



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

**PENURUNAN LAJU KERUSAKAN LINGKUNGAN AKIBAT  
PENAMBANGAN TANAH LEMPUNG (CLAY) UNTUK PEMBUATAN  
BATU BATA KOMPOSIT TONGKOL JAGUNG**

**TESIS**



**RAHMA WIRNI  
1021209103**

**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS ANDALAS  
PADANG  
2013**

Penurunan Laju Kerusakan Lingkungan Akibat Penambangan Tanah Lempung  
(Clay) Untuk Pembuatan Batu Bata Di Nagari Aripan dengan Pembuatan Batu  
Bata Komposit Tongkol Jagung

Oleh :

RAHMA WIRNI

1021209103

TESIS

Sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Magister Sains

Pada Program Pascasarjana Universitas Andalas

PROGRAM STUDI ILMU LINGKUNGAN  
PASCASARJANA UNIVERSITAS ANDALAS  
2013

## LEMBAR PENGESAHAN

Judul Penelitian : Penurunan Laju Kerusakan Lingkungan Akibat Penambangan Tanah Lempung (*Clay*) Untuk Pembuatan Batu Bata Di Nagari Aripan dengan Pembuatan Batu Bata Komposit Tongkol Jagung

Nama Mahasiswa : Rahma Wirni


Nomor Pokok : 1021209103

Program Studi : Ilmu Lingkungan

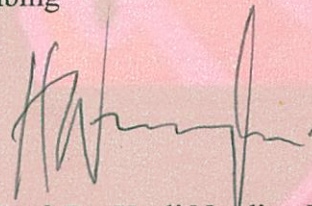
Tesis ini telah diuji dan dipertahankan di depan sidang panitia ujian akhir Magister Sains pada Program Pascasarjana Universitas Andalas dan dinyatakan lulus pada tanggal 16 Mei 2013

Menyetujui

1. Komisi Pembimbing

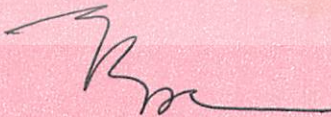


Prof. Dr. Ir. Anwar Kasim  
Ketua



Prof. Dr. Hazli Nurdin., M.Sc  
Anggota

2. Ketua Program Studi  
Ilmu Lingkungan



Dr. Ardinis Arbain  
Nip. 19520614 198103 1 004

3. Direktur Program Pascasarjana  
Universitas Andalas



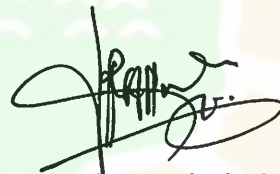
Prof. Dr. Syafruddin Karimi, SE. MA  
Nip. 19541009 1980 12 1 001

## PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa tesis yang saya tulis dengan judul “Penurunan Laju Kerusakan Lingkungan Akibat Penambangan Tanah Lempung (*Clay*) Untuk Pembuatan Batu Bata Di Nagari Aripan dengan Pembuatan Batu Bata Komposit Tongkol Jagung” adalah hasil kerja/karya saya sendiri dan bukan merupakan jiplakan dari hasil kerja/karya orang lain, kecuali kutipan yang sumbernya dicantumkan.

Jika dikemudian hari pernyataan ini tidak benar, maka status kelulusan dan gelar yang saya peroleh menjadi batal dengan sendirinya.

Padang, Juni 2013



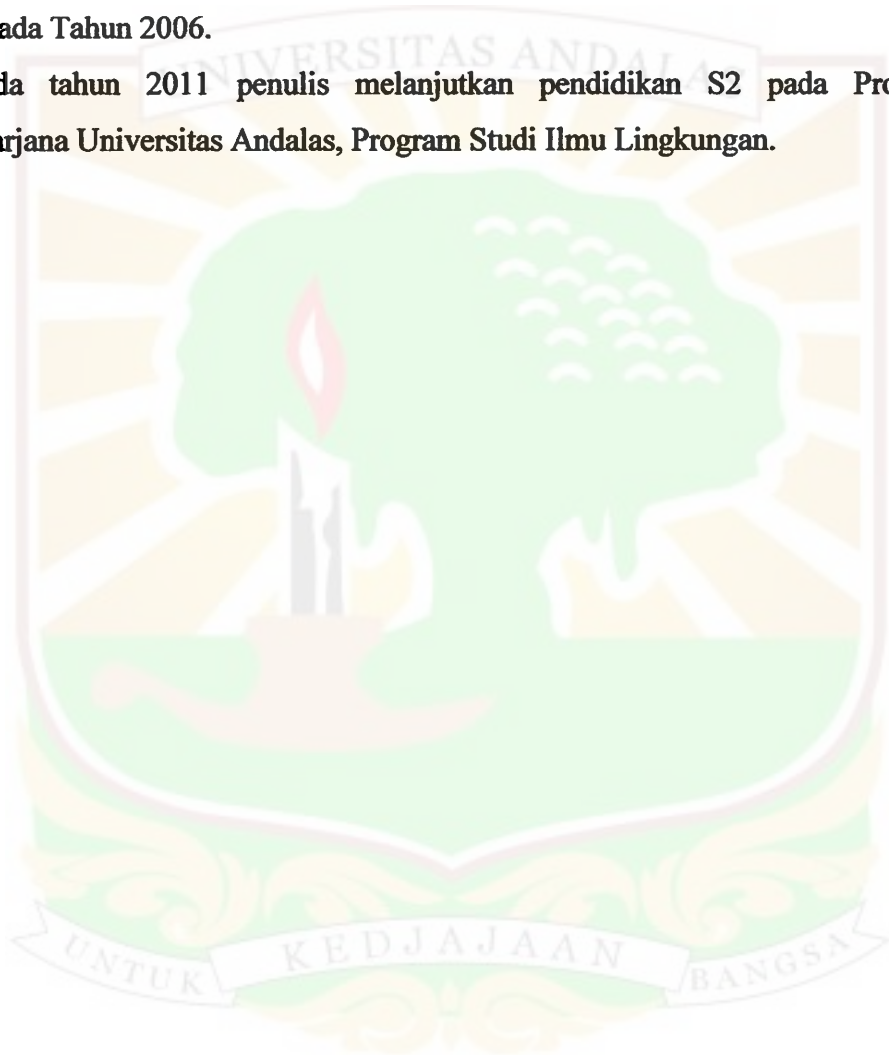
(Rahma Wirni., S.T)



## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Kota Solok pada tanggal 10 Mei 1982, sebagai anak ke dua dari empat bersaudara dari ayah Rasyidin Thaher dan Wirdaharyani (Almh). Penulis menamatkan SD pada tahun 1994, SLTP tahun 2007 dan SMU pada tahun 2000 di Kota Solok, Sumatera Barat. Penulis memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) pada Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Kimia Universitas Bung Hatta pada Tahun 2006.

Pada tahun 2011 penulis melanjutkan pendidikan S2 pada Program Pascasarjana Universitas Andalas, Program Studi Ilmu Lingkungan.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan hidayah – Nya, hingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis ini. Tesis ini ditulis berdasarkan hasil penelitian yang berjudul “Penurunan Laju Kerusakan Lingkungan Akibat Penambangan Tanah Lempung (*Clay*) Untuk Pembuatan Batu Bata Di Nagari Arian dengan Pembuatan Batu Bata Komposit Tongkol Jagung”.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada Bapak Prof. Dr. Ir. Anwar Kasim sebagai ketua komisi pembimbing atas saran, arahan, dan bimbingannya selama penelitian dan penulisan tesis ini. Selanjutnya ucapan terimakasih penulis tujukan kepada Bapak Prof. Dr. Hazli Nurdin, M.Sc sebagai anggota komisi pembimbing yang telah memberikan saran dan kritik sehingga tesis ini terwujud.

Kepada Bapak Dr. Ardinis Arbain, Prof. Dr. Hamzar Suyani.,M.Sc dan Dr. Chairul., MS selaku penguji yang telah memberikan saran dan kritik terhadap tesis ini diucapkan terimakasih. Bantuan dari semua pihak terutama keluarga, rekanan angkatan 2011 Ilmu Lingkungan, serta keluarga besar Program Pascasarjana Unand sangat dihargai.

Akhirnya penulis berharap semoga hasil penelitian yang dituangkan dalam penelitian ini akan bermanfaat untuk pengembangan ilmu pengetahuan.

Padang, Juni 2013

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	ii
DAFTAR TABEL .....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	v
DAFTAR LAMPIRAN .....	vi
RINGKASAN .....	vii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	6
1.3 Batasan Masalah.....	7
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	8
1.4.1 Tujuan Penelitian.....	8
1.4.2 Manfaat Penelitian.....	8
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Kerusakan Lingkungan .....	10
2.2 Degradasi Tanah.....	11
2.3 Industri Batu Bata .....	14
2.4 Komponen Penyusun Batu Bata.....	18
2.4.1 Tanah Lempung .....	18
2.4.2 Sifat Lempung pada Pembakaran Temperatur Tinggi.....	22
2.5 Bahan Komposit.....	23
2.6 Tongkol Jagung.....	26
2.7 Proses Pembentukan Batu Bata.....	29
2.8 Pengaruh Tongkol Jagung Terhadap Sifat Mekanis Batu Bata Komposit .....	31

	Halaman
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian .....	33
3.2 Metode Penelitian.....	33
3.3 Aspek Lingkungan .....	34
3.4 Alat dan Bahan Penelitian.....	34
3.4.1 Alat Penelitian .....	34
3.4.2 Bahan Penelitian .....	35
3.5 Pembuatan Batu Bata.....	36
3.6 Pengujian Batu Bata.....	39
3.7 Teknik Analisa Data.....	40
3.5 Penurunan Laju Pemakaian Tanah.....	40
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Gambaran Daerah Penelitian .....	41
4.2 Aspek Lingkungan .....	42
4.3 Pengendalian Kerusakan Lingkungan Akibat Industri Batu Bata.....	44
4.4 Penurunan Laju Kerusakan Lingkungan dengan Adanya Substitusi Partikel Tongkol Jagung .....	51
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	54
5.2 Saran .....	55
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Dalam memenuhi kebutuhan hidupnya, manusia memerlukan sumberdaya alam yang berupa tanah, air dan udara dan sumberdaya lain yang termasuk kedalam sumberdaya alam yang terbarukan maupun yang tak terbarukan. Namun demikian harus disadari bahwa sumberdaya alam yang kita perlukan mempunyai keterbatasan di dalam banyak hal, baik menurut kuantitas maupun kualitasnya. Sumberdaya alam tertentu juga mempunyai keterbatasan menurut ruang dan waktu. Oleh sebab itu diperlukan pengelolaan sumberdaya alam yang baik dan bijaksana. Hal ini disebabkan antara lingkungan dan manusia saling mempunyai keterkaitan yang sangat erat.

Dewasa ini dengan semakin meningkatnya populasi manusia maka tuntutan akan pemenuhan kebutuhan manusia terus meningkat. Peningkatan jumlah populasi ini berbanding lurus dengan laju penurunan luasan lahan produktif. Salah satu penyebab penurunan luasan lahan produktif ini yaitu karena tumbuh dan berkembangnya wilayah perkotaan. Tumbuh dan berkembangnya wilayah perkotaan pada hakekatnya disebabkan oleh lajunya tingkat pertumbuhan penduduk, munculnya pusat-pusat aktifitas perkotaan seperti kegiatan ekonomi, sosial dan budaya yang cenderung mendesak akan kebutuhan ruang dan tanah.

Pembangunan suatu negara berkembang selalu didasarkan pada pemanfaatan sumberdaya alam. Meningkatnya kegiatan pembangunan, semakin meningkatkan

kebutuhan akan ketersediaan bahan bangunan. Salah satu bahan bangunan utama untuk menunjang pembangunan yaitu batu bata.

Batu bata adalah bahan bangunan yang telah lama dikenal dan dipakai oleh masyarakat baik di pedesaan maupun diperkotaan, mulai dari negara sedang berkembang hingga negara maju. Batu bata berfungsi sebagai bahan bangunan konstruksi, yang termasuk kedalam bahan utama. Pemanfaatan batu bata sebagai bahan utama suatu bangunan selain memberikan ketahanan terhadap suatu bangunan juga diharapkan untuk mendapatkan nilai artistik dari suatu bangunan tersebut.

Pemanfaatan batu bata sebagai bahan baku utama konstruksi baik sebagai pembentuk elemen struktural maupun non struktural sampai saat ini belum banyak digantikan. Hal ini dapat terlihat dengan masih banyaknya proyek konstruksi yang memanfaatkan batu bata sebagai dinding pada pembangunan gedung, perumahan, pagar, saluran, dan pondasi. Tingginya tingkat kebutuhan akan batu bata memberi peluang kepada masyarakat untuk terus memproduksi batu bata. Meningkatnya kebutuhan akan batu bata ini dapat dilihat dari banyaknya bedeng batu bata yang dibangun masyarakat. Penambahan bedeng ini bertujuan meningkatkan kapasitas produksi batu bata sehingga dapat memenuhi permintaan konsumen. Namun pembuatan batu bata saat ini masih hanya menggunakan tanah lempung (*clay*) sebagai bahan baku. Tanah lempung (*clay*) ini didapatkan dengan mengeksploitasi sumberdaya alam. Eksploitasi tanah lempung (*clay*) akibat pembuatan batu bata merupakan salah satu penyebab terjadinya kerusakan struktur tanah. Kerusakan tanah dapat diidentifikasi dengan adanya lubang yang terdapat pada lahan bekas penambangan.

Di daerah kawasan industri batu bata yang terdapat di Kabupaten Solok, tepatnya di Nagari Aripin, Kecamatan X Koto Singkarak telah meninggalkan lubang-lubang galian sedalam dua hingga delapan meter. Di daerah ini terdapat lebih kurang 900 bedeng batu bata. Dari 900 bedeng tersebut terdapat lebih kurang 500 bedeng yang beroperasi. Bedeng-bedeng tersebut memiliki kapasitas pembakaran 10.000 hingga 60.000 batu bata. Waktu operasi satu kali produksi batu bata yaitu empat bulan. Jadi dapat diketahui rata-rata kebutuhan tanah lempung (*clay*) untuk pembuatan batu bata setiap tahunnya yaitu lebih kurang 26.090 m<sup>3</sup>. Untuk mendapatkan bahan baku tersebut, petani batu bata melakukan penggalian tanah lempung (*clay*) yang digunakan sebagai bahan baku. Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 43 Tahun 1996 tentang Kriteria Kerusakan Lingkungan Bagi Usaha atau Kegiatan Penambangan Bahan Galian Golongan C Jenis Lepas di Daratan lampiran I dapat dilihat bahwa dengan kedalaman lubang yang lebih dari satu meter dari permukaan air tanah pada musim hujan maka dikategorikan rusak. Atau pada lampiran II menyatakan bahwa kedalaman lubang galian yang dimaksud adalah jarak vertikal dari permukaan lahan hingga ke dasar lubang galian.

Tahun 1972 PBB mengadakan Konferensi Lingkungan Hidup di Stockholm, dan dilanjutkan dengan terbitnya laporan Komisi Sedunia Lingkungan Hidup dan Pembangunan (lazim disebut Komisi Brundtland) dengan judul Hari Depan Kita Bersama (*Our Common Future*) pada tahun 1987. Laporan ini mendefinisikan Pembangunan Berkelanjutan sebagai pembangunan yang memenuhi kebutuhan generasi saat ini tanpa mengurangi kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka. Maka dari itu, dalam upaya pemeliharaan kualitas

lingkungan demi terwujudnya pembangunan berkelanjutan maka harus dapat dicarikan penyelesaian guna mengurangi pemakaian tanah lempung (*clay*) untuk pembuatan batu bata. Berkurangnya pemakaian tanah lempung (*clay*) sebagai bahan baku pembuatan batu bata maka akan dapat mengurangi laju perusakan tanah. Hal ini dapat dilakukan dengan mencarikan bahan pengganti tanah lempung (*clay*) ataupun bahan tambahan dalam pembuatan batu bata. Diharapkan dengan adanya bahan pengganti ataupun bahan tambahan sehingga laju kerusakan tanah yakni terbentuknya lubang-lubang ataupun pemanfaatan tanah yang memiliki kelerengan terjal dapat diperlambat. Sehingga dapat mewujudkan kegiatan pembangunan yang berpijak pada pembangunan berkelanjutan yang tidak hanya demi mendapatkan keuntungan dari segi ekonomi, namun juga memperhatikan dampak terhadap lingkungan.

Hamdi (2006), menyatakan bahwa penambahan serat kayu untuk pembuatan batu bata komposit tidak mengurangi kualitas dari batu bata berdasarkan SII-0021-1978. Sumber serat lainnya yang dapat dimanfaatkan yaitu tongkol jagung yang merupakan limbah dari jagung yang pemanfaatannya belum optimal. Pemanfaatan batu bata dalam konstruksi struktural maupun non struktural perlu adanya peningkatan produk yang dihasilkan, baik dengan cara peningkatan kualitas bahan material batu bata sendiri (bahan dasar tanah lempung (*clay*) yang digunakan) maupun penambahan dengan bahan lain.

Tanaman jagung merupakan salah satu komoditi pertanian yang produksi nasionalnya cukup tinggi karena jagung merupakan tanaman pangan yang penting di Indonesia. Pada tahun 2006, luas panen jagung Indonesia adalah 3,5 hektar dengan produksi rata-rata 3,47 ton/ha. Produksi jagung secara nasional 11,7 juta

ton. Produksi jagung Sumatera Barat pada tahun 2006 ini adalah 202.298 ton, dengan luas panen 4301 ha dan produktivitas 4,7 ton/ha. Angka ini meningkat pada tahun 2011 yaitu 474.086 ton. Wakil Gubernur Sumatera Barat Muslim Kasim melalui Antara News mengatakan “kebutuhan bibit jagung untuk daerah pada tahun ini (2012) 1.280 ton dan tahun depan diperkirakan meningkat menjadi 1.530 ton” (Antara News, Selasa 11 Desember 2012). Peningkatan produksi jagung berarti peningkatan jumlah tongkol jagung yang dihasilkan.

Berdasarkan produksi jagung maka dihasilkan lebih kurang 30% tongkol jagung. Nilai *Residue to Product Ratio* (RPR) tongkol jagung adalah 0,273 pada kadar air 7,53% (Koopmans and Koppejan, 1997; Sudradjat, 2004). Potensi pemanfaatan tongkol jagung diharapkan akan terus meningkat sejalan dengan adanya program peningkatan produksi jagung nasional dari Pemerintah. Sumatera Barat sebagai salah satu produsen jagung belum dapat memanfaatkan tongkol jagung dengan optimal. Diketahui pemanfaatan tongkol jagung di Sumatera Barat yaitu sebagai bahan baku pakan ternak.

Berdasarkan kondisi tersebut penulis mencoba memanfaatkan tongkol jagung sebagai bahan substitusi dalam pembuatan batu bata komposit. Pemanfaatan tongkol jagung ini diharapkan mampu dihasilkan batu bata dengan kualitas sesuai dengan SNI 15-2094, 1991. Upaya pemanfaatan tongkol jagung sebagai bahan substitusi tersebut diharapkan dapat mengurangi jumlah pemakaian tanah untuk pembuatan batu bata.

## 1.2. Perumusan Masalah

Penambangan tanah lempung (*clay*) untuk pembuatan batu bata di Nagari Aripan, Kecamatan X Koto Singkarak, Kabupaten Solok berpotensi menimbulkan kerusakan lingkungan. Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat diuraikan beberapa permasalahan sebagai berikut :

1. Kegiatan produksi batu bata yang berlokasi di Nagari Aripan Kabupaten Solok diidentifikasi memberikan dampak terhadap kerusakan lingkungan berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 43 Tahun 1996 Tentang Kriteria Kerusakan Lingkungan Bagi Usaha atau Kegiatan Penambangan Bahan Galian Golongan C Jenis Lepas Di Daratan. Kerusakan lingkungan yang diakibatkannya yaitu dengan terbentuknya lubang-lubang galian sedalam dua hingga delapan meter.
2. Bekas lubang galian akibat penambangan tanah yang merupakan bahan baku batu bata ditinggalkan tanpa dilakukan pengelolaan ataupun reklamasi yang terarah.
3. Hamdi (2006) mencoba menggantikan lempung (*clay*) dengan serat kayu (substitusi dengan serat kayu). Hamdi memvariasikan ukuran butir serat kayu, yaitu 0,09 mm, 0,15 mm, 0,18 mm, dan 0,6 mm didapatkan kuat tekan diatas SII-0021, 1978.
4. Tongkol jagung mengandung 40 - 60% sellulosa (Rosmiati, 2008). Dengan komposisi serat tersebut, maka tongkol jagung berpeluang dijadikan sebagai bahan substitusi pada pembuatan batu bata.
5. Belum diketahui tentang pemanfaatan tongkol jagung sebagai bahan substitusi pembuatan batu bata.

6. Bagaimana pengaruh ukuran butiran tongkol jagung terhadap kualitas batu bata yang dihasilkan.
7. Berapakah perbandingan komposisi optimum tanah lempung (*clay*) dan tongkol jagung yang dapat digunakan sebagai bahan substitusi pembuatan batu bata sehingga didapatkan kualitas sesuai dengan SNI 15-2094, 1991?
8. Berapakah jumlah pemakaian tanah lempung (*clay*) dapat dikurangi dengan pemanfaatan tongkol jagung sebagai bahan substitusi batu bata per tahunnya.

### 1.3. Batasan Masalah

Pada penelitian yang direncanakan dibatasi masalah penelitian tentang ukuran partikel tongkol jagung dan substitusi tanah lempung (*clay*) dengan partikel tongkol jagung.

1. Mengidentifikasi kerusakan lingkungan akibat industri batu bata di Nagari Aripin, Kecamatan X Koto Singkarak, Kabupaten Solok Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 43 Tahun 1996.
2. Ukuran butiran yang digunakan pada penelitian ini adalah
  - 1) tertahan 60 mesh
  - 2) lolos 60 mesh
3. Perbandingan tanah lempung (*clay*) dan tongkol jagung yang digunakan adalah 0 %; 2,5%; 5%; 7,5%; 10%; 12,5%.

#### 1.4. Tujuan dan Manfaat Penelitian

##### 1.4.1. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini agar dapat menjawab pertanyaan penelitian (*research question*) yang muncul dengan latar belakang seperti yang diuraikan diatas. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui tingkat kerusakan lingkungan akibat industri batu bata di Nagari Aripin, Kabupaten Solok berdasarkan KepMenLH Nomor 43 Tahun 1996.
2. Menentukan substitusi maksimum yang dapat dilakukan sehingga didapatkan kualitas batu bata yang memenuhi SNI 15-2094, 1991.
3. Menentukan pengurangan jumlah pemakaian tanah lempung (*clay*) (penurunan laju pemakaian tanah) dengan pemanfaatan tongkol jagung sebagai bahan substitusi pembuatan batu bata sehingga dapat diketahui penurunan laju kerusakan lingkungan yang ditimbulkan.

##### 1.4.2. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai:

1. Mengetahui kerusakan lingkungan akibat penambangan tanah untuk bahan baku pembuatan batu bata di Nagari Aripin Kecamatan X Koto Singkarak Kabupaten Solok.
2. Bahan acuan penelitian bagi para peneliti yang ingin mendapatkan komposisi atau ukuran partikel yang tepat agar diperoleh batu bata komposit dengan kualitas yang masih memenuhi SNI 15-2094, 1991.

3. Bahan acuan bagi pemerintah (*stakeholder* terkait) untuk dapat memanfaatkan tongkol jagung sebagai bahan substitusi pembuatan batu bata komposit sehingga dapat mengurangi laju kerusakan lingkungan akibat industri batu bata.



## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Kerusakan Lingkungan**

Menurut Undang-undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, kerusakan lingkungan adalah perubahan langsung dan/atau tidak langsung terhadap sifat fisik, kimia, dan/atau hayati lingkungan hidup yang terlampaui kriteria baku kerusakan lingkungan hidup. Perubahan fisik pada lingkungan merupakan salah satu akibat dari kegiatan penambangan yang dilakukan. Salah satu penambangan yang dilakukan oleh manusia yaitu penambangan tanah lempung (*clay*) sebagai bahan baku untuk pembuatan batu bata. Penambangan tanah lempung (*clay*) sebagai bahan baku untuk pembuatan batu bata ini termasuk dalam kategori penambangan bahan galian golongan C.

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 43 Tahun 1996 tentang Kriteria Kerusakan Lingkungan Bagi Usaha atau Kegiatan Penambangan Bahan Galian Golongan C Jenis Lepas di Daratan, lampiran I dapat dilihat bahwa dengan kedalaman lubang yang lebih dari 1 meter dari permukaan air tanah pada musim hujan maka dikategorikan rusak. Atau pada lampiran II menyatakan bahwa kedalaman lubang galian yang dimaksud adalah jarak vertikal dari permukaan lahan hingga ke dasar lubang galian. Terbentuknya lubang galian tersebut salah satunya disebabkan oleh industri batu bata.

Menurut kamus bahasa Indonesia (2008:90) dampak adalah pengaruh kuat yang mendatangkan akibat, baik akibat negatif maupun akibat positif. Usaha

industri batu bata dapat memberikan dampak positif maupun negatif. Dampak positifnya yaitu memberikan pendapatan tambahan bagi rumah tangga petani yang mengusahakan industri batu bata, sedangkan dampak negatifnya yaitu dapat merusak lingkungan. Kerusakan lingkungan yang di akibatkannya yaitu berupa kerusakan fisik tanah. Penggalan tanah untuk bahan baku batu bata dapat mempengaruhi kemampuan tanah untuk membentuk struktur tanah kembali, sehingga dapat mendorong kemerosotan sumberdaya tanah baik kuantitas maupun kualitasnya. Kerusakan fisik tanah yang di akibatkan industri batu bata yaitu berupa lubang galian sedalam dua sampai delapan meter dengan diameter yang tidak sama. Kondisi ini merupakan akibat negatif yang disebabkan oleh kegiatan industri batu bata. Seperti dapat dilihat pada Lampiran 1.

## 2.2. Degradasi Tanah

Secara etimologi, degradasi berarti penurunan mutu atau kemerosotan kedudukan (Daryanto, 1997). Dalam kaitannya dengan tanah, pengertian degradasi adalah penurunan atau kemerosotan mutu tanah akibat perilaku manusia atau aktifitas alam, sehingga kondisi tanah lebih buruk dibanding sebelumnya. Degradasi tanah dapat meliputi aspek fisik, kimiawi dan biologi tanah (Chen, 1998). Sedangkan faktor yang menyebabkan degradasi adalah berkurang dan habisnya nutrisi, dan erosi tanah (Suripin, 2001).

Degradasi tanah menurut FAO adalah hasil satu atau lebih proses terjadinya penurunan kemampuan tanah secara aktual maupun potensial untuk memproduksi barang dan jasa. Defenisi tersebut menunjukkan pengertian umum dengan cakupan luas tidak hanya berkaitan dengan pertanian (Firmansyah, 2003).

Degradasi lahan merupakan penurunan kualitas tanah yang diukur dari perubahan proses dan kandungan unsure hara tanah, dimana konsekuensinya adalah penurunan produktifitas dalam waktu singkat serta produksi di masa mendatang (Stocking, 2000).

Masalah degradasi sifat-sifat tanah dirasakan makin begitu penting belakangan ini. Degradasi tanah biasanya dievaluasi dari sifat fisik dan kimia tanah. Badan Dunia seperti FAO turut mengambil langkah kongkrit untuk membantu mengurangi laju peningkatan luas tanah yang mengalami penurunan sifat-sifatnya. Melalui *Regional Office for Asia and the Pacific*, pada tahun 1989 FAO membentuk *Expert Consultation of the Asian Network on Problom Soil*. Badan ini bertemu secara rutin untuk membahas langkah-langkah guna mengurangi degradasi tanah di kawasan Asia (Firmansyah, 2003).

Menurut Firmansyah (2003) bentuk degradasi tanah yang terpenting di kawasan Asia antara lain adalah erosi tanah, degradasi sifat kimia berupa penurunan kadar bahan organik tanah dan pencucian unsur hara. Perubahan penggunaan lahan dan pola pengelolaan tanah menyebabkan perubahan kandungan bahan organik tanah. Makin intensif penggunaan suatu lahan, makin rendah kandungan bahan organik tanah. Oleh karena itu tanah yang terdegradasi perlu dilakukan upaya rehabilitasi. Dari rehabilitasi ini di harapkan dapat memperbaiki (memulihkan), meningkatkan dan mempertahankan kondisi tanah yang rusak agar berfungsi secara optimal, baik sebagai unsur produksi, media pengatur tata air maupun sebagai unsur perlindungan lingkungan (Latifah, 2005).

Degradasi tanah pada umumnya disebabkan karena 2 hal yaitu faktor alami dan akibat faktor campur tangan manusia. Degradasi tanah dan lingkungan, baik

oleh ulah manusia maupun karena gangguan alam, semakin lama semakin meningkat. Lahan subur untuk pertanian banyak beralih fungsi menjadi lahan non pertanian. Sebagai akibatnya kegiatan-kegiatan budidaya pertanian bergeser ke lahan-lahan kritis yang memerlukan input tinggi dan mahal untuk menghasilkan produk pangan yang berkualitas (Mahfuz, 2003).

Lima faktor penyebab degradasi tanah akibat campur tangan manusia secara langsung, yaitu: deforestasi, *overgrazing*, aktifitas pertanian, eksploitasi berlebihan, serta aktifitas industri dan bioindustri. Sedangkan faktor penyebab tanah terdegradasi dan rendahnya produktivitas, antara lain: deforestasi, mekanisme dalam usaha tani, kebakaran, penggunaan bahan kimia pertanian, dan penanaman secara monokultur (Lal, 2000). Faktor-faktor tersebut di Indonesia pada umumnya terjadi secara simultan, sebab deforestasi umumnya adalah langkah permulaan degradasi lahan, dan umumnya tergantung dari aktifitas berikutnya apakah ditolerankan, digunakan ladang atau perkebunan maka akan terjadi pembakaran akibat campur tangan manusia yang tidak terkendali (Firmansyah, 2003).

Menurut Firmansyah (2003), lima proses utama akibat timbulnya tanah yang terdegradasi :

1. Menurunnya bahan kandungan bahan organik tanah
2. Perpindahan lempung (*clay*)
3. Memburuknya struktur dan pemadatan tanah
4. Erosi tanah
5. Depleksi dan pencucian unsur hara.

Pengaruh antropogenik terhadap degradasi tanah akan sangat tinggi apabila tanah diusahakan bukan untuk non pertanian. Kegiatan eksploitasi tanah lempung (*clay*) sebagai bahan baku industri batu bata telah memberikan dampak terhadap degradasi tanah. Perhitungan kehilangan tanah yang ditambang untuk pembuatan batu bata merah cukup besar. Penelitian ini dilakukan guna mencari bahan substitusi pembuatan batu bata merah sehingga dapat mengurangi laju kerusakan tanah akibat penambangan tanah sebagai bahan baku pembuatan batu bata merah.

### 2.3. Industri Batu Bata

Industri batu bata merupakan industri yang memanfaatkan tanah lempung (*clay*) sebagai bahan baku utama. Pemanfaatan tanah lempung (*clay*) sebagai bahan baku pembuatan batu bata termasuk ke dalam penambangan galian golongan C. Penambangan tanah lempung (*clay*) tersebut dilakukan dengan cara penggalian tanah sehingga meninggalkan lubang galian ataupun peningkatan erosi tanah jika penambangan dilakukan di daerah perbukitan. Batu bata merah adalah suatu unsur bangunan yang digunakan dalam pembuatan konstruksi bangunan dan dibuat dari tanah dengan atau tanpa campuran bahan-bahan lain, dibakar pada suhu yang cukup tinggi sehingga tidak dapat hancur lagi bila direndam dalam air (NI-10, 1978 dari Jurnal T. Sipil dan Perencanaan, Nomor 1 Volume 12 – Januari 2010).

Batu bata merupakan bahan konstruksi bangunan yang telah lama dipakai oleh masyarakat baik di pedesaan maupun perkotaan. Hal ini dapat dilihat dari banyaknya pabrik batu bata yang beroperasi. Batu bata pada konstruksi bangunan pada umumnya memiliki fungsi sebagai bahan struktural dan non-struktural.

Sebagai fungsi struktural, batu bata dipakai sebagai penyangga atau pemikul beban yang ada di atasnya seperti pada konstruksi rumah sederhana dan pondasi. Sedangkan pada bangunan konstruksi tingkat tinggi, batu bata berfungsi sebagai non struktural yang dimanfaatkan untuk dinding pembatas dan estetika tanpa memikul beban di atasnya.

Batu bata terbuat dari tanah lempung (*clay*) dengan atau tanpa campuran bahan lain melalui suatu proses pembakaran atau pengeringan. Batu bata lempung (*clay*) dibakar dengan temperatur tinggi hingga tidak hancur bila direndam dalam air dan mempunyai luas penampang lubang kurang dari 15% dari luas potongan datarnya. Batu bata lempung (*clay*) yang diproduksi melalui proses pembakaran lebih dikenal dengan nama bata merah. Dalam proses pembuatannya baik pembuatan secara tradisional maupun modern, tergantung kepada material dasar pembentuk batu bata serta pengolahannya dalam menghasilkan kualitas produksi yang baik. Menurut SII-0021-1978 terdapat pembagian kelas batu bata berdasarkan kekuatan tekan, yang dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Kekuatan Tekan Rata-rata Batu Bata**

No	Kelas	Kekuatan Tekan Rata-rata Batu Bata	
		Kg/cm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
1	25	25	2,50
2	50	50	5,0
3	100	100	10
4	150	150	15
5	200	200	20
6	250	250	25

Sumber : SNI 15-2094, 1991

Beberapa syarat yang harus dipenuhi dalam produksi batu bata lempung (*clay*) jenis bakar, antara lain (NI-10,1978):

- a) Tampak luar, bentuk yang disyaratkan pada batu bata jenis ini adalah berbentuk prisma segi empat panjang, mempunyai sudut siku dan

tajam permukaan rata dan tidak menampakkan adanya retak, warna, dan bunyi nyaring,

- b) Ukuran batu bata harus sesuai dengan standar NI-10 (1978) yaitu: M-5a (190 x 90 x 65) mm, M-5b (190 x 140 x 65) mm dan M-6 (230 x 110 x 55) mm. Pada standar pengukuran, penyimpangan terbesar yang dibolehkan untuk masing-masing panjang, lebar dan tebal maksimum antara 3% - 5%,
- c) Larutan garam, kadar garam yang melebihi 50% tidak dibolehkan karena akan mengakibatkan tertutupnya permukaan batu bata dan dapat mengurangi keawetan batu bata,
- d) Penyerapan, disyaratkan tidak melebihi dari 20%, dan  
Daya serap air harus dikontrol untuk mencegah kehilangan air dari adukan yang sedang digunakan. Pekerjaan tembok atau dinding dengan daya serap air pada bata yang tidak sebanding dapat menimbulkan deferensial serta retak. Untuk menyamakan daya serap air, batu bata yang mempunyai daya serap air tinggi perlu dilakukan perendaman dalam air terlebih dahulu sebelum dipasang (PEDC, 1993).
- e) Berat jenis batu bata normal berkisar antara 1,8 – 2,6 gr/cm.

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

1. Merupakan senyawa logam dan non logam.

2. Senyawa ini mempunyai ikatan 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. Keramik seperti batu bata lainnya bersifat isolator karena memiliki elektron bebas yang sedikit bahkan tidak ada. Elektron-elektron ini berbagi dengan atom-atom yang berdekatan membentuk ikatan kovalen atau perpindahan electron valensi dari kation ke anion membentuk ikatan ion.
4. Mempunyai modulus elastisitas yang tinggi. Modulus ini menyatakan tingkat kekakuan atau tegangan yang diperlukan untuk menghasilkan satu satuan regangan elastis. Keramik umumnya dianggap material yang getas dan tidak ulet. Sebelum dan sesudah perpatahan, deformasi plastis yang dialami mikrostruktur hanya sedikit bahkan tidak ada sama sekali. Kekuatan keramik pada tegangan kompresi sangat baik, sehingga pada perancangan barang-barang keramik diusahakan agar pemakaian gaya bersifat kompresif. Sebaliknya kekuatan tarik keramik tidak menyolok bahkan rendah karena pengaruh cacat permukaan.

Kualitas batu bata merah dapat dibagi atas tiga tingkatan dalam hal kuat tekan dan penyimpangan ukuran menurut NI – 10, 1978:6 yaitu:

1. Batu bata merah mutu tingkat 1 dengan kuat tekan rata-rata lebih besar dari  $100 \text{ kg/cm}^2$  dan ukurannya tidak ada yang menyimpang.

2. Batu bata merah mutu tingkat II dengan kuat tekan rata-rata antara  $100 \text{ kg/cm}^2$  sampai  $80 \text{ kg/cm}^2$  dan ukurannya yang menyimpang satu buah dari sepuluh benda percobaan.
3. Batu bata merah mutu tingkat III dengan kuat tekan rata-rata antara  $80 \text{ kg/m}^2$  sampai  $60 \text{ kg/cm}^2$  dan ukurannya menyimpang dua buah dari sepuluh benda percobaan.

#### 2.4. Komponen Penyusun Batu Bata

##### 2.4.1. Tanah Lempung

Lempung adalah tanah hasil pelapukan batuan keras seperti : basalt (sebagai batuan dasar), andesit dan granit (batu besi). Lempung sangat tergantung pada jenis batuan asalnya. Umumnya batuan keras akan memberikan pengaruh warna pada lempung seperti merah, sedangkan granit akan memberikan warna lempung menjadi putih. Lempung disebut juga sebagai batuan sedimen (endapan), karena pada umumnya setelah terbentuk dari batuan keras, lempung akan diangkut oleh air dan angin, diendapkan dalam suatu tempat yang lebih rendah. Lempung merupakan bahan alam yang sangat penting bagi manusia. Bagian luar dari lempung disebut tubuh tanah. Pada tubuh tanah ini terdapat sisa akar tumbuhan dan bahan organik lainnya yang membusuk, sehingga memberikan warna abu-abu kehitaman pada lempung. Ketebalan lempung ini mencapai 0,25 sampai 0,5 m.

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

### 1. 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.

### 2. Lempung Illuvial

Lempung illuvial adalah lempung yang sudah terangkut dan mengendap pada suatu tempat yang tidak jauh dari tempat asalnya seperti di kaki bukit.

### 3. 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.

### 4. 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.

Di Indonesia pada pembuatan batu bata merah dan genteng pada umumnya menggunakan lempung alluvial, karena sawah-sawahnya rata-rata mengandung lempung alluvial dan jarang sekali menggunakan marin. Tanah lempung memiliki komposisi kimia sebagai berikut :

1. Silika ( $\text{SiO}_2$ ), silika dalam bentuk sebagai kuarsa jika memiliki kadar yang tinggi akan menyebabkan tanah lempung menjadi pasir dan mudah slaking, kurang plastis dan tidak begitu sensitif terhadap pengeringan dan pembatasan.
2. Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), terdapat dalam mineral lempung, feldspar dan mika. Kadar alumina yang tinggi akan memperlebar jarak temperatur sintering.
3.  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , komponen besi ini dapat menguntungkan atau merugikan, tergantung jumlahnya dan sebar butirannya. Makin tinggi kadar besi tanah lempung, makin rendah temperatur peleburan tanah lempung. 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 lempung dalam bentuk batu kapur. Bertindak sebagai pelebur bila temperatur pembakarannya mencapai lebih dari  $1100^\circ\text{C}$ .
5. MgO, terdapat dalam bentuk dolomite, magnesit atau silikat. Dapat meningkatkan kepadatan produk dari pembakaran.
6.  $\text{K}_2\text{O}$  dan  $\text{Na}_2\text{O}$ , alkali ini menghasilkan garam-garam larut setelah pembakaran, dapat menyebabkan penggumpalan koloid 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.

Komposisi kimia lempung (*clay*) dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Komposisi Kimia Lempung**

No	Senyawa Kimia	Persentase (%)
1.	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	27,50
2.	CaO	0,18
3.	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,66
4.	K <sub>2</sub> O	1,96
5.	MgO	1,09
6.	SiO <sub>2</sub>	59,10
7.	SO <sub>3</sub>	5,25
8.	TiO <sub>2</sub>	0,63
9.	Na <sub>2</sub> O	0,39

Sumber : Mawardi, 2012

Tanah lempung merupakan bahan dasar yang dipakai dalam pembuatan batu bata merah. Tanah lempung 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 lempung kebanyakan diambil dari permukaan tanah yang mengendap. Endapan tanah lempung sering juga terdapat dalam lapisan lain, sehingga proses pengambilannya dengan cara membuat sumur-sumur.

Bahan dasar pembuatan batu bata merah bersifat plastis, dimana tanah lempung akan mengembang bila terkena air dan terjadi penyusutan bila dalam keadaan kering atau setelah proses pembakaran. Tanah lempung sebagai bahan dasar pembuatan batu bata merah mengalami proses pembakaran dengan temperatur yang tinggi hingga mengeras seperti batu. Proses perubahan yang terjadi pada pembakaran tanah lempung dalam suhu tertentu, yaitu: Pada temperatur  $\pm 150^{\circ}\text{C}$ , terjadi penguapan air pembentuk yang ditambahkan dalam tanah lempung pada pembentukan setelah menjadi batu bata mentah. Pada temperatur antara  $300^{\circ}\text{C}$  -  $600^{\circ}\text{C}$ , air yang terikat secara kimia dan zat-zat lain yang terdapat dalam tanah lempung akan menguap dan akan menjadi kuat dan

keras seperti batu. Pada temperatur diatas 800°C, terjadi perubahan-perubahan kristal dari tanah lempung (*clay*) dan mulai terbentuk bahan gelas yang akan mengisi pori-pori sehingga batu bata merah menjadi padat dan keras. Senyawa-senyawa besi akan berubah menjadi senyawa yang lebih stabil dan umumnya mempengaruhi warna batu bata merah. Tanah lempung (*clay*) yang mengalami susut kembali disebut susut bakar. Susut bakar diharapkan tidak menimbulkan cacat seperti perubahan bentuk (melengkung), pecah-pecah dan retak. Tanah lempung (*clay*) yang sudah dibakar tidak dapat kembali lagi menjadi tanah lempung (*clay*) atau lempung (*clay*) oleh pengaruh udara maupun air (Razak, 1987).

Tanah lempung (*clay*) yang dibakar akan mengalami perubahan warna sesuai dengan zat-zat yang terkandung di dalamnya. Warna tanah lempung (*clay*) bermacam-macam tergantung dari oksid logam yang terkandung dalam tanah lempung (*clay*), seperti aluminium, besi, karbon, mangan, maupun kalsium. Senyawa-senyawa besi menghasilkan warna krem, kuning, merah, hitam, dan coklat. Liconit merupakan senyawa besi yang sangat umum menghasilkan warna krem, kuning, dan coklat. Sedangkan hematit akan memberikan warna merah pada tanah lempung (*clay*). Senyawa besi silikat memberikan warna hijau, senyawa mangan menghasilkan warna coklat, dan senyawa karbon memberikan warna biru, abu-abu, hijau, atau coklat.

#### 2.4.2. Sifat Lempung (*clay*) pada Pembakaran Temperatur Tinggi

Lempung (*clay*) yang dibakar pada temperatur tinggi akan mengalami perubahan seperti berikut:

1. Pada temperatur lebih kurang 150°C, terjadi penguapan air pembentuk yang ditambahkan dalam tanah lempung (*clay*) pada pembentukan setelah menjadi batu bata mentah.
2. Pada temperatur antara 400°C - 600°C, air yang terikat secara kimia dan zat-zat lain yang terdapat dalam tanah lempung (*clay*) akan menguap.
3. Pada temperatur diatas 800°C, terjadi perubahan-perubahan Kristal dari tanah lempung (*clay*) dan mulai terbentuk bahan gelas yang akan mengisi pori-pori sehingga batu bata merah menjadi padat dan keras.
4. Senyawa-senyawa besi akan berubah menjadi senyawa yang lebih stabil dan umumnya mempengaruhi warna batu bata merah.
5. Tanah lempung (*clay*) yang mengalami susut kembali disebut susut bakar. Susut bakar diharapkan tidak menimbulkan cacat seperti perubahan bentuk (melengkung), pecah-pecah dan retak.

Tanah lempung (*clay*) yang sudah dibakar tidak dapat dikembalikan lagi menjadi tanah lempung (*clay*) atau lempung (*clay*) oleh pengaruh udara maupun air.

## 2.5. Bahan Komposit

Kata komposit (*composite*) merupakan kata sifat yang berarti susunan atau gabungan. Bahan komposit berarti gabungan dari dua atau lebih bahan yang mempunyai sifat fisik dan kimia yang berbeda yang bertujuan untuk menghasilkan bahan baru yang kinerjanya tidak bisa dicapai oleh masing-masing komponen (Ismunandar, 2003). Dalam hal ini gabungan bahan ada dua macam, yaitu:

a. Gabungan makro

1. Bisa dibedakan secara visual
2. Penggabungan lebih secara fisis dan mekanis
3. Bisa dipisahkan secara fisis dan mekanis

b. Gabungan mikro

1. Tidak bisa dibedakan secara visual
2. Penggabungan ini lebih secara kimia
3. Sulit dipisahkan, tetapi dapat dilakukan secara kimia

Material komposit terdiri dari dua buah penyusun yaitu filler dan matrik. Filler adalah bahan pengisi yang digunakan dalam pembuatan komposit, biasanya berupa serat atau serbuk. Serat yang sering digunakan dalam pembuatan komposit antara lain serat E-Glass, Boron, Carbon dan lain sebagainya. Bisa juga dari serat alam antara lain serat kenaf, jute, rami, cantula dan lain sebagainya. Matrik, menurut *Gibson R.F, (1994)* mengatakan bahwa matrik dalam struktur komposit bisa berasal dari bahan polimer, logam, maupun keramik. Matrik secara umum berfungsi untuk mengikat serat menjadi satu struktur komposit. Matrik pada komposit memiliki tujuan untuk:

1. Menginfiltrasi serat agar cepat membeku pada suhu dan tekanan yang wajar,
2. Membentuk suatu ikatan yang koheren, umumnya dalam bentuk ikatan kimia di semua antar muka matrik atau serat,
3. Menyelubungi serat dan melindunginya dari kerusakan antar serat berupa abrasi dan melindungi serat dari lingkungan,
4. Mentransfer tegangan kerja keserat,

5. Memisahkan serat sehingga kegagalan serat individu dapat diatasi dan tidak merugikan integritas individu secara keseluruhan.
6. Melepas ikatan (*debond*) dari serat individu dengan cara absorpsi energi regangan apabila terjadi rambatan retak yang mengenai serat.
7. Tetap stabil secara fisika dan kimia setelah proses pembuatan.

Pada bahan komposit batu bata, beban yang diterima oleh batu bata akan ditransfer ke penguat untuk meningkatkan kekuatan komposit. Matrik komposit digunakan untuk mengikat serat penguat. Sifat komposit yang dihasilkan tergantung pada sifat-sifat komponen penyusunnya dan susunan serat pada matrik.

Berdasarkan karakteristik bahan pada penguatnya, komposit dibagi dua:

1. Komposit anisotropik

Pada komposit jenis ini mempunyai sifat mekanis yang berbeda bila mempunyai arah yang berbeda. Komposit anisotropik mempunyai penguat berupa lembaran dan serat.

2. Komposit isotropik

Komposit jenis ini mempunyai kekuatan yang sama pada semua arah dan biasanya penguat yang digunakan berupa partikulat.

Komposit batu bata pada penelitian ini termasuk jenis komposit isotropik karena penguat yang digunakan merupakan partikel yang berasal dari tongkol jagung. Sehingga diharapkan komposit batu bata ini mempunyai kekuatan yang sama untuk semua arah.

## 2.6. Tongkol Jagung

Tanaman jagung mempunyai adaptasi yang luas dan relatif mudah dibudidayakan, sehingga komoditas ini ditanam oleh petani di Indonesia pada lingkungan fisik dan sosial-ekonomi yang sangat beragam. Jagung dapat ditanam pada lahan kering, lahan sawah, lebak, dan pasang-surut, dengan berbagai jenis tanah, pada berbagai tipe iklim, dan pada ketinggian tempat 0–2.000 m dari permukaan laut.

Tanaman jagung merupakan salah satu tanaman serelia yang tumbuh hampir di seluruh dunia dan tergolong spesies dengan variabilitas genetik terbesar. Di Indonesia jagung merupakan bahan makanan pokok kedua setelah padi. Banyak daerah di Indonesia yang berbudaya mengkonsumsi jagung, antara lain Madura, Yogyakarta, Sulawesi Selatan, Maluku Utara, Nusa Tenggara Timur, dll.

Keunggulan jagung dibandingkan dengan komoditas pangan yang lain adalah kandungan gizinya lebih tinggi dari beras, sumber daya alam ini juga sangat mendukung untuk pembudidayanya, harga relatif murah dan tersedianya teknologi budidaya hingga pengolahan. Selain sebagai bahan makan pokok, jagung juga dapat digunakan sebagai bahan pakan ternak dan bahan industri serta komoditas ekspor (Suprpto dan Rasyid, 2002).

Seiring dengan kebutuhan jagung yang cukup tinggi, maka akan bertambah pula limbah yang dihasilkan dari industri pangan dan pakan berbahan baku jagung. Limbah yang dihasilkan diantaranya adalah tongkol jagung yang biasanya tidak dipergunakan lagi ataupun nilai ekonominya sangat rendah.

Sebelum tahun 1990, penggunaan jagung di Indonesia lebih banyak (86%) untuk konsumsi langsung, hanya sekitar 6% untuk industri pakan. Penggunaan jagung untuk industri pangan juga masih rendah, baru sekitar 7,5%. Walaupun sebagian besar penggunaan jagung untuk konsumsi langsung, tetapi sudah mulai tampak penggunaan untuk industri pangan dan bahkan pangsanya sudah di atas penggunaan untuk industri pakan.

Permintaan jagung di pasar domestik dan pasar dunia terus meningkat seiring dengan berkembangnya industri pakan dan pangan. Meningkatnya pendapatan per kapita menyebabkan meningkatnya permintaan terhadap produk turunan jagung. Pada tabel berikut dapat perkembangan produksi jagung di Indonesia tahun 1990 – 2005.

Tabel 3. Produksi Jagung Di Indonesia Tahun 1990 – 2006

No	Tahun	Produksi ('000 Ton)
1.	1990	6.734
2.	1991	6.255
3.	1992	7.995
4.	1993	6.459
5.	1994	6.869
6.	1995	8.245
7.	1996	9.307
8.	1997	8.771
9.	1998	10.169
10.	1999	9.204
11.	2000	9.677
12.	2001	9.165
13.	2002	9.654
14.	2003	10.886
15.	2004	11.225
16.	2005	12.523
17.	2006	11.609
Rata – rata		9.103

Sumber : [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id)

Berdasarkan data produksi jagung di atas, diperkirakan terjadi kelebihan produksi jagung nasional. Berikut dapat dilihat perkiraan produksi jagung nasional pada tahun 2007 – 2017.

**Tabel 4. Perkiraan Produksi, Kebutuhan, dan Kelebihan Produksi Jagung Dalam Periode 2007 – 2017 Berdasarkan Data 1990 – 2006**

No	Tahun	Produksi ('000 Ton)	Kebutuhan ('000 Ton)	Produksi – Kebutuhan ('000 Ton)
1.	2005	12.523	11.861	+662
2.	2006	11.609	12.149	-540
3.	2007	12.093	12.458	-365
4.	2008	12.597	12.712	-115
5.	2009	13.122	12.971	+151
6.	2010	13.669	13.235	+434
7.	2011	14.239	13.505	+734
8.	2012	14.833	13.780	+1.053
9.	2013	15.452	14.061	+1.391
10.	2014	16.096	14.348	+1.748
11.	2015	16.767	14.641	+2.126
12.	2016	17.466	14.940	+2.526
13.	2017	18.194	15.245	+2.949

Sumber : data diolah berdasarkan data 1990 - 2006

Sumatera Barat termasuk salah satu provinsi dimana produksi jagungnya terus meningkat. Hal ini dapat dilihat dari data berikut.

**Tabel 5. Produksi Jagung Sumatera Barat**

No	Tahun	Luas panen (Ha)	Produksi (Ton)
1.	2006	4301	202298
2.	2007	43182	223233
3.	2008	63219	351843
4.	2009	70882	404795
5.	2010	59801	354262
6.	2011	71115	474086

Sumber : www.bps.go.id

Berikut dapat dilihat produksi jagung untuk Kabupaten Solok dan daerah Kecamatan X Koto Singkarak, Kabupaten Solok.

**Tabel 6. Produksi Jagung Kabupaten Solok**

No	Tahun	Luas Panen (Ha)	Produksi (Ton)
1.	2008	784	3.894,0
2.	2009	471	2.442,6
3.	2010	574	2.982,2
4.	2011	591	3.267,4
5.	2012	445	2.460,8

Sumber : Dinas Pertanian Tanaman Pangan Kabupaten Solok, 2013

**Tabel 7. Produksi Jagung Kecamatan X Koto Singkarak, Kabupaten Solok**

No	Tahun	Luas panen (Ha)	Produksi (Ton)
1.	2007	71	406
2.	2008	51	406
3.	2009	62	399,30
4.	2010	68	442,70
5.	2011	108	703,08

Sumber : Kecamatan X Koto Singkarak Dalam Angka 2012

Tongkol jagung merupakan tempat pembentukan lembaga dan gudang penyimpanan makanan dan pertumbuhan biji jagung. Jagung mengandung kurang lebih 30% tongkol jagung sedangkan sisanya adalah kulit dan biji (Koswara, 1991). Tongkol jagung sebagian besar mengandung selulosa, hemiselulosa dan xilan yang memiliki potensi untuk pengembangan produk masa depan. Pemanfaatan tongkol jagung terus ditingkatkan oleh masyarakat.

Menurut Johnson (1991) limbah tongkol jagung mengandung 40 – 60% selulosa, 20 – 30% hemiselulosa, dan 15 – 30% lignin. Berikut dapat dilihat komposisi kimia tongkol jagung.

**Tabel 8. Komposisi Kimia Tongkol Jagung**

Komposisi	Persentase (%)
Selulosa	48
Pentosan	36
Lignin	10
Abu	6
Kadar air	2

Sumber : Rosmiati, 2008

## 2.7. Proses Pembentukan Batu Bata

Pada umumnya keramik mempunyai struktur kristalin namun pada batu bata susunan atom-atomnya belum tertata dengan baik sehingga belum berbentuk kristal sempurna. Selama pembentukan keramik dapat terjadi penumbuhan kristal ketika pada suhu tinggi. Namun pada batu bata susunan kristalnya belum sempurna yang ditandai dengan masih rapuhnya material batu bata. Bahan

keramik yang lebih kuat dan stabil biasanya memiliki struktur jaringan tiga dimensi dengan ikatan yang sama kuatnya dalam ketiga arah (Van Flack, 1992). Proses pembentukan batu bata dari tanah lempung (*clay*) merupakan salah satu bentuk proses pembentukan keramik yang belum sempurna.

Batu bata disusun oleh lempung (*clay*) yang terdiri dari lima lapis atom yang menyusun tebal partikel lempung (*clay*). Pada lempung (*clay*), atom-atom permukaan cenderung masuk keruang matriks untuk memperkecil energi permukaannya. Karena tipisnya partikel, ion-ion tidak tertarik kedalam namun menjadi terkutub yang memberi muatan positif dan negatif pada permukaan. Muatan ini diimbangi oleh jerapan fisik molekul air yang juga dapat membuat momen dipol. Air akan terikat dan tidak mudah lagi untuk bergerak. Partikel lempung (*clay*) dapat tumbuh menyamping, atau tumbuh searah bidang. Bagian tepi partikel merupakan ikatan putus sehingga dapat diimbangi dengan menarik air. Tanah lempung (*clay*) mempunyai permukaan amat luas karena sangat kecil ukurannya. Sehingga tanah lempung (*clay*) sanggup mengikat air di sekelilingnya. Air tidak mudah lagi dipisahkan dengan tanah lempung (*clay*) kecuali dipanaskan diatas suhu  $1000^{\circ}\text{C}$  (Hartomo, 1994).

Sistem lempung (*clay*) air merupakan kunci cara pembentukan batu bata. Pada kandungan air sedikit (tak sampai 10 %) air tak cukup untuk mengimbangi muatan (dwikutub) fisika kimia pada partikelnya. Partikel-partikel saling bersaing memperebutkan sehingga menempel kuat. Ketika lempung (*clay*) yang telah dicetak pada bahan cetakan dipanaskan pada suhu  $800^{\circ}\text{C}$ , maka partikel air menjadi berkurang karena penguapan sehingga ikatan antar atom pada lempung (*clay*) menjadi lebih kuat.

Pada kandungan air tingkat sedang ( 15-25 %) maka jumlah air cukup untuk mengimbangi muatan partikel. Kelebihan air ini juga berfungsi sebagai pelumas bagi tanah lempung (*clay*). Dengan kadar air sebesar ini, maka tanah lempung (*clay*) menjadi lebih plastis. Pada kandungan air tinggi, air akan terikat di sekeliling partikel dan membentuk suspensi dan partikel tersebut akan bertolakan satu sama lain (Hartomo, 1994)

## 2.8. Pengaruh Tongkol Jagung Terhadap Sifat Mekanis Batu Bata Komposit

Bahan campuran dalam pembuatan batu bata merah digunakan untuk memperbaiki kualitas tanah liat atau bahan penolong yang akan dijadikan sebagai bahan mentah supaya menjadi bahan yang plastis. Bahan campuran berupa tongkol jagung dihaluskan hingga mendapatkan ukuran tertentu. Ukuran partikel akan mempengaruhi sifat akhir suatu bahan setelah dibakar. Suatu bahan lempung (*clay*) yang akan dipanaskan dengan ukuran partikel yang lebih kecil akan lebih kuat karena luas permukaannya lebih besar sehingga lebih banyak ikatan yang terjadi. Dengan menggunakan ukuran butir yang lebih kecil, maka makin sedikit ruang yang kosong yang terdapat diantara butir sehingga porositasnya akan lebih kecil (Van Flack, 1992).

Proses *sintering* (pemanasan) akan menyebabkan partikel halus akan teraglomerasi menjadi bahan padat. Pada saat *sintering* permukaan butir yang berdekatan akan menyatu. Hal ini akan menyebabkan energi permukaan setelah penyatuan akan lebih kecil dibanding energi permukaan pada saat sebelum menyatu. Sehingga semakin halus ukuran butir yang digunakan maka kekuatan

keramik batu bata komposit akan semakin kuat dan porositasnya akan semakin rendah.

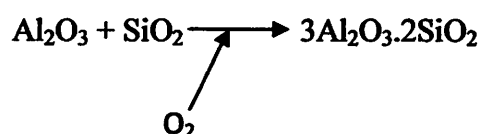
Rahem dan Adesanya (2011) melakukan penelitian yang menunjukkan bahwa material tongkol jagung pada pembakaran temperatur tinggi akan menghasilkan kadar silika yang tinggi. Pada Tabel 9 dapat dilihat komposisi abu tongkol jagung.

Tabel 9. Senyawa Kimia Abu Tongkol Jagung

Senyawa Kimia	Komposisi (%)
SiO <sub>2</sub>	66,38
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,48
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,44
CaO	11,57
MgO	2,06
SO <sub>3</sub>	1,07
Na <sub>2</sub> O	0,41
K <sub>2</sub> O	4,92

Sumber : Raheem, A.A dan Adesanya D.A (2011)

Pada pembuatan batu bata komposit tongkol jagung, bahan tongkol jagung berfungsi sebagai penguat. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Raheem dan Adesanya tersebut, diduga tongkol jagung yang disubstitusikan pada tanah lempung (*clay*) yang dibakar pada temperatur tinggi yaitu hingga 600<sup>o</sup>C akan menghasilkan abu tongkol jagung yang mengandung silika dan alumina. Senyawa silika dan alumina ini merupakan senyawa dominan didalam tanah lempung (*clay*). Dengan adanya kandungan silika dan alumina tersebut, maka pada proses pembakaran senyawa yang terkandung dalam tanah lempung (*clay*) dan abu tongkol jagung akan akan saling berikatan dan saling menguatkan membentuk 3Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.2SiO<sub>2</sub> (Mazen N, Al-Amaireh, 2009). Berikut dapat dilihat reaksi silika dan alumina pada proses pembakaran batu bata.



### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1. Waktu dan Lokasi Penelitian**

Penelitian ini dilakukan selama dua bulan dimulai pada bulan Desember 2012 sampai dengan Januari 2013. Lokasi penelitian yaitu di kawasan industri batu bata Nagari Aripan, Kecamatan X Koto Singkarak, Kabupaten Solok. Lokasi ini berada lebih kurang 15 km ke utara Kota Solok.

#### **3.2. Metode Penelitian**

Penelitian terhadap kerusakan tanah yang ditimbulkan akibat industri batu bata dilakukan dengan metode survei lapangan. Survei dilakukan bertujuan untuk mengetahui rata-rata pemakaian tanah lempung (*clay*) untuk industri batu bata di Nagari Aripan, Kecamatan X Koto Singkarak, Kabupaten Solok. Survei juga dilakukan untuk mengukur rata-rata kedalaman lubang dan luas area terbuka yang diakibatkan galian tanah lempung (*clay*) untuk bahan baku batu bata. Serta bagaimana dampak dari industri batu bata ini terhadap kerusakan tanah. Salah satu solusi untuk mengurangi laju kerusakan tanah yang ditimbulkan karena eksploitasi tanah lempung (*clay*) sebagai bahan baku industri batu bata yaitu dengan mencarikan bahan pengganti tanah lempung (*clay*) atau mencari bahan substitusi tanah lempung (*clay*). Bahan substitusi yang digunakan dapat berupa serat. Salah satu sumber serat yang dapat dimanfaatkan adalah tongkol jagung. Penelitian untuk pembuatan batu bata komposit dengan memanfaatkan tongkol jagung sebagai bahan komposit dilakukan dengan metode eksperimen.

Pemanfaatan tongkol jagung sebagai bahan alternatif pengganti lempung (*clay*) diharapkan dapat dimanfaatkan sehingga laju pemanfaatan tanah lempung (*clay*) sebagai bahan baku pembuatan batu bata dapat dikurangi. Analisa penelitian dilakukan dengan cara deskriptif kuantitatif.

### 3.3. Aspek Lingkungan

Menganalisis kerusakan lingkungan yang ditimbulkan berdasarkan kriteria kerusakan sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 43 Tahun 1996 tentang Kriteria Kerusakan Lingkungan Bagi Usaha atau Kegiatan Penambangan Bahan Galian Golongan C Jenis Lepas Di Daratan. Berdasarkan KepMenLH Nomor 43 Tahun 1996 tersebut, maka akan dilakukan pengukuran kedalaman lubang dan luas area terbuka yang terbentuk akibat galian tanah lempung (*clay*) yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan batu bata.

Pengukuran kedalaman lubang dilakukan dengan menggunakan meteran, sedangkan pengukuran luas area terbuka dilakukan dengan menentukan titik koordinat lubang menggunakan *global position system* (GPS). Pengukuran kedalaman lubang dan luas area terbuka dilakukan pada beberapa titik lokasi. Titik koordinat yang sudah didapatkan kemudian dihitung luasnya dengan menggunakan program *quantum geographic information system* (qGIS).

### 3.4. Alat dan Bahan Penelitian

#### 3.4.1. Alat Penelitian

##### A. Peralatan survey

##### 1. *Global Positioning System* (GPS)

2. Meteran
3. Alat tulis
4. Kamera

B. Peralatan yang digunakan untuk pembuatan batu bata adalah :

1. Penghalus tongkol jagung.
2. Pengayak 60 mesh untuk mendapatkan ukuran butir.
3. Pengaduk, agar bahan-bahan yang penyusun batu bata dapat tercampur homogen.
4. Alat pencetak batu bata. Alat pencetak yang digunakan berukuran 5,5 cm x 5,5 cm x 5,5 cm.
5. Tungku pembakaran untuk pembakar batu bata (Gambar 1).
6. Satu set alat *compression test* (uji kuat tekan)
7. Oven

#### 3.4.2. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah:

1. Tanah lempung (*clay*) sebagai bahan utama pembuatan batu bata
2. Tongkol jagung yang sudah dihaluskan yang berfungsi sebagai bahan substitusi batu bata komposit
3. Air sebagai pelarut tanah lempung (*clay*) dan tongkol jagung

Berdasarkan penimbangan laboratorium, didapatkan berat tanah kering dengan cetakan yang berukuran 5,5cm x 5,5cm x 5,5cm adalah 250 gram. Pada Tabel 10 dapat dilihat perhitungan pemanfaatan bahan untuk pembentukan batu bata komposit yang dimanfaatkan dalam penelitian.

Tabel 10. Perhitungan Bahan Untuk Pembuatan Batu bata.

Perlakuan	Bahan			
	Tanah Lempung ( <i>clay</i> )		Tongkol Jagung	
	%	Gram	%	Gram
A	97,5	243,75	2,5	6,25
B	95	237,5	5	12,5
C	92,5	231,25	7,5	18,75
D	90	225	10	25
E	87,5	218,75	12,5	31,25

### 3.5. Pembuatan Batu Bata

#### 1. Persiapan Bahan Baku

Tanah lempung (*clay*) : tanah lempung (*clay*) diayak guna memisahkan kerikil ataupun sampah lainnya yang terikut.

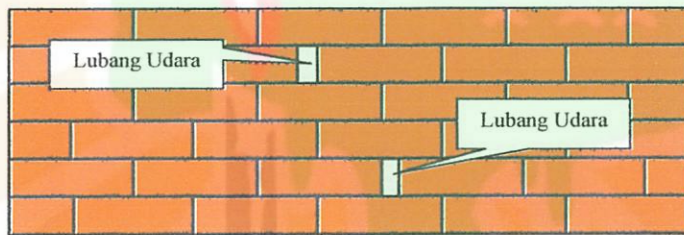
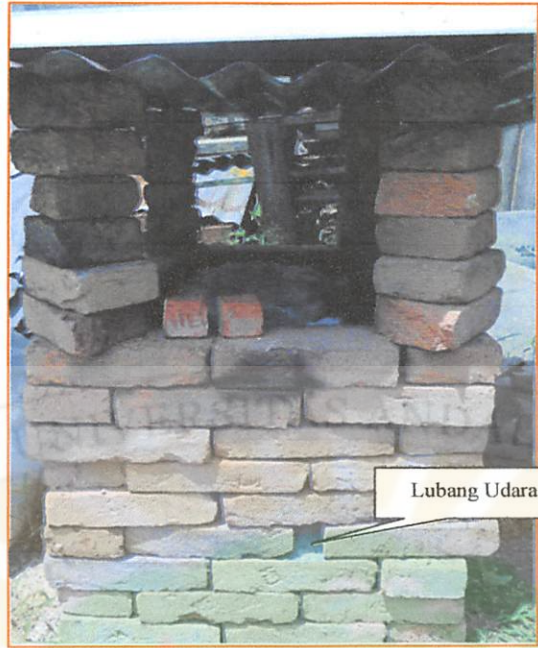
Tongkol jagung : tongkol jagung dihaluskan kemudian diayak untuk mendapatkan ukuran lolos 60 mesh dan tertahan 60 mesh

2. Pencampuran : dilakukan pencampuran tanah lempung (*clay*), tongkol jagung, dan air sesuai dengan komposisi yang sudah ditentukan.

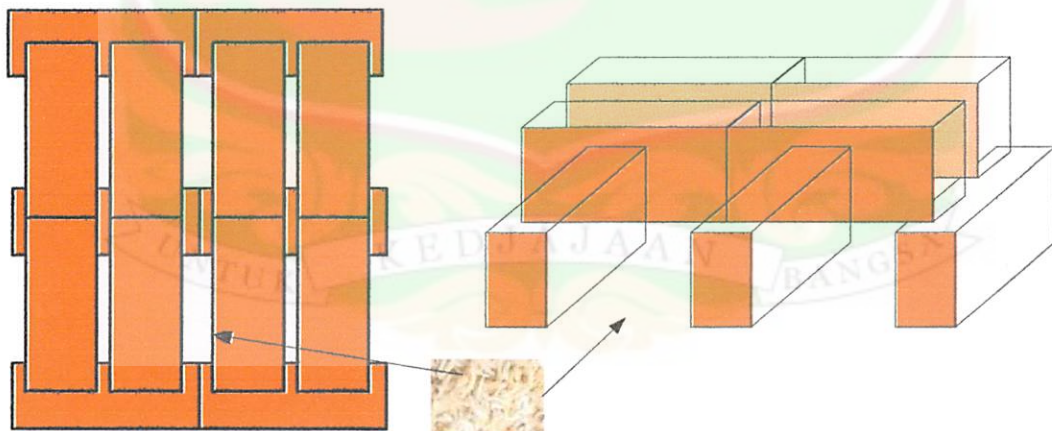
3. Pencetakan : tanah lempung (*clay*) yang sudah dicampurkan dengan tongkol jagung dicetak.

4. Penjemuran : bahan yang sudah di cetak diangin-anginkan (tidak terkena matahari langsung) hingga kering. Penjemuran ini dilakukan selama 14 hari.

5. Pembakaran : setelah dijemur, dilakukan pembakaran bahan pada suhu lebih kurang 600 °C selama 2 hari. Proses pembakaran dapat dilihat pada Gambar 1.



Disain Diding Tungku Pembakaran

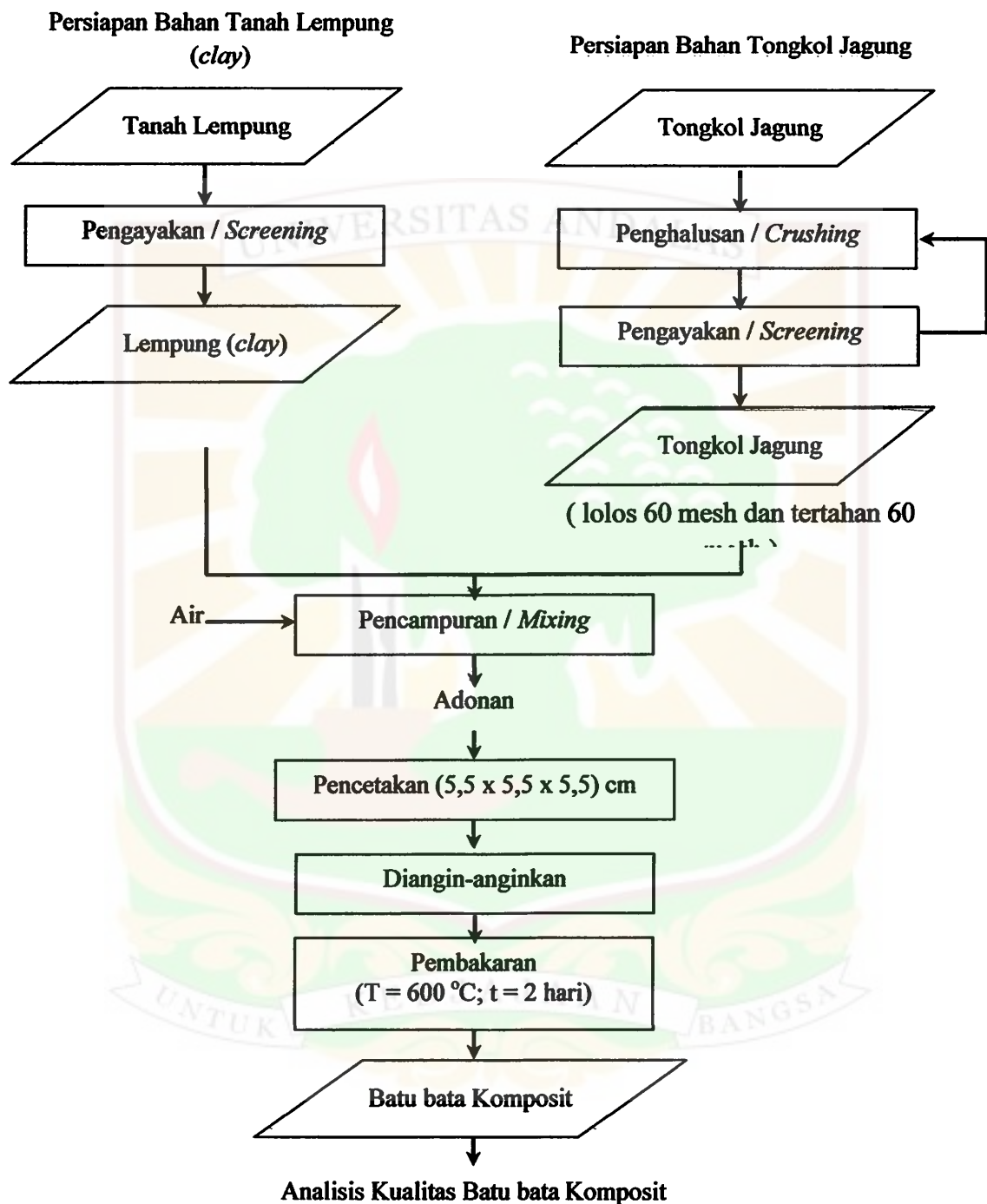


Disain Alas Tungku Pembakaran  
(Tampak Atas)

Disain Alas Tungku Pembakaran  
(Tampak Samping)

Gambar 1. Disain Proses Pembakaran Batu Bata

6. Pengujian : melakukan pengujian batu bata untuk daya serap air dan kuat tekan sesuai dengan SNI 15-2094, 1991.



Gambar 2. Bagan Alir Pembuatan Batu bata

### 3.6. Pengujian Batu Bata

#### A. Pengujian Kuat Tekan

Suatu benda padat apabila diberikan gaya eksternal, maka benda tersebut akan berusaha untuk melawan gaya eksternal tersebut dengan suatu gaya internal dari benda itu sendiri. Jika gaya yang diberikan tidak terlalu besar yang tidak melewati batas eksternal suatu benda, maka benda akan kembali ke bentuk semula (Van Flack, 1992).

Kuat tekan batu bata adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji batu bata hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan dari alat *universal Testing Machine* (UTM). Besarnya kuat tekan dapat dihitung melalui persamaan sebagai berikut (Miyaki Satoshi 1997) :

$$\text{Kuat Tekan} = \frac{F}{A}$$

Dimana :

F = Gaya Tekan (Kg)

A = Luas Penampang (cm<sup>2</sup>)

#### B. Pengujian Penyerapan Air

1. Batu bata di keringkan dengan menggunakan oven pada suhu 100 – 110°C selama 24 jam.
2. Batu bata ditimbang berat keringnya (a)
3. Direndam dalam air selama 24 jam, dikeluarkan dan ditimbang (b).

$$\text{Penyerapan air} = \{(b-a)/a\} \times 100\%$$

Keterangan : a = berat kering

b = berat setelah direndam selama 24 jam

### 3.7. Teknik Analisa Data

Analisa data dilakukan dengan membuat deskripsi data. Dari deskripsi data dapat dibuatkan tabel nilai kuat tekan dan daya serap air. Kemudian berdasarkan tabel tersebut dibuatkan grafik hubungan ukuran butir tongkol jagung terhadap nilai kuat tekan dan daya serap air. Selanjutnya dilakukan interpretasi dan pembahasan terhadap data dan grafik yang telah dibuat. Interpretasi dan pembahasan terhadap kualitas yang dihasilkan dilakukan dengan membandingkan data yang di dapat dari hasil pengujian dengan standar, SNI 15-2094, 1991.

### 3.8. Penurunan Laju Pemakaian Tanah

Pada penelitian ini, setelah didapatkan komposisi bahan yang optimal agar kualitas batu bata yang dihasilkan memenuhi standar SNI 15-2094, 1991, maka dapat di hitung berapa nilai pengurangan laju kerusakan tanah akibat eksploitasi tanah lempung (*clay*) pada industri batu bata di Nagari Aripin, Kabupaten Solok.

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **4.1 Gambaran Daerah Penelitian**

Lokasi penelitian yaitu di kawasan Industri Batu Bata Aripan. Secara administrasi lokasi penelitian ini berada di Nagari Aripan, Kecamatan X Koto Singkarak, Kabupaten Solok. Dari kota Solok, Nagari Aripan berjarak lebih kurang 10 km ke utara. Peta administrasi lokasi penelitian dapat dilihat pada Lampiran 3. Disekitar kawasan industri batu bata Aripan ini terdapat hutan reboisasi pinus dan juga sawah masyarakat. Kegiatan usaha industri batu bata diawali pada tahun 1987 dan berkembang pesat sejak tahun 1990. Kawasan industri batu bata Nagari Aripan ini bukan merupakan area yang diperuntukan untuk kegiatan pertanian, karena jenis tanahnya yang tidak subur (RPJM Nagari Aripan 2011 – 2016).

Sejak awal mulainya kegiatan industri batu bata pada tahun 1987 hingga sekarang, jumlah bedeng batu bata di Nagari Aripan ini yaitu lebih kurang 900 bedeng. Saat ini jumlah bedeng yang beroperasi lebih kurang 500 bedeng (RPJM Nagari Aripan 2011 – 2016). Berdasarkan hasil survey langsung ke lokasi kegiatan dan interview dengan perangkat nagari setempat, kapasitas produksi per bedengnya yaitu 40.000 buah hingga 180.000 buah batu bata per tahun.

Nagari Aripan sebagai daerah penghasil batu bata di Provinsi Sumatera Barat didukung oleh kualitas tanahnya yang cocok untuk pembuatan batu bata. Untuk dapat mendukung permintaan pasar terhadap batu bata daerah ini, maka proses eksploitasi tanah lempung (*clay*) terus dilakukan. Proses penggalian tanah

lempung (*clay*) dilakukan sehingga melampaui kemampuan tanah untuk membentuk struktur tanah kembali.

#### 4.2 Aspek Lingkungan

Industri batu bata merupakan industri yang memanfaatkan tanah sebagai bahan baku utama. Pemanfaatan tanah sebagai bahan baku pembuatan batu bata termasuk ke dalam penambangan bahan galian golongan C. Penambangan tanah tersebut dilakukan dengan cara penggalian tanah sehingga meninggalkan lubang galian. Kegiatan penambangan tanah ini juga dilakukan pada daerah perbukitan. Jika penambangan tanah pada area perbukitan maka akan dapat memberikan dampak peningkatan erosi tanah.

Di kawasan industri batu bata Arian, dengan beroperasinya lebih kurang 500 bedeng saat ini maka kebutuhan tanah per tahunnya yaitu lebih kurang 26.090 m<sup>3</sup>. Tingginya permintaan pasar membuat pelaku usaha untuk meningkatkan kapasitas produksinya. Sementara para pelaku usaha kurang menghiraukan dampak industri batu bata ini terhadap kerusakan lingkungan. Berdasarkan survey dan pengukuran langsung, di lokasi kegiatan terdapat ukuran kedalaman lubang yang bervariasi. Kedalaman lubang yang terbentuk akibat penambangan yaitu dua meter hingga delapan meter (Lampiran 1). Berikut dapat dilihat luas area terbuka akibat kegiatan penambangan tanah.

**Tabel 11. Luas Area Terbuka Di Beberapa Titik Lokasi Kegiatan Penambangan Tanah Lempung (*clay*) Di Nagari Aripin Kecamatan X Koto Singkarak, Kabupaten Solok**

No	Lokasi	Luas (m <sup>2</sup> )	Tinggi (m)	Volume (m <sup>3</sup> )
1.	I	85,55	3	256,65
2.	II	1212,08	4	4848,32
3.	III	247,43	8	1979,44
4.	IV	229,15	4	916,60
5.	V	135,79	3	407,37
6.	VI	987,29	4	3949,16
7.	VII	470,65	5	2353,25

Sumber : Hasil Pengukuran Pada Lokasi Penelitian dengan Menentukan Titik Koordinat Lokasi Menggunakan GPS (Koordinat Terlampir, Lampiran 2)

Berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 43 Tahun 1996 tentang Kriteria Kerusakan Lingkungan Bagi Usaha atau Kegiatan Penambangan Bahan Galian Golongan C Jenis Lepas Di Daratan maka lahan penambangan batu bata di Nagari Aripin ini telah tergolong rusak. Lampiran 1 Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 43 menyatakan bahwa kedalaman lubang untuk daerah pemukiman dan daerah industri lebih dalam 1 meter di atas muka air tanah pada musim hujan dinyatakan rusak. Atau berdasarkan Lampiran 2 Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 43 dinyatakan bahwa kedalaman lubang galian adalah jarak vertikal dari permukaan lahan hingga ke dasar lubang galian. Masalah ini menjadi kewajiban untuk mencari solusi pengelolaan lingkungan hidup yang bertolak kepada pilar pembangunan berkelanjutan. Seperti dinyatakan dalam Undang – undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, Pasal 67 menyatakan, “Setiap Orang Berkewajiban Memelihara Kelestarian Lingkungan Hidup serta Mengendalikan Pencemaran dan/atau Kerusakan Lingkungan Hidup”.

Rendahnya pengetahuan dan wawasan pelaku industri batu bata tentang pentingnya lingkungan menyebabkan mereka tidak memiliki kesadaran akan

pentingnya melakukan kegiatan berwawasan lingkungan untuk keberlanjutan sumberdaya alam. Lubang – lubang galian yang ditinggalkan menjadi lahan yang tidak produktif. Pada musim hujan lubang – lubang tersebut akan digenangi air yang potensial menjadi sumber penyakit karena menjadi sarang nyamuk.

#### 4.3 Pengendalian Kerusakan Lingkungan Akibat Industri Batu Bata

Kerusakan Lingkungan akibat penambangan tanah lempung (*clay*) pada industri batu bata menjadi dampak yang perlu dicarikan solusinya. Pengendalian terhadap kerusakan tanah ini dapat dilakukan dengan cara :

##### a. Pengendalian Dihulu

Pengendalian di hulu, yaitu dengan mencarikan bahan pengganti tanah untuk pembuatan batu bata. Penggantian ataupun substitusi tanah yaitu dengan menambahkan bahan lain sebagai bahan baku pembuatan batu bata. Penambahan bahan lain tersebut dapat berupa serat ataupun bahan – bahan lain yang memiliki fungsi yang sama atau bahkan meningkatkan kualitas batu bata. Berikut dapat dilihat beberapa bahan yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan substitusi tanah dalam pembuatan batu bata.

**Tabel 12. Beberapa Serat yang Dapat Dimanfaatkan Sebagai Bahan Substitusi Pembuatan Batu Bata.**

No	Nama Peneliti	Tahun	Jenis Bahan Substitusi	Jumlah Pemanfaatan (%)	Sumber
1	Hamdi	2008	Sekam Gergaji	10	Teknik sipil, Universitas Negeri Padang
2	Chee Ming Chan	2011	Serat nenas dan serat kelapa sawit	0,75	International Journal of Civil and Environmental Engineering 3 : 1.
3	Alfred Edvant Liemawan	2012	Ampas tebu	5	Teknik sipil, Universitas Negeri Malang

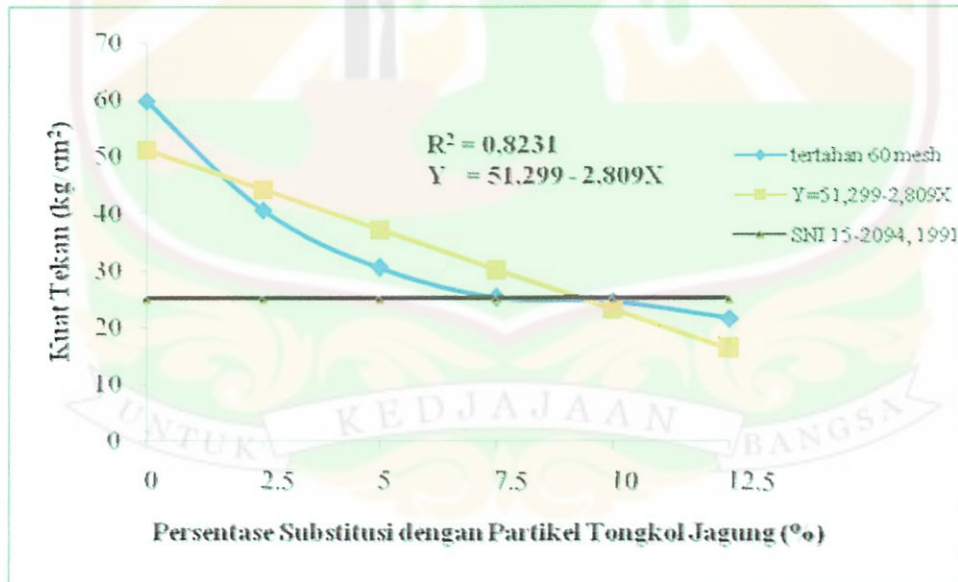
Pada penelitian yang dilakukan telah dicoba mensubstitusi tanah lempung (*clay*) bahan baku batu bata dengan tongkol jagung yang dihaluskan hingga lolos 60 mesh dan tertahan 60 mesh. Substitusi dilakukan mulai dari 2,5% sampai 12,5%. Hasil pengujian kuat tekan batu bata yang dibuat dengan bahan substitusi tongkol jagung dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Data Analisis Kuat Tekan Batu Bata

No	Jumlah Tongkol Jagung (%)	Kuat Tekan ( $\text{kg/cm}^2$ )	
		tertahan 60 mesh	lolos 60 mesh
1.	0	59,96	59,96
2.	2,5	40,62	59,38
3.	5	30,56	30,66
4.	7,5	25,30	35,78
5.	10	24,48	25,28
6.	12,5	21,54	30,68

SNI-0021,1978, kuat tekan minimum adalah  $25 \text{ kg/cm}^2$ .

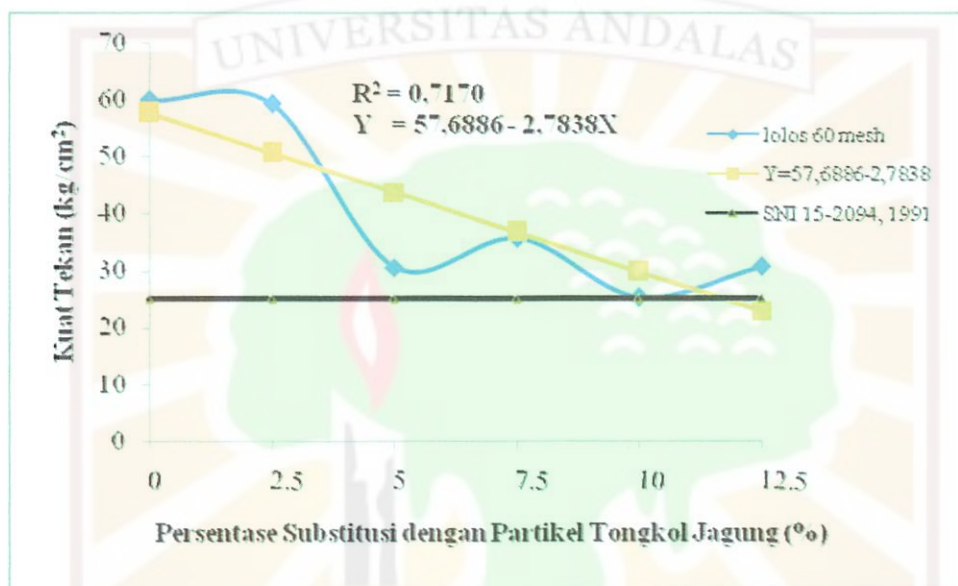
Dari tabel diatas didapatkan grafik pengaruh jumlah tongkol jagung terhadap kuat tekan batu bata.



Gambar 3. Grafik Hubungan % Tongkol Jagung tertahan 60 mesh terhadap Kuat Tekan Batu Bata

Berdasarkan SNI 15-2094, 1991 batu bata kelas 25 memiliki kuat tekan minimal  $25 \text{ kg/cm}^2$ . Gambar 3 menunjukkan bahwa, substitusi tongkol jagung

dengan ukuran butir tertahan 60 mesh dapat dilakukan hingga 7,5 % dimana masih menghasilkan batu bata kelas 25. Apabila substitusi serat tongkol jagung dinaikkan 10 % dan 12,5 % dengan ukuran butir tertahan 60 mesh menunjukkan bahwa nilai kuat tekan batu bata tidak memenuhi kuat tekan standar kualitas batu bata.



Gambar 4. Grafik Hubungan % Tongkol Jagung Lolos 60 mesh terhadap Kuat Tekan Batu Bata

Penambahan tongkol jagung dengan ukuran butir lolos 60 mesh, kuat tekan batu bata memenuhi standar SNI 15-2094, 1991 hingga penambahan serat 12,5 %. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan serat tongkol jagung dengan ukuran butir lolos 60 mesh hingga 12,5 % masih memenuhi mutu bata kualitas 25 sesuai dengan SNI 15-2094, 1991.

Berdasarkan Gambar 3 dan Gambar 4 (persamaan regresi) dapat diketahui bahwa substitusi partikel tongkol jagung pada pembuatan batu bata komposit berpengaruh negatif terhadap kuat tekan. Ini berarti kekuatan batu bata komposit

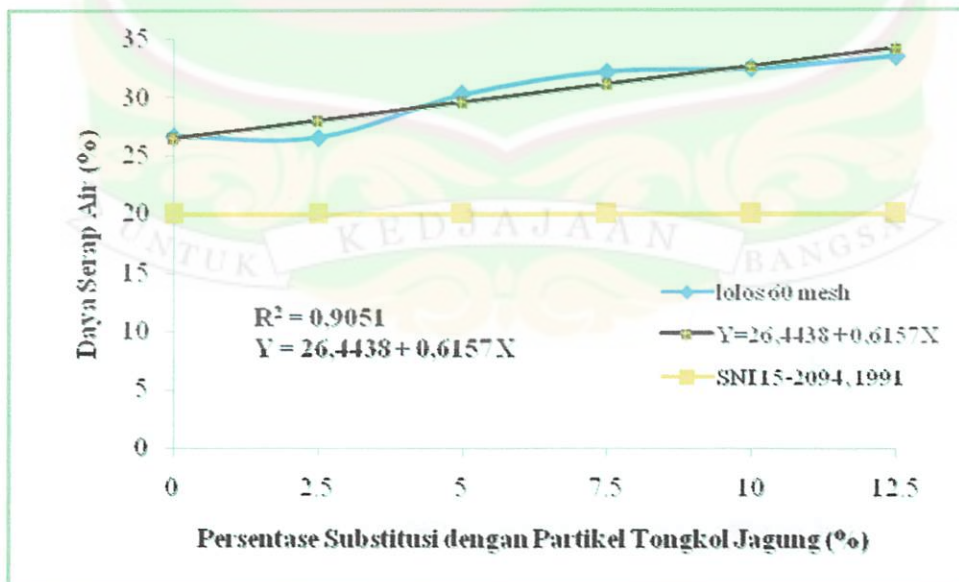
akan semakin berkurang dengan semakin ditingkatkannya jumlah substitusi tongkol jagung. Nilai kuat tekan yang dihasilkan dalam pengujian benda uji dipengaruhi oleh luas permukaan dan dimensi sampel uji.

Sifat batu bata yang penting juga adalah daya serap air. Pada penelitian di uji daya serap air batu bata yang disubstitusi tanah dengan partikel tongkol jagung sebanyak 2,5%, 5%, 7,5%, 10% dan 12,5% dengan ukuran partikel tertahan 60 mesh dan lolos 60 mesh. Hasil dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Data Analisis Daya Serap Air Batu Bata

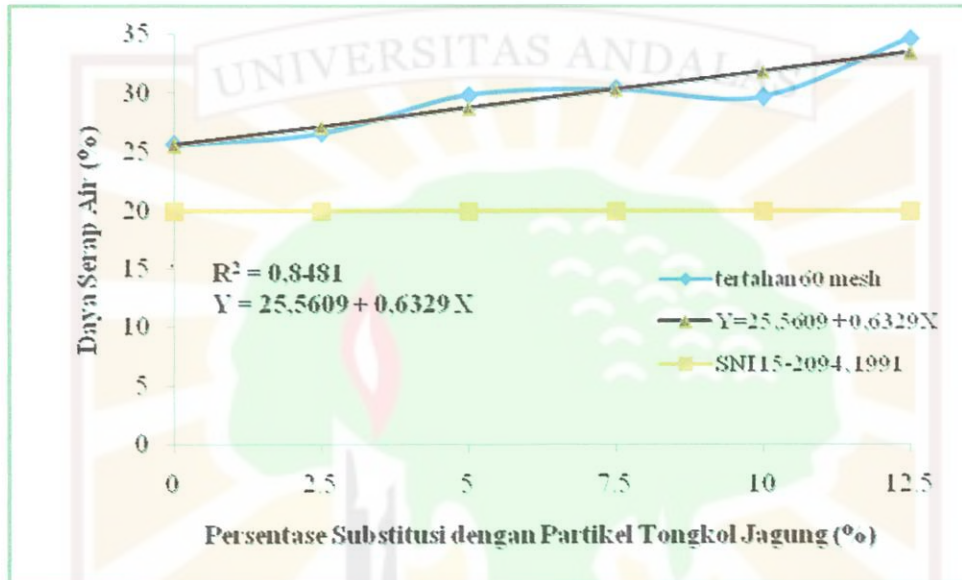
No	Jumlah Tongkol Jagung (%)	Daya Serap (%)	
		tertahan 60 mesh	lolos 60 mesh
1.	0	25,67	25,67
2.	2,5	26,62	26,58
3.	5	29,89	30,28
4.	7,5	30,40	32,22
5.	10	29,76	32,49
6.	12,5	34,76	33,51

Dari tabel diatas didapatkan grafik pengaruh jumlah tongkol jagung terhadap daya serap air batu bata.



Gambar 5. Grafik Hubungan % Tongkol Jagung lolos 60 mesh Terhadap Daya Serap Air Batu Bata

Gambar 5 menunjukkan daya serap air batu bata komposit untuk substitusi tongkol jagung dengan ukuran butir lolos 60 mesh melebihi standar mutu yang ditetapkan SNI 15-2094, 1991. Hal ini disebabkan karena sifat dari serat yang menyerap air.



Gambar 6. Grafik Hubungan % Tongkol Jagung tertahan 60 mesh Terhadap Daya Serap Air Batu Bata

Berdasarkan Gambar 6 didapat nilai daya serap tongkol jagung yang juga melebihi SNI 15-2094, 1991 untuk setiap persentase penambahan tongkol jagung. Jadi dapat diketahui bahwa penambahan serat tongkol jagung pada pembuatan batu bata meningkatkan daya serap air batu bata. Daya serap air didapatkan lebih dari 20%. Sementara daya serap air maksimal yang di perbolehkan berdasarkan SNI 15-2094, 1991 adalah 20%.

Daya serap air harus dikontrol untuk mencegah kehilangan air dari adukan yang digunakan. Dari Gambar 5 dan Gambar 6 (persamaan regresi) dapat diketahui bahwa substitusi partikel tongkol jagung pada pembuatan batu bata

komposit akan berpengaruh positif terhadap daya serap air. Hal ini berarti dengan ditingkatkannya jumlah penambahan partikel tongkol jagung pada pembuatan batu bata komposit, maka daya serap batu bata komposit terhadap air akan semakin meningkat. Untuk itu, pada pengerjaan tembok/dinding dengan daya serap air pada bata yang tidak sebanding dapat menimbulkan deferensial serta retak-retak. Untuk menyamakan daya serap air, batu bata yang mempunyai daya serap air tinggi perlu dilakukan perendaman dalam air terlebih dahulu sebelum dilakukan pemasangan (Rochadi.M., et.al, 2007). Agar bata komposit tongkol jagung ini dapat dimanfaatkan maka perlu dilakukan perendaman terlebih dahulu. Perendaman tersebut dimaksudkan agar tidak menurunkan kualitas struktural yang dihasilkan.

#### **b. Pengendalian Dihilir**

Pengendalian di hilir yaitu dengan melakukan pengelolaan setelah kegiatan berakhir. Pengendalian yaitu dengan melakukan konservasi dan rehabilitasi terhadap kawasan bekas penambangan tanah. Menurut Ananto Kusuma Seta (1987) pada dasarnya konservasi kerusakan tanah adalah penempatan setiap bidang tanah pada cara penggunaan yang sesuai dengan kemampuan tanah tersebut dan memperlakukannya sesuai dengan syarat-syarat yang diperlukan agar tanah tersebut tidak cepat rusak.

Pengendalian terhadap lahan bekas penambangan dapat dilakukan beberapa kegiatan reklamasi. Menurut Hidayat. R., et al (2006), model reklamasi yang dapat dilakukan pada area bekas penambangan tanah untuk industri batu bata yaitu:

### 1. Model Reklamasi Sistem Karung

Model reklamasi ini dilakukan dengan menutup lubang galian dengan karung-karung yang berisi campuran *top soil* tanah yang diambil dari daerah lain dengan pupuk kandang. Karung yang berisi tanah tersebut di lubangi.

### 2. Model Reklamasi Sistem Plot

Metode ini juga memanfaatkan campuran *top soil* dan pupuk kandang. *Top soil* dan pupuk kandang langsung di masukkan ke dalam area bekas galian guna memulihkan kesuburan tanah. Lahan yang akan dimanfaatkan dibersihkan, lalu digali sedalam 60 cm untuk pohon yang tinggi, 30 cm untuk perdu, 20 cm untuk rumput dan *ground cover*. Lubang-lubang tersebut berukuran lebar 40 cm, panjang 40 cm dengan kedalaman 40 cm untuk semai Jati, Mahoni, dan Akasia.

### 3. Model Reklamasi Pembelukaran

Pada sistem reklamasi model ini dilakukan dengan cara menggarap tanah bekas galian lalu ditanami dengan menggunakan tanaman pioneer yang mudah dalam perawatannya, contohnya kacang tonggak. Selain perawatannya mudah dan cepat tumbuh, jenis tanaman ini efektif dalam mengikat Nitrogen yang ada di udara untuk disimpan di dalam tanah, jadi tanah akan lebih cepat untuk merehabilitasi dirinya sendiri.

#### 4.4 Penurunan Laju Kerusakan Lingkungan dengan Adanya Substitusi Partikel Tongkol Jagung

Berdasarkan pengujian terhadap kualitas batu bata komposit tongkol jagung, maka dapat diketahui kualitas batu bata masih memenuhi standar SNI 15-2094, 1991 untuk mutu bata kualitas 25. Penambahan maksimal hingga 12,5 % serat masih dapat dilakukan untuk ukuran butir tongkol jagung lolos 60 mesh.

Diketahui berdasarkan survey, kebutuhan tanah lempung (*clay*) per tahunnya untuk bahan baku batu bata adalah 26.090 m<sup>3</sup>. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa tanah dapat disubstitusi dengan tongkol jagung hingga 12,5 % dengan ukuran butir tongkol jagung lolos 60 mesh. Jadi, dengan kebutuhan bahan baku 26.090 m<sup>3</sup> per tahunnya atau 70.704 kg per tahunnya, dibutuhkan 8.838 kg tongkol jagung.

Berikut dapat dilihat penurunan jumlah pemakaian tanah jika tanah lempung (*clay*) sebagai bahan utama pembuatan batu bata digantikan dengan serat tongkol jagung sebanyak 12,5 %.

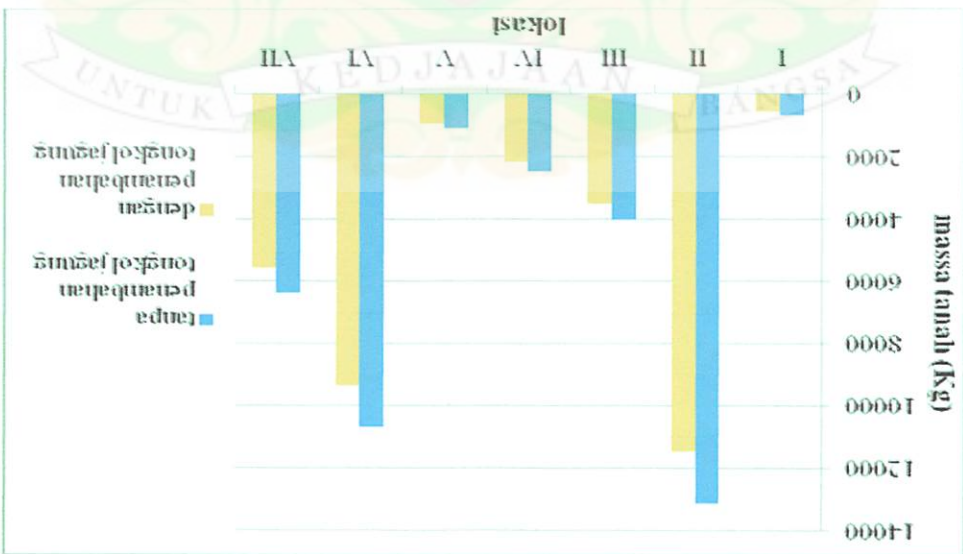
**Tabel 15. Pengurangan Pemakaian Tanah dengan Substitusi Tongkol Jagung**

No	Lokasi	Kedalaman (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Massa (kg)	Massa Tanah	Jumlah Pengurangan (kg)
					yang Dibutuhkan Jika Di Substitusi	
1.	I	3	256,65	695,52	608,58	86,94
2.	II	4	4848,32	13.138,95	11.496,58	1642,37
3.	III	8	1484,58	4.023,21	3.520,31	502,90
4.	IV	4	916,60	2.489,41	2.178,23	311,18
5.	V	3	407,37	1.103,97	965,97	138,00
6.	VI	4	3949,16	10.702,22	9.364,44	1337,78
7.	VII	5	2353,25	6.377,31	5.580,15	797,16

Jadi berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 43 Tahun 1996, salah satu yang menjadi parameter kerusakan lingkungan yang disebabkan oleh kegiatan penambangan bahan galian golongan c jenis lepas di daratan adalah kedalaman lubang galian yang ditimbulkan. Penambahan bahan substitusi tongkol jagung pada pembuatan batu bata di Nagari Aripan, maka pemakaian tanah lempung (*clay*) dapat dikurangi. Berkurangnya pemakaian tanah lempung (*clay*)

Berdasarkan data produksi jagung di Kabupaten Solok, asumsi 50% tongkol jagung dapat dimanfaatkan sebagai bahan substitusi. Ketersediaan tongkol jagung di Kabupaten Solok sebanyak 703 ton, dapat memenuhi kebutuhan bahan substitusi untuk pembuatan batu bata komposit. Dengan berkurangnya jumlah pemakaian tanah lempung (*clay*), maka kedalaman tanah akibat penambangan tanah untuk bahan baku pembuatan batu bata akan berkurang. Berikut dapat dilihat pengurangan kedalaman dengan penambahan 12,5% tongkol jagung pada pembuatan batu bata.

Gambar 7. Grafik Penurunan Pemakaian Tanah dengan Penambahan Tongkol Jagung untuk Pembuatan Batu Bata



tersebut akan mengurangi laju penambangan tanah lempung (*clay*), sehingga kedalaman lubang galian dapat dikurangi. Pada Tabel 16 dapat dilihat pengurangan kedalaman lubang galian.

**Tabel 16. Pengurangan Kedalaman Lubang Galian dengan Substitusi Tongkol Jagung 12,5% pada Pembuatan Batu Bata di Nagari Aripan**

No	Lokasi	Kedalaman (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Jumlah Pengurangan (m/thn)
1.	I	3	256,65	0,375
2.	II	4	4848,32	0,5
3.	III	8	1484,58	1
4.	IV	4	916,60	0,5
5.	V	3	407,37	0,375
6.	VI	4	3949,16	0,5
7.	VII	5	2353,25	0,625

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1. Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 43 Tahun 1996, kegiatan penambangan tanah yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan batu bata berdampak pada kerusakan tanah secara fisik. Kerusakan tanah akibat penambangan tanah di Nagari Aripan yaitu berupa terdapatnya lubang galian sedalam 2 meter hingga 8 meter. Berdasarkan KepMenLH No. 43 Th 1996, lampiran 1 menyatakan bahwa lubang galian bekas penambangan bahan galian golongan C jenis lepas daratan dengan kedalaman lebih dalam 1 meter di atas muka air tanah pada musim hujan dinyatakan rusak.
2. Pembuatan batu bata komposit dengan pencampuran tongkol jagung sebagai bahan komposit maka di dapatkan kualitas batu bata komposit dengan penambahan serat tongkol jagung lolos 60 mesh hingga 12,5 % masih memenuhi baku mutu batu bata kualitas 25 berdasarkan SNI 15-2094, 1991.
3. Berdasarkan penelitian maka di ketahui bahwa substitusi dengan ukuran butir tongkol jagung lolos 60 mesh didapatkan kualitas batu bata lebih baik dari pada ukuran butir tongkol jagung tertahan 60 mesh. Dapat dilihat dari nilai kuat tekan batu bata komposit dengan substitusi tongkol jagung lolos 60 mesh masih memenuhi SNI 15-2094, 1991 kualitas 25 hingga

substitusi 12,5%. Sedangkan untuk bata komposit dengan substitusi tongkol jagung tertahan 60 mesh, kuat tekan batu bata hanya memenuhi SNI 15-2094, 1991 kualitas 25% hingga penambahan serat 7,5%.

4. Substitusi partikel tongkol jagung sebanyak 12,5% dapat mengurangi kedalaman lubang galian pada penambangan tanah lempung (*clay*) untuk pembuatan batu bata. Pengurangan kedalaman lubang galian dapat dilihat pada tabel berikut.

No	Lokasi	Kedalaman (m)	Volume (m <sup>3</sup> )	Jumlah Pengurangan (m/thn)
1.	I	3	256,65	0,375
2.	II	4	4848,32	0,5
3.	III	8	1484,58	1
4.	IV	4	916,60	0,5
5.	V	3	407,37	0,375
6.	VI	4	3949,16	0,5
7.	VII	5	2353,25	0,625

## 5.2. Saran

Berdasarkan hasil dan kesimpulan penelitian maka peneliti menyarankan:

1. Dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan ukuran butir dan jumlah pemakaian butir tongkol yang optimal dengan ukuran batu bata sesuai dengan SNI 15-2094, 1991.
2. Dilakukan pengujian terhadap ketahanan terhadap getaran, karena mengingat Sumatera Barat merupakan wilayah rawan bencana alam seperti gempa.
3. Perlu adanya kerjasama petani batu bata dengan para pihak terkait, terutama Dinas Energi Sumberdaya Mineral (ESDM) dan Badan Lingkungan Hidup dalam rangka konservasi lahan bekas galian

## DAFTAR PUSTAKA

- Adi, S. 2003. Degradasi Tanah Pertanian Indonesia. <http://www.sinar-tani-online.co.id>.
- Alfred Edvant Liemawan, 2012. "Rekayasa Batu Bata Ringan dengan Tambahan Campuran Ampas Tebu dan Pengujiannya", Teknik Sipil, Universitas Negeri Malang.
- Ananto Kusuma Seta, 1987. "Konservasi Sumberdaya Tanah dan Air" Kalam Mulia, Jakarta
- Chee-Ming Chan, 2011. "*Effect of Natural Fibres Inclusion in Clay Bricks: Physico – Mechanical Properties*", International Journal of Civil and Environmental Engineering 3 : 1.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1987. Bata Merah Sebagai Bahan Bangunan (NI-10-1978). Bandung : Yayasan Lembaga Pendidikan Bangunan.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1987. Mutu dan Uji Bata Merah Pejal (SII-0021-1978). Bandung : Yayasan Lembaga Pendidikan Bangunan.
- Firmansyah, M. A. 2003. Resiliensi tanah terdegradasi. Makalah pengantar falsafah sains. IPB
- Gibson R.F, 1994. "*Principles of Composite Material Mechanics*", McGraw-Hill, 1994.
- Hamdi, 2008. "Optimasi Ukuran Butir Terhadap Sifat Fisis Batu Bata Komposit dengan Bahan Penguat Serat Kayu Penggergajian", Padang, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Negeri Padang.
- Hartomo, Anton J, 1994. "Mengenal Keramik Modern". Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- Hartono, 1990. "Teknologi Bahan Bangunan Bata dan Genteng". Balai Penelitian Keramik, UGM.
- Hidayat R., Indriastuti M, Syafrina F, Arismawati, Sembodo, 2006. "Model Reklamasi Lahan Kritis Pada Area Bekas Penggalian Batu Bata", Universitas Gajah Mada, Yogyakarta
- I Ketut Sudarsana, Ida Ayu Made Budiwati, Yohanes Angga Wijaya, 2011. "Karakteristik Batu Bata Tanpa Pembakaran, Terbuat dari Abu Sekam dan Serbuk Batu Tabas", Jurnal Ilmiah Teknik Sipil, vol 15, no 1.
- Ismunandar, 2003. "Biokomposit, Komposit Hijau untuk Bahan Otomotif" dikutip dari Koran Kompas, terbitan senin, 6 Oktober 2003 hal 10.

**Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 43 Tahun 1996 tentang Kriteria Kerusakan Lingkungan Bagi Usaha atau Kegiatan Penambangan Bahan Galian Golongan C Jenis Lepas di Daratan.**

**Koswara. J, 1991. "Budidaya Jagung". Institut Pertanian Bogor, Bogor.**

**Lal,R., and B.A. Stewart, 2000. "Soil Degradation". Springer, New York.**

**Latifah, S, 2003. "Kegiatan Reklamasi Tanah pada Bekas Tambang" Tesis USU. Program Kehutanan. Jurusan Manajemen Hutan. Universitas Sumatera Utara.**

**Mahfuz, 2003. "Peningkatan Produktifitas Lahan Kritis untuk Pemenuhan Pangan Melalui Usaha Tani Konservasi". Makalah Falsafah Sains, IPB, Bogor.**

**Mawardi, muhjidin, 2012, "Rekayasa Konservasi Tanah dan Air", Bursa Ilmu, Yogyakarta.**

**Mazen N. Al-Amaireh, 2009. "Production of Fire-Clay Refractory Brick from Local Materials". European Journal of Scientific Research. Vol 26 No.3 : 386-392**

**Muhardi, Reni Suryanita, dan Alsaidi, "Perbaikan Karakteristik Batu Bata Lempung dengan Penambahan Abu Terbang", Jurnal Teknik Sipil, vol 7, no 2, Februari 2007 : 165 - 179.**

**Muslim Kasim, 2012. "Kebutuhan Bibit Jagung Sumbar Meningkatkan" Antara News, 11 Desember 2012**

**Nagari Aripan, Rencana Pembangunan Jangka Menengah (RPJM) Nagari Aripan 2011 – 20016.**

**PU, 1991. SNI 15-2094, 1991 tentang Bata Merah Pejal, Jakarta**

**Raheem, A.A, and D.A. Adesanya, 2011. "A Study of Thermal Conductivity of Corn Cob Ash Blended Cement Mortar". Pacific Journal of Science and Technology. 12(2):106-111**

**Rochadi. M, Gunarsa, 2007. "Kualitas Bata Merah dari Pemanfaatan Tanah Bantaran Sungai Banjir Kanal Timur", Wahana Teknik Sipil Vol. No. 1, April 2007.**

**Rosmiati, 2008. "Pemanfaatan Limbah Bahan Buangan (Limbah) Tongkol Jagung Untuk Pembuatan Furfural dengan Metode Distilasi", repository.usu.ac.id.**

**Stocking, M. 2000, "Soil Errosion and Land Degradation In Environmental Science for Environmental Management". Second Edition. Edited by Timothy D'riordan. University of East Anglia. Norwich, England.**

**Suprpto,H.S dan Rasyid,M.S, 2000. “Bertanam Jagung”. Penebar Swadaya, Jakarta.**

**Suripin, 2001, ”Pelestarian Sumber Daya Tanah dan Air”, Andi Offset, Yogyakarta.**

**Undang-undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.**

**Van Flack,1992. “Ilmu dan Teknologi Bahan (Ilmu Logam dan Bukan Logam)”, Edisi ke Lima, Erlangga.**

**Zubachtirodin, M.S. Pabbage, dan Subandi, Wilayah Produksi dan Potensi Pengembangan Jagung**





**PEMERINTAH KABUPATEN SOLOK**  
**KECAMATAN X KOTO SINGKARAK**  
**WALI NAGARI ARIPAN**

Alamat : Samp Lap Hijau Data Bungo Aripan

Kode Pos 27351

**SURAT KETERANGAN**

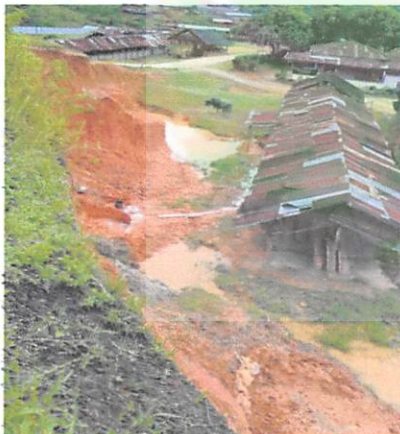
Nomor: 05 /WN-Arp/2013.

Yang bertanda tangan dibawah ini Wali Nagari Aripan Kecamatan X Koto Singkarak Kabupaten Solok, dengan ini menerangkan dengan sebenarnya bahwa **RAHMA WIRNI** mahasiswa Program Studi Ilmu Lingkungan, Pascasarjana Universitas Andalas telah selesai melakukan penelitian di Nagari Aripan Kecamatan X Koto Singkarak Kabupaten Solok pada bulan Desember 2012 sampai dengan Januari 2013, dengan judul penelitian “ **Pembuatan Batu Bata Komposit dengan Bahan Substitusi Tongkol Jagung guna Mengurangi Laju Kerusakan Tanah akibat Penambangan Tanah sebagai Bahan Baku Pembuatan Batu Bata**”

Demikian surat keterangan ini diberikan untuk bahan seperlunya agar dapat dipergunakan sebagaimana semestinya.



## Lampiran



Gambar Lubang Galian Penambangan Tanah sebagai Bahan Baku Pembuatan Batubata (berdasarkan survey ke industri batu bata Nagari Aripan, Kabupaten Solok).

**Lampiran 3.**  
**Koordinat Beberapa Lokasi Area Terbuka**

Lokasi	S	E	Luas (m <sup>2</sup> )
I	00° 42' 19,8"	100° 37' 45,2"	85,5
	00° 42' 19,9"	100° 37' 45,0"	
	00° 42' 19,5"	100° 37' 44,9"	
	00° 42' 19,4"	100° 37' 45,1"	
II	00° 42' 20,6"	100° 37' 45,3"	1.212,08
	00° 42' 20,6"	100° 37' 45,8"	
	00° 42' 17,7"	100° 37' 45,4"	
	00° 42' 17,6"	100° 37' 45,0"	
	00° 42' 18,8"	100° 37' 45,1"	
III	00° 41' 32,8"	100° 37' 48,7"	237,43
	00° 41' 32,2"	100° 37' 49,2"	
	00° 41' 32,6"	100° 37' 49,0"	
	00° 41' 32,4"	100° 37' 48,3"	
IV	00° 41' 39,3"	100° 37' 57,3"	229,15
	00° 41' 39,6"	100° 37' 57,4"	
	00° 41' 38,4"	100° 37' 57,7"	
	00° 41' 38,9"	100° 37' 57,8"	
V	00° 41' 37,9"	100° 37' 56,4"	135,79
	00° 41' 38,7"	100° 37' 55,8"	
	00° 41' 38,6"	100° 37' 55,7"	
	00° 41' 37,8"	100° 37' 56,3"	
VI	00° 41' 32,7"	100° 37' 49,3"	987,29
	00° 41' 32,5"	100° 37' 48,4"	
	00° 41' 33,7"	100° 37' 48,5"	
	00° 41' 34,1"	100° 37' 49,2"	
VII	00° 41' 39,9"	100° 37' 48,5"	470,65
	00° 41' 39,7"	100° 37' 49,2"	
	00° 41' 39,4"	100° 37' 48,2"	
	00° 41' 38,7"	100° 37' 48,9"	



# PETA SOSIAL NAGARI ARIPAN



KODYA SOLOK

## KETERANGAN

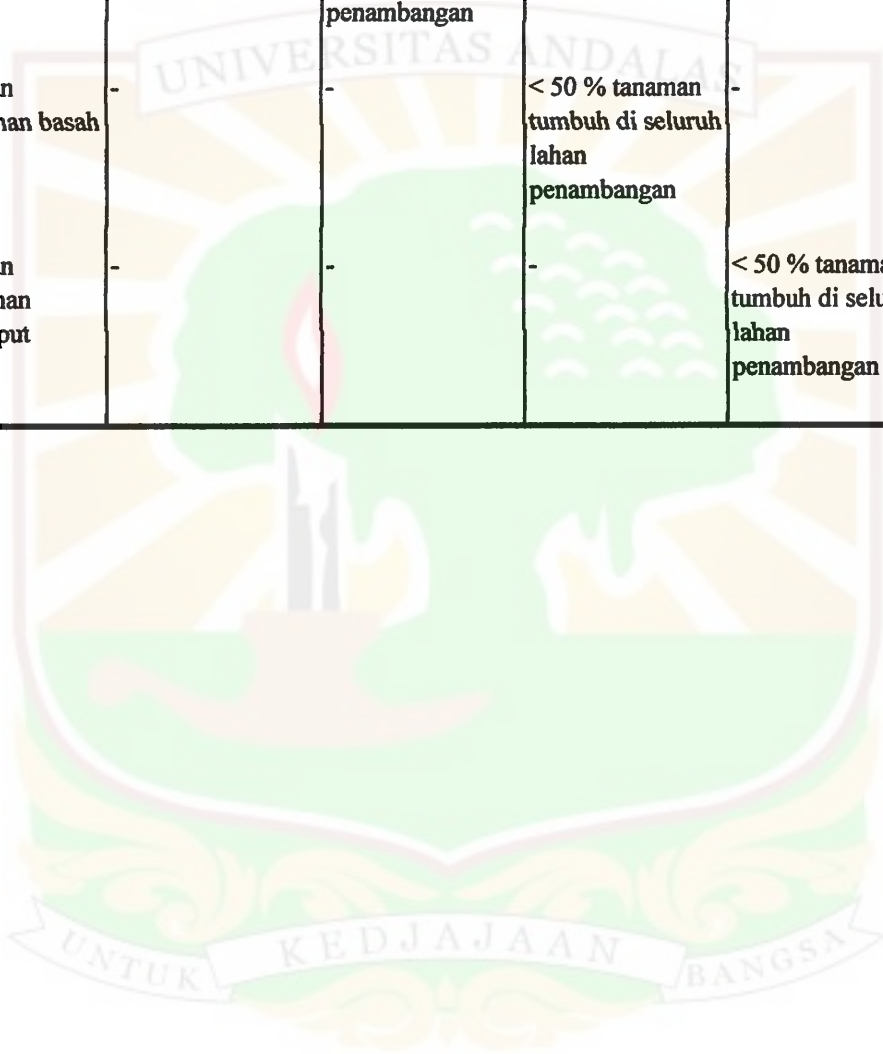
- |                              |                 |                    |
|------------------------------|-----------------|--------------------|
| : JL. KABUPATEN              | : SAWAH         | : PUSTU            |
| : BATAS JORONG               | : KAWASAN HUTAN | : GD PEMERINTAHAN  |
| : JL. NAGARI                 | : GEDUNG SLTP   | : JLN. PNP         |
| : KANTOR WALI NAGARI         | : GEDUNG SD     | : SUMUR WSLIC      |
| : MASJID                     | : JEMBRAN       | : JLN/JEMBRAN P2KP |
| : KAWASAN INDUSTRI BATU BATA | : EMBUNG        | : JLN LINGKUNGAN   |
| : BALAI ADAT                 |                 | : PEMUKIMAN        |

**LAMPIRAN I****KEPUTUSAN MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP  
NO. 43 TAHUN 1996 TANGGAL 25 OKTOBER 1996****Kriteria Kerusakan Lingkungan Bagi Usaha atau Kegiatan  
Penambangan Bahan Galian Golongan C Jenis Lepas di Daratan**

ASPEK FISIK DAN HAYATI LINGKUNGAN	PERUNTUKAN			
	PEMUKIMAN DAN DAERAH INDUSTRI	TANAMAN TAHUNAN	TANAMAN PANGAN LAHAN BASAH	TANAMAN PANGAN LAHAN KERING DAN PETERNAKAN
<b>1. TOPOGRAFI</b>				
<b>1.1. Lubang Galian</b>				
a. Kedalaman	lebih dalam 1m di atas muka air tanah pada musim hujan	Melebihi muka air tanah pada musim hujan	Lebih dari 10cm di bawah muka air tanah pada musim hujan	Melebihi muka air tanah pada musim hujan
b. Jarak	< 5 meter dari batas SIPD	< 5 meter	< 5 meter	< 5 meter
<b>1.2. Dasar Galian</b>				
a. Perbedaan relief dasar galian	> 1 meter	> 1 meter	> 1 meter	> 1 meter
b. Kemiringan dasar galian	> 8 %	> 8 %	> 8 %	> 8 %
<b>1.3. Dinding Galian</b>				
a. Tebing teras	Tinggi > 3 meter	Tinggi > 3 meter	Tinggi > 3 meter	Tinggi > 3 meter
b. Dasar teras	Lebar < 6 meter	Lebar < 6 meter	Lebar < 6 meter	Lebar < 6 meter
<b>2. TANAH</b>				
Tanah yang dikembalikan sebagai penutup	< 25 cm	< 50 cm	< 25 cm	< 25 cm

### 3. VEGETASI

3.1. Tutupan tanaman budidaya	< 20 % tanaman tumbuh di seluruh lahan penambangan	-	-	-
3.2. Tutupan tanaman tahunan	-	< 50 % tanaman tumbuh di seluruh lahan penambangan	-	-
3.3. Tutupan tanaman lahan basah	-	-	< 50 % tanaman tumbuh di seluruh lahan penambangan	-
3.4. Tutupan tanaman lahan kering/rumput	-	-	-	< 50 % tanaman tumbuh di seluruh lahan penambangan



**LAMPIRAN II**  
**KEPUTUSAN MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP**  
**NO. 43 TAHUN 1996 TANGGAL 25 OKTOBER 1996**

**PENJELASAN TEKNIS DAN TATA CARA PENGUKURAN KRITERIA**  
**KERUSAKAN LINGKUNGAN BAGI USAHA ATAU KEGIATAN**  
**PENAMBANGAN BAHAN GALIAN GOLONGAN C JENIS LEPAS DI**  
**DATARAN**

**1. TOPOGRAFI**

Topografi adalah gambaran bentuk tiga dimensi dari permukaan bumi, yaitu : keadaan yang menggambarkan permukaan bumi terutama mengenai keadaan tinggi rendahnya, yang meliputi sungai, lembah, pegunungan, dataran, kota, jalan kereta api, bendungan dan lain-lainnya.

Bentuk akhir Topografi lahan bekas penambangan merupakan salah satu faktor yang menentukan kemampuan/daya dukung lahan bekas penambangan bagi suatu peruntukan aspek-aspek Topografi yang dijadikan indikator daya dukung lahan bekas penambangan adalah :

1. Lubang galian
2. Dasar galian
3. Dinding galian

**1.1. Lubang galian**

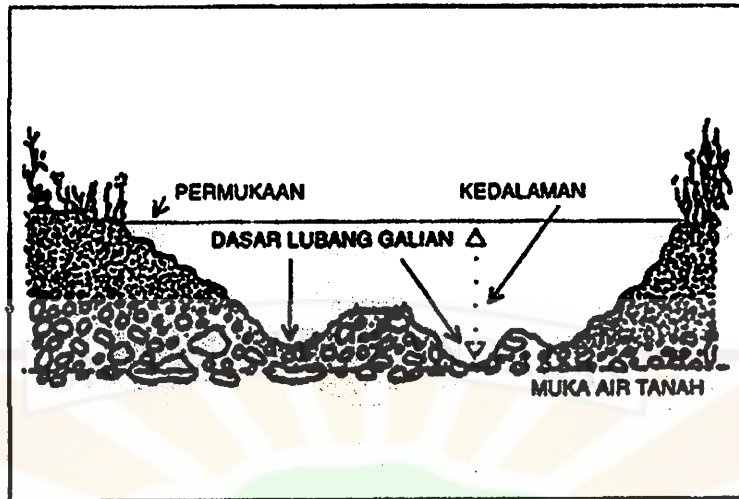
Lubang galian adalah lubang yang terbentuk akibat penambangan galian golongan C.

Parameter lubang galian yang digunakan dalam penilaian kerusakan lahan bekas penambangan ini adalah :

**a. Kedalaman**

Kedalaman lubang galian adalah jarak vertikal dari permukaan lahan hingga ke dasar lubang galian. Permukaan disini adalah permukaan awal pada tepi lubang atau garis lurus yang menghubungkan tepi galian sebelum ada galian, sedangkan dasar galian adalah lubang galian yang terdalam.

Pengukuran kedalaman lubang galian dilakukan dengan mengukur jarak dari permukaan awal dengan dasar lubang terdalam (lihat Gambar 1)



GAMBAR 1. KEDALAMAN LUBANG GALIAN

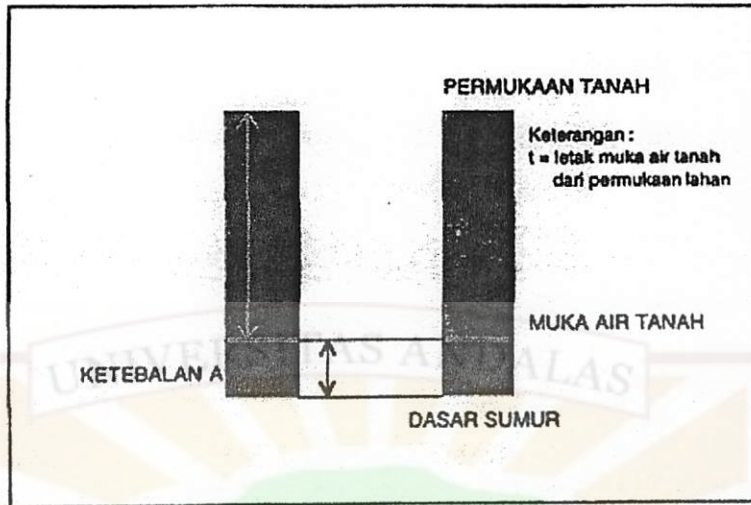
Pemantauan batas kedalaman lubang galian ini dapat dilakukan secara reguler sepanjang periode penambangan.

Penentuan batas kedalaman galian yang ditolelir untuk setiap peruntukan lahan ditentukan oleh letak muka air tanah.

Muka air tanah adalah batas lapisan tanah yang jenuh air dengan lapisan tanah yang belum jenuh air. Letak lapisan ini bervariasi tergantung pada tempat dan keadaan musim. Di daerah dataran rendah muka air tanah umumnya dangkal, sedangkan di daerah yang lebih tinggi letak muka air tanah lebih dalam. Pada musim penghujan letak muka air tanah biasanya lebih dangkal dibandingkan dengan musim kemarau.

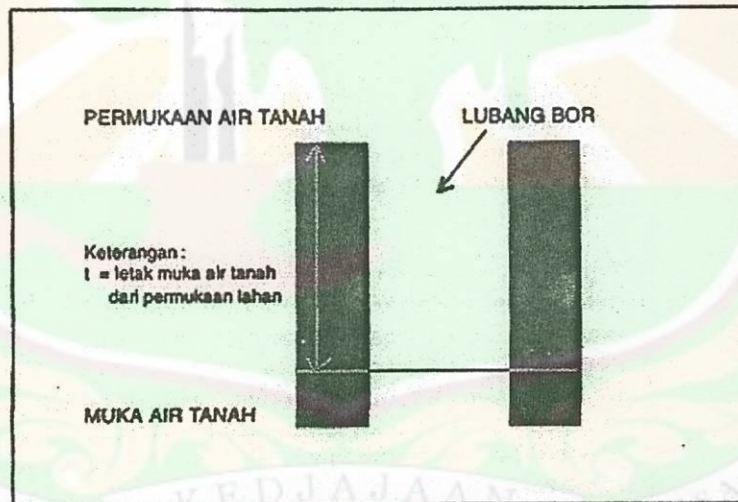
Pengukuran letak muka air tanah dapat diketahui dengan mengamati sumur gali dan sumur pemboran. Letak muka air tanah ditunjukkan oleh permukaan air sumur gali.

Cara pengukuran letak muka air tanah adalah dengan mengukur jarak permukaan air pada sumur gali permukaan lahan (lihat Gambar 2)



GAMBAR 2. PENGUKURAN MUKA AIR TANAH DENGAN SUMBER GALIAN

Pengukuran untuk muka air tanah dari pemboran pada prinsipnya menyerupai pengukuran sumur galian (lihat Gambar 3)



GAMBAR 3. PENGUKURAN MUKA AIR TANAH DENGAN PEMBORAN

Batas kedalaman lubang galian selalu ditentukan oleh letak muka air tanah karena adanya persyaratan minimal yang harus dipenuhi untuk kelayakan dan keberhasilan setiap peruntukan lahan yang telah ditetapkan. Areal-areal yang memenuhi persyaratan kelayakan bagi peruntukan pemukiman/industri adalah areal-areal yang bebas banjir dan masih dapat menyerap air sehingga

permukaan tanahnya tetap kering. Sehubungan dengan hal tersebut, maka kedalaman galian bagi areal seperti ini dibatasi minimum 1 m di atas muka air tanah pada musim penghujan.

Persyaratan lahan bagi peruntukan tanaman tahunan adalah areal yang berdrainase baik, minimum sebatas wilayah perakaran tanaman tahunan. Sehubungan dengan hal tersebut maka kedalaman galian bagi areal seperti ini dibatasi minimum mencapai letak permukaan air tanah dimusim hujan. Dengan adanya pengembalian tanah penutup ke permukaan lahan bekas tambang, maka persyaratan minimal bagi perkembangan perakaran tanaman tersebut akan terpenuhi.

Persyaratan lahan bagi peruntukan tanaman pangan lahan basah adalah areal berdrainase buruk tetapi sewaktu-waktu harus dapat dikeringkan. Sehubungan dengan hal tersebut maka kedalaman galian bagi areal seperti ini dibatasi minimum 10 cm di bawah permukaan air tanah dimusim hujan. Dengan adanya pengembalian tanah penutup ke permukaan lahan bekas tambang, maka persyaratan minimal bagi perkembangan perakaran tanaman tersebut akan terpenuhi.

Persyaratan lahan bagi peruntukan tanaman pangan lahan kering/ peternakan adalah areal berdrainase baik, minimum sebatas areal perakaran. Sehubungan dengan hal tersebut maka kedalaman galian bagi areal seperti ini dibatasi minimum mencapai letak permukaan air tanah dimusim hujan. Dengan adanya pengembalian tanah penutup ke permukaan lahan bekas tambang, maka persyaratan minimal bagi perkembangan perakaran tanaman tersebut akan terpenuhi.

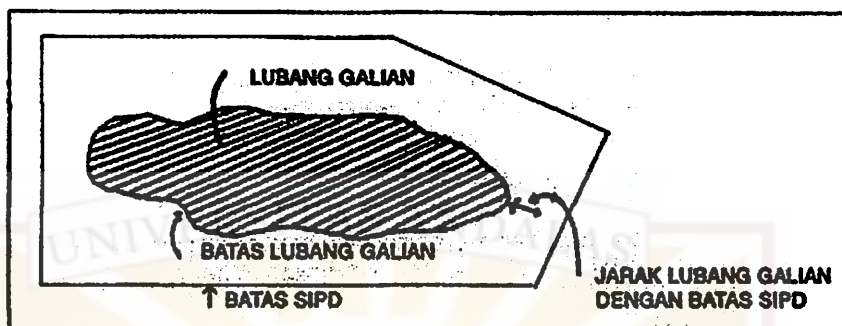
#### **b. Jarak**

Yang dimaksud dengan jarak adalah jarak antara titik terluar lubang dengan titik terdekat dari batas SIPD. Pengukuran dapat dilakukan dengan mengukur jarak kedua titik tersebut. Jarak lubang galian dari batas SIPD merupakan zona penyangga agar lahan di luar batas SIPD tidak terganggu oleh kegiatan penambangan. Dalam hal ini jarak minimal 5 m dari batas SIPD merupakan batas aman untuk bahan galian lepas sehingga kegiatan tersebut tidak mengganggu areal diluar SIPD.

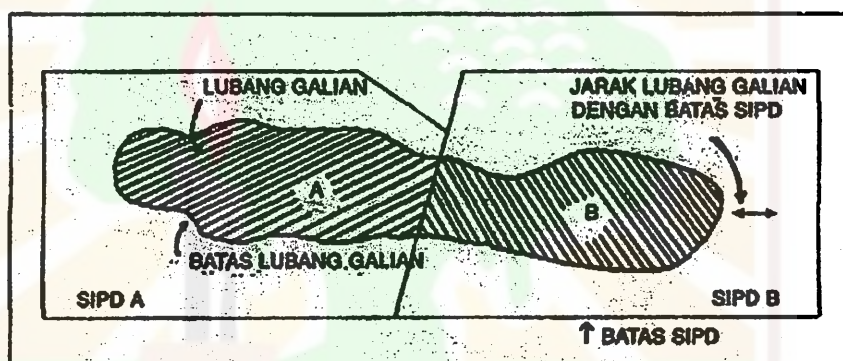
Pemantauan untuk pengamatan jarak lahan galian dari batas SIPD ini dapat dilakukan secara reguler sepanjang periode penambangan.

Jika ada dua atau lebih SIPD yang berdampingan maka jarak lubang galian dimasing-masing SIPD dapat mencapai batas SIPD yang berdampingan/

bersinggungan, sedangkan jarak lubang galian pada batas SIPD yang tidak berdampingan/bersinggungan minimal 5 (lima) meter dari batas SIPD (Gambar 4b).



GAMBAR 4a. JARAK GALIAN DENGAN BATAS LAHAN PENAMBANGAN



GAMBAR 4b. JARAK GALIAN DENGAN BATAS LAHAN PENAMBANGAN YANG BERSINGGUNGAN

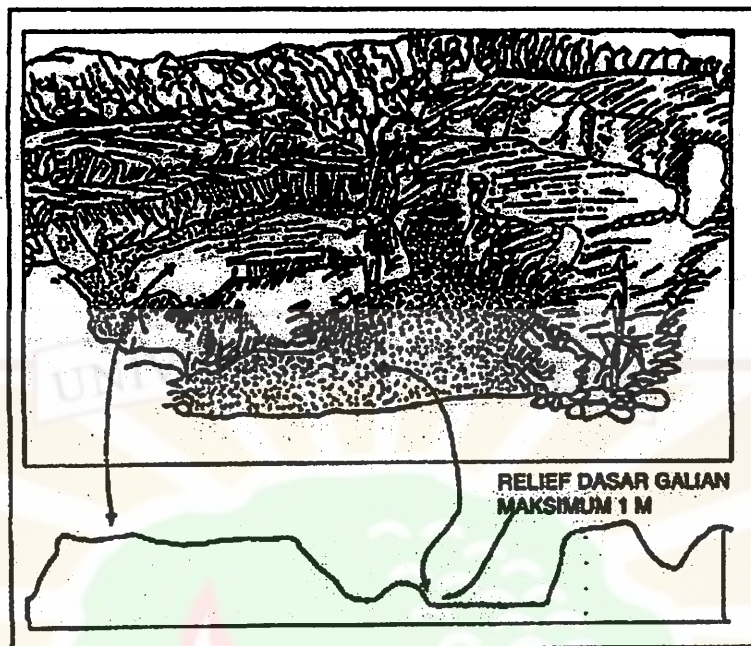
## 1.2. Dasar Galian

Dasar galian adalah permukaan dasar lubang galian. Parameter Dasar galian ada 2(dua), yaitu :

### a. Perbedaan Relief Dasar Galian

Permukaan dasar lubang galian umumnya tidak pernah rata, karena selalu terdapat tumpukan atau ongkongan material sisa galian.

Perbedaan relief dasar galian adalah perbedaan ketinggian permukaan ongkongan/tumpukan tersebut dengan permukaan dasar galian disekitarnya. Pengukuran dilakukan dengan mengukur kedua permukaan tersebut (lihat Gambar 5)



**GAMBAR 5. SKETSA RELIEF DASAR GALIAN**

Pemantauan perbedaan relief dasar galian dapat dilakukan sepanjang periode penambangan, tetapi penentuan perbedaan relief akhir dasar galian hanya dapat ditentukan pada akhir masa penambangan. Adanya tumpukan tersebut akan menyulitkan pemanfaatan lahan, sesuai dengan peruntukannya, karena itu toleransi yang diberikan untuk perbedaan relief tersebut dibatasi maksimum 1 m.

Tumpukan yang kurang dari 1 m relatif mudah diratakan/disiapkan sehingga tidak menyulitkan dalam penyiapan untuk pemanfaatan lahan selanjutnya.

#### **b. Kemiringan Dasar Galian**

Kemiringan lahan merupakan salah satu faktor yang menentukan daya dukung lahan bagi suatu peruntukan. Persyaratan kelayakan lahan untuk pemukiman/industri adalah tidak lebih dari 8% sehingga untuk peruntukan tersebut kemiringan dasar galian dibatasi maksimum 8%. Persyaratan kelayakan lahan untuk tanaman tahunan adalah tidak lebih dari 15% sehingga untuk peruntukan tersebut kemiringan dasar galian dibatasi maksimum 15%.

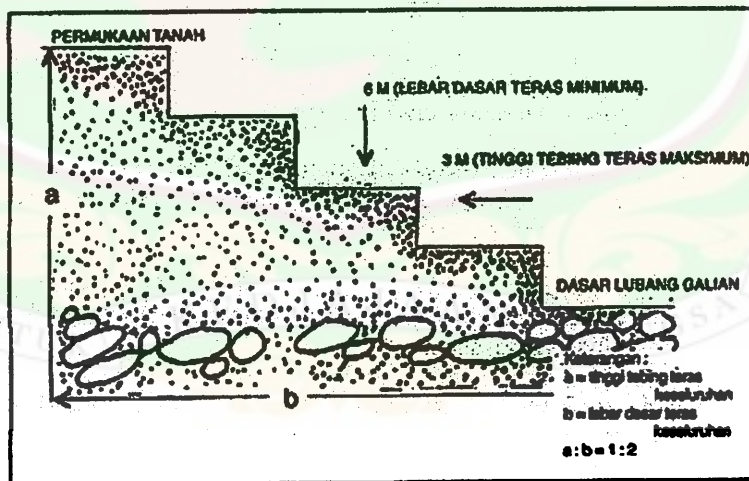
Persyaratan kelayakan lahan untuk lahan basah adalah tidak lebih dari 3% sehingga untuk peruntukan tersebut kemiringan dasar galian dibatasi maksimum 3%.

Persyaratan kelayakan lahan untuk lahan kering adalah

tidak lebih dari 8% sehingga untuk peruntukan tersebut kemiringan dasar galian dibatasi maksimum 8%. Pengukuran kemiringan dasar galian dilakukan dengan menggunakan levelling atau waterpass. Pemantauan kemiringan dasar galian dapat dilakukan sepanjang periode penambangan sesuai dengan rencana penambangannya, tetapi penentuan kemiringan akhir dasar galian hanya dapat ditentukan pada akhir masa penambangan.

### 1.3. Dinding Galian

Dinding galian adalah pinggiran lubang secara menyeluruh dari permukaan sampai dasar lubang. Untuk menjaga stabilitas dinding galian, kemiringan lereng dinding galian secara umum dibatasi maksimum 50% dan harus dibuat berteras-teras. Setiap teras terdiri dari tebing teras dan dasar teras sebagai parameter yang diamati (lihat Gambar 6). Tinggi tebing teras dibatasi, maksimum 3 meter sehingga batas toleransi bagi keamanan lingkungan disekitarnya. Sedangkan lebar dasar teras minimum 6 m untuk mempertahankan agar kemiringan dinding galian tidak lebih curam dari 50 %. Pemantauan tebing dan dasar teras dapat dilakukan sepanjang periode penambangan sesuai dengan rencana penambangannya, tetapi penentuan kemiringan akhir dasar galian hanya dapat ditentukan pada akhir masa penambangan. Pengukuran tebing dan dasar teras dilakukan dengan menggunakan meteran.



Keterangan :  
a = tinggi tebing teras keseluruhan  
b = lebar dasar teras keseluruhan  
a : b = 1 : 2