panjang, mempunyai rusuk-rusuk yang siku, bidang-bidang datar yang

rata dan tidak menunjukkan retak-retak.

2. Ukuran dan Toleransi

Tabel 2. 1 ukuran dan toleransi batu bata merah

Modul	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)
M-5a	65 ± 2	92 ± 2	190 ± 4
M-5b	65 ± 2	100 ± 52	190 ± 4
M-6a	52 ± 3	110 ± 2	230 ± 4
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 : SNI 15-2094-2000

Pada acuan yang dipakai dalam pengukuran dimensi batu bata merah di negara Indonesia adalah peraturan bata merah sebagai bahan bangunan yang berlaku di Indonesia (SNI-10) dari Yayasan Dana Normalisasi Indonesia, yang menyatakan bahwa dimensi batu bata merah yang sudah umum digunakan sebagai bahan bangunan.

Tabel 2. 2 Dimensi (standar Indonesia NI -10)

	Panjang	Lebar	Tebal
%Penyimpangan	3	4	5
(selisih (max-min) (mm)	10	5	4

Tabel 2. 3 Dimensi (standar Indonesia NI -10)

Jenis	panjang (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)
Bata I	240	115	52
Bata II	230	110	50

Sumber : bata merah sebagai bahan bangunan, SNI NI-10,1964

3. Kuat Tekan

Tabel 2. 4 Kuat tekan rata-rata dan koefisien yang diizinkan pada pengujian kuat tekan bata merah menurut Sni 15-2094-2000

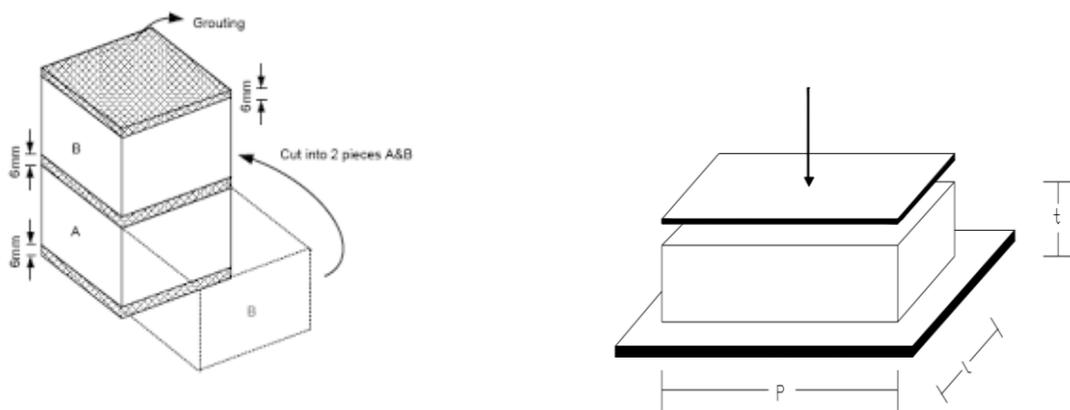
Kelas	Kuat Tekan Rata-Rata dari 30 Buah Batu Bata yang Diuji diLaboratorium (MPa)	Koefisien Variasi yang Diizinkan dari Ketentuan (%)
50	5	22
100	10	22
150	15	15
200	20	15

250	25	15
-----	----	----

Sumber : SNI 15-2094-2000

Kuat tekan bata merah dapat dicari dengan cara pengujian di laboratorium sesuai metode yang ditetapkan. Benda uji yang digunakan dalam pengujian kuat tekan bata merah adalah bata merah dalam keadaan utuh.

. Setiap bata merah ditempatkan diantara dua pla tdengan tebal 6 mm di dalam mesin uji. Kuat tekan bata merah dihitung menggunakan



Gambar 2.1 Kuat Tekan

(sumber: Hendro susen, prastumi, lilya susanty, desy setyo wulan,2012)

Kuat tekan (σ) = P/A

Persamaan (2. 1)

Keterangan :

σ = Tekanan (N/mm²)

P = Beban Maksimum (N)

A = Luas Bidang Tekan (mm²)

4. Garam yang membahayakan

Berdasarkan SII 0021-78, garam yang mudah larut dan membahayakan serta yang dapat menyebabkan terjadinya kerusakan struktural Efflorescence pada permukaan bata adalah magnesium sulfat (MgSO₄), natrium sulfat (Na₂ SO₄), kalium sulfat (K₂ SO₄), dengan total kadar garam kurang dari 50%.

5. Kerapatan Semu minimum bata merah pejal untuk pasangan dinding adalah 1,2 gram/cm²

6. Penyerapan Air maksimum bata merah pejal untuk pasangan dinding adalah 20%.

2.2.4 Air

Air merupakan bahan campuran yang sangat penting dalam proses

pengikatan material-material yang digunakan untuk pembuatan batu bata. Air yang digunakan dalam pembuatan batu bata harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

1. Air tawar dan berwarna bening.
2. Air harus tidak sadah tidak mengandung garam yang larut dalam air.
3. Air cukup bersih dengan tidak mengandung minyak, asam, alkali, dan tidak mengandung banyak sampah, kotoran dan bahan organik lainnya

2.2.5 Sekam padi

Sekam padi adalah limbah buangan hasil penggilingan padi yang cenderung meningkat yang mengalami proses penghancuran yang alami dan lambat, sehingga mengganggu lingkungan juga kesehatan. Sekam padi merupakan lapisan keras yang meliputi kariopsis yang terdiri dari dua belahan yang disebut lemma dan palea yang saling bertautan (putro dan prasyoko, 2007). Selain itu, sekam padi juga mengandung silika (SiO_2) 87-97% sehingga sekam padi dapat dijadikan sebagai bahan baku dalam bidang agro industri. Selain itu, sekam padi dapat digunakan sebagai bahan bakar, bahan baku pembuatan arang aktif, kertas karbon dan batu baterai (Siahaan, dkk, 2013).



Gambar 2.2 Sekam Padi

(sumber : dokumentasi pribadi, desa selat baru)

2.2.6 Bottom Ash

abu padat (bottom ash) merupakan abu sisa dari ub proses pembakaran batu bara yang tidak terbakar atau menempel pada bagian bawah tembok tungku pembakaran yang di temukan setelah pembakaran/insinerasi. sebagian abu yang terbang keluar dari proses pembakaran melalui cerobong asap di sebut abu ringan (*fly ash*)



Gambar 2.2 Bottom Ash
(sumber : dokumentasi pribadi, desa selat baru)

2.3 Proses Pembuatan Batu Bata

Batu bata memiliki susunan atom-atom yang belum tertata dengan baik sehingga belum berbentuk kristal sempurna. Selama pembentukan batu bata, yang terjadi adalah susunan kristal belum sempurna yang ditandai dengan masih rapuhnya material batu bata (Van Flack, 1992).

Batu bata disusun oleh tanah liat yang terdiri dari lima lapis atom yang menyusun tebal partikel tanah liat. Permukaan partikel lempung bertegangan residu, tidak terlalu luas dan tebalnya terbatas. Atom-atom permukaan cenderung masuk keruang untuk memperkecil energi permukaannya. Karena tipisnya partikel, ion-ion tidak tertarik ke dalam namun menjadi kutub yang memberi muatan positif dan negatif pada permukaan. Muatan ini diimbangi oleh jerapan fisik molekul air yang juga dapat membuat momen dipol. Air akan terikat dan tidak mudah lagi untuk bergerak. Partikel tanah liat dapat tumbuh menyamping, atau tumbuh searah bidang. Bagian tepi partikel merupakan ikatan putus sehingga dapat diimbangi dengan menarik air (Ramli, 2007).

Tanah liat mempunyai permukaan amat luas karena sangat kecil ukuran partikelnya yaitu kurang dari $2\mu\text{m}$. Akibatnya, tanah liat sanggup mengikat air di sekelilingnya (E. Sutarman, 2013). Air tidak mudah lagi dipisahkan dengan tanah liat kecuali dipanaskan di atas suhu 1.000°C . Air merupakan kunci cara pembentukan batu bata. Pada kandungan air sedikit (tak sampai 10%), air tidak cukup untuk mengimbangi muatan (dwikutub) fisika kimia pada partikelnya. Partikel-partikel saling bersaing memperebutkan sehingga menempel kuat. Ketika tanah liat yang telah dicetak pada bahan cetakan dipanaskan pada suhu 800°C , maka partikel air menjadi berkurang karena penguapan sehingga ikatan antar atom pada tanah liat menjadi lebih kuat. Pada kandungan air tingkat sedang (15%-25%), maka

jumlah air cukup untuk mengimbangi muatan partikel. Kelebihan air ini juga berfungsi sebagai pelumas bagi tanah liatnya. Dengan kadar air sebesar ini, maka bahan liat menjadi lebih plastis. Pada kandungan air tinggi, air akan terikat di sekeliling partikel dan membentuk suspensi dan partikel tersebut akan bertolakan satu sama lain (Ramli, 2007).

Pada proses pembuatan batu bata, terdapat beberapa tahapan yang meliputi penggalian bahan mentah, pengolahan bahan, pembentukan, pengeringan, pembakaran, pendinginan, dan pemilihan (seleksi). Adapun tahap-tahap pembuatan batu bata, yaitu sebagai berikut (Miftakhul, 2012: 143-145):

2.3.1 Penggalian Bahan Mentah

Penggalian bahan mentah batu bata merah sebaiknya dicarikan tanah yang tidak terlalu plastis, melainkan tanah yang mengandung sedikit pasir untuk menghindari penyusutan. Penggalian tanah dilakukan dengan menggunakan alat tradisional, seperti 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. Selanjutnya menggali sampai ke bawah sedalam 0,5-1 meter atau tergantung kondisi tanah. Tanah yang sudah digali dikumpulkan dan disimpan pada tempat yang terlindungi. Semakin lama tanah liat disimpan, maka akan semakin baik karena menjadi lapuk. Tahap tersebut dimaksudkan untuk membusukkan organisme yang ada dalam tanah liat.

2.3.2 Pengolahan Bahan Mentah

Tanah liat sebelum dibuat batu bata merah harus dicampur secara merata yang disebut dengan pekerjaan pelumatan. Pekerjaan pelumatan dilakukan secara manual dengan cara diinjak-injak oleh orang atau hewan dalam keadaan basah dengan kaki atau diaduk dengan tangan maupun alat traktor. Bahan campuran yang ditambahkan pada saat pengolahan harus benar-benar menyatu dengan tanah liat secara merata. Bahan mentah yang sudah jadi ini sebelum dibentuk dengan cetakan, terlebih dahulu dibiarkan selama 2 sampai 3 hari dengan tujuan memberi kesempatan partikel-partikel tanah liat untuk menyerap air agar menjadi lebih stabil, sehingga apabila dibentuk akan terjadi penyusutan yang merata.

2.3.3 Pembentukan Batu Bata

Bahan mentah yang telah dibiarkan 2-3 hari dan sudah mempunyai sifat plastisitas sesuai rencana, kemudian dibentuk dengan alat cetak yang terbuat dari

kayu atau kaca sesuai ukuran standar SNI 15-2094-1991 atau SII- 0021-78. Supaya tanah liat tidak menempel pada cetakan, maka cetakan kayu atau kaca tersebut dibasahi air terlebih dahulu. Lantai dasar pencetakan batu bata merah permukaannya harus rata dan ditaburi abu sekam padi. Langkah awal pencetakan batu bata yaitu meletakkan cetakan pada lantai dasar pencetakan. Tanah liat yang telah siap dibentuk dilemparkan pada bingkai cetakan dengan tangan dan ditekan-tekan sampai tanah liat memenuhi segala sudut ruangan pada bingkai cetakan. Selanjutnya mengangkat cetakan dan batu bata mentah hasil dari cetakan dibiarkan begitu saja agar terkena sinar matahari. Batu bata mentah tersebut kemudian dikumpulkan pada tempat yang terlindung untuk diangin-anginkan.

2.3.4 Pengeringan Batu Bata

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

2.3.5 Pembakaran Batu Bata

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

- a) Tahap penguapan (pengeringan), yaitu pengeluaran air pembentuk, terjadi hingga temperatur kira-kira 120°C.
- b) Tahap oksidasi, terjadi pembakaran sisa-sisa tumbuhan (karbon) yang

terdapat di dalam tanah liat. Proses ini berlangsung pada temperatur 650°C-800°C.

- c) Tahap pembakaran penuh. Bata dibakar hingga matang dan terjadi vitrifikasi hingga menjadi bata padat. Temperatur matang bervariasi antara 920°C-1.020°C tergantung pada sifat tanah liat yang dipakai.
- d) Tahap penahanan. Pada tahap ini terjadi penahanan temperatur selama 1-2 jam. Pada tahap 1, 2 dan 3 kenaikan temperatur harus perlahan-lahan agar tidak terjadi kerugian pada bata, di antaranya mudah pecah, terdapat warna hitam pada bata, pengembangan, dan lain-lain.

Proses pembakaran dipengaruhi oleh faktor-faktor ukuran partikel, temperatur, waktu, energi permukaan, dan lain-lain. Melalui proses ini terjadi perubahan struktur mikro seperti pengurangan jumlah dan ukuran pori, pertumbuhan butiran, peningkatan densitas dan penyusutan. Pada bahan keramik, terjadi beberapa perubahan pokok yaitu berkurangnya luas permukaan, berkurangnya volume bulk dan bertambahnya kekuatan.

Tanah liat yang permukaannya amat luas dan karena ukurannya sangat kecil, berakibat memiliki muatan besar pada permukaannya sehingga tanah liat sanggup mengikat baik secara fisik maupun kimia air disekelilingnya. Air yang terjerap tidak mudah lagi dipisahkan dari tanah liat kecuali dengan dipanaskan hingga di atas 1.000°C. Air gugus hidroksida mulai lepas pada suhu 600°C. Oleh karena itu, batu bata yang temperatur pembakarannya kurang dari 600°C akan mudah rapuh karena gugus hidroksidanya belum lepas dalam proses pembakaran akan terjadi pemampatan karena partikel-partikel tanah liat akan mengelompok menjadi bahan padat, permukaan bata akan menyusut, volume berkurang dan struktur bata akan bertambah kuat kemudian permukaan butir yang berdekatan akan saling menyatu (Pramono, 2014). Gambar 1 menunjukkan proses pembakaran pada batu bata.

2.4 Pengujian Material pembentuk Batu Bata Merah

Material pembentuk batu bata merah yang digunakan dalam penelitian ini adalah lempung, fly ash, bottom ash dan air. Pengujian air tidak dilakukan karena air yang digunakan telah sesuai standar air minum, yaitu tidak mengandung minyak, asam, alkali, garam dan zat organik lainnya.

2.4.1 Uji Kadar Air (SNI 1965 – 1990, ASTM D2216-92-1996) Berat Volume Tanah (SNI 03-3637-1994)

a. Kadar air

Tanah pada umumnya terdiri dari 3 (tiga) fase yaitu butiran tanah (solid), air (water) dan udara. Dua kasus yang ekstrim adalah tanah kering (dry solid) dan tanah jenuh (saturated solid). Nilai berat isi (Volume) tanah merupakan parameter yang penting untuk digunakan menentukan nilai daya dukung tanah untuk perencanaan pondasi dangkal dan pondasi dalam. Partikel butir padat, air dan udara yang terkandung didalam komponen tanah masing-masing mempunyai berat dan volume.

Untuk menentukan besar kadar air dari suatu sampel tanah yang telah dilakukan pengujian kadar air, dapat menggunakan persamaan/rumus:

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{Berat Air (W1-W2)}}{\text{Berat tanah kering (W1-W3)}} \times 100\%$$

Persamaan 2.2

Ket :

W : Kadar Air (%)

W1 : Berat Cawan dan Tanah Basah (Gram)

W2 : adalah berat cawan dan tanah kering(gram)

W3 : adalah berat cawan (gram)

(W1-W2) : adalah berat air (gram)

(W2-W3) : adalah berat tanah kering (partikel padat) (gram)

b. Berat isi (berat volume)

Menentukan besar kadar air dari suatu sampel tanah yang telah dilakukan pengujian kadar air, dapat menggunakan persamaan/rumus dibawah:

$$\text{Berat Isi/Berat Volume} = \frac{\text{Berat Sampel}}{\text{Volume Sampel}} : \frac{Wt}{Vt} : \frac{Wt}{\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \cdot t} \quad \text{Persamaan 2.3}$$

Ket :

d :Diameter tabung cincin (cm)

t :Tinggi tabung cincin (cm)

w :Berat tanah basah (gram)

V :Volume tabung cincin (cm³)

W1 :Berat tabung + tabung cincin kosong (gram)

W2 :Berat tabung + sampel tanah (gram)

γ :Berat volume tanah (gram/cm³)

Adapun metode perhitungan untuk mendapatkan data-data diatas yaitu sebagai berikut berikut :

d. Volume Tabung Cincing²

$$V = \frac{1}{4} L \times d^2 \times t \quad (\text{cm}^3) \quad \text{Persamaan 2.4}$$

e. Volume W Rata – rata

$$W_{\text{rata-rata}} = \frac{W1+W2}{2} \quad \text{Persamaan 2.5}$$

f. Perhitungan Berat Volume Tanah Basah

$$\gamma b : \frac{W}{V} \quad (\text{gr/cm}^3) \quad \text{Persamaan 2.6}$$

$$\gamma b \text{ rata-rata} : \frac{\gamma b^1 + \gamma b^2}{2} \quad (\text{gr/cm}^3) \quad \text{Persamaan 2.7}$$

g. Perhitungan Volume Kering

$$\gamma d : \frac{\gamma d}{w} \quad (\text{gr/cm}^3) \quad \text{Persamaan 2.8}$$

2.4.2 Uji Analisa Saringan (SNI 1968-1990/ASTM D 2487)

Analisis butiran tanah adalah penentuan presentase berat butiran pada satu unit saringan, dengan ukuran diameter lubang tertentu. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui ukuran butir dan susunan butir (gradasi) tanah.

1. Alat dan Bahan
 - a. Saringan : 1 set saringan

Tabel 2. 5 Susunan saringan berdasarkan standar ASTM

ASTM D-2487		ASTM C-136-46/AASHTO T-27-47	
Nomor Ayakan	Diameter (mm)	Nomor Ayakan	Diameter (mm)
3"	76,200	1 ½ "	38,100
2"	50,800	1"	25,400
1"	25,400	3/8"	9,525
3/4"	19,050	No.4	4,750
3/8"	9,525	No.8	2,360
No.4	4,750	No.30	0,600
No.10	2,000	No.50	0,300
No.20	0,850	No.100	0,150
No.40	0,425	No.200	0,075
No.60	0,250	Pan	-
No.100	0,150		
No.120	0,125		
No.200	0,075		
Pen	-		

1. Hitung persentase tanah yang tertahan (% soil not pass) pada setiap ayakan/saringan menggunakan persamaan/rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ soil not pass} = \frac{W \text{ soil not pass (gram)}}{\text{berat total sample (WS:gram)}} \times 100\% \quad \text{persamaan 2.9}$$

1. Jumlahkan secara kumulatif persen tanah tertahan pada setiap ayakan
2. Hitung presentase lolos setiap ayakan yaitu 100%. Jumlah kumulatif pesen tanah tertahan.
3. Buat grafik semi logaritma yang menyatakan hubungan antara ukuranbutiran dengan presentase lolos (kurva distribusi ukuran butir).

2.4.3 Uji Analisa Hydrometer (ASTM D 1140-00)

Analisis hidrometer didasarkan pada prinsip sedimentasi (pengendapan) butiran- butiran tanah dalam air. Analisa hidrometer digunakan untuk butiran yang mempunyai diameter lebih kecil dari 0,075 mm, atau lolos pada saringan no.200. Pengujian ini dilakukan untuk menentukan jenis tanah berdasarkan teori klasifikasi tanah dengan menggabungkan hasil pengujian saringan dan hidrometer.

Untuk mendapatkan hasil dari pengujian hidrometer ini terdapat beberapa rumus yang akan menjadikan panutan, yaitu sebagai berikut :

1. Massa benda uji

a. Hitung massa kering

$$M = \frac{Bo}{1+w} \quad (\text{Gram}) \quad \text{Persamaan 2.10}$$

Dimana :

Bo : Massa basah contoh tanah (gram)

W : Kadar air tanah (%)

b. Hitung massa kering bagian yang lolos saringan no.200

$$B2 = M - B1 \quad \text{Persamaan 2.11}$$

Dimana :

B1 : Massa contoh tanah tertahan saringan no.200

2. Analisa bagian butir contoh tanah yang lolos saringan no.200

a. Hitung ukuran butir tanah terbesar yang ada dalam suspensi pada kedalaman efektif ($L = \text{cm}$) untuk setiap saat pembacaan ($T : \text{menit}$) dengan rumus :

$$D : K\sqrt{\frac{L}{T}} \quad \text{Persamaan 2.12}$$

Dimana :

K : Konstanta yang besarnya dipengaruhi oleh temperatur suspensi dan berat jenis tanah (G_s)

L : Kedalaman efektif, dimana berat jenis suspensi (G_{s1}) diukur oleh hidrometer yang nilainya ditentukan oleh jenis hidrometer.

T : Temperatur pada saat pembacaan dalam menit tertentu.

b. Hitung persentase massa butir tanah ($P = \%$) dan butir tanah yang lebih kecil dari ($D = \text{mm}$) terhadap massa kering seluruh tanah yang akan diperiksa dengan rumus :

I. Jika digunakan hidrometer tipe 151 H :

$$P : \left[\left(\frac{1000}{M} \right) \times \frac{G_s}{(G_s - G_{s1})} \right] \times (R - G_{s1}) \quad \text{Persamaan 2.13}$$

II. Jika digunakan hidrometer tipe 152 H : P

$$: \left(R \times \frac{a}{M} \right) \times 100$$

Dimana :

R : Pembacaan hidrometer terkoreksi

$(R_1 - R_2) G_s$: Berat Jenis butir tanah

G_{s1} : Berat jenis cairan pelarut tanah (berat jenis suspensi)

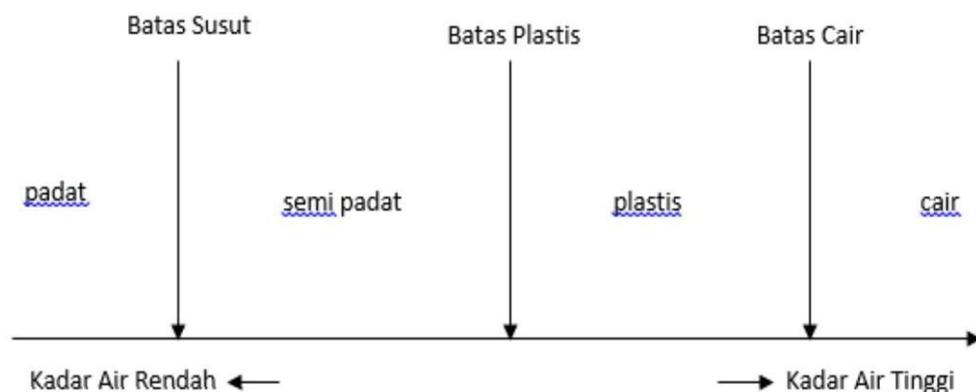
2.4.4 Uji Atterberg Limit (SNI 1967-2008)

Nilai-nilai batas Atterberg Limit ditemukan pada tahun 1919 oleh seorang berkebangsaan swedia bernama Atterberg. Nilai-nilai terhadap pada tanah berbutir halus (clay atau silt) yang terdiri dari :

- a. Batas Cair (Liquid Limit) = LL
- b. Batas Plastis (Plastic Limit) = PL
- c. Batas Susut (Shrinkage Limit) = SL

Batas cair adalah kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis (batas atas daerah plastis). Batas plastis adalah kadar air batas dibawah zona plastis. Keadaan ini ditandai dengan mulainya terjadi retak-retak rambut apabila tanah tersebut dibuat dalam bentuk batang dengan diameter 3mm. Batas susut adalah kadar air dimana tanah mulai berbentuk padat. Pada kondisi ini, apabila tanah tersebut dikeringkan lebih lanjut tidak akan terjadi penyusutan volume.

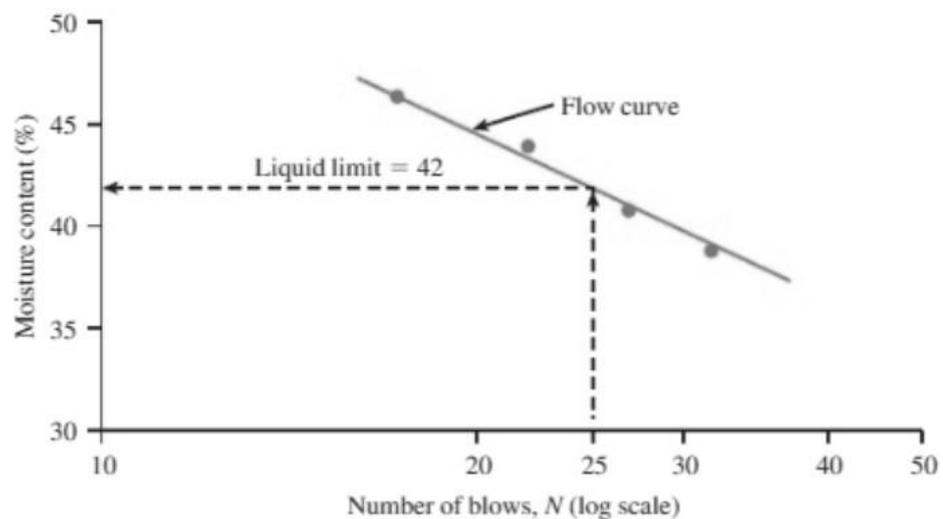
Nilai-nilai batas Atterberg Limit ditemukan pada tahun 1919 oleh seorang berkebangsaan swedia bernama Atterberg. Nilai-nilai terhadap pada tanah berbutir halus (clay atau silt) yang terdiri dari :



Gambar 2. 4 Diagram Batas-Batas Atterbreg
(Sumber: Dr. Ir. H. Darwis, M.Sc., Buku Dasar-dasar mekanika tanah, 2018)

b. Batas Cair (Liquid Limit) = LL

Batas cair (LL), didefinisikan sebagai kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis, yaitu batas atas dari daerah plastis. Batas cair biasanya ditentukan dari uji Casagrande. Kemudian, hubungan kadar air dan jumlah pukulan yang dipadatkan dari hasil pengujian menggunakan alat Casagrande digambarkan dalam grafik semi logaritmik untuk menentukan kadar air pada 25 kali pukulan.



Gambar 2. 5 Grafik Penentuan Batas Cair Tanah

(Sumber : Tiopan H M Gultom Christian Gerald Daniel, *Buku Mekanika tanah*, 2021)

c. Batas Plastis (Plastic Limit) = PL

Batas plastis (PL), didefinisikan sebagai kadar air tanah pada kedudukan antara daerah plastis dan semi plastis, yaitu persentase kadar air dimana tanah yang berbentuk silinder dengan diameter 3,2 mm dalam keadaan mulai retak ketika digulung.

d. Batas susut (shrinkage limit) = SL

Batas susut (SL), didefinisikan sebagai kadar air pada kedudukan antara daerah semi plastis dan padat, yaitu persentase kadar air dimana pengurangan kadar air selanjutnya tidak mengakibatkan perubahan volume tanah.

Cara pendekatan yang menentukan batas cair dapat digunakan suatu data jumlahpukulan dan kadar air dan dihitung dengan rumus :

$$LL = Wn \frac{n(0,121)}{25} \quad \text{Persamaan 2.14}$$

Dimana :

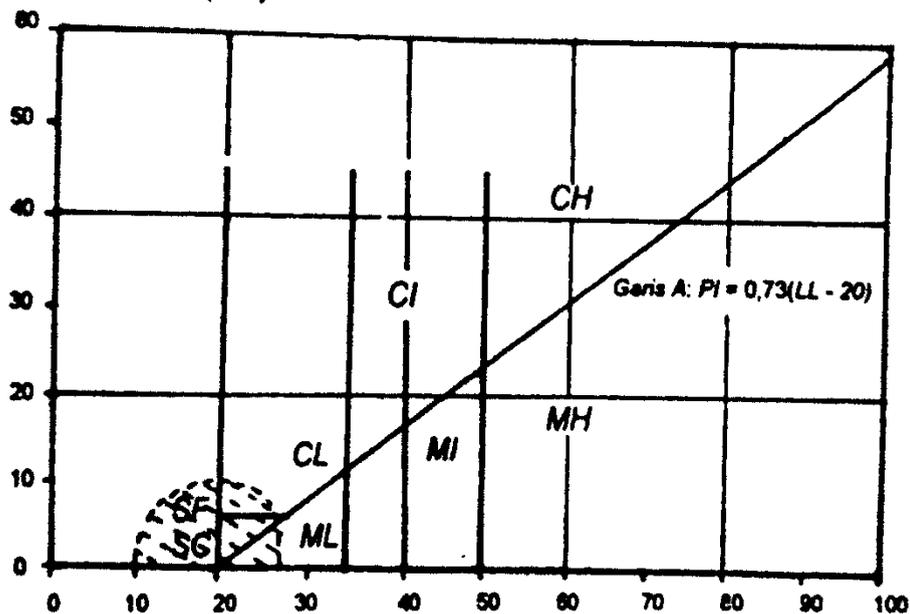
$$IP : LL-PL \quad \text{Persamaan 2.15}$$

LL : Nilai batas cair tanah %

N : Jumlah pukulan yang diperlukan untuk menutup alur pada tanah dengan kadar air

Wn

IP : Indeks plastisitas tanah



Gambar 2.6 Grafik Indeks Plastisitas Tanah
(Sumber : buku Teknik pondasi 1, hary christady hardiyatmo, 1996)

2.4.5 Uji Berat Jenis Tanah (SN 1964-2008)

Berat jenis / *Gravity of Specify* (GS) adalah perbandingan berat isi butir tanah (γ_s) terhadap berat isi air (γ_w) pada suhu 4°C. Berat jenis menunjukkan berapakah butir lebih berat dari pada air. Untuk kebanyakan tanah, Gs bervariasi sekitar 2,6-2,8 pada suhu standart 20°C. Untuk perhitungan jika Gs tidak diberikan, Gs dapat diasumsikan pada rentang tersebut. Untuk tanah organik nilai Gs dapat kurang (lebih kecil) dari 2.

Berat jenis adalah perbandingan berat isi butir tanah (γ_s) terhadap berat isi air (γ_w) pada suhu 20°C.

$$GS = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} = \frac{W_s/V_s}{W_w/V_w} \quad \text{persamaan 2.16}$$

$$GS = \frac{W_s}{V_s} = \frac{(M_2 - M_1)}{(M_4 - M_1) - (M_3 - M_2)} \quad \text{Pada temperature 20°C}$$

Apabila temperature percobaan tidak didapatkan 20°C misal 28°C maka harus dikoreksi.

Ket :

M1 : Berat piknometer kosong (gr)

M2 : Berat piknometer kosong + sampel tanah (gr)

M3 : Berat piknometer kosong + sampel tanah + air (gr)

M4 : Berat piknometer kosong + air (gr)

2.5 kerangka Berpikir

limbah sekam padi yaitu dari hasil penggilingan padi terbilang cukup banyak, sekam padi sendiri masih kurang dimanfaatkan oleh masyarakat. karena kurangnya pengetahuan untuk mengelola limbahnya. untuk itu dalam upaya pemanfaatan limbah padi maka peneliti menggunakan abu dari hasil pembakaran untuk diaplikasikan pada bidang konstruksi yaitu untuk campuran bahan pada pembuatan bata merah, tidak hanya abu sekam padi peneliti juga menambahkan bottom ash sebagai bahan campuran untuk pembuatan batu bata. selain untuk memanfaatkan limbah sekam padi dan bottom ash peneliti juga bertujuan untuk mengetahui apakah abu sekam padi dan bottom ash layak untuk kekuatan batu bata merah

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan

3.1.1 Alat

Supaya penelitian ini dikerjakan dengan baik, maka di butuhkan sejumlah alat membantu aktifitas. alat-alat yang di gunakan yaitu:

1. timbangan digital



Gambar 3.1 Timbangan Digital

2. mould penakar



Gambar 3.2 Mould Penakar

3. mesin kuat tekan



Gambar 3.3 Mesin Kuat Tekan

4. sendok spesi



Gambar 3.4 Sendok Spesi

5. sekop



Gambar 3.5 Sekop

6. mesin grenda



Gambar 3.6 Grenda

7. Cetakan batu bata



Gambar 3.7 Cetakan Batu Bata

8. Jangka sorong



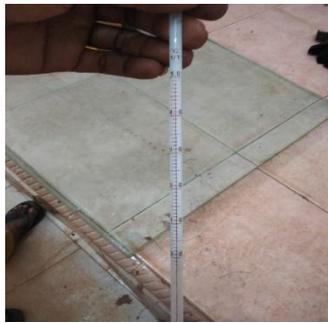
Gambar 3.8 Jangka Sorong

9. Gelas ukur



Gambar 3.9 Gelas Ukur

10. tempratur



Gambar 3.10 Tempratur

11.casagrande



Gambar 3.11 Casagrande

12. cawan kecil



Gambar 3.12 Cawan Kecil

13. saringan



Gambar 3.13 Saringan

14. wadah



Gambar 3.14 Wadah

15. pisau pemotong



Gambar 3.15 Pisau Pemotong

16. oven



Gambar 3.16 Oven

17. sampel extrude



Gambar 3.17 Sampel extrude

18. tabung picnometer



Gambar 3.18 Tabung Picnometer

19. cincin tabung



Gambar 3.19 Cincin Tabung

3.1.2 Bahan

Untuk penelitian ini penulis memerlukan sejumlah bahan yang dibutuhkan agar penelitian ini dapat dikerjakan dengan baik. Bahan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Tanah liat dan sampel tanah dari terkul, rupa kecamatan bengkalis.



Gambar 3.20 Tanah Liat Rupa

2. *Bottom ash* dan abu sekam padi sebagai campuran yang berasal dari PT. Dumai Hijau Abadi yg diambil dari pabrik-pabrik pengolahan kelapa sawit di Wilayah Kota Madya Dumai dan desa selat baru.



Gambar 3.21 Abu Sekam Padi



Gambar 3.22 *Bottom Ash*

3. Air suling yang bersih yang berasal dari Politeknik Negeri Bengkalis.
4. Air raksa yang ada di Laboraturium Politeknik Negeri Bengkalis.

3.2 Tahap penelitian

tahapan penelitian yang dilakukan oleh penulis yaitu langkah – langkah kerja yang perlu dilakukan dalam melakukan pembuatan batu bata dengan beberapa variasi untuk menentukan kualitas batu bata merah dengan campuran *bottom ash* dan abu sekam padi dengan data pengujian sebagai berikut.

3.2.1 Studi Literatur

untuk studi literatur ini penulis mengutip dari beberapa publikasi pengujian sebelumnya, para ahli di dunia teknik sipil, standar ataupun peraturan-peraturan yang berlaku dan buku panduan terutama yang berhubungan dengan tema tugas akhir ini.

3.2.2 Persiapan Laboraturium

Sebelum melakukan pengujian penulis sebelumnya memperisapkan hal-hal

yang akan digunakan dilaboratorium seperti waktu pelaksanaan, mempersiapkan alat-alat yang akan digunakan dilaboratorium dan juga mempersiapkan bahan properti campuran beton seperti:

1. *Bottom ash* dan abu sekam padi

Untuk *bottom ash* yang akan dilakukan pengujian ini di ambil dari kampus untuk asal pengambilannya yaitu dari PT. Dumai Hijau Abadi yang di peroleh dari pabrik-pabrik pengolahan kelapa sawit di wilayah kota dumai, untuk pengujian nya sendiri ada beberapa jenis yaitu pengujian berat jenis, berat volume, kadar air.

2. sekam padi

pada pengambilan bahan untuk benda uji ini yaitu berasal dari desa selat baru sebelum dilakukan pengujian sekam padi dikeringkan dahulu dan dibakar hingga menjadi abu

3. Sampel tanah sebagai benda uji

Untuk sampel tanah yang mau di uji diperoleh dari kelurahan terkul, pulau rupa, dan tanah tersebut.

3.3.3 Pengujian Property Campuran Bata

pengujian yang dilakukan penulis mengacuh pada SNI sebagai pedoman untuk melakukan tahapan pengujian material setiap bahan, yaitu sebagai berikut :

1. Kadar Air (SNI 1965-1990) dan Berat Volume Tanah (SNI 03-3637-1994)

untuk ini bertujuan memeriksa kadar air tanah dari suatu contoh tanah. Kadar air tanah adalah perbandingan antara massa (berat) air yang dikandung tanah dan massa (berat) kering tanah, dinyatakan dalam persen.

2. Analisa Saringan (SNI 1968-1990/ASTM D 2487)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan presentase berat butir pada satu unit saringan dan mengetahui ukuran butir tanah (gradasi tanah).

3. Atterberg Limit (SNI 03-1967-F dan SNI 03-1966-1990-F)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan nilai batas pada suatu tanah.

4. Hidrometer (ASTM D 1140-00)

Pengujian ini dilakukan sebagai menentukan jenis tanah berdasarkan

teori klasifikasi dengan butiran yang mempunyai diameter kecil dari 0,075 mm atau lolos saringan no.200.

5. Berat Jenis Tanah (SNI 1964-2008)

Pengujian ini bertujuan sebagai perbandingan antara massa butir-butir dengan massa air destilasi di udara dengan volume yang sama dan pada temperatur tertentu.

3.3.4 Pembuatan Benda Uji

dalam tahap ini penulis melakukan pembuatan benda uji menggunakan cetakan berbentuk persegi panjang dengan modul (M-5a) tebal 6,5cm, lebar 9,2cm, dan panjang 19 cm dengan jumlah keseluruhan yaitu 120 buah dan 30 buah setiap variasinya. Variasi sampel yang akan dilakukan penelitian yaitu, sebagai berikut:

1. Tanah Asli 100% tanpa campuran.
2. Tanah Asli 50% + *abu sekam padi* 25% + *Bottom Ash* 25%
3. Tanah Asli 60% + *abu sekam padi* 20% + *Bottom Ash* 20%
4. Tanah Asli 40% + *abu sekam padi* 30% + *Bottom Ash* 30%

Untuk proses proses pembakarannya yaitu sebelum batu bata kering kami melakukan pekerjaan membuat tungku pembakaran dengan dengan bahan dindingnya terbuat dari batu-bata yang sudah dibakar, kemudian di susun sama pemasangan dinding dan untuk bahan pembakarannya yaitu dengan mengambil kayu karet yang sudah kering atau sudah di potong dan kemudian proses penyusunan batu bata di tungku kami memisahkan variasinya agar tidak tertukar.

3.3.5 Pengujian Batu Bata

Selanjutnya melakukan pengujian pada sifat-sifat batu bata dengan SNI 15 2049-2000, yaitu sebagai berikut:

1. Sifat Tampak

Bata merah harus berbentuk prisma segi empat panjang, mempunyai rusuk-rusuk yang siku, bidang-bidang datar yang rata dan tidak menunjukkan retak-retak. Peneliti dapat melakukan pengujian sifat tampak ini menggunakan alat seperti penggaris biasa, meteran kecil, dan jangka sorong

atau bisa melihat dengan mata telanjang karena bentuk yang sudah dapat dipastikan.

2. Pengujian Ukuran

Pengujian ini dilakukan untuk menetapkan ukuran dan toleransi batu bata merah, ketentuan tersebut bisa kita lihat pada tabel 2.1, tabel 2.2, dan tabel 2.3 pada halaman diatas Untuk menentukan ukuran yang lebih akurat dapat melakukan pengujian menggunakan meteran kecil, jangka sorong, atau penggaris biasa dengan menyesuaikan ukuran yang telah direncanakan.

3. Pengujian Kuat Tekan Bata Merah

Kuat tekan bata merah dilakukan untuk mendefinisikan sebagai kemampuan material dalam menahan beban atau gaya mekanis sampai terjadinya kegagalan. Kuat tekan bata merah dihitung berdasarkan rumus berikut:

$$\text{Kuat tekan } (\sigma) = P/A$$

4. Pengujian Daya Serap

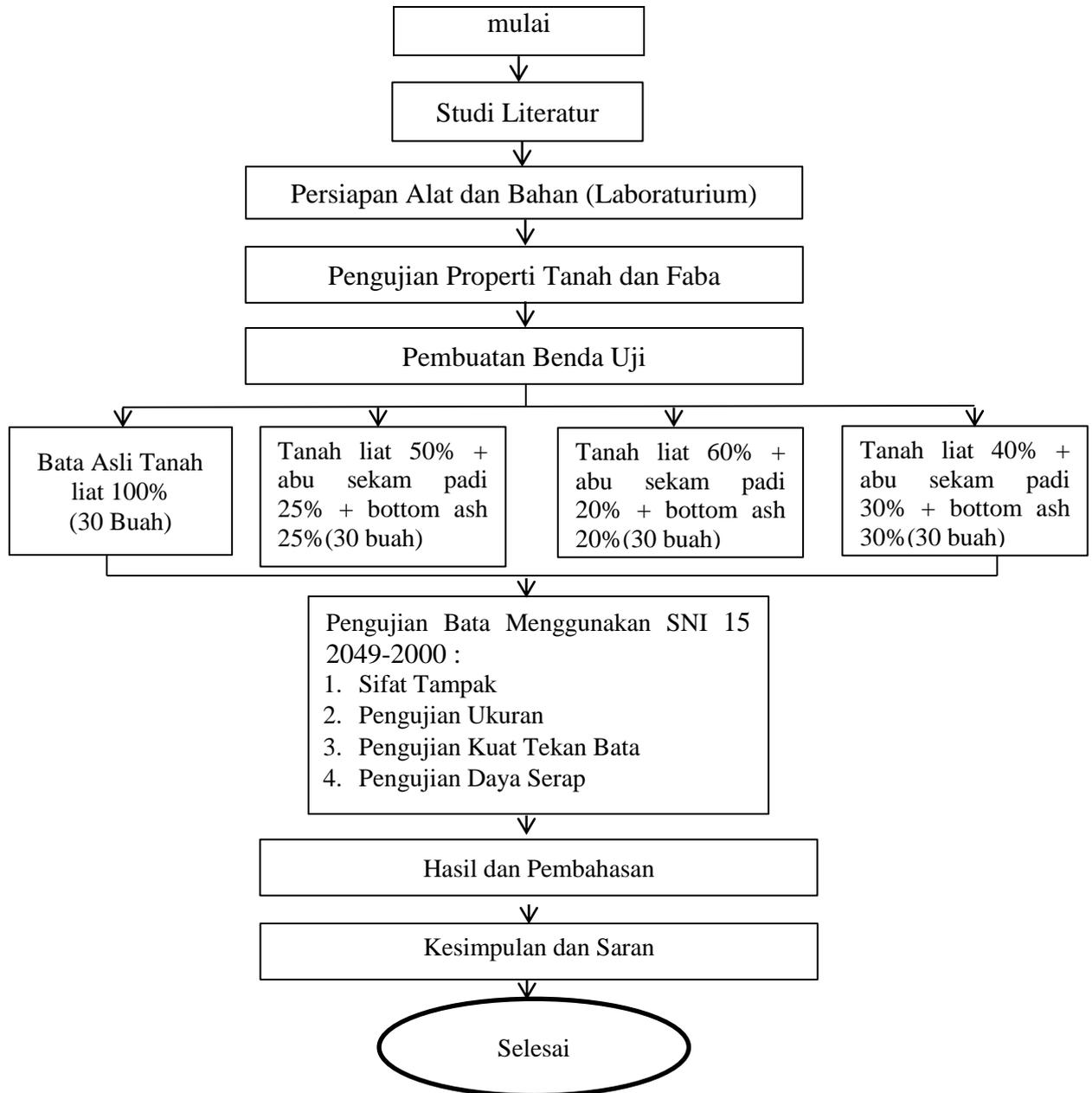
Pengujian ini dilakukan dengan merendam benda uji dalam air sampai jenuh, kemudian ditimbang beratnya (A_s). Kemudian dikeringkan dalam dapur pengering (oven) pada suhu (100-110) °C selama 24 jam hingga berat tetap lalu dinginkan sampai suhu kamar kemudian masing-masing ditimbang beratnya (B_k). Perhitungan tersebut dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$D_s = \frac{A_s - B_k}{B_k} \times 100\%$$

3.3.6 Analisa Data

Pada Analisa data ini merupakan salah satu tahap untuk menentukan penyelesaian suatu masalah secara ilmiah. Dilakukan dengan mengolah data dari hasil penelitian berkaitan dengan masalah yang ada untuk dapat menjawab permasalahan dalam mengerjakan tugas akhir ini. Data yang diperlukan pada pengujian ini adalah analisa data properti campuran bata merah dan mutu batu bata merah yang dihasilkan

3.3 Diagram Alir



Gambar 3.23 Diagram Alir

3.4 Teknik Pengumpulan dan Analisa

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan pengujian terkait dengan material yang digunakan dalam pengujian pada benda uji. Pengujian pada material yang digunakan yaitu pengujian berat volume, kadar air, analisa saringan, analisa hydrometer, atterberg limit dan berat jenis. Sedangkan pengujian benda uji yaitu pengujian sifat tampak, pengujian ukuran, pengujian daya serap dan pengujian kuat tekan bata.

Analisis data yang dilakukan yaitu dengan melakukan pengolahan data yang didapat dari hasil pengujian sesuai dengan persamaan-persamaan yang ada pada pengujian yang telah dipaparkan.

3.5 Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Dalam proses pengujian ini penulis melaksanakan di Laboraturium Uji Tanah 2 LAB uji Bahan Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Bengkalis, dengan pengambilan uji sampel dari Desa terkul pulau rupert dan dari PT. Dumai Hijau Abadi.

3.6 prosedur pengujian tanah dan *bottom ash*

Langkah-langkah pengujian:

3.6.1 pengujian kadar air

1. timbang cawan kosong (beri label W1)
2. isi cawan dengan sampel tanah yang akan dicari kadar airnya
3. timbang cawan yang berisi sampel tanah tersebut (W2)
4. kemudian masukkan cawan berisi sampel tanah kedalam oven dan dioven selama 24 jam
5. setelah kering dinginkan didalam desikator
6. timbang cawan yang berisi sampel tanah kering tersebut (W3)

3.6.2 pengujian berat volume

1. persiapkan contoh tanah secara hati-hati sehingga kondisi tanah tidak berubah
2. keluarkan contoh sampel tanah dari tabung sampel (hasil *hand boring*) cawa silinder yang digunakan menggunakan *extruder*, lalu potong dan rapikan
3. bersihkan ring benda uji lalu keringkan, setelah itu ditimbang (W1)

4. tidak lupa ukur tinggi cincin dan tinggi cincin tabung
5. timbang cincin dan berat sampel tanah (W₂),
6. untuk mengetahui kadar air, berat isi kering, angka pori, porositas dan derajat kejenuhan tanah tersebut maka sampel dalam cincin tersebut dikeringkan dengan oven selama 24 jam (lakukan prosedur pengujian seperti pada prosedur pengujian kadar air diatas.



Gambar 3.24 Pengujian Kadar Air Dan Berat Volume
(Sumber: Dokumentasi Tugas Akhir 2024)

3.6.3 pengujian Analisa saringan

1. ambil sampel tanah kering oven selama 24 jam sebanyak 2000 gram
2. rendamlah tanah yang telah di oven kedalam plastik besar dan lalu di kocok hingga merata, diamkan selama 15 menit
3. susun seperangkat alat ayakan (alat saringan) dari ukuran terbesar ke ukuran terkecil.
4. tumpahkan tanah tersebut ke dalam ayakan yang telah tersusun, lalu semprotkan di bawah keran air sedikit hingga tanah yang lebih kecil lolos ayakan (saringan)
5. ambil ayakan (saringan) paling atas dan oven Bersama sampel tanah yang tertahan di setiap ayakan.
6. setiap tanah yang tertahan di masukkan kedalam wadah, dan setiap wadah di timbang berat kosongnya lalu di oven selama 24 jam
7. setelah itu keluarkan sampel yang telah di oven lalu di dinginkan, setelah itu lalu timbang sampel yang telah didinginkan.



Gambar 3.25 Pengujian Analisa Saringan
(Sumber: Dokumentasi Tugas Akhir 2024)

3.6.4 pengujian atterberg limit

- pengujian batas cair (*liquid limit*)
 1. timbang tanah kering oven sebanyak 200gram lalu diletakkan di atas alas kaca persegi, campur rata dengan air destilasi sebanyak kira-kira 15-20 cc, aduk dan tekan-tekan dan tusuk-tusuk dengan spatel. bila perlu di tambahkan air secara bertahap, tambah sekitar 1-3 dan tusuk-tusuk, sehingga diperoleh adukan yang benar-benar merata.
 2. apabila adukan telah merata, dan kebasahannya telah menghasilkan sekitar 25-35 pukulan, contoh di peram paling tidak selama 16 jam
 3. gunakan spatel, sebar dan tekan dengan baik, sehingga tidak terperangkap gelebung udara dalam tanah, ratakan permukaan tanah dan buat mendatar dari ujung terdepan dan ujung terbelakang tebal bagian terdalam terdapat 1cm apabila lebih kembalikan kedalam alas kaca persegi
 4. dengan alat pembarut, buatlah alur lurus pada garis tengah mangkok searah dengan sumbu alat, sehingga tanah terpisah hingga terbagi dua bagian, ukuran harus sama dengan alat pembarut
 5. untuk selanjutnya gerakana pemutar, sehingga mangkok terangkat dan jatuh pada alasnya dengan kecepatan 2 putaran perdetik sampai kedua tanah bertemu catat jumlah ketukan
 6. apabila jumlah ketukan yang pertama lebih dari 40 ketukan berarti tanahnya kurang basah dan kembalikan ke wadah dan ulangi proses pengadukan dengan penambahan air
- Pengujian batas plastis (*plastic limit*)

1. Taruhlah contoh tanah dalam mangkok porselen, campur air sedikit demi sedikit, aduk sampai merata benar. Kadar air tanah yang diberikan adalah sampai tanah bersifat cukup plastis dan dapat dengan mudah dibentuk menjadi butir dan tidak terlalu melekat pada jari, bila ditekan dengan jari. Contoh tanah untuk ini bisa juga diambil dari contoh tanah yang akan digunakan untuk pengujian batas cair (setelah diperam selama 16 jam).
2. Remas dan bentuklah menjadi bentuk bola atau bentuk elipsoida dari contoh tanah sekitar 8 gram (dengan diameter kurang lebih 13 mm). Gilinglah benda uji ini pada plat kaca yang terletak pada bidang mendatar di bawah jari-jari tangan dengan tekanan secukupnya sehingga akan terbentuk batang batang yang diameternya rata. Pada gerakan menggiling tanah, gunakan kecepatan kira-kira 2 detik untuk 3 kali gerakan maju mundur.
3. Bila pada penggilingan diameter batang telah menjadi sekitar 3,2 mm (bandingkan dengan kawat pembanding) dan ternyata batang ini menjadi licin, ambil potong-potong menjadi 6 atau 8 bagian. Kemudian remas seluruhnya antara ibu jari dan jari-jari lain dari kedua tangan sampai homogen, selanjutnya giling lagi seperti sebelumnya. Jika setelah digiling menjadi batang berdiameter 3,2 mm, ternyata batang masih licin, ulangi lagi dengan meremas menjadi bentuk bola lagi dan giling lagi sampai seterusnya. Sampai batang tanah tampak retak-retak dan tidak dapat digiling menjadi batang yang lebih kecil (meskipun belum mencapai diameter 3,2 mm).
5. Kumpulkan tanah yang retak-retak atau terputus-putus tersebut dan segerakerjakan pemeriksaan kadar air (lihat percobaan no. 1)



Gambar 3.26 Pengujian *atterberg limit*
(Sumber: Dokumentasi Tugas Akhir 2024)

3.6.5 Pengujian hydrometer

1. Untuk tanah yang tidak mengandung butiran lebih dari 2 mm, tanah lembab yang diperoleh dari lapangan dapat langsung digunakan sebagai benda uji tanpa dikeringkan meliputi:
 - a) ambil contoh $\pm 10-15$ gram dan periksa kadar air tanah seperti percobaan no. 1, catat hasilnya ($M=\text{gram}$).
 - b) apabila belum ada datanya, lakukan juga percobaan penentuan berat jenis butir tanah (G_s).
 - c) sediakan contoh tanah yang akan diperiksa. Timbang dan catat massanya ($B_o=\text{gram}$). Jumlah ini sekurang-kurangnya sekitar 50-60 gram untuk tanah lanau (lempung tidak berpasir) dan sekitar 100-120 gram untuk tanah berpasir.
2. Letakkan contoh tanah dalam tabung gelas (beaker kapasitas 250 cc), tuangkan sebanyak ± 125 cc larutan air + reagent yang telah disiapkan. campur dan diaduk sampai seluruh tanah bercampur dengan air. biarkan tanah terendam selama sekurang-kurangnya 16 jam.
3. Tuangkan campuran tersebut dalam alat pengaduk (stirring apparatus), jangan ada butir tanah yang tertinggal atau hilang dengan membilas dengan air (air destilasi) dan tuangkan air bilasan ke alat. Bila perlu tambahkan air, sehingga volumenya sekitar lebih dan separuh penuh. Putarkan alat pengaduk selama lebih dari satu menit.

4. Kemudian segera pindahkan suspensi ke gelas silinder pengendap. Jangan ada tanah yang tertinggal dengan membilas dan menuangkan air bilasan ke silinder. Tambahkan air destilasi sehingga volumenya mencapai 1000 cm³ (1000 ml).
 5. Disamping (sebelah) silinder isi suspensi tersebut, siapkan gelas silinder kedua yang diisi hanya dengan air destilasi ditambah reagent sehingga berupa larutan yang keduanya sama seperti yang dipakai pada silinder pertama. Apungkan meniscus hidrometer dalam silinder kedua ini selama percobaan dilaksanakan.
 6. Tutup gelas isi suspensi dengan tutup karet (atau dengan telapak tangan), kemudian kocok suspensi dengan membolak-balik secara vertikal dan ke bawah selama satu menit, sehingga butir-butir tanah melayang merata dalam air. Gerakan membolak-balik gelas ini harus sekitar 60 kali. Setelah selesai langsung letakkan silinder berdiri di atas meja dan bersamaan dengan berdirinya silinder, jalankan stopwatch yang merupakan waktu permulaan pengendapan ($T=0$).
 7. Lakukan pembacaan hidrometer pada waktu $T = 2; 5; 15; 30; 60; 250$ dan 1440 menit (setelah $T=0$) dengan cara sebagai berikut: Kira-kira 20 atau 25 detik sebelum setiap saat pelaksanaan pembacaan, ambil hidrometer dari silinder kedua, celupkan secara hati-hati dan pelan-pelan dalam suspensi sampai mencapai kedalaman sekitar taksiran skala yang akan terbaca, kemudian lepaskan (jangan sampai timbul guncangan). Kemudian pada waktunya bacalah skala yang ditunjuk oleh puncak meniskus muka air $R_1 = \text{cm}$ (pembacaan dalam koreksi).
 8. Setelah dibaca, segera ambil hidrometer pelan-pelan, pindahkan ke dalam gelas silinder kedua, dalam air gelas silinder kedua, bacalah skala hidrometer berdasarkan puncak meniskus muka air $R_2 = \text{cm}$ (koreksi pembacaan).
- catatan: apabila digunakan water bathi dengan suhu konstan, letakkan kedua silinder ke dalam water bath dan lakukanlah ini sesudah pembacaan

2 menit dan sebelum pembacaan 5 menit.

8. Setiap setelah pembacaan hidrometer, amati dan catat temperatur (suhu) suspensi dengan mencelupkan termometer.
9. Setelah pembacaan hidrometer terakhir selesai dilaksanakan ($T=1440$ menit). Tuangkan suspensi ke atas saringan no. 200 seluruhnya, jangan sampai ada butir tanah yang tertinggal. Cucilah dengan air (air bersih) sampai air yang mengalir di bawah saringan menjadi jernih dan tidak ada lagi butir halus yang tertinggal.
10. Pindahkan butir-butir tanah yang tertinggal pada suatu tempat, kemudian dikeringkan dalam oven (dalam temperatur $105^{\circ}\text{C} - 110^{\circ}\text{C}$).
11. Kemudian didinginkan dan timbang serta catat massa tanah kering yang diperoleh = B1 gram.
12. Saringlah tanah tersebut dengan menggunakan 1 (satu) set saringan.
13. Timbang dan catatlah massa bagian tanah yang tertinggal di atas tiap saringan. Periksalah bahwa seharusnya jumlah massa tanah dari masing-masing bagian sama atau mendekati dengan massa tanah sebelum.



Gambar 3.27 Pengujian *hydrometer*
(Sumber: Dokumentasi Tugas Akhir 2024)

3.6.6 Pengujian berat jenis

1. Siapkan 40-50 gram sampel tanah kering oven yang lolos saringan no.40 (0,425 mm), 17
2. Membersihkan dengan lap dan menimbang 3 (tiga) buah piknometer dalam keadaan kosong dan kering (M_1 =gram),
3. Piknometer diisi air sampai penuh lalu di timbang dan suhunya diukur

(M4=gram),

4. Untuk 3 (tiga) buah piknometer masing-masing diisi contoh (sampel) tanah kering oven sebanyak $\frac{1}{3}$ volume piknometer, kemudian ditimbang (M2=gram),
5. Piknometer yang berisi contoh tanah kering diberikan air sampai batas bawah leher piknometer dan didiamkan selama 24 jam,
6. Setelah 24 jam piknometer yang telah terisi contoh tanah dan air dipanaskan dengan menggunakan pemanas elemen (heating) sampai terjadi gelembung udara sehingga contoh tanah dan air mengalami peluapan hingga hampir keluar dari piknometer,
7. Matikan pemanas elemen (heating), kemudian lap dengan menggunakan tisu untuk air dan tanah yang melekat pada leher piknometer akibat peluapan, lalu piknometer berisi contoh tanah dan air dibiarkan dingin, setelah itu di timbang (M3=gram),
8. Mengukur temperatur air dalam piknometer



Gambar 3.28 Pengujian Berat Jenis
(Sumber: Dokumentasi Tugas Akhir 2024)

3.6.7 Pengujian kadar air dan berat volume dan berat jenis bottom ash

- Kadar air bottom ash:
 1. timbang cawan *bottom ash* kosong (beri label W1)
 2. isi cawan dengan sampel *bottom ash* yang akan dicari kadar airnya
 3. timbang cawan yang berisi sampel tanah tersebut (W2)
 4. kemudian masukkan cawan berisi sampel kedalam oven dan dioven selama 24 jam
 5. setelah kering dinginkan didalam desikator

6. timbang cawan yang berisi sampel *bottom ash* kering tersebut (W3)
- Berat volume bottom ash:
 - a. metode lepas
 1. persiapkan contoh sampel sehingga kondisi bottom ash tidak berubah
 2. mencatat tinggi dan diameter wadah yang digunakan
 3. menimbang wadah tersebut
 4. menimbang benda uji secara perlahan atau bertahap agar tidak terjadi pemisahan butiran dengan ketinggian maksimum 5cm dari permukaan wadah dengan sendok sekop.
 5. meratakan permukaan benda uji dengan tongkat pemadat
 6. dan menimbang benda uji dengan sampel yang sudah diratakan dan dapat hasil berat nya.
 - b. metode goyang
 1. mencatat tinggi dan diameter wadah yang digunakan
 2. menimbang berat wadah kosong terlebih dahulu
 3. masukan benda uji kedalam wadah masukkan 1/3 secara bertahap
 4. setiap tahapan lakukan pemadatan dengan cara mengoyang benda uji dengan wadah sebanyak 25 kali
 5. setelah 3 tahapan selesai dan ratakan benda uji dengan tongkat, lalu lakukan penimbangan berat wadah+benda uji dan catat hasilnya.



Gambar 3.29 Pengujian Berat Volume Bottom Ash
(Sumber: Dokumentasi Tugas Akhir 2024)

- Berat jenis *bottom ash*
 1. Siapkan 40-60 gram sampel *bottom ash* kering oven yang lolos saringan no.40 (0,425 mm),

2. Membersihkan dengan lap dan menimbang 2 (dua) buah piknometer dalam keadaan kosong dan kering (M_1 =gram),
3. Piknometer diisi air sampai penuh lalu di timbang dan suhunya diukur (M_4 =gram),
4. Untuk 3 (tiga) buah piknometer masing-masing diisi contoh (sampel) *bottom ash* kering oven sebanyak 1/3 volume piknometer, kemudian ditimbang (M_2 =gram),
5. Piknometer yang berisi contoh *bottom ash* kering diberikan air sampai batas bawah leher piknometer dan didiamkan selama 24 jam,
6. Setelah 24 jam piknometer yang telah terisi contoh tanah dan air dipanaskan dengan menggunakan pemanas elemen (heating) sampai terjadi gelembung udara sehingga contoh tanah dan air mengalami peluapan hingga hampir keluar dari piknometer,
7. Matikan pemanas elemen (heating), kemudian lap dengan menggunakan tisu untuk air dan tanah yang melekat pada leher piknometer akibat peluapan, lalu piknometer berisi contoh tanah dan air dibiarkan dingin, setelah itu di timbang (M_3 =gram),
8. Mengukur temperatur air dalam piknometer



Gambar 3.30 Pengujian Berat Jenis Bottom Ash
(Sumber: Dokumentasi Tugas Akhir 2024)

3.6.8 Pembuatan Benda Uji

Proses pembuatan benda batu bata merah melalui beberapa tahapan, meliputi pengambilan bahan mentah, pengolahan bahan mentah, pengeringan bahan mentah, pembakaran dan pendinginan dan pemilihan.

1. Penggabilan bahan mentah Sebelum penggalian dilakukan, pada tanah lapisan paling setebal 40-50cm, tanah dibersihkan dari akar pohon, plastik, dan sebagainya dengan menggunakan alat tradisional berupa cangkul. Kemudian menggali kebawah sedalam 1,5-2,5 meter atau tergantung kondisi tanah.
2. Pengolahan bahan mentah Tanah liat sebelum dibuat bata merah harus dilembutkan dan dicampur merata. Pekerjaan ini bisa dilakukan secara manual dengan cara diinjak-injak oleh manusia maupun hewan bisa juga dilakukan oleh mesin. Tanah yang sudah dihaluskan dan dicampur merata, terlebih dahulu dibiarkan selama satu sampai dua hari dengan tujuan memberi kesempatan partikel-partikel tanah liat untuk menyerap air agar menjadi lebih setabil, sehingga apabila dibentuk akan terjadi penyusutan merata.
3. Pembentukan batu bata Pembentukan atau pencetakan batu bata merah bisa dilakukan dengan dua cara yaitu sebagai berikut :
 - a. Pencetakan batu bata dengan tangan Pencetakan batu bata dengan tangan yaitu cetakan ditempatkan pada landasan tanah yang telah disiapkan dan gumpalan diangkat dengan keduatangan dan dimasukan pada cetakan. Pencetak kemudian menekan tanah dalam cetakan dengan tangan, supaya mengisi semua sudut dari cetakan. Setelah itu cetakan dengan cepat diangkat dan meninggalkan batu bata yang dicetak dilandasi tanah
 - b. Pengeringan batu bata Proses pengeringan batu bata merah akan lebih baik bila berlangsung secara bertahap. Ditempat pengeringan perlu dipusing atap supaya panas dari sinar matahari tidak jatuh secara langsung pada bata. Jika tidak demikian maka akan mengakibatkan retakan-retakan pada batu bata karena panas sinar matahari yang telalu menyengat. Batu bata yang sudah berumur satu hari dan dari masa pencetakan kemudian dibalik. Proses pengeringan batu bata memerlukan waktu dua sampai tujuh hari tergantung kondisi cuacanya.

- c. Pembakaran batu bata Batu bata memiliki kualitas yang baik jika dibakar dengan suhu yang tinggi yakni pada suhu antara 650°C hingga 1100°C. Pembakaran dilakukan bertujuan menentukan kekerasan dan kekuatan batu bata dan membuat batu bata tahan lama, padat dan sedikit menyerap air.
- d. Pemilihan batu bata Batu bata yang telah dibakar kemudian didinginkan, dibongkar dari dalam tungku. Pembongkaran ini biasanya dapat dilakukan bila temperatur telah cukup rendah.



Gambar 3.31 Pembuatan Benda Uji
(Sumber: Dokumentasi Tugas Akhir 2024)

3.6.9 Pengujian BatuBata

Selanjutnya melakukan pengujian pada sifat-sifat batu bata dengan SNI 15-2049-2000 yaitu sebagaiberikut :

1. Sifat Tampak Bata merah harus berbentuk prisma segi empat panjang, mempunyai rusuk-rusuk yang siku, bidang-bidang datar yang rata dan tidak menunjukkan retak-retak. Peneliti dapat melakukan pengujian sifat tampak ini menggunakan alat seperti penggaris biasa, meteran kecil, dan jangka sorong atau bisa melihat dengan mata telanjang karena bentuk yang sudah dapat dipastikan.



Gambar 3.32 Pengujian Sifat Tampak

(Sumber: Dokumentasi Tugas Akhir 2024)

2. Pengujian Ukuran Pengujian ini dilakukan untuk menetapkan ukuran dan toleransi batu bata merah, ketentuan tersebut. Untuk menentukan ukuran yang lebih akurat dapat melakukan pengujian menggunakan meteran kecil, jangka sorong, atau penggaris biasa dengan menyesuaikan ukuran yang telah direncanakan.



Gambar 3.33 Pengujian Ukuran
(Sumber: Dokumentasi Tugas Akhir 2024)

3. Pengujian Kuat Tekan Bata Merah Kuat tekan batamerah dilakukan untuk mendefinisikan sebagai kemampuan material dalam menahan beban atau gaya mekanis sampaiterjadinya kegagalan. Untuk benda-benda uji dapat dipakai bata-batayang telah dipakai untuk penentuan ukuran. Bata dipotong dengan mesin potong menjadi dua bagian. Tiap-tiap potongan bata yang ke satu ditumpuk pada potongan yang lain menjadi satu bagian. Ruang diantara potongan bata selebar 6mm, diisi dengan suatu adukan spesi. Untuk adukan spesi digunakan pasir kwarsa yang butir-butirnya berada diantara ayakan diameter lubangnya 0,3mm dan 0,15mm paling sedikit 95%. Adukan yang terdiri 1 bagian berat semen + 3 bagian berat pasir + airsebesar 50%, 70% dari berat semen. Setelah adukan spesi kering, bata tersebut lalu direndam dalam air bersih selama 24jam (satu hari), kemudian diangkat dan bidang-bidangnya diseka dengan kain lembab untuk menghilangkan air yang berlebihan. Setelah itu bata dapat dilakukan uji tekan dalam keadaan basah dengan mesin tekan hingga hancur. Kecepatan penekan diatur hingga sama dengan 2 kg/cm²/detik.



Gambar 3.34 Pengujian Kuat Tekan
(Sumber: Dokumentasi Tugas Akhir 2024)

4. Pengujian Daya Serap Pengujian ini dilakukan dengan merendam benda uji dalam air sampai jenuh, kemudian ditimbang beratnya (A_s). Kemudian dikeringkan dalam dapur pengering (oven) pada suhu ($100-110$) $^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam hingga berat tetap lalu dinginkan sampai suhu kamar kemudian masing-masing ditimbang beratnya (B_k). Perhitungan tersebut dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$D_s = \frac{A_s - B_k}{A_s} \times 100\%$$



Gambar 3.35 Pengujian Daya Serap
(Sumber: Dokumentasi Tugas Akhir 2024)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil pengujian sifat fisik material batu bata

4.1.1 Pengujian kadar air

Tujuan pengujian kadar air tanah adalah untuk menentukan besar kadar air dari suatu sampel tanah yang telah dilakukan dan hasil pengujian dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4 .1 Pengujian kadar air

No	Percobaan/kode cawan	Sampel	Sampel	Sampel	Sampel
		1	2	3	4
1	berat cawan+kalibrasi(W1) = (gram)	13.4	13.5	8.5	9.1
2	Berat cawan +berat cawan basah (W2) =(gram)	145.3	144.1	141.7	142.5
3	Berat cawan + berat ttanah kering (W3) = (gram)	95.1	93.8	90.9	88.9
4	Berat air (W2-W3) = (gram)	50.2	50.3	50.8	53.6
5	Berat tanah kering (W3-W1) = (gram)	81.7	80.3	82.4	79.8
	Kadar air (w) = (no.4/no.5) x100	61.44	62.64	61.65	67.16
	Kadar air(w) rata-rata (%)	63.22 %			

- Berat air (W2-W3) = (gram)
 - Sampel 1 = 145.3– 95.1 =50.2
 - Sampel 2 = 144.1– 93.8 =50.3
 - Sampel 3 = 141.7– 90.9 = 50.8
 - Sampel 4 = 142.5– 88.9 = 53.6
- Berat tanah kering (W3-W1) = (gram)

$$\text{Sampel 1} = 95.1 - 13.4 = 81.7$$

$$\text{Sampel 2} = 93.8 - 13.5 = 80.3$$

$$\text{Sampel 3} = 90.9 - 8.5 = 82.4$$

$$\text{Sampel 4} = 88.9 - 9.1 = 79.8$$

- Kadar air (w) = $(n0.4/no.5) \times 100$

$$\begin{aligned} \text{Sampel 1} &= (50.2/81.7) \times 100 \\ &= 61.44 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sampel 2} &= (50.3/80.3) \times 100 \\ &= 62.64 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sampel 3} &= (50.8/82.4) \times 100 \\ &= 61.65 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sampel 4} &= (63.6/79.8) \times 100 \\ &= 67.16 \end{aligned}$$

- Kadar air (w) rata-rata (%) = 63.22 %

Untuk hasil dari pengujian kadar air di dapatkan hasil dari ke empat sampel yang telah di uji sebesar 63.22 % gram/cm³

4.1.2 Pengujian berat volume

Menentukan besar kadar air dari suatu sampel tanah yang telah dilakukan pengujian kadar air yang telah dilakukan dan hasil pengujian dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4 2 Berat volume

No	Percobaan/kode sampel	Cincin besar			
		1	2	3	4
1	Berat tabung + cincin kosong (W1) (gram)	67.5	68.3	67.1	67.7
2	Berat tabung + sampel tanah (W2) = (gram)	203.1	205.4	202.6	204.2
3	Berat sampel tanah (W= W2-W1)= (gram)	135.6	137.2	134.8	135.9
4	Diameter tabung atau cincin (d) = (cm)	3.85	3.85	3.85	3.85
5	Tinggi tabung atau cincin (t) = (cm)	7.5	7.5	7.5	7.5
6	Volume tabung atau cincin (V) = (cm ³)	87.26	87.26	87.13	87.11
	Berat volume tanah (g)= (W/V) =	1.55	1.57	1.54	1.56

	gram/cm ³)				
	Brat volume tanah rata-rata (y)=gram/cm ³	1.55 %			

Perhitungan:

- Berat sampel tanah ($W = W_2 - W_1$) = (gram)

$$\begin{aligned} \text{Sampel 1} &= 203.1 - 67.5 \\ &= 135.6 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sampel 2} &= 205.4 - 68.3 \\ &= 137.2 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sampel 3} &= 202.6 - 67.1 \\ &= 134.8 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sampel 4} &= 204.2 - 67.7 \\ &= 135.9 \text{ gram} \end{aligned}$$

- Berat volume tanah ($g = (W/V)$)

$$= \text{gram/cm}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Sampel 1} &= 135.6 / 87.26 \\ &= 1.55 \text{ gram/cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sampel 2} &= 137.2 / 87.26 \\ &= 1.57 \text{ gram/cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sampel 3} &= 134.8 / 87.13 \\ &= 1.54 \text{ gram/cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sampel 4} &= 135.9 / 87.11 \\ &= 1.56 \text{ gram/cm}^3 \end{aligned}$$

- Berat volume tanah rata-rata(y) = 1.55 %

Untuk hasil dari pengujian kadar air di dapatkan hasil dari ke empat sampel yang telah di uji sebesar 1,55 % gram/cm³

4.1.3 Pengujian analisa hydrometer

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan jenis tanah berdasarkan teori klasifikasi tanah dengan menggabungkan hasil pengujian saringan dan hidrometer dan hasil pengujian dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4. 3 Analisa hydrometer

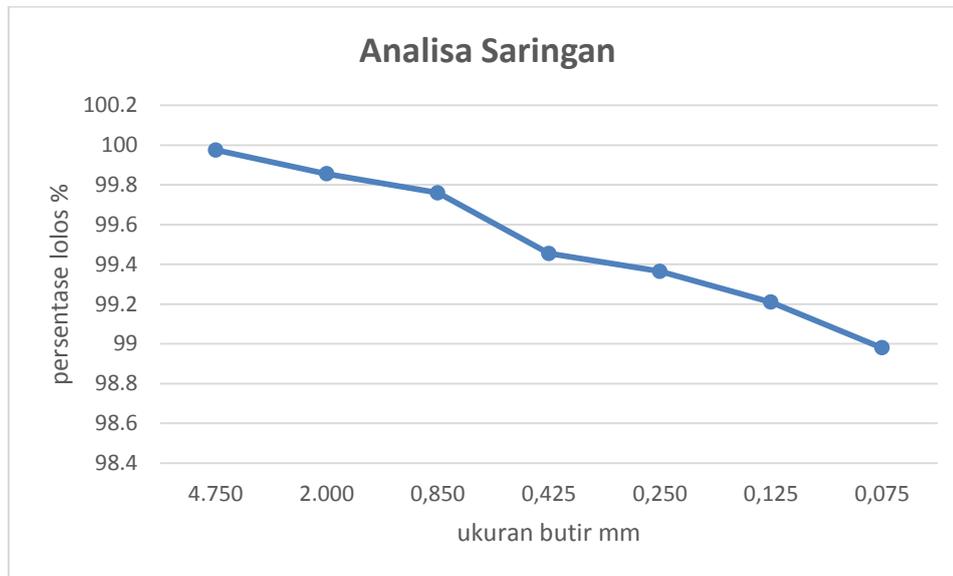
tanggal	waktu(menit)	pembacaan hidrometer dalam suspensi R1	pembacaan hidrometer dalam cairan R2	temp t C	pembacaan hidrometer terkoreksi miniskus R'=R1+m	kedalaman L*(cm)	konstan K**	diameter butiran D=Kv/LVT (mm)	pembacaan hidrometer terkoreksi R=R1-R2	persen massa lebih kecil P***%
6/7/2024	2	36	20	31	34				16	
6/7/2024	5	34	20	31	32				14	
6/7/2024	15	32	20	31	30				12	
6/7/2024	30	30	20	31	28				10	
6/7/2024	60	26	20	31	24				6	
6/7/2024	240	22	20	31	20				2	
7/7/2024	1440	12	19	30	10				-7	

4.1.4 Pengujian analisa saringan

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui ukuran butir dan susunan butir (gradasi) tanah dan hasil pengujian dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4. 4 Analisa saringan

no.ayakan	diameter(mm)	berat wadah kosong (gram)	berat wadah+tanah tertahan (gram)	an persentase tertahan		kumulatif persentase tertahan (%)	persentase lolos(%)
				(gram)	(%)		
3"	76.200						
2"	50.800						
1,5"	38.100						
1"	25.400						
3/4"	19.050						
0,5"	12.700						
3/8"	9.525						
No.4	4.750	74,7	75,2	0,5	0,025	0,025	99,975
No.10	2.000	75,2	77,6	2,4	0,12	0,145	99,855
No.20	0.850	55,1	57	1,9	0,095	0,24	99,76
No.40	0,425	56	62,1	6,1	0,305	0,545	99,455
No.60	0,250	54,4	56,2	1,8	0,09	0,635	99,365
No.100	0,125	74,6	77,7	3,1	0,155	0,79	99,21
No.200	0,075	75,4	80	4,6	0,23	1,02	98,98
pan							
		Σ =Total =					
		persen hilang selama analisa saringan =					



Gambar 4.1 Grafik Analisa Saringan

Berdasarkan hasil pengujian Analisa saringan tanah memiliki karakteristik tanah lempung dengan diperoleh hasil persentase lolos saringan no.200 adalah 98,98%.

4.1.5 Pengujian berat jenis butir tanah

Untuk menentukan kerapatan relative dari partikel-partikel tanah itu sendiri dan hasil pengujian dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4. 5 Berat jenis butir tanah

N O	URAIAN PEKERJAAN	UNIT	I	II
1	No.piknometer		1	2
2	massa piknometer kosong (M1)	gram	87.9	58.7
3	massa piknometer+tanah kering (M2)	gram	147.9	98.6
4	massa piknometer+tanah+air (M3)	gram	368.4	171
5	massa piknometer+air (M4)	gram	336.2	156.6
6	temperatur t C	derajat celcius	30	30
7	berat tanah kering (A)	gram	60	40
8	berat butir tanah yang terendam dalam air(B)	gram	32.2	14.4

9	berat butir tanah (C=A-B)	gram	27.8	25.6
10	berat jenis butir tanah $G1 = A/C$		2.15	1.56
11	rata-rata G1		1.85	
12	G_s untuk 27.5 C = $G1 * (B_j.air.t / C / B_j.air.27.5 C)$			

Dari hasil pembahasan diatas untuk pengujian berat jenis yaitu dengan membuat dua buah sampel uji maka di dapatkan berat jenis butir rata-rata $G1 = 1,85$ gram

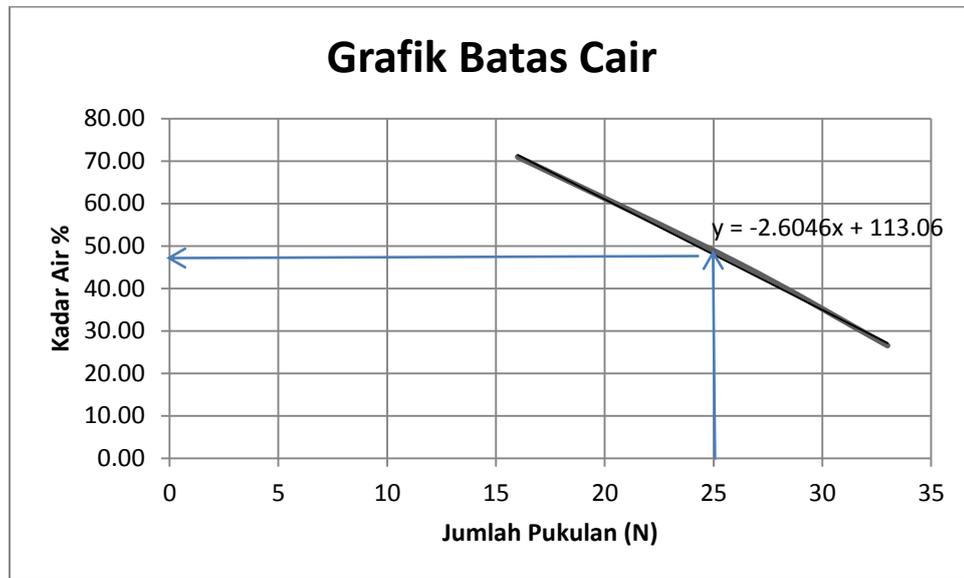
Pengujian karakteristik tanah merupakan pengujian awal yang dilakukan agar mengetahui karakteristik tanah sebelum melakukan pembuatan batu bata merah dengan mengacu pada ASTM dan SNI yang berlaku.

4.1.6 Pengujian atterberg limit

Tujuan nya untuk menentukan batas-batas konsistensi tanah yang mencakup batas cair (*liquid limit*), batas plastis (*plastic limit*), dan batas susut (*shrinkage limit*) hasil pengujian dapat dilihat pada tabel dibawah.

Tabel 4. 6 uji batas cair (*liquid limit*)

No	uraian pekerjaan	rumus	satuan	I	II	III
1	no.cawan			1	2	3
2	berat cawan		gram	9.4	8.7	9.2
3	berat cawan+tanah basah		gram	87.2	70.3	75
4	berat cawan +tanah kering		gram	54.9	50.8	61.2
5	berat tanah basah		gram	77.8	61.6	65.8
6	berat tanah kering		gram	45.5	42.1	52
7	berat air		gram	32.3	19.5	13.8
8	kadar air		%	70.98	46.31	26.53
9	jumlah pukulan		blows	16	26	33
10	rata-rata (%)			47.94%		



Gambar 4.2 Grafik Batas Cair

Tabel 4. 7 uji batas plastis (*plastic limit*)

No	uraian pekerjaan	satuan	I	II	III
1	no.cawan		1	2	3
2	berat cawan	gram	8.7	9.7	8.8
3	berat cawan + tanah basah	gram	10.5	11.8	10.5
4	berat tanah basah	gram	1.8	2.1	1.7
5	berat cawan + tanah kering	gram	10	11.3	10.1
6	berat tanah kering	gram	1.3	1.6	1.3
7	berat air	gram	0.5	0.5	0.4
8	kadar air	%	38.46	31.25	30.76
9	rata-rata		33.49%		
10	batas plastis, PL				

Berdasarkan pembahasan diatas didapatkan hasil rata-rata batas cair (*liquid limit*), yaitu 47,94% dan untuk pengujian batas plastis (*plastic limit*), dengan nilai rata-rata 33,49% maka didapatkan nilai indeks plastisitas tanah sebesar 14,45%.

4.1.7 Pengujian kadar air

Tabel 4. 8 Pengujian kadar air bottom ash

No	percobaan/kode cawan	sampel 1	sampel 2
1	berat cawan (W1)	52.7	70.5
2	berat cawan + bottom ash basah (W2) = gram	636	669.6
3	berat cawan + bottom ash kering (w3) = gram	501.5	620.3

4	berat air (W2-W3) = gram	134.5	49.3
5	berat bottom ash kering =(W3-W1) = gram	448.8	549.8
	kadar air (W) = (NO.4/NO.5) X100%	29.97	8.96
	kadar air (w)rata-rata %	19.46%	

- Perhitungan:
- Berat air (W2-W3) = (gram)
Sampel 1 = 636 – 501.5=134.5
Sampel 2 = 6699.6 – 620.3 = 49.3
- Berat bottom ash kering (W3-W1) = (gram)
Sampel 1 = 501.5 – 52.7 = 448.8
Sampel 2 = 620.3 – 70.5 = 549.8
- Kadar air (w) = (n0.4/no.5) x100
Sampel 1 = (134.5/448.8) x100
=29.97
Sampel 2 = (49.3/549.8) x100
= 8.96
- Kadar air (w) rata-rata (%) = 19.46%

Untuk hasil pengujian kadar air bottom ash maka didapatkan hasil dengan kadar air rata-rata (%) yaitu = 19.46%

4.1.8 Pengujian berat volume *bottom ash*

Tabel 4. 9 Pengujian berat volume bottom ash

No	percobaan	satuan	sampel	
			lepas	goyang
1	berat mould	gram	1680	1680
2	berat mould + benda uji	gram	4502	4963
3	berat benda uji bottom ash	gram	2822	3283
4	volume mould	kg/m3	4415.625	4415.625
5	berat isi bottom ash	kg/m3	0.64	0.74
6	rata-rata	kg/m3	0.69	

- Berat sampel bottom ash (W = W2-W1) = (gram)
lepas 1 = 4502-1680
= 2822gram

$$\text{goyang 2} = 4963 - 1680$$

$$= 3283\text{gram}$$

$$\text{Berat volume bottom ash (g)} = (W/V)$$

$$= \text{gram/cm}^3$$

$$\text{Sampel 1} = 2822 / 4415.652$$

$$= 0.64\text{gram/cm}^3$$

$$\text{Sampel 2} = 3283 / 4415.625$$

$$= 0.74\text{gram/cm}^3$$

- Berat volume bottom ash rata-rata (y) = 0.69 gram/cm³

Untuk hasil pengujian dari berat volume bottom ash dan diperoleh bahwa berat volume bottom ash dengan metode lepas/goyang maka didapatkan hasil rata-rata sebesar 0,69 gram/cm³

4.1.9 Pengujian berat jenis butir bottom ash

Pengujian ini bertujuan sebagai perbandingan antara massa butir-butir dengan massa air destilasi di udara dengan volume yang sama dan pada temperatur tertentu, dan dapat dilihat pada tabel dibawah

Tabel 4. 10 Berat jenis butir bottom ash

No	uraian pekerjaan	unit	I	II
1	no.piknometer		1	2
2	massa piknometer kosong (M1)	gram	83.4	50.6
3	massa piknometer+ bottom ash kering(M2)	gram	143.4	90.6
4	massa piknometer+ bottom ash basah (M3)	gram	400.7	154
5	massa piknometer+air (M4)	gram	373.9	142.3
6	temperatur t °C	derajat celcius	29	29
7	berat bottom ash kering (A)	gram	60	40
8	berat butir bottom ash yang terendam dalam air (B) m3-m4	gram	26.8	11.7
9	berat butir bottom ash (C=A+B)	gram	33.2	28.3
10	berat jenis butir bottom ash G1 = A/C		1.81	1.41
11	rata-rata G1		1.61	

Pada pengujian Dari berat jenis butir bottom ash maka di dapatkan hasil untuk rata-rata G1 dengan hasil yaitu sebesar 1.61 gram/cm³

4.2 Jumlah bahan pembentuk batu bata

Jumlah bahan yang diperlukan untuk pembuatan 1 buah batu bata merah dan total keseluruhan sampel batu bata dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4 .11 Volume 1 cetakan

variasi sampel	jumlah bahan dalam 1 cetakan				sampel
	tanah	bottom ash	ab.sekam padi	air	
tanah asli 100 %	1.76			0.254	1
tanah 60% abu20% bottom ash20%	1056	0.352	0.352	0.254	1
tanah 50% abu 25% bottom ash 25%	0.88	0.44	0.44	0.254	1
tanah 40% abu 30% bottom ash 30%	0.704	0.528	0.528	0.254	1

Tabel 4. 12 Jumlah keseluruhan bahan pembentuk bata merah

variasi sampel	jumlah total bahan				total
	tanah	bottom ash	ab.sekam padi	air	
tanah asli 100 %	52.8			7.62	60.42
tanah 60% abu20% bottom ash20%	31.68	10.56	10.56	7.62	39.3
tanah 50% abu 25% bottom ash 25%	26.4	13.2	13.2	7.62	34.02
tanah 40% abu 30% bottom ash 30%	21.12	15.84	15.84	7.62	28.74

Cara perhitungan:

- Persentase variasi

1. tanah liat 100 %

$$(100/100) \text{ g} \times 1.76 = 1.76$$

2. tanah 60% abu 20% bottom ash 20%

$$\text{tanah } (60/100) \text{ g} \times 1.76 = 1.056 \text{ gram}$$

$$\text{abu } (20/100) \text{ g} \times 1.76 = 0.352 \text{ gram}$$

$$\text{bottom ash } (20/100) \text{ g} \times 1.76 = 0.352 \text{ gram}$$

3. tanah 50% abu 25% bottom ash 25%

$$\text{tanah } (50/100) \text{ g} \times 1.76 = 0.88 \text{ gram}$$

$$\text{abu } (25/100) \text{ g} \times 1.76 = 0.44 \text{ gram}$$

$$\text{bottom ash } (25/100) \times 1.76 = 0.44 \text{ gram}$$

4. tanah 40% abu 30% bottom ash 30%

$$\text{tanah } (40/100) \text{ g} \times 1.76 = 0.704 \text{ gram}$$

$$\text{abu } (30/100) \text{ g} \times 1.76 = 0.528 \text{ gram}$$

$$\text{bottom ash } (30/100) \times 1.76 = 0.528 \text{ gram}$$

5. volume cetakan

$$P \times L \times T$$

$$= 19 \times 9,2 \times 6,5 = 1136.2 \text{ cm}^3$$

6. kebutuhan air

$$IP \times \text{volume cetakan} / 100$$

$$14.45 \times 1.76 / 100 = 0,254 \text{ gram}$$

7. tanah liat untuk 1 cetakan

$$1.55 \times 1.136.2 = 1.76$$

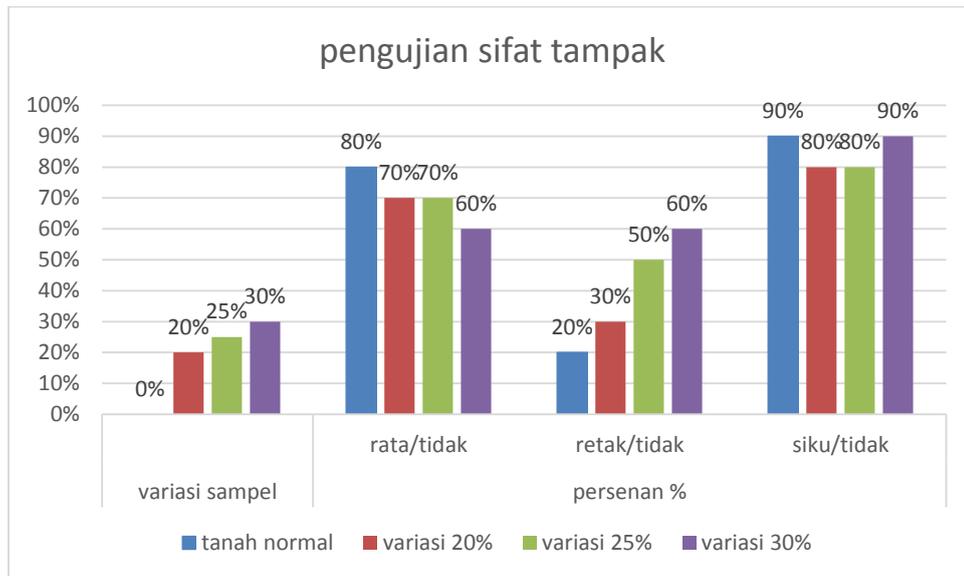
4.3 Data hasil pengujian batu bata merah

4.3.1 Pengujian sifat tampak

Bata merah harus berbentuk prisma segi empat panjang, mempunyai rusuk-rusuk yang siku, bidang-bidang datar yang rata dan tidak menunjukkan retak-retak. Peneliti dapat melakukan pengujian sifat tampak ini menggunakan alat seperti penggaris biasa, meteran kecil, dan jangka sorong atau bisa melihat dengan mata telanjang karena bentuk yang sudah dapat dipastikan.

Tabel 4. 13 Pengujian sifat tampak tanah normal 100%

Variasi sampel	tampak luar			warna
	bidang-bidang dan rusuk-rusuk			
	rata/tidak	retak/tidak	siku/tidak	merah ke abu-abuan
tanah 100%	80%	20%	90%	merah ke abu-abuan
20%	70%	30%	80%	merah ke abu-abuan
25%	70%	50%	80%	merah ke abu-abuan
30%	60%	60%	90%	merah ke abu-abuan



Gambar 4.2 Grafik Pengujian Sifat Tampak

Perhitungan:

- Bidang rata,
 Checklist = $1B + 2B + 3B + 4B + 5B + 8B + 9B + 10B$
 Jumlah checklist = 80%
- Bidang retak,
 Checklist = $2B + 7B$
 Jumlah checklist = 20%
- Rusuk siku,
 Checklist = $1B + 2B + 3B + 4B + 5B + 6B + 8B + 9B + 10B$
 Jumlah checklist = 90%

Dari grafik hasil diatas Untuk pengujian sifat tampak diatas dapat dilihat untuk nilai yang paling besar yaitu pada tanah normal dengan rata yaitu 80% dapat disimpulkan dengan tidak adanya penambahan pada tanah normal 100% dapat meningkatkan kerataan namun pada variasi 20,25 ke 30 terdapat penurunan 70% - 60%.

Untuk bagian keretakan dapat dilihat pada grafik diatas paling sedikit keretakannya berada pada tanah normal yaitu 20% berarti dengan tidak adanya penambahan, tanah normal memiliki keretakan yang sedikit di bandingkan dengan tanah variasi tersebut.

Dan pada bagian siku dengan nilai yang paling rendah yaitu pada tanah

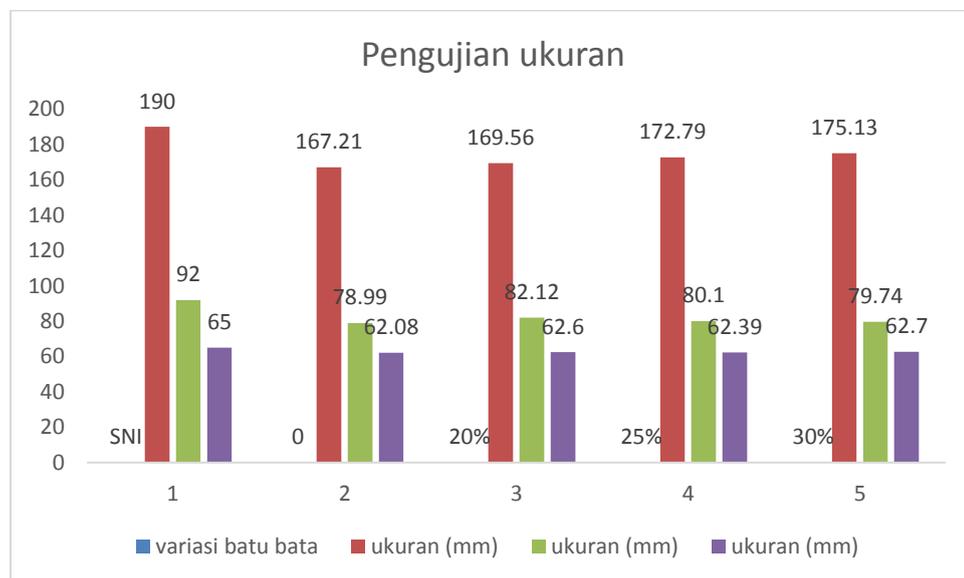
variasi 20% dan 25% sekitaran 80% sedangkan yang paling tinggi yaitu tanah normal dan variasi 30% dengan nilai yang sama yaitu 90% siku.

4.3.2 Pengujian ukuran

Pengujian ini dilakukan untuk menetapkan ukuran dan toleransi batu bata merah, ketentuan tersebut bisa kita lihat pada tabel 2.1, tabel 2.2, dan tabel 2.3 pada halaman diatas untuk menentukan ukuran yang lebih akurat dapat melakukan pengujian menggunakan meteran kecil, jangka sorong, atau penggaris biasa dengan menyesuaikan ukuran yang telah direncanakan.

Tabel 4. 14 Pengujian ukuran

variasi batu bata	ukuran (mm)			warna
	panjang	lebar	tebal	
SNI 15-2094-2000	190	92	65	merah ke abu-abuan
tanah 100%	167,21	78,99	62,08	merah ke abu-abuan
20%	169,56	82,12	62,6	merah ke abu-abuan
25%	172,79	80,1	62,39	merah ke abu-abuan
30%	175,13	79,74	62,7	merah ke abu-abuan



Gambar 4.3 Grafik Pengujian Ukuran

Contoh perhitungan ukuran:

- Panjang

$$P = \frac{P1+P2+P3}{3}$$

$$P = \frac{178.5+176.6+179.5}{3}$$

$$P = 177.53 \text{ mm}$$

- Lebar

$$L = \frac{L1+L2+L3}{3}$$

$$L = \frac{76.5+78.1+76.20}{3}$$

$$L = 76.93 \text{ mm}$$

- Tebal

$$T = \frac{T1+T2+T3}{3}$$

$$T = \frac{58.5+56.5+56.2}{3}$$

$$T = 59.16 \text{ mm}$$

Dari hasil pengujian ukuran di atas pada sampel batu bata dengan ukuran batu bata terpanjang yaitu pada variasi 30 % dengan ukuran 175,13mm dapat diperoleh dengan adanya penambahan variasi abu sekam padi dan bottom dapat membantu ukuran bata bata.

Untuk ukuran lebar variasi 20% lebih sedikit tinggi yaitu 82,12mm dan ukuran lebar yang paling rendah yaitu tanah normal yaitu 78,99mm berarti penambahan variasi pada tanah normal dapat mengurangi penyusutan pada batu bata

Untuk bagian tebal dari grafik untuk ukuran rata-rata hamper sama yaitu sekitaran 62% berarti dengan adanya penambahan variasi tidak berpengaruh terhadap tebal batu bata tersebut.

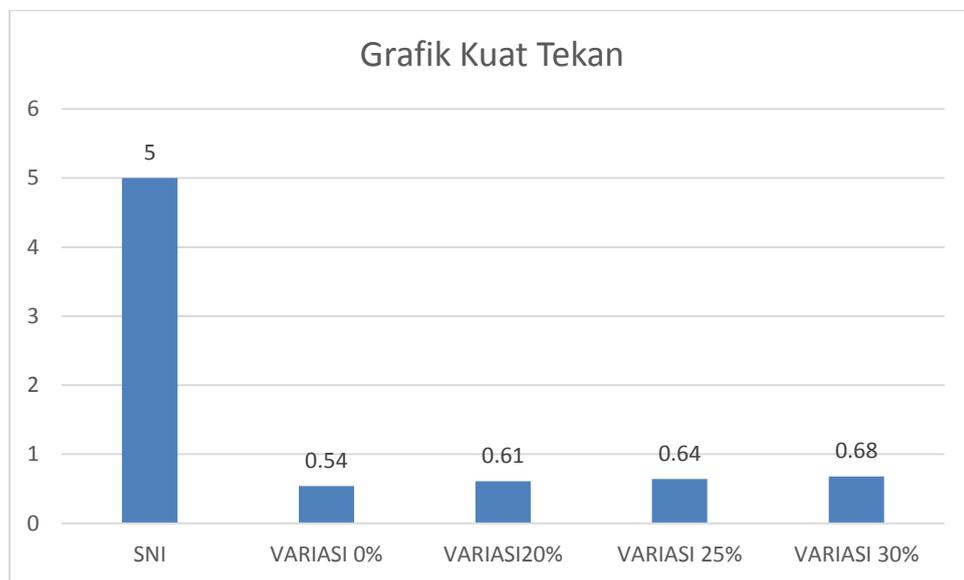
4.3.3 Pengujian kuat tekan batu bata

Kuat tekan bata merah dilakukan untuk mendefinisikan sebagai kemampuan material dalam menahan beban atau gaya mekanis sampai terjadinya kegagalan. Kuat tekan bata merah dihitung berdasarkan rumus berikut

$$\text{Kuat tekan } (\sigma) = P/A$$

Tabel 4 .15 Pengujian kuat tekan

Variasi sampel batu bata	penampang (mm)		A (luasan) (mm)	kuat tekan (N/mm)
	panjang	lebar		
tanah asli 100%	83,5	79,89	8578,66	0,54
tanah 60% abu sekam padi 20% + bottom ash 20%	84,89	83,17	7060,89	0,61
tanah 50% abu sekam padi 25% + bottom ash 25%	85,99	84,37	7255,94	0,64
tanah 40% abu sekam padi 30% + bottom ash 30%	86,22	83,91	7235,4	0,68



Gambar 4.4 Grafik Kuat Tekan Batu Bata

Contoh perhitungan:

Sampel 1B

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= \frac{80+80.2}{2} \\ &= 80.1 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lebar} &= \frac{76+76.2}{2} \\ &= 76.1 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= 80.1 \text{ mm} \times 76.1 \text{ mm} \\ &= 6095.61 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$(\sigma) = \frac{5000 \text{ N}}{6095.61 \text{ mm}^2}$$

$$= 0.82 \text{ N/mm}^2$$

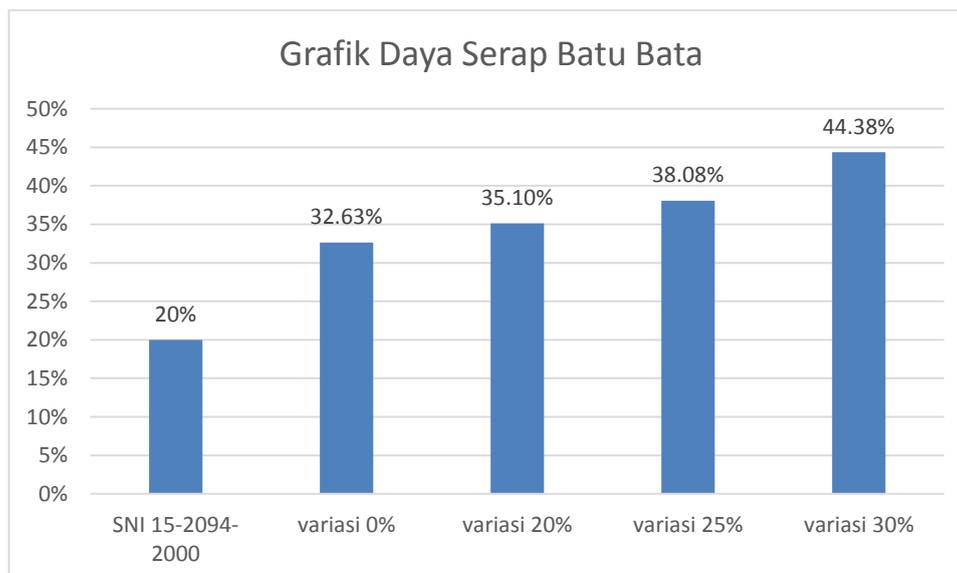
Dari hasil grafik diatas dapat dilihat kuat tekan batu bata tanah tanpa campuran bottom dan abu sekam padi memiliki nilai yang rendah yaitu 0,54 Mpa dan nilai yang paling tinggi yaitu pada variasi 30% dengan kuat tekan yaitu 0,68 Mpa dapat di simpulkan pada tanah normal hingga variasi 30% mengalami peningkatan kuat tekan berarti dengan penambahan variasi dapat membantu kuat tekan batu bata dari tanah normal 100%.

4.3.4 Pengujian daya serap batu bata

Pengujian ini dilakukan dengan merendam benda uji dalam air sampai jenuh, kemudian ditimbang beratnya (As). kemudian dikeringkan dalam dapur pengering (oven) pada suhu (100-110) °C selama 24 jam hingga berat tetap lalu dinginkan sampai suhu kamar kemudian masing-masing ditimbang beratnya (Bk). Perhitungan tersebut dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

Tabel 4. 16 Pengujian daya serap batu bata

No	kode sampel	daya serap rata-rata (%)	SNI 15-2094-2000	ket
1	tanah 100%	32,63%	20%	tidak sesuai
2	20%	35,10%	20%	tidak sesuai
3	25%	38,08%	20%	tidak sesuai
4	30%	44,38%	20%	tidak sesuai



Gambar 4.5 Grafik Daya Serap Batu Bata

Contoh perhitungan:

$$Ds = \frac{As-Bk}{Bk} \times 100\%$$

$$\text{(sampel 1 B) } Ds = \frac{1178-902}{902} \times 100\%$$

$$\text{(sampel 2 B) } Ds = \frac{1180-958}{958} \times 100\%$$

$$\text{(sampel 3 B) } Ds = \frac{1279-983}{983} \times 100\%$$

$$\text{(sampel 4 B) } Ds = \frac{1301-989}{989} \times 100\%$$

Dari hasil grafik daya serap di atas dapat dilihat persen daya serap yang paling tinggi yaitu variasi 30% dengan nilai 44,38% dan untuk daya serap yang paling rendah yaitu pada tanah normal 100% nilai 32,63% dapat disimpulkan semakin besar variasi nya daya serap nya semakin tinggi.

4.4 Rekomendasi tanah yang boleh dipakai

Tanah yang bagus digunakan untuk membuat batu bata adalah tanah liat yang tidak mengandung banyak pasir dan kapur, dan jika tanahnya dibakar tidak akan terjadi keretakan, dan perubahan warna menjadi warna merah.

BAB 5 PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui sifat mekanik batu bata bahan dengan tanah pulau rupa dengan campuran bottom ash dan abu sekam padi, setelah melakukan pengolahan data dan pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. hasil keseluruhan dari pengujian sifat tampak maka di dapatkan pada tanah normal 100% yang memiliki bentuk batu bata yang paling bagus dari 4 variasi tersebut.
2. Untuk pengujian ukuran dihasilkan tanah dengan variasi 30% yang memiliki ukuran paling mendekati ukuran yang sesuai syarat SNI 15-2094-2000
3. jadi untuk hasil daya serap pada batu bata yang terendah yaitu pada tanah normal 100% dengan daya serap 32,63% tetapi belum masuk kriteria karena tidak memenuhi syarat SNI 15-2094-2000, yaitu daya serap dianjurkan maksimum 20%.
4. Untuk hasil Analisa pengujian kuat tekan batu bata semua dari nilai hasil yang terendah pada tanah normal yaitu 0,54 Mpa sedangkan yang tertinggi pada variasi 30% yaitu 0,68 Mpa dari ke empat variasi belum ada yang memenuhi kategori yang di tetapkan SNI 15-2094-2000 yaitu kuat tekannya masih dibawah 5 N/mm².

5.2 Saran

1. Bata merah normal dan setiap variasinya masih belum layak digunakan untuk pasangan dinding, akan tetapi sebelumnya harus melihat kualitas bata terlebih dahulu, karena kualitas batu bata memberi peranan penting pada kualitas dinding suatu bangunan. Konsumen harus memilih kualitas bata merah yang baik dan dalam pelaksanaan pekerjaan dinding.
2. Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat dapat disarankan agar dilakukan usaha

peningkatan kualitas produk bata merah di pulau rupa, agar memiliki kesesuaian dengan SNI 15-2094-2000, peningkatan kualitas dilaksanakan karena tidak sesuai standar.

DAFTAR PUSTAKA

- Astriani, N., Elhusna, E., & Wahyuni, A. S. (2017). Pengaruh penambahan fly ash dan kondisi adukan tanah liat terhadap kuat tekan bata merah. *Inersia: Jurnal Teknik Sipil*, 9(2), 33-38.
- Syaelendra, T., Septiandini, E., & Nasution, N. (2012). Analisis Mutu Batu Bata Merah Pejal Tradisional Di Jakarta Terhadap SNI 15-2094-2000. *Menara: Jurnal Teknik Sipil*, 7(1).
- Huda, M., & Hastuti, E. (2012). Pengaruh temperatur pembakaran dan penambahan abu terhadap kualitas batu bata. *Jurnal Neutrino: Jurnal Fisika dan Aplikasinya*
- S rama Indera K1, EndenMina2, Akbar Prasetio Hutomotabilisasi, Tanah Menggunakan Fly Ash Terhadap Nilai Kuat Tekan Bebas Berdasarkan Variasi Kadar Air Optimum (2017).
- Bimo Prakoso1), Elhusna2), Ade Sri Wahyuni3) Pengaruh Penambahan Fly Ash (Abu Terbang) Dan Abu Sekam Padi Terhadap Kuat Tekan Bata Merah Pejal Konvensional (2018).
- AbdurrohmanSyah1) Idharmahadi Adha2) Hadi Ali3) Studi Kuat Tekan Batu Bata Menggunakan Bahan Additive (Abu Sekam Padi, Abu Ampas Tebu dan FlyAsh) Berdasarkan Spesifikasi Standar Nasional Indonesia (SNI) (2018).
- Martono studi, Verifikasi Metode Penentuan Batas Susut Tanah (2010).
- Nelly Astriani1), Elhusna2), Ade Sri Wahyuni3) Pengaruh Penambahan Fly Ash Dan Kondisi Adukan Tanah Liat Terhadap Kuat Tekan Bata Merah.(2017)



**JURUSAN TEKNIK SIPIL
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS**

Alamat. Jl. Bhatin Alam, Sei, Alam, Bengkalis -Indonesia

PENGUJIAN KADAR AIR DAN BERAT VOLUME





PENGUJIAN ANALISA SARINGAN





PENGUJIAN BERAT JENIS BUTIR TANAH





PENGUJIAN ATTERBERG LIMIT





PENGUJIAN HIDROMETER



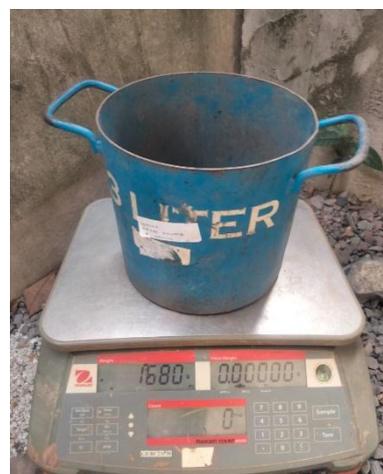


PEMBAKARAN ABU SEKAM PADI





PENGUJIAN BERAT VOLUME BOTTOM ASH





PROSES CAMPURAN DAN PEMBUATAN BATU BATA





PENJEMURAN BATU BATA





PEMBUATAN TUNGKU DAN PEMBAKARAN BATU BATA





PENGUJIAN DAYA SERAP AIR





PENGUJIAN UKURAN BATU BATA





PROSES PEMOTONGAN, PENYAMBUNGAN DAN PERENDAMAN





JURUSAN TEKNIK SIPIL

POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS

Alamat. Jl. Bhatin Alam, Sei, Alam, Bengkalis -Indonesia

PENGUJIAN SIFAT TAMPAK





PENGUJIAN KUAT TEKAN BATU BATA





HASIL PENGUJIAN DAYA SERAP BATU BATA

NORMAL 0%					
No sampel	penimbangan (gr)		daya serap (%)	SNI 15-2094-2000 (%)	keterangan
	berat kering (A)	berat basah (B)			
1	902	1178	30,59%	20,00	tidak sesuai
2	958	1180	23,17%	20,00	tidak sesuai
3	983	1279	30,11%	20,00	tidak sesuai
4	989	1301	31,54%	20,00	tidak sesuai
5	1002	1286	28,34%	20,00	tidak sesuai
6	905	1279	41,32%	20,00	tidak sesuai
7	933	1250	33,97%	20,00	tidak sesuai
8	957	1268	32,49%	20,00	tidak sesuai
9	914	1337	46,28%	20,00	tidak sesuai
10	960	1234	28,54%	20,00	tidak sesuai
Rata-rata			32,63%		
VARIASI 20%					
No sampel	penimbangan (gr)		daya serap (%)	SNI 15-2094-2000 (%)	keterangan
	berat kering (A)	berat basah (B)			
1	972	1336	37,44%	20,00	tidak sesuai
2	991	1269	28,05%	20,00	tidak sesuai
3	989	1231	24,46%	20,00	tidak sesuai
4	989	1208	22,14%	20,00	tidak sesuai
5	924	1360	47,18%	20,00	tidak sesuai
6	965	1351	40,00%	20,00	tidak sesuai
7	984	1350	37,19%	20,00	tidak sesuai
8	1014	1362	34,31%	20,00	tidak sesuai
9	923	1229	33,15%	20,00	tidak sesuai
10	904	1330	47,12%	20,00	tidak sesuai
Rata-rata			35,10%		
VARIASI 25%					

No sampel	penimbangan (gr)		daya serap (%)	SNI 15-2094-2000 (%)	keterangan
	berat kering (A)	berat basah (B)			
1	914	1360	48,79%	20,00	tidak sesuai
2	967	1314	35,88%	20,00	tidak sesuai
3	958	1431	49,37%	20,00	tidak sesuai
4	997	1378	38,21%	20,00	tidak sesuai
5	990	1325	33,83%	20,00	tidak sesuai
6	1037	1384	33,46%	20,00	tidak sesuai
7	1008	1350	33,92%	20,00	tidak sesuai
8	978	1315	34,45%	20,00	tidak sesuai
9	977	1314	34,49%	20,00	tidak sesuai
10	973	1347	38,43%	20,00	tidak sesuai
Rata-rata			38,08%		
VARIASI 30%					
No sampel	penimbangan (gr)		daya serap (%)	SNI 15-2094-2000 (%)	keterangan
	berat kering (A)	berat basah (B)			
1	990	1405	41,91%	20,00	tidak sesuai
2	977	1385	41,76%	20,00	tidak sesuai
3	1036	1381	33,30%	20,00	tidak sesuai
4	994	1395	40,34%	20,00	tidak sesuai
5	1013	1384	36,62%	20,00	tidak sesuai
6	915	1387	51,58%	20,00	tidak sesuai
7	923	1379	49,40%	20,00	tidak sesuai
8	913	1456	59,47%	20,00	tidak sesuai
9	943	1398	48,25%	20,00	tidak sesuai
10	956	1350	41,21%	20,00	tidak sesuai
Rata-rata			44,38%		



PENGUJIAN UKURAN BATU BATA

NORMAL 0%							
No sampel	ukuran (mm)			modul SNI 15-2094-2000 (mm)			keterangan
	panjang	lebar	tebal	panjang	lebar	tebal	
1	163,35	76,10	58,50	190	92	65	Tidak sesuai
2	169,40	80,20	63,20				Tidak sesuai
3	168,50	78,15	60,40				Tidak sesuai
4	167,10	78,60	63,20				Tidak sesuai
5	168,60	80,50	64,10				Tidak sesuai
6	170,30	81,50	64,50				Tidak sesuai
7	165,10	80,10	61,10				Tidak sesuai
8	168,80	80,10	62,20				Tidak sesuai
9	161,50	75,30	61,10				Tidak sesuai
10	169,50	79,40	62,50				Tidak sesuai
VARIASI 20%							
No sampel	ukuran (mm)			modul SNI 15-2094-2000 (mm)			keterangan
	panjang	lebar	tebal	panjang	lebar	tebal	
1	170,50	80,24	63,20	190	92	65	Tidak sesuai
2	174,60	84,20	60,50				Tidak sesuai
3	173,20	82,60	61,25				Tidak sesuai
4	172,80	84,20	61,10				Tidak sesuai
5	163,20	80,10	63,10				Tidak sesuai
6	163,50	79,50	59,60				Tidak sesuai
7	171,30	82,50	62,20				Tidak sesuai
8	174,50	82,10	68,30				Tidak sesuai
9	164,50	79,50	64,40				Tidak sesuai
10	167,50	86,30	62,40				Tidak sesuai
VARIASI 25%							
No sampel	ukuran (mm)			modul SNI 15-2094-2000 (mm)			keterangan
	panjang	lebar	tebal	panjang	lebar	tebal	
1	174,50	75,50	56,50	190	92	65	Tidak sesuai
2	170,50	78,20	62,10				Tidak sesuai
3	164,10	77,40	60,20				Tidak sesuai
4	173,20	81,50	64,20				Tidak sesuai
5	177,20	81,01	60,20				Tidak sesuai

6	176,80	85,50	63,60				Tidak sesuai
7	173,10	83,50	63,40				Tidak sesuai
8	173,5	81,25	63,10				Tidak sesuai
9	174,5	78,40	65,20				Tidak sesuai
10	170,5	78,80	65,40				Tidak sesuai
VARIASI 30%							
No sampel	ukuran (mm)			modul SNI 15-2094-2000 (mm)			keterangan
	panjang	lebar	tebal	panjang	lebar	tebal	
1	175,60	83,10	61,80	190	92	65	Tidak sesuai
2	176,5	78,80	62,50				Tidak sesuai
3	173,20	79,70	62,10				Tidak sesuai
4	176,80	80,10	66,20				Tidak sesuai
5	171,25	79,80	63,25				Tidak sesuai
6	178,30	80,25	62,50				Tidak sesuai
7	175,50	81,50	60,10				Tidak sesuai
8	173,20	80,50	60,60				Tidak sesuai
9	175,5	78,50	64,50				Tidak sesuai
10	175,50	75,20	63,50				Tidak sesuai



PENGUJIAN SIFAT TAMPAK

NORMAL 0 %							
No	kode sampel	tampak luar			warna	keterangan	
		bidang-bidang dan rusuk-rusuk					
		rata/tidak	retak/tidak	siku/tidak			
1	1 B	✓	x	✓	Merah keabuan	✓=ya	
2	2 B	✓	✓	✓	Merah keabuan	x= tidak	
3	3 B	✓	x	✓	Merah keabuan		
4	4 B	✓	x	✓	Merah keabuan		
5	5 B	✓	x	✓	Merah keabuan		
6	6 B	x	x	✓	Merah keabuan		
7	7 B	x	✓	x	Merah keabuan		
8	8 B	✓	x	✓	Merah keabuan		
9	9 B	✓	x	✓	Merah keabuan		
10	10 B	✓	x	✓	Merah keabuan		
TOTAL		80%	20%	90%			□
VARIASI 20%							
No	kode sampel	tampak luar			warna	Keterangan	
		bidang-bidang dan rusuk-rusuk					
		rata/tidak	retak/tidak	siku/tidak			
1	1 C	✓	✓	✓	Merah keabuan	✓=ya	
2	2 C	✓	✓	✓	Merah keabuan	x= tidak	
3	3 C	✓	x	✓	Merah keabuan		

4	4 C	x	x	x	Merah keabu-abuan	
5	5 C	✓	x	✓	Merah keabu-abuan	
6	6 C	✓	x	✓	Merah keabu-abuan	
7	7 C	x	✓	✓	Merah keabu-abuan	
8	8 C	x	x	✓	Merah keabu-abuan	
9	9 C	✓	x	✓	Merah keabu-abuan	
10	10 C	✓	x	x	Merah keabu-abuan	
TOTAL		70%	30%	80%		
VARIASI 25 %						
No	kode sampel	tampak luar			warna	Keterangan
		bidang-bidang dan rusuk-rusuk				
		rata/tidak	retak/tidak	siku/tidak		
1	1 D	✓	✓	✓	Merah keabu-abuan	✓=ya
2	2 D	✓	x	✓	Merah keabu-abuan	x= tidak
3	3 D	x	✓	✓	Merah keabu-abuan	
4	4 D	✓	x	x	Merah keabu-abuan	
5	5 D	x	✓	✓	Merah keabu-abuan	
6	6 D	✓	x	✓	Merah keabu-abuan	
7	7 D	✓	✓	x	Merah keabu-abuan	
8	8 D	✓	x	✓	Merah keabu-abuan	
9	9 D	✓	✓	✓	Merah keabu-abuan	
10	10 D	x	x	✓	Merah keabu-abuan	
TOTAL		70%	50%	80%		
VARIASI 30%						
No	kode	tampak luar			warna	Keterangan

	sampel	bidang-bidang dan rusuk-rusuk				n
		rata/tidak	retak/tidak	siku/tidak		
1	1 E	✓	x	✓	Merah keabuan	✓=ya
2	2 E	✓	✓	✓	Merah keabuan	x= tidak
3	3 E	✓	✓	x	Merah keabuan	
4	4 E	✓	✓	✓	Merah keabuan	
5	5 E	✓	x	✓	Merah keabuan	
6	6 E	x	x	✓	Merah keabuan	
7	7 E	x	x	✓	Merah keabuan	
8	8 E	x	✓	✓	Merah keabuan	
9	9 E	x	✓	✓	Merah keabuan	
10	10 E	✓	✓	✓	Merah keabuan	
TOTAL		60%	60%	90%		



PENGUJIAN KUAT TEKAN BATU BATA

BATU BATA NORMAL								
No sampel	penampang (mm)		A (Luasan) (mm ²)	P (beban) (KN)	σ (Tekanan) (N/mm ²)	SNI 15- 2094-20000	keterangan	rata-rata kuat tekan (N/mm2)
	panjang	lebar						
1	80,1	76,1	6095,61	5	0,82	5	Tidak	0,54
2	83,5	80,2	6696,7	6	0,90	5	Tidak	
3	80,5	80,5	6480,25	4,2	0,65	5	Tidak	
4	81,5	78,6	6405,9	3,9	0,61	5	Tidak	
5	84,4	80,5	6794,2	4,1	0,60	5	Tidak	
6	84,5	81,5	6886,75	4,7	0,68	5	Tidak	
7	81,5	80,1	6528,15	2,8	0,43	5	Tidak	
8	85,5	80,1	6848,55	2,1	0,31	5	Tidak	
9	79,5	75,3	5986,35	4,3	0,72	5	Tidak	
10	85,3	79,4	6772,82	2,4	0,35	5	Tidak	
11	823	80,2	66004,6	3,8	0,06	5	Tidak	
12	82,5	80,5	6641,25	3,9	0,59	5	Tidak	
13	81,7	80,1	6544,17	4,7	0,72	5	Tidak	
14	84,1	80,2	6744,82	2,5	0,37	5	Tidak	
15	83,2	81,5	6780,8	2,2	0,32	5	Tidak	
16	82,2	80,5	6617,1	2,8	0,42	5	Tidak	
17	83,5	79,5	6638,25	3,7	0,56	5	Tidak	
18	81,6	78,7	6421,92	2,1	0,33	5	Tidak	
19	82,5	78,5	6476,25	3,9	0,60	5	Tidak	
20	81,9	80,6	6601,14	3,5	0,53	5	Tidak	
21	82,8	80,4	6657,12	3,1	0,47	5	Tidak	
22	81,5	78,3	6381,45	3,5	0,55	5	Tidak	
23	82,5	79,5	6558,75	2,4	0,37	5	Tidak	
24	81,2	80,8	6560,96	4,8	0,73	5	Tidak	
25	83,4	81,9	6830,46	3,6	0,53	5	Tidak	
26	84,2	79,8	6719,16	4,5	0,67	5	Tidak	
27	83,2	79,7	6631,04	3,6	0,54	5	Tidak	
28	83,5	80,7	6738,45	4,1	0,61	5	Tidak	
29	81,7	80,5	6576,85	4,6	0,70	5	Tidak	
30	81,6	82,6	6740,16	2,3	0,34	5	Tidak	
rata-rata (x)				3,64				
standar deviasi (s)				0,18				
koefisien variasi (%)				20,17				

VARIASI 20%								
No sampel	penampang (mm)		A (Luasan) (mm ²)	P (beban) (KN)	σ (Tekanan) (N/mm ²)	SNI 15- 2094-20000	keterangan	rata-rata kuat tekan (N/mm ²)
	panjang	lebar						
1	84,6	80,2	6784,92	6,7	0,99	5	Tidak	0,61
2	87,3	80,2	7001,46	3,6	0,51	5	Tidak	
3	86,6	82,6	7153,16	3,5	0,49	5	Tidak	
4	86,4	84,2	7274,88	4,9	0,67	5	Tidak	
5	81,6	80,1	6536,16	6,1	0,93	5	Tidak	
6	81,5	79,5	6479,25	4,8	0,74	5	Tidak	
7	85,5	82,5	7053,75	5,2	0,74	5	Tidak	
8	87,3	82,1	7167,33	3,9	0,54	5	Tidak	
9	85,3	79,5	6781,35	4,6	0,68	5	Tidak	
10	85,4	79,5	6789,3	3,5	0,52	5	Tidak	
11	86,4	79,9	6903,36	4,1	0,59	5	Tidak	
12	84,3	80,4	6777,72	3,6	0,53	5	Tidak	
13	82,4	83,1	6847,44	3,8	0,55	5	Tidak	
14	85,6	84,5	7233,2	2,9	0,40	5	Tidak	
15	85,9	85,1	7310,09	4,3	0,59	5	Tidak	
16	84,5	84,2	7114,9	4,8	0,67	5	Tidak	
17	84,3	83,5	7039,05	3,9	0,55	5	Tidak	
18	85,3	85,1	7259,03	3,5	0,48	5	Tidak	
19	87,1	86,2	7508,02	5,6	0,75	5	Tidak	
20	86,5	84,4	7300,6	5,4	0,74	5	Tidak	
21	85,7	83,2	7130,24	3,6	0,50	5	Tidak	
22	85,3	84,8	7233,44	5,1	0,71	5	Tidak	
23	82,9	81,5	6756,35	3,4	0,50	5	Tidak	
24	84,6	85,2	7207,92	3,1	0,43	5	Tidak	
25	81,4	87,3	7106,22	4,3	0,61	5	Tidak	
26	81,1	87,5	7096,25	2,7	0,38	5	Tidak	
27	85,1	85,7	7293,07	4,7	0,64	5	Tidak	
28	86,2	84,5	7283,9	4,5	0,62	5	Tidak	
29	87,3	83,7	7307,01	5,5	0,75	5	Tidak	
30	83,4	85,1	7097,34	3,9	0,55	5	Tidak	
rata-rata (x)				4,32				
standar deviasi (s)				0,14				
koefisien variasi (%)				30,52				

VARIASI 25%								
No sampel	penampang (mm)		A (Luasan) (mm ²)	P (beban) (KN)	σ (Tekanan) (N/mm ²)	SNI 15- 2094-20000	keterangan	rata-rata kuat tekan (N/mm ²)
	panjang	lebar						
1	87,2	79,4	6923,68	4,5	0,65	5	Tidak	0,64
2	84,25	78,2	6588,35	5,6	0,85	5	Tidak	
3	82,1	79,8	6551,58	6	0,92	5	Tidak	
4	86,6	81,5	7057,9	4,2	0,60	5	Tidak	
5	88,6	81,2	7194,32	6,3	0,88	5	Tidak	
6	88,4	85,5	7558,2	5	0,66	5	Tidak	
7	86,5	83,15	7192,475	3,9	0,54	5	Tidak	
8	89,4	81,4	7277,16	3,8	0,52	5	Tidak	
9	87,4	84,5	7385,3	4,7	0,64	5	Tidak	
10	84,8	86,1	7301,28	3,8	0,52	5	Tidak	
11	89,1	88,4	7876,44	3,5	0,44	5	Tidak	
12	87,5	86,5	7568,75	4,1	0,54	5	Tidak	
13	88,5	85,4	7557,9	4,5	0,60	5	Tidak	
14	86,5	87,4	7560,1	4,3	0,57	5	Tidak	
15	84,1	84,2	7081,22	3,1	0,44	5	Tidak	
16	85,5	85,2	7284,6	3,9	0,54	5	Tidak	
17	83,6	85,3	7131,08	3,9	0,55	5	Tidak	
18	88,4	84,1	7434,44	4,8	0,65	5	Tidak	
19	84,7	85,6	7250,32	4,3	0,59	5	Tidak	
20	84,5	84,6	7148,7	4,1	0,57	5	Tidak	
21	83,1	84,3	7005,33	4,8	0,69	5	Tidak	
22	83,9	84,5	7089,55	3,9	0,55	5	Tidak	
23	86,2	85,8	7395,96	4,9	0,66	5	Tidak	
24	84,7	85,8	7267,26	6,1	0,84	5	Tidak	
25	85,1	85,5	7276,05	6,3	0,87	5	Tidak	
26	84,9	84,6	7182,54	5,7	0,79	5	Tidak	
27	88,1	87,5	7708,75	3,8	0,49	5	Tidak	
28	86,1	85,4	7352,94	4,6	0,63	5	Tidak	
29	85,5	85,7	7327,35	5,7	0,78	5	Tidak	
30	84,5	84,6	7148,7	4,8	0,67	5	Tidak	
rata-rata (x)				4,63				
standar deviasi (s)				0,13				
koefisien variasi (%)				35,09				

VARIASI 30%								
No sampel	penampang (mm)		A (Luasan) (mm ²)	P (beban) (KN)	σ (Tekanan) (N/mm ²)	SNI 15- 2094-20000	keterangan	rata-rata kuat tekan (N/mm ²)
	panjang	lebar						
1	87,8	83,1	7296,18	3,6	0,49	5	Tidak	0,68
2	85,25	78,8	6717,7	3,8	0,57	5	Tidak	
3	86,6	79,5	6884,7	5,8	0,84	5	Tidak	
4	88,4	80,1	7080,84	5,1	0,72	5	Tidak	
5	85,6	79,2	6779,52	8,6	1,27	5	Tidak	
6	89,1	80,3	7154,73	4	0,56	5	Tidak	
7	87,7	81,5	7147,55	8	1,12	5	Tidak	
8	86,6	80,5	6971,3	8,3	1,19	5	Tidak	
9	86,4	84,2	7274,88	5,4	0,74	5	Tidak	
10	86,3	85,5	7378,65	3,8	0,51	5	Tidak	
11	87,4	83,9	7332,86	4,7	0,64	5	Tidak	
12	86,5	84,1	7274,65	3,8	0,52	5	Tidak	
13	85,1	85,3	7259,03	4,9	0,68	5	Tidak	
14	84,4	81,7	6895,48	5,1	0,74	5	Tidak	
15	86,5	86,5	7482,25	5,9	0,79	5	Tidak	
16	87,3	86,2	7525,26	4,9	0,65	5	Tidak	
17	85,6	87,6	7498,56	3,7	0,49	5	Tidak	
18	87,4	84,2	7359,08	8,2	1,11	5	Tidak	
19	86,3	87,3	7533,99	3,8	0,50	5	Tidak	
20	85,1	86,4	7352,64	3,8	0,52	5	Tidak	
21	83,6	84,1	7030,76	4,2	0,60	5	Tidak	
22	85,5	85,2	7284,6	3,2	0,44	5	Tidak	
23	88,1	87,4	7699,94	4,5	0,58	5	Tidak	
24	82,9	83,2	6897,28	4,5	0,65	5	Tidak	
25	86,5	85,9	7430,35	3,8	0,51	5	Tidak	
26	85,8	84,2	7224,36	5,5	0,76	5	Tidak	
27	86,2	85,6	7378,72	5,1	0,69	5	Tidak	
28	87,1	86,2	7508,02	4,7	0,63	5	Tidak	
29	85,6	85,3	7301,68	2,8	0,38	5	Tidak	
30	84,1	84,5	7106,45	2,7	0,38	5	Tidak	
rata-rata (x)				4,87				
standar deviasi (s)				0,23				
koefisien variasi (%)				21,18				

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
JURUSAN TEKNIK SIPIL

Jalan Bathin Alam, Sungai alam Bengkalis-Riau 28714
Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000
Laman: <http://www.polbeng.ac.id>



FORMULIR 11	TA 2023/2024
LEMBARAN SARAN DAN PERBAIKAN SIDANG TUGAS AKHIR	

Nama : Edi Saputra

NIM : 4103211375

Judul Tugas Akhir : penggunaan abu sekam padi dan bottom ash sebagai bahan tambahan pada campuran pembuatan bata merah

Nama Pembimbing / Penguji : Indriyani Puuhulawca, M.Eng

Materi perbaikan dari Penguji I / II / III:

- > Perbaiki Abstrak
- > Perbaiki kata tulis
- > di Perbaiki Bab 9, Bahas sedikit hasil Penelitian
- > di Bahas dengan Standar yg ada.
- > Buat rekomendasi tabel yg di pakai u/ Bata Bata.

Penguji I/II/III			
Sebelum perbaikan		Pengesahan setelah perbaikan	
Tanggal	01/01/2024	Tanggal	
Tanda Tangan		Tanda Tangan	



- CATATAN:**
1. Sebelum Form Lembar Perbaikan Tugas Akhir (Asli) dikembalikan ke Koordinator, Mohon Mahasiswa Mengcopy Form ini untuk REVISI ke Pembimbing dan Penguji
 2. Semua data diatas wajib diisi dengan lengkap oleh Mahasiswa (Menggunakan Tulisan Komputer) sebelum sidang dimulai, kecuali nama Pembimbing dan Penguji juga materi perbaikan

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS



JURUSAN TEKNIK SIPIL
Jalan Bathin Alam, Sungai alam Bengkalis-Riau 28714
Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000
Laman: <http://www.polbeng.ac.id>



FORMULIR 11

LEMBARAN SARAN DAN PERBAIKAN SIDANG TUGAS AKHIR

TA 2023/2024

Nama : Edi Saputra

NIM : 4103211375

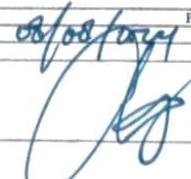
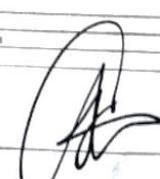
Judul Tugas Akhir : penggunaan abu sekam padi dan bottom ash sebagai bahan tambahan pada campuran pembuatan bata merah

Nama Pembimbing / Penguji : FAISAL ANANDA, MIT

Materi perbaikan dari Penguji I / II / III :

- Hubungan sebab akibat dari prioritas, pengaruh sebanding serap air, tdk kuat tekan beton
- Ciri-ciri hasil
- Prosedur

ACC

Penguji I/II/III			
Sebelum perbaikan	Penguji I/II/III		Pengesahan setelah perbaikan
Tanggal	Tanda Tangan		Tanggal
			



CATATAN

1. Sebelum Form Lembar Perbaikan Tugas Akhir (Asli) dikembalikan ke Koordinator, Mohon Mahasiswa Mengcopy Form ini untuk REVISI ke Pembimbing dan Penguji
2. Semua data diatas wajib diisi dengan lengkap oleh Mahasiswa (Menggunakan Tulisan Komputer) sebelum sidang dimulai, kecuali nama Pembimbing dan Penguji juga materi perbaikan

Diprint A4

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS
JURUSAN TEKNIK SIPIL

Jalan Bathin Alam, Sungai alam Bengkalis-Riau 28714
Telepon (0766) 24566, Faximile (0766) 800 1000
Laman <http://www.polbeng.ac.id>



FORMULIR 11	TA 2023/2024
LEMBARAN SARAN DAN PERBAIKAN SIDANG TUGAS AKHIR	

Nama : Edi Saputra
NIM : 4103211375

Judul Tugas Akhir : penggunaan abu sekam padi dan bottom ash sebagai bahan tambahan pada campuran pembuatan bata merah

Nama Pembimbing / Penguji : MARYADI SASTRA

Materi perbaikan dari Penguji I / II / III:

- kumar mana belum dijawab
- foto daerah penelitian
- foto tulis dijawab

Penguji I/II/III			
Sebelum perbaikan		Pengesahan setelah perbaikan	
Tanggal		Tanggal	
Tanda Tangan		Tanda Tangan	



CATATAN:

1. Sebelum Form Lembar Perbaikan Tugas Akhir (Asli) dikembalikan ke Koordinator, Mohon Mahasiswa Mengcopy Form ini untuk REVISI ke Pembimbing dan Penguji
2. Semua data diatas wajib diisi dengan lengkap oleh Mahasiswa (Menggunakan Tulisan Komputer) sebelum sidang dimulai, kecuali nama Pembimbing dan Penguji juga materi perbaikan



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI

POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS

Jalan Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau 28711

Telepon: (+62766), FAX (+62766) 8001000

Laman: <http://www.polbeng.ac.id/>, E-mail: polbeng@polbeng.ac.id

LEMBAR ASISTENSI BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama : Edi Saputra
NIM : 4103211375
Program Studi : D-III Teknik Sipil
Dosen Pembimbing : Efan Tifani, M.Eng

NO	TANGGAL	URAIAN	PARAF
01)	14 Juni 2021	<ul style="list-style-type: none">+ Perbaiki Perincian Laporan T.A+ Perbaiki flow chart+ Tahapan Persiapan Sampel & Proses Pengambilan Sampel di Paralel Para BAB-3+ masalah lokasi pengambilan material RLY ASH?- Lanjutkan Proses Revisi.	
02)	20 Juni 2021	<ul style="list-style-type: none">+ Perbaiki ^{CARA} Tahapan Analisis Data Para BAB-3+ Perbaiki hasil Data Pembinaan Indeks Properti Tanah+ Perbaiki informasi tentang jenis tanah yg dibutuhkan- Lanjutkan Proses Revisi.	
03)	26 Juni 2021	<ul style="list-style-type: none">+ Perbaiki Cara Pembinaan Data Berat Volume, U & PL, Kapak AIR, dll.+ WAB Dikawatir juga Pembinaan U & PL utk Bottom ASH & Abu sekam padi- Lanjutkan Proses Revisi.	
04)	29 Juni 2021	<ul style="list-style-type: none">+ Perbaiki Para U & PL tentang Alas yg insulasi terhadap Pundihau Abu sekam Padi & BASBB Bahan tambah dan Bata Bata.+ Tampilkan Hasil keseluruhan cara portland semen Daya Hasil Pembinaan Indeks Properti Tanah.- Lanjutkan Proses Revisi.	



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS

Jalan Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau 28711
Telepon (+62766), FAX (+62766) 8001000
Laman: <http://www.polbeng.ac.id/>, E-mail: polbeng@polbeng.ac.id

LEMBAR ASISTENSI BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama : Edi Saputra
NIM : 4103211375
Program Studi : D-III Teknik Sipil
Dosen Pembimbing : Efan Tifani, M.Eng

NO	TANGGAL	URAIAN	PARAF
05	07 Juli 2019	<ul style="list-style-type: none">* Capas air 760 (nata) utk Panbata Batu Bata adalah Capas air setelah U-PL yaitu LP* Hasil Pembinaan indeks progres tanah Dilengkapi dgn Pembatas* Lanjutkan proses Revisi.	
06	12 Juli 2019	<ul style="list-style-type: none">* Buat grafik kurva Limf & label Pabrikas fanaat utk manufaktur zona tanah market klasifikasi USCS.* Buat detail batu bata sesuai dgn ukuran GPC 17-5 menurut SNI 15-2019-2000.* Perbaiki gambar & deskripsi awal Pembata Batu Bata.* Lanjutkan proses Revisi.	
07	19 Juli 2019	<ul style="list-style-type: none">* Buat Sampul Batu Bata sesuai dgn jumlah yg disarankan oleh SNI.* Buat tabel kesesuaian hasil pembata dgn SNI sesuai apa tidak sesuai > Data setiap Pembata yg dilakukan pada Sampul Batu Bata.* Perbaiki Pembata Laporan T-A* Lanjutkan proses Revisi.	



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
POLITEKNIK NEGERI BENGKALIS

Jalan Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau 28711

Telepon. (+62766), FAX (+62766) 8001000

Laman: <http://www.polbeng.ac.id/>, E-mail: polbeng@polbeng.ac.id

LEMBAR ASISTENSI BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nama : Edi Saputra
NIM : 4103211375
Program Studi : D-III Teknik Sipil
Dosen Pembimbing 1 : Efan Tifani, ST., M.Eng

NO	TANGGAL	URAIAN	PARAF
01)	29/08/2024	+ Perbaiki Rincian Laporan T.A + Bagi pembahasan DARI SELURUH hasil yg didapatkan pada BAB-4 + BAB-3 → metode Penelitian D: PERTAMA & P. PERJALAN BAGAIMANA CARA MENAMBIL & menyampaikan sampai tanah. + Lanjutkan Proses Revisi	
02)	30/08/2024	+ Perbaiki Rincian Laporan T.A. + Revisi Laporan T.A SKR + ACC ulang Laporan T.A.	