



A 382

A 382

DP / BPPI / BISB / 219 / 94

NO: 245 / 7 / BALAI RISET  
DAN STANDARISASI INDUSTRI

PENELITIAN PENGARUH TAWAS  
TERHADAP PLASTISITAS DAN  
KETAHANAN PANAS  
PADA LEMPUNG BAHAN BAKU  
GENTENG KERAMIK

DISPERPUSIP JATIM

82

BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI  
BALAI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI SURABAYA  
JL. JAGIR WONOKROMO 380 TELP. 816612 SURABAYA

## INTISARI

Lempung lumpur limbah sungai yang diperoleh dari unit penjernihan air cukup banyak di berbagai unit penjernihan, suatu contoh dari satu unit penjernihan air diperoleh lumpur sebanyak  $\pm 100$  ton/hari basah dengan kadar air  $\pm 60\%$ .

Lumpur tersebut selama ini belum dipergunakan untuk apapun.

Untuk itu terkandung maksud untuk bahan baku genteng keramik pengganti bahan baku lempung yang digali dari tanah sawah sebagai mana lazimnya.

Pada usaha menjernihkan air tersebut ditambahkan tawas (Aluminium Sulfat ( $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$ )) sebagai bahan koagulan/flokulan sehingga pada lumpur yang diperoleh ada pengaruh tawas tersebut.

Dalam upaya pemanfaatannya pada penelitian ditemukan indikasi antara lain sebagai berikut :

1. Lempung lumpur yang mengandung kadar sulfat ( $SO_4$ ) kurang atau sama dengan 3,11% masih cukup baik digunakan sebagai bahan baku genteng keramik dengan memberikan perlakuan yang lazim diberikan pada proses pembuatan genteng keramik.
2. Lempung lumpur dengan kadar sulfat ( $SO_4$ ) 4,92% atau lebih tidak baik digunakan sebagai bahan baku genteng keramik sebab :

- Pengeringan butuh waktu lama.

- Hanya kering setelah dijemur dipanas matahari.
- Kerusakan (pecah) cacat setelah pembakaran sangat tinggi.

DISPERPUSIP JATIM

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	i
INTISARI .....	ii
DAFTAR ISI .....	iv
BAB I. PENDAHULUAN .....	1
1. Latar belakang .....	1
2. Maksud dan tujuan .....	3
3. Permasalahan .....	4
4. Hipotesa .....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA .....	5
1. Plastisitas .....	5
2. Menentukan plastisitas dengan cara Atterberg .....	5
A. Menentukan plastis limit .....	5
B. Menentukan liquid limit .....	6
C. Menentukan plastis indeks .....	7
3. Pengeringan .....	9
4. Pembakaran .....	10
BAB.III. PERCOBAAN .....	13
III.1.1. Bahan .....	13
2. Alat .....	13
III.2.1. Analisa lempung .....	14
2. Pembuatan adonan .....	14
3. Perlakuan .....	15
BAB.IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	18
IV.1.HASIL .....	18
1. Hasil analisa kimia dan fisika .....	18
2. Hasil analisa kadar air .....	18
3. Hasil pengamatan plastisitas .....	19
4. Pengamatan batang uji .....	19
5. Pembakaran .....	21
VI.2.PEMBAHASAN .....	22
1. Dari hasil kimia dan fisika .....	22
2. Hasil analisa kadar air .....	23
3. Plastisitas .....	23
4. Pengamatan batang uji .....	24
5. Hasil Pembakaran .....	25
BAB.V. KESIMPULAN DAN SARAN .....	26

1. Kesimpulan .....	26
2. Saran .....	26
DAFTAR PUSTAKA .....	27

#### DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil analisa kimia dan fisika bahan baku	18
Tabel 2. Hasil pengamatan plastisitas .....	19
Tabel 3. Hasil pengamatan pada pengeringan lempung sungai dengan tambahan tawas 0 % .....	28
Tabel 4. Hasil pengamatan pada pengeringan lempung sungai dengan tambahan tawas 5 % .....	28
Tabel 5. Hasil pengamatan pada pengeringan lempung sungai dengan tambahan tawas 10 % ....	29
Tabel 6. Hasil pengamatan pada pengeringan lempung sungai dengan tambahan tawas 15 % ....	29
Tabel 7. Hasil pengamatan pada pengeringan lempung sawah dengan tambahan tawas 0 % .....	30
Tabel 8. Hasil pengamatan pada pengeringan lempung sawah dengan tambahan tawas 5 % .....	30
Tabel 9. Hasil pengamatan pada pengeringan lempung sawah dengan tambahan tawas 10 % .....	31
Tabel 10. Hasil pengamatan pada pengeringan lempung sawah dengan tambahan tawas 15 % .....	31
Tabel 11,12,13,14. Keadaan batang uji setelah dibakar.	32

## BAB I PENDAHULUAN.

### 1. Latar belakang.

Usaha mengentas kemiskinan dengan jalan meningkatkan penghasilan akan mampu meningkatkan taraf hidup dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat membawa konsekwensi peningkatan penyediaan kebutuhan sandang dan pangan (perumahan).

Penyediaan kebutuhan perumahan menuntut penyediaan akan bahan bangunan termasuk didalamnya kebutuhan genteng sebagai bahan penutup atap rumah.

Berbagai tipe genteng dari yang paling murah dengan harga ± Rp.35/biji sampai dengan yang paling mahal dengan harga diatas Rp. 1.000 / biji telah tersedia dipasaran.

Genteng yang murah paling banyak diminati masyarakat kalangan menengah ke bawah adalah tipe genteng keramik, terbuat dari bahan baku lempung (tanah liat) yang digali dari sawah-sawah. Akibat dari pengalihan (penyediaan) bahan baku ini timbulnya kubangan-kubangan yang tidak tertutup lagi dan yang lebih parah adalah menghilangkan bagian tanah yang subur. Jelas ini tidak dikehendaki oleh banyak pihak.

Untuk mencegah penggalian lempung-lempung sawah sebagai bahan baku genteng keramik dirasa kecil kemungkinan tanpa memberikan alternatif penggantinya. Untuk itu dikandung maksud untuk memanfaatkan tanah lumpur

(limbah) yang dihasilkan dari unit penjernihan air sebagai ganti lempung sawah bahan baku genteng keramik yang dimaksud.

Dalam upaya penyediaan bahan sebagai mana dimaksud diatas dapat diamati perbedaan kedua bahan antara lain :

1. Lempung sawah dalam upaya penyediaan dan pengolahannya sehingga siap sebagai bahan baku hanya mengalami proses penggalian dan pencampuran supaya lebih homogen dengan keplastisan yang merata, bila diperlukan tambahan biasanya hanyalah bahan pengurus yang berupa pasir.
2. Lumpur limbah unit penjernihan air dalam upaya untuk memperolehnya dengan cara menambahkan bahan koagulan/flokulan yakni tawas ( $Al_2(SO_4)_3 \cdot 18 H_2O$ ) pada air yang masih kotor, sehingga pada lumpur yang diperoleh ada pengaruh tawas/unsur penyusutan tawas.

Dari suatu informasi dipetik suatu pernyataan bahwa lumpur limbah unit penjernihan air tidak bisa dipakai/digunakan sebagai bahan baku genteng keramik, karena pada saat membuatnya genteng yang dicetak akan pecah waktu proses pengeringan dan bila tidak pecah waktu pengeringan akan pecah saat pembakaran, namun dari suatu penelitian dihasilkan bahwa dengan mengatur kadar lempungnya (kadar fraksi halus) lempung lumpur limbah unit penjernihan air dapat digunakan/dipakai sebagai bahan baku genteng keramik dan batu bata.

Dari kedua cara memperoleh bahan baku, diamati terdapat

beda yang menyolok ialah adanya tambahan tawas ( $\text{SO}_4$ ) pada lumpur limbah unit penjernihan air sedangkan pada lempung sawah tidak.

Untuk itu maka pada penelitian ini akan diamati perbedaan yang mungkin terjadi antara lain pada :

1. Plastisitas.
2. Susut kering dan surut bakar.
3. Ketahanan terhadap pemanasan/pembakaran.

Lumpur limbah unit penjernihan air cukup banyak, dari suatu perusahaan pernah terdata kapasitas lumpur mencapai 100 ton/hari basah dengan kadar air  $\pm 60\%$ , diamati pula bahwa unit penjernih air hampir terdapat disetiap kota (PDAM) dan bahkan diperusahaan-perusahaan yang mengolah airnya sendiri.

Dengan dapat diketahui pengaruh atas plastisitas, susut kering susut bakar dan ketahanan terhadap pembakaran akan dapat ditentukan perlakuan yang sesuai sehingga bahan yang dimaksud akan dapat digunakan sebagai bahan baku genteng keramik dan bahan dapat digunakan sebagai bahan pengganti alternatif maka penyediaan bahan lempung sawah akan dapat dikurangi karena penggalian akan dapat dikurangi.

## 2. Maksud dan Tujuan.

Dengan mengetahui pengaruh tawas ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$ ) pada lempung sebagai bahan baku genteng keramik maka akan dapat ditentukan perlakuan pada proses pembuatan sehingga kerusakan terhadap pemakaian lempung limbah

unit penjernihan air sebagai bahan baku pada pembuatan genteng keramik dapat dikurangi dan lempung dapat digunakan sebagai alternatif pengganti lempung sawah.

### 3. Permasalahan.

Tawas ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$ ) yang ditambahkan sebagai koagulan/flokulan dalam proses penjernihan air akan memberikan tambahan kadar sulfat ( $\text{SO}_4$ ) pada lumpur limbah yang dihasilkan.

### 4. Hipotesa.

Kadar sulfat tertentu pada lempung bahan baku genteng keramik akan menyebabkan perubahan sifat asli dari bahan dan menyebabkan kerusakan. (bahan akan menjadi lebih rapuh dan mudah retak/pecah).

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA.

#### I.1. Plastisitas.

Telah diketahui secara umum bahwa bila lempung ditambah dengan air akan mempunyai sifat dapat diberi bentuk dengan mudah, sifat demikian disebut sifat plastis.

Sifat plastis dari lempung merupakan sifat dasar yang sangat berfaedah didalam industri keramik terutama dalam pembuatan batu bata, genteng, pipa yang lain.

Sifat plastis dari lempung merupakan sifat yang sangat kompleks. Umumnya keplastisan didalam pengertian keramik adalah kemampuan dari material untuk mengalami deformasi dan perubahan dalam bentuk bila dalam pengaruh tegangan.

Perubahan semacam ini akan tinggal tetap sesudah gaya pengubahnya (tegangannya) hilang.

#### 2. Menentukan keplastisan dengan cara ATTERBERG.

##### A. Menentukan plastis limit dengan metoda pengolahan.

Plastis limit dapat di definisikan sebagai batas keplastisan yaitu kadar air minimum agar lempung sebagai massa yang plastis dapat dibentuk. Apabila kadar air dibawah minimum maka timbul retak-retak pada lempung jika dibentuk.

##### Prinsip pengerjaan.

Lempung kering lolos ayakan 0,5 milimeter

sebanyak 20 gram ditambahkan air secukupnya kemudian di ulet sampai homogen, lalu dibentuk jadi bola dan tidak retak-retak bila digenggam tangan.

Sebagian dari contoh lempung tersebut diambil dan digulung dengan jari tangan pada alas kaca membentuk silinder memanjang dengan diameter tidak lebih dari 3 milimeter sampai timbul retak-retak.

Contoh lempung yang telah dibentuk silinder memanjang sampai retak-retak tadi ditempatkan dalam cawan penguap dan ditentukan kadar airnya.

#### B. Menentukan liquid limit dengan metoda cawan.

Liquid limit dapat didefinisikan sebagai batas mengalir yaitu kadar air maksimum agar massa lempung dapat mengalir.

Dengan kadar air yang lebih rendah akan memberikan sifat lempung sebagai massa yang plastis dan dengan kadar air lebih tinggi akan memberikan sifat lempung sebagai fluida.

#### Prinsip kerja alat.

Contoh lempung kering berupa tepung lolos ayakan 0,5 milimeter ditempatkan dalam wadah kemudian ditambah air secukupnya dan diulet sampai homogen.

Sebagian dari contoh ditempatkan dalam cawan pada alat Atterberg dan diratakan permukaannya.

Permukaan lempung yang telah diratakan digores ditengah dengan alat penggores khusus.

sebagai fluida.

Selisih kadar air antara kedua limit disebut sebagai Plastis Indeks (angka keplastisan).

#### Perhitungan plastis indeks.

Dengan pengujian seperti diatas diperoleh plastis limit dan liquit limit.

Misalkan Plastis limit = A dan liquit limit = B maka selisih antara B dan A dinyatakan secara numerik oleh Atterberg sebagai angka keplastisan (Plastis Indeks)

$$P.I. = L.L. - P.L.$$

dimana :

P.L. (Plastis limit) = Batas keplastisan yaitu kadar air minimum agar lempung dapat dibentuk menjadi silinder kecil memanjang dengan menggulungnya.

L.L (Liquit limit) = Batas mengalir yaitu kadar air maksimum agar lempung dapat mengalir dalam cawan Atterberg.

P.I. (Plastis indeks) = Angka keplastisan.

Persyaratan bahan mentah (lempung) mempunyai keplastisan yang dipersyaratkan dalam Indeks Plastisitas Atterberg 20 -30. Tingkat keplastisan tersebut mampu dicapai oleh bahan mentah yang mengandung mineral lempung 25 - 35% sedangkan yang disebut dengan lempung dalam hal ini adalah fraksi yang mempunyai ukuran butir lebih kecil atau sama dengan 0,002 mm dan mempunyai rumus kimia  $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ , (Alumina Silikat Hidrat).

Lempung sebagai bahan baku genteng harus mempunyai sifat : Plastis dan agak plastis. Untuk yang sifat plastisnya kurang dan agak plastis, kurang bagus bila digunakan sebagai bahan baku.

## II.2. Pengeringan.

Tujuan pengeringan adalah mengurangi kadar air yang ada pada bahan, dimana air tersebut pada awalnya digunakan untuk pembentukan.

Pengeringan awal dilakukan dalam ruang sehingga terhindar dari panas matahari secara langsung. Kelembaban didalam ruang pengering dikehendaki antara 90 - 100% dan temperatur dalam ruangan  $\pm 29^{\circ}\text{C}$  dengan kecepatan dan arah angin yang tetap.

Pengeringan ini memerlukan waktu antara 3 sampai 7 hari tergantung pada cuaca yang ada.

Berkurang/hilangnya kadar air ditandai oleh adanya perubahan warna dari warna basah menjadi keputih-putihan dan menjadi lebih pucat.

Setelah pengeringan awal dianggap cukup maka diteruskan dengan pengeringan tingkat akhir yakni dengan memindahkan massa ke tempat terbuka sehingga bisa terkena oleh sinar matahari secara langsung.

Pengeringan ini memerlukan waktu antara 2 sampai 4 hari dan ini tergantung dari cuaca.

Pada saat pengeringan akhir hanya tinggal sebagian kecil air yang harus dihilangkan.

Kadar air waktu pembentukan 25 - 30%, setelah

pengeringan awal selesai kadar air 8 - 14% dan setelah pengeringan akhir kadar air 5 - 10% saja.

Pada saat pengeringan terjadi pengurangan panjang dibandingkan dengan panjang awal, susut kering yang baik tidak lebih dari 10%, susut kering yang lebih dari 10% menunjukkan bahwa lempung terlalu plastis dan untuk menguranginya diperlukan tambahan bahan pengurus misalnya ; Pasir atau tepung batu bata dengan kadar 5 - 15% volume atau dengan menambahkan lempung jenis yang kurang plastis sehingga diperoleh susut kering kurang atau tinggal 10%.

Pengendalian susut kering dimaksudkan untuk menghindari keaneka ragaman ukuran atau untuk memperoleh keseragaman bentuk maupun ukuran.

### III. Pembakaran.

Untuk menjadi produk akhir yakni genteng maka lempung (tanah liat) perlu dibakar. Untuk jenis lempung plastis pembakaran dilakukan pada temperatur  $\pm 800$  °C sedangkan untuk jenis lempung agak plastis dilakukan pembakaran pada temperatur diatas 850 °C dan bahkan bisa mencapai 900 °C.

Setelah mengalami pembakaran sifat lempung akan berubah menjadi :

1. Tahan terhadap perembesan air.
2. Tidak lapuk oleh waktu.
3. Kekuatan fisiknya bertambah.

4. Warna menjadi merah.

5. Menjadi lebih pendek (mengalami susut bakar).

Lempung yang kadar besinya kurang dari 5% setelah dibakar tidak memberikan warna merah yang cerah namun memberikan warna yang pucat. Untuk lempung yang mengandung kadar besi 6 - 9% memberikan warna yang baik (merah) setelah dibakar.

Susut bakar yang dikehendaki pada lempung untuk genteng tidak lebih dari 2%. Susut bakar yang lebih dari 2% disebabkan oleh kandungan kwarsa yang tinggi atau oleh pembakaran awal yang cepat.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan saat pembakaran antara lain :

1. Lempung yang mengandung kapur (Kalsit atau Dolomit) harus dihaluskan sampai lebih kecil dari 0,5 mm mesh) agar dalam pembakaran tidak meledak kepermukaan dan mengakibatkan lubang-lubang atau noda pada permukaan.
2. Lempung yang mengandung mineral kwarsa pembakaran harus berhati-hati terutama pada suhu 500° sampai 700 °C.
3. Lempung yang mengandung karbon tinggi dalam pembakaran awal harus menggunakan udara berlebih (exceceess) agar karbon yang terkandung terbakar habis.
4. Lempung yang mengandung besi belerang (Pyrite = FeS) harus dihaluskan dan diaduk sampai merata supaya besi yang telah halus terbakar merata.

Besi belerang dapat menyebabkan bopeng-bopeng pada permukaan benda (genteng yang telah dibakar).

5. Lempung yang mengandung bahan pelebur tinggi misalnya kapur, besi, felspat akan menurunkan suhu vitrifikasi (penggelasan).

Panas yang berlebihan yang memberikan saat pembakaran menyebabkan benda (genteng) berubah bentuk.

DISPERPUSIP JATIM

## B A B III

### PERCOBAAN

Beberapa bahan dan alat digunakan dalam penelitian antara lain :

#### 1. Bahan.

1. Asam klorida Pa. (HCl)
2. Asam nitrat Pa. (HNO<sub>3</sub>)
3. Amonium hidroksida (NH<sub>4</sub>OH)
4. Aminium hidrogen fosfat (10% (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub> HPO<sub>4</sub>)
5. Amonium Okasalat 4% ( (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub> C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> )
6. Amonium klorida 10% ( NH<sub>4</sub>Cl)
7. Barium clorid 10% ( BaCl<sub>2</sub> )
8. Ferri amonium sulfat
9. Kalium natrium karbonat ( KNa(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>)
10. Lempung sungai
11. Lempung sawah
12. Tawas
13. Minyak (pelumas)
14. Air.
15. KMnO<sub>4</sub>

#### 2. Alat.

1. Ayakan kasar
2. Timbangan kasar
3. Cetakan Batang uji
4. K a p i
5. Pisau
6. Landasan (kaca)
7. Penggaris
8. Triplek (nampan)
9. Alat Atterberg
10. Tungku Pembakar (Mufel furnace)
11. Timbangan analitis
12. Ayaan halus (mesh 230)
13. Beker glas 400 cc
14. Labu ukur 250 cc
15. Pipet 50 cc
16. Pipet 10 cc
17. Tabung Nesler
18. Crus Platina
19. Crus Porselin
20. Brander gas

1. Analisa lempung sungai dan lempung sawah.

2. Pembuatan adonan.

Untuk membuat adonan diperlukan bahan sebagai berikut.

1. Lempung Sungai.

Pemakaian tawas pada lempung sungai setelah diperam sebagai berikut :

A. Tawas	:	0%
A.1. "	:	5%
A.2. "	:	10%
A.3. "	:	15%

2. Lempung Sawah.

Pemakaian tawas pada lempung sawah setelah diperam sebagai berikut :

B. Tawas	:	0%
B.1. "	:	5%
B.2. "	:	10%
B.3. "	:	15%

Pada pelaksanaan diketahui bahwa kadar air :

- Lempung sungai = 20,85, %
- Lempung sawah = 24,29%

Untuk membuat adonan dengan kadar tawas sebagai tersebut diatas dengan kadar air yang sesuai maka dihitung penyediaan lempung adalah :

A.	5,00	kg	lempung sungai	:	0,000	kg	tawas.
A.1.	5,685	kg	"	"	:	0,225	" "
A.2.	3,790	kg	"	"	:	0,300	" "
A.3.	5,685	kg	"	"	:	0,675	" "
B.	5,000	kg	"	sawah	:	0,000	" "
B.1.	7,920	kg	"	"	:	0,300	" "
B.2.	5,940	kg	"	"	:	0,450	" "
B.3.	5,940	kg	"	"	:	0,675	" "

Setelah adonan dibuat untuk seterusnya dibuat

batang uji dengan ukuran sesuai cetakan :

Panjang 10 cm

Lebar 2,0 cm

Tebal 1,5 cm

Ukuran panjang batang uji diberikan tanda = 10 cm.

Jumlah setiap contoh adonan dibuat batang uji.

Sisa adonan yang telah dibuat dipergunakan untuk pemeriksaan plastisitasnya dengan menggunakan alat Atterberg.

Sebagian sisa dari pemeriksaan plastisitas digunakan untuk pemeriksaan kadar air.

### 3. Perlakuan.

#### 1. Pengeringan awal.

Batang uji yang telah dicetak diberikan perlakuan sebagai berikut :

##### 1. Pengeringan pendahuluan.

Dilakukan dalam ruang dan terhindar dari sinar matahari secara langsung.

2. Pengamatan diberikan pada setiap batang uji yang diberlakukan pengeringan pendahuluan.

3. Setiap hari (pagi) perlu dilakukan membalik setiap batang uji supaya pengeringan bisa merata dan berjalan berimbang, yang semula diatas dibalik menjadi dibawah atau disamping sesuai dengan keperluan.

4. Pengurangan kadar air tampak dan ditandai oleh perubahan warna dari basah menjadi agak putih pucat.

Pengamatan dalam pengeringan ini sangat

diperhatikan.

5. Setelah batang uji tampak kering putih pucat dilakukan pengamatan pada permukaan benda uji misalnya halus, bagus tidak cacat/retak atau pecah.
6. Setelah pengeringan pendahuluan dianggap cukup dan pengamatan dilakukan cermat maka batang uji siap dipanaskan langsung.

## 2. Pengeringan akhir.

Dimaksud untuk mengurangi kadar air yang tersisa pada pengeringan awal sehingga kandungan air menjadi lebih sedikit dan tidak menimbulkan kerusakan waktu pembakaran.

Beberapa perlakuan yang diberikan antara lain :

1. Memanaskan batang uji langsung pada terik matahari.
2. Setiap 2,5 jam sekali dilakukan membalik batang uji yang sedang dijemur, yang semula diatas menjadi dibawah atau disamping.
3. Penjemuran pengeringan akhir dilakukan 3 hari dari jam 9 sampai 13.30 pada saat penjemuran diberikan alas kertas karton.
4. Setelah pengeringan/penjemuran dianggap cukup maka selanjutnya dilakukan pengamatan atas permukaan atau susut pengeringan (dengan pengukuran).
5. Setelah pengamatan dan pengukuran selesai maka tahap berikutnya batang uji siap untuk dibakar.

### 3. Pembakaran.

Pada pelaksanaannya dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

1. Pemanasan awal 100 °C selama 2 jam, dilanjutkan 150 ° selama 3 jam, berikutnya 200 °C selama 1 jam, diteruskan dengan pembakaran pada 800 °C selama 1 jam.
2. Pembakaran awal 100 °C selama 2 jam, dilanjutkan 150 °C selama 3,5 jam, 200 °C selama 1 jam, diteruskan dengan pembakaran 800 °C selama 1 jam.
3. Pemanasan awal 200 °C selama 2,5 jam, dilanjutkan 150 °C selama 3 jam, 200 °C selama 1 jam, dilanjutkan pada pembakaran 800 °C selama 1 jam.
4. Pemanasan awal 100 °C selama 2,5 jam dilanjutkan dengan 150 °C selama 3,5 jam, 200 °C selama 1 jam, dilanjutkan pada pembakaran 800 °C selama 1 jam.
5. Selanjutnya setelah pembakaran 800 °C selama 1 jam terpenuhi diberikan pendinginan dengan jalan mematikan api pemanas namun benda uji tetap padat tempatnya dan tutup masih tetap berlaku (tidak dibuka sebelum dingin).
6. Berikut adalah pengambilan benda uji dari tungku dan langsung dilakukan pengamatan dan pengukuran (susut bakar).

BAB IV  
HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1.HASIL

1. Hasil analisa kimia dan fisika bahan baku.

Tabel : 1.

No.	Parameter	Satuan	Lempung	
			Sungai	Sawah
1.	Silikat ( $\text{SiO}_2$ )	%	58,14	63,62
2.	Besi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )	%	7,35	6,89
3.	Aluminium ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )	%	21,19	18,10
4.	Kapur ( $\text{CaO}$ )	%	1,43	1,50
5.	Sulfat ( $\text{SO}_4$ )	%	0,96	0,62
6.	Lumpur $\leq 0,062$ mm	%	69,81	66,00
7.	Kerikil $\geq 1,7$ mm	%	0,14	0,33
8.	Pasir $\geq 0,063$ mm	%	30,05	43,67

2. Hasil analisa kadar air.

Bahan sudah diperam sehingga siap dibuat adonan sebagai bahan :

1. Lempung sungai 20,85 %
2. Lempung sawah 24,29 %

3. Hasil pengamatan plastisitas.

Tabel : 2.

No.	Kode	Parameter	Satuan	Nilai
1.	A	L.L.	%	31,51
		P.L.	%	24,08
		P.I.	%	7,43
2.	A.1.	L.L.	%	33,50
		P.L.	%	24,12
		P.I.	%	9,38
3.	A.2.2	L.L.	%	33,50
		P.L.	%	22,65
		P.I.	%	10,85
4.	A.3.	L.L.	%	32,52
		P.L.	%	21,82
		P.I.	%	10,68
5.	B.	L.L.	%	31,00
		P.L.	%	19,65
		P.I.	%	11,35
6.	B.1.	L.L.	%	29,00
		P.L.	%	15,33
		P.I.	%	13,67
7.	B.2.	L.L.	%	28,75
		P.L.	%	18,64
		P.I.	%	10,11
8.	B.3.	L.L.	%	27,75
		P.L.	%	17,85
		P.I.	%	9,90

4. Pengamatan batang uji.

- A. - Susut kering udara rata-rata 9,9%
- Susut kering matahari " 10 %
- Cara pengeringan dari atas ke bawah (normal).
- Waktu pengeringan normal.
- A.1. - Susut kering udara rata-rata 9,9%

- Susut " matahari " 10 %
  - Batang uji kering lurus baik.
  - Pengeringan dari atas ke bawah (normal).
  - Waktu pengeringan lebih lambat dibanding A.
- A.2. - Susut kering udara rata-rata 9,85%
- Susut " matahari " 10 %
  - Batang uji kering lengkung tidak merata
  - Pengeringan tampak dari bawah, terdapat bercak tampak basah.
- A.3. - Susut kering udara rata-rata 9,8%
- " " matahari " 9,9%
  - Batang uji kering lengkung tidak rata, Pengeringan dari bawah dan terdapat bercak putih.
  - Waktu pengeringan sangat lambat.
- B. - Susut kering udara rata-rata 9,9%
- Susut kering matahari " 10 %
  - batang uji kering dalam keadaan baik lurus.
  - Cara pengeringan dari atas ke bawah (normal)
  - Waktu pengeringan normal
- B.1. - Susut kering udara rata-rata 9,9%
- Susut kering matahari " 10 %
  - Batang uji kering dalam keadaan baik.
  - Pengeringan dari atas ke bawah (normal)
  - Waktu pengeringan lebih lambat dibanding dengan B.
- B.2. - Susut kering udara rata-rata 9,85%

- Susut kering matahari " 10 %
- Batang uji kering tidak rata (lengkung)
- Pengeringan dari bawah ke atas, terjadi bercak-bercak putih dan tampak basah.
- Pada keadaan tidak dijemur dipanas matahari langsung tidak mau mengering dan setiap pagi tampak basah.

B.3. - Susut kering udara rata-rata 9,8%

- Susut kering matahari " 9,9%
- Batang uji kering pada keadaan lengkung (tidak lurus) setiap pagi selalu tampak basah.
- Tidak mau kering tanpa dipanasi pada sinar matahari langsung.
- Tampak kering hanya setelah dijemur, pagi harinya tampak basah lagi.

#### 5. Pembakaran.

- Susut bakar untuk bahan standar  $\pm$  2%.  
Hasil pembakaran cukup baik lurus tidak lengkung dan tidak cacat tidak retak atau tidak pecah.
- Sampai dengan tambahan tawas 5% tetap tidak memberikan pengaruh terhadap hasil pembakaran.
- Tambahan tawas 10 dan 15% memberikan pengaruh terhadap ketahanan terhadap api (pembakaran) dan memberikan hasil pecah, lengkung, retak yang parah.

## IV.2.Pembahasan

### 1. Dari hasil analisa kimia dan fisika.

- Kadar silikat pada kedua jenis lempung cukup tinggi, 58,14% untuk lempung sungai dan 63,62% untuk lempung sawah.

Bila dibandingkan dengan kandungan  $Al_2O_3$  nya yang hanya 21,19% untuk lempung sungai dan 18,10% untuk lempung sawah sehingga dapat diperkirakan bahwa didalam massa tersebut terdapat banyak silikat yang tidak terikat sebagai kaolin namun terlepas sebagai silikat bebas yang besarnya diperkirakan diatas 33% untuk lempung sungai dan 42% untuk lempung sawah.

Dimungkinkan lempung tersebut tidak seplastis kaolin yang mempunyai perbandingan  $\pm 39,5\%$  untuk  $Al_2O_3$  dan  $46,5\%$   $SiO_2$  dan  $14\%$   $H_2O$ .

Perlu diingat pula bahwa lempung ini termasuk limbah sungai dan mungkin masih termasuk jenis muda yang belum mengalami pelapukan secara sempurna, sehingga daya ikat diantara massa sesama penyusutannya belum kuat.

- Kedua lempung mempunyai kandungan besi limonit atau atematit ( $Fe_2O_3$ ) ( $2Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ ) cukup dan memenuhi syarat sebagai bahan baku untuk genteng keramik.
- Bahan ini akan memberikan warna merah setelah dibakar.

Dari uji visual tidak tampak adanya peryt ( $\text{FeS}$ ) yang biasanya tampak kilap logam sifat yang dipunyainya.

Sebagai bahan baku tidak diperlukan penghalusan (penggilingan) bila diberikan maka hanya bertujuan untuk homogenitas saja.

- Kadar fraksi halus.

69,81% untuk lempung sungai dan 66,00% untuk lempung sawah. Diperkirakan kedua jenis lempung tidak tahan terhadap panas (api) sehingga sudah melebur pada suhu pembakaran  $1400\text{ }^{\circ}\text{C}$  atau sudah memadat pada suhu pembakaran  $900 - 1.000\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

## 2. Hasil analisa kadar air.

- Kadar air untuk pemeraman cukup 20% untuk lempung sungai atau  $\pm 24\%$  untuk lempung sawah.

Dengan perkiraan ini lempung bisa mencapai keplastisan yang diharapkan.

Hal ini cukup berbeda dengan yang semestinya untuk mencapai keplastisan dibutuhkan air antara 25 - 35% untuk kedua-duanya.

## 3. Plastisitas.

- Kedua bahan mempunyai nilai liquid limit yang tidak berbeda, 31,51% untuk lempung sungai dan 31,00% untuk lempung sawah.
- Tambahan tawas memberikan pengaruh kenaikan terhadap nilai Plastis Indeks (P.I.) kedua bahan.

Peningkatan kenaikan nilai Plastis Indeks sampai dengan penambahan tertentu namun selanjutnya akan memberikan penurunan pula. Sehingga dengan tambahan tawas tertentu akan diperoleh kenaikan plastisitas namun dengan tambahan berlebihan memberikan pengaruh yang menurunkan.

#### 4. Pengamatan batang uji.

- Susut kering udara rata-rata seluruh bahan yang ditambah tawas ataupun tidak  $\pm 9,9\%$ .
- Susut kering matahari untuk seluruh bahan hampir sama  $\pm 10\%$  namun penambahan tawas memberikan susut kering matahari yang lebih besar dibanding dengan yang tanpa diberikan tambahan tawas. Tawas yang diberikan memberikan pengaruh kenaikan susut udara maupun susut kering matahari.
- Tambahan tawas memberikan pengaruh terhadap kecepatan pengeringan dan sifat fisik (lengkung setelah kering).

Semakin banyak tawas yang ditambahkan semakin lama proses pengeringan yang diperlukan dan bahkan dengan tambahan tawas 10 dan 15% menyebabkan massa tidak mau kering dalam ruangan.

Semakin banyak tawas diberikan sifat higroskopis semakin tinggi dan memberikan bekas garis-garis putih pada sisa pengeringannya.

5. Hasil pembakaran.

- Hasil pembakaran bahan standar cukup bagus dan telah memadat pada pembakaran 800 °C.
- Sampai dengan tambahan tawas 5% masih menunjukkan sifat yang mirip dengan standar.

Hasil pembakaran masih bagus tidak ditandai adanya cacat atau pecah.

6. Kadar sulfat pada bahan.

Kadar sulfat pada contoh :

$$A. = 0,96\%$$

$$A.1. = 0,96 + (5 \times 0,43) \% = 3,11\%$$

$$A.2. = 0,96 + (10 \times 0,43) \% = 5,16\%$$

$$A.3. = 0,96 + (15 \times 0,43) \% = 7,41\%$$

$$B. = 0,62\%$$

$$B.4. = 0,62 + (5 \times 0,43) \% = 2,77\%$$

$$B.5. = 0,62 + (10 \times 0,43) \% = 4,92\%$$

$$B.6. = 0,62 + (15 \times 0,43) \% = 7,07\%$$

Pengeringan.

Contoh batang uji A. dan B. yang tanpa penambahan tawas (tambahan kadar sulfat) mengering dalam waktu  $\pm 5$  hari namun untuk contoh A.1 dan B.1. yang diberikan tambahan tawas 10% mengering dalam waktu yang lebih lama lagi ( $\pm 15$  hari) dan yang diberikan tawas 15% hampir tidak mengering pada pengeringan ruangan.

## B A B V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 1. Kesimpulan.

Lempung sebagai bahan baku genteng keramik yang mengandung kadar sulfat  $\leq 3,11\%$  masih menunjukkan sifat cukup baik.

Dengan perlakuan yang lazim diberikan pada pembuatan genteng keramik memberikan hasil yang bagus.

#### 2. Saran.

Tidak menggunakan lempung dengan kadar sulfat  $\geq 4,92\%$  sebagai bahan baku genteng keramik.

Kadar sulfat sebagai mana tersebut diatas akan menyebabkan pengeringan yang lama dan faktor kerusakan (pecah) yang tinggi terutama pada saat pembakaran.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Frank Edwin. : The Atterberg Limits Of Soil.  
Departemen Perindustrian Badan  
Penelitian Dan pengembangan  
Industri Keramik, Bandung.
2. Hartono, YMV. Bahan Mentah Untuk Pembuatan Bahan  
Bangunan Keramik (Bata, Genteng,  
Pipa dan Kapur)  
Balai Besar Penelitian Dan  
Pengembangan Industri Keramik, BPPI  
Departemen Perindustrian.
3. Hartono, YMV. Bahan Mentah Untuk Membuat Keramik.  
Balai Besar Penelitian Dan  
Pengembangan Industri Keramik,  
Bandung BPPI Departemen  
Perindustrian.
4. Johnstone, S,J and Johnstone, M,G.  
Mineral For The Chemical And Allied  
Industris Second edition.  
John Wily & Sons Inc. New. York,  
1961.
5. Sinugroho, Gesangudan Hartono YMV.  
Teknologi Bahan Bangunan BAta Dan  
Genteng. Balai Penelitian Keramik  
Bandung. Departemen Perindustrian.

Lampiran :

Tabel 3.: Hasil pengamatan pada pengeringan lempung sungai dengan tambahan Tawas 0 % (A).

No.	Tanggal		Susut kering %		Keterangan
	Cetak	Kring	Udara	Matahari	
1.	6-9-93	10-9-83	9,9	10	L.B
2.	6-9-93	10-9-83	9,9	10	L.B
3.	6-9-93	10-9-83	9,9	10	L.B
4.	6-9-93	10-9-83	9,9	10	L.B
5.	6-9-93	10-9-83	10,0	10	L.B
6.	6-9-93	10-9-83	9,9	10	L.B
7.	6-9-93	10-9-83	9,9	10	L.B
8.	6-9-93	10-9-83	9,9	10	L.B
9.	6-9-93	10-9-83	9,9	10	L.B
10.	6-9-93	10-9-83	10,0	10	L.B

Catatan : Lempung sungai dengan tambahan tawas Tawas 0 % digunakan sebagai standr untuk lempung sungai. Pengeringan dalam waktu yang normal, dengan cara pengeringan yang normal pula (mengering dari bagian atas kebawah).

Tabel 4.: Hasil pengamatan pada pengeringan lempung sungai dengan tambahan Tawas 5 % (A1).

No.	Tanggal		Susut kering %		Keterangan
	Cetak	Kring	Udara	Matahari	
1.	7-9-93	16-9-83	9,9	10	L.B
2.	7-9-93	17-9-83	9,9	10	L.B
3.	7-9-93	17-9-83	9,9	10	L.B
4.	7-9-93	17-9-83	9,9	10	L.B
5.	7-9-93	16-9-83	9,9	10	L.B
6.	7-9-93	17-9-83	9,9	10	L.B
7.	6-9-93	16-9-83	9,9	10	L.B
8.	7-9-93	17-9-83	9,9	10	L.B
9.	7-9-93	16-9-83	9,9	10	L.B
10.	7-9-93	16-9-83	10,0	10	L.B

Catatan : Pengeringan lebih lambat dibandingkan dengan yang standard lempung sungai.

Tabel 5.: Hasil pengamatan pada pengeringan lempung sungai dengan tambahan Tawas 10 % (A2)

No.	Tanggal		Susut kering %		Keterangan
	Cetak	Kring	Udara	Matahari	
1.	13-9-93	3-10-93	9,8	10	Lk.Ktr.
2.	13-9-93	3-10-93	9,8	10	Lk.Ktr.
3.	13-9-93	4-10-93	9,9	10	Lk.Ktr.
4.	13-9-93	3-10-93	9,9	10	Lk.Ktr.
5.	13-9-93	4-10-93	9,9	10	Lk.Ktr.
6.	13-9-93	3-10-93	9,8	9,9	Lk.Ktr.
7.	13-9-93	4-10-93	9,9	10	Lk.Ktr.
8.	13-9-93	4-10-93	9,8	9,9	Lk.Ktr.
9.	13-9-93	3-10-93	9,8	10	Lk.Ktr.
10.	13-9-93	2-10-93	9,9	10	Lk.Ktr.

Catatan : Pengeringan lebih lambat dibandingkan dengan lempung sungai dengan tambahan Tawas 5 %. Pengeringan berlangsung dari bawah, terdapat bercak-bercak. Pada pagi tampak lebih basah dibanding siang hari (seperti menyerap air).

Tabel 6.: Hasil pengamatan pada pengeringan lempung sungai dengan tambahan Tawas 15 % (A3)

No.	Tanggal		Susut kering %		Keterangan
	Cetak	Kring	Udara	Matahari	
1.	14-9-93	30-10-83	9,8	9,9	Lk.Ktr.
2.	14-9-93	29-10-83	9,8	9,9	Lk.Ktr.
3.	14-9-93	29-10-83	9,9	9,9	Lk.Ktr.
4.	14-9-93	30-10-83	9,8	9,9	Lk.Ktr.
5.	14-9-93	28-10-83	9,8	9,9	Lk.Ktr.
6.	14-9-93	30-10-83	9,8	9,9	Lk.Ktr.
7.	14-9-93	29-10-83	9,8	9,8	Lk.Ktr.
8.	14-9-93	29-10-83	9,8	9,9	Lk.Ktr.
9.	14-9-93	29-10-83	9,8	9,9	Lk.Ktr.
10.	14-9-93	30-10-83	9,8	9,9	Lk.Ktr.

Catatan : Pengeringan lebih lambat dibandingkan dengan lempung sungai dengan tambahan Tawas 10 %. Pengeringan berlangsung dari bawah, setiap pagi tampak lebih basah dibandingkan waktu siang, sangat menyerap air dan sukar kering. Pada siang kering dengan meninggalkan bercak garis putih.

Tabel 7.: Hasil pengamatan pada pengeringan lempung sawah dengan tambahan Tawas 0 % (B).

No.	Tanggal		Susut kering %		Keterangan
	Cetak	Kring	Udara	Matahari	
1.	23-8-93	27-8-83	9,9	10	L.B
2.	23-8-93	27-8-83	9,9	10	L.B
3.	23-8-93	27-8-83	10	10	L.B
4.	23-8-93	27-8-83	9,9	10	L.B
5.	23-8-93	27-8-83	9,9	10	L.B
6.	23-8-93	27-8-83	10	10	L.B
7.	23-8-93	27-8-83	10	10,1	L.B
8.	23-8-93	27-8-83	9,9	10	L.B
9.	23-8-93	27-8-83	9,9	10	L.B
10.	23-8-93	27-8-83	10	10	L.B

Catatan : Lempung sawah dengan tambahan tawas Tawas 0 % digunakan sebagai standar untuk lempung sawah.

L.B. Kering dalam keadaan : lurus baik (tidak lengkung) Mengering dari bagian atas kebawah (pengeringan berlaku normal).

Tabel 8.: Hasil pengamatan pada pengeringan lempung sawah dengan tambahan Tawas 5 % (B1).

No.	Tanggal		Susut kering %		Keterangan
	Cetak	Kring	Udara	Matahari	
1.	24-8-93	2-9-83	9,9	10	L.B
2.	24-8-93	2-9-83	9,9	10	L.B
3.	24-8-93	2-9-83	9,9	10	L.B
4.	24-8-93	2-9-83	9,9	10	L.B
5.	24-8-93	2-9-83	10	10	L.B
6.	24-8-93	2-9-83	10	10	L.B
7.	24-8-93	2-9-83	9,9	10	L.B
8.	24-8-93	2-9-83	9,9	10	L.B
9.	24-8-93	2-9-83	9,9	10	L.B
10.	24-8-93	2-9-83	9,9	10	L.B

Catatan : Pengeringan lebih lambat dibandingkan standar. Bahan mengering dari atas kebawah (pengeringan normal).

Tabel 9.: Hasil pengamatan pada pengeringan lempung sawah dengan tambahan Tawas 10 % (B2)

No.	Tanggal		Susut kering %		Keterangan
	Cetak	Kering	Udara	Matahari	
1.	26-8-93	15-9-93	9,8	10	Lk.Ktr.
2.	26-8-93	17-9-93	9,9	10	Lk.Ktr.
3.	26-8-93	15-9-93	9,9	10	Lk.Ktr.
4.	26-8-93	16-9-93	9,9	10	Lk.Ktr.
5.	26-8-93	15-9-93	9,8	9,9	Lk.Ktr.
6.	26-8-93	15-9-93	9,8	9,9	Lk.Ktr.
7.	26-8-93	16-9-93	9,9	10	Lk.Ktr.
8.	26-8-93	16-9-93	9,8	9,9	Lk.Ktr.
9.	26-8-93	15-9-93	9,8	10	Lk.Ktr.
10.	26-8-93	16-9-93	9,8	10	Lk.Ktr.

Catatan : Pengeringan sangat lambat, pengeringan berlangsung dari bawah.  
 Lk. = Kondisi kering lengkung.  
 Ktr = Kondisi kering tidak merata  
 (terdapat bercak seperti basah).

Tabel 10: Hasil pengamatan pada pengeringan lempung sawah dengan tambahan Tawas 15 % (B3)

No.	Tanggal		Susut kering %		Keterangan
	Cetak	Kering	Udara	Matahari	
1.	1-8-93	12-9-93	9,8	9,9	Lk.Ktr.
2.	1-9-93	9-10-93	9,8	10	Lk.Ktr.
3.	1-9-93	11-10-93	9,9	10	Lk.Ktr.
4.	1-9-93	15-10-93	9,9	9,9	Lk.Ktr.
5.	1-9-93	12-10-93	9,8	9,9	Lk.Ktr.
6.	1-9-93	15-10-93	9,8	9,9	Lk.Ktr.
7.	1-9-93	14-10-93	9,8	9,9	Lk.Ktr.
8.	1-9-93	15-10-93	9,8	9,9	Lk.Ktr.
9.	1-9-93	12-10-93	9,8	9,9	Lk.Ktr.
10.	1-9-93	15-10-93	9,8	9,9	Lk.Ktr.

Catatan :  
 Pengeringan lebih lambat dari yang ditambah tawas 10 % . Pengeringan berlangsung dari bawah. Pada pengeringan kamar seperti tidak mau mengering setiap pagi selalu tampak basah, lembab, menghisap air. kondisi kering lengkung dan banyak bercak seperti basah terutama

waktu pagi hari, tampak ada garis-garis putih tempat batas antara bagian yang basah dengan bagian yang kering.

Tabel 11. Keadaan batang uji setelah dibakar.

Kode No.	Dipanasi / Dibakar dan ditahan .. jam pada suhu				Keadaan setelah dibakar	% Rusak
	100° C	150° C	200° C	800° C		
A 1	2	3	1	1	Stabil	0
2	2	3	1	1	"	0
3	2	3	1	1	"	0
4	2	3	1	1	"	0
A1 1	2	3	1	1	Stabil	0
2	2	3	1	1	"	0
3	2	3	1	1	"	0
4	2	3	1	1	"	0
A2 1	2	3	1	1	Retak	100
2	2	3	1	1	"	100
3	2	3	1	1	"	100
4	2	3	1	1	"	100
A3 1	2	3	1	1	Retak	100
2	2	3	1	1	"	100
3	2	3	1	1	"	100
4	2	3	1	1	"	100
B 1	2	3	1	1	Stabil	0
2	2	3	1	1	"	0
3	2	3	1	1	"	0
4	2	3	1	1	"	0
B4 1	2	3	1	1	Stabil	0
2	2	3	1	1	"	0
3	2	3	1	1	"	0
4	2	3	1	1	"	0
B5 1	2	3	1	1	Retak	100
2	2	3	1	1	"	100
3	2	3	1	1	"	100
4	2	3	1	1	"	100
B6 1	2	3	1	1	Retak	100
2	2	3	1	1	"	100
3	2	3	1	1	"	100
4	2	3	1	1	"	100

Tabel 12. Keadaan batang uji setelah dibakar.

Kode No.	Dipanasi / Dibakar dan ditahan .. Jam pada suhu				Keadaan setelah dibakar	% Rusak
	100° C	150° C	200° C	800° C		
A 1	2,5	2,5	2,5	2,5	Stabil	0
A 2	2,5	2,5	2,5	2,5	Retak	100
A 3	2,5	2,5	2,5	2,5	"	100
A 4	2,5	2,5	2,5	2,5	Retak	100
A 1	2,5	2,5	2,5	2,5	Stabil	0
A 2	2,5	2,5	2,5	2,5	"	0
A 3	2,5	2,5	2,5	2,5	"	0
A 4	2,5	2,5	2,5	2,5	Retak	100
B	2,5	2,5	2,5	2,5	"	100
B 1	2,5	2,5	2,5	2,5	Stabil	0
B 2	2,5	2,5	2,5	2,5	"	0
B 3	2,5	2,5	2,5	2,5	"	0
B 4	2,5	2,5	2,5	2,5	Stabil	0
B 5	2,5	2,5	2,5	2,5	Retak	100
B 6	2,5	2,5	2,5	2,5	"	100
B 7	2,5	2,5	2,5	2,5	Retak	100
B 8	2,5	2,5	2,5	2,5	"	100
B 9	2,5	2,5	2,5	2,5	Retak	100
B 10	2,5	2,5	2,5	2,5	"	100
B 11	2,5	2,5	2,5	2,5	Retak	100
B 12	2,5	2,5	2,5	2,5	"	100
B 13	2,5	2,5	2,5	2,5	Retak	100
B 14	2,5	2,5	2,5	2,5	"	100
B 15	2,5	2,5	2,5	2,5	Retak	100
B 16	2,5	2,5	2,5	2,5	"	100
B 17	2,5	2,5	2,5	2,5	Retak	100
B 18	2,5	2,5	2,5	2,5	"	100
B 19	2,5	2,5	2,5	2,5	Retak	100
B 20	2,5	2,5	2,5	2,5	"	100

Kode No.	Dipanasi / Dibakar dan ditahan .. Jam pada suhu				Keadaan setelah dibakar	Rusak %
	100° C	150° C	200° C	800° C		

A	1	2	2	2	1	3,5	1	Stabil	0
	2	2	2	2	1	3,5	1	"	0
	3	2	2	2	1	3,5	1	"	0
A1	4	2	2	2	1	3,5	1	"	0
	1	2	2	2	1	3,5	1	Stabil	0
	2	2	2	2	1	3,5	1	"	0
	3	2	2	2	1	3,5	1	"	0
A2	1	2	2	2	1	3,5	1	Retak	100
	2	2	2	2	1	3,5	1	"	100
	3	2	2	2	1	3,5	1	"	100
A3	1	2	2	2	1	3,5	1	Retak	100
	2	2	2	2	1	3,5	1	"	100
	3	2	2	2	1	3,5	1	"	100
B	1	2	2	2	1	3,5	1	Stabil	0
	2	2	2	2	1	3,5	1	"	0
	3	2	2	2	1	3,5	1	"	0
B4	4	2	2	2	1	3,5	1	Stabil	0
	1	2	2	2	1	3,5	1	"	0
	2	2	2	2	1	3,5	1	"	0
B5	1	2	2	2	1	3,5	1	Retak	100
	2	2	2	2	1	3,5	1	"	100
	3	2	2	2	1	3,5	1	"	100
B6	1	2	2	2	1	3,5	1	Retak	100
	2	2	2	2	1	3,5	1	"	100
	3	2	2	2	1	3,5	1	"	100
	4	2	2	2	1	3,5	1	"	100

Tabel 13. Keadaan batang uji setelah dibakar.

Kode No.	Dipanasi / Dibakar dan ditahan .. Jam pada suhu				Kondisi setelah dibakar	% Rusak
	100° C	150° C	200° C	800° C		
A 1	2,5	2,5	2,5	1	Stabil	0
A 2	2,5	2,5	2,5	1	"	0
A 3	2,5	2,5	2,5	1	"	0
A 4	2,5	2,5	2,5	1	"	0
A 1	2,5	2,5	2,5	1	Stabil	0
A 2	2,5	2,5	2,5	1	"	0
A 3	2,5	2,5	2,5	1	"	0
A 4	2,5	2,5	2,5	1	"	0
B 1	2,5	2,5	2,5	1	"	100
B 2	2,5	2,5	2,5	1	"	100
B 3	2,5	2,5	2,5	1	"	100
B 4	2,5	2,5	2,5	1	Stabil	0
B 5	2,5	2,5	2,5	1	"	0
B 6	2,5	2,5	2,5	1	"	0
B 1	2,5	2,5	2,5	1	Retak	100
B 2	2,5	2,5	2,5	1	"	100
B 3	2,5	2,5	2,5	1	"	100
B 4	2,5	2,5	2,5	1	"	100
B 5	2,5	2,5	2,5	1	Retak	100
B 6	2,5	2,5	2,5	1	"	100

Tabel 14. Keadaan batang uji setelah dibakar.