

# **SKRIPSI**

## **PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH BOTOL KACA TERHADAP DAYA SERAP AIR DAN UJI KUAT TEKAN BATU BATA MERAH**

Disusun sebagai salah satu syarat akademik

untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu (S1)



Oleh:

**AL HAVIS ARI WINATA**

**161000222201003**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT**

**TAHUN 2022**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH BOTOL KACA  
TERHADAP DAYA SERAP AIR DAN UJI KUAT TEKAN  
BATU BATA MERAH**

Oleh :

ALHAVIS ARIWINATA  
161000222201003


Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I



ISHAQ S.T., M.T.  
NIDN: 1010047301

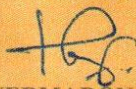
Dosen Pembimbing II



IR. ANA SUSANTI YUSMAN, M.ENG.  
NIDN: 1017016901

Disetujui oleh :

Ketua Program Studi  
Teknik Sipil



HELGA YERMADONA, S.PD., M.T.  
NIDN: 1013098502

Dekan  
Fakultas Teknik



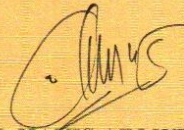
MASRIE S.T., M.T.  
NIDN: 1005057407



## LEMBAR PERSETUJUAN TIM PENGUJI

Skripsi ini sudah dipertahankan dan disempurnakan berdasarkan masukan dan koreksi Tim Penguji pada ujian tertutup tanggal 28 Agustus 2022 di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Bukittinggi, 7 September 2022  
Mahasiswa,



**(AL HAVIS ARI WINATA)**  
161000222201003

Disetujui Tim Penguji Skripsi tanggal 7 September 2022

1. DEDDY KURNIAWAN, S.T., M.T.

1. 

2. ZUHELDI, S.T., M.T.

2. 

Mengetahui :  
Kaprodik Teknik SipilUMSB



**(HELGA YERMADONA, S.Pd., M.T.)**  
NIDN 1013098502

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : AL HAVIS ARI WINATA

NIM : 161000222201003

Judul Skripsi : Pengaruh Penambaha Limbah Botol Kaca Terhadap Daya Serap

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penulisan Skripsi ini berdasarkan penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpanan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Sumatra Barat.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Bukittinggi, 7 September 2022

Mahasiswa



AL HAVIS ARI WINATA

161000222201003

## DAFTAR ISI

Halaman

**HALAMAN JUDUL**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI**

**ABSTRAK**

**KATA PENGANTAR** ..... i

**DAFTAR ISI** ..... ii

**DAFTAR GAMBAR** ..... iii

**DAFTAR TABEL** ..... iv

**DAFTAR NOTASI** ..... v

**BAB I PENDAHULUAN** ..... 1

1.1 Latar Belakang Masalah ..... 1

1.2 Rumusan Masalah ..... 3

1.3 Batasan Masalah ..... 3

1.4 Tujuan Penelitian ..... 3

1.5 Manfaat Penelitian ..... 4

1.5.1 Manfaat Bagi Mahasiswa ..... 4

1.5.2 Manfaat Bagi Pembuat Batu Bata ..... 4

1.5.3 Manfaat Bagi Penjual Barang Bekas Atau Botol Kaca ..... 4

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA** ..... 5

2.1 Pengertian Tanah ..... 5

2.2 Klasifikasi Tanah ..... 6

2.3 Tanah Lempung ..... 8

2.4 Kaca ..... 12

2.4.1 Komposisi Kaca ..... 12

2.4.2 Serbuk Kaca ..... 13



2.5 Batu Bata .....	15
2.6 Pembuatan Batu Bata .....	18
2.7 Kualitas Batu Bata Merah .....	22
2.8 Kegunaan dan Keuntungan Batu Bata Merah .....	24
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>25</b>
3.1 Lokasi Penelitian .....	25
3.2 Bahan dan Alat Penelitian .....	25
3.3 Data Penelitian .....	25
3.3.1 Jenis dan Sumber Data .....	25
3.3.2 Teknik Pengumpulan Data .....	26
3.4 Metode Analisa Data .....	26
3.4.1 Metode Pencampuran Sampel Tanah dengan Serbuk Limbah Botol Kaca .....	26
3.4.2 Metode Prosedur Pembuatan Batu Bata Merah .....	27
3.4.3 Pengujian Sampel Batu Bata Merah dengan Tambahan Serbuk Limbah Botol Kaca .....	27
3.5 Bagan Alir .....	29
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>30</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	30
4.1.1 Tahap Pembuatan Sampel Benda Uji .....	30
4.1.2 Proses Pengujian Daya Serap Air .....	34
4.1.3 Proses Pengujian Nilai Kuat Tekan .....	35
4.2 Pembahasan .....	36
4.2.1 Pengujian Daya Serap Air .....	36
4.2.2 Pengujian Nilai Kuat Tekan Batu Bata Merah .....	37
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>43</b>
5.1 Kesimpulan .....	43
5.2 Saran .....	43

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**



## DAFTAR TABEL

halaman

Tabel 2.1 Komposisi yang terdapat pada kaca berbagai warna .....	15
Tabel 2.2 Kandungan atau unsur yang terdapat dalam botol kaca .....	15
Tabel 2.3 Kelas modul batu bata SII-0021-78 .....	17
Tabel 2.4 Ukuran batu bata berdasarkan SNI 15-2094-2000 .....	18
Tabel 4.1 Perbedaan hasil daya serap air batu bata merah .....	36
Tabel 4.2 Grafik perbedaan hasil daya serap air .....	37
Tabel 4.3 Perbedaan hasil uji kuat tekan batu bata merah .....	37
Tabel 4.4 Hasil uji kuat tekan batu bata merah campuran 0% .....	38
Tabel 4.5 Perhitungan hasil kuat tekan batu bata merah campuran 0% .....	38
Tabel 4.6 Hasil uji kuat tekan batu bata merah campuran 2% .....	39
Tabel 4.7 Perhitungan hasil kuat tekan batu bata merah campuran 2% .....	39
Tabel 4.8 Hasil uji kuat tekan batu bata merah campuran 4% .....	39
Tabel 4.9 Perhitungan hasil kuat tekan batu bata merah campuran 4% .....	40
Tabel 4.10 Hasil uji kuat tekan batu bata merah campuran 6% .....	40
Tabel 4.11 Perhitungan hasil kuat tekan batu bata merah campuran 6% .....	40
Tabel 4.12 Hasil uji kuat tekan batu bata merah campuran 8% .....	41
Tabel 4.13 Perhitungan hasil kuat tekan batu bata merah campuran 8% .....	41
Tabel 4.14 Grafik perbedaan hasil uji kuat tekan batu bata merah .....	42



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1 Limbah Botol Kaca .....	30
Gambar 4.2 Penghancuran atau Penghalusan Limbah Botol Kaca .....	31
Gambar 4.3 Serbuk Botol Kaca .....	31
Gambar 4.4 Pengambilan Tanah Liat untuk Benda Sampel .....	32
Gambar 4.5 Pencampuran Tanah Liat dengan Serbuk Botol Kaca .....	32
Gambar 4.6 Proses Mencetak Batu Bata Merah .....	33
Gambar 4.7 Proses Pengeringan Batu Bata Merah .....	33
Gambar 4.8 Proses Pembakaran Batu Bata Merah .....	34
Gambar 4.9 Pengujian Daya Serap Air .....	34
Gambar 4.9 Mesin Penguji Kuat Tekan .....	35



## DAFTAR NOTASI

P	=	Beban Maksimum
A	=	Luas bidang tekan
PA	=	Penyerapan air
Mb	=	Massa basah
Mk	=	Massa Kering
Mc	=	Massa dalam air
$\Sigma r$	=	Kuat tekan rata-rata
tw	=	Satuan tonweight
kN	=	Satuan kiloNewtons
kg	=	Kilogram
cm	=	Centimeter



## ABSTRAK

Latar belakang penulis melakukan penelitian ini adalah untuk meningkatkan pembangunan rumah pada saat ini. penelitian ini bertujuan untuk mengetahui manfaat dan kekuatan batu bata merah biasa tanpa campuran dengan batu bata merah yang telah dicampur limbah botol kaca dan juga untuk mengetahui nilai daya serap air dan nilai kuat tekan batu bata merah yang telah ditambahkan dengan campuran limbah botol kaca. Penelitian yang penulis lakukan disini membuat sampel batu bata dan menguji daya serap air, kuat tekan, dan membuat sampel dipabrik batu bata yang terletak di Desa Manggis Kecamatan Mandiangin Koto Selayan Kota Bukittinggi, serta melakukan pengujian sampel dilabor Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat. Dalam mengumpulkan data yang dibutuhkan penulis adalah survey langsung kelapangan dan melakukan pengujian daya serap air dan kuat tekan di Laboratorium. Dalam metode pencampuran dilakukan dengan persentase anta lain 0%, 2%, 4%, 6% dan 8%. Dari hasil penelitian yang dilakukan penambahan serbuk botol kaca dengan persentase campuran 2%, 4%, 6% dan 8% dapat mempengaruhi nilai daya serap air dan kuat tekan batu bata merah, campuran 4% memiliki kuat tekan yang rendah dan daya serap air yang cukup tinggi sehingga sangat tidak memungkinkan dipakai dalam bidang konstruksi. Akan tetapi campuran 8% memiliki angka yang lebih tinggi dari campuran lainnya dan mendekati campuran 0% , batu bata merah campuran 8% dan 6% masih bisa digunakan dalam bidang kontruksi karena hasil daya serap air dan kuat tekan masih mendekati SNI 15-2094-200.

*Kata Kunci: Batu bata merah, Serbuk Kaca, daya serap air, kuat tekan*





## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala berkat yang telah diberikan-Nya, sehingga skripsi ini dapat penulis selesaikan dengan tepat waktu. Skripsi ini merupakan salah satu kewajiban yang harus diselesaikan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil di Universitas Muhammdiyah Sumatera Barat (UM Sumatera Barat).

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan, dan do'a dari berbagai pihak, Laporan Skripsi ini tidak akan dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan skripsi ini. Ucapan terima kasih ini penulis tuju kepada :

1. Orang tua, kakak dan adik serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan moril, do'a dan kasih sayang,
2. Bapak **MASRIL, S.T., M.T** selaku dekan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat,
3. Bapak **HARIYADI, S.Kom., M.Kom** selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat,
4. Ibu **HELGA YERMADONA, S. Pd., M.T** selaku Ketua Prodi Teknik Sipil,
5. Ibu **Ir. ANA SUSANTI YUSMAN, M. Eng** selaku Dosen Pembimbing Akademik,
6. Bapak **ISHAK, S.T., M.T** selaku Dosen Pembimbing I skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis,
7. Ibu **Ir. ANA SUSANTI YUSMAN, M. Eng** selaku Dosen Pembimbing II skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis,
8. Bapak **DEDDY KURNIAWAN, S.T., M.T** Selaku Dosen Penguji skripsi yang telah memberikan masukan atau saran dalam penulisan skripsi penulis,

9. Bapak **ZULHELDI, S.T., M.T** Selaku Dosen Penguji skripsi yang telah memberikan masukan atau saran dalam penulisan skripsi penulis,
10. Bapak/Ibu Tenaga Kependidikan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat,
11. Orang tua, kakak, dan adik yang telah memberikan dukungan moril, doa, dan kasih sayang.
12. Kawan-kawan Mahasiswa Teknik Sipil Angkatan 2016, 2017 dan 2018.
13. Semua pihak yang namanya tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Akhir kata penulis menyadari bahwa mungkin masih terdapat banyak kekurangan dalam skripsi ini. Oleh karena itu, saran dari pembaca akan sangat bermanfaat bagi penulis. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya. Khususnya mahasiswa teknik sipil.



Bukittinggi, 7 September 2022

Penulis

(AL HAVIS ARI WINATA)

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Batu bata merah merupakan salah satu bahan yang sudah banyak dikenal oleh masyarakat umum untuk bahan konstruksi bangunan. Ini dapat diketahui dari banyaknya masyarakat yang membuat pabrik batu bata merah untuk memproduksi batu bata merah sebagai bahan konstruksi bangunan. Batu bata merah pada umumnya dipakai untuk konstruksi sipil dalam membangun perumahan, bangunan gedung, dinding penahan, pagar dan aplikasi pembangunan pada konstruksi teknik sipil lainnya. Batu bata merah pada umumnya memiliki fungsi non struktur. Fungsi non struktur, batu bata merah biasanya digunakan pada pembangunan gedung yaitu sebagai dinding penyekat ruangan dan dapat sebagai nilai keindahan dan estetika.

Oleh karena meningkatnya pembangunan perumahan dan gedung di Indonesia saat ini mengakibatkan kebutuhan akan bahan bangunan semakin meningkat, salah satu bahan bangunan yang sangat diperlukan yaitu batu bata merah sebagai bahan pembuatan dinding rumah. Hal ini dikarenakan batu bata merah memiliki banyak keunggulan yaitu bahan utama dalam pembuatan batu bata merah adalah tanah liat mudah didapatkan sehingga dari segi harga batu bata merah masih tergolong murah. Dan dari sisi lainnya batu bata merah juga mudah dibuat dengan menggunakan alat-alat sederhana dan hanya butuh modal yang kecil.

Pemanfaatan batu bata merah dalam konstruksi sipil perlu peningkatan produksi dan kualitas bahan material batu bata merah sendiri (bahan dasar lempung atau tanah liat) dengan ditambah bahan lain. Salah satu cara yang dilakukan adalah dengan mencampur bahan utama dengan limbah botol kaca yang dihaluskan menjadi serbuk.

Batu bata merah adalah salah satu jenis material bahan bangunan yang dibuat oleh manusia dengan bahan dasar tanah liat dengan melalui beberapa proses. Proses tersebut yaitu proses penggilingan tanah, mencetak, proses



pengeringan dengan cara mengangin-anginkan, proses pembakaran dengan suhu yang sangat tinggi sehingga mengeras dan yang terakhir proses pendinginan.

Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian yang lebih mendalam terhadap masalah ini, yaitu pembuatan batu bata merah dari tanah liat dicampur dengan bahan tambahan yaitu limbah botol kaca, dimana telah diketahui dengan penambahan bahan limbah botol kaca yang sudah dihaluskan menyerupai serbuk diharapkan dapat meningkatkan kekuatan batu bata merah dan penghematan bahan utama batu bata merah yaitu tanah liat, karena semakin lama ketersediaan bahan utama pembuatan batu bata semakin berkurang dan terbatas ketersediaannya.

Tanah liat merupakan bahan dasar pembuatan batu bata merah yang memiliki sifat plastis dan susut kering. Sifat plastis tanah liat sangat penting untuk mempermudah dalam proses awal pembuatan bata merah. Apabila tanah liat yang di pakai terlalu plastis, maka akan mengakibatkan batu bata merah yang dibentuk memiliki sifat kekuatan kering yang tinggi. Hal ini akan mengakibatkan kekuatan, penyusutan dan mempengaruhi hasil pembakaran batu bata merah yang sudah jadi (Sri Handayani, 2010).

Pada penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh Andi Wahyuni Ardi (2016) menunjukkan bahwa hasil pengujian kuat tekan, daya serap air dan densitas digunakan masing-masing komposisi serbuk kaca yaitu 0 %, 10%, 20 %, 30 % dan 40 % telah memenuhi nilai standar yaitu nilai kuat tekan secara minimum  $233,41 \text{ kg/cm}^2$  dan maksimumnya  $253,37 \text{ kg/cm}^2$  (sesuai kategori kelas 200 menurut SII-0021-1978); nilai daya serap air diperoleh secara minimum 12,06 % dan maksimum 17,66 % (sesuai standar SNI 15-2094-2000), nilai densitas pada sampel kuat tekan diperoleh  $1,48 - 1,64 \text{ gr/cm}^3$  (sesuai standar SNI-03-4164-1996) dan nilai densitas pada sampel daya serap air diperoleh  $1,57 - 1,68 \text{ gr/cm}^3$  (sesuai standar SNI-03-4164-1996).

Dari latar belakang diatas maka peneliti berharap agar penelitian ini berguna bagi pengrajin batu bata merah dan industrinya, dengan adanya

penambahan serbuk limbah botol kaca pada material batu bata merah diharapkan dapat menambah nilai kuat tekan terhadap batu bata merah tersebut.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh penambahan serbuk botol kaca terhadap peningkatan daya serap air pada batu bata merah.
2. Bagaimana pengaruh penambahan serbuk botol kaca dengan campuran tertentu dalam proses pembangunan batu bata merah terhadap nilai kuat tekan batu bata merah.

## **1.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah yang dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Pengujian kuat tekan dan daya serap air dilakukan di laboratorium.
2. Jenis batu bata yang digunakan untuk diteliti adalah batu bata merah tradisional.
3. Pencampuran serbuk botol kaca menggunakan kadar tertentu dari berat total sampel yang kemudian diuji untuk memperoleh kadar serbuk botol kaca untuk campuran batu bata merah.
4. Menjelaskan dan menerangkan cara pembuatan batu bata merah yang ditambahkan serbuk botol kaca.

## **1.4 Tujuan penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh penambahan limbah botol kaca pada tanah liat sebagai bahan campuran pembuatan batu bata merah.
2. Mengetahui manfaat yang dapat digunakan pada limbah botol kaca untuk penambahan serbuk botol kaca dalam pembuatan batu bata merah.
3. Mengetahui nilai daya serap air dan nilai kuat tekan batu bata merah yang telah ditambahkan dengan campuran limbah botol kaca .

4. Membandingkan kekuatan batu bata merah biasa tanpa campuran dengan batu bata merah yang telah ditambahkan dengan campuran limbah botol kaca.

## **1.5 Manfaat penelitian**

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini yaitu :

### **1.5.1 Manfaat Bagi Mahasiswa**

Manfaat penelitian ini untuk mahasiswa adalah :

1. Dapat membandingkan serta menerapkan konsep teori yang telah diperoleh masa perkuliahan.
2. Diharapkan dapat memberi informasi tentang pengaruh penambahan limbah botol kaca terhadap nilai daya serap air dan kuat tekan pada batu bata merah.

### **1.5.2 Manfaat Bagi Pembuat Batu Bata**

Manfaat penelitian ini untuk pembuat batu bata merah dapat diharapkan kepada masyarakat pengrajin batu bata merah dan industri lain bisa memahami dan mengenal sifat atau karakteristik material batu bata merah dengan proses pencampuran serbuk botol kaca.

### **1.5.3 Manfaat Bagi Penjual Barang Bekas Atau Botol Kaca**

Manfaat bagi penjual barang bekas atau botol kaca adalah dapat menambah nilai ekonomis dari limbah botol kaca.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pengertian Tanah

Tanah adalah material yang terdiri dari agregat (butiran) mineral mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dari bahan bahan organik yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai zat cair juga gas yang mengisi ruang ruang kosong diantara partikel partikel padat tersebut ( Das, 1995 ).

Selain itu dalam arti lain tanah adalah akumulasi mineral yang tidak mempunyai atau lemah ikatan antar partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan. (Craig, 1991). Sedangkan menurut (Verhoef, 1994) tanah adalah kumpulan-kumpulan dari bagian-bagian yang padat dan tidak terikat antara satu dengan yang lain (diantaranya mungkin material organik) dan rongga-rongga diantara material tersebut berisi udara dan air.

Bahan tanah tersusun atas empat komponen yaitu :

##### 1. Mineral

Komponen pertama dan utama dalam tanah adalah mineral. Adapun persentase mineral dalam tanah adalah 45% lebih banyak dari pada komponen yang lain. Pada proses pembentukan mineral ini memerlukan waktu yang lama. Adapun jenis batuan yang mengalami pelapukan pada proses terbentuknya tanah akan mempengaruhi jenis tanah yang akan dihasilkan nantinya. Pada umumnya terdapat 3 jenis batuan yang nantinya ketika mengalami pelapukan akan mempengaruhi jenis tanah yaitu batuan beku, batuan sedimen, dan batuan malihan.

##### 2. Air

Komponen yang kedua adalah air dengan persentase 25%. Berdasarkan pengamatan, air merupakan komponen tanah yang sifatnya dapat berubah ubah atau dinamis. Adanya air dalam tanah ini disebabkan karena kemampuan penyerapan tanah yang menggunakan mekanisme adhesi dan kohesi. Keberadaan komposisi air dalam tanah dibedakan menjadi 3 macam yaitu kapasitas lapang, titik layu permanen dan ketersediaan air.

### 3. Udara

Komponen yang ketiga adalah udara dengan persentase 25% yang memiliki persentase 25% yang memiliki persentase yang sama dengan air. Adanya komponen udara dalam tanah inilah yang memungkinkan adanya kehidupan dalam tanah.

### 4. Bahan organik

Komponen yang keempat adalah bahan organik dengan persentase 5%. Bahan organik ini terbentuk dari proses dekomposisi. Adapun sumber bahan organik yang nantinya akan di proses menjadi senyawa organik tanah dibedakan menjadi 3 berdasarkan sumbernya yaitu sumber primer, sumber sekunder dan sumber tersier.

## 2.2 Klasifikasi Tanah

Sistem Klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda beda tapi mempunyai sifat yang serupa kedalam kelompok kelompok dan sub kelompok sub berdasarkan pemakaiannya. ( Das, 1995 ). Sistem Klasifikasi tanah memberikan bahasa yang mudah menjelaskan secara singkat sifat sifat tanah tanpa penjelasan yang terperinci. Klasifikasi tanah juga berfungsi untuk *study* yang lebih terperinci mengenai keadaan tanah tersebut serta kebutuhan akan pengujian untuk menentukan sifat teknis seperti karakteristik pemadatan, kekuatan, berat isi dan sebagainya (Bowles, 1989).

Ada beberapa macam sistem klasifikasi tanah yang umumnya digunakan sebagai hasil pengembangan dari sistem klasifikasi yang sudah ada. Beberapa sistem tersebut memperhitungkan distribusi ukuran butiran dan batas batas *Atterberg*, sistem sistem tersebut adalah sistem klasifikasi tanah *unified* (USCS) dan sistem klasifikasi AASHTO (*American Association Of State Highway and Transportation Official*).

#### a. Sistem klasifikasi tanah *Unified* (USCS)

Sistem klasifikasi tanah *unified* atau *Unified Soil Classification System* (USCS) diajukan pertama kali oleh Casagrande dan kemudian di kembangkan oleh *United State Bureau of Reclamation* (USBR) dan *United State Army Corps of Engineer* (USACE). Dalam USCS, suatu tanah diklasifikasikan dalam dua kategori utama yaitu :

1. Tanah berbutir kasar (*coarse-grained soils*) yang terdiri atas kerikil dan pasir yang kurang dari 50% tanah lolos saringan No. 200 ( $F_{200} < 50\%$ ). Simbol kelompok diawali dengan G untuk kerikil (*gravel*) atau tanah berkerikil (*gravel soil*) atau S untuk pasir (*sand*) atau tanah berpasir (*sandy soil*).
2. Tanah berbutir halus (*fine-grained soils*) yang mana lebih dari 50% tanah lolos saringan No. 200 ( $F_{200} > 50\%$ ). Simbol kelompok diawali dengan M untuk lanau (*silt*), C untuk lempung (*clay*), O untuk lanau atau lempung dengan organik rendah (OL) sampai organik Tinggi (OH). Simbol pt di gunakan untuk gambut (*peat*). Simbol lain yang digunakan untuk klasifikasi tanah adalah W – untuk gradasi baik (*well graded*), P- gradasi buruk (*poorly graded*), L- plastisitas rendah (*low plasticity*) dan H- plastisitas tinggi (*high plasticity*).

#### **b. Sistem klasifikasi AASHTO**

AASHTO (*American Association of state highway and transportation official*), merupakan sistem klasifikasi yang di kembangkan pada tahun 1929 sebagai *publik road administration classification system*. Pada sistem klasifikasi AASHTO ini telah mengalami beberapa perbaikan, adapun yang berlaku saat ini adalah yang diajukan oleh *committee on classification of material for subgrade and granular type road of the highway research board* pada tahun 1945 (ASTM standard no.D3282, AASHTO model M145).

Sistem klasifikasi AASHTO membagi tanah ke dalam 8 kelompok A-1, A-2 dan A-3 adalah tanah berbutir di mana 35% atau kurang dari jumlah butiran tanah tersebut lolos ayakan no. 200. Tanah dimana lebih dari 35 % butiran tanah lolos ayakan no. 200 diklasifikasikan kedalam kelompok A-4, A-5, A-6 dan A-7. Butiran dalam kelompok A-4 sampai dengan A-7 tersebut sebagian besar adalah lanau dan lempung.

Pada sistem klasifikasi AASHTO ini bermanfaat untuk menentukan kualitas tanah guna pekerjaan jalan yaitu lapis dasar (*subbase*) dan tanah dasar (*subgrade*).

Sistem klasifikasi ini didasarkan pada kriteria di bawah ini :

1. Ukuran butir

- a. Kerikil : bagian tanah yang lolos ayakan diameter 75 mm (3in) dan yang tertahan pada ayakan no. 10 (2mm)
- b. Pasir : bagian tanah yang lolos ayakan no. 10 (2 mm) dan yang tertahan pada ayakan no. 200 (0.075 mm)
- c. Lanau dan lempung : bagian tanah yang lolos ayakan no. 200

2. Plastisitas

Nama berlanau dipakai apabila bagian bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastisitas (IP) sebesar 10 atau kurang. Nama berlempung dipakai apabila bagian bagian yang halus dari tanah mempunyai indeks plastis indeks plastisitasnya 11 atau lebih.

Batuan dengan ukuran lebih besar dari 75 mm di temukan di dalam contoh tanah yang akan di tentukan klasifikasi tanahnya, maka bahan tersebut harus dikeluarkan terlebih dahulu. Tetapi persentase dari batuan yang dikeluarkan tersebut harus dicatat.

## 2.3 Tanah Lempung

### 1. Definisi tanah lempung

Tanah lempung merupakan tanah berukuran mikroskopis sampai dengan sub mikroskopis yang berasal dari pelapukan unsur unsur kimiawi penyusun batuan, tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering dan bersifat plastis pada kadar air sedang. Pada kadar air lebih tinggi lempung bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak (Das,1995). Sedangkan menurut (Terzaghi dan peck, 1987). Tanah lempung merupakan tanah dengan ukuran mikroskopis yang berasal dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan. Tanah lempung sangat mudah dalam keadaan kering, dan tidak mudah terkelupas hanya dengan jari tangan. Permeabilitas lempung sangat rendah, bersifat plastis pada kadar air sedang.

Warna tanah pada tanah lempung tidak dipengaruhi oleh unsur kimia yang terkandung di dalamnya, karena itu tidak adanya perbedaan yang dominan dimana semuanya hanya dipengaruhi oleh unsur natrium saja yang paling mendominasi.

Semakin tinggi plastisitas, grafik yang dihasilkan pada masing masing unsur kimia belum tentu sama. Hal ini disebabkan karena unsur unsur warna tanah dipengaruhi oleh nilai *liquid limit* (LL) yang berbeda -beda (Marindo, 2005 dalam Afryana 2009). Tanah lempung merupakan partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002mm. Partikel ini merupakan sumber utama dari kohesi di dalam tanah yang kohesif (Bowles, 1991).

### 1. Jenis Mineral Lempung

#### a. *Kaolinite*

Merupakan anggota kelompok *kaolinite serpentin*, yaitu *hidrus alumino silikat*. Kekokohan sifat struktur dari partikel *kaolinite* menyebabkan sifat sifat plastisitas dan daya pengembangan atau menyusut *kaolinite* menjadi rendah

#### b. *illite*

*illite* adalah mineral bermika yang sering dikenal sebagai *Mika tanha* dan merupakan mika yang berukuran lempung. Istilah *illite* di pakai untuk tanah yang berbutir halus, sedangkan tanah berbutir kasar disebut *mika hidrus*.

#### c. *Montmori lonite*

Mineral ini memiliki potensi plastisitas dan mengembang atau menyusut yang tinggi sehingga bersifat plastis pada keadaan basah dan keras pada keadaan kering.

#### d. *Vermiculite*

Adalah suatu mineral yang memperluas dengan aplikasi memanaskan.

#### e. *Atttapulgit*

Kaloid aktif adalah magnesium alumunium silikat alamiyah yang telah dimurnikan dan diaktifkan dengan cara pemanasan untuk meningkatkan kemampuan adsorpsinya.

### 2. Sifat Tanah Lempung

Tanah lempung lunak mempunyai karakteristik yang khusus diantaranya daya dukung yang rendah, kemampuan yang tinggi, indeks plastisitas yang tinggi,



kadar air yang relatif tinggi dan mempunyai gaya geser yang kecil. Kondisi tanah seperti itu akan menimbulkan masalah jika di bangun konstruksi di atasnya. Tanah lempung adalah tanah yang mempunyai partikel mineral tertentu yang menghasilkan sifat sifat plastis pada tanah bila dicampur air dalam keadaan kering akan menjadi keras, sedangkan bila dibakar akan menjadi padat dan kuat ( Grim, 1953 dalam Darmady 2009 )

Tanah lempung mempunyai sifat fisik dan kimia yang penting antara lain :

**a. Plastisitas**

Plastisitas atau keliatan tanah liat ditentukan oleh kehalusan partikel – partikel tanah liat. Kandungan plastisitas tanah liat bervariasi tergantung kehalusan dan kandungan lapisan airnya. Plastisitas berfungsi sebagai pengikat dalam proses pembentukan sehingga batu bata yang dibentuk tidak mengalami keretakan atau berubah bentuk.

**b. Kemampuan bentuk**

Tanah liat yang digunakan untuk membuat keramik, batu bata dan genteng harus memiliki kemampuan bentuk agar dapat berdiri tanpa mengalami perubahan bentuk baik waktu proses maupun setelah pembentukan. Tanah liat dikatakan memiliki daya kerja apabila mempunyai plastisitas dan kemampuan bentuk yang baik sehingga mudah dibentuk dan mempertahankan bentuknya.

**c. Daya suspensi**

Daya suspensi adalah sifat yang memungkinkan suatu bahan tetap dalam cairan. Flokulan merupakan suatu zat yang akan menyebabkan butiran butiran tanah liat berkumpul menjadi butiran yang lebih besar dan cepat mengendap, contohnya magnesium sulfat.

**d. Penyusutan**

Tanah liat mengalami dua kali penyusutan yakni susut kering (setelah mengalami proses pengeringan ) dan susut bakar (setelah mengalami proses pembakaran ). Penyusutan terjadi karena menguapnya air selaput pada permukaan dan air pembentukan atau air mekanis sehingga butiran butiran

tanah liat menjadi rapat. Pada dasarnya susut bakar dapat dianggap sebagai sudut keseluruhan dari tanah liat sejak dibentuk, dikeringkan sampai dibakar. Persentase penyusutan yang dipersyaratkan untuk jenis tanah liat earthenware sebaiknya antara 10% - 15%.

Tanah liat yang terlalu plastis pada umumnya memiliki persentase penyusutan lebih dari 15% sehingga mengalami resiko retak atau pecah yang tinggi . untuk mengatasinya dapat ditambahkan pasir halus.

#### **e. Suhu bakar**

Suhu bakar berkaitan langsung dengan suhu kematangan, yaitu kondisi benda yang telah mencapai kematangan pada suhu tertentu secara tepat mengalami perubahan bentuk, sehingga dapat dikatakan tanah liat tersebut memiliki kualitas kemampuan bakar.

Dalam proses pembakaran tanah liat akan mengalami proses perubahan (*ceramic change*) pada suhu sekitar  $600^{\circ}\text{C}$ , dengan hilangnya air pembentuk dari bahan benda.

#### **f. Warna bakar**

Warna bakar tanah liat dipengaruhi oleh zat atau bahan yang terikat secara kimiawi pada kandungan tanah . warna pada tanah liat disebabkan oleh yang mengotorinya, warna abu abu sampai hitam mengandung zat arang dan sisa sisa tumbuhan, warna merah disebabkan oleh oksida besi (Fe). Perubahan warna batu bata merah dari keadan mentah sampai siap di bakar biasanya sulit dipastikan.

## **2. Sifat Tanah Lempung pada Pembakaran**

Tanah lempung yang dibakar akan mengalami perubahan sebagai berikut :

1. Pada temperatur  $150^{\circ}\text{C}$ , terjadi penguapan air pembentuk yang ditambahkan dalam tanah lempung pada pembentukan setelah menjadi batu mentah.

2. Pada temperatur antara  $400^{\circ}\text{C}$ –  $600^{\circ}\text{C}$ , air yang terikat secara kimia dan zat zat lain yang terdapat dalam tanah lempung akan menguap.
3. Pada temperatur diatas  $800^{\circ}\text{C}$ , terjadi perubahan perubahan kristal dari tanah lempung dan mulai terbentuk bahan gelas yang akan mengisi pori pori sehingga batu bata menjadi padat dan keras.
4. Senyawa senyawa besi akan berubah menjadi senyawa yang lebih stabil dan umumnya mempengaruhi warna batu bata.
5. Tanah lempung yang mengalami susut kembali disebut susut bakar di harapkan tidak menimbulkan cacat seperti perubahan bentuk ( melengkung), pecah pecah dan retak. Tanah lempung yang sudah dibakar tidak dapat kembali lagi menjadi tanah lempung atau liat oleh pengaruh udara maupun air.

## 2.4 Kaca

Kaca adalah benda *amorf* ( tidak berbentuk ), namun bukanlah benda padat. Dalam sistem penggolongan klasik ada tiga keadaan materi ( gas, cair, dan padat ), kaca tidak akan mendapat tempat, karena kaca ( seperti halnya karet, plastik, menempati golongan keempat yaitu materi yang menggabungkan *rigidnya* benda padat dengan struktur molekul acak benda cair. Sering disebut sebagai keadaan *vitreous* atau seperti kaca. Ketika mendinginkan atom – atomnya tetap pada keadaan acak seperti kala cair, tetapi dengan kohesi yang cukup untuk membuatnya *rigid*. Itulah sebabnya mengapa kaca bersifat transparan ( Lilik, 2010: 23 ).

### 2.4.1 Komposisi Kaca

Bahan dasar pembuatan kaca adalah pasir ( silika ), soda ( sodium oksida ) dan kapur ( kalsium oksida ). Namun ribuan campuran kimia yang berbeda dapat digunakan untuk membuat kaca. Formula yang berbeda memberikan pengaruh pada sifat mekanik, elektrik, kimia, optic, dan termal kaca yang dihasilkan. Tidak ada komposisi tunggal yang berlaku pada semua jenis kaca ( Lilik, 2010: 25 ).

Pada umumnya kaca mengandung *formers*, *fluxes*, dan *stabilizer*. *Formers* merupakan persentase terbesar dari campuran. Untuk kaca soda kapur – silika,

*formernya* adalah silika dalam bentuk pasir. *Flux* menurunkan temperatur hingga suhu di mana *former* akan mencair. Soda dan kalium ( kalium karbonat ), keduanya adalah alkali, merupakan flux yang umum dipakai. Kaca kalium sedikit lebih rapat daripada kaca soda. Stabilizer membuat kaca kuat dan tahan air. Kalsium karbonat, sering disebut *calcined limestone* adalah suatu *stabilizer*. Tanpa *stabilizer*, air dan kelembaban akan melarutkan kaca. Kaca yang kekurangan kapur biasa disebut *waterglass* ( Lilik, 2010: 26 ).

#### 2.4.2 Serbuk Kaca

Kaca adalah salah satu produk industri kimia yang merupakan gabungan dari berbagai oksida anorganik yang tidak mudah menguap, yang dihasilkan dari dekomposisi dan peleburan senyawa alkali dan alkali tanah, pasir serta berbagai penyusun lainnya.

Secara umum, kaca komersial dapat dikelompokkan menjadi beberapa golongan yaitu(Yuliana:2014:3) :

1. Silika lebur

Silika lebur atau *silika vitreo* dibuat melalui *pirolisis* silikon *tetraklorida* pada suhu tinggi atau dari peleburan kuarsa atau pasir murni. Kaca ini sering disebut kaca kuarsa (*quartz glass*). Kaca ini mempunyai ciri ciri nilai ekspansi rendah dan titik pelunakan tinggi. Karena itu, kaca ini mempunyai ketahanan termal lebih tinggi dari pada kaca lain. Kaca ini juga sangat transparan terhadap radiasi ultraviolet, kaca jenis inilah yang sering digunakan sebagai *kuve*.

2. Alkali silikat

Alkali silikat adalah satu-satunya kaca dua komponen yang secara komersial penting. Untuk membuatnya, pasir dan soda dilebur bersama-sama dan hasilnya disebut natrium silikat. Larutan silikat soda juga dikenal sebagai kaca larut air (*watersoluble glass*) banyak dipakai sebagai adhesif dalam pembuatan kotak-kotak karton gelombang serta memberi sifat tahan api.

### 3. Kaca soda gamping

Kaca soda gamping (*soda lime glass*) merupakan 95 % dari semua kaca yang dihasilkan. Kaca ini digunakan untuk membuat segala macam bejana, kaca lembaran, jendela mobil dan barang pecah belah (Yuliana, 2014: 3).

### 4. Kaca timbal

Dengan menggunakan oksida timbal sebagai pengganti kalsium dalam campuran kaca cair, didapatkan kaca timbal (*lead glass*). Kaca ini sangat penting dalam bidang optik, karena mempunyai indeks refraksi dan dispersi yang tinggi. Kandungan timbalnya bisa mencapai 82 % (densitas 8,0, indeks bias 2,2). Kandungan *timbal* inilah yang memberikan kecemerlangan pada “kaca potong” (*cut glass*). Kaca ini juga digunakan dalam jumlah besar untuk membuat bola lampu, lampu reklame neon, radiotro. Karena kaca ini mempunyai tahanan (*resistance*) listrik tinggi. Kaca ini juga cocok dipakai sebagai perisai radiasi nuklir (Yuliana, 2014:3).

### 5. Kaca borosilikat

Kaca borosilikat biasanya mengandung 10 sampai 20 %  $B_2O_3$ , 80 % sampai 87 % silika dan kurang dari 10 %  $Na_2O$ . Kaca jenis ini mempunyai koefisien ekspansi termal rendah, lebih tahan terhadap kejutan dan mempunyai stabilitas kimia tinggi, serta tahanan listrik tinggi. Perabot laboratorium yang dibuat dari kaca ini dikenal dengan nama dagang *Pyrex*. Kaca borosilikat juga digunakan sebagai isolator tegangan tinggi, pipa lensa teleskop seperti misalnya lensa 500 cm di Mt. Palomer ( AS ) ( Yuliana, 2014: 3 ).

### 6. Kaca khusus

Kaca berwarna, kaca keselamatan, fitokrom, kaca optic dan kaca keramik semuanya termasuk kaca khusus. Komposisinya berbeda-beda tergantung pada produk akhir yang diinginkan (Yuliana, 2014: 3).



## 7. Serat Kaca (*fiberglass*)

Serat kaca dibuat dari komposisi kaca khusus, yang tahan terhadap kondisi cuaca. Kaca ini biasanya mempunyai kandungan silika sekitar 55%, dan alkali lebih rendah (Yuliana, 2014: 3).

Limbah kaca biasanya hanya didaur ulang sehingga diperlukan upaya untuk meningkatkan nilai guna limbah kaca. Karena kandungan silikanya yang cukup tinggi, kaca dapat digunakan sebagai alternatif bahan pembuatan beton. Kaca memiliki ketahanan terhadap abrasi serta ketahanan terhadap cuaca atau serangan kimia yang baik ( Fanisa dkk, 2013: 68 ).

Tabel 2.1 Komposisi yang terdapat pada kaca berbagai warna

Jenis kaca berdasarkan warna			
Kaca bening (%)	Kaca coklat (%)	Kaca hijau (%)	
SiO <sub>2</sub>	72,42	72,21	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,44	1,37	2,38
TiO <sub>2</sub>	0,035	0,0041	1,49
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,002	0,026	0,04
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,07	0,26	0,13
CaO	11,50	11,57	0,29
MgO	0,32	0,46	11,26
Na <sub>2</sub> O	13,64	13,75	0,54
K <sub>2</sub> O	0,35	0,20	13,52
			0,27

Sumber: Fanisa dkk, 2013: 68

Tabel 2.2 kandungan atau unsur yang terdapat dalam botol kaca

No	Unsur atau uraian	Persentase (%)
1	<i>Silika dioksida</i>	74%
2	<i>Natrium oksida</i>	13%
3	<i>Kalsium oksida</i>	10-11%

Sumber : Glassbottles.com

## 2.5 Batu Bata

### 1. Definisi Batu Bata Merah

Batu bata merah adalah suatu unsur bangunan yang di peruntukkan pembuatan konstruksi bangunan dan yang di buat dari tanah dengan atau tanpa campuran bahan bahan lain, dibakar cukup tinggi, hingga tidak dapat hancur lagi

bila direndam dalam air. (NI-10, SNI-0021-78). Pada awal proses pembuatan tanah liat dibuat plastis kemudian dicetak dalam cetakan kayu atau baja. Tanah hasil cetakan tersebut dikeringkan, selanjutnya dibakar dengan suhu yang tinggi. Material batu bata yang baik terdiri atas pasir (silika) dan tanah liat (alumina), yang dicampur dalam perbandingan tertentu dengan sedikit air menjadi bersifat plastis.

Batu bata merah adalah suatu unsur bangunan dalam pembuatan konstruksi bangunan yang terbuat dari tanah liat ditambah dengan air atau bahan campuran lain melalui beberapa tahap pengerjaan, seperti menggali, mengolah, mencetak, mengeringkan, membakar pada temperatur tinggi hingga matang dan merubah warna, serta akan mengeras seperti batu jika didinginkan sehingga tidak dapat hancur lagi bila di rendam dalam air. Batu bata merah adalah batu yang terbuat dari suatu bahan yang dibuat oleh manusia supaya mempunyai sifat sifat seperti batu. Hal tersebut hanya dapat dicapai dengan memanasi (membakar) atau dengan pengerjaan pengerjaan kimia (Djoko Dsoejoto, 1954).

Batu bata merupakan salah satu bahan material sebagai bahan pembuatan dinding. Batu bata terbuat dari tanah liat yang dibakar sampai berwarna kemerah merahan. Batu bata merupakan suatu unsur yang diperuntukkan pembuatan konstruksi bangunan dan yang dibuat dari tanah liat atau tanpa campuran bahan bahan lain, dibakar cukup tinggi sehingga tidak dapat hancur lagi apabila direndam dalam air. Menurut Frick (1980), batu bata merupakan hasil industri rumah yang dilakukan oleh rakyat menggunakan bahan bahan dasar seperti lempung, sekam padi dan air.

Batu bata mempunyai sifat sifat fisika sebagai berikut (Van Flack 1992):

1. Merupakan senyawa logam dan non logam.
2. Senyawa ini mempunyai sifat ionik dan atau ikatan kovalen. Adanya ikatan ionik ini menyebabkan bahan keramik mempunyai

stabilitas yang relatif tinggi dan tahan terhadap perubahan fisika dan kimia yang ekstrim.

3. Pada umumnya keramik bersifat isolator.
4. Mempunyai modulus elastisitas yang tinggi.
5. Keramik seperti batu bata lainnya bersifat isolator karena memiliki elektron bebas yang sedikit bahan tidak ada. Elektron elektron ini berbagi dengan atom atom yang berdekatan membentuk ikatan kovalen atau perpindahan elektron valensi dari kation ke anion membentuk ikatan ion.

## 2. Standar Batu Bata

Standarisasi merupakan syarat mutlak yang menjadi acuan penting dari sebuah industri di suatu negara. Standar ukuran batu bata di Indonesia berdasarkan Y.D.N.I (yayasan dana normalisasi Indonesia ) nomor 15-2094-1991 menetapkan suatu ukuran bata merah sebagai berikut :

- A. Panjang 240mm, lebar 115mm dan tebal 25mm
- B. Panjang 230mm, lebar 110mm dan tebal 50mm

Penyimpangan yang dijadikan oleh standar tersebut untuk panjang adalah 3%, untuk lebar adalah maksimum 4%, sedangkan untuk tebal adalah maksimum 5%, sedangkan ukuran standar batu bata menurut SII-0021-78 yaitu :

Tabel 2.3. Kelas modul batu bata SNI -0021-78

Modul	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Panjang (mm)
M-5a	65	90	190
M-5b	65	140	220
M-6	55	110	220

Sumber dari SII-0021-78

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

a. Sifat tampak

Batu bata harus berbentuk segi empat panjang, mempunyai rusuk rusuk yang tajam dan siku, bidang sisinya harus datar, tidak menunjukkan retak retak.

b. Ukuran dan toleransi

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

Tabel 2.4. Ukuran batu bata berdasarkan SNI 15-2094-2000

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

Sumber SNI 15-2094-2000

## 2.6 Pembuatan Batu Bata Merah

Proses pembuatan batu bata merah melalui beberapa tahapan, meliputi penggalian bahan mentah, pengolahan bahan, pembentukan, pengeringan, pembakaran dan pendinginan. Adapun tahapan pembuatan batu bata yaitu sebagai berikut (Miftakhul Huda dan Erna Hastuti, 2012: 143-142):

1. Penggalian bahan mentah

Penggalian bahan merah batu bata merah sebaiknya diberikan tanah yang tidak terlalu plastis, melainkan tanah yang mengandung sedikit pasir untuk menghindari penyusutan. Penggalian dilakukan pada tanah lapisan paling atas kira-kira setebal 40-50 cm, sebelumnya tanah dibersihkan dari akar pohon, plastik, daun dan sebagainya agar tidak ikut terbawa. Kemudian menggali sampai

ke bawah sedalam 1,5-2,5 meter atau tergantung dengan kondisi tanah. Tanah yang sudah digali dikumpulkan dan disimpan, Maka akan semakin baik karena menjadi lapuk. Tahap tersebut dimaksudkan untuk membusungkan organisme yang ada dalam tanah liat (Miftakhul Huda dan Erna Hastuti, 2012:143).

## 2. Pengolahan bahan mentah

Tanah liat sebelum dibuat batu bata merah harus dicampur secara merata yang disebut dengan pekerjaan pelumatan dengan menambahkan sedikit air. Air yang digunakan dalam pembuatan batu bata harus air bersih, air harus tidak mengandung garam yang larut di dalam air, seperti garam dapur, air yang digunakan kira kira 20% dari bahan yang lainnya, pelumat bisa dilakukan dengan kaki atau diaduk dengan tangan. Bahan campuran yang dilakukan pada saat pengolahan harus benar benar menyatu dengan tanah liat dengan merata. Bahan mentah yang sudah jadi ini sebelum dibentuk dengan cetakan, terlebih dahulu dibiarkan selama 2 sampai 3 hari dengan tujuan memberi partikel- partikel tanah liat untuk menyerap air agar menjadi lebih stabil, sehingga apabila dibentuk akan terjadi penyusutan yang merata (Miftakhul Huda dan Erna Hastuti, 2012:144)

## 3. Pembentukan batu bata merah

Bahan mentah yang telah dibiarkan selama 2-3 hari dan sudah mempunyai sifat plastisitas sesuai rencana, kemudian dibentuk dengan alat cetak yang terbuat dari kayu atau kaca sesuai ukuran SNI S-04-1989-F 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 dan ditaburi abu. Langkah awal pencetakan batu bata yaitu letakan pencetakan pada lantai dasar pencetakan, kemudian tanah liat yang sudah siap ditaruh pada bingkai cetakan dengan tangan sambil ditekan tekan sampai tanah liat memenuhi segala sudut ruangan pada bingkai cetakan. Selanjutnya cetakan diangkat dan batu bata merah hasil dari cetakan dibiarkan begitu saja agar terkena sinar matahari. Batu bata merah tersebut dikumpulkan pada tempat yang terlindung untuk diangin-anginkan (Miftakhul Huda dan Erna Hastuti, 2012:145)

## 4. Pengeringan batu bata merah

Pengeringan batu bata merah 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 dalam artian panas sinar matahari terlalu menyengat akan mengakibatkan retakan- retakan pada batu bata merah nantinya. Setelah cukup kering, batu bata tersebut ditumpuk menyilang satu sama lain agar terkena angin. Proses pengeringan batu bata merah memerlukan waktu dua hari jika kondisi cuacanya baik. Sedangkan pada kondisi suaranya lembab, maka proses pengeringan batu bata merah sekurang- kurangnya satu minggu (Miftkhul Huda dan Erna Hastuti, 2012:145).

#### 5. Pembakaran batu bata merah

Pembakaran yang dilakukan tidak hanya 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 *minerology* dari tanah liat tersebut Proses pembakaran batu bata harus berjalan seimbang dengan kenaikan suhu dan kecepatan suhu, ada beberapa tahapan yang harus diperhatikan, yaitu (Miftakhul Huda dan Erna Hastuti, 2012:143-145).

- a. Tahap pertama adalah 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. Batu bata merah dibakar hingga matang dan terjadi proses sintering hingga terjadi bata merah padat. Temperatur malang bervariasi antara 920 °C – 1020 °C tergantung pada sifat tanah liat yang dipakai.
- d. Tahap penahanan. Pada tahap ini terjadi penahanan temperatur selama 1-2 jam. Pada tahap a, b dan c kenaikan temperatur harus perlahan lahan, agar tidak terjadi kerugian pada bata merahnya. Antara lain: pecah- pecah, noda hitam pada bata, pengembangan dan lain-lain.

Kualitas batu bata, baik batu bata merah sangat dipengaruhi oleh suhu pembakaran. Temperatur berguna dalam proses pengeringan bata sehingga diperoleh bata merah yang baik dan sempurna. Dalam campuran tanah liat dan air

sebelum dibakar, didalam strukturnya masih terdapat berbagai jenis air, yaitu (Pramono, 2014: h. 283)

1. Air suspense ( campuran air dengan bahan dasar ).
2. Air antar partikel yang terjadi pada waktu melumatkan bahan dasar.
3. Air pori antar partikel setelah pengerukan.
4. Air terabsorbsi secara kimia atau fisik partikel.
5. Air kisi dalam struktur kristalnya.

Air yang terabsorbsi fisik hilang pada pemanasan  $100^{\circ}\text{C}$ , sedangkan air terabsorbsi kimia dalam bentuk H O atau OH hilang pada temperatur  $1000^{\circ}\text{C}$ , air gugus hidroksil mulai lepas pada suhu  $600^{\circ}\text{C}$ . Oleh karena itu, batu bata yang temperatur pembakarannya kurang dari  $600^{\circ}\text{C}$  akan mudah rapuh karena gugus hidroksidanya belum lepas dalam proses pembakaran akan terjadi pemampatan karena partikel - partikel lempung akan mengelompok menjadi bahan padat, permukaan bata merah akan menyusut, volume berkurang dan dan struktur bata merah akan bertambah kuat kemudian permukaan butir yang berdekatan akan saling menyatu.

Secara umum semakin tinggi dan semakin lama proses pembakaran, maka kualitas bata merah yang dihasilkan akan semakin baik. Temperatur yang ideal untuk dimana pada temperatur tersebut kristal silika akan meleleh secara efektif dan mengalami rekristalisasi secara sempurna. Pada pembuatan bata merah temperatur tersebut sulit dicapai, karena pembakaran menggunakan bahan bakar langsung tanpa menggunakan ruang tanur (Pramono, 2014: 283).

Bahan bakar yang digunakan pada saat pembakaran bata merah dapat berupa kayu atau sekam padi. Temperatur yang dapat dicapai pada pembakaran menggunakan kayu lebih baik dibanding dengan menggunakan sekam, di samping temperaturnya dapat lebih tinggi juga adanya unsur karbon, sehingga bata menjadi keras. Informasi bahan bakar yang digunakan pada bata asli perlu memperhatikan adanya sisa – sisa arang bahan pembakaran yang sering kali masih menempel pada permukaan batu bata merah (pramono, 2014:283).

## 2.7 Kualitas Batu Bata Merah

Adapun syarat syarat batu bata merah dalam SNI-10, 1978 dan SII-021-78 adalah sebagai berikut (Handayani, 2010:43-45).

### 1. Pandangan luar

Batu bata merah harus mempunyai rusuk - rusuk yang tajam dan siku, bidang sisinya harus rata, tidak menunjukkan retak – retak dan perubahan bentuk yang berlebihan, tidak mudah hancur atau patah, warnanya seragam dan berbunyi nyaring bila dipukul (Handayani, 2010:43).

### 2. Ukuran

Ukuran-ukuran batu bata merah ditentukan dan dinyatakan dalam perjanjian antara pembeli dan penjual (pembuat), sedangkan ukuran batu bata merah yang standar menurut SNI-10, 1978:6 yaitu batu bata merah dengan panjang 240 mm: lebar 115 mm: tebal 52 mm dan batu bata merah dengan panjang 230 mm: lebar 110 mm dan tebal 50 mm (Handayani, 2010:44).

### 3. Daya serap air dan bobot isi

Bobot isi adalah perbandingan masa dalam keadaan kering dengan bobot dalam kondisi jenuh air. Daya serap air yang tinggi akan berpengaruh pada pemasangan batu bata merah dan adukan karena air pada adukan akan diserap oleh batu bata sehingga pengeras adukan tidak berfungsi dan dapat mengakibatkan kuat adukan menjadi lemah. Daya serap air yang tinggi disebabkan oleh besarnya kadar pori pada batu bata merah (batu bata tidak padat) (Handayani, 2010:44).

Dalam menentukan daya serap air dan bobot isi digunakan standar NI-10-78 pasal 6, dihitung dengan rumus sebagai berikut (Handayani, 2010:44):

Penyerapan air (PA) :

$$\frac{mb - mk}{mk} \times 100\%$$

Bobot isi :

$$\frac{mk}{mb - mc} \times 100\%$$

Keterangan :

$M_k$  : massa kering (tetap) (kg)

$M_b$  : massa setelah direndam selama 24 jam (kg)

$M_c$  : massa dalam air (kg)

Bata merah merupakan material yang bersifat higroskopis artinya mudah menyerap air. Bata merah yang berkualitas tinggi memiliki daya serap yang rendah terhadap air dan kelembapan, sebaliknya bata merah yang berkualitas rendah akan memiliki daya serap yang tinggi terhadap air dan kelembapan. Umumnya bata dianggap baik bila memiliki daya serap air kurang dari 20% (Susatyo, 2014:282)

#### 4. Kuat tekan

Tekanan didefinisikan sebagai gaya tekan yang bekerja pada satu satuan luas permukaan yang mengalami gaya tekan. Simbol tekanan adalah P. Jadi bila sebuah gaya sebesar F bekerja pada sebuah bidang A (*area*), maka besarnya tekanan adalah (Wulandari, 2011: 18):

$$P = F / A$$

Keterangan :

P: kuat tekan bahan, satuannya  $N / M^2$  atau  $kg / cm^2$

F: beban tekan maksimum (gaya tekan) satuannya (kg atau N)

A: luas bidang bahan ( $M^2$ )

Kualitas batu bata merah dapat dibagi atas tiga tingkatan dalam hal kuat tekan menurut SNI-10, 1978:6, yaitu (Handayani, 2010:44):

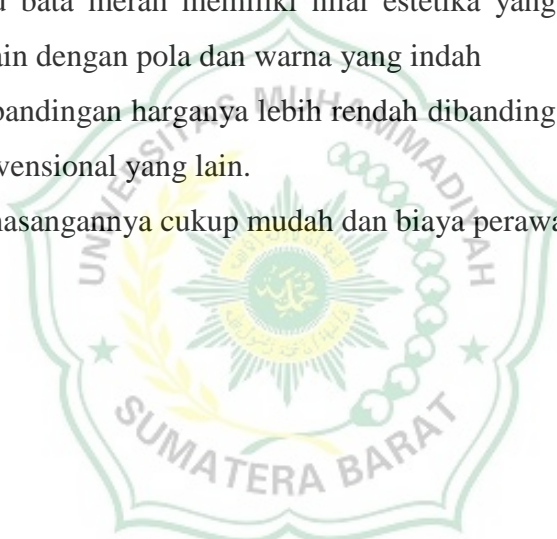
- a. Batu bata merah mutu tingkat I dengan kuat tekan rata rata lebih besar dari  $100 kg/cm^2$ .
- b. Batu bata merah mutu tingkat II dengan kuat tekan rata rata antara  $100 kg/cm^2$  sampai  $80 kg/cm^2$ .
- c. Batu bata merah mutu tingkat III dengan kuat tekan rata rata antara  $80 kg/cm$

## 2.8 Kegunaan dan Keuntungan Batu Bata Merah

Keberadaan batu bata merah di saat ini banyak mendatangkan keuntungan yang dimilikinya, batu bata memiliki beberapa kegunaan diantaranya sebagai bahan bangunan yang berkualitas dalam pembuatan bangunan sipil seperti bangunan gedung bangunan rumah dan lain lain .

Penggunaan batu bata merah memiliki beberapa keuntungan, yaitu :

- a. Dapat diproduksi secara massal
- b. Dapat diaplikasikan pada bangunan dengan tanpa memerlukan keahlian khusus
- c. Pada kondisi pembebanan yang normal batu bata dapat digunakan selama masa masa pelayanan dan bata tidak mudah rusak
- d. Batu bata merah memiliki nilai estetika yang unik terutama jika di desain dengan pola dan warna yang indah
- e. Perbandingan harganya lebih rendah dibanding dengan jenis batu bata konvensional yang lain.
- f. Pemasangannya cukup mudah dan biaya perawatannya pun murah.





## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di labor Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat karena labor ini memiliki alat yang digunakan dalam penelitian ini. Pembuatan sampel akan dilakukan di tempat pembuatan batu bata merah yang terletak di Desa Manggis Kecamatan Mandiangin Koto Selayan Kota Bukittinggi. Waktu yang diperkirakan dalam penelitian ini adalah 30 hari.

#### 3.2 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan dan alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

1. Sampel tanah yang digunakan berupa tanah lempung lunak (*soft clay*) yang berasal dari gulidiak kecamatan mandiangin koto selayan.
2. Limbah botol kaca diperoleh dari penggilingan limbah botol kaca sehingga berubah menjadi serbuk.
3. Air sesuai dengan kebutuhan.
4. Tempat cetakan batu bata merah (berukuran panjang 22 cm, lebar 11cm, tinggi 6cm).
5. Timbangan digital.

#### 3.3 Data Penelitian

##### 3.3.1 Jenis dan Sumber Data

##### a. Data primer

Data primer adalah data yang didapatkan langsung dari lapangan. Setelah melakukan survey ke tempat pembuatan batu bata merah maka didapatkan :

- 1) Mengetahui jenis tanah yang digunakan oleh pekerja dalam pembuatan batu bata merah.
- 2) Mengetahui langkah langkah yang dilakukan dalam pembuatan batu bata merah.
- 3) Mengetahui kondisi di dalam lingkungan kerja dalam pembuatan batu bata merah.

b. Data sekunder

Pengumpulan data sekunder diperoleh dari jaringan internet dan beberapa dokumen.

- 1) Pembagian jenis tanah lempung (liat)
- 2) Karakteristik jenis tanah lempung (liat)

### 3.3.2 Teknik Pengumpulan Data

Teknik Pengumpulan data yang dilakukan adalah survey langsung kelapangan dan melakukan pengujian kuat tekan dan daya serap air di Laboratorium.

## 3.4 Metode Analisis Data

### 3.4.1 Metode Pencampuran Sampel Tanah dengan Serbuk Limbah Botol Kaca

Metode Pencampuran untuk masing masing persentase Serbuk Limbah Botol Kaca :

- a. Serbuk kaca dicampur dengan sampel tanah dengan persentase antara lain 0%, 2%, 4%, 6% dan 8% .
- b. Pencampuran sampel dengan cara mengaduk tanah dengan serbuk kaca sampai rata kemudian dicampur dalam wadah dengan memberi penambahan air. Sampel tanah memiliki kumulatif berat 100%, maka variasi campuran pertama serbuk kaca dengan tanah yaitu 0% :100%, 2% : 98%, 4% : 96%, 6% : 94% dan 8% : 92%
- c. Tanah yang telah dicampur rata dengan serbuk kaca kemudian siap untuk dicetak dengan manual. Setelah dicetak batu bata merah dikeringkan dengan cara penjemuran selama 14-21 hari tergantung dengan keadaan cuaca lalu dibakar selama 2x24 jam dengan menggunakan bahan bakar kayu bakar dan terakhir didinginkan selama 1 hari.

### 3.4.2 Metode Prosedur Pembuatan Batu Bata Merah

Metode prosedur pembuatan batu bata merah :

a. Pencampuran Material Bahan

Setelah mengetahui daya uji, maka campuran dapat dibuat dengan melakukan pencampuran tanah liat + serbuk kaca + air dengan komposisi masing masing bahan campuran.

b. Percetakan batu bata merah

Percetakan batu bata merah masih menggunakan alat cetak manual yang dirakit sendiri oleh pembuat batu bata merah.

c. Pengeringan batu bata merah

Proses pengeringan batu bata merah membutuhkan waktu 14-21 hari jika memasuki musim kemarau, tetapi jika cuaca sedang musim lembab atau musim hujan maka membutuhkan waktu sekurang kurangnya selama 30 hari.

Pembakaran batu bata merah membutuhkan waktu 2x24 jam dengan menggunakan kayu bakar sebagai bahan bakarnya dan pendinginan selama 1 hari.

d. Pengujian daya serap air dan kuat tekan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui daya serap air dan juga kekuatan batu bata merah jika mengalami kuat tekan agar maksimal. Jika daya serap air banyak maka kekuatan batu bata merah akan berkurang, sedangkan jika daya serap air sedikit maka kekuatan batu bata merah akan meningkat.

### 3.4.3 Pengujian Sampel Batu Bata Merah dengan Tambahan Serbuk

#### Limbah Botol Kaca

Melakukan pengujian kuat tekan dan daya serap air terhadap batu bata merah dengan komposisi campuran material tanah, dan Serbuk kaca yang merupakan hasil dari pencampuran bahan dari kadar tertentu untuk mendapatkan hasil yang optimum, serta nilai kuat porositas dan kuat tekan optimum batu bata merah. Porositas adalah ukuran dari ruang kosong di antara material, dan merupakan fraksi dari volume ruang kosong terhadap total volum, yang bernilai antara 0 dan 1, atau sebagai persentase antara 0-100%.

Pada pengujian ini setiap sampel tanah dibuat campuran dengan masing masing menggunakan serbuk kaca dengan persentase 2%, 4%, 6%, dan 8% sebanyak 2 buah sampel dengan dilakukan masa pengeringan 14-21 hari, lalu pembakaran selama 2x24 jam dan pengujian daya serap air selama 1 hari untuk sebagian sampel, sebagian sampel lagi diuji kuat tekannya. Pelaksanaan pengujian daya serap air dan kuat tekan dilakukan di Labor Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

**a. Pengujian Daya Serap Air**

Pengukuran daya serap merupakan persentase perbandingan antara selisih massa basah dengan massa kering besarnya daya serap dikerjakan hasilnya sesuai dengan SNI 03-0691-1996. Sampel yang sudah diukur masanya merupakan massa kering dan direndam selama 24 jam lalu diukur massa basahnya.

**b. Pengujian Kuat Tekan**

Pengujian kuat tekan pada batu bata merah adalah untuk mendapatkan besarnya beban tekan maksimum yang bisa diterima oleh batu bata merah. Alat uji yang digunakan adalah mesin desak dan dicatat gaya tekan maksimumnya. Kuat tekan batu bata merah dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Kuat tekan} = P / A$$

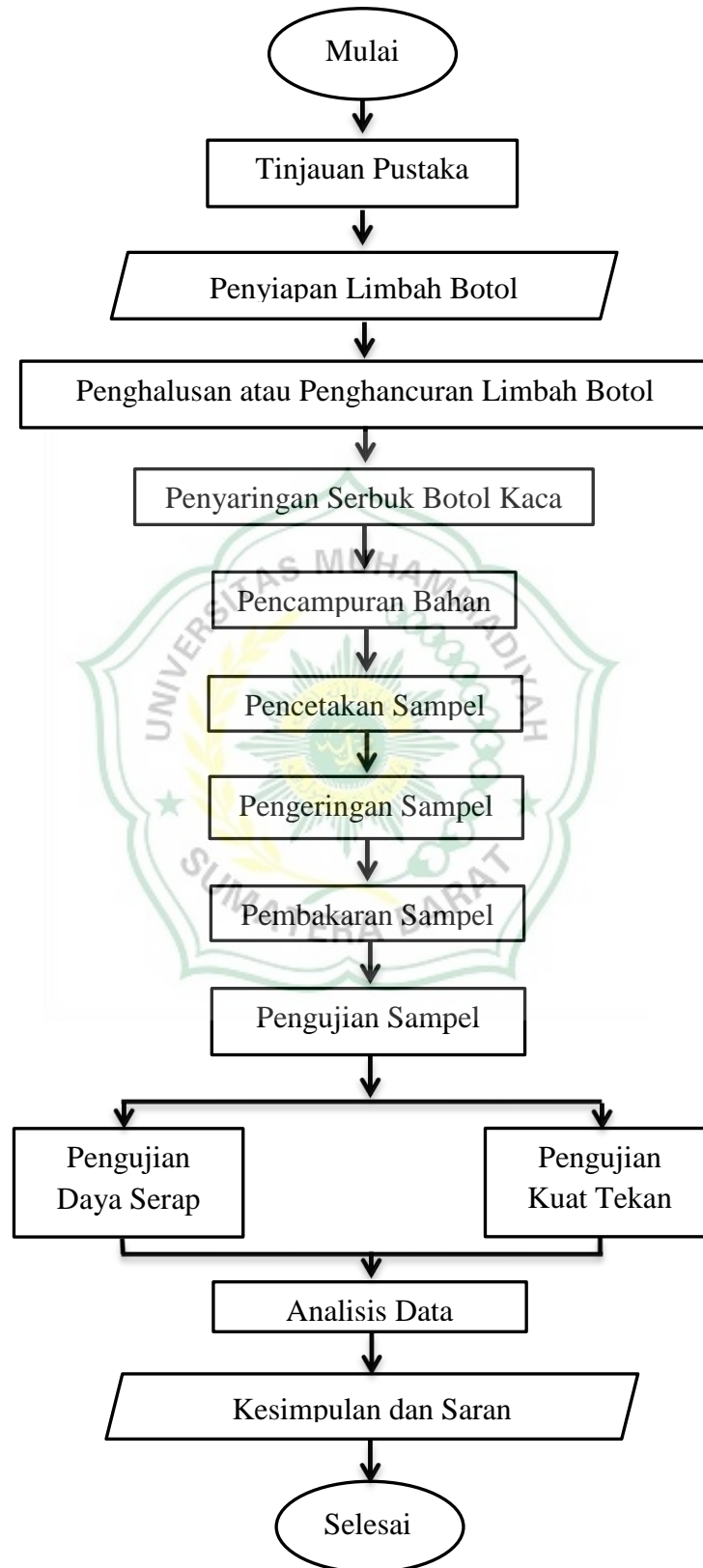
Dimana :

P = Beban maksimum (kg)

A = Luas bidang tekan (cm)

### 3.5 Bagan Alir

Pada penelitian ini terdapat beberapa proses penelitian





## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Analisa Penelitian

Penelitian ini terdiri dari tiga tahap yaitu tahap pertama proses pembuatan sampel benda uji, tahap kedua yaitu pengujian daya serap air dan pada tahap ketiga yaitu pengujian nilai kuat tekan. Langkah pertama dalam pembuatan sampel benda uji dilakukan di pabrik pembuatan batu bata yang terletak di Desa Manggis Kecamatan Mandiangin Koto Selayan Kota Bukittinggi. Dan untuk pengujian daya serap air dan pengujian nilai kuat tekan batu bata merah dilakukan di Laboratorium Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

##### 4.1.1 Tahap Pembuatan Sampel Benda Uji

Adapun proses – proses pembuatan sampel benda uji batu bata merah sebagai berikut :

##### 1. Proses Penyiapan Limbah Botol Kaca

Pada langkah ini kita perlu menyiapkan beberapa limbah Botol Kaca yang bisa kita dapatkan dengan cara membelinya atau mencari botol kaca bekas, contoh dari limbah botol kaca bisa dilihat pada gambar dibawah.



Gambar 4.1 Limbah Botol Kaca

Sumber : Dokumentasi lapangan (2021)

## 2. Proses Penghancuran atau Penghalusan Limbah Botol kaca

Pada Proses ini kita bisa melakukannya dengan memakai alat pemecah botol kaca atau bisa juga dengan cara dipecahkan satu persatu dan ditumbuk di dalam lesung yang terbuat dari batu, kemudian di tumbuk dengan batu sampai menjadi serbuk, bisa dilihat pada gambar dibawah.

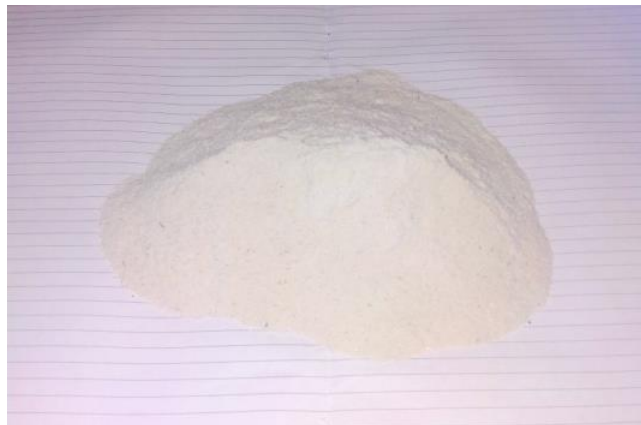


Gambar 4.2 Penghancuran atau Penghalusan Limbah Botol Kaca

*Sumber : Dokumentasi lapangan (2021)*

## 3. Proses Penyaringan Serbuk Botol Kaca

Pada proses penyaringan ini dilakukan dengan cara menyaring botol kaca yang sudah di haluskan tadi dengan penyaring yang berdiameter 2 mm, bisa dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.3 Serbul Botol Kaca

*Sumber : Dokumentasi lapangan (2021)*

#### 4. Proses Pengambilan Tanah Liat untuk Benda Sampel

Pada langkah ini tanah liat bisa kita dapatkan ditempat pembuatan batu bata merah, tanah liat tersebut di ambil  $\pm 6$  kg untuk 2 sampel benda uji, berarti berat bata merah sebelum di bakar  $\pm 3$  kg, bisa dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.4 Pengambilan Tanah Liat untuk Benda Sampel

*Sumber : Dokumentasi lapangan (2021)*

#### 5. Proses Pencampuran Tanah Liat dengan Serbuk Botol Kaca

Pada langkah ini tanah liat dicampur secara merata dengan serbuk botol kaca dengan komposisi 2%, 4%, 6%, dan 8% bisa dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.5 Pencampuran Tanah Liat dengan Serbuk Botol Kaca

*Sumber : Dokumentasi lapangan (2021)*



## 6. Proses Mencetak Batu Bata Merah

Tanah liat yang sudah dicampur rata dengan Serbuk Botol Kaca selanjutnya dimasukkan kedalam cetakan dengan ukuran panjang 22cm, lebar 11 cm dan tinggi 6cm, bisa dilihat pada gambar di bawah.



Gambar 4.6 Proses Mencetak Batu Bata Merah

Sumber : *Dokumentasi Lapangan (2021)*

## 7. Proses Pengeringan

Setelah proses pencetakan batu bata merah selesai selanjutnya masuk pada proses pengeringan, batu bata merah disusun secara memanjang dan melebar sesuai kapasitas tempat pengeringan, pada proses pengeringan dilakukan selama 3 minggu tergantung dengan keadaan cuaca dan tujuan pengeringan supaya daya ikat tanah liat kuat seperti pada gambar dibawah.



Gambar 4.7 Proses Pengeringan Batu Bata Merah

Sumber : *Dokumentasi Lapangan (2021)*

## 8. Proses Pembakaran

Setelah proses pengeringan batu bata merah selama 3 minggu selanjutnya masuk pada proses pembakaran batu bata merah, pembakaran batu bata merah dilakukan selama 3 hari di dalam tungku besar, tungku ini terbuat dari batu bata merah dengan bahan bakar kayu bakar bisa dilihat seperti gambar dibawah ini.



Gambar 4.8 Proses Pembakaran Batu Bata Merah

Sumber : *Dokumentasi Lapangan (2021)*

### 4.1.2 Proses Pengujian Daya Serap Air

Pada proses pengujian daya serap air batu bata merah dilakukan penimbangan berat kering, dengan menggunakan timbangan digital, selanjutnya dilakukan perendaman batu bata merah di dalam wadah yang berisi air selama 24 jam, setelah direndam batu bata merah ditimbang lagi untuk mengetahui berat basahnya seperti gambar dibawah ini.



Gambar 4.9 Pengujian Daya Serap Air

Sumber : *Dokumentasi Lapangan (2021)*



### 4.1.3 Proses Pengujian Nilai Kuat Tekan

Pada proses pengujian nilai kuat tekan, batu bata merah yang telah jadi ditimbang berat keringnya lalu batu bata merah direndam didalam sebuah wadah yang berisi air selama 24 jam, setelah itu batu bata merah ditimbang lagi berat basahnya, lalu batu bata merah yang telah selesai ditimbang diletakkan di mesin uji kuat tekan dan diukur berapa hasil kuat tekannya, seperti pada gambar dibawah ini.



Gambar 4.10 Mesin Penguji Kuat Tekan

Sumber : *Dokumentasi Lapangan (2021)*

Adapun langkah langkah pengujian kuat tekan batu bata merah sebagai berikut :

1. Mengukur panjang dan tinggi sampel batu bata merah yang akan diuji.
2. Meletakkan sampel batu bata merah yang akan diuji di tengah area pembebanan pada mesin uji kuat tekan.

3. Mengatur permukaan alat penekan pada mesin hingga bersentuhan dengan permukaan sampel batu bata merah yang akan diuji.
4. Menyalakan mesin uji kuat tekan dan mesin akan memberikan beban tekan secara otomatis yang bergerak secara konstan sampai mencapai beban maksimum.
5. Menghentikan mesin uji kuat tekan setelah sampel patah, kemudian melihat hasil kuat tekan dan mencatatnya.

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Pengujian Daya Serap Air

Pada pengujian daya serap air batu bata merah yang telah ditimbang berat keringnya dengan menggunakan timbangan digital, kemudian batu bata merah direndam dalam sebuah wadah yang berisikan air selama 24 jam dan ditimbang lagi berat basahnya. Setelah dilakukan penelitian maka didapatkan hasil dalam bentuk tabel dibawah ini :

Tabel 4.1 Perbedaan hasil daya serap air batu bata merah

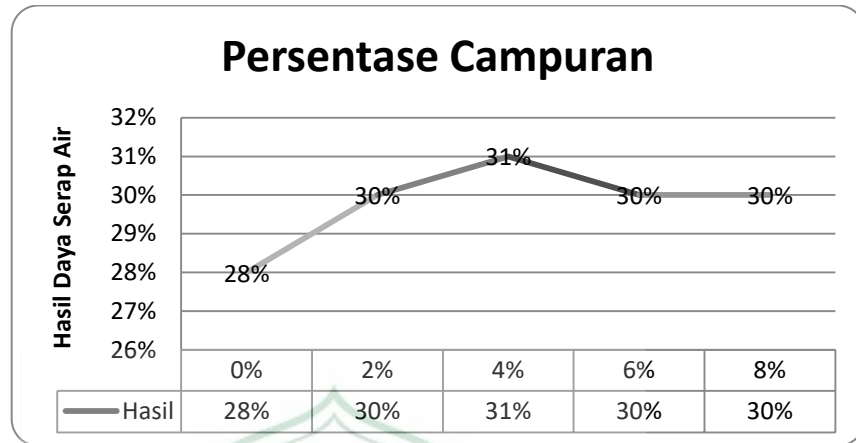
No	Sampel	Berat basah ( kg )	Berat kering ( kg )	Persentase daya serap air ( % )
1	0 %	2.262	1.756	28 %
2	2 %	2.420	1.849	30 %
3	4 %	2.446	1.856	31 %
4	6 %	2.541	1.956	30 %
5	8 %	2.583	1.983	30 %

Sumber : *Data Lapangan ( 2021 )*

Setelah didapatkan hasil seperti tabel 4.1 maka didapat hasil batu bata merah campuran 2 % memiliki resapan air sebanyak 30 %, batu bata merah campuran 4% memiliki daya serap air 31 %, batu bata merah campuran 6% memiliki daya serap 30 % dan batu bata merah dengan campuran 8% memiliki daya serap air sebanyak 30%. Dari data diatas dapat dilihat terjadinya

peningkatan persentase daya serap air, hal ini disebabkan karena kurangnya tingkat kerapatan atau tingkat kepadatan material batu bata merah.

Tabel 4.2 Grafik perbedaan hasil daya serap air



Sumber : Hasil Penelitian ( 2021 )

#### 4.2.2 Pengujian Nilai Kuat Tekan Batu Bata Merah

Pada pengujian kuat tekan batu bata merah dilakukan dengan dua buah sampel dengan masing – masing persentase campuran, lalu di ambil rerata dari hasil uji kuat tekan supaya didapatkan angka hasil uji kuat tekan yang dicari, setelah dilakukan penelitian maka didapatkan perbedaan dari masing – masing campuran tersebut, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.3 Perbedaan hasil uji kuat tekan batu bata merah

No	Sampel	Berat basah ( kg )	Berat kering ( kg )	Hasil uji kuat tekan (kg/cm <sup>2</sup> )	Rata rata hasil uji kuat tekan (kg/cm <sup>2</sup> )	Waktu (detik)
1	0%	2.262	1.756	61.11 59.85	60.48	33.43 32.54
2	2%	2.420	1.849	28.23 27.38	27.80	19.28 18.67
3	4%	2.446	1.856	28.66 26.97	27.81	18.36 17.56

4	6%	2.541	1.956	29.92 30.76	30.34	20.76 20.13
5	8%	2.583	1.983	31.19 32.03	31.61	21.34 20.87

Sumber : *Data Lapangan ( 2021 )*

Dari tabel 4.3 terlihat perbedaan dari masing masing campuran tersebut dan untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4.4 Hasil uji kuat tekan batu bata merah campuran 0%

No	Sampel	Umur benda uji ( hari )	Campuran (%)	Berat basah bata ( kg )	Kuat tekan ( kg/cm )
1	Benda uji 1	28	0	2.262	61.11
2	Benda uji 2	28	0	2.262	59.85

Sumber : *Data Lapangan ( 2021 )*

Tabel 4.5 Perhitungan hasil kuat tekan batu bata merah campuran 0%

Sampel	Data pengujian	Satuan	Perhitungan
1	Luas bidang tekan	$\text{Cm}^2$	$= 11 \times 22$ $= 242$
	Kuat tekan yang terbaca dengan satuan ( tw )	Tw	$= 14.5$
	Dikonversikan ( kn )	Kn	$= 145$
	Hasil kuat tekan	$\text{Kg/cm}$	$= 145 \times 102/242$ $= 61.11$
2	Luas bidang tekan	$\text{Cm}^2$	$= 11 \times 22$ $= 242$
	Kuat tekan yang terbaca dengan satuan ( tw )	Tw	$= 14.2$
	Dikonversikan ( kn )	Kn	$= 142$
	Hasil kuat tekan	$\text{Kg/cm}$	$= 142 \times 102/242$ $= 59.85$

Sumber : *Data Lapangan ( 2021 )*

Tabel 4.6 Hasil uji kuat tekan batu bata merah campuran 2%

No	Sampel	Umur benda uji ( hari )	Campuran ( % )	Berat basah bata ( kg )	Kuat tekan ( kg/cm )
1	Benda uji 1	28	2	2.420	28.23
2	Benda uji 2	28	2	2.420	27.38

Sumber : *Data Lapangan ( 2021 )*

Tabel 4.7 Perhitungan hasil kuat tekan batu bata merah campuran 2%

Sampel	Data pengujian	Satuan	Perhitungan
1	Luas bidang tekan	$\text{Cm}^2$	$= 11 \times 22$ $= 242$
	Kuat tekan yang terbaca dengan satuan ( tw )	Tw	$= 6.7$
	Dikonversikan ( kn )	Kn	$= 67$
	Hasil kuat tekan	Kg/cm	$= 67 \times 102/242$ $= 28.23$
2	Luas bidang tekan	$\text{Cm}^2$	$= 11 \times 22$ $= 242$
	Kuat tekan yang terbaca Dengan satuan ( tw )	Tw	$= 6.5$
	Dikonversikan ( kn )	Kn	$= 65$
	Hasil kuat tekan	Kg/cm	$= 65 \times 102/242$ $= 27.39$

Sumber : *Data Lapangan ( 2021 )*

Tabel 4.8 Hasil uji kuat tekan batu bata merah campuran 4%

No	Sampel	Umur benda uji ( hari )	Campuran ( % )	Berat basah bata ( kg )	Kuat tekan ( kg/cm )
1	Benda uji 1	28	4	2.446	28.66
2	Benda uji 2	28	4	2.446	26.97

Sumber : *Data Lapangan ( 2021 )*



Tabel 4.9 Perhitungan hasil kuat tekan batu bata merah campuran 4%

Sampel	Data pengujian	Satuan	Perhitungan
1	Luas bidang tekan	$\text{Cm}^2$	$= 11 \times 22$ $= 242$
	Kuat tekan yang terbaca dengan satuan ( tw )	Tw	$= 6.8$
	Dikonversikan ( kn )	Kn	$= 68$
	Hasil kuat tekan	Kg/cm	$= 68 \times 102/242$ $= 28.66$
2	Luas bidang tekan	$\text{Cm}^2$	$= 11 \times 22$ $= 242$
	Kuat tekan yang terbaca dengan satuan ( tw )	Tw	$= 6.4$
	Dikonversikan ( kn )	Kn	$= 64$
	Hasil kuat tekan	Kg/cm	$= 64 \times 102/242$ $= 26.97$

Sumber : *Data Lapangan ( 2021 )*

Tabel 4.10 Hasil uji kuat tekan batu bata merah campuran 6%

No	Sampel	Umur benda uji ( hari )	Campuran ( % )	Berat basah bata ( kg )	Kuat tekan ( kg/cm )
1	Benda uji 1	28	6	2.541	29.92
2	Benda uji 2	28	6	2.541	30.76

Sumber : *Data Lapangan ( 2021 )*

Tabel 4.11 Perhitungan hasil kuat tekan batu bata merah campuran 6%

Sampel	Data pengujian	Satuan	Perhitungan
1	Luas bidang tekan	$\text{Cm}^2$	$= 11 \times 22$ $= 242$
	Kuat tekan yang terbaca dengan satuan ( tw )	Tw	$= 7.1$
	Dikonversikan ( kn )	Kn	$= 71$
	Hasil kuat tekan	Kg/cm	$= 71 \times 102/242$ $= 29.92$

2	Luas bidang tekan	$\text{Cm}^2$	$= 11 \times 22$ $= 242$
	Kuat tekan yang terbaca dengan satuan ( tw )	Tw	$= 7.3$
	Dikonversikan ( kn )	Kn	$= 73$
	Hasil kuat tekan	Kg/cm	$= 73 \times 102/242$ $= 30.76$

Sumber : *Data Lapangan ( 2021 )*

Tabel 4.12 Hasil uji kuat tekan batu bata merah campuran 8%

No	Sampel	Umur benda uji ( hari )	Campuran ( % )	Berat basah bata ( kg )	Kuat tekan ( kg/cm )
1	Benda uji 1	28	8	2.583	31.19
2	Benda uji 2	28	8	2.583	32.03

Sumber : *Data Lapangan ( 2021 )*

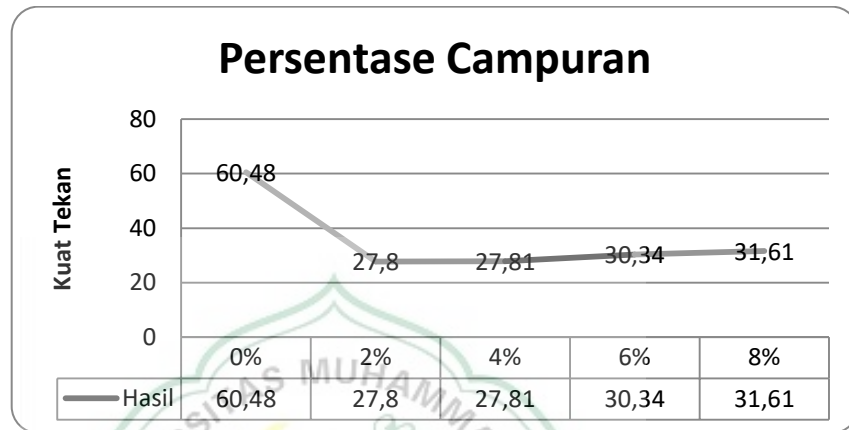
Tabel 4.13 Perhitungan hasil kuat tekan batu bata merah campuran 8%

Sampel	Data pengujian	Satuan	Perhitungan
1	Luas bidang tekan	$\text{Cm}^2$	$= 11 \times 22$ $= 242$
	Kuat tekan yang terbaca dengan satuan ( tw )	Tw	$= 7.4$
	Dikonversikan ( kn )	Kn	$= 74$
	Hasil kuat tekan	Kg/cm	$= 74 \times 102/242$ $= 31.19$
2	Luas bidang tekan	$\text{Cm}^2$	$= 11 \times 22$ $= 242$
	Kuat tekan yang terbaca dengan satuan ( tw )	Tw	$= 7.6$
	Dikonversikan ( kn )	Kn	$= 76$
	Hasil kuat tekan	Kg/cm	$= 76 \times 102/242$ $= 32.03$

Sumber : *Data Lapangan ( 2021 )*

Setelah dilakukan pengujian maka didapat hasil uji tekan, dapat dilihat pada tabel batu bata merah dengan campuran 8% lebih tinggi dari pada campuran campuran lainnya dan mendekati kuat tekan bata dengan campuran 0% atau bata standar, biar lebih jelas dapat dilihat dari grafik perbedaan hasil uji kuat tekan batu bata merah pada tabel grafik berikut.

Tabel 4.14 Grafik perbedaan hasil uji kuat tekan batu bata merah



Sumber : Hasil Penelitian ( 2021 )

Dari Tabel 4.14 bisa dilihat bahwa dengan penambahan serbuk botol kaca pada kadar 2%, 4%, 6% dan 8% menunjukkan terjadinya penurunan nilai kuat tekan. Hal ini disebabkan karena kandungan pada tanah liat berkurang dengan penambahan serbuk botol kaca. Kandungan silika dan alumina (  $\text{SiO}_2$  ) pada serbuk botol kaca terlampau sedikit sehingga tidak cukup menjadi perekat dari tanah liat sehingga menurunkan kuat tekan batu bata merah.

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilakukan terhadap pengaruh penambahan limbah botol kaca terhadap daya serap air dan uji kuat tekan batu bata merah, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Penambahan serbuk botol kaca dengan persentase campuran 2%, 4%, 6% dan 8% dapat mempengaruhi nilai daya serap air dan kuat tekan pada batu bata merah.
2. Batu bata merah yang dicampur serbuk botol kaca dengan campuran 4% memiliki kuat tekan yang rendah yaitu 27,81% dan daya serap air yang cukup tinggi pada campuran yang sama yaitu 31% sehingga sangat tidak memungkinkan dipakai dalam bidang konstruksi.
3. Penambahan serbuk botol kaca pada batu bata merah dengan campuran 8% memiliki persentase 31,61% dengan angka yang lebih tinggi dari campuran 2%, 4% dan 6%, campuran 8% sedikit lebih mendekati kuat tekan batu bata dengan campuran 0% atau bata standar. Bata merah campuran 8% dan 6% masih bisa digunakan dalam bidang konstruksi karena hasil kuat tekan dan daya serap air masih mendekati SNI 15-2094-2000.

#### **5.2 Saran**

Adapun saran yang dapat diambil dari penelitian dan pengujian penambahan serbuk botol kaca terhadap daya serap air dan kuat tekan batu bata merah adalah sebagai berikut :

1. Sebelum pembuatan batu bata merah sebaiknya terlebih dahulu menguji kandungan tanah yang akan digunakan sebagai bahan campuran batu bata merah, sehingga dapat diketahui apakah ada campuran lain atau kandungan – kandungan apa saja yang ada di dalam tanah tersebut.

2. Sebaiknya dalam proses perendaman volume air dihitung terlebih dahulu.
3. Alangkah lebih baiknya pengujian daya serap air dan uji kuat tekan pada batu bata merah dilakukan secara bervariasi contohnya pengujian pada umur 7 hari sesudah proses pembakaran, umur 14 hari sesudah pembakaran, dan umur 28 hari sesudah pembakaran, agar dapat mengetahui apakah faktor waktu dapat mempengaruhi nilai daya serap air dan nilai kuat tekan batu bata merah.















## DAFTAR PUSTAKA

- Ardi, A. W. (2016). *Uji Kuat Tekan, Daya Serap Air dan Identitas Material Batu Bata dengan Penambahan Agregat Limbah Botol Kaca* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar).
- Masdiana, M., Sulha, S., Nasrul, N., Ahmad, S. N., & Fitriah, F. STUDI PERILAKU TEKAN BATU BATA TANPA BAKAR MENGGUNAKAN ABU SEKAM SEBAGAI BAHAN SUBSTITUSI. In *Seminar Nasional Teknologi Terapan Berbasis Kearifan Lokal* (Vol. 2, No. 1).
- Nursyamsi, N., Indrawan, I., & Hastuty, I. P. (2016). Pemanfaatan Serbuk Kaca sebagai Bahan Tambah dalam Pembuatan Batako. *Media Teknik Sipil*, 14(1), 84-95.
- Suhartini, A., Gunarti, S., Setyowati, A., & Hasan, A. (2014). Pengaruh Penambahan Tumbukan Limbah Botol Kaca Sebagai Bahan Substitusi Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Dan Kuat Lentur Beton. *Bentang*, 2(1), 262529.
- Nasution, A. R. (2016). *Pengaruh Penambahan Tumbukan Limbah Kaca Sebagai Bahan Substitusi Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan* (Doctoral dissertation).
- Syafi'urroziq, A., Purnomo, Y. C. S., & Krisnawati, L. D. (2018). Pemanfaatan Serbuk Kaca Dari Jenis Kaca Bening Dengan Ketebalan 3-4 mm Sebagai Bahan Tambah Dalam Pembuatan Batako. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 1(1), 44-55.
- Handayani, S. (2010). Kualitas Batu Bata Merah Dengan Penambahan Serbuk Gergaj. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 12(1), 41-50.
- Huda, M., & Hastuti, E. (2012). Pengaruh temperatur pembakaran dan penambahan abu terhadap kualitas batu bata. *Jurnal Neutrino: Jurnal Fisika dan Aplikasinya*.
- Hastutiningrum, S. (2013). Proses Pembuatan Batu Bata Berpori dari Tanah Liat dan Kaca. *Jurnal Teknologi Technoscientia*, 200-206.

## LAMPIRAN

No	Foto Dokumentasi	Keterangan
1		Limbah boto kaca yang dipakai dalam pencampuran batu bata merah.
2		Proses penghalusan limbah botol kaca.
3		Serbuk limbah botol kaca.
4		Proses Pengambilan Tanah Liat Untuk 2 sampel $\pm$ 6 kg.





No	Foto Dokumentasi	Keterangan
5		<p>Proses pencampuran limbah botol kaca dengan persentase 2%.</p>
6		<p>Proses pencampuran limbah botol kaca dengan persentase 4%.</p>
7		<p>Proses pencampuran limbah botol kaca dengan persentase 6%.</p>

No	Foto Dokumentasi	Keterangan
8		<p>Proses pencampuran limbah botol kaca dengan persentase 8%.</p>
9		<p>Proses pencetakan sampel uji, sampel dicetak manual dengan ukuran panjang 22cm, 11cm, 6cm. Sebelum dicetak alat cetakan diberi pasir kering supaya bata tidak lengket ke cetakan.</p>
10		<p>Hasil cetakan batu bata dengan persentase 0%, 2%, 4%, 6% dan 8% sebanyak 3 sampel.</p>







No	Foto Dokumentasi	Keterangan
11		<p>Proses penjemuran sampel setelah dicetak, sampel diletakkan di tempat yang terkena sinar matahari namun teduh saat hujan.</p>
12		<p>Proses penyusunan batu bata ke dalam tungku pembakaran.</p>
13		<p>Proses pembakaran batu bata merah selama 2 hari 1 malam, dan setelah selesai pembakaran, batu bata didinginkan terlebih dahulu sebelum diambil.</p>



No	Foto Dokumentasi	Keterangan
14		<p>Sebelum melakukan dilakukan penimbangan berat kering sampel pada persentase 0% dengan menggunakan timbangan digital.</p>
15		<p>Sebelum melakukan dilakukan penimbangan berat kering sampel pada persentase 2% dengan menggunakan timbangan digital.</p>
16		<p>Sebelum melakukan dilakukan penimbangan berat kering sampel pada persentase 4% dengan menggunakan timbangan digital.</p>
17		<p>Sebelum melakukan dilakukan penimbangan berat kering sampel pada persentase 6% dengan menggunakan timbangan digital.</p>

No	Foto Dokumentasi	Keterangan
18		<p>Sebelum melakukan dilakukan penimbangan berat kering sampel pada persentase 8% dengan menggunakan timbangan digital.</p>
19		<p>Setelah dilakukan perendaman batu bata selama 24 jam, dilakukan penimbangan berat basah sampel pada persentase 0% dengan timbangan digital.</p>
20		<p>Setelah dilakukan perendaman batu bata selama 24 jam, dilakukan penimbangan berat basah sampel pada persentase 2% dengan timbangan digital.</p>
21		<p>Setelah dilakukan perendaman batu bata selama 24 jam, dilakukan penimbangan berat basah sampel pada persentase 4% dengan timbangan digital.</p>

No	Foto Dokumentasi	Keterangan
22		<p>Setelah dilakukan perendaman batu bata selama 24 jam, dilakukan penimbangan berat basah sampel pada persentase 6% dengan timbangan digital.</p>
23		<p>Setelah dilakukan perendaman batu bata selama 24 jam, dilakukan penimbangan berat basah sampel pada persentase 8% dengan timbangan digital.</p>
24		<p>Setelah melakukan penimbangan, selanjutnya melakukan proses kuat tekan.</p>
25		<p>Hasil uji kuat tekan batu bata merah dengan campuran 0%</p>





**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT**  
**FAKULTAS TEKNIK**

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103  
Website: [www.ft.umsb.ac.id](http://www.ft.umsb.ac.id) Email: [fakultasteknik@umsb.ac.id](mailto:fakultasteknik@umsb.ac.id)

**REVISI SIDANG SKRIPSI**

Tanggal Ujian: 24 Agustus 2022

Nama : **Al Havis Ari Winata**  
NIM : 161000222201003  
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Limbah Botol Kaca Terhadap Daya Serap Air dan Uji Kuat Tekan Batu Bata Merah

Catatan Perbaikan :  
1. Satuan di periksa lg  
2. Cara Mengatur Referensi / Literatur

22

Acc jilid



Ketua Penguji,

**Istiah, S.T., M.T.**  
NIDN. 1010047301

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT  
FAKULTAS TEKNIK

REVISI SIDANG SKRIPSI

Tanggal Ujian: 24 Agustus 2022

Nama : Al Havis Ari Winata  
NIM : 161000222201003  
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Limbah Botol Kaca Terhadap Daya Serap Air  
dan Uji Kuat Tekan Batu Bata Merah  
Catatan Perbaikan : ~~kebaikan~~ Pelajari kembali ilmu<sup>2</sup> dasar  
teknik Sipil.

acc / dijilid  
30/08/2022



Sekretaris Penguji.

*[Signature]*  
Ir. Ana Susanti Yusman, M.Eng.  
NIDN. 1017016901





**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT**  
**FAKULTAS TEKNIK**

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103  
Website: [www.ft.umsb.ac.id](http://www.ft.umsb.ac.id) Email: [fakultasteknik@umsb.ac.id](mailto:fakultasteknik@umsb.ac.id)

**REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI**

Tanggal Ujian: 29 Juli 2021

Nama : **Al Havis Ariwinata**  
NIM : 161000222201003  
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Limbah Botol Kaca Terhadap Daya Serap Air dan Uji Kuat Tekan Batu Bata Merah  
Catatan Perbaikan :

- cek perhitungan
- Graphing kuat tekan.
- cek lagi - komposisi campuran kaca.
- prosedur labor
- susunan penulisan.

ACC  
20/07/2021

Penguji,

**Deddy Kurniawan, S.T., M.T.**  
NIDN. 1022018303





**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT**  
**FAKULTAS TEKNIK**

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103  
Website: [www.ft.umsb.ac.id](http://www.ft.umsb.ac.id) Email: [fakultasteknik@umsb.ac.id](mailto:fakultasteknik@umsb.ac.id)

**REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI**

Tanggal Ujian: 29 Juli 2021

Nama : **Al Havis Ariwinata**  
NIM : 161000222201003  
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Limbah Botol Kaca Terhadap Daya Serap Air dan Uji Kuat Tekan Batu Bata Merah  
Catatan Perbaikan : *Perbaiki BAB I / penielas.*  
*Check kembali penulisan pd Bab lainnya.*

*Doc / 21/1/21*  
*S. Haryanto*

Sekretaris/Penguji,

*Ana Susanti Kusman*  
**Ir. Ana Susanti Kusman, M.Eng.**  
NIDN. 1017016901





**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT**  
**FAKULTAS TEKNIK**

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103  
Website: [www.ft.umsb.ac.id](http://www.ft.umsb.ac.id) Email: [fakultasteknik@umsb.ac.id](mailto:fakultasteknik@umsb.ac.id)

**REVISI SIDANG SKRIPSI**

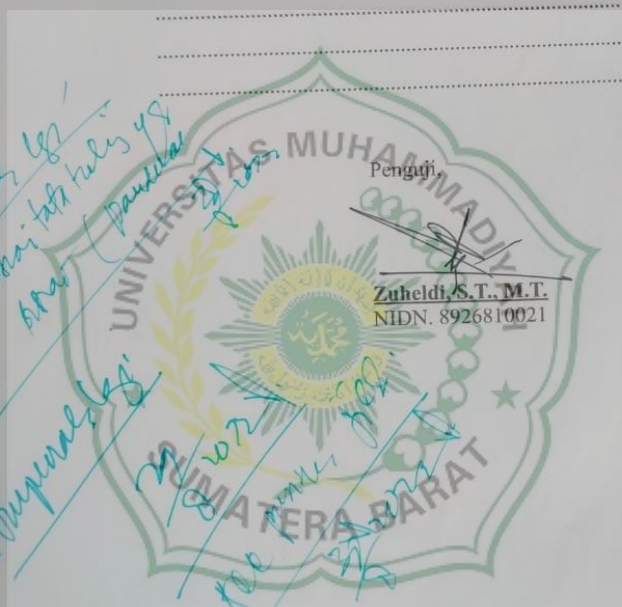
Tanggal Ujian: 24 Agustus 2022

Nama : Al Havis Ari Winata  
NIM : 161000222201003  
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Limbah Botol Kaca Terhadap Daya Serap Air dan Uji Kuat Tekan Batu Bata Merah

Catatan Perbaikan :

- Superal ke kurisan Bab IV ?
- Superal ke Bab 2 dan kepel

*Superal ke  
Bab 2 dan kepel  
Superal ke  
Bab 2 dan kepel  
Superal ke  
Bab 2 dan kepel*



Penguji

*Zuheldi*  
Zuheldi, S.T., M.T.  
NIDN. 8926810021



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT**  
**FAKULTAS TEKNIK**

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103  
Website: [www.ft.umsb.ac.id](http://www.ft.umsb.ac.id) Email: [fakultasteknik@umsb.ac.id](mailto:fakultasteknik@umsb.ac.id)

**REVISI SIDANG SKRIPSI**

Tanggal Ujian: 24 Agustus 2022

Nama : **Al Havis Ari Winata**  
NIM : 161000222201003  
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Limbah Botol Kaca Terhadap Daya Serap Air  
dan Uji Kuat Tekan Batu Bata Merah  
Catatan Perbaikan : *kelebihan* *pelajari kembali ilmu 2 dasar*  
*teknik sipil.*



Sekretaris/Penguji,

*Ana Susanti Yusman*  
**Ir. Ana Susanti Yusman, M.Eng.**  
NIDN. 1017016901



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT**  
**FAKULTAS TEKNIK**

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi. (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103  
Website: [www.ft.umsb.ac.id](http://www.ft.umsb.ac.id) Email: [fakultasteknik@umsb.ac.id](mailto:fakultasteknik@umsb.ac.id)

**REVISI SIDANG SKRIPSI**

Tanggal Ujian: 24 Agustus 2022

Nama : **Al Havis Ari Winata**  
NIM : 161000222201003  
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Limbah Botol Kaca Terhadap Daya Serap Air dan Uji Kuat Tekan Batu Bata Merah  
Catatan Perbaikan : .....

Acc  
20  
08  
2022

Penguji,

**Deddy Kurniawan, S.T., M.T.**  
NIDN. 1022018303







**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT**  
**FAKULTAS TEKNIK**

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103  
Website: [www.ft.umsb.ac.id](http://www.ft.umsb.ac.id) Email: [fakultasteknik@umsb.ac.id](mailto:fakultasteknik@umsb.ac.id)

**REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI**

Tanggal Ujian: 29 Juli 2021

Nama : **Al Havis Ariwinata**  
NIM : 161000222201003  
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Limbah Botol Kaca Terhadap Daya Serap Air dan Uji Kuat Tekan Batu Bata Merah

Catatan Perbaikan :  
- Cara Revisi: kaca mencan  
suhu brap?  
- Gambar di jadikan grafik  
garis

17/22  
17

ACC sidang Isupreheung  
pemb. I



Ketua Penguji,

Ishak S.T., M.T.  
NIDN. 1010047301