

**ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN ZAT *ADDITIVE* ISS 2500
TERHADAP KUAT TEKAN BATU BATA DENGAN DAN TANPA
PROSES PEMBAKARAN**

(Skripsi)

**Oleh
ARIA FEBRIANTAMA**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2016**

ABSTRAK

ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN ZAT ADDITIVE ISS 2500 TERHADAP KUAT TEKAN BATU BATA DENGAN DAN TANPA PROSES PEMBAKARAN

Oleh

Aria Febriantama

Batu bata merupakan material yang terbuat dari tanah liat. Batu bata dibuat dengan atau tanpa campuran tambahan yang melalui beberapa proses dan tahapan. Dalam penelitian ini digunakan bahan tanah liat dengan bahan tambahan ISS 2500 (Ionic Soil Stabilizer) kadar campuran 0,9 ml, 1,2 ml, 1,5 ml dan 2,1 ml dengan tujuan memanfaatkan zat *additive* sekaligus diharapkan dapat meningkatkan kualitas batu bata. Maka perlu dilakukan penelitian ini, agar penelitian ini bisa dijadikan pembandingan dengan yang ditetapkan SNI.

Sampel tanah yang diuji pada penelitian ini yaitu tanah lempung yang berasal dari jl. Nunyai, Rajabasa. Dilakukan pemeraman selama 7 hari, serta dengan perlakuan pembakaran dan tanpa pembakaran batu bata.

Berdasarkan hasil pengujian fisik tanah asli, USCS mengklasifikasikan sampel tanah sebagai tanah lempung dengan plastisitas rendah dan termasuk ke dalam kelompok ML. Hasil penelitian pengujian kuat tekan pasca pembakaran dari keempat kadar, menghasilkan nilai kuat tekan rata-rata maksimum pada kadar ISS 2500 2,1 ml sebesar 21,24 kg/cm² yang tidak masuk kedalam kelas 25. Nilai kuat tekan rata-rata maksimum batu bata sebelum pembakaran dihasilkan oleh kadar ISS 2500 2,1 ml yaitu sebesar 4,25 kg/cm² yang juga tidak masuk kedalam kelas 25 berdasarkan tabel kekuatan tekan batu bata (SNI tahun 1991).

Kata Kunci : Batu bata, tanah lempung, iss 2500 (ionic soil stabilizer), kuat tekan.

ABSTRACT

ANALYSIS EFFECT OF ADDITIONAL MIXTURE 2500 ISS TO THE COMPRESSIVE STRENGTH VALUE BY WITH *and* WITHOUT BURNING PROCESS

By

Aria Febriantama

Brick is a material that made of clay. Bricks were made with or without additional mixture through some processes and stages. In this study used the clay with additional mixture 2500 ISS (Ionic Soil Stabilizer) which has variety levels mixture of 0,9 ml , 1,2 ml , 1,5 ml and 2,1 ml with the intention to improve the quality of brick. It is necessary to do the research , so this study can be compared with SNI standards.

The tested samples in this study are clay that comes from jl . Nunyai , Rajabasa . It sample was curing for 7 day and then, the samples will be done with or without burning process.

Based on the results of physical testing the samples, USCS classify soil samples as clay with low plasticity and belongs to the ML group . After doing research of compressive strength testing of with and without burning process from four levels generating the compressive strength maximum average at a level of 2.1 ml both of them. With value 21,24 kg / cm² for burning process and 4.25 kg / cm² for without burning process. Which is both of those treatments are not included into 25 classes based on tables strength of compressed bricks (SNI 1991) .

Keywords: brick, clay, iss 2500 (ionic soil stabilizer), compressive strength.

**ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN ZAT ADDITIVE ISS 2500
TERHADAP KUAT TEKAN BATU BATA DENGAN DAN TANPA
PROSES PEMBAKARAN**

**Oleh
Aria Febriantama**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK

pada

Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik



**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
2016**

Judul Skripsi

: **ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN
ZAT ADDITIVE ISS 2500 TERHADAP KUAT
TEKAN BATU BATA DENGAN DAN TANPA
PROSES PEMBAKARAN**

Nama Mahasiswa

: **ARIA FEBRIANTAMA**

Nomor Pokok Mahasiswa

: **1015011035**

Program Studi

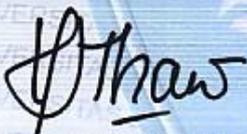
: **Teknik Sipil**

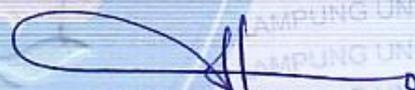
Fakultas

: **Teknik**

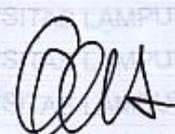
MENYETUJUI,

1. Komisi Pembimbing


Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A.
NIP. 196505101993032008


Ir. Setyanto. M.T.
NIP. 195508301984031001

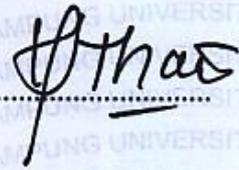
2. Ketua Jurusan


Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc. Ph.D.
NIP. 197009151995031006

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A.



Sekretaris : Ir. Setyanto. M.T.



**Penguji
Bukan Pembimbing : Ir. Idharmahadi Adha, M.T.**



2. Dekan Fakultas Teknik

Prof. Drs. Suharno, M.Sc., Ph.D.
NIP. 196207171987031002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 17 Februari 2016

SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah dilakukan orang lain, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang dituliskan atau diterbitkan orang lain kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini sebagaimana disebutkan dalam daftar pustaka. Selain itu saya menyatakan pula, bahwa skripsi ini dibuat oleh saya sendiri.

Apabila pernyataan saya ini tidak benar, maka saya bersedia dikenai sanksi sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandarlampung, Februari 2016

Yang Menyatakan



Aria Febriantama
NPM. 1015011035

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Kotabumi pada tanggal 6 Februari 1992. Merupakan anak pertama dari empat bersaudara dari keluarga Bapak Basit Putra dan Ibu Sulastri, S.Pd.

Penulis menyelesaikan pendidikan di Taman Kanak-Kanak (TK) Kartini, Tanjung Karang pada tahun 1998 , SDN 2 Rawa Laut pada tahun 2004, SMP N 10 Bandar Lampung pada tahun 2007, dan SMAN 4 Badar Lampung Program Studi Ilmu Pengetahuan Alam yang diselesaikan pada tahun 2010.

Penulis diterima menjadi mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung pada tahun 2010. Selama menjadi mahasiswa, penulis aktif di organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HIMATEKS) Fakultas Teknik Universitas Lampung. Selain itu, penulis juga pernah menjadi asisten dosen mata kuliah Konstruksi Kayu pada tahun 2014 serta Ilmu Ukur Tanah pada tahun 2015. Penulis melakukan kegiatan Kerja Praktik selama 3 bulan pada Proyek Pembangunan Masjid Darul Fattah II pada tahun 2014, dan melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 40 hari di Desa Mulya Kencana, Kecamatan Tulang Bawang Tengah, Kabupaten Tulang Bawang Barat pada tahun 2015.

Moto

“Yang masih terus belajar akan menjadi pemilik masa depan”

(Mario Teguh)

“Jika kamu takut untuk mencoba bangkit dari keterpurukan, mungkin selamanya kamu akan terus berada dalam bayangan kegagalan”

(Aria Febriantama)

Persembahan

Alhamdulillahilabbil'alamiin

Akhirnya aku sampai ke titik ini, terima kasih ya Rabb engkau hadiahkan

sepercik keberhasilan ini

Kupersembahkan karya kecil ini

Untuk yang pertama penyemangat hidupku kedua orang tuaku tercinta yang

telah membesarkan aku dan mendidikku dengan penuh kasih sayang dan

kesabaran.

Terima kasih banyak atas segala motivasi dan dukungannya baik moril maupun

materil Mama dan papaku tercinta Sulastri dan Basit Putra , Adik-adikku

tersayang Riki Rinaldi, Vidya Viskara dan Via Valentia, Almarhummah

Nenekku tersayang Maimunah serta keluarga besarku.

Teman-teman dekatku Alhadi, Hafizh, Tahta, Yanto, Galang, Nazmul, Maul,

Aldani, Yodi, Abed, Abi, Riko, Rifan, Visi terima kasih banyak atas bantuan

dan semangatnya Dan teman-teman seperjuangan angkatan 2010 yang tak bisa

tersebutkan namanya satu persatu terima kasih banyak,

Teknik Sipil Jaya !

SANWACANA

Alhamdulillah segala puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul ***“ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN ZAT ADDITIVE ISS 2500 TERHADAP KUAT TEKAN BATU BATA DENGAN DAN TANPA PROSES PEMBAKARAN”*** yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih yang tulus dan sebesar- besarnya kepada :

1. Ibuku, Sulastri, S.Pd., Ayahku, Basit Putra, adik-adikku, Riki Rinaldi, Vidya Viskara dan Via Valentia, Almarhummah Nenekku, Hj. Maimunah serta keluarga besarku, yang tak hentinya mendoakan dan memberikan dukungan.
2. Ibu Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A, selaku Dosen Pembimbing Utama, atas waktu, saran, kritik, dukungan, dan kesabarannya selama proses bimbingan.
3. Bapak Ir. Setyanto, M.T., selaku Dosen Pembimbing Kedua, atas arahannya dalam penyusunan skripsi ini yang membuat skripsi ini menjadi lebih baik.
4. Bapak Ir. Idharmahadi Adha, M.T selaku Dosen Penguji sekaligus Pembimbing penulis untuk jadi pribadi yang lebih baik.

5. Ibu Sumiharni, S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing Akademik.
6. Bapak Gatot Eko Susilo, S.T, M.Sc, PhD selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung.
7. Bapak Prof. DR. Suharno, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
8. Seluruh dosen, karyawan dan teknisi laboratorium Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung, untuk segala dedikasinya yang telah membantu penulis dalam pendidikan.
9. Alhadi, Hafizh, Tahta, Yanto, Najmul, Galang, Maul, Aldani, Yodi, Abed, Rifan, Riko, Visi, Abi. Kalian yang paling banyak membantu, banyak mengukir cerita, banyak berbagi pengalaman suka dan duka, tempat berbagi kebahagiaan, dan penyemangat. Sahabat-sahabatku, keluarga baru, rekan seperjuangan kuliah, mahasiswa/i Teknik Sipil angkatan 2010 atas dukungan, semangat, canda tawa dan kebersamaannya.
10. Mutia, Bareb, Pandi, Taufik, Syahri yang telah banyak membantu dalam proses perkuliahan, penelitian hingga akhir, yang tidak dapat dituliskan satu persatu.

Penulis berharap semoga ALLAH SWT membalas kebaikan yang telah mereka berikan. Penulis menyadari skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, akan tetapi dengan sedikit harapan semoga skripsi ini bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Bandar Lampung, Februari 2016
Penulis,

Aria Febriantama

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR NOTASI	v
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian	3
C. Batasan Masalah	4
D. Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Tanah	5
1. Pengertian Tanah	5
2. Klasifikasi Tanah	7
B. Tanah Lempung	13
1. Definisi Tanah Lempung	13
2. Mineral Lempung	13
3. Sifat Tanah Lempung	14
4. Sifat Tanah Lempung Pada Pembakaran	15
5. Jenis-Jenis Lempung yang Digunakan dalam Pembuatan Batu Bata... 15	15
D. Batu Bata.....	18
1. Definisi Batu Bata	18
2. Standar Batu Bata	18
3. Proses Pembakaran Batu Bata	21
C. Larutan ISS 2500	22

III. METODE PENELITIAN

A. Sampel Tanah.....	26
B. Metode Pencampuran Sampel Tanah Dengan ISS 2500.....	26
C. Pelaksanaan Pengujian	27
1. Pengujian Sifat Fisik Tanah	27
2. Pengujian Batu Bata	36
D. Urutan Prosedur Penelitian	38
E. Pengolahan Dan Analisa Data.....	39

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Tanah Asli.....	41
1. Hasil Pengujian Kadar Air	41
2. Hasil Pengujian Berat Jenis.....	42
3. Hasil Pengujian Analisa Saringan.....	42
4. Hasil Pengujian Pematatan Tanah	42
5. Resume Pengujian Material Tanah	42
6. Klasifikasi Material Tanah.....	43
B. Hasil Pengujian Batu Bata.....	43
1. Hasil Uji Kadar Air	44
2. Hasil Uji Berat Jenis.....	44
3. Hasil Uji Kuat Tekan.....	45
A. Uji Kuat Tekan Sebelum Pembakaran	46
B. Uji Kuat Tekan Pasca Pembakaran	47
C. Perbandingan Uji Kuat Tekan Sebelum dan Pasca Pembakaran....	48
4. Hasil Uji Daya Serap Air	51
5. Perbandingan Kuat Tekan Batu Bata Dengan Peneliti Terdahulu	53

V. PENUTUP

A. Kesimpulan.....	58
B. Saran.....	59

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO	8
Tabel 2. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem <i>Unified</i>	12
Tabel 3. Ukuran dan Toleransi Batu Bata Merah Pasangan Dinding	19
Tabel 4. Klasifikasi Kekuatan Bata	20
Tabel 5. <i>Resume</i> Pengujian Material Tanah.....	43
Tabel 6. Hasil Uji Kadar Air	44
Tabel 7. Hasil Uji Berat Jenis	45
Tabel 8. Nilai Kuat Tekan Batu Bata Sebelum Pembakaran	46
Tabel 9. Nilai Kuat Tekan Batu Bata Satu Hari Pembakaran.....	47
Tabel 10. Nilai Kuat Tekan Batu Bata Pasca Pembakaran	48
Tabel 11. Nilai Rata – Rata Daya Serap Air	53
Tabel 12. Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk batu bata berdasarkan nilai kuat tekan	54
Tabel 13. Komposisi Dari Campuran Batu Bata Dengan Abu Ampas Tebu..	55
Tabel 15. Perbandingan Nilai Kuat Tekan Tanpa dan Pasca Pembakaran.....	55

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Grafik Plastisitas USCS	10
Gambar 2. Partikel Tanah yang Bersifat Negatif dalam Keadaan Kering.....	25
Gambar 3. Tanah dalam kondisi basah.....	25
Gambar 4. Ikatan ionik ISS 2500 pada tanah.....	26
Gambar 5. Diagram Alir Penelitian.....	40
Gambar 6. Grafik Kuat Tekan Batu Bata Sebelum Pembakaran.....	46
Gambar 7. Grafik Kuat Tekan Batu Bata Satu Hari Pembakaran.....	47
Gambar 8. Grafik Kuat Tekan Batu Bata Pasca Pembakaran.....	48
Gambar 9. Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tekan Batu Bata Kadar 0,9 ml Sebelum dan Pasca Pembakaran.....	49
Gambar 10. Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tekan Batu Bata Kadar 1,2 ml Sebelum dan Pasca Pembakaran.....	50
Gambar 11. Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tekan Batu Bata Kadar 1,5 ml Sebelum dan Pasca Pembakaran.....	50
Gambar 12. Grafik Perbandingan Nilai Kuat Tekan Batu Bata Kadar 2,1 ml Sebelum dan Pasca Pembakaran.....	50

DAFTAR NOTASI

ω	= Kadar Air
G _s	= Berat Jenis
LL	= Batas Cair
PI	= Indeks Plastisitas
PL	= Batas Plastis
q	= Persentase Berat Tanah yang Lolos Saringan
W _w	= Berat Air
W _c	= Berat <i>Container</i>
W _{cs}	= Berat <i>Container</i> + Sampel Tanah Sebelum dioven
W _{ds}	= Berat <i>Container</i> + Sampel Tanah Setelah dioven
W _n	= Kadar Air Pada Ketukan ke-n
W ₁	= Berat <i>Picnometer</i>
W ₂	= Berat <i>Picnometer</i> + Tanah Kering
W ₃	= Berat <i>Picnometer</i> + Tanah Kering + Air
W ₄	= Berat <i>Picnometer</i> + Air
W _{ci}	= Berat Saringan
W _{bi}	= Berat Saringan + Tanah Tertahan
W _{ai}	= Berat Tanah Tertahan
f _c '	= Kuat Tekan yang Dipersyaratkan
SD	= Standar Deviasi

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Seiring dengan perkembangan di dunia konstruksi, dan kebutuhan manusia akan hunian yang nyaman, aman, serta menunjang segala aktivitas – aktivitasnya semakin meningkat pula, maka permintaan akan bahan bangunan sebagai penunjang dari pembangunan juga mengalami peningkatan.

Batu bata merupakan salah satu bahan bangunan yang permintaannya tak pernah berhenti. Batu bata merupakan material yang terbuat dari tanah liat dengan atau tanpa campuran tambahan (*additive*) yang melalui beberapa proses dan tahapan. Proses tersebut meliputi pengeringan dengan cara dijemur dan kemudian dibakar dengan temperatur tinggi agar batu bata mengeras dan tidak hancur jika direndam dalam air.

Untuk dapat memenuhi kebutuhan batu bata seiring dengan peningkatan jumlah dan laju perkembangan penduduk, produksi batu bata pun harus ditingkatkan, bukan hanya dalam segi jumlah tapi juga mutu. Adapun kualitas batu bata merah yang tersedia kebanyakan mudah retak dan hancur akibat kurang kualitas batu bata yang dihasilkan. Maka dalam pembuatan batu bata perlu adanya peningkatan mutu yang dihasilkan secara efektif. Untuk mengurangi dampak negatif yang terjadi tersebut maka di berikan suatu solusi.

Menurut SII-0021-78 PUBI 1982, batu bata dikatakan bermutu dan berkualitas baik apabila :

1. Batu bata harus bebas dari retak atau cacat, dan dari batu dan benjolan apapun.
2. Batu bata harus seragam dalam ukuran, dengan sudut tajam dan tepi yang rata.
3. Permukaan harus benar dalam bentuk persegi satu sama lain untuk menjamin kerapian.
4. Mempunyai ukuran, kuat tekan dan daya serap air yang dipersyaratkan.

Batu bata dalam proses pembuatan bukan hanya kegiatan mencetak tanah, mengeringkan dan membakar, akan tetapi diperlukan campuran agar menjadi batu bata yang kualitas sesuai dengan yang diinginkan. Pemberian campuran ini dimaksudkan agar kualitas bahan utama pembuatan batu bata yang merupakan tanah liat mempunyai kuat tekan yang lebih baik. Pada penelitian ini sebagai campuran adalah menggunakan larutan ISS 2500 (Ionic Soil Stabilizer). Larutan ini dipilih karena merupakan bahan additive yang sangat baik untuk meningkatkan kondisi tanah yang jelek dalam stabilisasi tanah secara elektro-kimiawi. Tanah liat atau tanah lempung dapat distabilisasi dengan mencampur zat additive larutan ISS 2500 (Ionic Soil Stabilizer). Dalam proses pembuatan batu bata jenis ini dilakukan beberapa tahapan setelah pencetakan yaitu pengeringan dan pembakaran, dimana batu bata ini sudah dicampurkan terlebih dahulu dengan zat additive yaitu larutan ISS

2500. Setelah pembakaran dilakukan pengujian kuat tekan untuk mengetahui kekuatan batu bata pasca pembakaran dan daya serap air dengan menggunakan campuran zat additive ISS 2500 (Ionic Soil Stabilizer). Diharapkan penelitian yang dilakukan dengan bahan yang belum biasa digunakan ini dapat menghasilkan batu bata yang baik kualitasnya sehingga hasil yang di dapat dari penelitian ini dapat bermanfaat dalam bidang teknik sipil.

B. Tujuan Penelitian

Tujuan yang diharapkandari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dengan melakukan campuran sederhana ini diharapkan batu bata yang hanya dibuat dari campuran material tanah liat dan larutan ISS 2500 (Ionic Soil Stabilizer) dapat memenuhi standar mutu yang berlaku.
2. Menguji kelayakan batu bata yang sudah dicampur dengan larutan ISS 2500 (Ionic Soil Stabilizer).
3. Nilai kuat tekan batu bata sebelum dan pasca pembakaran menggunakan bahan *additive* berupa ISS 2500 (Ionic Soil Stabilizer).
4. Membandingkan kekuatan batu bata sebelum dan sesudah dibakar, namun kedua bata tersebut terlebih dahulu dicampur larutan ISS 2500 (Ionic Soil Stabilizer) dengan kadar yang sudah ditentukan.

C. Batasan Masalah

Penelitian ini terdapat beberapa batasan masalah, yaitu :

1. Sampel tanah yang digunakan merupakan jenis tanah yang berasal dari jl. Nunyai, Rajabasa Bandar Lampung.
2. Bahan pencampur yang digunakan adalah larutan ISS 2500 (Ionic Soil Stabilizer).
3. Batu bata yang digunakan sesuai dengan standard SNI yang berlaku.
4. Pengujian batu bata yang dilakukan :
 1. Uji kuat tekan batu bata sebelum dan pasca pembakaran
 2. Uji daya serap air pada batu bata

D. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan memiliki manfaat antara lain :

1. Produsen industri batu bata dapat memanfaatkan larutan ISS 2500 (Ionic Soil Stabilizer) sebagai bahan untuk mempercepat proses pengeringan dan perkerasan pada saat produksi batu bata, sehingga menghemat waktu dan biaya produksi.
2. Hasil penelitian yang didapat bisa dijadikan sebagai bahan acuan, pembanding, dan pertimbangan bagi masyarakat dalam memproduksi batu bata dengan kualitas yang lebih baik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanah

1. Pengertian Tanah

Tanah dari pandangan ilmu Teknik Sipil merupakan himpunan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relative lepas (*loose*) yang terletak di atas batu dasar (*bedrock*) (Hardiyatmo, 1992).

Tanah didefinisikan secara umum adalah kumpulan dari bagian-bagian yang padat dan tidak terikat antara satu dengan yang lain (diantaranya mungkin material organik) rongga-rongga diantara material tersebut berisi udara dan air (Verhoef,1994).

Ikatan antara butiran yang relatif lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap-ngendap diantara partikel-partikel. Ruang diantara partikel-partikel dapat berisi air, udara, ataupun yang lainnya (Hardiyatmo, 1992).

Proses penghancuran dalam pembentukan tanah dari batuan terjadi secara fisis atau kimiawi. Proses fisis antara lain berupa erosi akibat tiupan angin, pengikisan oleh air dan *gletsyer*, atau perpecahan akibat pembekuan dan pencairan es dalam batuan sedangkan proses kimiawi

menghasilkan perubahan pada susunan mineral batuan asalnya. Salah satu penyebabnya adalah air yang mengandung asam alkali, oksigen dan karbondioksida (Wesley, 1977).

Sedangkan pengertian tanah menurut Bowles (1984), tanah adalah campuran partikel-partikel yang terdiri dari salah satu atau seluruh jenis berikut:

- a. Berangkal (*boulders*) adalah potongan batuan yang besar, biasanya lebih besar dari 250 sampai 300 mm dan untuk ukuran 150 mm sampai 250 mm, fragmen batuan ini disebut kerakal (*cobbles/pebbles*).
- b. Kerikil (*gravel*) adalah partikel batuan yang berukuran 5 mm sampai 150 mm.
- c. Pasir (*sand*) adalah partikel batuan yang berukuran 0,074 mm sampai 5 mm, yang berkisar dari kasar dengan ukuran 3 mm sampai 5 mm sampai bahan halus yang berukuran < 1 mm.
- d. Lanau (*silt*) adalah partikel batuan yang berukuran dari 0,002 mm sampai 0,0074 mm.
- e. Lempung (*clay*) adalah partikel mineral yang berukuran lebih kecil dari 0,002 mm yang merupakan sumber utama dari kohesi pada tanah yang kohesif.
- f. Koloid (*colloids*) adalah partikel mineral yang diam dan berukuran lebih kecil dari 0,001 mm.

2. Klasifikasi Tanah

Sistem klasifikasi tanah adalah suatu sistem pengaturan beberapa jenis tanah yang berbeda-beda tapi mempunyai sifat yang serupa kedalam kelompok dan subkelompok berdasarkan pemakaiannya. Sebagian besar sistem klasifikasi tanah yang telah dikembangkan untuk tujuan rekayasa didasarkan pada sifat-sifat indeks tanah yang sederhana seperti distribusi ukuran dan plastisitas.

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 AASHTO (*American Association of State Highway and Transportation Official*) dan sistem klasifikasi tanah *unified* (USCS).

a. Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO

Sistem klasifikasi AASHTO awalnya membagi tanah kedalam 8 kelompok, A-1 sampai A-8 termasuk subkelompok. Sistem yang direvisi (*Proc. 25 th Annual Meeting of Highway Research Board, 1945*) mempertahankan delapan kelompok dasar tanah tadi tapi menambahkan dua subkelompok dalam A-1, empat kelompok dalam A-2, dan dua subkelompok dalam A-7. Kelompok A-8 tidak diperlihatkan tetapi merupakan gambut atau rawang yang ditentukan berdasarkan klasifikasi visual. Tanah-tanah dalam tiap kelompoknya dievaluasi terhadap indeks kelompok, yang dihitung dengan rumus-

rumus empiris. Pengujian yang dilakukan hanya analisis saringan dan batas-batas Atterberg (Bowles, 1984).

Tabel 1. Sistem Klasifikasi Tanah Berdasarkan AASHTO

Klasifikasi umum	Tanah berbutir (35% atau kurang dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)						
Klasifikasi kelompok	A-1		A-3	A-2			
	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Analisis ayakan (% lolos) No.10 No.40 No.200	Maks 50 Maks 30 Maks 15	Maks 50 Maks 25	Min 51 Maks 10	Maks 35	Maks 35	Maks 35	Maks 35
Sifat fraksi yang lolos ayakan No.40 Batas Cair (LL) Indeks Plastisitas (PI)	Maks 6		NP	Maks 40 Maks 10	Min 41 Maks 10	Maks 40 Min 11	Min 41 Min 41
Tipe material yang paling dominan	Batu pecah, kerikil dan pasir		Pasir halus	Kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung			
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Baik sekali sampai baik						
Klasifikasi umum	Tanah berbutir (Lebih dari 35% dari seluruh contoh tanah lolos ayakan No.200)						
Klasifikasi kelompok	A-4		A-5	A-6		A-7	
Analisis ayakan (% lolos) No.10 No.40 No.200	Min 36		Min 36	Min 36		Min 36	
Sifat fraksi yang lolos ayakan No.40 Batas Cair (LL) Indeks Plastisitas (PI)	Maks 40 Maks 10		Min 41 Maks 10	Maks 40 Min 11		Min 41 Min 11	
Tipe material yang paling dominan	Tanah berlanau			Tanah Berlempung			
Penilaian sebagai bahan tanah dasar	Biasa sampai jelek						

Sumber : Das, 1995.

Tabel 1 merupakan sistem klasifikasi tanah berdasarkan AASHTO. Tanah A-1 sampai A-3 adalah tanah berbutir (granular) dengan tidak lebih dari 35 persen bahan lolos saringan No.200. Bahan khas dalam kelompok A-1 adalah campuran bergradasi baik dari kerikil, pasir kasar, pasir halus, dan suatu bahan pengikat (binder) yang mempunyai plastisitas sangat kecil atau tidak sama sekali ($I_p \leq 6$). Kelompok A-3 terdiri dari campuran pasir halus, bergradasi buruk, dengan sebagian kecil pasir kasar dan kerikil, fraksi lanau yang merupakan bahan tidak plastis lolos saringan No.200. Kelompok A-2 juga merupakan bahan berbutir tetapi dengan jumlah bahan yang lolos saringan No.200 yang cukup banyak (tidak lebih dari 35 persen). Bahan ini terletak di antara bahan dalam kelompok A-1 dan A-3 dan bahan lanau – lempung dari kelompok A-4 sampai A-7. Kelompok A-4 sampai A-7 adalah tanah berbutir halus dengan lebih dari 35 persen bahan lolos saringan No.200.

b. Sistem Klasifikasi Tanah Sistem *Unified* (USCS)

Dalam sistem ini, *Cassagrande* membagi tanah atas 3 (tiga) kelompok (Sukirman, 1992) yaitu :

1. Tanah berbutir kasar, < 50% lolos saringan No. 200.
2. Tanah berbutir halus, > 50% lolos saringan No. 200.
3. Tanah organik yang dapat dikenal dari warna, bau dan sisa-sisa tumbuh- tumbuhan yang terkandung di dalamnya.

Sistem klasifikasi tanah ini yang paling banyak dipakai untuk pekerjaan teknik fondasi seperti bendungan, bangunan dan konstruksi

yang sejenis. Sistem ini biasa digunakan untuk desain lapangan udara dan untuk spesifikasi pekerjaan tanah untuk jalan. Klasifikasi berdasarkan *Unified System* (Das, 1995), tanah dikelompokkan menjadi:

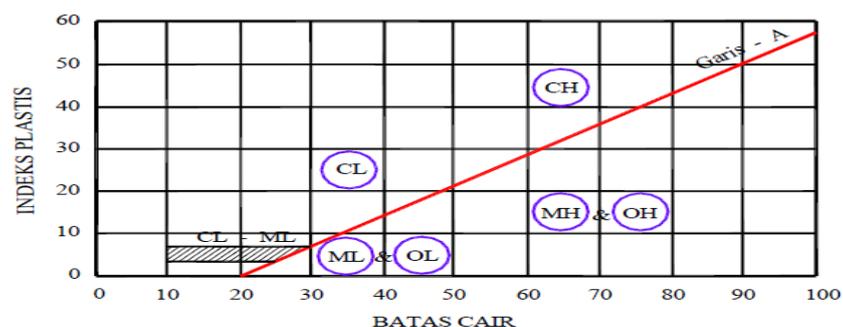
- a. Tanah berbutir kasar adalah tanah yang lebih dan 50% bahannya tertahan pada ayakan No. 200. Tanah butir kasar terbagi atas kerikil dengan simbol G (*gravel*), dan pasir dengan simbol S (*sand*).
- b. Tanah butir halus adalah tanah yang lebih dan 50% bahannya lewat pada saringan No. 200. Tanah butir halus terbagi atas lanau dengan simbol M (*silt*), lempung dengan simbol C (*clay*), serta lanau dan lempung organik dengan symbol O, bergantung pada tanah itu terletak pada grafik plastisitas. Tanda L untuk plastisitas rendah dan tanda H untuk plastisitas tinggi.

Adapun simbol simbol lain yang digunakan dalam klasifikasi tanah ini adalah : W = *well graded* (tanah dengan gradasi baik)

P = *poorly graded* (tanah dengan gradasi buruk)

L = *low plasticity* (plastisitas rendah) ($LL < 50$)

H = *high plasticity* (plastisitas tinggi) ($LL > 50$)



Gambar 1. Grafik Plastisitas USCS

Lanau adalah tanah berbutir halus yang mempunyai batas cair dan indeks plastisitas terletak dibawah garis A dan lempung berada diatas garis A. Lempung organis adalah pengecualian dari peraturan diatas karena batas cair dan indeks plastisitasnya berada dibawah garis A. Lanau, lempung dan tanah organis dibagi lagi menjadi batas cair yang rendah (L) dan tinggi (H). Garis pembagi antara batas cair yang rendah dan tinggi ditentukan pada angka 50 seperti:

1. Kelompok ML dan MH adalah tanah yang diklasifikasikan sebagai lanau pasir, lanau lempung atau lanau organis dengan plastisitas relatif rendah. Juga termasuk tanah jenis butiran lepas, tanah yang mengandung mika juga beberapa jenis lempung *kaolinite* dan *illite*.
2. Kelompok CH dan CL terutama adalah lempung organik. Kelompok CH adalah lempung dengan plastisitas sedang sampai tinggi mencakup lempung gemuk. Lempung dengan plastisitas rendah yang diklasifikasikan CL biasanya adalah lempung kurus, lempung kepasiran atau lempung lanau.
3. Kelompok OL dan OH adalah tanah yang ditunjukkan sifat-sifatnya dengan adanya bahan organik. Lempung dan lanau organik termasuk dalam kelompok ini dan mereka mempunyai plastisitas pada kelompok ML dan MH.

Tabel 2. Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem *Unified*

DivisiUtama		Simbol	NamaUmum	KriteriaKlasifikasi	
Tanah berbutir kasar ≥ 50% butiran tertahan saringan No. 200	Kerikil 50% ≥ fraksi kasar tertahan saringan No. 4	Kerikilbersih (hanyakerikil)	GW	Kerikil bergradasi-baik dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	
			GP	Kerikil bergradasi-buruk dan campuran kerikil-pasir, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	
		Kerikildengan Butiranhalus	GM	Kerikil berlanau, campuran kerikil-pasir-lanau	
			GC	Kerikil berlempung, campuran kerikil-pasir-lempung	
	Pasir ≥ 50% fraksikasarlolos saringan No. 4	Pasirbersih (hanyapasir)	SW	Pasir bergradasi-baik, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	
			SP	Pasir bergradasi-buruk, pasir berkerikil, sedikit atau sama sekali tidak mengandung butiran halus	
		Pasirdenganbutiran halus	SM	Pasir berlanau, campuran pasir-lanau	
			SC	Pasir berlempung, campuran pasir-lempung	
	Tanah berbutir halus 50% atau lebih lolos ayakan No. 200	Lanau dan lempung batas cair ≤ 50%	ML	Lanau anorganik, pasir halus sekali, serbuk batuan, pasir halus berlanau atau berlempung	
			CL	Lempung anorganik dengan plastisitas rendah sampai dengan sedang lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung "kurus" (<i>lean clays</i>)	
			OL	Lanau-organik dan lempung berlanau organik dengan plastisitas rendah	
		Lanau dan lempung batas cair ≥ 50%	MH	Lanau anorganik atau pasir halus diatomae, atau lanau diatomae, lanau yang elastis	
CH			Lempung anorganik dengan plastisitas tinggi, lempung "gemuk" (<i>fat clays</i>)		
OH			Lempung organik dengan plastisitas sedang sampai dengan tinggi		
PT			Peat (gambut), muck, dan tanah-tanah lain dengan kandungan organik tinggi		
Klasifikasi berdasarkan prosentase butiran halus ; Kurang dari 5% lolos saringan No.200: GM, GP, SW, SP. Lebihdari 12% lolos saringanNo.200 : GM, GC, SM, SC, 5% - 12% lolos saringan No.200 : Batasan klasifikasi yang mempunyai simbol dobel				Cu = $\frac{D_{60}}{D_{10}} > 4$ Cc = $\frac{(D_{30})^2}{D_{10} \times D_{60}}$ Antara 1 dan 3 Tidak memenuhi kedua kriteria untuk GW Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau PI < 4 Batas-batas <i>Atterberg</i> di bawah garis A atau PI > 7 Bila batas <i>Atterberg</i> berada didaerah arsir dari diagram plastisitas, maka dipakai simbol dobel	
DiagramPlastisitas: Untuk mengklasifikasi kadar butiran halus yang terkandung dalam tanah berbutir halus dan kasar. Batas <i>Atterberg</i> yang termasuk dalam daerah yang di arsir berarti batasan klasifikasinya menggunakan dua simbol.				<p>60 50 40 30 20 4</p> <p>0 10 20 30 40 50 60 70 80</p> <p>Batas Cair LL (%) Garis A : PI = 0.73 (LL-20)</p>	
Tanah-tanah dengan kandungan organik sangat tinggi				Manual untuk identifikasi secara visual dapat dilihat di ASTM Designation D-2488	

Sumber :HaryChristady, 1992.

B. Tanah Lempung

1. Definisi Tanah Lempung

Definisi tanah lempung menurut beberapa ahli :

- a. Tanah lempung merupakan tanah dengan ukuran mikrokonis sampai dengan sub mikrokonis yang berasal dari pelapukan unsur-unsur kimiawi penyusun batuan. Tanah lempung sangat keras dalam keadaan kering, bersifat plastis pada kadar air sedang, sedangkan pada keadaan air yang lebih tinggi tanah lempung akan bersifat lengket (kohesif) dan sangat lunak. (Terzaghi, 1987).
- b. Tanah lempung merupakan tanah yang terdiri dari partikel-partikel tertentu yang menghasilkan sifat plastis apabila dalam kondisi basah. (DAS, 1995).
- c. Mengatakan sifat – sifat yang dimiliki dari tanah lempung yaitu antara lain ukuran butiran halus lebih kecil dari 0,002 mm, permeabilitas rendah, kenaikan air kapiler tinggi, bersifat sangat kohesif, kadar kembang susut yang tinggi dan proses konsolidasi lambat. Dengan adanya pengetahuan mengenai mineral tanah tersebut, pemahaman mengenai perilaku tanah lempung dapat diamati. (Hardiyatmo, 1992).

2. Mineral Lempung

Mineral - mineral lempung merupakan produk pelapukan batuan yang terbentuk dari penguraian kimiawi mineral - mineral silikat lainnya dan selanjutnya terangkut ke lokasi pengendapan oleh berbagai kekuatan.

Mineral - mineral lempung digolongkan ke dalam golongan besar yaitu :

a. *Kaolinite*

Kaolinite merupakan anggota kelompok *kaolinite serpentin*, yaitu *hidrus alumino silikat* dengan rumus kimia $Al_2 Si_2O_5(OH)_4$. Kekokohan sifat struktur dari partikel *kaolinite* menyebabkan sifat-sifat plastisitas dan daya pengembangan atau menyusut *kaolinite* menjadi rendah.

b. *Illite*

Illite dengan rumus kimia $K_y Al_2 (Fe_2 Mg_2 Mg_3) (Si_{4y} Al_y) O_{10} (OH)_2$ adalah mineral bermika yang sering dikenal sebagai *mika tanha* dan merupakan mika yang berukuran lempung. Istilah *illite* dipakai untuk tanah berbutir halus, sedangkan tanah berbutir kasar disebut *mika hidrus*.

c. *Montmorilonite*

Mineral ini memiliki potensi plastisitas dan mengembang atau menyusut yang tinggi sehingga bersifat plastis pada keadaan basah dan keras pada keadaan kering. Rumus kimia *montmorilonite* adalah $Al_2 Mg (Si_4 O_{10}) (OH)_2 \cdot xH_2O$.

3. Sifat Tanah Lempung

Sifat-sifat yang dimiliki tanah lempung adalah sebagai berikut (Hardiyatmo, 1992) :

- a. Ukuran butir halus, yaitu kurang dari 0,002mm.
- b. Permeabilitas rendah.
- c. Kenaikan air kapiler tinggi.

- d. Bersifat sangat kohesif.
- e. Kadar kembang susut yang tinggi.
- f. Proses konsolidasi lambat.

4. Sifat Tanah Lempung pada Pembakaran

Tanah lempung yang dibakar akan mengalami perubahan seperti berikut (Nuraisyah, 2010) :

- a. Pada temperatur $\pm 150^{\circ}\text{C}$, terjadi penguapan air pembentuk yang ditambahkan dalam tanah lempung pada pembentukan setelah menjadi batu bata mentah.
- b. 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.
- c. Pada temperatur diatas 800°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.
- d. Senyawa - senyawa besi akan berubah menjadi senyawa yang lebih stabil dan umumnya mempengaruhi warna batu bata.
- e. Tanah lempung yang mengalami susut kembali disebut susut bakar. Susut bakar diharapkan tidak menimbulkan cacat seperti perubahan bentuk (melengkung), pecah - pecah dan retak. Tanah lempung yang sudah dibakar tidak dapat kembali lagi menjadi tanah lempung oleh pengaruh udara maupun air.

5. Jenis-Jenis Lempung yang Digunakan dalam Pembuatan Batu Bata

Berdasarkan tempat pengendapan dan asalnya, lempung dibagi dalam beberapa jenis :

a. Lempung Residual

Lempung Residual adalah lempung yang terdapat pada tempat dimana lempung itu terjadi dan belum berpindah tempat sejak terbentuknya. Sifat lempung jenis ini adalah berbutir kasar dan masih bercampur dengan batuan asal yang belum mengalami pelapukan, tidak plastis. Semakin digali semakin banyak terdapat batuan asalnya yang masih kasar dan belum lapuk.

b. Lempung Illuvial

Lempung illuvial adalah lempung yang sudah terangkut dan mengendap pada suatu tempat yang tidak jauh dari tempat asalnya seperti di kaki bukit. Lempung ini memiliki sifat yang mirip dengan lempung residual, hanya saja lempung illuvial tidak ditemukan lagi batuan dasarnya. Di Indonesia pada pembuatan batu bata merah dan genteng pada umumnya menggunakan lempung jenis ini.

c. Lempung Alluvial

Lempung alluvial adalah lempung yang diendapkan oleh air sungai di sekitar atau di sepanjang sungai. Pasir akan mengendap di dekat sungai, sedangkan lempung akan mengendap jauh dari tempat asalnya.

d. Lempung Rawa

Lempung rawa adalah lempung yang diendapkan di rawa-rawa. Jenis lempung ini dicirikan oleh warnanya yang hitam. Apabila terdapat di dekat laut akan mengandung garam.

Tanah liat merupakan bahan dasar yang dipakai dalam pembuatan bata bata merah. Tanah liat terjadi dari tanah napal (tanah bawah, asam kersik)

yang dicampur dengan bermacam-macam bahan yang lain. Bahan dasar pembuatan batu bata merah berasal dari batu karang dan diperoleh dari proses pelapukan batuan. Tanah liat kebanyakan diambil dari permukaan tanah yang mengendap. Endapan tanah liat sering juga terdapat dalam lapisan lain, sehingga proses pengambilannya dengan cara membuat sumur-sumur. Tanah liat yang dipergunakan dalam pembuatan batu bata merah adalah bahan yang asalnya dari tanah porselin yang telah bercampur dengan tepung pasir-kwarsa dan tepung oksidbesi (Fe_2O_3) dan tepung kapur (CaCO_3).

Tanah liat memiliki komposisi kimia sebagai berikut:

1. Silika (SiO_2), silika dalam bentuk sebagai kuarsa jika memiliki kadar yang tinggi akan menyebabkan tanah liat menjadi pasiran dan mudah *slaking*, kurang plastis dan tidak begitu sensitif terhadap pengeringan dan pembasahan.
2. Alumina (Al_2O_3), terdapat dalam mineral lempung, feldspar dan mika.
3. Fe_2O_3 , komponen besi ini dapat menguntungkan atau merugikan tergantung jumlahnya dan sebar butirannya. Makin tinggi kadar besi tanah liat, makin rendah temperatur peleburan tanah liat. Mineral besi yang berbentuk Kristal dengan ukuran yang besar dapat menyebabkan cacat pada permukaan produknya seperti pada batu bata atau keramik.
4. CaO (kapur), terdapat dalam tanah liat dalam bentuk batu kapur. Bertindak sebagai pelebur bila temperatur pembakarannya mencapai lebih dari 1100°C .
5. MgO , terdapat dalam bentuk dolomite, magnesit atau silikat. Dapat

meningkatkan kepadatan produk hasil pembakaran.

6. K_2O dan Na_2O , Alkali ini menghasilkan garam-garam larut setelah pembakaran. Dapat menyebabkan penggumpalan klorid dan dalam pembakaran dapat bertindak sebagai pelebur yang baik.
7. Organik, bahan-bahan yang bertindak sebagai protektor koloid dan menaikkan keplastisan, misalnya : humus, bitumen dan karbon.

C. Batu Bata

1. Definisi Batu Bata

Definisi batu bata menurut SNI 15-2094-2000, SII-0021-78 merupakan suatu unsur bangunan yang diperuntukkan pembuatan konstruksi bangunan dan yang dibuat dari tanah dengan atau tanpa campuran bahan-bahan lain, dibakar cukup tinggi, hingga tidak dapat hancur lagi bila direndam dalam air.

Batu bata merah adalah salah satu unsur bangunan dalam pembuatan konstruksi bangunan yang terbuat dari tanah liat ditambah air dengan atau tanpa bahan campuran lain melalui beberapa tahap pengerjaan, seperti menggali, mengolah, mencetak, mengeringkan, membakar pada temperatur tinggi hingga matang dan berubah warna, serta akan mengeras seperti batu setelah didinginkan hingga tidak dapat hancur lagi bila direndam dalam air.

2. Standar Batu Bata

Standardisasi menurut Organisasi Internasional (ISO) merupakan proses penyusunan dan pemakaian aturan-aturan untuk melaksanakan suatu

kegiatan secara teratur demi keuntungan dan kerjasama semua pihak yang berkepentingan, khususnya untuk meningkatkan ekonomi keseluruhan secara optimum dengan memperhatikan kondisi-kondisi fungsional dan persyaratan keamanan. (Suwardono, 2002).

Adapun syarat-syarat batu bata dalam SNI 15-2094-2000 dan SII-0021-78 meliputi beberapa aspek seperti :

a. Sifat Tampak

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

b. Ukuran dan Toleransi

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

Tabel 3. Ukuran dan Toleransi Bata Merah Pasangan Dinding

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)

c. Kuat Tekan

Besarnya kuat tekan rata-rata dan koefisien variasi yang diijinkan untuk bata merah untuk pasangan dinding.

Tabel 4. Klasifikasi Kekuatan Bata

Kelas	Kekuatan Tekan Rata-Rata Batu Bata	
	kg/cm ²	N/mm ²
25	25	2,5
50	50	5,0
100	100	10
150	150	15
200	200	20
250	250	25

(Sumber : SNI 15-2094-1991)

d. Garam Berbahaya

Garam yang mudah larut dan membahayakan : Magnesium Sulfat (MgSO₄), Natrium Sulfat (Na₂SO₄), Kalium Sulfat (K₂SO₄), dan kadar garam maksimum 1,0%, tidak boleh menyebabkan lebih dari 50% permukaan batu bata tertutup dengan tebal akibat pengkristalan garam.

e. Kerapatan Semu

Kerapatan semu minimum bata merah pasangan dinding 1,2 gram/cm³.

f. Penyerapan Air

Penyerapan air maksimum bata merah pasangan dinding adalah 20%.

3. Proses Pembakaran Pada Batu Bata

Dari seluruh proses pembuatan batu bata, maka pada tahap pembakaran adalah tahap yang paling menentukan berhasilnya tidak usaha ini. Jika pembakaran gagal, maka pengusaha akan mengalami kerugian total. Karena, bahan pembuatan batu bata hanya dibakar sekali, jika tidak matang sepenuhnya, maka bahan pembuatan batu bata tersebut tidak dapat dimatangkan lagi dengan pembakaran yang kedua.

Pembakaran batu bata dapat dilakukan dengan menyusun batu bata secara bertingkat dan bagian bawah tumpukan itu diberi terowongan untuk kayu bakar. Bagian samping tumpukan ditutup dengan batu bata setengah matang dari proses pembakaran sebelumnya atau batu bata yang sudah jadi. Sedangkan bagian atasnya ditutup dengan batang padi dan lumpur tanah liat.

Saat kayu bakar telah menjadi bara menyala, maka bagian dapur atau lubang tempat pembakaran tersebut di tutup dengan lumpur tanah liat. Tujuannya agar panas dan semburan api selalu mengangah dalam tumbukan bata. Proses pembakaran ini memakan waktu 1 – 2 hari tergantung jumlah batu bata yang dibakar.

Pada saat musim kemarau, proses penjemuran tanah liat itu hanya memerlukan waktu sekitar dua hari. Namun, saat musim hujan proses penjemuran tanah liat itu bisa memakan waktu hingga sepekan lebih. Proses yang terakhir yaitu membakar tanah liat yang telah dijemur itu. Cetakan tanah liat yang sudah berbentuk persegi panjang itu ditata sedemikian rupa di atas tungku pembakaran dan proses pembakaran batu

bata memerlukan waktu lebih lama dibanding pada pembakaran saat musim kemarau.

Larutan ISS 2500 (*Ionic Soil Stabilizer*)

Larutan ISS 2500 ini sangat baik untuk meningkatkan kondisi tanah atau material tanah jelek dalam stabilisasi tanah secara elektro-kimiawi. Stabilisasi tanah itu sendiri adalah suatu proses untuk memperbaiki sifat – sifat tanah dengan menambahkan sesuatu pada tanah tersebut, agar dapat menaikkan kekuatan tanah dan mempertahankan kekuatan geser. Stabilisasi dengan larutan ISS 2500 ini merupakan stabilisasi yang memadatkan tanah secara ionisasi pertukaran ion ISS 2500 dengan ion partikel tanah sehingga partikel air tidak dapat menyatu dengan partikel tanah lagi dan ikatan partikel tersebut akan lebih padat dan kuat, bahan merupakan bahan kimia yang larut didalam air.

Dengan demikian, dalam hal pembuatan batu bata menggunakan campuran ISS 2500 diharapkan material utama dalam pembuatan batu bata ini sendiri adalah tanah lempung agar menjadi lebih padat dan memperbaiki sifat tanah tersebut ketika dilakukan pencetakan batu bata.

- Produk bahan larutan ISS 2500 ini dapat meningkatkan :
 1. Kepadatan
 2. CBR (kekuatan menahan beban)
 3. Densitas

- Produk bahan larutan ISS 2500 ini juga dapat mengurangi :
 1. Pemuaian dan Kelembaban
 2. Penyusutan dan *Abrasi*
 3. Biaya pemeliharaan
 4. Debu
 5. Indeks plastisitas / PI (tingkat penyerapan air)
- Adapun keuntungan dari ISS 2500 adalah sebagai berikut :
 1. Hemat biaya
 2. Pemeliharaan jalan mudah dan sederhana
 3. Aplikasi mudah
 4. Meningkatkan standar jalan
 5. Tidak ada masa perawatan
- Komposisi kimia ISS 2500 (*Ionic Soil Stabilizer*) adalah sebagai berikut : Berdasarkan Hasil pengujian telah dilakukan di Laboratorium yang telah terakreditasi secara internasional dan sesuai dengan *International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC)*. Untuk laporan analisis kimia berdasarkan SGS South Africa (Pty) Ltd *Agricultural & Food Services (SANAS Accredited Laboratory T0114) SGS Reference No.2712, 30 November 2000, diperlihatkan pada Tabel 6.*
- Adapun cara kerja ISS 2500 (*Ionic Soil Stabilizer*) adalah sebagai berikut:

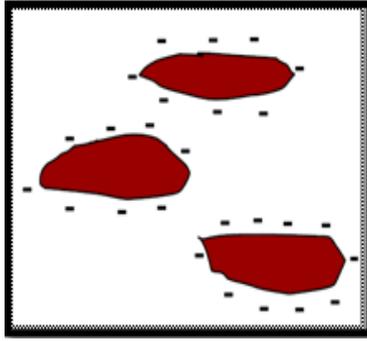
1. Tanah lempung memiliki partikel - partikel halus yang terdiri dari lempengan – lempengan kecil dengan susunan yang beraturan mengandung ion positif (+) permukaannya dan ion negatif (-) bagian tepinya.

Tabel 5. Analisis Laporan Kimia

<i>Analysis Performed</i>		<i>Units</i>	<i>Method</i>	<i>Result</i>
<i>Pesticides</i>				
	<i>Organo Chlorides</i>	P/ND	PAM (304)	ND
	<i>Organo Phospates</i>	P/ND	PAM (304)	ND
	<i>Carbamates</i>	P/ND	PAM (401)	ND
	<i>Pyrethroids</i>	P/ND	PAM (304)	ND
<i>Organo Compounds</i>				
	PAHs	µg/L	APHA 6440B	ND
	VOCs	µg/L	APHA 6200C	ND

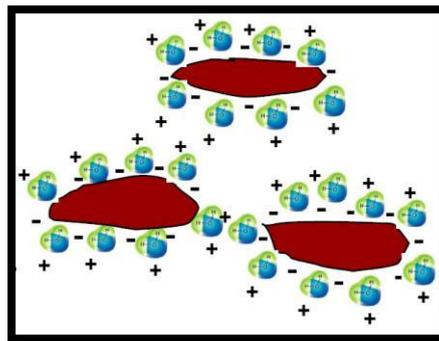
P = Present/Positive ND = None Detected

Dalam kondisi kering ikatan antar ion pada bagian tepi cukup kuat untuk membentuk tanah lempung dalam satu kesatuan sehingga mudah menyerap air, diperlihatkan pada Gambar 2 di bawah ini.



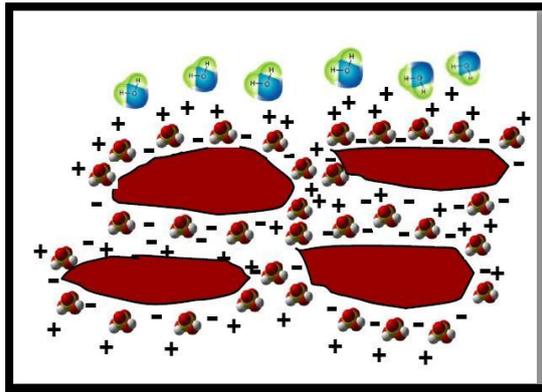
Gambar 2. Partikel Tanah yang Bersifat Negatif dalam Keadaan Kering

2. Ketika hujan turun partikel air yang positif (+) akan membentuk ikatan ionik dengan partikel yang negatif (-), diperlihatkan pada Gambar 3, dibawah ini.



Gambar 3. Tanah dalam kondisi basah

3. Secara komposisi kimianya, ISS 2500 memiliki kemampuan yang sangat besar untuk melakukan pertukaran ion dimana ion positif (+) membentuk ikatan ionik secara permanen dengan partikel tanah sehingga partikel air (+) tidak dapat menyatu dengan partikel tanah lagi, diperlihatkan pada Gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Ikatan ionik ISS 2500 pada tanah

III. METODE PENELITIAN

A. Sampel Tanah

Tanah yang akan diuji adalah jenis tanah berbutir halus dari Jl Nunyai, Rajabasa, Bandar Lampung. Pengambilan sampel dilakukan pada cuaca cerah, sehingga sampel tanah yang diambil tidak mengandung air yang berlebihan. Pada penelitian ini batu bata akan menggunakan mesin cetak batu bata dengan ukuran standar.

B. Metode Pencampuran Tanah dengan Bahan *Additive ISS 2500 (Ionic Soil Stabilizer)*

Pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah, Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Ada 3 tahap yang dilakukan dalam pengujian, yaitu :

1. Pengujian sifat fisik tanah.
2. Pengujian kuat tekan dan daya serap air terhadap batu bata dengan komposisi campuran ISS 2500 (Ionic Soil Stabilizer).
3. Tanah yang sudah tercampur ISS 2500 (Ionic Soil Stabilizer) siap untuk dicetak, lalu diperam selama 7 hari, dikeringkan dengan penganginan, setelah itu dilakukan pembakaran selama 1 x 24 jam dan dilakukan pengujian daya serap air selama 24 jam.

C. Pelaksanaan Pengujian

1. Pengujian Sifat Fisik Tanah

Sifat - sifat fisik tanah berhubungan erat dengan kelayakan pada penggunaan yang diharapkan dari tanah. Kekokohan dan kekuatan pendukung, kapasitas penyimpanan air, plastisitas semuanya secara erat berkaitan dengan kondisi fisik tanah. Hal ini berlaku untuk tanah yang akan digunakan sebagai bahan struktural dalam pembangunan jalan raya, bendungan, dan pondasi untuk sebuah gedung atau untuk sistem pembuangan limbah.

Pelaksanaan pengujian dilakukan di Laboratorium Mekanika Tanah Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung. Pengujian - pengujian yang dilakukan antara lain :

a. Kadar air (*Water Content*)

Sesuai dengan ASTM D – 2216 - 92, pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air suatu sampel tanah, yaitu perbandingan antara berat air yang terkandung dalam tanah dengan berat butir kering tanah tersebut yang dinyatakan dalam persen.

Cara kerja berdasarkan ASTM D-2216 :

- 1) Menimbang cawan yang akan digunakan dan memasukkan benda uji kedalam cawan dan menimbanginya.
- 2) Memasukkan cawan yang berisi sampel ke dalam oven dengan suhu 110°C selama 24 jam.
- 3) Menimbang cawan berisi tanah yang sudah di oven dan menghitung prosentase kadar air.

b. Berat Volume (*Unit Weight*)

Sesuai dengan ASTM D - 2937, pengujian ini bertujuan untuk menentukan berat volume tanah basah dalam keadaan asli (*undisturbed sample*), yaitu perbandingan antara berat tanah dengan volume tanah.

Cara kerja berdasarkan ASTM D-2937 :

- 1) Membersihkan dan menimbang *ring* contoh
- 2) Memberikan oli pada *ring* contoh agar tanah tidak melekat pada *ring*.
- 3) Mengambil sampel tanah pada tabung contoh dengan cara menekan *ring* ke sampel tanah sehingga *ring* masuk ke dalam sampel tanah.
- 4) Meratakan permukaan tanah dengan pisau.
- 5) Menimbang *ring* dan tanah.

Perhitungan :

- 1) Berat *ring* (W_c)
- 2) Volume *ring* bagian dalam (V)
- 3) Berat *ring* dan tanah (W_{cs})
- 4) Berat tanah (W) = $W_{cs} - W_c$
- 5) Berat volume (γ)

$$\gamma = \frac{W}{V} \text{ (gr/cm}^3 \text{ atau t/m}^3\text{)}$$

c. Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Percobaan ini dilakukan untuk menentukan kepadatan massa butiran atau partikel tanah yaitu perbandingan antara berat butiran tanah dan

berat air suling dengan volume yang sama pada suhu tertentu, sesuai dengan ASTM D - 854.

Cara kerja berdasarkan ASTM D-854 :

- 1) Menyiapkan benda uji secukupnya dan mengoven pada suhu 60°C sampai dapat digemburkan atau dengan pengeringan matahari.
- 2) Mendinginkan tanah dengan Desikator lalu menyaring dengan saringan No. 200 dan apabila tanah menggumpal ditumbuk lebih dahulu.
- 3) Mencuci labu ukur dengan air suling dan mengeringkannya.
- 4) Menimbang labu tersebut dalam keadaan kosong.
- 5) Mengambil sampel tanah antara 25-30 gram.
- 6) Memasukkan sampel tanah ke dalam labu ukur dan menambahkan air suling sampai menyentuh garis batas labu ukur.
- 7) Mengeluarkan gelembung-gelembung udara yang terperangkap di dalam butiran tanah dengan menggunakan pompa vakum.
- 8) Mengeringkan bagian luar labu ukur, menimbang dan mencatat hasilnya dalam temperatur tertentu.

d. Batas Cair (*Liquid Limit*)

Sifat fisik tanah dapat ditentukan dengan mengetahui batas cair suatu tanah. Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada batas antara keadaan plastis dan keadaan cair sesuai dengan ASTM D – 423.

Cara kerja berdasarkan ASTM D-4318 :

- 1) Mengayak sampel tanah yang sudah dihancurkan dengan menggunakan saringan no. 40.
- 2) Mengatur tinggi jatuh mangkuk casagrande setinggi 10 mm.
- 3) Mengambil sampel tanah yang lolos saringan no. 40 sebanyak 150 gram, kemudian dimasukkan kedalam mangkuk casagrande dan meratakan permukaan adonan sehingga sejajar dengan alas.
- 4) Membuat alur tepat ditengah-tengah dengan membagi benda uji dalam mangkuk cassagrande tersebut dengan menggunakan *grooving tool*.
- 5) Memutar tuas pemutar sampai kedua sisi tanah bertemu sepanjang 13 mm sambil menghitung jumlah ketukan dengan jumlah ketukan harus berada diantara 10-40 kali.
- 6) Mengambil sebagian benda uji di bagian tengah mangkuk untuk pemeriksaan kadar air dan melakukan langkah kerja yang sama untuk benda uji dengan keadaan adonan benda uji yang berbeda sehingga diperoleh 4 macam benda uji dengan jumlah ketukan yang berbeda yaitu 2 buah dibawah 25 ketukan dan 2 buah diatas 25 ketukan.

Perhitungan :

- 1) Menghitung kadar air masing-masing sampel tanah sesuai jumlah pukulan.
- 2) Membuat hubungan antara kadar air dan jumlah ketukan pada grafik semi logaritma, yaitu sumbu x sebagai jumlah pukulan dan sumbu y sebagai kadar air.

- 3) Menarik garis lurus dari keempat titik yang tergambar.
- 4) Menentukan nilai batas cair pada jumlah pukulan ke-25.

e. Batas Plastis (*Plastic Limit*)

Batas plastis adalah kadar air minimum dimana tanah dapat dibentuk secara plastis. Tujuan pengujian ini adalah untuk menentukan kadar air suatu jenis tanah pada keadaan batas antara keadaan plastis dan keadaan semi padat sesuai dengan ASTM D - 424.

Cara kerja berdasarkan ASTM D 4318 :

- 1) Mengayak sampel tanah yang telah dihancurkan dengan saringan no. 400
- 2) Mengambil sampel tanah kira-kira sebesar ibu jari dan dibulatkan, kemudian digulung-gulung di atas plat kaca hingga terbentuk batang memanjang kira-kira berdiameter 3 mm sampai retak-retak atau putus-putus.
- 3) Memasukkan benda uji kedalam container kemudian ditimbang
- 4) Menentukan kadar air benda uji

Perhitungan :

- 1) Nilai batas plastis adalah kadar air rata-rata dari ketiga benda uji
- 2) Plastis Indeks (PI) :
- 3) $PI = LL - PL$

f. Analisis Saringan (*Sieve Analysis*)

Tujuan pengujian analisis saringan adalah untuk mengetahui persentasi butiran tanah dan susunan butiran tanah (gradasi) dari suatu jenis tanah yang tertahan di atas saringan No. 200 (\varnothing 0,075 mm).

Langkah kerja :

- 1) Mengambil sampel tanah sebanyak 500 gram, kemudian memeriksa kadar airnya.
- 2) Meletakkan susunan saringan di atas mesin penggetar dan memasukkan sampel tanah pada susunan yang paling atas kemudian menutup rapat.
- 3) Mengencangkan penjepit mesin dan menghidupkan mesin penggetar selama kira-kira 15 menit.
- 4) Menimbang masing-masing saringan beserta sampel tanah yang tertahan di atasnya.

Perhitungan :

- 1) Berat masing-masing saringan (W_{ci})
- 2) Berat masing-masing saringan beserta sampel tanah yang tertahan di atas saringan (W_{bi})
- 3) Berat tanah yang tertahan (W_{ai}) = $W_{bi} - W_{ci}$
- 4) Jumlah seluruh berat tanah yang tertahan di atas saringan ($\sum W_{ai} \approx W_{tot}$)
- 5) Persentase berat tanah yang tertahan di atas masing-masing saringan (P_i)

$$P_i = \left(\frac{(W_{bi} - W_{ci})}{W_{total}} \right) \times 100\%$$

6) Persentase berat tanah yang lolos masing-masing saringan (q) :

$$q_i = 100\% - p_i\%$$

$$q(i+1) = q_i - p(i+1)$$

Dimana : $i = 1$ (saringan yang dipakai dari saringan dengan diameter maksimum sampai saringan No. 200)

g. Uji Pemadatan Tanah (*Soil Compaction*)

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan kepadatan maksimum tanah dengan cara mengetahui hubungan antara kadar air dengan kepadatan tanah, berdasarkan ASTM D - 698 - 78.

Langkah Kerja :

1) Penambahan air

- a. Mengambil tanah sebanyak 12,5 kg dengan menggunakan karung goni lalu dijemur.
- b. Setelah kering tanah yang masih menggumpal dihancurkan dengan tangan.
- c. Butiran tanah yang terpisah diayak dengan saringan No. 4.
- d. Butiran tanah yang lolos saringan No. 4 dipindahkan atas 5 bagian masing-masing 2,5 kg, kemudian memasukkan masing-masing bagian ke dalam plastik dan ikat rapat-rapat.
- e. Mengambil sebagian butiran tanah yang mewakili sampel tanah untuk menentukan kadar air awal.

- f. Mengambil tanah seberat 2,5 kg, menambahkan air sedikit demi sedikit sambil diaduk dengan tanah sampai merata. Bila tanah yang diaduk telah merata, dikepalkan dengan tangan. Bila tangan dibuka, tanah tidak hancur dan tidak lengket ditangan.

Setelah dapat campuran tanah, mencatat berapa cc air yang ditambahkan untuk setiap 2,5 kg tanah, penambahan air dilakukan dengan selisih 3%.

- g. Penambahan air untuk setiap sampel tanah dalam plastik dapat dihitung dengan rumus :

$$W_{wb} = \frac{wb \cdot W}{1 + wb}$$

W = Berat tanah

wb = Kadar air yang dibutuhkan

Penambahan air : $W_w = W_{wb} - W_{wa}$

- h. Sesuai perhitungan, lalu melakukan penambahan air setiap 2,5 kg sampel di atas pan dan mengaduk sampai rata dengan sendok pengaduk, dimasukkan dalam plastik dan diperam selama 24 jam

2) Pematatan tanah

- a. Menimbang *mold* standar beserta alas.
- b. Memasang *collar* pada *mold* , lalu meletakkannya di atas papan.
- c. Mengambil salah satu sampel tanah yang telah ditambahkan air dan diperam selama 24 jam.

- d. Dengan *modified proctor*, tanah dibagi kedalam 5 bagian. Bagian pertama dimasukkan ke dalam *mold*, ditumbuk 25 kali sampai merata. Dengan cara yang sama dilakukan pula untuk bagian kedua, ketiga, keempat dan kelima, sehingga bagian kelima mengisi sebagian *collar* (berada sedikit diatas bagian *mold*).
- e. Melepaskan *collar* dan meratakan permukaan tanah pada mold dengan menggunakan pisau pemotong.
- f. Menimbang *mold* berikut alas dan tanah di dalamnya.
- g. Mengeluarkan tanah dari *mold* dengan *extruder*, ambil bagian tanah (alas dan bawah) dengan menggunakan 2 *container* untuk pemeriksaan kadar air (ω).
- h. Mengulangi langkah kerja 2.b sampai 2.g untuk sampel tanah lainnya, maka akan didapatkan 5 data pemadatan tanah.

Perhitungan:

- 1) Kadar air (ω)
 - a. Berat cawan + berat tanah basah : W_1 (gr)
 - b. Berat cawan + berat tanah kering : W_2 (gr)
 - c. Berat air : $W_1 - W_2$ (gr)
 - d. Berat cawan : W_c (gr)
 - e. Berat tanah kering : $W_2 - W_c$ (gr)
 - f. Kadar air = $\frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_c}$
- 2) Berat volume kering (γ_d)
 - a. Berat *mold* : W_m (gr)

- b. Berat *modal* + sampel : W_{ms} (gr)
- c. Berat tanah (W) : $W_{ms} - W_m$ (gr)
- d. Volume *modal* : $\frac{1}{4} * \pi * d^2 * t$
- e. Berat isi (γ) = W/V
- f. Kadar air (ω)
- g. Berat volume kering (γ_d) :

$$\gamma_d = \frac{\gamma}{100 + \omega} \times 100$$

- h. Berat Volume Zero Air Void (γ_z)

$$\gamma_{zav} = \frac{G_s \times \gamma_w}{1 + G_s \times \omega}$$

2. Pengujian Batu Bata

Melakukan pengujian kuat tekan dan daya serap air terhadap batu bata dengan komposisi campuran material tanah, kadar tertentu untuk mendapatkan kadar optimum, serta nilai daya serap dan kuat tekan optimum batu bata.

Pada pengujian ini setiap sampel tanah dibuat dengan campuran ISS 2500 (Ionic Soil Stabilizer) lalu diperam selama 7 hari. Kemudian dibakar 1x 24 jam lalu dilakukan pengujian kuat tekan dan daya serap air. Pelaksanaan pengujian kuat tekan dan daya serap air dilakukan di Laboratorium Bahan dan Konstruksi Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Lampung.

a. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan pada batu bata adalah untuk mendapatkan besar beban tekan maksimum yang bisa diterima oleh batu bata. Alat uji

yang digunakan adalah mesin desak. Pengujian ini dapat dilakukan dengan meletakkan benda uji pada alat uji dimana di bawah dan di atas benda uji diletakkan pelat baja kemudian jalankan mesin desak dan dicatat gaya tekan maksimumnya. Kuat tekan batu bata dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$1. \text{ Kuat Tekan } (fc) = \frac{P}{A}$$

Keterangan :

P = beban hancur

A = luas bidang tekan (cm²)

$$2. \text{ Kuat tekan yang dipersyaratkan } (fc') = fcr - k.SD$$

Keterangan :

fcr = kuat tekan rata-rata

k = tetapan statistic k = 1,64

SD = standar deviasi

$$SD = \sqrt{\frac{\sum (fc - fcr)^2}{N-1}} \quad (\text{kg/cm}^2, \text{MPa})$$

b. Pengujian Daya Serap Air

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

$$\text{Penyerapan air} = \frac{Wb - Wk}{Wk} \times 100\%$$

dengan : W_k = Berat sampel kering (gr)

W_b = Berat sampel setelah direndam air (gr)

D. Urutan Prosedur Penelitian

1. Pencampuran Material Bahan

Sebelum pencampuran material bahan, sampel tanah telah diuji sifat fisik, meliputi pengujian kadar air, analisis saringan, berat jenis, berat volume, batas-batas atterberg, dan uji pemadatan untuk mendapatkan nilai kadar air optimum pada pencampuran sampel.

Setelah mengetahui data uji, maka campuran dapat dibuat dengan melakukan pencampuran tanah lempung + ISS 2500 (Ionic Soil Stabilizer) + air dengan komposisi masing-masing bahan campuran.

2. Pemeraman dan Pencetakan Batu Bata

Setelah campuran teraduk dengan rata, campuran telah diperam selama 7 hari, maka batu bata dapat dicetak. Langkah awal pencetakan batu bata yaitu menaruh bahan yang telah dicampur ke dalam mesin cetak.

3. Pengeringan Batu Bata

Proses pengeringan batu bata dilakukan secara bertahap, digunakan terpal atau penutup plastik dengan tujuan agar batu bata tidak terkena panas matahari langsung. Apabila proses pengeringan terlalu cepat dalam artian panas matahari terlalu menyengat, akan mengakibatkan timbulnya 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. Jika kondisi cuaca baik, proses penganginan memerlukan waktu tujuh hari. Sedangkan jika kondisi udara lembab, proses pengeringan batu bata membutuhkan waktu sekurang-kurangnya 7 hari.

4. Pengujian Daya serap Air dan Kuat Tekan

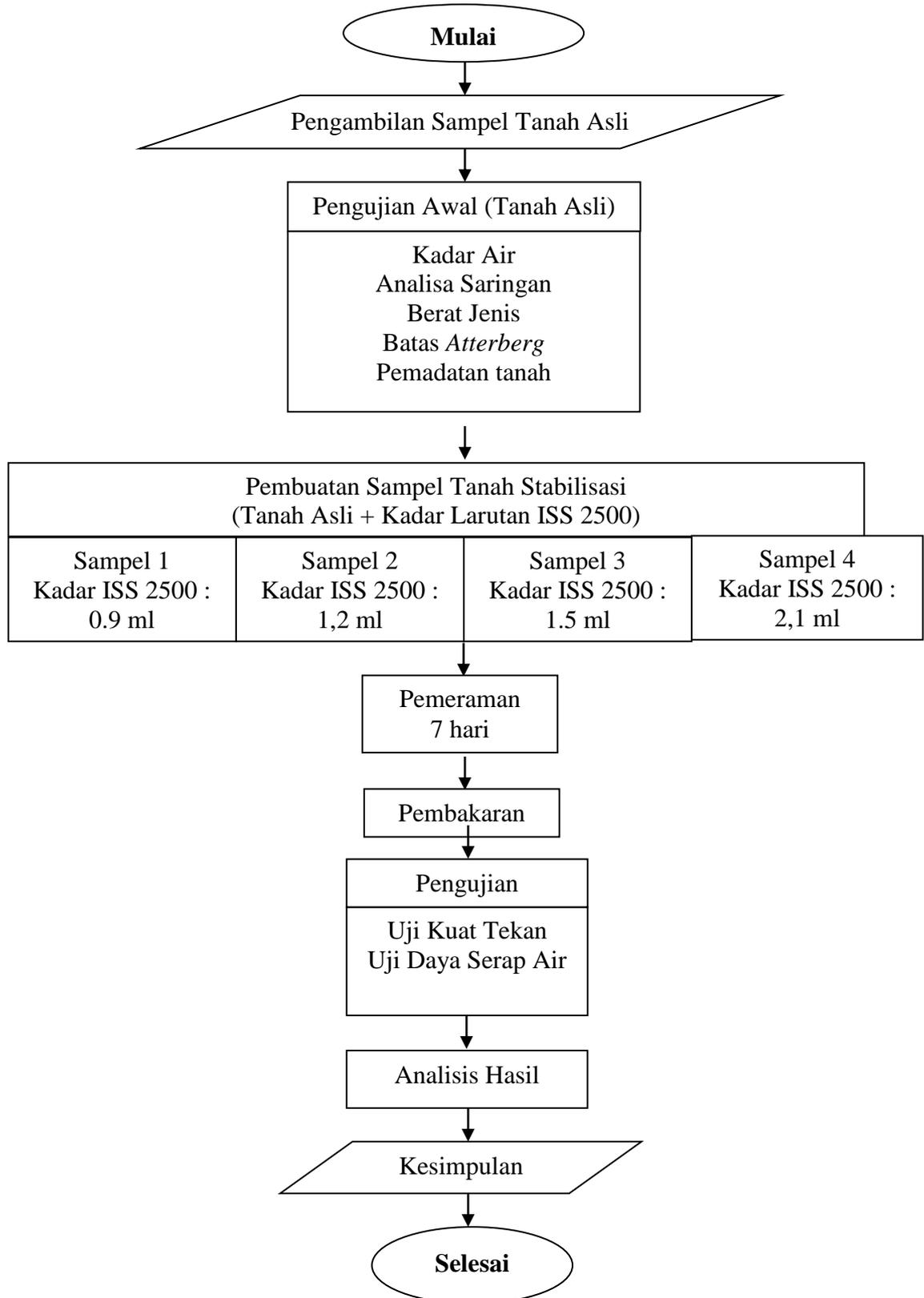
Pengujian daya serap air dilakukan untuk mengetahui besarnya daya serap yang terdapat pada benda uji. Semakin banyak daya serap yang terdapat pada benda uji maka semakin rendah kekuatannya, begitu pula sebaliknya. Pengujian kuat tekan pada batu bata adalah untuk mendapatkan besarnya beban tekan maksimum yang bisa diterima oleh batu bata. Alat uji yang digunakan adalah *proving ring*.

E. Bagan Alir Penelitian

Semua hasil yang didapat dari pelaksanaan penelitian akan ditampilkan dalam bentuk tabel, grafik hubungan serta penjelasan-penjelasan yang didapat dari:

1. Hasil yang didapat dari pengujian sampel tanah asli ditampilkan dalam bentuk tabel dan digolongkan berdasarkan sistem klasifikasi tanah AASHTO.
2. Dari seluruh analisis hasil penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan berdasarkan tabel dan grafik yang telah ada terhadap hasil penelitian yang didapat.

Dari seluruh analisis hasil yang telah ditampilkan, dapat diuraikan bagan alir terhadap hasil penelitian, diperlihatkan pada Gambar .



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah dilaksanakan terhadap hasil uji batu bata dengan material tanah yang dicampur menggunakan bahan *additive* berupa ISS 2500 yang dilakukan di jalan Nunyai, Rajabasa, Laboratorium Mekanika Tanah dan Laboratorium Bahan dan Kontruksi, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, maka dapat diperoleh beberapa kesimpulan :

1. Pada hasil pengujian yang telah dilakukan, penambahan bahan *additive* berupa ISS 2500 dapat meningkatkan kualitas hasil batu bata yang diproduksi dari jalan Nunyai, Rajabasa.
2. Hasil sampel tanah asli yang berasal dari jalan Nunyai, Rajabasa digunakan dalam penelitian ini berdasarkan sistem klasifikasi USCS yang digolongkan pada tanah berbutir halus dan termasuk ke dalam klasifikasi tanah lempung dengan plastisitas rendah (ML).
3. Nilai kuat tekan maksimum batu bata sebelum pembakaran dihasilkan oleh sampel 2.1 yaitu sebesar $4,25 \text{ kg/cm}^2$.

4. Nilai kuat tekan maksimum batu bata pasca pembakaran dihasilkan oleh sampel 2.1 yaitu sebesar $21,24 \text{ kg/cm}^2$, nilai kuat tekan tersebut masuk kedalam kelas 50 berdasarkan ketentuan kekuatan tekan batu bata SNI 15-2094-1991.
5. Faktor - faktor yang mempengaruhi adanya perbedaan hasil nilai kuat tekan pada setiap sampelnya adalah rata atau tidaknya sisi permukaan batu bata, suhu, rata atau tidaknya pengeringan yang dilakukan. Penyebab perbedaan nilai kuat tekan pada setiap sampel disetiap dimensinya yang paling mencolok adalah kerataan permukaan sisi batu bata.
6. Secara keseluruhan, hasil uji daya serap air batu bata pasca pembakaran yaitu sebesar 14,45% - 16,96%, nilai daya serap air kurang dari 20%, sehingga batu bata pasca pembakaran memenuhi persyaratan SNI 15-2094-2000.

B. Saran

Untuk pengembangan penelitian selanjutnya mengenai pembuatan batu bata, menggunakan bahan *additive* berupa campuran ISS 2500 dengan dimensi standar batu bata disarankan beberapa hal di bawah ini untuk dipertimbangkan :

1. Diperlukannya ketelitian pada proses pencampuran bahan additive, tanah dan air untuk memperoleh hasil yang baik.
2. Untuk lokasi pengeringan dan pembakaran batu bata sebaiknya tidak terlalu jauh dalam proses pelaksanaan pencetakan. Sehingga batu bata

yang telah dicetak, pada saat penganginan permukaan batu bata tetap rata dan tidak melengkung.

3. Diperlukannya modifikasi alat pencetakan batu bata yang lebih inovatif, sehingga batu bata yang tercetak dapat lebih efisien dan simetris hasilnya atau seragam dan padat bentuknya, sehingga kualitas batu bata tidak berbeda jauh satu sama lain.
4. Secara standar produksi batu bata ini memang tidak masuk dalam standar kualitas SNI. Masih perlu upaya lain untuk meningkatkan mutu batu bata terutama dari kuat tekannya, dengan berbagai macam cara, diantaranya dengan menambahkan bahan penguat pada bahan baku dan menaikkan temperatur bakar dari batu bata itu sendiri.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, A.R. 2014. *Studi Kekuatan Pasangan Batu Bata Pasca Pembakaran Menggunakan Campuran Bahan Additive Abu Sekam Padi dan Abu Ampas Tebu*. Skripsi Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Bowles, J. 1984. *Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknis Tanah (Mekanika Tanah)*. Edisi Kedua. Erlangga. Jakarta.
- Das, B. M. 1995. *Mekanika Tanah. (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Jilid II. Erlangga. Jakarta.
- Hardiyatmo, Hary Christady. 1992. *Mekanika Tanah I*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Husin, A.A. 2002. "Pemanfaatan Limbah Untuk Bahan Bangunan", Pengembangan Pemanfaatan Limbah Pertambangan dan Industri untuk Bahan Bangunan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Pemukiman Bandung. Modul 1-3,hal 6-7.
- Putra, D. 2006. *Penambahan Abu Sekam dalam Beton dalam Mengantisipasi Kerusakan Akibat Magnesium Sulfat Pada Air Laut*, Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, Vol. 10, No. 2, Juli, pp. 195 – 203.
- Siregar, N. 2010. *Pemanfaatan Abu Pembakaran Ampas Tebu dan Tanah Liat Pada Pembuatan Batu Bata*. Skripsi Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Sukirman, S. 1992. *Pekerasan Lentur Jalan Raya*. Penerbit Nova. Bandung.
- Suwardono. 2002. *Mengenal Pembuatan Bata, Genteng Berglasir*. VC, Yrama Widya. Bandung.

Standar Nasional Indonesia. 2000. *Bata Merah Pejal Untuk Pasangan Dinding*. SNI 15-2094-2000.

Standar Nasional Indonesia, 1991. *Mutu dan Cara Uji Batu Merah Pejal*. SNI 15-2094-1991.

Universitas Lampung. 2012. *Format Penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung*. Universitas Lampung. Bandar Lampung.

Terzaghi, K., dan Peck, R.B. 1987. *Mekanika Tanah dalam Praktek Rekayasa*. Penerbit Erlangga. Jakarta.

Verhoef, P.N.W. 1994. *Geologi Untuk Teknik Sipil*. Erlangga. Jakarta.