

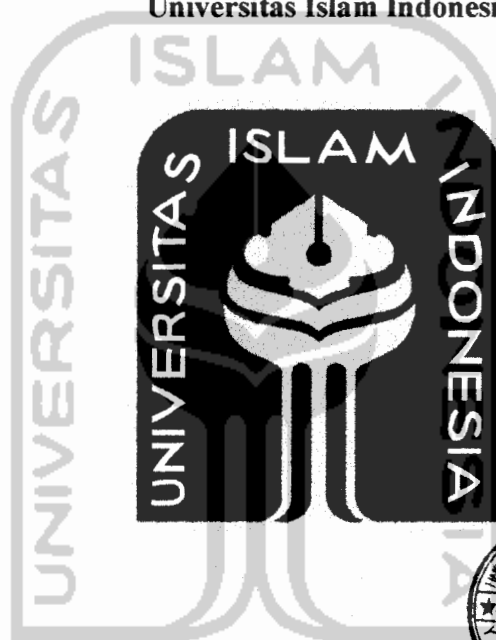
TA/TL/2007/0199

|                      |                |
|----------------------|----------------|
| PERPUSTAKAAN FTSP UH |                |
| HABIS BELI           |                |
| TGL. TERIMA :        | 10 - 12 - 2007 |
| NO. JUDUL :          |                |
| NO. INV. :           | 2747           |
| NO. INDUK :          | 5120002747001  |

**TUGAS AKHIR**

# **PEMANFAATAN LUMPUR LAPINDO BRANTAS SEBAGAI BAHAN CAMPURAN PEMBUATAN GENTENG**

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan Ujian Sarjana Jurusan Teknik  
Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan  
Universitas Islam Indonesia**

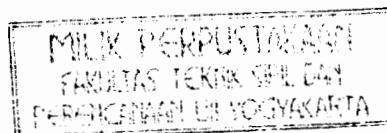


Disusun oleh :

Nama : Surya Wahyu Hidayat  
No Mahasiswa : 01 513 045

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2007**



**HALAMAN PENGESAHAN**

**Laporan Tugas Akhir**

**PEMANFAATAN LUMPUR LAPINDO BRANTAS  
SEBAGAI BAHAN CAMPURAN PEMBUATAN  
GENTENG**


**Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia  
Untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh  
Derajat Sarjana Teknik Lingkungan**

**Oleh :**

**Surya Wahyu Hidayat      01 513 045**

**Telah diperiksa dan disetujui oleh :**

Ir. H. Kasam, MT  
Dosen Pembimbing I

  
Tanggal : 7 - 7 - 2007

Yureana, ST, MSI  
Dosen Pembimbing II

\_\_\_\_\_  
Tanggal :

## ABSTRAK

Keberadaan lumpur hasil semburan dari kegiatan eksplorasi migas PT Lapindo Brantas sangat meresahkan masyarakat sekitar, karena telah menyebabkan masyarakat kehilangan tempat tinggal, harta, mata pencaharian dan lain – lain. Karakteristik Lumpur yang mengandung siliika serta butiran pasir yang halus maka dimungkinkan pemanfaatannya. Pengolahan secara khusus untuk menghilangkan lumpur ini yaitu dengan memanfaatkannya untuk dijadikan genteng. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh terhadap sifat fisik genteng, terutama kuat lentur dan kerapatan air

Salah satu metode pengolahan yang digunakan adalah solidifikasi lumpur lapindo sebagai genteng. Dalam proses solidifikasi ini, digunakan bahan susun berupa tanah liat, penambahan lumpur dengan berbagai konsentrasi yaitu 0%, 10%, 20%, 30% dan 40% lumpur dalam bahan-bahan genteng. selanjutnya dicetak dengan mesin press ukuran 31cm x 23cm x 1.5cm. Setelah pencetakan genteng selesai, maka genteng ditaruh di dalam ruangan yang lembab. Setelah genteng berumur 2 hari, genteng dijemur selama 2 hari. Lalu genteng dibakar dalam tungku selama 10 jam. Genteng ditimbang berat basah, setelah itu di oven selama 1 x 24 jam. Lalu ditimbang berat kering, masing-masing variasi percobaan dibuat 10 sampel genteng.

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan bahwa, penambahan lumpur lapindo sebagai bahan pembuatan genteng menunjukkan suatu hasil yang berbeda dari genteng tanpa tambahan lumpur. Masuknya bahan tambahan sampai 20% menyebabkan kenaikan kuat lentur, ini karena nilai COLEnya menjadi rendah akibat penambahan pasir dan nilai plastisitasnya meningkat sedangkan masuknya bahan tambahan 30% dan 40% menyebabkan penurunan nilai kuat lentur, karena mengurangi ikatan antara bahan genteng yang satu dengan yang lain. Dan juga oleh penurunan kuantitas atau jumlah mineral (kaolin) Berdasarkan pengujian kuat lentur. Pada penambahan 20% Lumpur didapat hasil kuat lentur paling besar yaitu 30,145 kg/cm<sup>2</sup>. Sedangkan untuk uji kerapatan air didapat relatif baik pada penambahan lumpur 10-40%

Sehingga dapat ditarik kesimpulan presentase penambahan lumpur yang paling optimum dalam pembentukan genteng dari aspek teknis (kuat lentur dan kerapatan air) adalah 20%

**Kata-kata kunci : Lumpur lapindo, kuat lentur, kerapatan air**

## ABSTRACTION

Blowup mud caused Lapindo Brantas Inc exploration make disquiet around people near location blowup, many people lose their home, job, bellongins, etc. Mud characteristic have benefit because it's occur silica and suave sand. Processing to omit the mud there are use the mud to make pantile. The target research are known effect pantile characteristic, especially flexibility and water density.

The method research use mud solidifies as a pantile. Solidifies process use material like : clay, increase mud with multi concentrate mud, there are 0%, 10%, 20%, 30% and 40% to material pantile. Moreover printed mechanically size measure press 31cm x 23cm x 1.5cm. After printing of pantile finish, hence pantile put in damp room. After pantile old age 2 day, pantile put to the sun during 2 day. Then pantile burned in stove during 10 hour. Pantile balanced wet weight, afterwards oven dive 1 x 24 hour. Balanced of dry weight, each attempt variation made 10 Pantile sampel.

Result from the experiment to object test obtained pantile, strong test flex and closeness of water. Addition of mud of lapindo upon which making of pantile show different result of pantile without mud addition. Entry of additional materials until 20% causing increase of limber strength, this because valueCOLE become to lower effect of addition of sand and plastisitas value its mount while entry of additional materials 30% and 40% causing degradation of strong value flex, because lessening tying between pantile materials which is one with is other. As well as by degradation of mineral amount or amount ( kaolin) Pursuant to examination of limber strength. addition 20% Mud got result of biggest limber strength that is 30,145 kg / cm<sup>2</sup>. While for the test of closeness of water got good relative addition of mud 10-40%

So that can be pulled conclusion of presentase addition of most optimum mud in forming of pantile of technical aspect ( limber strength and closeness of water) is 20%

**Key words : Mud of Lapindo, strong flex, closeness of water.**

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb*

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “Pemanfaatan Lumpur Lapindo Brantas Sebagai Bahan Campuran Pembuatan Genteng” ini.

Penyusunan tugas akhir ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh jenjang kesarjanaan Strata 1 pada Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ayah, Ibu dan kakak-kakak yang telah banyak memberikan dorongan dan dukungannya
2. Bapak Luqman Hakim, ST, M.Si, selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia
3. Bapak Ir. H. Kasam, MT, selaku dosen pembimbing I Tugas Akhir .
4. Ibu Yureana, ST, MSC, selaku dosen pembimbing II Tugas Akhir.
5. Bapak Eko Siswoyo, ST, selaku Koordinator Tugas Akhir
6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Lingkungan, beserta alumni.
7. Mas Ndaru dan Mas Warno selaku karyawan Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik , Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

8. Seluruh pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Semoga seluruh amal dan kebaikan yang telah diberikan mendapatkan ridho dari Allah SWT. Akhir kata kami berharap tugas akhir ini bermanfaat bagi kita semua. Amin

*Wassalamu'alaikum Wr. Wb*



Yogyakarta, 4 Juli 2007

Penyusun

### *Lembar Persembahan*

Cukup bagi kami ilmu sebagai milik  
Biarkan kami berlimpah ilmu  
Biarkan yang awam bergelimang harta  
Harta 'kan luluh dalam sekejap  
Sedang ilmu tiada 'kan fana.

Sungguh, seseorang hanya akan meraih pengetahuan  
bila dalam dirinya terdapat enam hal :  
Kecerdasan, Semangat, Ketabahan, Bekal, Bimbingan guru  
dan  
Proses yang terus tiada henti.

*Bismillaahir rahmaanir-rahim*

*Allaahumma shalli 'alaa sayyidinaa Muhammad*

*wa 'alaa aali sayyidinaa Muhammad*

**TERIMA KASIHKU UNTUK :**

- Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya yang selalu memberi kemudahan, petunjuk bagi hamba-Nya, Maha dari segalanya. Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan contoh bagi seluruh umat Islam di muka bumi.
- Orang tua penulis yang telah memberikan dorongan material dan spiritual dengan penuh kepercayaan dan kasih sayang
- Kakak-kakak dan ponakan penulis, Mbak Eka, Mas Nugra, Hafidza dan Ilyasa, Mas Wawan, Mbak Purwani, Pahlevi, Mas Sigit, Mbak Silvi, Alya, yang telah memberikan arti dalam keluarga.
- Seseorang yang mencintaiku, terima kasih atas do'nya, yang telah memberikan semangat, yang selalu mengingatkanku. Terima Kasih ya...☺
- Orang-orang dan pihak-pihak yang telah membantu yang ga bisa disebut satu-persatu.
- Teman-teman seperjuangan yang ga bisa disebut satu-persatu ( sorry pren kalo ga disebut, jasa kalian takkan terlupakan).



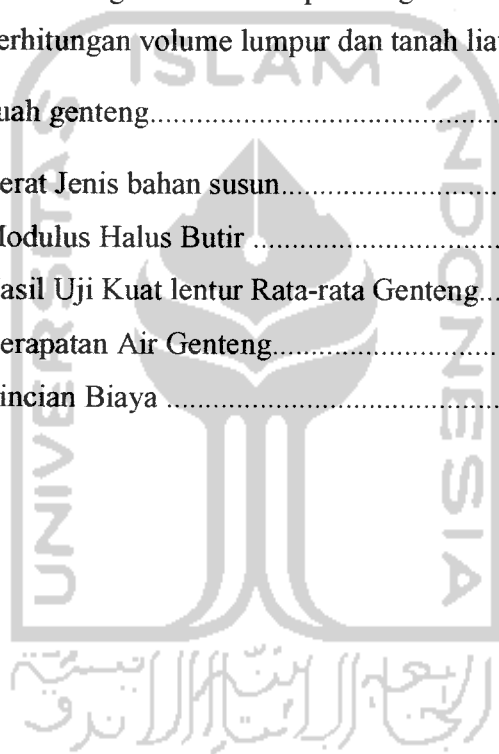
# DAFTAR ISI

|   | Halaman |
|---|---------|
| ABSTRAK .....                             | i       |
| ABSTRACT .....                            | ii      |
| KATA PENGANTAR .....                      | iii     |
| DAFTAR ISI .....                          | v       |
| DAFTAR TABEL .....                        | vii     |
| DAFTAR GAMBAR .....                       | viii    |
| DAFTAR LAMPIRAN .....                     | ix      |
| <br>                                      |         |
| BAB I. PENDAHULUAN .....                  | 1       |
| 1.1. Latar Belakang .....                 | 1       |
| 1.2. Rumusan Masalah .....                | 4       |
| 1.3. Tujuan Penelitian .....              | 4       |
| 1.4. Batasan Masalah .....                | 5       |
| 1.5. Manfaat Penelitian .....             | 5       |
| <br>                                      |         |
| BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....            | 6       |
| 2.1. Lumpur Lapindo Brantas .....         | 6       |
| 2.1.1. Lokasi Semburan Lumpur .....       | 6       |
| 2.1.2. Sebab-sebab Terjadinya .....       | 7       |
| 2.1.3. Kapasitas Lumpur Yang Keluar ..... | 9       |
| 2.1.4. Hasil Uji Lumpur .....             | 9       |
| 2.1.5. Dampak .....                       | 11      |
| 2.2. Penanganan .....                     | 12      |
| 2.2.1. Solidifikasi .....                 | 12      |
| 2.2.1.1. Definisi .....                   | 12      |
| 2.2.1.2. Aplikasi .....                   | 13      |
| 2.3. Genteng .....                        | 15      |
| 2.3.1. Bahan Genteng .....                | 15      |
| 2.3.1.1. Tanah liat (kaolin) .....        | 15      |
| 2.3.2. Pengepresan .....                  | 17      |
| 2.3.3. Pengeringan .....                  | 17      |
| 2.3.4. Pembakaran .....                   | 18      |
| 2.3.5. Kuat Lentur Genteng .....          | 19      |
| <br>                                      |         |
| BAB III. METODOLOGI PENELITIAN .....      | 20      |
| 3.1. Umum .....                           | 20      |
| 3.2. Lokasi Penelitian .....              | 21      |

|  |           |
|--|-----------|
| 3.3. Waktu Penelitian .....  | 21        |
| 3.4. Bahan Dan Alat .....  | 21        |
| 3.4.1. Bahan - bahan .....   | 21        |
| 3.4.2. Alat - alat.....  | 21        |
| 3.4.3. Variable Yang Diteliti .....  | 22        |
| 3.5. Prosedur Kerja .....  | 23        |
| 3.5.1. Diagram Alir Kerangka Pemikiran .....   | 23        |
| 3.5.2. Tahapan Penelitian.....   | 24        |
| 3.6. Pelaksanaan Penelitian.....   | 26        |
| 3.6.1. Pemeriksaan Bahan Susun Berupa Berat Jenis Serta<br>Modulus Halus Butir (mhb) Lumpur..... | 26        |
| 3.6.2. Pemeriksaan Variasi Komposisi Bahan Susun .....   | 26        |
| 3.6.3. Pembuatan Benda Uji .....   | 28        |
| 3.6.3.1. Proses Pembuatan Benda Uji.....   | 28        |
| 3.6.3.2. Perawatan Benda Uji.....  | 29        |
| 3.6.4. Pelaksanaan Pengujian.....  | 29        |
| 3.7. Analisa Data Teknis .....   | 31        |
| <b>BAB IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan .....</b>   | <b>32</b> |
| 4.1. Hasil Penelitian .....  | 32        |
| 4.1.1. Hasil Pemeriksaan Bahan Susun.....  | 32        |
| 4.1.2. Kuat Lentur Genteng.....  | 33        |
| 4.1.3. Kerapatan Air Genteng .....   | 35        |
| 4.1.4. Biaya Pembuatan Genteng.....  | 36        |
| 4.2. Pembahasan.....   | 38        |
| 4.2.1. Pemeriksaan Bahan Susun .....   | 38        |
| 4.2.2. Uji Kuat Lentur .....   | 39        |
| 4.2.3. Kerapatan Air Genteng .....   | 41        |
| <b>BAB V. Kesimpulan dan Saran .....</b>   | <b>43</b> |
| 5.1. Kesimpulan .....  | 43        |
| 5.2. Saran .....   | 44        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>  | <b>45</b> |
| <b>LAMPIRAN</b>  |           |

## DAFTAR TABEL

|   | Halaman |
|---|---------|
| Tabel 2.1 Karakteristik Lumpur Lapindo .....  | 10      |
| Table 2.2 Kandungan Silika Dan Air Pada Lumpur Lapindo.....                             | 10      |
| Table 2.3 Susunan Faraksi Tanah Sistem USDA dan Atterberg .....                         | 17      |
| Tabel 3.1 Perbandingan antara Lumpur dengan tanah liat.....                             | 26      |
| Tabel 3.2 perhitungan volume lumpur dan tanah liat untuk pembuatan 10 buah genteng..... | 28      |
| Tabel 4.1 Berat Jenis bahan susun.....  | 32      |
| Tabel 4.2 Modulus Halus Butir .....   | 33      |
| Tabel 4.3 Hasil Uji Kuat lentur Rata-rata Genteng.....                                  | 33      |
| Tabel 4.4 Kerapatan Air Genteng.....  | 35      |
| Tabel 4.5 Rincian Biaya .....   | 37      |



## DAFTAR GAMBAR

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Gambar 3.1 | Diagram Alir Kerangka Pemikiran .....               | 23 |
| Gambar 3.2 | Tahapan Penelitian Dan Analisa Data.....            | 25 |
| Gambar 3.3 | Model genteng Yang Digunakan Dalam Penelitian.....  | 26 |
| Gambar 4.1 | Kuat lentur Rata-rata Berbagai Proporsi Lumpur..... | 34 |



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Tabel Berat Jenis Dan Modulus Halus Butiran
- Lampiran 2 Tabel Hasil Perhitungan kuat Lentur
- Lampiran 3 Tabel Pemeriksaan Berat Jenis Dan Kadar Air Genteng
- Lampiran 4 Tabel Hasil Perhitungan Kuat Lentur
- Lampiran 5 Dokumen Penelitian



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang**

Secara sosial, manusia berada dalam masa modern. Hampir semua kehidupan manusia dipengaruhi oleh kemajuan ilmu dan teknologi. Pada masa modern ini sains dan teknologi mempengaruhi hampir semua aktifitas manusia dalam kehidupan manusia sejak pagi hari hingga malam hari. Jika diperhatikan secara filosofis sains dan teknologi, maka akan terlihat dampak positif dan negatif dalam kehidupan. Sementara itu, dampak positif maupun negatif itu terkadang tidak disadari oleh manusia itu sendiri. Secara umum, dampak positif sains dan teknologi adalah memberikan kemudahan manusia dalam menjalani aktifitas sehari-hari. Sedangkan dampak negatif adalah munculnya dampak sosial dan lingkungan hidup.

Dalam hal ini, penulis melihat bahwa salah satu dampak positif sains dan teknologi dapat terlihat dalam proses pembuatan genteng. Genteng merupakan salah satu komponen dalam bangunan rumah. Melalui sains dan teknologi, sumber daya alam dapat dioptimalkan dalam proses pembuatan genteng sehingga hasil produksinya dapat memiliki kualitas baik. Sebenarnya penggunaan genteng sebagai komponen bangunan rumah telah lama dikenal oleh masyarakat Indonesia. Tetapi penerapan sains dan teknologi dalam proses pembuatan genteng dapat dikatakan masih jarang. Masyarakat membuat genteng masih mengandalkan cara-cara tradisional.

Tanah sebagai bahan baku genteng terbagi menjadi tanah liat berwarna kuning, kuning kemerahan dan hitam. Secara tradisional, perbandingan tanah liat kuning 1, kuning kemerahan 1 dan hitam 1 jadi dengan perbandingan 1:1:1.(Suharyanta,1998) dan diproses secara manual dengan diinjak-injak dan dicetak dengan cara dipres secara manual dalam cetakan kayu. Cara tradisional ini menghasilkan genteng dengan kualitas buruk, seperti daya serap air tinggi, permukaan kasar dan mudah pecah. Dengan penerapan sains dan teknologi dapat dihasilkan genteng dengan kualitas lebih baik. Perbandingan tanah liat (kuning, kuning kemerahan dan hitam) adalah 1:1:2.(Suharyanta,1998). Campuran tersebut diproses dengan penggilingan mesin sehingga campuran lebih lembut. Kemudian dipres dengan mesin pres genteng. Dengan cara ini genteng menjadi lebih kuat, permukaan halus dan daya serap air rendah.

Penggunaan genteng sebagai atap rumah sudah membudaya di negara kita sejak zaman kolonial. Pada saat ini cara pembangunan yang diterapkan telah mengalami kemajuan yang sangat pesat dimana pembangunan sangat ditekankan pada kecepatan waktu pelaksanaan, kepastian volume material yang digunakan, serta kualitas bahan bangunan yang baik. Hal ini tentu juga diiringi dengan kenaikan biaya bangunan yang sangat tinggi.

Tingginya biaya yang harus dikeluarkan untuk membuat bangunan yang bermutu tinggi mendorong dilakukannya penelitian-penelitian untuk menemukan bahan baru yang bermutu sehingga dapat menekan biaya yang harus di keluarkan. Dengan berkembangnya perekonomian industri tentunya diikutsertakan dengan kemajuan teknologi produksi. Hal ini tidak luput dengan kesalahan-kesalahan

maupun kecelakaan kerja yang terjadi yang dilakukan akibat aktifitas industri itu sendiri, baik akibat aktifitas produksi maupun yang lainnya. Fenomena kecelakaan yang terjadi adalah adanya semburan lumpur panas yang terjadi pada tanah milik PT. Lapindo Brantas di Sidoarjo yang merupakan aktifitas pengeboran yang dilakukan PT. Lapindo Brantas.

Dari kejadian itu, sampai saat ini belum juga terselesaikan dan lumpur panas semakin lama volumenya semakin besar. Hal ini sangat merugikan, baik bagi PT. Lapindo Brantas maupun bagi masyarakat sekitar yang telah kehilangan tempat tinggal, lahan pencari nafkah dan harta bendanya.

Berangkat dari keprihatinan akan permasalahan tersebut, maka diperlukan teknologi tepat guna untuk menjadikan lumpur lapindo ini menjadi lumpur yang bermanfaat dan mempunyai nilai ekonomi. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk pengolahan limbah padat yaitu memanfaatkan sludge tersebut untuk pembuatan berbagai produk bahan bangunan seperti beton, paving blok, genteng, batu bata dan sebagainya dengan prinsip solidifikasi.

Kajian – kajian tentang penelitian yang telah dilakukan yaitu :

Penelitian yang dilakukan adalah melakukan pencampuran tiga macam tanah liat (tanah berwarna kuning, kuning kemerahan, hitam). Masing-masing tanah tersebut memiliki perbedaan sifat fisik tanah (Suharyanta, 1998)

Anggota Komando Distrik Militer (Kodim) 0816 Sidoarjo membuat batu bata dari bahan lumpur Lapindo. Komposisi bahan batu bata itu terdiri atas 1 truk lumpur dengan 1 truk tanah liat dicampur 5 karung sekam (kulit padi). “Untuk zat pengikat dicampurkan 1 liter polimer supaya tidak pecah dan tahan rembesan air,”



Ramuhan batu bata ini hasil dari kajian tim Institut Teknologi 10 Nopember Surabaya. Teknik pembuatan batu bata hampir sama dengan pembuatan batu bata pada umumnya. Yang membedakan hanyalah bahan utamanya dari campuran Lumpur dan tanah liat, pencampuran lumpur dengan tanah liat diperlukan agar batu bata tidak mudah patah. ( Tempointeraktif, 2006)

Berdasarkan tinjauan diatas, maka lumpur lapindo dapat diteliti untuk dijadikan campuran pembuatan genteng. Dengan harapan dapat sedikit membantu mengurangi volume lumpur.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasar uraian pada latar belakang permasalahan yang dihadapi dalam pemanfaatan Lumpur lapindo dapat dirumuskan:

1. Seberapa besar pengaruh penambahan komposisi limbah Lumpur Lapindo Brantas terhadap kualitas Genteng yang dihasilkan.
2. Bagaimana upaya penghematan tanah liat dalam pembuatan genteng dengan penambahan Lumpur lapindo yang sesuai.

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui sifat fisik Genteng, terutama daya resap air dan kuat lentur Genteng yang dihasilkan
2. Mengetahui cara penghematan pemanfaatan tanah liat dengan penambahan lumpur Lapindo Brantas untuk campuran pembuatan Genteng sebagai

penerapan teknologi bersih biaya rendah, dan nilai ekonomis dibanding genteng biasa.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Untuk membatasi permasalahan dalam penelitian tentang pemanfaatan lumpur lapindo Brantas untuk campuran tanah liat dalam pembuatan genteng dilakukan pembatasan masalah sebagai berikut:

1. Cara pengolahan tanah liat dengan penambahan lumpur lapindo pada pemanfaatan untuk pembuatan genteng.
2. Perbandingan campuran lumpur lapindo dengan tanah liat yang berkualitas baik dan sesuai untuk bahan baku genteng.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Pemanfaatan limbah Lumpur Lapindo Brantas sebagai bahan pembuat Genteng diharapkan akan memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Memanfaatkan limbah Lumpur Lapindo Brantas untuk pembuatan Genteng dapat meminimalkan limbah sehingga mengurangi pencemaran lingkungan.
2. Memberikan bahan masukan bagi masyarakat cara penanganan dan pemanfaatan limbah Lumpur Lapindo Brantas untuk dijadikan campuran yang tepat atau optimal dalam pembuatan Genteng.

Lokasi tersebut merupakan kawasan pemukiman dan di sekitarnya merupakan salah satu kawasan industri utama di Jawa Timur. Tak jauh dari lokasi semburan terdapat jalan tol Surabaya-Gempol, jalan raya Surabaya-Malang dan Surabaya-Pasuruan-Banyuwangi (jalur pantura timur), serta jalur kereta api lintas timur Surabaya-Malang dan Surabaya-Banyuwangi.

### 2.1.2 Sebab-sebab terjadinya

Pada awalnya sumur tersebut direncanakan hingga kedalaman 8500 kaki (2590 meter) untuk mencapai formasi Kujung (batu gamping). Sumur tersebut akan dipasang selubung bor (*casing*) yang ukurannya bervariasi sesuai dengan kedalaman untuk mengantisipasi potensi *circulation loss* (hilangnya lumpur dalam formasi) dan *kick* (masuknya fluida formasi tersebut ke dalam sumur) sebelum pengeboran menembus formasi Kujung.

Diperkirakan bahwa Lapindo, sejak awal merencanakan kegiatan pemboran ini dengan membuat prognosis pengeboran yang salah. Mereka membuat prognosis dengan mengasumsikan zona pengeboran mereka di zona Rembang dengan target pemborannya adalah formasi Kujung. Padahal mereka membor di zona Kendeng yang tidak ada formasi Kujung-nya. Alhasil, mereka merencanakan memasang *casing* setelah menyentuh target yaitu batu gamping formasi Kujung yang sebenarnya tidak ada. Selama mengebor mereka tidak memasang *casing* lubang karena kegiatan pemboran masih berlangsung. Selama pengeboran, lumpur *overpressure* (bertekanan tinggi) dari formasi Pucangan

sudah berusaha menerobos (*blow out*) tetapi dapat diatasi dengan pompa lumpurnya Lapindo (Medici).

Setelah kedalaman 9297 kaki, akhirnya mata bor menyentuh batu gamping. Lapindo mengira target formasi Kujung sudah tercapai, padahal mereka hanya menyentuh formasi Klitik. Batu gamping formasi Klitik sangat *porous* (bolong-bolong). Akibatnya lumpur yang digunakan untuk melawan lumpur formasi Pucangan hilang (masuk ke lubang di batu gamping formasi Klitik) atau *circulation loss* sehingga Lapindo kehilangan/kehabisan lumpur di permukaan.

Akibat dari habisnya lumpur Lapindo, maka lumpur formasi Pucangan berusaha menerobos ke luar (terjadi *kick*). Mata bor berusaha ditarik tetapi terjepit sehingga dipotong. Sesuai prosedur standard, operasi pemboran dihentikan, perangkat *Blow Out Preventer (BOP)* di rig segera ditutup & segera dipompakan lumpur pengeboran berdensitas berat ke dalam sumur dengan tujuan mematikan *kick*. Kemungkinan yang terjadi, fluida formasi bertekanan tinggi sudah terlanjur naik ke atas sampai ke batas antara *open-hole* dengan selubung di permukaan (*surface casing*) 13 3/8 inchi. Di kedalaman tersebut, diperkirakan kondisi geologis tanah tidak stabil & kemungkinan banyak terdapat rekahan alami (*natural fissures*) yang bisa sampai ke permukaan. Karena tidak dapat melanjutkan perjalanannya terus ke atas melalui lubang sumur disebabkan BOP sudah ditutup, maka fluida formasi bertekanan tadi akan berusaha mencari jalan lain yang lebih mudah yaitu melewati rekahan alami.

### **2.1.3 Kapasitas lumpur yang keluar**

Semburan lumpur terjadi pertama kali di sekitar Sumur Banjar Panji 1 (BJP-1), volume lumpur yang dihasilkan masih pada tingkat 5,000 meter kubik per hari. Semburan terjadi di beberapa tempat, sebelum akhirnya menjadi satu lubang. Yang akhirnya menyemburkan lumpur panas dengan volume yang terus membesar hingga mencapai 50.000 m<sup>3</sup> per hari.

Dengan semakin membesarnya volume lumpur panas yang disemburkan, dari 50,000 m<sup>3</sup> menjadi 126,000 m<sup>3</sup> per hari, sehingga permasalahan penanganan lumpur panas ini menjadi sangat berat.

### **2.1.4 Hasil uji lumpur**

Berdasarkan pengujian toksikologis di 3 laboratorium terakreditasi (Sucofindo, Corelab dan Bogorlab) diperoleh kesimpulan ternyata lumpur Sidoarjo tidak termasuk limbah B3 baik untuk bahan anorganik seperti Arsen, Barium, Boron, Timbal, Raksa, Sianida Bebas dan sebagainya, maupun untuk untuk bahan organik seperti Trichlorophenol, Chlordane, Chlorobenzene, Chloroform dan sebagainya. Hasil pengujian menunjukkan semua parameter bahan kimia itu berada di bawah baku mutu.

**Tabel 2.1 Karakteristik Lumpur Lapindo**

| Beberapa hasil pengujian |                |  |
|--------------------------|----------------|--|
| Parameter                | Hasil uji maks | Baku Mutu<br>(PP Nomor 18/1999)                                    |
| Arsen                    | 0,045 mg/L     | 5 mg/L   |
| Barium                   | 1,066 mg/L     | 100 mg/L   |
| Boron                    | 5,097 mg/L     | 500 mg/L   |
| Timbal                   | 0,05 mg/L      | 5 mg/L   |
| Raksa                    | 0,004 mg/L     | 0,2 mg/L   |
| Sianida Bebas            | 0,02 mg/L      | 20 mg/L  |
| Trichlorophenol          | 0,017 mg/L     | 2 mg/L (2,4,6 Trichlorophenol)<br>400 mg/L (2,4,4 Trichlorophenol) |

(Sumber : Wikipedia Indonesia, 2006)

Berdasarkan penelitian yang saya lakukan di laboratorium kimia analitik fakultas MIPA UGM, kandungan air dan Si dalam sampel lumpur lapindo adalah:

**Tabel 2.2 Kandungan Silika Dan Air Pada Lumpur Lapindo**

| NO | Kode Sampel | Parameter         | Hasil Pengukuran |            |            | Metode                  |
|----|-------------|-------------------|------------------|------------|------------|-------------------------|
|    |             |                   | I                | II         | III        |                         |
| 1  | Lumpur      | Si (ppm)          | 47,292,994       | 45,063,293 | 49,522,293 | Atomic Absorption Spect |
| 2  |             | H <sub>2</sub> O% | 61,682           |            |            | Gravimetri              |

(Sumber : data primer, 2006).

### 2.1.5 Dampak

Lumpur menggenangi desa-desa di Kecamatan Porong dan sekitarnya hingga setinggi 6 meter luapan lumpur ini telah menggenangi sejumlah desa/kelurahan di Kecamatan Porong, Jabon, dan Tanggulangin, dengan total warga yang dievakuasi sebanyak lebih dari 8.200 jiwa.

Lahan dan ternak yang tercatat terkena dampak lumpur hingga Agustus 2006 antara lain: lahan tebu seluas 25,61 ha di Renokenongo, Jatirejo dan Kedungcangkring; lahan padi seluas 172,39 ha di Siring, Renokenongo, Jatirejo, Kedungbendo, Sentul, Besuki Jabon dan Pejarakan Jabon; serta 1.605 ekor unggas, 30 ekor kambing, 2 sapi dan 7 ekor kijang.

Pabrik-pabrik yang tergenang terpaksa menghentikan aktivitas produksi dan merumahkan ribuan tenaga kerja. Tercatat 1.873 orang tenaga kerja yang terkena dampak lumpur ini. Tidak berfungsinya sarana pendidikan (SD, SMP), Markas Koramil Porong, serta rusaknya sarana dan prasarana infrastruktur (jaringan listrik dan telepon)

Rumah/tempat tinggal yang rusak akibat diterjang lumpur dan rusak sebanyak 1.683 unit. Rinciannya: Tempat tinggal 1.810 (Siring 142, Jatirejo 480, Renokenongo 428, Kedungbendo 590, Besuki 170), sekolah 18 (7 sekolah negeri), kantor 2 (Kantor Koramil dan Kelurahan Jatirejo), pabrik 15, masjid dan musala 15 unit

Kerusakan lingkungan terhadap wilayah yang tergenangi, termasuk areal persawahan. Pihak Lapindo melalui Imam P. Agustino, General Manager PT

Lapindo Brantas, mengaku telah menyisihkan US\$ 70 juta (sekitar Rp 665 miliar) untuk dana darurat penanggulangan lumpur.

Penutupan ruas jalan tol ini juga menyebabkan terganggunya jalur transportasi Surabaya-Malang dan Surabaya-Banyuwangi serta kota-kota lain di bagian timur pulau Jawa. Ini berakibat pula terhadap aktivitas produksi di kawasan Ngoro (Mojokerto) dan Pasuruan yang selama ini merupakan salah satu kawasan industri utama di Jawa Timur.

## **2.2 Penanganan Lumpur**

### **2.2.1 Solidifikasi**

#### **2.2.1.1 Definisi**

Solidifikasi adalah suatu proses dengan kuantitas bahan pematat yang mencukupi, termasuk zat padat itu sendiri yang ditambahkan ke dalam bahan berbahaya untuk menghasilkan suatu bahan yang bermassa padat. Pemadatan atau pengerasan massa disempurnakan dengan penambahan reagent yang berfungsi untuk : meningkatkan kekuatan bahan, menurunkan tingkat penekanan, menurunkan permeabilitas tanah.

Potensi hilangnya kontaminan dari massa yang bahan yang stabil biasanya ditentukan dengan test leachete/lindi. Pelindian adalah proses dimana kontaminan ditransfer dari bahan/zat padat yang stabil ke medium cair seperti air.

Stabilisasi adalah suatu proses menggunakan zat aditif (reagent) untuk mengurangi sifat alami bahaya yang terdapat dalam limbah dengan mengkonversikan limbah dan konstituen bahayanya dalam bentuk mengurangi



tingkat perpindahan kontaminan ke lingkungan dan mengurangi tingkat toksisitas. Selama stabilisasi, kontaminan tertentu dihancurkan dengan chlorinasi.

Fiksasi sering dianonimkan dengan stabilisasi yang disempurnakan dengan penambahan reagen yang bertujuan untuk : menurunkan luas permukaan yang dapat dilalui kontaminan, membatasi kelarutan semua polutan yang ada dalam limbah, mengurangi toksisitas kontaminan.

#### **2.2.1.2 Aplikasi**

Ada tiga tempat utama yang menjadi tempat sasaran aplikasi teknologi solidifikasi dan stabilisasi :

##### **1. Tempat Penyingkiran Akhir (*Land Disposal*)**

Stabilisasi limbah diprioritaskan untuk membentuk tempat penyingkiran yang aman bagi lingkungan. Limbah cair harus distabilisasi terlebih dahulu untuk mengaktifkan stabilisasi cairan, reagen penstabilisasi tidak bersifat pengisap, tetapi cairan diserap oleh reagent supaya mudah dilepaskan (*desorbed*) dalam landfill ketika diberi tekanan beban tambahan. Berat bahan di atas akan menekan cairan yang ada di bawah. Oleh karena itu, cairan harus dapat terikat secara kimia dan fisika dengan reagent stabilisator sehingga tidak diluruhkan/dikeluarkan oleh perkolasi air hujan.

## **2. Tempat Pemulihan (*Site Remediation*)**

Remediasi pemulihan kembali tempat-tempat yang telah terkontaminasi. Remediasi atau pemulihan lahan yang terkontaminasi dengan limbah organik, anorganik, atau tempat yang terkontaminasi diperbaiki dengan teknologi stabilisasi. Untuk bahan remediasi, stabilisasi digunakan untuk :

- Meningkatkan pemeliharaan karakteristik fisik limbah.
- Menurunkan tingkat pergerakan kontaminan dengan menurunkan luas permukaan tempat perpindahan polutan dapat terjadi dengan membatasi kelarutan polutan.
- Mengurangi toksisitas kontaminan tertentu.

Stabilisasi sesuai untuk lahan dimana sebagian besar tanah mengandung bahan berbahaya pada tingkat rendah. Stabilisasi lebih diprioritaskan karena pengolahan dengan penimbunan, landfill atau insenirasi tidak efektif dan tidak ramah, karena: polusi udara dari bahan penggalian dan resiko terjadinya kecelakaan.

## **3. Solidifikasi Limbah**

Solidifikasi limbah yang tidak stabil dan tidak berbahaya seperti sludge. Solidifikasi mengurangi tingkat perpindahan pencemaran ke lingkungan. Tujuan utama solidifikasi adalah meningkatkan integritas struktur dari bahan. Tingkat keefektifan proses solidifikasi dapat sering dievaluasi dengan mengukur kekuatan bahan.

## 2.3 Genteng

Genteng adalah benda yang terbuat dari campuran tanah liat yang mengalami suatu proses pencetakan, pengerasan, pengeringan dan pembakaran. Genteng biasanya di bakar pada suhu 1000 °C. Genteng biasanya digunakan dalam bangunan sebagai atap.

### 2.3.1 Bahan Genteng

Bahan Genteng adalah bagian utama dalam pembuatan Genteng dan bahan utamanya biasa disebut dengan bahan mentah Genteng. Bahan mentah Genteng adalah tanah liat (*kaolin*).

#### 2.3.1.1 Tanah liat (kaolin)

Kaolin adalah tanah liat yang mengandung mineral kaolinit sebagai bagian yang terbesar, dan termasuk jenis tanah liat primer. Kaolin mempunyai komposisi hidros aluminium silikat ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) dengan disertai beberapa mineral penyerta seperti  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}_3$  dan lain-lain. Mineral yang termasuk dalam kelompok kaolin adalah *kaolinit*, *nakritm diskrit* dan *halosit* dengan kaolinit sebagai mineral utama. (Chang, 2000).

Tanah liat (*kaolin*) adalah pasir dan slib yang memngandung tanah pakat (*clay*) yang susunannya berbeda-beda menurt sumber penemuan. Tanah liat merupakan kumpulan mineral tanah liat yang mempunyai ikatan silika dan ion-ion pottasium, sehingga mempunyai daya rekat yang baik. Tanah liat mempunyai kerapatan yang tinggi, sehingga mampu menahan air. (Suharyanta, 1998)

Sifat dan keadaan kaolin:

- Berbutir kasar
- Rapuh dan tidak plastis jika dibandingkan dengan lempung sedimenter, karena itu sulit dibentuk.
- Warnanya putih karena kandungan besinya paling rendah.

Karena jenis kaolin tidaklah sangat plastis, maka taraf penyusutan dan kekuatan keringnya pun lebih rendah dan sangat tahan api, maka tanah ini dapat dipakai begitu saja untuk membuat genteng. Bahan ini dipakai dalam :

1. Keramik halus (gerabah putih atau *white-erathenware*) dan *porcelain*, baik sebagai salah satu komponen dalam badan maupun glasir.
2. Barang-barang tahan api dalam genteng, batu-bata kaolin.
3. Bahan-bahan bangunan seperti tegel dalam gerabah atau *porcelain*.

Di Indonesia bahan ini terdapat di beberapa tempat seperti di Jawa Barat, Jawa Timur, Sumatera, Bangka, Belitung, Kalimantan.

**Tabel 2.3 Susunan Faraksi Tanah Sistem USDA dan Atterberg**

| Sistem              | USDA                 | Sistem              | Atterberg             |
|---------------------|----------------------|---------------------|-----------------------|
| Pasir sangat kasar  | 2,0 – 1,0 mm         | Pasir kasar         | 2,0 – 0,63 mm         |
| Pasir kasar         | 1,0 – 0,5 mm         | Pasir medium        | 0,63 – 0,20 mm        |
| Pasir biasa         | 0,5 – 0,25 mm        | Pasir halus         | 0,20 – 0,063 mm       |
| Pasir halus         | 0,25 – 0,10 mm       | Debu kasar          | 0,063 – 0,020 mm      |
| Pasir sangat halus  | 0,10 – 0,05 mm       | Debu medium         | 0,020 – 0,0063 mm     |
| Debu                | 0,05 – 0,002 mm      | Debu halus          | 0,0063 – 0,0020 mm    |
| Lempung/liat (Clay) | Kurang dari 0,002 mm | Lempung/liat kasar  | 0,0020 – 0,00063 mm   |
|                     |                      | Lempung/liat medium | 0,00063 – 0,0002 mm   |
|                     |                      | Lempung/liat halus  | Kurang dari 0,0002 mm |

Sumber : Darmawijaya, 1990.

### 2.3.2 Pengepresan

Pada dasarnya teknik pengepresan dapat dibagi dalam 2 golongan, yaitu teknik pengepresan dengan tangan dan teknik pengepresan dengan mesin. teknik pengepresan dengan menggunakan mesin (mesin pres). Teknik pengepresan dengan mesin dapat memproduksi barang dengan jumlah yang banyak dalam waktu relatif singkat dengan bentuk dan ukuran yang sama pula.

### 2.3.3 Pengeringan

Benda-benda yang akan dibakar harus dikeringkan terlebih dahulu, karena jika masih sedikit basah pun mungkin akan terjadi ledakan uap air waktu dibakar.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Lumpur Lapindo Brantas**

Lumpur Lapindo Brantas yang dipergunakan untuk bahan tambahan pembuatan Genteng, merupakan hasil dari semburan pipa bawah tanah milik PT. Lapindo Brantas. Di Desa Renokenongo, Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur, sejak tanggal 29 Mei 2006.

##### **2.1.1 Lokasi semburan lumpur**

Lokasi semburan lumpur ini berada di Porong, yakni kecamatan di bagian selatan Kabupaten Sidoarjo, sekitar 12 km sebelah selatan kota Sidoarjo. Kecamatan ini berbatasan dengan Kecamatan Gempol (Kabupaten Pasuruan) di sebelah selatan.

Lokasi semburan hanya berjarak 150-500 meter dari sumur Banjar Panji-1 (BJP-1), yang merupakan sumur eksplorasi gas milik Lapindo Brantas sebagai operator blok Brantas. Oleh karena itu, hingga saat ini, semburan lumpur panas tersebut diduga diakibatkan aktivitas pengeboran yang dilakukan Lapindo Brantas di sumur tersebut. Pihak Lapindo Brantas sendiri punya dua teori soal asal semburan. Pertama, semburan lumpur berhubungan dengan kegiatan pengeboran. Kedua, semburan lumpur "kebetulan" terjadi bersamaan dengan pengeboran akibat sesuatu yang belum diketahui.

Mengeringkan genteng berarti menghilangkan apa yang disebut air plastisnya saja, sedang air yang terikat dalam molekul tanah liat (air kimia) hanya bisa dihilangkan melalui pembakaran.

Proses pengeringan biasa diikuti dengan proses penyusutan. Penyusutan disebabkan Karena kehilangan kandungan airnya setelah proses pengeringan berakhir karena itu bentuk bendanya akan menjadi lebih kecil dari ukuran semula.

Pengeringan bertujuan memberikan kekuatan kepada barang-barang mentah sehingga dapat disusun didalam tungku, dan menghilangkan air yang berlebihan, yang menimbulkan kesukaran-kesukaran dalam proses pembakaran.

Adapun cara pengeringan yang baik antara lain adalah :

1. Diangin-anginkan

Cara ini dilakukan diudara terbuka, tidak tersampai terkena sinar matahari langsung kecuali kalau sudah hampir kering benar;

2. Dipanaskan

Genteng di jemur dibawah sinar matahari langsung supaya benar-benar kering.

#### 2.3.4 Pembakaran

Proses pembakaran genteng sering juga disebut *sintering processes*. Suhu yang dipakai dalam pembakaran sangat tergantung dari metode, bahan yang akan dibakar dan benda hasil bakar. Sebagai contoh untuk jenis keramik *stoneware* digunakan suhu 1200-1300°C (Astuti, 1997).

### 2.3.5 Kuat Lentur Gentang

Pada penampang balok dilakukan pengujian regangan, tegangan, dan gaya-gaya yang timbul akibat menahan momen batas, yaitu momen akibat beban luaryang timbul tepat pada saat terjadi hancur. Momen ini mencerminkan kekuatan dan dimasa lalu disebut sebagai kuat lentur ultimit balok. Kuat lentur suatu balok beton tersedia karena berlangsungnya mekanisme *tegangan-tegangan dalam* yang timbul di dalam balok yang pada keadaan tertentu dapat diwakili oleh *gaya-gaya dalam* (Dipohusodo,1994).

**Rumus :**

$$\sigma = \frac{(M \times Y)}{I} \dots\dots\dots(1)$$

$$M = \frac{1}{4} P \times L \dots\dots\dots(2)$$

$$Y = \frac{1}{2} \times h \dots\dots\dots(3)$$

$$I = \frac{1}{12} \times b \times (h)^3 \dots\dots\dots(4)$$

Dimana :

- $\sigma$  = Tegangan Ijin
- M = Momen
- I = Inersia
- Y = Tinggi Momen
- P = Beban Patah (Hasil Uji)
- L = Panjang Benda Uji
- H = Tinggi Benda Uji



## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 UMUM**

Penelitian ini dilakukan dengan membuat benda uji genteng, dengan ukuran 23 x 31 x 1,3 cm. Variasi komposisi direncanakan sebanyak 5 variasi dengan jumlah benda uji masing – masing variasi 10 buah.

Pelaksanaan penelitian ini secara garis besar dibagi menjadi 6 tahap seperti tercantum dibawah ini :

- a. Pemeriksaan bahan susun
- b. Perencanaan variasi komposisi bahan susun
- c. Pembuatan benda uji genteng dilaksanakan di pencetakan genteng berlokasi di dusun Ginten RT 02/RW 16 No 82 Sidoagung, Godean.
- d. Pelaksanaan pengujian yang dilaksanakan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Universitas Islam Indonesia, Jl. Kaliurang km. 14.5, Yogyakarta.
- e. Data yang di dapat dari pengujian dianalisis mengenai pengaruh variasi komposisi lumpur lapindo terhadap kuat lentur dan daya serap air guna mengetahui komposisi optimum bahan susun. Data-data pengaruh variasi tersebut juga dianalisa tingkat ekonominya agar diketahui penghematan biaya bahan baku genteng.

### **3.2 LOKASI PENELITIAN**

Adapun Lokasi pembuatan genteng dilakukan dusun Ginten RT 02/RW 16 No 82 Sidoagung, Godean. Sedangkan untuk penelitian dan pengujian genteng, dilaksanakan di Laboraturium BKT Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan – Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

### **3.3 WAKTU PENELITIAN**

Waktu penelitian dimulai bulan November 2006 sampai bulan februari 2007, selanjutnya penulis mengolah data dan kemudian menyusun tugas akhir sampai selesai.

### **3.4 BAHAN DAN ALAT**

Bahan-bahan dan alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

#### **3.4.1 Bahan-bahan**

1. Lumpur lapindo brantas yang digunakan sebagai bahan campuran bahan baku dalam pembuatan genteng.
2. Bahan baku tanah liat..

#### **3.4.2 Alat-alat**

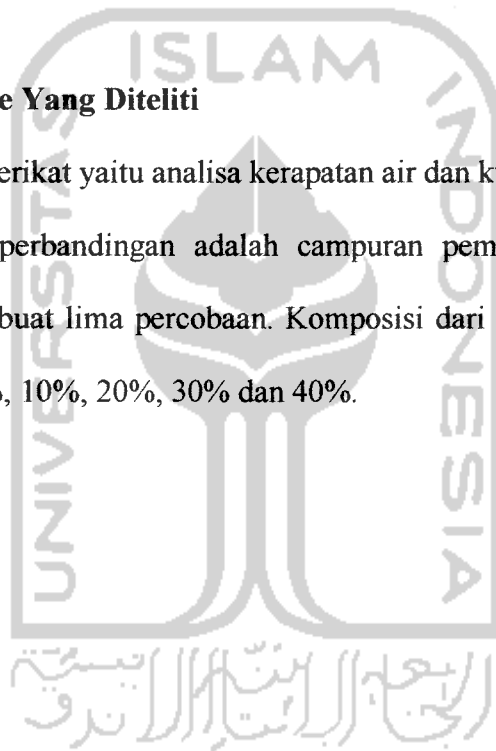
Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Alat pencampur (*mixer*)
3. Cetakan genteng
4. Mesin *press*

5. Tungku pembakaran
6. Alat uji kuat lentur
7. Timbangan
8. Cetok
9. Penumbuk plat baja
10. Gelas ukur
11. Oven

### 3.4.3 Variable Yang Diteliti

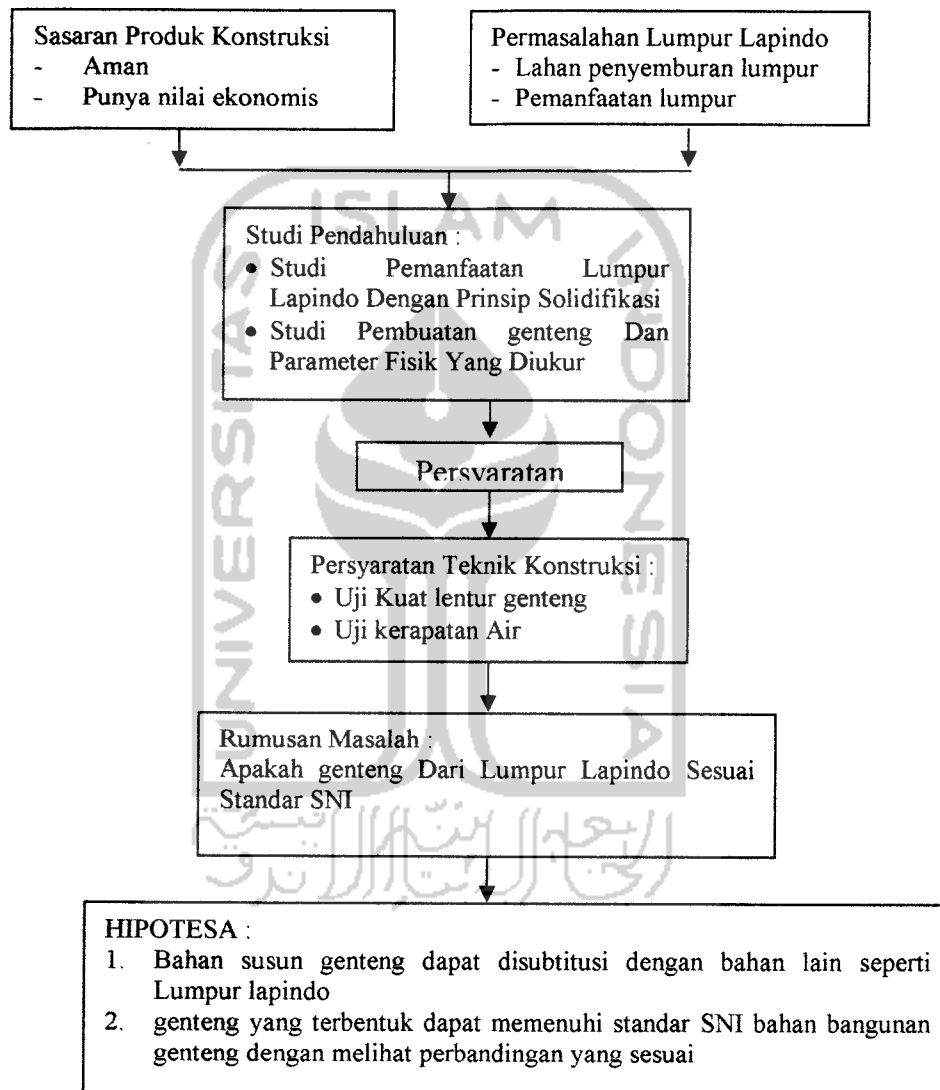
- a. Variable terikat yaitu analisa kerapatan air dan kuat lentur
- b. Variabel perbandingan adalah campuran pembuatan benda uji genteng, dengan dibuat lima percobaan. Komposisi dari lumpur pengganti tanah liat adalah 0%, 10%, 20%, 30% dan 40%.



### 3.5 PROSEDUR KERJA

#### 3.5.1 Diagram Alir Kerangka Pemikiran

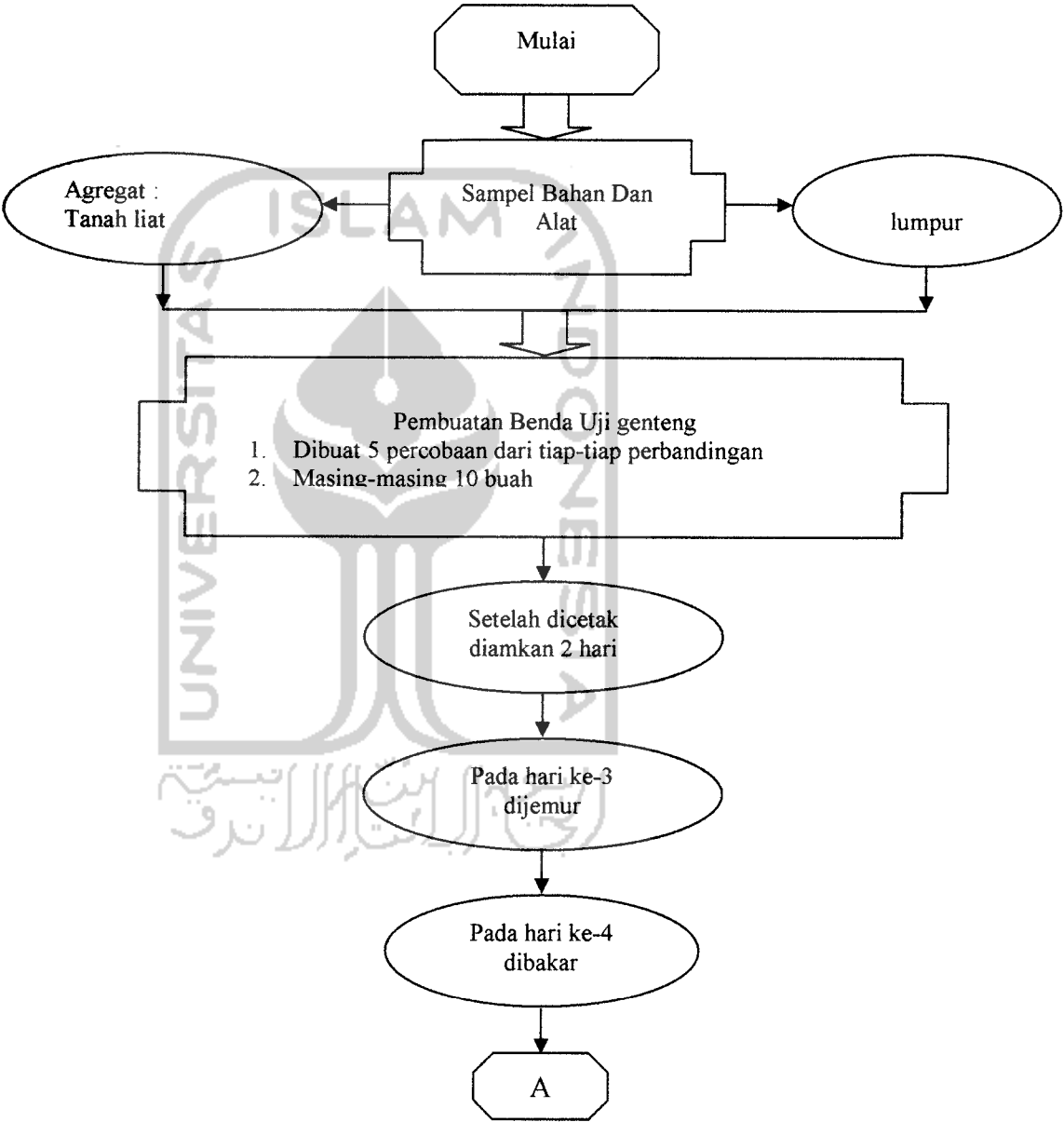
Adapun kerangka pemikiran tugas akhir ini dapat dilihat pada diagram berikut :



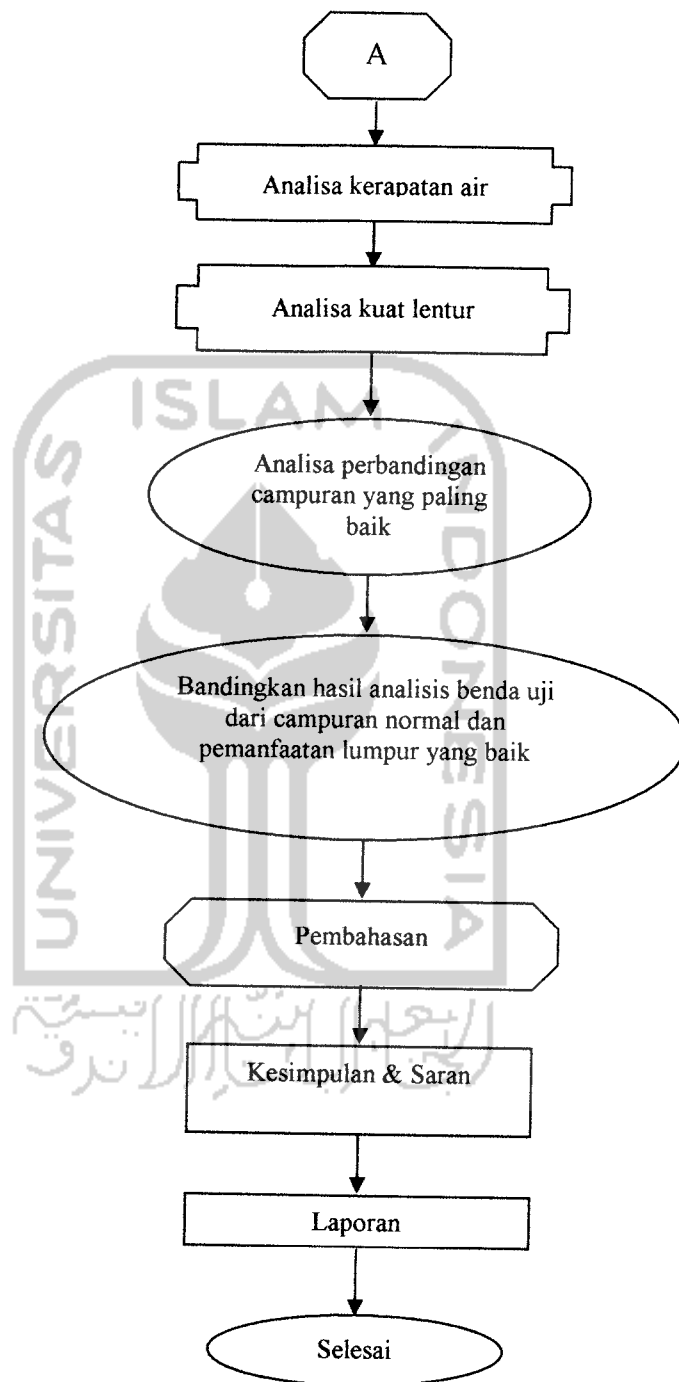
Gambar 3.1 Diagram Alir Kerangka Pemikiran

### 3.5.2 Tahapan Penelitian

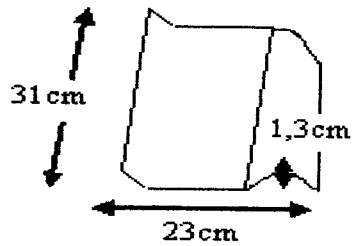
Sedangkan untuk tahapan penelitian dan analisa data dapat dilihat pada diagram berikut:



lanjutan tahapan penelitian



Gambar 3.2 Tahapan Penelitian Dan Analisa Data



Gambar 3.3 Model genteng Yang Digunakan Dalam Penelitian Perbandingan antara Lumpur dengan tanah liat

Tabel 3.1 Perbandingan antara Lumpur dengan tanah liat

| Percobaan | Tanah liat kg | Lumpur kg | % Lumpur |
|-----------|---------------|-----------|----------|
| 1         | 4             | 0         | 0%       |
| 2         | 3.9           | 0.1       | 10%      |
| 3         | 3.8           | 0.2       | 20%      |
| 4         | 3.7           | 0.3       | 30%      |
| 5         | 3.6           | 0.4       | 40%      |

### 3.6. PELAKSANAAN PENELITIAN

3.6.1 Pemeriksaan Bahan Susun Berupa Berat Jenis Serta Modulus Halus Butir (mhb) Lumpur.

3.6.2 Pemeriksaan Variasi Komposisi Bahan Susun

Agar mendapat kekuatan genteng sesuai yang dikehendaki, maka campuran genteng tersebut harus terlebih dahulu direncanakan,. Perencanaan campuran genteng juga bertujuan untuk memperoleh komposisi material secara tepat, dengan kuat lentur yang diharapkan.

Adukan genteng harus memenuhi beberapa kriteria berikut ini :

1. Kuat lenturnya tidak kurang dari yang direncanakan
2. Mudah dikerjakan

3. Tahan lama (awet)

4. Murah (ekonomis)

Dimensi dalam penelitian genteng yang digunakan adalah  $P \times L \times T$ , yaitu

:  $23 \times 31 \times 1,3$  cm, sehingga volume genteng =  $P \times L \times T$

$$= 0,23 \times 0,31 \times 0,013$$

$$= 0,00093 \text{ m}^3$$

Dalam penelitian ini akan dibuat lima percobaan masing-masing percobaan dibuat sebanyak 10 unit genteng, adapun komposisi bahan susunnya adalah sebagai berikut :

Komposisi bahan genteng terdiri dari tanah liat dan tanpa lumpur, dimana berat satu genteng = 2 kg

Kebutuhan bahan untuk membuat 10 unit genteng adalah :

$$\text{Tanah liat} = 2 \times 10 \Rightarrow 20 \text{ Kg}$$

➤ Komposisi bahan genteng terdiri dari tanah liat dan 10% lumpur

$$\text{Lumpur} = 20 \text{ kg} \times 10\%$$

$$= 2 \text{ kg}$$

Kebutuhan bahan untuk 10 genteng adalah :

$$\text{Tanah liat} = 18 \text{ kg}$$

$$\text{Lumpur} = 2 \text{ kg}$$

Adapun perhitungan selanjutnya dapat dilihat ditabel 4.2



**Tabel 3.2. perhitungan volume lumpur dan tanah liat untuk pembuatan 10 buah genteng**

| <b>Percobaan</b> | <b>Lumpur<br/>kg</b> | <b>Tanah<br/>liat<br/>kg</b> |
|------------------|----------------------|------------------------------|
| 0                | -                    | 20 kg                        |
| 10%              | 2 kg                 | 18 kg                        |
| 20%              | 4 kg                 | 16 kg                        |
| 30%              | 6 kg                 | 14 kg                        |
| 40%              | 8 kg                 | 12 kg                        |

### **3.6.3 Pembuatan Benda Uji**

#### **3.6.3.1 Proses Pembuatan Benda Uji**

Langkah-langkah pembuatan benda uji pada penelitian ini adalah seperti diuraikan dibawah ini :

1. Bahan Susun yang sudah disiapkan ditimbang beratnya sesuai dengan variasinya, kemudian di aduk sampai adukan homogen
2. Adukan didiamkan beberapa saat hingga mendekati kering
3. Adukan dimasukkan dalam cetakan penuh. Setelah penuh adukan dipadatkan menggunakan mesin pres.
4. Cara melepaskan adukan dari cetakan genteng yaitu alas dari cetakan diberi papan yang rata, kemudian cetakan dibalik. Maksud digunakannya papan tersebut selain berfungsi sebagai alas genteng juga untuk menghindarkan agar tidak terjadi retak pada genteng.

### **3.6.3.2 Perawatan benda uji**

Setelah adukan berbentuk genteng dikeluarkan dari cetakan, kemudian dilakukan perawatan. Perawatan genteng adalah suatu pekerjaan menjaga agar genteng segar selalu lembab, sejak adukan dipadatkan sampai genteng dianggap cukup keras.

Pada penelitian ini dilakukan perawatan genteng dengan cara sebagai berikut :

1. Setelah pencetakan genteng selesai, maka genteng ditaruh di dalam ruangan yang lembab.
2. Setelah genteng berumur 2 hari, genteng dijemur selama 2 hari. Lalu genteng dibakar dalam tungku. Genteng lalu direndam 1 hari, genteng ditimbang berat basah, setelah itu di oven selama 2 jam. Genteng ditimbang berat kering.

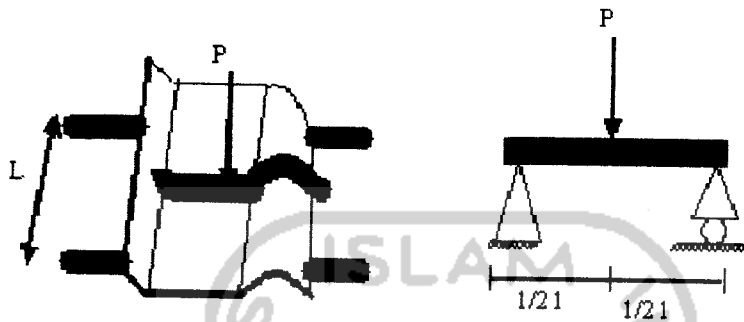
### **3.6.4 Pelaksanaan Pengujian**

Setelah sampel genteng dibuat, dilakukan pengujian terhadap sampel genteng.

Pengujian meliputi :

1. Pengujian Kuat lentur genteng.

Uji kuat lentur dilakukan untuk mengetahui kemampuan genteng menahan beban yang berada di atasnya



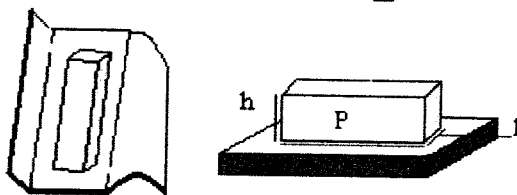
2. Kerapatan air.

Uji kerapatan air adalah pengujian dengan memberikan air diatas genteng untuk mengetahui tetes atau tidak tetesnya genteng, lama pengujian selama 24 jam, dan di jaga volume airnya.

$$\text{Volume air} = P \times l \times h$$

$$9 \times 6 \times 3 = 162$$

$$\text{volume air} = 162 \text{ cm}^3$$



### 3.7. ANALISIS DATA TEKNIS

Setelah semua pengujian dilakukan, dilanjutkan dengan analisis data teknis yang diperoleh. Analisis yang dilakukan adalah untuk mendapatkan nilai-nilai yang baik. Data yang diperlukan adalah sebagai berikut :

1. Kuat lentur genteng yang paling maksimum atau minimal sama dengan pembanding yang telah melakukan pengujian.
2. Kerapatan air genteng yang paling maksimum.



## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian yang telah dilakukan di Laboratorium, dibawah ini akan disajikan hasil penelitian berupa data dan grafik kuat lentur dan kerapatan air benda uji genteng. Dengan data-data hasil penelitian tersebut dilakukan analisis dan pembahasan.

#### 4.1 HASIL PENELITIAN

##### 4.1.1 Hasil Pemeriksaan Bahan Susun

Setelah melakukan pemeriksaan bahan susun berupa berat jenis dan modulus halus butir di laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Universitas Islam Indonesia maka hasil yang didapat tertera pada tabel 4.1 dan 4.2 sebagai berikut :

**Tabel 4.1 Berat Jenis bahan susun**

| No | Bahan      | Berat Jenis Rata-rata (Gram) |
|----|------------|------------------------------|
| 1  | Tanah liat | 2,016                        |
| 2  | Lumpur     | 2,250                        |

(Sumber : Data Primer, 2007)

**Tabel 4.2 Modulus Halus Butir**

| No | Bahan      | Modulus Halus Rata-rata |
|----|------------|-------------------------|
| 1  | Tanah liat | 0,926                   |
| 2  | Lumpur     | 2,983                   |

(Sumber : Data Primer, 2007)

Berat jenis rendah umumnya menunjukkan, bahwa bahannya berpori, lemah dan bersifat menyerap air banyak. Sedang berat jenis tinggi umumnya menunjukkan bahwa kualitas bahannya umumnya baik. (A. Antono, 1988).

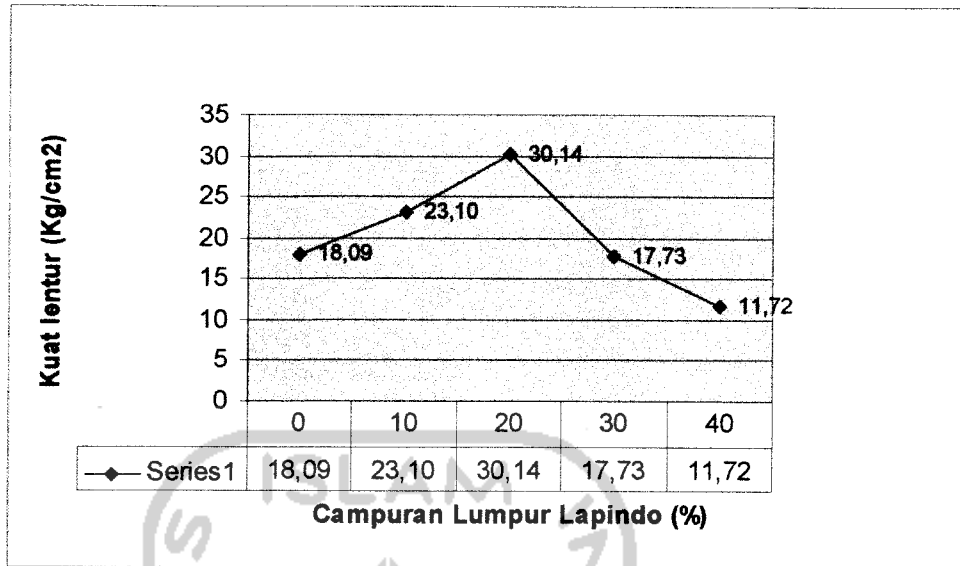
#### 4.1.2 Kuat Lentur Genteng

Dari hasil pengujian genteng, analisa yang dapat ditarik kaitannya dengan prosentase kekuatan berdasarkan kuat lentur rata-rata, dapat diuraikan dalam bentuk table 4.3. Untuk data hasil perhitungannya terdapat pada lampiran.

**Tabel 4.3 Hasil Uji Kuat lentur Rata-rata Genteng.**

| No | Benda Uji    | Kuat lentur (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|----|--------------|-----------------------------------|
| 1  | 0% (normal)  | 18,09                             |
| 2  | 10% (Lumpur) | 23,10                             |
| 3  | 20% (Lumpur) | 30,14                             |
| 4  | 30% (Lumpur) | 17,73                             |
| 5  | 40% (Lumpur) | 11,72                             |

(Sumber : Data Primer, 2007)



Gambar 4.1 Kuat lentur Rata-rata Berbagai Proporsi Lumpur

Berdasarkan data yang didapat seperti tertera diatas menunjukkan bahwa pada percobaan pertama atau dengan porsi limbah 0% (sebagai pembanding) didapat kuat lentur rata-rata sebesar 18,09 kg/cm<sup>2</sup>. Untuk percobaan yang kedua dengan penambahan lumpur sebesar 10% didapat nilai kuat lenturnya sebesar 23,10 kg/cm<sup>2</sup> diatas rata-rata genteng pembanding. Begitu juga pada percobaan ketiga dengan penambahan Lumpur 20% hasil yang didapat 30,14 kg/cm<sup>2</sup>, ini jauh lebih tinggi dibanding dengan genteng pembanding.

Namun untuk percobaan keempat dan kelima dengan penambahan Lumpur 30% dan 40% kuat lentur rata-rata dibawah genteng pembanding, Sehingga tidak memenuhi persyaratan genteng pembanding. Berdasarkan uraian diatas bahwa dengan penambahan Lumpur 20% kuat lentur yang didapatkan adalah yang paling besar dibandingkan dengan penambahan Lumpur lainnya, sedangkan dengan penambahan Lumpur 40% kuat lentur yang didapat yang paling kecil hal ini dapat dilihat bahwa dengan semakin banyak porsi Lumpur maka semakin menurun nilai

kuat lenturnya, jadi campuran untuk mendapatkan kuat lentur yang paling baik adalah dengan penambahan Lumpur 20%.

#### 4.1.3 Kerapatan Air Genteng

Dari hasil analisa kerapatan air rata-rata yang dilakukan selama 6 jam, dengan menggunakan malam (lilin) sebagai dinding penampung air dengan ukuran 9 x 6 x 3 cm dapat dilihat pada tabel 4.4 dan tinggi permukaan air tetap dijaga dengan penambahan air bila tingginya kurang dari 3 cm.

Adapun standar uji kerapatan air adalah tidak tetes selama 24 jam. Dalam hal ini genteng menjadi basah, tetapi ada satu yang terjadi tetesan air, dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

**Tabel 4.4 Kerapatan Air Genteng**

| No | Benda Uji  | Tetes | Tidak Tetes | Keterangan                                       |
|----|------------|-------|-------------|--|
| 1  | 0% Lumpur  | √     | -           | Air meresap, permukaan bawah genteng basah       |
|    | 10% Lumpur | -     | √           | Air meresap, permukaan bawah genteng basah       |
|    | 20% Lumpur | -     | √           | Air meresap, permukaan bawah genteng tidak basah |
|    | 30% Lumpur | -     | √           | Air meresap, permukaan bawah genteng basah       |
|    | 40% lumpur | -     | √           | Air meresap, permukaan bawah genteng basah       |

(sumber : Data Primer, 2007)

Berdasarkan data yang didapat seperti tertera diatas menunjukkan bahwa permukaan bawah genteng pada benda uji normal (tanpa lumpur) bawah genteng basah dan terjadi tetesan setelah 6 jam. Sedangkan 10%, 20%, 30%, dan 40% lumpur bawah genteng basah, namun tidak menetes selama 6 jam. Hal ini terjadi



karena penambahan kerapatan tanah liat oleh lumpur yang mengisi rongga kosong.

#### **4.1.4 Biaya Pembuatan Genteng**

Dalam pembuatan Genteng, dibutuhkan biaya seperti tercantum pada table 4.5. Disini akan terlihat berapa besar biaya yang dibutuhkan untuk pembuatan genteng dengan berbagai porsi lumpur.



**Tabel 4.5 Rincian Biaya**

|  | Biaya tiap komponen |    |                     |    |                     |    |                     |    |                     |  |
|--|---------------------|----|---------------------|----|---------------------|----|---------------------|----|---------------------|--|
|  | 0%                  |    | 10%                 |    | 20%                 |    | 30%                 |    | 40%                 |  |
|  | Rp                  | Rp | Rp                  | Rp | Rp                  | Rp | Rp                  | Rp | Rp                  |  |
| <b>A. Bahan tiap 4000 biji</b>             |                     |    |                     |    |                     |    |                     |    |                     |  |
| 1. Tanah liat per 12 mobil (8004 kg)       | 840.000,00          |    | 756.000,00          |    | 672.000,00          |    | 588.000,00          |    | 504.000,00          |  |
| 2. Kayu Bakar                              | 75.000,00           |    | 75.000,00           |    | 75.000,00           |    | 75.000,00           |    | 75.000,00           |  |
| 3. Transportasi Lumpur                     | -                   |    | 600.000,00          |    | 1.200.000,00        |    | 1.800.000,00        |    | 3.000.000,00        |  |
| <b>B. Pembuatan</b>                        |                     |    |                     |    |                     |    |                     |    |                     |  |
| 1. Biaya Giling                            | 500.000,00          |    | 500.000,00          |    | 500.000,00          |    | 500.000,00          |    | 500.000,00          |  |
| 2. Biaya Cetak                             | 160.000,00          |    | 160.000,00          |    | 160.000,00          |    | 160.000,00          |    | 160.000,00          |  |
| <b>Biaya per 8004 kg bahan (4000 biji)</b> | <b>1.575.000,00</b> |    | <b>2.091.000,00</b> |    | <b>2.607.000,00</b> |    | <b>3.123.000,00</b> |    | <b>4.239.000,00</b> |  |
| <b>Biaya per biji</b>                      | <b>393,75</b>       |    | <b>522,75</b>       |    | <b>651,75</b>       |    | <b>780,75</b>       |    | <b>1.059,75</b>     |  |

Dari tabel 4.5 diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa dengan penambahan lumpur akan menjadi mahal dikarenakan ada tambahan biaya pengangkutan lumpur. Jadi untuk penambahan lumpur lapindo tidak sesuai jika di laksanakan di Yogyakarta, karena letaknya terlalu jauh dari sumber lokasi lumpur.

## **4.2 PEMBAHASAN**

### **4.2.1 Hasil Pemeriksaan Bahan Susun**

Pada penelitian awal dilakukan pemeriksaan bahan susun yang ditampilkan pada Tabel 4.1 dan 4.2. Pemeriksaan ini dilakukan untuk mengetahui syarat potensi lumpur lapindo dalam pembuatan genteng sebelum disolidifikasi. Tujuannya dari diselidiki nilai gradasi/modulus halus tanah liat dan lumpur adalah untuk diketahuinya nilai gradasi agar didapatkan genteng dengan kemampuan tinggi.

Berat jenis rendah umumnya menunjukkan, bahwa bahannya berpori, lemah dan bersifat menyerap air banyak. Sedang berat jenis tinggi umumnya menunjukkan bahwa kualitas bahannya umumnya baik. (A. Antono, 1988)

Unsur  $\text{SiO}_2$  atau yang lebih dikenal dengan silika sangat berperan dalam mengurangi susut kering dan retak-retak pada genteng. Hal ini membuat ikatan pada genteng menjadi lebih kuat, sehingga mempertinggi kualitas genteng yang dihasilkan. Sedangkan Alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) berperan dalam mengimbangi pelelehan pada genteng disaat dilakukannya pembakaran dengan suhu yang cukup tinggi ( $1200^\circ\text{C}$ ), sehingga pada saat pembakaran dengan suhu yang tinggi, genteng menjadi lebih kuat. Senyawa lain yang tak kalah pentingnya adalah  $\text{CaO}$  yang

berperan menurunkan titik leleh pada saat pembakaran dan mencegah terjadinya lengkung pada genteng yang nantinya akan mengakibatkan genteng menjadi patah. Peran senyawa  $Fe_2O_3$  dapat memperbaiki proses pembakaran. Hal ini menjadikan senyawa-senyawa diatas menjadi komponen yang sangat penting dalam genteng agar dapat menghasilkan genteng dengan mutu dan kualitas yang baik.

Senyawa  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $CaO$  dan  $Fe_2O_3$ . senyawa ini merupakan salah satu factor yang penting dalam pembentukan keramik, karena dapat membentuk ikatan keramik dan meberikan kontribusi yang kuat dalam proses solidifikasi (Surdia dan Saito, 1985).

#### 4.2.2 Uji Kuat Lentur

Berdasarkan uraian diatas didapatkan porsi 0% kuat lentur rata-rata 18,09  $kg/cm^2$ , untuk 10% porsi lumpur kuat lentur rata-rata 23,10  $kg/cm^2$ , untuk 20% porsi lumpur kuat lentur rata-rata 30,14  $kg/cm^2$ , untuk 30% porsi lumpur kuat lentur rata-rata 17,73  $kg/cm^2$ , dan untuk 40% porsi lumpur kuat lentur rata-rata 11,72  $kg/cm^2$ . Pada dasarnya indek plastisitas tanah liat yang ada di industri kerajinan genteng di Godean rendah yaitu 15,98 dan untuk nilai COLE (Coefficient Of Linier Extensibility) atau nilai kembang susutnya tinggi yaitu 0,090.(Suharyanta,1998). Ini disebabkan prosentase pencampuran masing-masing tanah belum diketahui secara pasti yang terkadang berkualitas kurang baik, dan tidak ada standarisasi. Sehingga kuat lentur genteng menjadi rendah, sering menimbulkan retakan-retakan kecil dan terjadi rongga-rongga.

Pada percobaan 10% lumpur mulai ada peningkatan disebabkan mulai berkurangnya nilai COLE dalam tanah dengan penambahan pasir, karena kandungan lumpur lapindo banyak mengandung pasir, dan pasir mulai mengisi rongga dalam genteng, dan genteng menjadi padat. Sedangkan pada percobaan penambahan lumpur 20% didapati peningkatan yang drastis dari sampel 0% lumpur, ini karena nilai COLEnya menjadi rendah akibat penambahan pasir yang paling sesuai dan nilai plastisitasnya meningkat karena pada lumpur lapindo juga mengandung silika yang berperan untuk mengurangi susut kering, keretakan dan mempertinggi kualitas genteng, sehingga daya mengembang dan mengkerutnya tanah akan berkurang. Akan tetapi pada percobaan 30% dan 40% mulai menurun karena kandungan pasir dan silika dalam tanah liat terlalu banyak, sehingga genteng menjadi getas atau mudah pecah.

Dari hasil yang ditunjukkan pada tabel 4.3 dapat dilihat bahwa seiring dengan penambahan lumpur, maka kuat lentur yang dihasilkan juga semakin rendah. Hal ini disebabkan karena pada saat pembakaran, lumpur akan mengisi rongga-rongga ikatan antara unsur penyusun genteng yang lain. Akibatnya akan menghalangi/mengurangi ikatan antara bahan genteng yang satu dengan yang lain. Selain itu disebabkan juga oleh penurunan kuantitas atau jumlah mineral (kaolin) seiring dengan penambahan lumpur yang semakin besar. Hal ini akan berdampak pada menurunnya nilai kuat lentur genteng yang dihasilkan.

Dengan demikian hasil percobaan dengan menambahkan lumpur kedalam tanah liat untuk bahan baku genteng yang paling sesuai 20 % karena nilai COLEnya menjadi rendah karena pasir saat basah (kadar airnya tinggi) dan pada

saat kering (kadar airnya rendah) keadaan volumenya tetap atau stabil, sedangkan lempung (liat) pada saat basah akan mengembang dan pada saat kering akan mengkerut. Dengan bertambahnya pasir pada tanah, daya mengembang dan mengkerut tanah akan berkurang.

Sedangkan letak pembakaran terhadap kekuatan genteng sangat berpengaruh, karena pada posisi bagian bawah terjadi proses pembakaran yang berlebihan dilihat dari letak genteng yang dekat dengan titik api, sehingga akan mengakibatkan genteng berwarna hitam atau hangus dan retak-retak hal ini disebabkan tidak cukup waktu bagi plastisitas air untuk menguap. Sedangkan pada bagian tengah suhu yang terjadi selama proses pembakaran bertambah secara bertahap, pada waktu proses pendinginan mengalami penurunan suhu secara lambat, dilihat dari letak genteng yang tertutup rapat oleh genteng atas dan bawah, sehingga genteng dimungkinkan terbakar sempurna. Untuk bagian atas genteng belum memiliki kematangan yang tepat, karena letaknya yang jauh dari titik api, hal ini menyebabkan satu permukaan akan lebih panas dari permukaan lain, sehingga yang satu volumenya berubah yang lain tidak. (Elmi Irma Panduwati, Kwartono Setiawan, 2005).

#### **4.2.2 Kerapatan Air Genteng**

Berdasarkan data yang didapat seperti tertera diatas menunjukkan bahwa permukaan bawah genteng pada benda uji normal (tanpa lumpur) bawah genteng basah dan terjadi tetesan setelah 6 jam. Sedangkan 10%, 20%, 30%, dan 40% lumpur bawah genteng basah, namun tidak menetes selama 6 jam. Hal ini terjadi

karena penambahan kerapatan tanah liat oleh lumpur yang mengisi rongga kosong, dan kemampuan lumpur pada penambahan 10% - 40% sehingga nilai COLE menurun dan indek plastisitasnya meningkat.



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan pembahasan dapat disimpulkan :

1. Berdasarkan pengujian kuat lentur, porsi lumpur yang ditambahkan 30% dan 40% semakin turun nilai kuat lentur yang dihasilkan. Karena semakin banyaknya kuantitas lumpur akan mengurangi jumlah mineral (kaolin) seiring dengan penambahan lumpur yang semakin besar. Pada penambahan 20% Lumpur didapat hasil kuat lentur paling besar yaitu  $30,145 \text{ kg/cm}^2$ , sedangkan penambahan lumpur 40 % didapat hasil  $11,719 \text{ kg/cm}^2$ .
2. Kerapatan air yang baik adalah dengan penambahan lumpur 10% - 40%, dimana pada uji kerapatan tidak terjadi tetes. Sedangkan untuk 0% mengalami tetes.
3. Jadi lumpur lapindo sebagai bahan campuran genteng tidak sesuai jika di laksanakan di Yogyakarta, karena letaknya terlalu jauh dari sumber lokasi lumpur yang akan menambah beban biaya produksi.
4. Hasil percobaan dengan menambahkan lumpur kedalam tanah liat untuk bahan baku genteng yang paling sesuai adalah 20% karena nilai COLEnya menjadi rendah. Nilai COLE menjadi rendah karena pasir dalam lumpur akan menstabilkan volume genteng (saat pasir basah maupun kering) sehingga kuat lentur menjadi tinggi.



## 5.2 Saran – saran

Berdasarkan pelaksanaan dan hasil penelitian dapat disampaikan saran – saran sebagai berikut :

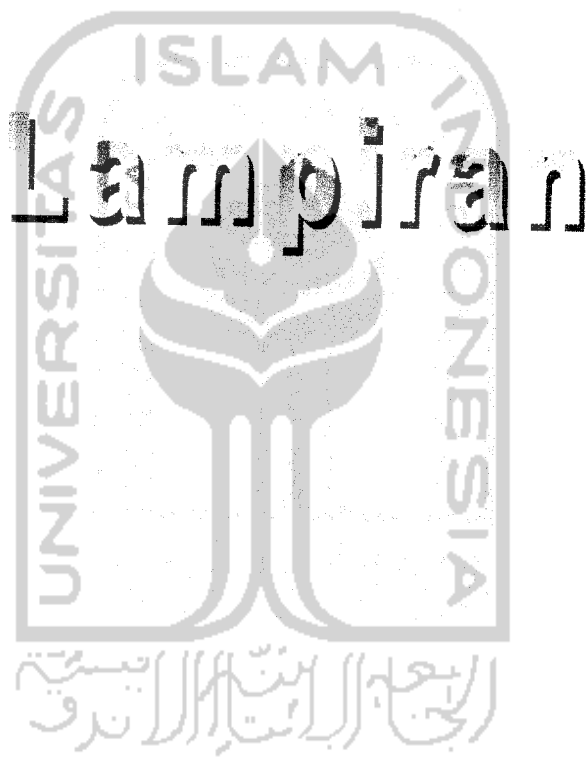
1. Perlu diperhatikan kualitas bahan dan proses pencampuran dalam pembuatan genteng, karena akan mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan.
2. Disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut dalam pembuatan genteng dari tanah liat dengan menambahkan limbah yang lain.
3. pada pengujian kerapatan air hendaknya mengacu pada metode standar yang telah ditetapkan
4. Untuk proses solidifikasi harus diperhatikan faktor homogenitas campuran bahan sehingga hasilnya lebih akurat, maka dari itu pencampuran bahan menggunakan mesin pencampur (mixing) dan mesin pencetak hasilnya akan lebih baik dibandingkan secara manual.



## DAFTAR PUSTAKA

- Alloway, B.J., (1990). *Heavy Metals in Soils*, Glasgow
- Anonim, (1994). *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 1994 Tentang Pengolahan Limbah Bahan Beracun dan Berbahaya*, Badan Pengendali Dampak Lingkungan , Jakarta, 1994.
- Anonim, (1996). *Bahan-bahan Berbahaya dan Dampaknya terhadap Kesehatan Manusia*, Departemen Kesehatan RI, Jakarta.
- [Http://id.wikipedia.org/wiki/semburan lumpur panas di sidoarjo](http://id.wikipedia.org/wiki/semburan_lumpur_panas_di_sidoarjo)
- Tempointeraktif\_com - Tentara Bikin Batu Bata dari Lumpur Lapindo.htm 07 September 2006.
- Heinz Frick dan Ch Koesmartadi, 1999, *Ilmu Bahan Bangunan*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Bridge, B.J, P.J. Ross. et al. 1984. *Relations Among Physical Properties of Cracking Clay Soils*. In *The Properties and Utilization of Cracking Clay Soils*. Reviews in Rural Sciences. New South Wales, Australia: University of New England Armidale.
- Bucham, H, O, N. C. Brady. Et al. 1982. *Ilmu Tanah*. (Terjemahan) Jakarta: Barata. Isa. Darmawijaya, M. 1990. *Klasifikasi Tanah. Dasar Teori Bagi Peneliti Tanah dan Pelaksana Pertanian Di Indonesia*. Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.

- Isa. Darmawijaya, M. 1990. *Klasifikasi Tanah. Dasar Teori Bagi Peneliti Tanah dan Pelaksana Pertanian Di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Astuti, A., (1997). *Pengetahuan Keramik*, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Dipohusodo, Istimawan, 1994, *Struktur Beton Bertulang*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Harum WG, 2005, *Solidifikasi Pemanfaatan Limbah Katalis RCC-15 Sebagai Bahan Campuran Pembuatan Genteng Beton*, Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP UII Yogyakarta.
- Suharyanta, 1998, *Pemanfaatan Sumberdaya Tanah (Tanah Liat) Untuk Kerajinan Genteng Di Wilayah Kecamatan Godean*, STTL, Yogyakarta.
- Elmi IP & Kwartono S, 2005, *Pengaruh Variasi Letak Pembakaran Terhadap Kekuatan Bata Bakar Kayu Sebagai Material Pasangan Bata*, Jurusan Teknik Sipil, FTSP UII Yogyakarta.
- Surdia, T. dan Saito, S., 1985. *Pengetahuan Bahan Keramik*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Febrian A, 2005, *Solidifikasi Pemanfaatan Limbah Katalis RCC-15 Sebagai Bahan Campuran Pembuatan Keramik*, Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP UII Yogyakarta.





# Lampiran 1

**Tabel Berat Jenis Dan Modulus Halus Butiran**

الجامعة الإسلامية  
الابدية لا تتبدل الا تدرق



# LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km.14,4 telp. (0274) 895707, 895042 fax.: (0274) 895330 Yogyakarta

## DATA MODULUS HALUS BUTIR ( MHB ) / ANALISA SARINGAN AGREGAT HALUS

Nama benda uji : Lumpur Lapindo

Diperiksa Oleh:

Asal :

1. Surya Wahyu Hidayat

Keperluan : Tugas Akhir

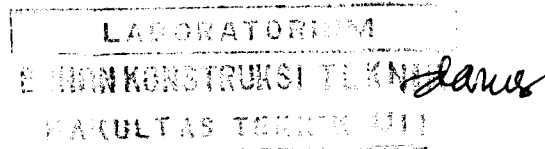
| Lubang ayakan (mm) | Berat tertinggal (gram) | Berat tertinggal (%) | Berat tertinggal kumulatif (%) |
|--------------------|-------------------------|----------------------|--------------------------------|
| 40,00              | .....                   | .....                | .....                          |
| 20,00              | .....                   | .....                | .....                          |
| 10,00              | .....                   | .....                | .....                          |
| 4,80               | 4                       | 0,810                | 0,810                          |
| 2,40               | 16                      | 3,239                | 4,049                          |
| 1,20               | 97,5                    | 19,737               | 23,785                         |
| 0,60               | 263,5                   | 53,340               | 77,126                         |
| 0,30               | 83                      | 16,802               | 93,927                         |
| 0,15               | 23                      | 4,656                | 98,583                         |
| <b>Sisa</b>        | 7                       | 1,417                | .....                          |
| <b>Jumlah</b>      |                         |                      | 298,279                        |

Modulus halus butir =  $298,279/100 = 2,983$

Yogyakarta, 22 Mei 2007

Mengetahui,

Laboratorium BKT FTSP UII





# LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km.14,4 telp. (0274) 895707, 895042 fax.: (0274) 895330 Yogyakarta

## DATA MODULUS HALUS BUTIR ( MHB ) / ANALISA SARINGAN

### AGREGAT HALUS

Nama benda uji : Tanah liat

Diperiksa Oleh:

Asal :

1. Surya Wahyu H

Keperluan : Tugas Akhir

| Lubang ayakan (mm) | Berat tertinggal (gram) | Berat tertinggal (%) | Berat tertinggal kumulatif (%) |
|--------------------|-------------------------|----------------------|--------------------------------|
| 40,00              | .....                   | .....                | .....                          |
| 20,00              | .....                   | .....                | .....                          |
| 10,00              | .....                   | .....                | .....                          |
| 4,80               | .....                   | .....                | .....                          |
| 2,36               | 0                       | 0,09168              | 0,09168                        |
| 1,18               | 0,4                     | 35,96149             | 36,05317                       |
| 0,300              | 156,9                   | 20,44465             | 56,49782                       |
| 0,150              | 89,2                    | 43,27298             | 0,09168                        |
| <b>Sisa</b>        | <b>188,8</b>            | <b>0,09168</b>       | .....                          |
| <b>Jumlah</b>      |                         |                      | <b>92,64268</b>                |

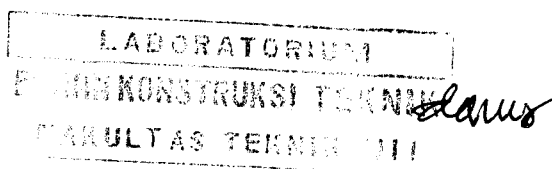
w

Modulus halus butir =  $92,64268/100 = 0,926427$

Yogyakarta, .....

Mengetahui,

Laboratorium BKT FTSP UII





# Lampiran 2

**Tabel Hasil Perhitungan kuat Lentur**

الجامعة الإسلامية  
الابن سينا





# LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km.14,4 telp. (0274) 895707, 895042 fax.: (0274) 895330 Yogyakarta

## HASIL UJI KUAT LENTUR

Nama benda uji : Genteng  
Diperiksa Oleh : Surya Wahyu Hidayat  
Keperluan : Tugas Akhir  
Tanggal : 21 Mei 2007

| Kode Sampel | Nomor Sampel | Jarak Tumpuan (L) (cm) | Hasil Uji (P) (Kg) | Kode Sampel | Nomor Sampel | Jarak Tumpuan (L) (cm) | Hasil Uji (P) (Kg) |
|-------------|--------------|------------------------|--------------------|-------------|--------------|------------------------|--------------------|
| 0 %         | 1            | 16                     | 40                 | 10 %        | 1            | 16                     | 51,1               |
|             | 2            | 16                     | 45                 |             | 2            | 16                     | 50                 |
|             | 3            | 16                     | 41                 |             | 3            | 16                     | 50,5               |
|             | 4            | 16                     | 30                 |             | 4            | 16                     | 49,5               |
|             | 5            | 16                     | 39                 |             | 5            | 16                     | 48                 |

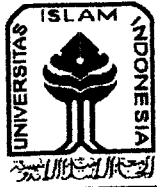
| Kode Sampel | Nomor Sampel | Jarak Tumpuan (L) (cm) | Hasil Uji (P) (Kg) | Kode Sampel | Nomor Sampel | Jarak Tumpuan (L) (cm) | Hasil Uji (P) (Kg) |
|-------------|--------------|------------------------|--------------------|-------------|--------------|------------------------|--------------------|
| 20 %        | 1            | 16                     | 68                 | 30 %        | 1            | 16                     | 40,1               |
|             | 2            | 16                     | 65                 |             | 2            | 16                     | 39,5               |
|             | 3            | 16                     | 62,5               |             | 3            | 16                     | 38,5               |
|             | 4            | 16                     | 64                 |             | 4            | 16                     | 36                 |
|             | 5            | 16                     | 65,5               |             | 5            | 16                     | 37                 |

Yogyakarta, 21 Mei 2007

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII

LABORATORIUM  
BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



# LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km.14,4 telp. (0274) 895707, 895042 fax.: (0274) 895330 Yogyakarta

## HASIL UJI KUAT LENTUR

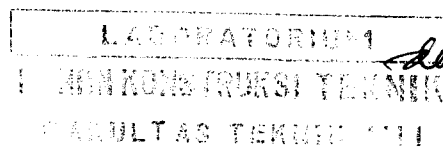
Nama benda uji : Genteng  
Diperiksa Oleh : Surya Wahyu Hidayat  
Keperluan : Tugas Akhir  
Tanggal : 21 Mei 2007

| Kode Sampel | Nomor Sampel | Jarak Tumpuan (L) (cm) | Hasil Uji (P) (Kg) |
|-------------|--------------|------------------------|--------------------|
| 40 %        | 1            | 16                     | 22,5               |
|             | 2            | 16                     | 24,85              |
|             | 3            | 16                     | 30                 |
|             | 4            | 16                     | 27                 |
|             | 5            | 16                     | 22                 |

Yogyakarta, 21 Mei 2007

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII





# Lampiran 3

**Tabel Pemeriksaan Berat Jenis Dan Kadar Air Genteng**

الجامعة الإسلامية  
الابن سينا



# LABORATORIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Jl. Kaliurang Km.14,4 telp. (0274) 895707, 895042 fax.: (0274) 895330 Yogyakarta

## HASIL PEMERIKSAAN BERAT JENIS DAN KADAR AIR GENTENG


Nama benda uji : Genteng  
Diperiksa Oleh : Surya Wahyu Hidayat  
Keperluan : Tugas Akhir  
Tanggal : 17 Mei 2007

| Uraian  | Sampel<br>(Gram) |
|---|------------------|
| Berat genteng kering mutlak, gram (Bk)                    | 3040             |
| Berat genteng kondisi jenuh kering muka, gram (Bj)        | 3621             |
| Berat genteng dalam air, gram (Ba)                        | 1825             |
| Berat jenis curah.....(1)<br>$Bk / (Bj - Ba)$             | 1,693            |
| Berat jenis jenuh kering muka.....(2)<br>$Bj / (Bj - Ba)$ | 2,016            |
| Berat jenis semu.....(3)<br>$Bk / (Bk - Ba)$              | 2,502            |
| Penyerapan air.....(4)<br>$(Bj - Bk) / Bk \times 100\%$   | 19,1%            |

Yogyakarta, 17 Mei 2007

Mengetahui

Laboratorium BKT FTSP UII

  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA



# Lampiran 4

**Tabel Hasil Perhitungan Kuat Lentur**

الجامعة الإسلامية  
الابن سينا

### Hasil Uji Kekuatan Lentur

| Kode Sampel | Nomor Sampel | jarak tumpuan : (cm) | Lebar Genteng (cm) | Tebal Genteng (cm) | Inersia (cm <sup>4</sup> ) | $\frac{1}{2}$ Tebal genteng (cm) | Hasil Uji (Kg) | Momen (kg.cm) | Kuat lentur (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-------------|--------------|----------------------|--------------------|--------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------|---------------|-----------------------------------|
| (1)         | (2)          | (3)                  | (4)                | (5)                | (6)                        | (7)                              | (8)            | (9)           | (10)                              |
| 0%          |              | $l$                  | $b$                | $h$                | $I$                        | $y$                              | $P$            | $M$           | $\sigma$                          |
|             | 1            | 16                   | 23                 | 1,5                | 6,469                      | 0,75                             | 40             | 160           | 18,551                            |
|             | 2            | 16                   | 23                 | 1,5                | 6,469                      | 0,75                             | 45             | 180           | 20,870                            |
|             | 3            | 16                   | 23                 | 1,5                | 6,469                      | 0,75                             | 41             | 164           | 19,014                            |
|             | 4            | 16                   | 23                 | 1,5                | 6,469                      | 0,75                             | 30             | 120           | 13,913                            |
|             | 5            | 16                   | 23                 | 1,5                | 6,469                      | 0,75                             | 39             | 156           | 18,087                            |
| Rata-rata   |              | 16                   | 23                 | 1,5                | 6,469                      | 0,75                             | 39             | 156,000       | 18,087                            |

#### Keterangan :

Kolom 6 =  $1/12 \times$  kolom 4 x (kolom 5<sup>3</sup>)

Kolom 7 =  $1/2 \times$  kolom 5

Kolom 9 =  $1/4 \times$  kolom 8 x kolom 3

Kolom 10 = (kolom 9 x kolom 7) / kolom 6



### Hasil Uji Kekuatan Lentur

| Kode Sampel | Nomor Sampel | jarak tumpuan (cm) | Lebar Genteng (cm) | Tebal Genteng (cm) | Inersia (cm <sup>4</sup> ) | $\frac{1}{2}$ Tebal genteng (cm) | Hasil Uji (Kg) | Momen (kg.cm) | Kuat lentur (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------|---------------|-----------------------------------|
| (1)         | (2)          | (3)                | (4)                | (5)                | (6)                        | (7)                              | (8)            | (9)           | (10)                              |
| 10%         |              | $l$                | $b$                | $h$                | $I$                        | $Y$                              | $P$            | $M$           | $\sigma$                          |
|             | 1            | 16                 | 23                 | 1,5                | 6,469                      | 0,75                             | 51,1           | 204,4         | 23,699                            |
|             | 2            | 16                 | 23                 | 1,5                | 6,469                      | 0,75                             | 50             | 200           | 23,188                            |
|             | 3            | 16                 | 23                 | 1,5                | 6,469                      | 0,75                             | 50,5           | 202           | 23,420                            |
|             | 4            | 16                 | 23                 | 1,5                | 6,469                      | 0,75                             | 49,5           | 198           | 22,957                            |
|             | 5            | 16                 | 23                 | 1,5                | 6,469                      | 0,75                             | 48             | 192           | 22,261                            |
| Rata-rata   |              | 16                 | 23                 | 1,5                | 6,469                      | 0,75                             | 49,82          | 199,280       | 23,105                            |

#### Keterangan :

Kolom 6 =  $1/12 \times$  kolom 4 x (kolom 5<sup>3</sup>)

Kolom 7 =  $1/2 \times$  kolom 5

Kolom 9 =  $1/4 \times$  kolom 8 x kolom 3

Kolom 10 = (kolom 9 x kolom 7) / kolom 6

### Hasil Uji Kekuatan Lentur

| Kode Sampel | Nomor Sampel | jarak tumpuan (cm) | Lebar Genteng (cm) | Tebal Genteng (cm) | Inersia (cm <sup>4</sup> ) | $\frac{1}{2}$ Tebal genteng (cm) | Hasil Uji (Kg) | Momen (kg.cm) | Kuat lentur (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------|---------------|-----------------------------------|
| (1)         | (2)          | (3)                | (4)                | (5)                | (6)                        | (7)                              | (8)            | (9)           | (10)                              |
| 20%         |              | $l$                | $b$                | $h$                | $I$                        | $Y$                              | $P$            | $M$           | $\sigma$                          |
|             | 1            | 16                 | 23                 | 1,5                | 6,469                      | 0,75                             | 68             | 272           | 31,536                            |
|             | 2            | 16                 | 23                 | 1,5                | 6,469                      | 0,75                             | 65             | 260           | 30,145                            |
|             | 3            | 16                 | 23                 | 1,5                | 6,469                      | 0,75                             | 62,5           | 250           | 28,986                            |
|             | 4            | 16                 | 23                 | 1,5                | 6,469                      | 0,75                             | 64             | 256           | 29,681                            |
|             | 5            | 16                 | 23                 | 1,5                | 6,469                      | 0,75                             | 65,5           | 262           | 30,377                            |
| Rata-rata   |              | 16                 | 23                 | 1,5                | 6,469                      | 0,75                             | 65             | 260,000       | 30,145                            |

**Keterangan :**

Kolom 6 =  $1/12 \times$  kolom 4 x (kolom 5<sup>3</sup>)

Kolom 7 =  $1/2 \times$  kolom 5

Kolom 9 =  $1/4 \times$  kolom 8 x kolom 3

Kolom 10 = (kolom 9 x kolom 7) / kolom 6





### Hasil Uji Kekuatan Lentur

| Kode Sampel | Nomor Sampel | jarak tumpuan (cm) | Lebar Genteng (cm) | Tebal Genteng (cm) | Inersia (cm <sup>4</sup> ) | $\frac{1}{2}$ Tebal genteng (cm) | Hasil Uji (Kg) | Momen (kg.cm) | Kuat lentur (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------|---------------|-----------------------------------|
| (1)         | (2)          | (3)                | (4)                | (5)                | (6)                        | (7)                              | (8)            | (9)           | (10)                              |
| 30%         |              | $l$                | $b$                | $h$                | $I$                        | $y$                              | $P$            | $M$           | $\sigma$                          |
|             | 1            | 16                 | 23                 | 1,5                | 6,469                      | 0,75                             | 40,1           | 160,4         | 18,597                            |
|             | 2            | 16                 | 23                 | 1,5                | 6,469                      | 0,75                             | 39,5           | 158           | 18,319                            |
|             | 3            | 16                 | 23                 | 1,5                | 6,469                      | 0,75                             | 38,5           | 154           | 17,855                            |
|             | 4            | 16                 | 23                 | 1,5                | 6,469                      | 0,75                             | 36             | 144           | 16,696                            |
|             | 5            | 16                 | 23                 | 1,5                | 6,469                      | 0,75                             | 37             | 148           | 17,159                            |
| Rata-rata   |              | 16                 | 23                 | 1,5                | 6,469                      | 0,75                             | 38,22          | 152,880       | 17,725                            |

#### Keterangan :

Kolom 6 =  $1/12 \times$  kolom 4 x (kolom 5<sup>3</sup>)

Kolom 7 =  $1/2 \times$  kolom 5

Kolom 9 =  $1/4 \times$  kolom 8 x kolom 3

Kolom 10 = (kolom 9 x kolom 7) / kolom 6



### Hasil Uji Kekuatan Lentur

| Kode Sampel | Nomor Sampel | jarak tumpuan (cm) | Lebar Genteng (cm) | Tebal Genteng (cm) | Inersia (cm <sup>4</sup> ) | $\frac{1}{2}$ Tebal genteng (cm) | Hasil Uji (Kg) | Momen (kg.cm) | Kuat lentur (kg/cm <sup>2</sup> ) |
|-------------|--------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------|----------------------------------|----------------|---------------|-----------------------------------|
| (1)         | (2)          | (3)                | (4)                | (5)                | (6)                        | (7)                              | (8)            | (9)           | (10)                              |
| 40%         |              | $l$                | $b$                | $h$                | $I$                        | $Y$                              | $P$            | $M$           | $\sigma$                          |
|             | 1            | 16                 | 23                 | 1,5                | 6,469                      | 0,75                             | 22,5           | 90            | 10,435                            |
|             | 2            | 16                 | 23                 | 1,5                | 6,469                      | 0,75                             | 24,85          | 99,4          | 11,525                            |
|             | 3            | 16                 | 23                 | 1,5                | 6,469                      | 0,75                             | 30             | 120           | 13,913                            |
|             | 4            | 16                 | 23                 | 1,5                | 6,469                      | 0,75                             | 27             | 108           | 12,522                            |
|             | 5            | 16                 | 23                 | 1,5                | 6,469                      | 0,75                             | 22             | 88            | 10,203                            |
| Rata-rata   |              | 16                 | 23                 | 1,5                | 6,469                      | 0,75                             | 25,27          | 101,080       | 11,719                            |

#### Keterangan :

Kolom 6 =  $1/12 \times \text{kolom } 4 \times (\text{kolom } 5^3)$

Kolom 7 =  $1/2 \times \text{kolom } 5$

Kolom 9 =  $1/4 \times \text{kolom } 8 \times \text{kolom } 3$

Kolom 10 =  $(\text{kolom } 9 \times \text{kolom } 7) / \text{kolom } 6$



# Lampiran 5

Dokumen Penelitian



Gambar Bahan baku genteng



Gambar Penggilingan Bahan baku genteng



Gambar Pembentukan bata sebelum masuk mesin press



Gambar Pencampuran solar dengan bata sebelum masuk mesin press



JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

---



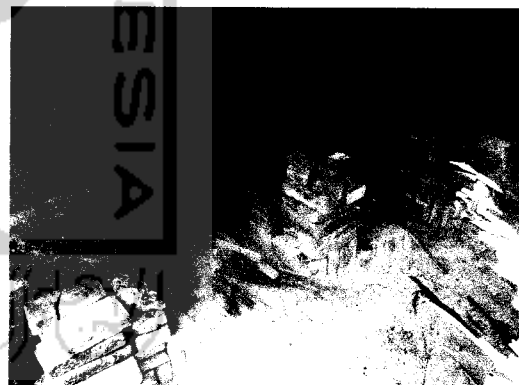
Gambar Proses pengepressan



Gambar Proses pengangin-anginnan



Gambar Proses Penjemuran



Gambar Proses Pembakaran