PERPUSTAKAAN FTSP UII
HADIAH/BELI
TGL. TERIMA : 06-12-2007
NO. JUDUL : 2737
NO. INV. : 512000273701
NO. INDUK : 002737

TUGAS AKHIR

PENGARUH PENAMBAHAN ZAT ADDITIFE "ROCK" SEBAGAI CAMPURAN BAHAN BAKU PEMBUATAN GENTENG KERAMIK

Diajukan kepada Universitas Islam Indonesia untuk memenuhi sebagian
Prasyaratan memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil

PERPUSTAKAAN

Disusun Oleh :

Nama : **Tomy Kus Hendrawan**
No. Mahasiswa : **00511020**

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2007

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

LEMBAR PENGESAHAN

PENGARUH PENAMBAHAN ZAT ADDITIFE ROCK SEBAGAI CAMPURAN BAHAN BAKU PEMBUATAN GENTENG KERAMIK

Disusun oleh :

TOMY KUS HENDRAWAN

No. Mhs : 00 511 020

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. A Kadir Aboe, MS

Dosen Pembimbing

Tanggal : 10/07 – 2007

LEMBAR PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbilalamin segala puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan petunjuknya yang dilimpakan kepada kami dan sholawat salam kami haturkan kepada rasul Allah Muhammad SAW atas kerja kerasnya untuk mengajak umat manusia kedalam jalan kebaikan.

Kupersembakan Tugas Akhir ini untuk:

Ibunda dan Ayahanda,

Papa Suharno dan Mama Mujiyati yang tercinta yang telah memberikan do'a, kasih sayang dan dukungan baik moril maupun materiil sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Terimalah salamku ini sebagai bukti baktiku sebagai anak yang tidak akan pernah bisa menggantikan waktu dan tenaga Ibunda dan Ayahanda yang telah merawat ananda penuh dengan kesabaran sampai sekarang dan seterusnya.....

Kakak dan Adikku

Kak Mieke Hendrawati dan De' Angga Mahardika yang tersayang yang telah menghidupkan kembali kebahagiaanku

Special Thanks To:

Keluarga besar eyang Wongsodiharjo, Eyang ......, yang selama ini memberi semangat serta do'a. Bude & pakde Harto Cawas makasi atas bimbingannya, mb ita & mb saras makasi ya udah nganterin makan siangnya.... dan juga bulek, pakde, bude, paklek datang ya besok pas wisudaku tak ditunggu di jogjakartaku jo lali bos ... Kakak iparku mas Djoko makasi dukungan dan pinjeman si Unyilnya... Sepupu-sepupuku mery dan prima makasih yah pinjeman printernya, pokoknya ntar diganti deh tintanya.. Keponakanku satu-satunya si endut Gondrong Arsya sekarang dah boleh ngegames deh di komputerku deh...

Sepupuku De' Dedy Akhirnya lulussss.......

Saudara-saudara sepupuku nek nurut yo karo wong tuwo ben ra kualat.

Teman-teman seperjuang yang sudah lulus jo lali yo nek ono lowongan kabari yo dab, konco-koncoku nek durung lulus lanjutkan perjuangan kamu jangan muda putus asa penuhi keinginan orang tuamu ingat kamu da punya adik banyak dikampus tak dongake wes cepet lulus yo dab.

Konco-koncoku dolan, mas dwi cutes, pak guru danang, si kemplu pendex ayoo semangat gay, ditiru semangate bos dwi, gajine wes akeh saiki, tur dongake koncomu iki lek sukses tur payu entuk jodo...

Mamak dariah makasi udah bikinin kopi panas tiap pagi

Kagem pak santoro kale mas heri matur nuwun pelayanane selama ini semoga cepet naik gajine.....

Rohmat speed, Nina beauty, Kiki, Mas Dan imut, Yori cay, Hendra suwun tenan dab, mergo kee kabeh aku rampung ngemban kewajiban...

Trus bwat nY aNgel Jenia..thanks bangeeettt, skg mas mu ne dah lulus,,so??whats your planing??merried with me??hehehehe...

Dan semua yang tidak mungkin disebutkan satu-persatu....

Makasi buuuaaannggeeeettttttss deh...!!! c spasi d...capee deee...

KATA PENGANTAR

بسم الله الرحمن الرحيم

Assalamualaikum Wr. Wb.

Alkhamdulillahirobbil'alamiin, puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan segala taufiq, hidayah, dan karunia-Nya, tidak lupa juga shalawat serta salam kepada Nabi Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul " **Pengaruh Penambahan Zat Aditif "ROCK" Sebagai Campuran Bahan Baku Pembuatan Genteng Keramik** " dengan baik.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat menempuh jenjang strata satu (S-1) pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Terselesaikannya Tugas Akhir ini, penulis banyak memperoleh saran, nasehat, gagasan, dorongan serta bimbingan dari berbagai pihak. Untuk itu pada kesempatan ini perkenankanlah penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada :

1. Bapak Ir. H. A Kadir Aboe. MS., selaku Dosen Pembimbing Utama Tugas Akhir yang telah banyak memberikan masukan, kritikan, bimbingan dan solusi,
2. Bapak Ir. H. Faisol AM, MS. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta,
3. Bapak Suwarno dan Mas Ndaru yang sudah banyak membantu dalam proses pengujian,

4. Bapak Suharto yang sudah banyak membantu dalam proses pembuatan,
5. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil beserta alumni,
6. Orangtua, kakak, adik, dan seluruh anggota keluarga yang dengan tulus ikhlas mendoakan dan memberikan semangat, dorongan moral maupun materi selama menempuh pendidikan hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini,
7. Perusahaan genteng pakismas, terima kasih atas kerjasamanya selama ini, semoga perjumpaan kita menjadi kenangan indah yang tak terlupakan dan sukses dengan genteng keramik pakismas,
8. Bapak Ir. Taufiq, Kepala Laboratorium DPU Sragen,
9. Bapak Ir. Achmad, selaku Direktur CV. Aspecindo Rekagraha Sragen,
10. Teman-teman seperjuangan. Rohmad Speed, Citra beauty, Mas Dan, Kelik, Hendra, Burlian, Yory, Dirgantara, Pulung. ST, Yosep. ST, Pendex, Wiwid PSG, Dwie, terima kasih atas kerjasamanya,
11. My Angel Jenia, thanks banget bwat supportnya yah..,hmm...dah lulus ne,so??
12. Semua pihak yang telah banyak membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini dengan segala keikhlasan moral maupun materi dan tidak bisa penyusun sebutkan satu persatu, penyusun mendoakan semoga amal kebaikannya mendapat balasan yang sepadan.

Penulis menyadari bahwa penelitian yang sekaligus Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna dan masih banyak kekurangan yang dikarenakan keterbatasan penulis baik secara keilmuan maupun secara pengalaman penelitian. Oleh karena itu penyusun mengaharapkan segala kritik, saran, masukan, ataupun komentar yang membangun sehingga hasil penelitian ini menjadi lebih baik lagi.

Pada akhirnya laporan penelitian yang sekaligus Tugas Akhir ini diharapkan bermanfaat dalam memberikan informasi keilmuan maupun pengetahuan kepada penyusun dan kepada semua pihak. Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan bagi semua pihak yang dengan ikhlas membantu, membimbing dan mengarahkan hingga selesainya penelitian dan Tugas Akhir ini dengan imbalan pahala yang setimpal, *amiina ya robbal'alamiin.*

Wabillahittaufiq wal hidayah, Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Maret 2007

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... **i**

LEMBAR PENGESAHAN ..... **ii**

HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **iii**

KATA PENGANTAR ..... **v**

DAFTAR ISI ..... **viii**

DAFTAR TABEL ..... **xii**

DAFTAR GAMBAR ..... **xiii**

DAFTAR LAMPIRAN ..... **xiv**

DAFTAR NOTASI ..... **xv**

ABSTRAK ..... **xvi**

BAB I PENDAHULUAN **1**

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 2

1.3 Tujuan Penelitian 3

1.4 Manfaat Penelitian 3

1.5 Batasan Masalah 3

1.6 Metode Penelitian 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA **5**

2.1 Tinjauan Umum 5

2.2 Genteng Keramik 5

2.3 Tanah Liat 6

2.4 Zat Aditif ROCK 6

2.5 Air 7

2.6 Penelitian Sebelumnya 8

2.6.1 Penelitian Harum Wening (2005) 8

2.8.2 Penelitian Gunandi Wahyu Aji (2005) 8

BAB III LANDASAN TEORI 10

3.1 Genteng Keramik 10

3.1.1 Proses Pembakaran Genteng Keramik 12

3.2 Tanah Liat (Clay) 12

3.3 Pengujian Awal 13

3.3.1 Pengukuran Dimensi Genteng Keramik 13

3.3.2 Pengujian Berat Jenis Genteng Keramik 14

3.3.3 Pengujian Penyerapan Air 15

3.4 Pengujian Akhir Sampel 16

3.4.1 Pengujian Kuat Lentur 16

3.5 Teknik Pengolahan Data 20

BAB IV METODA PENELITIAN 22

4.1 Lokasi Penelitian 22

4.2 Waktu Penelitian 22

4.3 Bahan dan Alat 23

4.3.1 Bahan 23

4.3.2 Alat 23

4.4 Variabel Yang Diteliti 24

4.5 Prosedur Kerja 24

4.5.1 Diagram Alir Kerangka Pemikiran 24
4.5.2 Tahapan Penelitian dan Analisa Data 26
4.6 Pelaksanaan Penelitian 29
4.6.1 Perencanaan Kebutuhan Bahan Susun 29
4.6.2 Pembuatan Benda Uji 29
4.6.3 Pelaksanaan Pengujian 31
4.6.4 Pengujian Berat Jenis Genteng Keramik 31
4.6.5 Pengujian Kuat Lentur Genteng Keramik 32
4.6.6 Pengujian Penyerapan Air Genteng Keramik 33
4.7 Analisis Data 34
BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 35
5.1 Pengujian Dimensi Genteng Keramik 35
5.1.1 Hasil Pengujian Dimensi Genteng Keramik 35
5.1.2 Pembahasan Pengujian Dimensi Genteng Keramik 36
5.2 Pengujian Berat Jenis Genteng Keramik 36
5.2.1 Hasil Pengujian Berat Jenis Genteng Keramik 36
5.2.2 Pembahasan Pengujian Berat Jenis Genteng Keramik 41
5.3 Pengujian Penyerapan Air Genteng Keramik 42
5.3.1 Hasil Pengujian Penyerapan Air Genteng Keramik 43
5.3.2 Pembahasan Pengujian Penyerapan Air Genteng Keramik 47
5.4 Pengujian Kuat Lentur Genteng Keramik 48
5.4.1 Hasil Pengujian Kuat Lentur Genteng Keramik 49
5.4.2 Pembahasan Pengujian Kuat Lentur Genteng Keramik 51
5.5 Nilai Optimum 52

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 54

6.1 Kesimpulan 54

6.2 Saran – saran 55

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Spesifikasi Klasifikasi Genteng Keramik Menurut SNI – 03 11

Tabel 3.2 Beban Lentur Genteng Keramik Menurut SNI – 03 11

Tabel 3.3 Spesifikasi Klasifikasi Genteng Keramik Menurut SNI – 03 13

Tabel 4.1 Komposisi Bahan Susun Genteng Keramik 28

Tabel 4.2 Perencanaan Kebutuhan Bahan Susun Genteng Keramik.....29

Tabel 5.1 Dimensi rata-rata Genteng Keramik.....35

Tabel 5.2 Spesifikasi Klasifikasi Genteng Keramik Menurut SNI – 03 36

Tabel 5.3 Berat Jenis Genteng Keramik variasi 1 (pembanding/0 %) 37

Tabel 5.4 Data Pengukuran Genteng Keramik Variasi 1 Nomer Sampel 1 38

Tabel 5.5 Data Pengujian Berat Jenis Genteng Keramik Variasi 1.....39

Tabel 5.6 Hasil Berat Jenis Rerata 40

Tabel 5.7 Hasil Penyerapan Air Genteng Keramik Variasi I 43

Tabel 5.8 Penyerapan Air Genteng Keramik SNI – 03 44

Tabel 5.9 Data Pengujian Penyerapan Air Genteng Keramik Variasi 1 44

Tabel 5.10 Data Pengujian Penyerapan Air Genteng Keramik Variasi 1 45

Tabel 5.11 Hasil Penyerapan Air Rata-rata.....46

Tabel 5.12 Tabel Hasil Berat Jenis dan Penyerapan Air.....47

Tabel 5.13 Hasil Kuat Lentur Genteng Keramik Variasi 1 49

Tabel 5.14 Hasil Kuat Lentur Rata-Rata 50

Tabel. 5.15 Nilai Optimum Hasil Pengujian 53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Perilaku Umum Balok 17

Gambar 4.1 Diagram Alir Kerangka Pemikiran 24

Gambar 4.2 Tahapan Penelitian dan Analisis Data 26

Gambar 4.3 Type Sampel Genteng Keramik 28

Gambar 4.4 Pengujian Kuat Lentur Genteng Keramik 32

Gambar 4.5 Pengujian Penyerapan Air Genteng Keramik 33

Gambar 5.1 Grafik Berat Jenis Proporsi Penambahan 0% Zat Aditif 37

Gambar 5.2 Grafik Berat Jenis Rerata Berbagai Proporsi Penambahan "ROCK" 41

Gambar 5.3 Grafik Penyerapan Air Variasi 1 (0% Zat Aditif") 43

Gambar 5.4 Grafik Penyerapan Air Rata-Rata Berbagai Proporsi 46

Gambar 5.5 Grafik Kuat Lentur Grafik Variasi 1 (0% Zat Aditif) 49

Gambar 5.6 Grafik Kuat Lentur Rata-Rata Berbagai Proporsi 51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran I Kartu Peserta Tugas Akhir

Lampiran II Hasil Pengujian

1. Hasil Uji Berat Jenis Genteng Keramik
2. Hasil Uji Penyerapan Air Genteng Keramik
3. Hasil Kuat Lentur Genteng Keramik
4. Referensi Zat *Aditif ROCK*

Lampiran III Dokumentasi Penelitian

1. Gambar Penggalian Tanah Liat *(clay)*
2. Gambar Pengangkutan Tanah Liat *(clay)*
3. Gambar Penambahan Zat *Aditif ROCK*
4. Gambar Pencampuran Bahan Susun
5. Gambar Proses Cetak Genteng Keramik
6. Gambar Proses Pengeringan Genteng Keramik
7. Gambar Tempat Pembakaran Genteng Keramik
8. Gambar Pengujian Kuat Lentur
9. Gambar Proses Perendaman Genteng
10. Gambar Proses Oven
11. Gambar Hasil Pengujian Kuat Lentur
12. Gambar Alat Uji Kuat Lentur

DAFTAR NOTASI

Bj = Berat jenis genteng keramik (gr/cm^3)

Wk = Berat kering genteng keramik (gr)

Wb = Berat basah genteng keramik (gr)

Vs = Volume *solid* genteng keramik (cm^3)

Vk = Volume kering genteng keramik (cm^3)

Vv = Volume void genteng keramik (cm^3)

a = Besarnya Serapan Air / Nilai Absorbsi (%)

W = Berat basah (gram)

K = Berat kering (gram)

σp = Kuat lentur (kPa)

W = Maksimum pembebanan (KN)

l = Jarak dukungan (m)

b = Lebar genteng (m)

d = Tebal genteng (m)

c = Jarak rata-rata bidang pecah ke tumpuan terdekat, tidak lebih dari 10% bentang tumpuan terhadap titik tengah

X_{rerata} = rata-rata hitung

X = subyek/data yang dihitung

Σ = jumlah dari data

N = jumlah sample

S = simpangan baku/standar deviasi sampel

ABSTRAK

Genteng merupakan unsur yang sangat penting dalam sebuah bangunan, sebagai unsur bangunan yang dipergunakan pada atap. Mengingat fungsi genteng yang sangat mutlak pada sebuah bangunan maka dalam pembuatannya diperlukan pemilihan meterial yang baik, karena mutu genteng yang dihasilkan juga bergantung pada mutu material yang digunakan dalam pembuatan tersebut.

Penelitian ini mencoba untuk meneliti sifat-sifat fisik dan mekanik salah satu bahan penyusun atap yang sudah sangat populer, yaitu genteng keramik. Pada penelitian ini digunakan genteng keramik campuran zat aditif rock, yang merupakan genteng keramik produk baru dengan variasi campuran zat aditif pada bahan bakunya. Manfaat dari penelitian ini yaitu dapat diketahui sifat-sifat fisik dan mekanik genteng keramik dengan campuran zat aditif rock. Disamping itu ditemukan genteng keramik jenis baru sebagai bahan bangunan kepada masyarakat Yogyakarta pada khususnya serta masyarakat Indonesia pada umumnya.

Metoda penelitian yang digunakan mengacu pada SNI. Dari penelitian dapat diketahui sifat-sifat fisik genteng keramik antara lain: dimensi genteng keramik relatif seragam yang termasuk dalam golongan genteng keramik ukuran sedang. Sifat-sifat mekanik genteng keramik campuran aditif rock mempunyai kuat lentur terbesar pada variasi 3 (2% penambahan zat additif) sebesar 1.1163 MPa, penyerapan air terkecil juga terdapat pada variasi 3 (2% penambahan zat additif) sebesar 16,455 %, dan untuk berat jenis terbesar juga pada variasi 3 yaitu sebesar 2.205 gr/cm^3.

Sehingga dapat ditarik kesimpulan, persentase penambahan zat additive rock yang optimum dalam pembentukan genteng keramik dari aspek teknis (kuat lentur, berat jenis, dan penyerapan air) yaitu sebesar 2% dari volume air yang dibutuhkan.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Daerah Negara Indonesia mempunyai produk andalan di sektor industri kecil diantaranya genteng keramik yang pemasarannya masih ditingkat lokal, dengan perkembangan usaha seadanya tanpa mengalami peningkatan yang berarti. Genteng keramik adalah produk keramik yang tergolong jenis dengan kualitas rendah dimana bahan utamanya adalah tanah liat (*clay*) tanpa dicampur dengan bahan lain sebagai unsur bangunan yang dipergunakan pada atap, dibakar pada suhu yang tinggi, dan tidak hancur bila direndam dalam air.

Nilai jual produk genteng keramik ini jauh lebih rendah dari pada nilai juai produk keramik lainnya. contoh : harga sebuah genteng lokal ± Rp 600,- dengan pemilihan dan pengolahan bahan sangat sederhana, peralatan masih tradisional dan pembakarannya dengan suhu bakar sekitar 700^0C – 800^0C, sedangkan nilai jual sebuah produk cangkir keramik *stoneware* Rp 7.500,-. Perbedaan nilai jual yang cukup tinggi ini sudah tentu karena kualitas produknya berbeda, sebagai akibat dari cara pemilihan, pengolahan bahannya lebih teliti dan suhu bakar lebih tinggi. Keramik didefinisikan sebagai benda yang terbuat dari bahan dengan komposisi *silikat* atau *oksida, non oksida* atau campurannya dengan struktur gelas yang didalam proses pembuatannya memerlukan pembakaran pada temperatur tinggi diatas 570^0C. Dengan pemilihan dan pengolahan bahan yang lebih baik untuk genteng keramik akan mampu memenuhi persyaratan keplastisan,

kemampuan dalam mempertahankan bentuk, tidak retak atau pecah dalam pengeringan dan pembakaran serta tahan dalam pemakaian.

Untuk mengatasi permasalahan ini dapat dipergunakan zat *aditif "ROCK"* sebagai bahan campuran dalam pembuatan genteng keramik. Hal ini dimungkinkan karena untuk pembuatan genteng keramik hanya diperlukan tanah liat (*clay*) dan air. Sedangkan zat *aditif "ROCK"* bersifat cair dan mengandung unsur: soil alkali metal, carbonate, nitrogen, iron yang dapat memberi kontribusi kuat tanah liat (*clay*) pada bahan genteng keramik. Untuk itu perlu diteliti komposisi campuran zat *aditif "ROCK"* yang tepat dalam pembuatan genteng keramik agar diperoleh hasil yang baik. Dengan teknologi zat *aditif "ROCK"* ini diharapkan dapat mengikat dan memperkuat unsur tanah liat (*clay*).

1.2 RUMUSAN MASALAH

Masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Apakah zat *aditif "ROCK"* yang di gunakan dapat menambah kuat lentur genteng keramik yang dihasilkan?
2. Apakah zat *aditif "ROCK"* yang di gunakan dapat menambah penyerapan air genteng keramik yang dihasilkan?
3. Berapa besar kuat lentur pada genteng keramik dengan variasi campuran zat *aditif "ROCK"*?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini mempunyai tujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan zat *aditif "ROCK"* terhadap kuat lentur dan penyerapan air genteng keramik.

1.4 MANFAAT PENELITIAN

Penggunaan zat *aditif "ROCK"* dalam pembuatan genteng keramik diharapkan akan memberikan manfaat sebagai berikut :

1. Zat *aditif "ROCK"* dari CV. Ascotama Reka Graha diharapkan dapat digunakan untuk menambah kekuatan, mutu dan kualitas pada bahan bangunan genteng keramik baik kuat lentur dan penyerapan air.
2. Ditemukan dan diperkenalkanya genteng keramik jenis baru sebagai bahan bangunan, kepada masyarakat Yogyakarta khususnya serta para praktisi pada umumnya
3. Dapat digunakan sebagai referensi bagi para peneliti berikutnya

1.5 BATASAN MASALAH

Agar penelitian tugas akhir ini tidak terjadi penyimpangan dalam penulisan laporan dari maksud dan tujuan yang telah ditetapkan, maka batasan-batasan perlu dibuka sebagai berikut :

1. Tanah liat (*clay*) dan air dengan campuran zat *aditif "ROCK"* sebagai bahan mentah genteng keramik dengan perbandingan campuran maksimal 4% dari volume air.

2. Benda uji terbentuk genteng keramik dengan ukuran 30cm x 22cm x 1cm
3. Tanah liat (*clay*) berasal dari daerah wilayah kecamatan Bayat, Kabupaten Klaten.
4. Untuk bahan baku genteng (tanah liat + air), serta zat *aditif "ROCK"* tidak dilakukan pengujian karena dianggap sudah memenuhi persyaratan sebagai bahan baku pembuat genteng.
5. Jumlah benda uji yang digunakan 55 buah dengan variasi penambahan zat *aditif "ROCK"* sebesar 0%,1%,2%,3% dan 4% dari volume air yang dibutuhkan untuk 1 benda uji , dengan masing masing variasi 11 benda uji.
6. Pengujian bahan yang dilakukan adalah pengujian dimensi, berat jenis, penyerapan air dan pengujian kuat lentur.
7. Metode pengujian kekuatan bahan (dimensi genteng, kuat lentur dan penyerapan air) mengacu pada SNI 03-2095-1998
8. Pengujian sampel genteng dilakukan setelah genteng kering (pembakaran).

1.6 METODE PENELITIAN

Metoda penelitian ini secara umum merupakan langkah-langkah penelitian yang akan dilakukan dilaboratorium, dimana akan dijelaskan secara rinci pada pembahasan metode penelitian Bab IV.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada penelitian ini sangat dibutuhkan pustaka yang mendukung pencapaian tujuan penelitian, sehingga akan diperoleh suatu hasil yang akurat serta dapat dijadikan pedoman dalam menyelesaikan permasalahan-permasalahan yang akan terjadi. Tinjauan pustaka tersebut diambil dari hasil-hasil penelitian yang sudah dilakukan, jurnal, makalah, buku-buku, serta dari internet.

2.1 TINJAUAN UMUM

Untuk mencapai hasil penelitian yang lebih akurat maka pada penelitian ini juga mengacu pada penelitian-penelitian sejenis tentang genteng keramik sebagai bahan konstruksi bangunan disamping beberapa literatur lainnya.

2.2 GENTENG KERAMIK

Menurut Komang Nelly Sundari (2003), Genteng adalah produk keramik yang tergolong jenis raga porus dengan kualitas rendah dimana bahan utamanya adalah tanah liat (clay) dengan pemilihan dan pengolahan bahan sangat sederhana, peralatan masih tradisional dan pembakarannya dengan suhu bakar sekitar 700^0C – 800^0C,

2.3 Tanah Liat

Tanah liat atau yang biasa disebut tanah lempung adalah tanah yang mempunyai daya plastis yang tinggi, mengandung *silika* sebesar 50% sampai dengan 70%. Tanah liat di Indonesia kebanyakan dapat diambil dari permukaan tanah. Tanah liat mempunyai warna yang beragam, tergantung dari *oxid-oxid* yang terkandung selain aluminium, besi, dan kalsium. sehingga warna yang ditemukan juga berbeda beda, ada yang merah coklat, coklat. abu-abu, dan ada yang kebiruan gelap (Heinz Frick, 1999).

Menurut Melty Ambarwaty,dkk (1999) istilah lempung tidak memiliki batasan yang tegas. Pada umumnya para praktisi jalan menyebut lempung sebagi material yang memiliki ukuran butiran lebih kecil dari 2 *mikron.* Mereka mengklasifikasikan tanah berdasarkan ukuran partikelnya menjadi 4 yaitu:*gravel* (>2mm), pasir (74mm-2mm), silt (2-74mm) dan lempung (<2mm). Selain ukuran partikel. tanah lempung juga dapat dikenali dari penampilan fisik dan kelakuannya terhadap air *(shrinkage, swelling, plastisitas dan dispersi).*

2.4 ZAT ADITIF "ROCK"

Adalah suatu *aditif* pengeras serba guna yang merupakan campuran dari unsur-unsur non *organik* dengan prosentase yang tepat untuk meningkatkan efek ikatan semen. Akan tetapi *aditif* ini juga dapat diaplikasikan untuk memperbaiki stabilitas tanah lempung untuk perkerasan tanpa menggunakan semen. Dan merupakan bahan tambahan pengeras yang multiguna yang dicampurkan dari

elemen *anorganik* secara kimia, untuk meningkatkan kepadatan efek semen yang terdiri atas lapisan-lapisan tanah lemah.

Zat *aditif "ROCK"* ini berasal dari Negara korea, pada dasar nya di gunakan untuk perkerasan *subgrade* pada jalan. Keuntungan dari zat *aditif "ROCK"* ini adalah :

- Mengurangi kebutuhan batu
- Dapat bercampur dengan pasir laut
- Metode konstruksi sederhana
- Mencegah keretakan
- Dapat meminimaliskan anggaran biaya produksi struktur
- Mempercepat pengerasan struktur.

(Sumber : Anonim, Ascotama)

2.5 AIR

Air mempunyai pengaruh yang penting dalam pengikatan campuran serta sifat mudah dikerjakan *(workability)*. Dalam campuran spesi/lekatan, pemakaian air sebaiknya memenuhi syarat-syarat (Tjoikrodimuljo, 1992):

1. Tidak mengandung lumpur atau benda melayang lainnya lebih dari 2 gr/lt.
2. Tidak mengandung garam-garaman yang dapat merusak (asam, zat organik dan sebagainya) lebih dari 15 gr/lt.
3. Tidak mengandung klorida (Cl) lebih dari 0,5 gr/lt, dan
4. Tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gr/lt.

Air yang digunakan untuk bereaksi hidrasi dengan semen diperlukan sedikitnya 60-70% jumlah air dari berat semen.

2.6 PENELITIAN SEBELUMNYA

Dari beberapa penelitian yang berkaitan dalam kegiatan penelitian ini diantaranya adalah :

2.6.1 PENELITIAN HARUM WENING (2005).

Topik penelitian yang diambil adalah "Pemanfaatan Limbah *Katalis RCC-15* Sebagai Bahan Campuran Pembuatan Genteng Beton". Salah satu tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kuat lentur genteng beton dengan variasi campuran limbah katalis RCC-15. Hasil dari penelitian ini menyatakan bahwa material genteng yang digunakan dalam penelitian, variasi campuran katalis yang menghasilkan kuat lentur terbesar adalah campuran katalis dengan komposisi 50 %.

2.6.2 PENELITIAN GUNANDI WAHYU AJI (DEPARTEMEN TEKNIK PERTAMBANGAN 2005)

Topik penelitiannya adalah percobaan mengurangi bahan baku utama yaitu lempung pada prototipe genteng keramik dengan mencampurkan breksi batuapung, lempung scrap, dan *felspar* dalam satu komposisi. Bahan baku alternatif tersebut ditambahkan karena mineral utamanya sama dengan mineral utama lempung. Pencampuran dilakukan dengan komposisi tertentu dan dibakar pada suhu 7500 °C, 850 °C, 950 °C, dan 1050 °C. Kemudian dilakukan pengujian sesuai dengan standar

genteng terhadap sample yaitu densitas, penyusutan, kuat lentur, penyerapan air dan perembesan air. Hasil percobaan menunjukkan bahwa rata-rata benda uji keramik tidak memenuhi persyaratan SII No. 022-81, karena kebanyakan benda uji tersebut mengalami perembesan.

BAB III

LANDASAN TEORI

Landasan teori memuat dasar-dasar teori yang akan dipergunakan secara garis besar dan merupakan tuntunan yang akan digunakan untuk merumuskan hipotesis. Oleh karena itu, pada bab ini berisi tentang teori-teori yang mendukung pemecahan berbagai kendala dalam penelitian dilaboratorium yang meliputi teori tentang material yang digunakan untuk pembuatan genteng maupun teori yang menjelaskan pengujian pada genteng keramik.

3.1 GENTENG KERAMIK

Genteng keramik ialah unsur bangunan yang bahan baku nya terbuat dari tanah liat dan air serta bahan pembantu lain yang dibuat sedemikian rupa sehingga dapat dipergunakan untuk atap dan proses pembuatannya dibakar sampai suhu cukup tinggi.

Genteng keramik harus mempunyai bentuk, panjang, lebar dan tebal yang sama. Genteng keramik untuk seluruh partai yang diserahkan ke proyek harus sama dan seragam. Bentuknya harus sedemikian hingga dapat tersusun rapih pada rangka atap dan tidak memungkinkan masuknya air hujan secara langsung.

Ukuran panjang efektif genteng keramik harus sesuai dengan jarak reng dari luar ke luar sehingga akan memberikan beban lentur yang masih dapat diizinkan. Tebal genteng tidak boleh kurang dari 8 mm, adapun pada bagian penampangan tebalnya minimum 6mm.

Genteng harus mempunyai kaitan untuk mengkait pada reng. Tebal / tinggi kait minimum 12 mm, lebar kait minimum 20 mm. Jika perlu, genteng dapat diberi lubang untuk paku yang dilakukan pada usuk. Genteng harus mempunyai penumpangan tepi yang lebarnya 25 mm, dan dilengkapi dengan minimum satu alur air yang kedalamannya minimum 5 mm (Sumber : Anonim, UGM)

Tabel.3.1 Spesifikasi Klasifikasi Genteng Keramik

Jenis	Panjang Minimum	Jumlah/m2, maks. buah
Kecil	275	24
Sedang	300	21
Besar	400	14

(SNI 03-2095-1998)

Genteng harus mempunyai permukaan atas yang mulus, tidak terdapat retak, atau cacat lain yang mempengaruhi sifat pemakaian dan setiap jenis bentuknya harus seragam. Sesuai dengan tingkat mutunya, genteng harus memenuhi syarat kuat lentur sebagai berikut :

Tabel.3.2.Beban Lentur Genteng Keramik

Tingkat Mutu	Beban lentur rata-rata dari 6 buah genteng yang diuji (kgf)	Beban lentur min. Masing-masing genteng yang diuji. (kgf)
I	170	140
II	110	90
III	80	65

(SNI 03-2095-1998)

3.1.1 PROSES PEMBAKARAN GENTENG KERAMIK

Pada pembakaran genteng, panas yang terjadi dari pembakaran bahan bakar, dialirkan ke genteng dan panas ini bisa dipakai untuk menaikkan suhu dari barang-barang yang dibakar, menguapkan molekul air yang masih tertinggal dan melangsungkan reaksi kimia yang diperlukan, sehingga genteng mendapatkan kekuatan, warna dan bentuk yang stabil. Ada 3 (tiga) cara untuk menghasilkan panas, yaitu:

a. Dengan cara membakar bahan bakar.
b. Dengan cara listrik. Bila arus listrik mengalir melalui tahanan listrik berupa kawat atau batang, panas akan terjadi yang dapat dipergunakan untuk industri.
c. Dengan cara mekanik. Misal dua batang kayu yang satu kita gosek-gosokkan dengan yang lain, maka akan terjadi panas.

3.2 TANAH LIAT (*CLAY*)

Tanah liat adalah galian industri yang banyak dipergunakan sebagai bahan baku pembuatan genteng, keramik, bata merah, gerabah, dll, yang mempunyai sifat sebagai berikut :

1. Plastis yang mudah dibentuk tanpa patah.
2. Dapat dibakar dengan suhu tinggi sekitar 700^0C – 800^0C. Tujuan dari pembakaran lempung ini adalah untuk mengeluarkan molekul-molekul air yang ada.
3. Timbul kerut pada saat pengeringan.

4. Bertambah kuat pada saat air berkurang.

3.3 PENGUJIAN AWAL

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui sifat-sifat fisik dari genteng keramik dengan variasi campuran zat *aditif "ROCK"*. Sehingga diketahui kualitas genteng keramik sebagai salah satu bahan konstruksi. Pengujian yang dilakukan dilaboratorium meliputi pengujian dimensi, berat jenis, dan pengujian serapan air pada genteng keramik

3.3.1 PENGUJIAN DIMENSI GENTENG KERAMIK

Ukuran atau dimensi genteng keramik harus diperhatikan, walaupun modifikasi ukuran dan bentuk dari genteng keramik yang sudah umum dibuat (konvensional) diperbolehkan, karena dapat berpengaruh terhadap besarnya kekuatan genteng tersebut. Menurut SNI.03-2095-1998, genteng keramik diklasifikasikan berdasarkan ukuran seperti Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Spesifikasi klasifikasi genteng keramik

Jenis	Panjang minimum	Jumlah/m2, maks. buah
Kecil	275	24
Sedang	300	21
Besar	400	14

(SNI 03-2095-1998)

Untuk keperluan tertentu penggunaan genteng keramik dengan dimensi lain (non-konvensional) diperbolehkan.

Genteng keramik harus dibersihkan dahulu dari kotoran yang menempel sebelum diukur panjang, lebar, dan tingginya agar tidak terjadi penyimpangan maupun kesalahan yang fatal. Disamping itu, genteng yang dipilih untuk pengukuran diusahakan genteng keramik yang tidak terlalu lama setelah pembakaran, karena bila genteng keramik terlalu lama berada pada udara terbuka dimungkinkan pori-pori genteng keramik banyak dimasuki air. Dimensi genteng keramik yang digunakan pada penelitian ini (panjang, lebar dan tingginya) adalah 30 x 22 x 1 cm, sesuai dengan dimensi cetakan genteng yang digunakan produsen genteng keramik daerah setempat.

3.3.2. PENGUJIAN BERAT JENIS GENTENG KERAMIK

Menurut ASTM/Vol 04.05/C67, berat jenis genteng keramik didapat dengan cara membandingkan antara berat kering genteng keramik dengan volume *solid* dari genteng keramik tersebut. Berat kering genteng keramik didapat dengan cara menimbang genteng keramik yang telah dikeringkan dalam oven hingga suhu $110^{\circ} - 115^{\circ}$ C minimal selama 24 jam. Sedangkan volume *solid* genteng keramik didapat dengan cara mengurangi volume kering genteng keramik dengan volume *void* (pori) yang terdapat dalam genteng keramik tersebut.

Volume *void* (pori) genteng keramik didapat dengan cara menghitung selisih berat antara genteng keramik jenuh air dengan berat genteng keramik kering oven, volume pori adalah sama dengan volume air yang mengisi pori genteng keramik tersebut, dan besarnya sama dengan selisih berat antara genteng keramik kering (setelah dikeringkan dengan oven) dengan berat genteng keramik

yang jenuh air. Berat jenis genteng keramik dapat dihitung dengan persamaan (3.1).

$$Bj = \frac{Wk}{Vs} \quad \text{.....(3.1)}$$

$$Vs = Vk - Vv \quad \text{.....(3.2)}$$

$$Vv = Wb - Wk \quad \text{.....(3.3)}$$

Keterangan: Bj = Berat jenis genteng keramik (gr/cm^3),

Wk = Berat kering genteng keramik (gr),

Wb = Berat basah genteng keramik (gr),

Vs = Volume *solid* genteng keramik (cm^3).

Vk = Volume kering genteng keramik (cm^3).

Vv = Volume void genteng keramik (cm^3).

3.3.3 UJI PENYERAPAN AIR

Pada genteng dilakukan pengujian akan kerapatan air. Hal ini dimaksudkan untuk meenguji apakah genteng tersebut dapat menahan air atau tidak terjadi rembesan disaat terkena tampungan air. Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

Rumus :

$$a = \frac{\text{Berat W} - \text{Berat K}}{\text{Berat K}} \times 100\ \% \quad \text{..... (3.4)}$$

Dimana :

a = *Absorbsi* / penyerapan air (%)

W = Berat basah (gram)

K = Berat kering (gram)

3.4 PENGUJIAN AKHIR SAMPEL

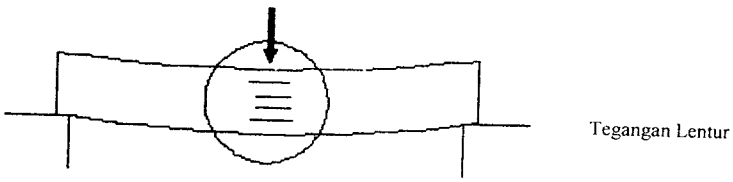
Pengujian akhir sampel perlu dilakukan untuk mendapatkan data-data yang cukup akurat, sehingga dapat dilakukan analisis dan pembahasan tentang permasalahan yang terjadi untuk kemudian diambil kesimpulan.

3.4.1 PENGUJIAN KUAT LENTUR

Pada penampang balok dilakukan pengujian regangan, tegangan, dan gaya-gaya yang timbul akibat menahan momen batas, yaitu momen akibat beban luar yang timbul tepat pada saat terjadi hancur. Momen ini mencerminkan kekuatan dan di masa lalu yang 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).

Menurut schodek (1999), lentur adalah keadaan gaya kompleks yang berkaitan dengan melenturnya elemen (biasanya elemen tersebut adalah balok)

sebagai akibat dari adanya beban transversal/lintang. Selanjutnya dikemukakan, aksi lentur mengakibatkan serat-serat pada elemen mengalami gaya tarik dan tekan pada satu penampang yang sama. Kekuatan elemen yang mengalami lentur tergantung pada distribusi material pada penampang, juga jenis material. Perilaku lentur pada struktur dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Perilaku Umum Balok

Nilai *kuat lentur* genteng keramik berkaitan dengan kemampuan genteng keramik menahan beban yang akan menyebabkan keretakan saat genteng tidak mampu lagi menahan gaya *transversal*. Makin tinggi nilai *kuat lentur* makin baik kualitas genteng keramik tersebut, (Pudik, Solihatun, 2004)

Ketika mengalami aksi lentur, balok juga mengalami pergeseran gaya dalam serat yang saling berlawanan untuk menahan dan mengimbangi kestabilan struktur sebagai efek dari beban *transversal*. Kegagalan tegangan geser terjadi pada arah vertikal dan horizontal. Semua perilaku diatas juga berlaku pada bahan/elemen termasuk pada genteng keramik.

Perhitungan *kuat lentur* dengan benda uji pecah/retak pada pusat bidang pembebanan menggunakan persamaan (3.5) berikut ini. (ASTM/Vol 04.05/C-67)

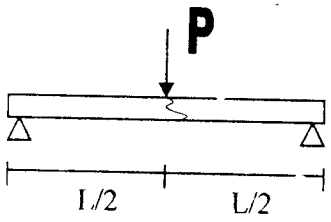
Rumus :

$$\textit{Kuat lentur}\ (\sigma p) = \frac{3.P.L}{2.b.d^2} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3.5)$$

dimana:

	σp	= Kuat lentur (kPa)
	P	= Maksimum pembebanan (KN)
	L	= Jarak dukungan (m)
	b	= Lebar genteng (m)
	d	= Tebal genteng (m)

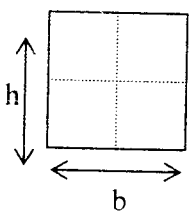
penggunaan rumus kuat tekan seperti diatas. Penurunan dari formula tersebut adalah sebagai berikut :



$\sum Mb = 0$

$Ra \,.\, L/2$

$Mb = P/2 \,.\, L/2$



$Iy = h/2$

$$\delta \text{ lentur} = \frac{\frac{P}{2}.\frac{L}{2}.\frac{h}{2}}{\frac{1}{12}.b.h^3}$$

$$= \frac{\frac{1}{8}.P.L}{\frac{1}{12}.b.h^2} = \frac{12.P.L}{8.b.h^2}$$

$$= \frac{3.P.L}{2.b.h^2}$$

Sedangkan jika benda uji pecah/retak tidak tepat berada di pusat pembebanan menggunakan perhitungan persamaan (3.6) berikut ini :

$$\text{Kuat Lentur } (\sigma p) = \frac{3.P.c}{b.d^2} \quad \text{..... (3.6)}$$

dimana: σp = kuat lentur /bahan uji (kPa)

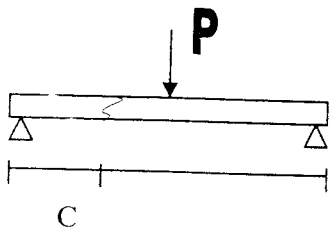
P = Maksimum pembebanan (kN)

c = Jarak rata-rata bidang pecah ke tumpuan terdekat, tidak lebih dari 10% bentang tumpuan terhadap titik tengah

b = Lebar genteng (m)

d = Tebal genteng (m)

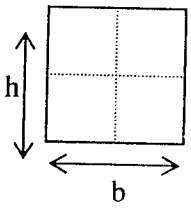
Penurunan rumus kuat lentur bila mengalami pecah tidak di tengah sebagai berikut :



$$\sum Mb = 0$$

$$Ra \,.\, C$$

$$Mb = P/2 \,.\, C$$



Iy = h/2

$$\delta \text{ lentur} = \frac{\frac{P}{2}.C.\frac{h}{2}}{\frac{1}{12}.b.h^3}$$

$$= \frac{\frac{1}{4}.P.C}{\frac{1}{12}.b.h^2} = \frac{12.P.C}{4.b\ h^2}$$

$$= \frac{3.P.C}{b\ h^2}$$

3.5 TEKNIK PENGOLAHAN DATA

Dalam penelitian ini, data yang diperoleh perlu diolah lebih lanjut. Selain menggunakan bantuan *software microsoft excel*, terdapat hal-hal dasar yang menjadi acuan pengolahan data. Data yang tersaji akan diketahui seberapa besar penyimpangannya dari rata-rata sampel melalui standar deviasi atau simpangan baku.

Sebelum membahas standar deviasi perlu diketahui dahulu mengenai *mean* atau rata-rata. *Mean* adalah suatu ukuran dari lokasi sentral (Ritonga, 1987).

Perhitungan mean untuk data tunggal/tidak dikelompokkan seperti pada persamaan (3.7) berikut.

$$X_{rerata} = \frac{\sum X}{n} \qquad (3.7)$$

dimana: X_{rerata} = rata-rata hitung

X = subyek/data yang dihitung

Σ = jumlah dari data

n = jumlah sample

Sementara itu, perhitungan untuk standar deviasi seperti pada persamaan (3.8) berikut.

$$s = \sqrt{\frac{N\sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}} \qquad (3.8)$$

dimana: s = simpangan baku/standar deviasi sampel

X = subyek/data yang dihitung

Σ = jumlah dari data

N = jumlah sampel

BAB IV

METODE PENELITIAN

Penelitian tugas akhir ini mencakup hal-hal yang berkaitan dengan topik penelitian . Dimulai dari studi pustaka untuk merumuskan tujuan penelitian yang akan dilaksanakan, survei material dan pelaksanaan penelitian secara bertahap di laboratorium.

Dalam metode penelitian ini antara lain memuat tentang prosedur atau tata cara pelaksanaan penelitian yang diuraikan secara sistematis meliputi bahan, peralatan, langkah-langkah pengujian, dan prosedur penelitian. Kemudian diperoleh hasil yang nantinya akan menjawab permasalahan yang telah diuraikan dalam tugas akhir ini.

4.1 LOKASI PENELITIAN

Lokasi penelitian yang dipakai adalah laboratorium BKT FTSP Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia. Dan lokasi pencetakan genteng keramik di perusahaan home industri genteng "PAKISMAS" di daerah Nambangan, Cawas, Kabupaten Klaten.

4.2 WAKTU PENELITIAN

Waktu penelitian di mulai dari bulan November 2006 sampai dengan bulan Februari 2007 dan selanjutnya penulis mengolah data yang kemudian menyusun tugas akhir sampai selesai.

4.3 BAHAN DAN ALAT

4.3.1 BAHAN

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi :

1. *Zat aditif "ROCK"* yang berasal dari CV. Ascotama Reka Graha.
2. Bahan susun tanah liat (*clay*) yang diambil dari daerah Bayat, Kabupaten Klaten.
3. Air yang berasal dari air sumur di dusun Nambangan klaten.

4.3.2 ALAT

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

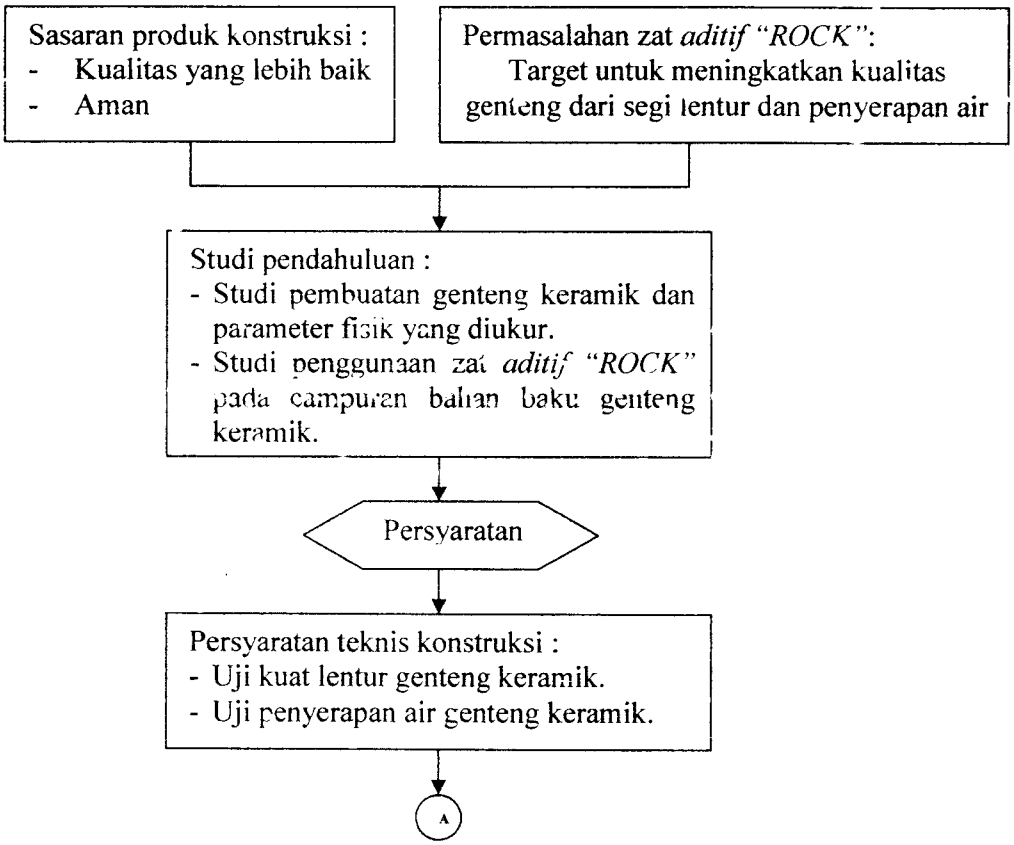
1. Cetakan genteng keramik dengan ukuran 31 cm x 23 cm (jenis sedang)
2. Mesin press
3. Mesin *chraser* (untuk menggiling tanah liat agar halus)
4. Alat pengaduk (pacul)
5. Alat uji lentur
6. Oven (pengering bahan)
7. Tobong (tempat pembakaran genteng)
8. Kolam perendam (untuk mengetahui penyerapan air)
9. Timbangan (menimbang bahan-bahan)

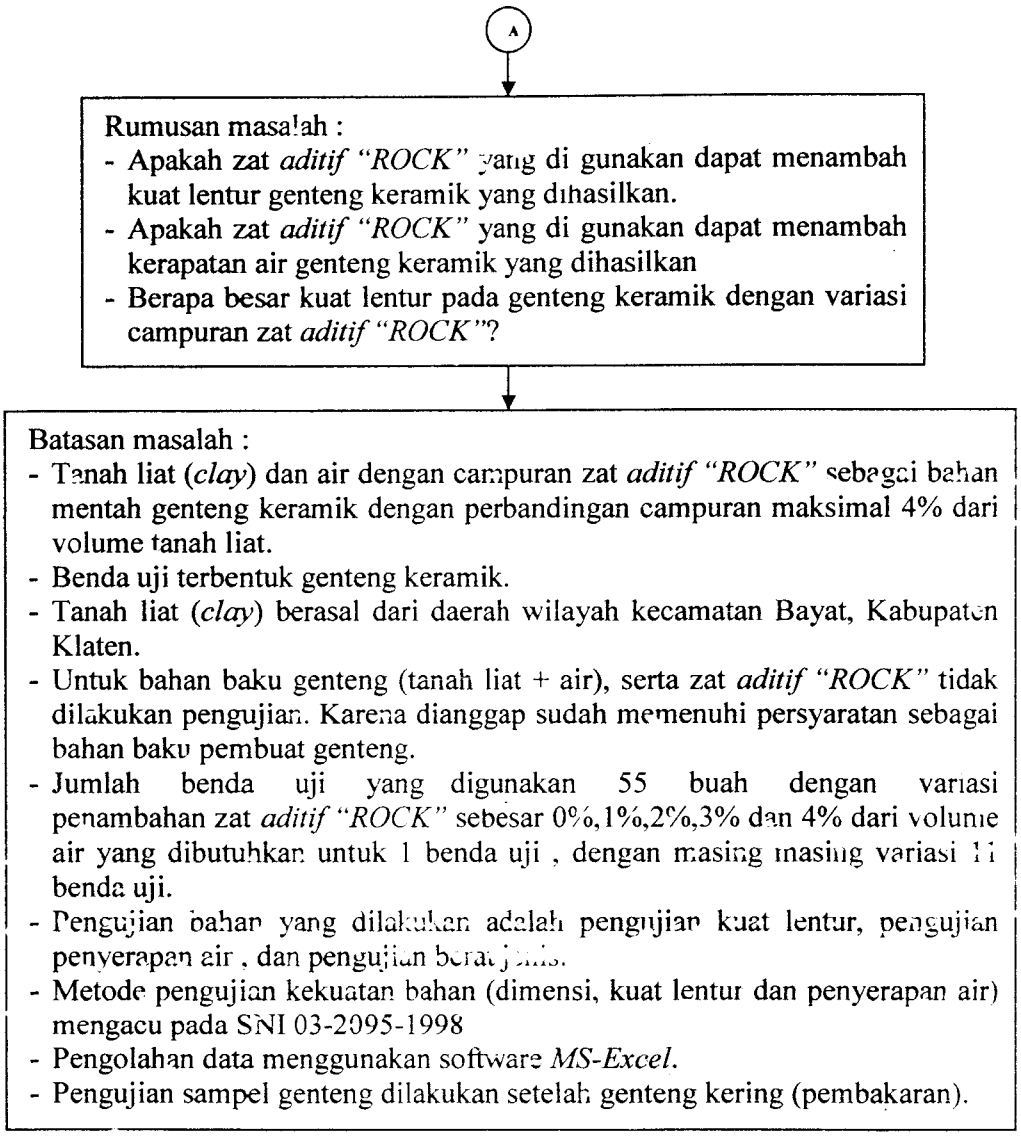
4.4 VARIABEL YANG DITELITI

1. Variabel terikat yaitu analisa kuat lentur dan kerapatan air
2. Variabel perbandingan adalah campuran pembuatan benda uji genteng keramik dibuat lima formula dengan proporsi zat *aditif "ROCK"* 0%, 1%, 2%, 3%, 4% dari volume air yang dibutuhkan tiap genteng.

4.5 PROSEDUR KERJA

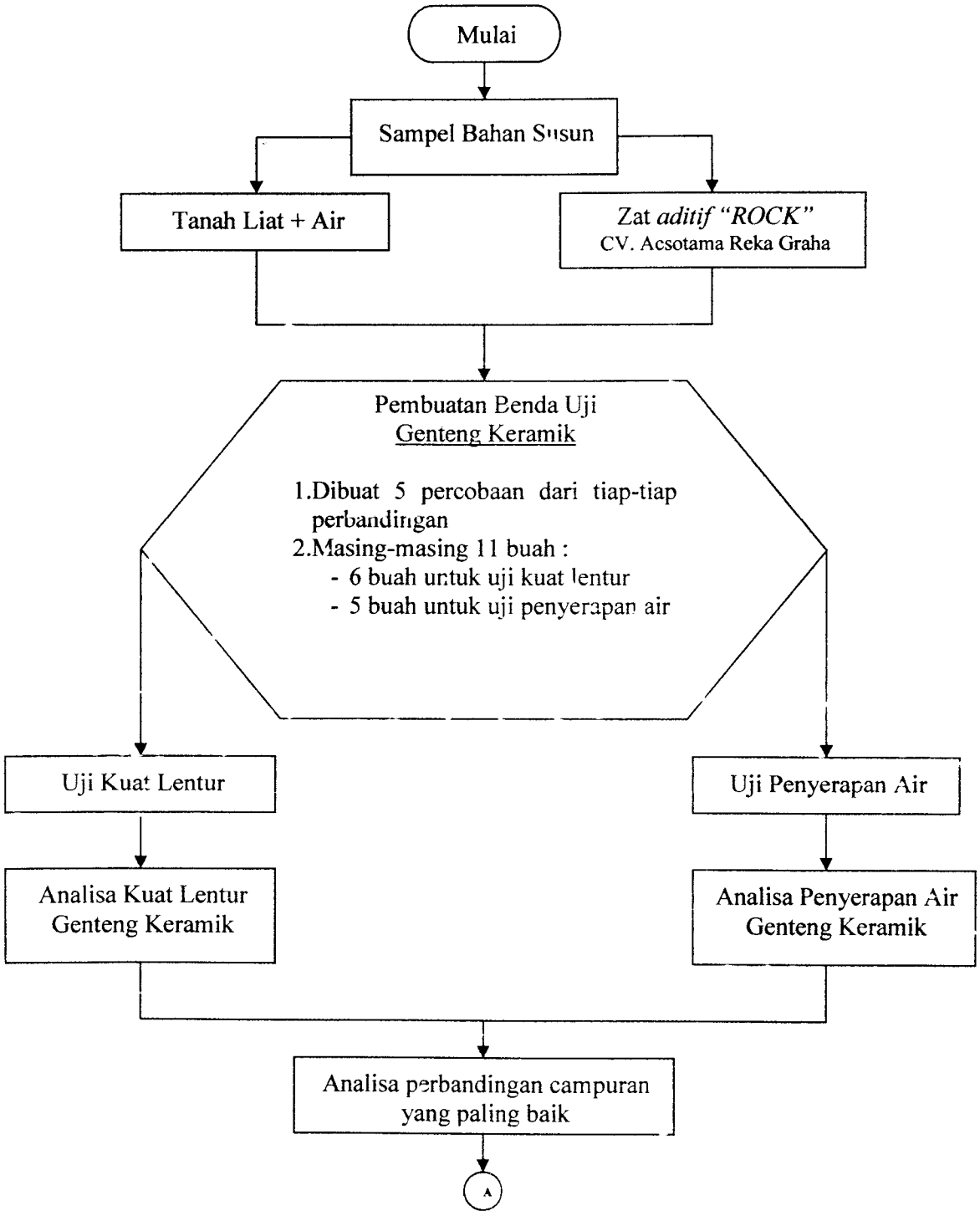
4.5.1 DIAGRAM ALIR KERANGKA PEMIKIRAN





Gambar 4.1 Diagram Alir Kerangka Pemikiran

4.5.2 TAHAPAN PENELITIAN DAN ANALISA DATA



Gambar 4.2 Tahapan Penelitian dan Analisis Data

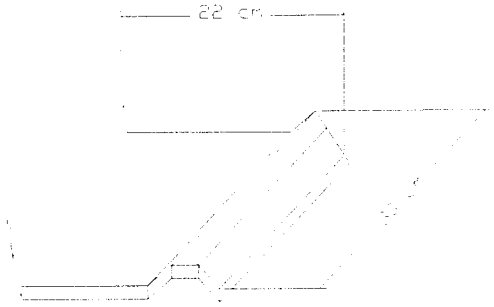
Benda uji yang dibuat dan digunakan adalah genteng dengan jenis genteng keramik. Dengan ukuran sample sebagai berikut :

Panjang = 30 cm

Lebar = 22 cm

Tebal = 1 cm

Berat kering = 1490 gram



Gambar. 4.3 Tipe Sampel Genteng Keramik

Berikut penentuan komposisi sample yang selanjutnya dilakukan uji fisik genteng, masing-masing 5 sampel untuk uji fisik :

Tabel 4.1 Komposisi Bahan Susun Genteng Keramik

Formula	Kebutuhan Bahan 1 unit Genteng Keramik (gr)			Kebutuhan Bahan 20 unit Genteng Keramik (gr)		
	Tanah Liat	AIR	ROCK	Tanah Liat	AIR	ROCK
F1	1.445	336	0	14.450	3360	0
F2	1.445	332,64	3,36	14.450	3326,4	33,6
F3	1.445	329,28	6,72	14.450	3292,8	67,2
F4	1.445	325,92	10,08	14.450	3259,2	100,8
F5	1.445	322,56	13,44	14.450	3225,.6	134,4

(Sumber: Data Primer, 2007)

4.6 PELAKSANAAN PENELITIAN

4.6.1 PERENCANAAN KEBUTUHAN BAHAN SUSUN

Adapun dalam penelitian ini dimensi genteng keramik yang digunakan adalah (30 x 22 x 1) cm. Dalam penelitian ini akan dibuat lima percobaan, yang masing-masing percobaan dibuat sebanyak 11 unit genteng keramik. Adapun kebutuhan bahan susunnya adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2 Perencanaan Kebutuhan Bahan Susun Genteng Keramik

Benda Uji	Bahan Mentah Genteng Keramik		
	ROCK (gr)	AIR (gr)	Tanah Liat (100%) (gr)
0 % (normal)	0	336	1445
1 % rock	3.36	332.64	1445
2 % rock	6.72	329.28	1445
3 % rock	10.08	325.92	1445
4 % rock	13.44	322.56	1445

(Sumber: Data Primer, 2006)

4.6.2 PEMBUATAN BENDA UJI

Langkah-langkah pembuatan benda uji pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bahan mentah (tanah liat) digali menggunakan cangkul secara teratur. Tanah liat yang sudah digali diangkut ke tempat kerja dan ditimbun di luar selama beberapa hari agar terkena matahari dan embun, sehingga tanah liat hancur dengan sendirinya.

2. Tanah liat yang sudah hancur dimasukkan kedalam ember, direndam dengan air yang sudah tercampur dengan zat *aditif "ROCK"* selama 24 jam kemudian digiling dengan mesin penggiling agar tanah menjadi halus.
3. Tanah liat basah diamparkan di lantai dengan ketebalan kurang lebih 20 cm, lalu diinjak-injak atau dicangkul-cangkul, sehingga menjadi campuran yang merata. Tanah liat yang sudah siap, kemudian dibentuk lempengan. Ukuran itu disesuaikan dengan ukuran dari genteng yang dibuat.
4. Lempengan yang telah siap, dibentuk menjadi genteng dengan menggunakan mesin press. Agar genting tidak melekat pada cetakan, diolesi dengan minyak (campuran minyak solar dan minyak kelapa).
5. Genteng mentah kemudian dikeringkan di tempat yang terlindung supaya kering oleh angin dan kemudian genteng merah tersebut disusun.
6. Cara penyusunan tergantung pada tungku pembakaran yang digunakan secara berdiri atau melintang.
7. Setelah genteng disusun, pintu tungku ditutup dan pembakaran dimulai secara perlahan-lahan hingga asap yang keluar tidak berwarna putih lagi dengan suhu ± 150° C, kemudian suhu pembakaran dinaikkan menjadi 600° C. Sebaiknya suhu ini dipertahankan ± 4 jam dan pada akhir pembakaran suhu diturunkan secara perlahan-lahan agar genteng dapat matang secara merata.
8. Sesudah suhu cukup rendah, genteng dalam tungku dapat dibongkar, kemudian genting yang sudah matang dipilih untuk menentukan mutu berdasarkan sifat-sifat genteng seperti berikut : tidak terdapat pecah-pecah,

retak-retak atau perubahan bentuk dan warna harus merata, juga bunyi dari genteng (nyaring atau tidak) serta kehalusan (kerataan).

4.6.3 PELAKSANAAN PENGUJIAN

Setelah sampel genteng keramik dibuat maka dilakukan pengujian, yang meliputi :

1. Pengujian dimensi genteng keramik
2. Pengujian berat jenis genteng keramik.
3. Pengujian penyerapan air genteng keramik
4. Pengujian kuat lentur genteng keramik.

4.6.4 PENGUJIAN BERAT JENIS GENTENG KERAMIK

Pengujian ini mengacu pada ASTM/Vol04.05/C67, besarnya berat jenis genteng keramik dapat dihitung dengan persamaan (3.1). Tahapan yang dilakukan pada pengujian ini antara lain adalah berikut ini :

1. Keringkan genteng keramik dengan oven kemudian catat dimensi dan beratnya.
2. Rendam dalam air hingga keadaan jenuh ± selama 24 jam.
3. Tiriskan dan bersihkan permukaan genteng keramik dengan kain lap setelah genteng keramik tersebut dalam keadaan jenuh air.
4. Genteng keramik ditimbang beratnya setelah permukaan genteng keramik tersebut dibersihkan.

4.6.5 PENGUJIAN KUAT LENTUR GENTENG KERAMIK

Tahapan pengujian kuat lentur pada genteng adalah sebagai berikut.

1. Ambil 6 buah genteng utuh dan diukur dimensinya.
2. Letakkan genteng dalam arah membujur yang disangga dua batang baja berdiameter 3 cm seperti pada Gambar 4.4, batang baja pembebanan dipasang pada tengah-tengah genteng, dan letakkan karet diantara batang-batang baja tersebut dengan genteng
2. Letakkan genteng dalam arah membujur yang disangga dua batang baja berdiameter 3 cm seperti pada Gambar 4.4, batang baja pembebanan dipasang pada tengah-tengah genteng, dan letakkan karet diantara batang-batang baja tersebut dengan genteng dengan tebal karet ± 40 mm agar tidak kontak langsung antara batang baja dan genteng.

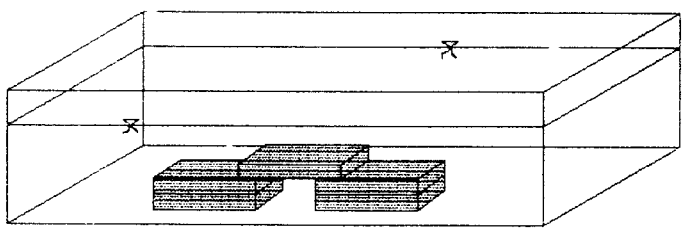
Gambar 4.4 Pengujian Kuat Lentur Genteng Keramik

3. Pembebanan dilakukan secara perlahan dengan pembebanan 5 kgf/detik, hingga genteng patah.
4. Analisa dan hitung rata-rata beban lentur dari 6 buah pengujian genteng tersebut.

4.6.6 PENGUJIAN PENYERAPAN AIR GENTENG KERAMIK

Langkah-langkah pengujian kerapatan air pada genteng adalah sebagai berikut.

1. Ambil 5 buah genteng utuh, kemudian dibersihkan dari kotoran yang menempel.
2. Timbang genteng dalam keadaan kering (K), gram.
3. Rendam genteng tersebut dalam air selama 24 jam.
4. Kemudian timbang basah dengan menyeka permukaan genteng lebih dulu dengan lap lembab, catat berat contoh (W) gram.
5. Analisis tetesan/rembesan air pada genteng.



Gambar 4.5 Pengujian Penyerapan Air Genteng Keramik

4.7 ANALISIS DATA

Analisis yang dilakukan adalah untuk mendapatkan nilai-nilai yang terbaik. Data yang diperlukan adalah sebagai berikut :

1. Kuat lentur genteng keramik yang paling maksimum atau minimal sama dengan pembanding yang telah melakukan pengujian.
2. Berat jenis genteng keramik yang paling baik.
3. Kerapatan genteng keramik dari rembesan air yang paling maksimum.

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi tentang hasil pengujian, pembahasan dan analisis data hasil penelitian berdasarkan teori yang mendukung analisis, diantaranya meliputi pengukuran dimensi, pengujian berat jenis, penyerapan air, dan kuat lentur genteng keramik.

5.1 PENGUJIAN DIMENSI GENTENG KERAMIK

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keseragaman genteng keramik yang didapat dengan mengambil rata-rata dimensi genteng keramik yang diukur menggunakan *kaliper* dengan ketelitian hingga 0,001 mm secara acak.

5.1.1 HASIL PENGUJIAN DIMENSI GENTENG KERAMIK

Dari hasil pengukuran dimensi genteng keramik per variasi dengan jumlah sampel 5 genteng tiap variasi, diperoleh data dalam bentuk tabel sebagai berikut :

Tabel. 5.1 Dimensi rata-rata Genteng Keramik

% Variasi	Panjang rata-rata (cm)
0	30,506
1	30,538
2	30,408
3	30,566
4	30,54
rata- rata (cm)	**30,5116**

Dimensi yang ditetapkan :

Tabel. 5.2 Spesifikasi Klasifikasi Genteng Keramik

Jenis	Panjang Minimum	Jumlah/m2, maks. buah
Kecil	275	24
Sedang	300	21
Besar	400	14

(SNI 03-2095-1998)

5.1.2 PEMBAHASAN PENGUJIAN DIMENSI GENTENG KERAMIK

Dalam tabel diatas menunjukkan bahwa genteng keramik dalam pengujian ini didapat ukuran rata-rata 30.5116 cm. Sehingga berdasarkan SNI 03-2095-1998 (tabel 5.2) genteng keramik ini digolongkan dalam jenis genteng ukuran sedang.

Dalam hal ini hasil dari ukuran mengalami penyusutan karena proses pengeringan dan pembakaran. Akan tetapi mempunyai tingkat keseragaman yang baik walaupun terdapat penyimpangan dimensi terhadap toleransi yang diberikan.

5.2 PENGUJIAN BERAT JENIS GENTENG KERAMIK

Analisa ini dilakukan untuk mengetahui besarnya berat jenis genteng keramik dengan penambahan zat *aditif "ROCK"*. Untuk tujuan tersebut maka dilakukan pengujian berat jenis terhadap genteng keramik yang dihasilkan.

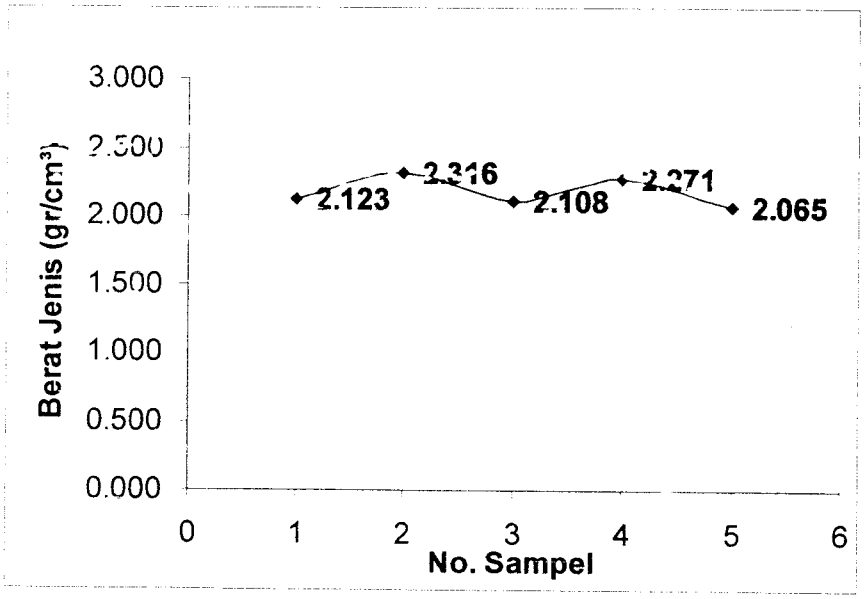
5.2.1 HASIL PENGUJIAN BERAT JENIS GENTENG KERAMIK

Hasil dan perhitungan berat jenis genteng keramik dapat dilihat pada tabel berikut untuk variasi I :

Tabel. 5.3 Berat Jenis Genteng Keramik variasi 1 (pembanding/0 %)

Variasi 1 (tanpa penambahan zat additive / 0%)						
Variabel	Sampel Genteng Keramik					Σ
	1	2	3	4	5	
P (cm)	30,480	30,540	30,530	30,430	30,550	-
L (cm)	22,085	22,100	21,990	22,095	21,985	-
T (cm)	1,320	1,290	1,340	1,290	1,360	-
Berat Kering (gr)	1,398	1,428	1,397	1,434	1,404	7,061
Berat Basah (gr)	1,628	1,682	1,634	1,670	1,638	8,252
Berat Air (gr)	230,000	254,000	237,000	236,000	233,500	1,191
Volume Genteng (cm^3)	888,559	870,665	899,615	867,333	913,433	-
Volume Solid (cm^3)	658,559	616.665	662,615	631,333	679,933	-
Xi (gr/cm^3)	2,123	2,316	2,108	2,271	2,.065	10,.883
Xi^2	4,506	5,362	4,445	5,159	4,264	23,737
X rerata (gr/cm^3)	2,177					
S	0,012					

(Sumber: Data Primer, 2007)



Gambar 5.1 Grafik Berat Jenis Proporsi Penambahan 0% Zat Aditif

Dari hasil data diatas, berat jenis didapat dengan perhitungan menggunakan rumus metode 3.1 sebagai berikut :

1. Perhitungan Variasi 1

Tabel. 5.4 Data Pengukuran Genteng Keramik Variasi 1 Nomer Sampel 1

Variabel	Data
Panjang (*l*) *(cm)*	30,480
Lebar (*b*) *(cm)*	22,085
Tebal (*d*) *(cm)*	1,320
Berat kering (*Wk*) *(gr)*	1,398
Berat basah (*Wb*) *(gr)*	1,628
Berat air (*Ww*) *(gr)*	230,000
Volume (*Vk*) *(cm³)*	888,559
Volume Solid *(Vs) (cm³)*	558,559
Xi (gr/cm³)	2,123
Xi²	4,506

- Berat air (*Ww*) = berat genteng jenuh air – berat genteng kering oven

$$Ww = Wb - Wk$$

$$= 1,628 - 1,398$$

$$= 230\ gr$$

- Karena Bj air = 1 gr/cm³, maka :

volume air yang terserap = berat air yang terserap.

$$Vk = (l \times b \times d)$$

$$= (30,48 \times 22,085 \times 1,32)$$

$$= 888,559\ cm^3.$$

- Volume *solid* = volume genteng - volume air yang terserap dalam genteng

$$Vs = Vk - Ww$$

$$= 888{,}559 - 230$$

$$= 558{,}559 \text{ cm}^3.$$

- Sesuai persamaan (3.1) maka berat jenis genteng keramik adalah berikut ini.

$$Bj = \frac{Wk}{Vs}$$

$$= \frac{1{,}398}{558{,}559} = 2{,}123 \text{ gr/cm}^3$$

Sesuai persamaan (3.5) untuk nilai rerata dari berat jenis genteng keramik adalah berikut ini.

$$X_{\text{rerata}} = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{10{,}883}{5} = 2{,}177$$

Perhitungan nilai simpangan baku sesuai dengan persamaan (3.6) maka:.

Tabel 5.5 Data Pengujian Berat Jenis Genteng Keramik Variasi 1

No. Sampel	Xi Berat Jenis (gr/cm3)	Xi^2	s
1	2,123	4,506	
2	2,316	5,362	
3	2.108	4,445	**0,012**
4	2,271	5,159	
5	2,065	4,264	
□	**10,883**	**23,737**	

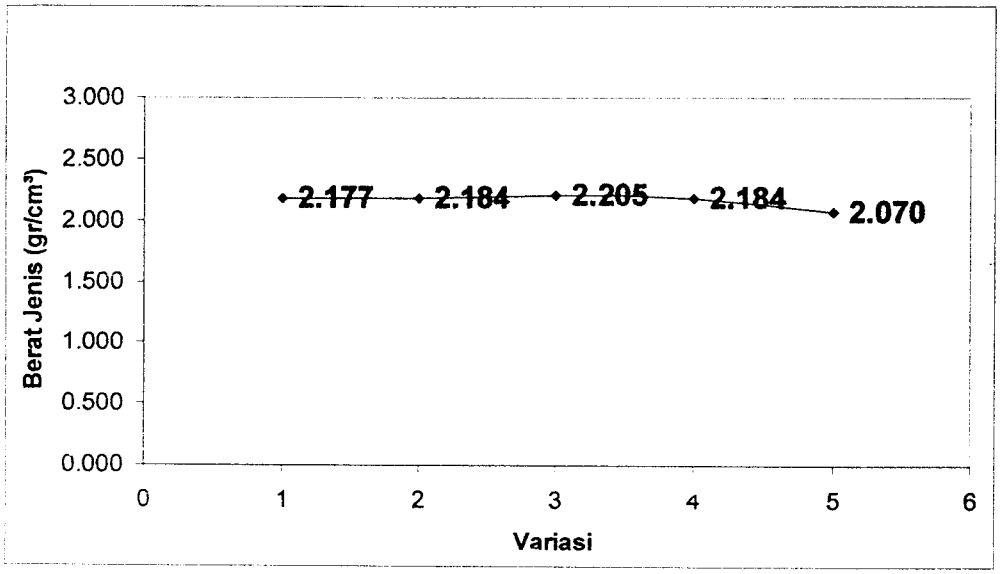
$$s = \sqrt{\frac{(n.\sum Xi^2) - (\sum Xi)^2}{n.(n-1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{(5x23{,}737) - (10{,}883)^2}{5x(5-1)}} = 0{,}012$$

Untuk analisa berat jenis genteng keramik dengan campuran *aditif "ROCK"* variasi 2,3,4 dan 5 menggunakan metode analisis seperti pada analisis berat Jenis diatas dan untuk data-data hasil selengkapnya dapat dilihat di *lampiran*. Sedangkan untuk memudahkan analisa dibuat grafik berat jenis rata-rata dari setiap variasi penambahan zat *aditif "ROCK"* di bawah ini :

Tabel. 5.6 Hasil Berat Jenis Rata-Rata

Variasi	Benda Uji	X rerata (gr/cm^3)
1	0% (normal)	2,177
2	1% (ROCK)	2,184
3	2% (ROCK)	2,205
4	3% (ROCK)	2,184
5	4% (ROCK)	2,.070



Gambar 5.2 Grafik Berat Jenis Rerata Berbagai Proporsi Penambahan "ROCK"

5.2.2 PEMBAHASAN PENGUJIAN BERAT JENIS GENTENG KERAMIK

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

Dari grafik tersebut diatas terlihat bahwa semakin besar proporsi penambahan zat *aditif "ROCK"* akan semakin kecil nilai berat jenis genteng keramik. Terutama pada variasi 5 (proporsi 4% penambahan zat additive "ROCK") terjadi penurunan yang cukup drastis. Dari data diatas menunjukkan bahwa untuk variasi 1 sebesar 2,177 gr/cm³ mengalami kenaikan sebesar 2.184 gr/cm³ (variasi 2) kemudian kenaikan terbesar pada variasi 3 (proporsi 2% penambahan zat *aditif "ROCK")* yaitu sebesar 2,205 gr/cm³. Untuk variasi 4 dan

5 mengalami penurunan sebesar 2.184 gr/cm³ (variasi 4) dan 2,070 gr/cm³ (variasi 5). Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa penambahan porsi zat *aditif* 1% hingga 2 % mengalami kenaikan berat jenis dibanding tanpa penambahan zat *aditif,* akan tetapi untuk penambahan 3% hingga 4% akan mengalami penurunan berat jenis genteng keramik. Dalam percobaan ini, diketahui bahwa penggunaan zat *aditif "ROCK"* yang paling baik adalah pada hasil uji variasi 3 (proporsi 2% ROCK) dengan berat jenis sebesar 2.205 gr/cm³ atau lebih besar dari hasil variasi 2, 4, dan 5.

Hal ini disebabkan karena berat jenis genteng keramik dipengaruhi oleh volume pori dari genteng keramik tersebut, sedangkan benda uji yang menggunakan zat *aditif "ROCK"* pada variasi IV (3% *rock*) dan V (4% *rock*) memiliki volume pori yang cukup besar. Sehingga berpengaruh pada berat kering yang semakin kecil sedangkan volume pori semakin besar, oleh karena itu terjadi penurunan nilai berat jenis. Hal ini disebabkan karena proses pengerasan yang terlalu cepat pada zat *aditif "ROCK"* yang mengalami ikatan homogen, yang mempengaruhi kepadatan dari benda uji. Dan karena pengerasan yang terlalu cepat, zat *aditif "ROCK"* tersebut membentuk butiran-butiran pada genteng keramik.

5.3 PENGUJIAN PENYERAPAN AIR GENTENG KERAMIK

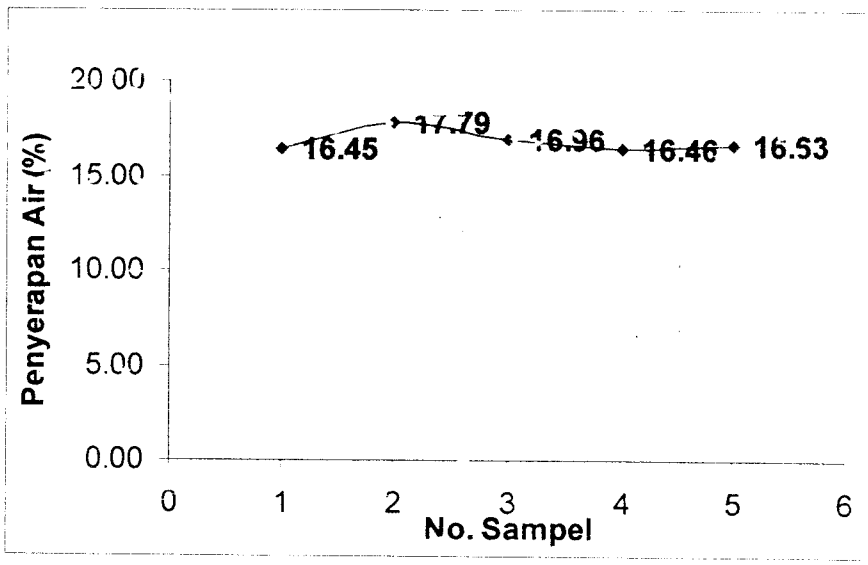
Uji penyerapan air genteng keramik dengan penambahan zat *aditif "ROCK"* yang telah diteliti setelah mengalami proses perendaman dalam air selama 24 jam dan dalam kondisi genteng kering oven sebelum perendaman.

5.3.1 HASIL PENGUJIAN PENYERAPAN AIR GENTENG KERAMIK

Berikut adalah hasil dan contoh perhitungan untuk variasi 1 (0% penambahan *aditif "ROCK")* sesuai tabel dibawah ini :

Tabel. 5.7 Hasil Penyerapan Air Genteng Keramik Variasi I

Variasi 1 (tanpa penambahan zat additive / 0%)						
Variabel	Sampel Genteng Keramik					Σ
	1	2	3	4	5	
P (cm)	30,480	30,540	30,530	30,430	30,550	-
L (cm)	22,085	22,100	21,990	22,095	21,985	-
T (cm)	1,320	1,290	1,340	1,290	1,360	-
Berat Kering (K) (gr)	1,398	1,428	1,397	1,434	1,404	7,061
Berat Basah (W) (gr)	1,628	1,682	1,634	1,670	1,638	8,252
Berat Air (gr)	230,00	254,00	237,00	236,00	233,50	1,190,50
Penyerapan Air (a) (%)	16,45	17,79	16,96	16,46	16,63	84,29
Xi^2	270,67	316,38	287,81	270,85	276,59	1,422.30
Rata-rata penyerapan air (%)	16,86					
s	0,559329271					



Gambar 5.3 Grafik Penyerapan Air Variasi 1 (0% Zat Aditif)

$$= \frac{1{,}628 - 1{,}398}{1{,}398} \times 100\%$$

$$= 16.45\ \%$$

Metoda penghitungan nilai rerata dan simpangan baku dari angka penyerapan air pada genteng keramik dengan campuran *aditif "ROCK"* variasi 1 *(0% rock)* adalah sebagai berikut ini.

Tabel 5.10 Data Pengujian Penyerapan Air Genteng Keramik Variasi 1

No. Sampel	Xi Nilai *Absorbsi* (%)	Xi^2	S
1	16,45	270,67	
2	17,79	316,38	
3	16,96	287.81	**0,559**
4	16,46	270,85	
5	16,63	276,59	
Σ	**84,29**	**1.422**	

$$X_{rerata} = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{84.29}{5} = 16\ 858$$

$$s = \sqrt{\frac{(n.\sum Xi^2) - (\sum Xi)^2}{n.(n-1)}}$$

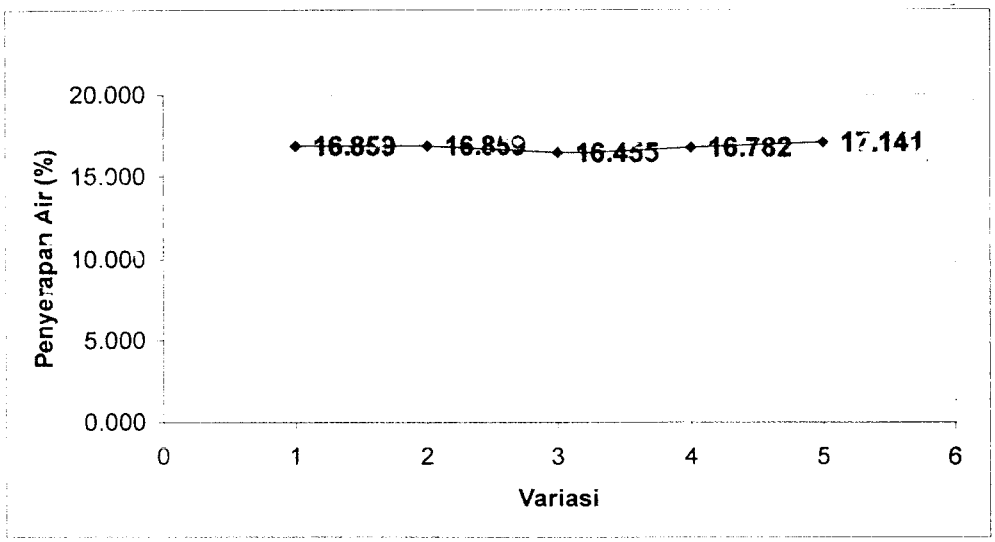
$$= \sqrt{\frac{(5x1.422) - (84{,}29)^2}{5x(5-1)}} = 0{,}559$$

Untuk variasi 2, 3 ,4 , dan 5 dihitung dengan metode rumus yang sama seperti diatas dan data selengkapnya dapat dilihat di *lampiran.* Dan untuk

mempermudah analisa maka di buat grafik rata-rata penyerapan air genteng keramik untuk tiap variasi seperti dibawah ini :

Tabel. 5.11 Hasil Penyerapan Air Rata-rata

Variasi	Benda Uji	Penyerapan Air (%)
1	0% (normal)	16,859
2	1% (ROCK)	16,859
3	2% (ROCK)	16,455
4	3% (ROCK)	16,782
5	4% (ROCK)	17,141



Gambar 5.4 Grafik Penyerapan Air Rata-Rata Berbagai Proporsi

5.3.2 PEMBAHASAN PENGUJIAN PENYERAPAN AIR GENTENG KERAMIK

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa untuk variasi 1 dan 2 penyerapan air sebesar 16,859 % dan pada variasi 3 mengalami penurunan sebesar 16,455 %, akan tetapi untuk variasi 4 dan variasi 5 mengalami penurunan sebesar 16,782 % (variasi 4) dan 17,141 % (variasi 5).

Pada uji serapan air, semakin kecil nilai serapan air menandakan bahwa benda uji mempunyai kepadatan yang lebih baik. Dengan volume pori yang besar menunjukkan bahwa kepadatan dari benda uji kurang baik. Dari hasil percobaan, berdasarkan data bahwa nilai penyerapan air terkecil pada variasi 3 (proporsi penambahan zat *aditif "ROCK"* 2%) yaitu sebesar 16.455 %.

Dalam pengujian ini jika kita hubungkan dengan mutu berat jenis genteng dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel. 5.12 Tabel Hasil Berat Jenis dan Penyerapan Air

No	Variasi	Berat Jenis (gr/cm^3)	Penyerapan Air (%)
1	1 (0%)	2,177	16.859
2	2 (1%)	2,184	16.859
3	3 (2%)	2,205	16,455
4	4 (3%)	2,184	16.782
5	5 (4%)	2,.070	17.141

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa semakin besar berat jenis genteng keramik, penyerapan air akan semakin kecil. Berat jenis rendah umumnya

menunjukkan bahwa bahannya berpori, lemah, dan bersifat menyerap air banyak. Sedang berat jenis tinggi umumnya menunjukkan bahwa kualitas bahannya baik.

Dari uraian tersebut diatas dapat diambil kesimpulan bahwa penambahan proporsi diatas 2 % terdapat volume pori yang lebih besar, kemungkinan hal ini karena zat *aditif "ROCK"* membentuk butiran padat dan menyebabkan timbulnya rongga-rongga pori sehingga dapat memungkinkan semakin besarnya nilai penyerapan air.

Daiam penelitian ini, pengujian dilakukan dalam kondisi genteng kering oven untuk berat kering, dan untuk berat basah dengan proses perendaman genteng selama 24 jam. Untuk berat kering oven yang dimaksudkan adalah pengeringan genteng dengan dimasukkan kedalam oven selama 24 jam dengan suhu ± 110°-115° C. Hal ini dilakukan untuk menghilangkan kadar air yang terkandung didalam genteng.

5.4 PENGUJIAN KUAT LENTUR GENTENG KERAMIK

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui besarnya kekuatan maksimum genteng keramik untuk menahan gaya *transversal*. Pada pengujian ini diasumsikan beban yang dikerjakan adalah beban titik dengan jarak antar dukungan sejauh 10,5 cm.

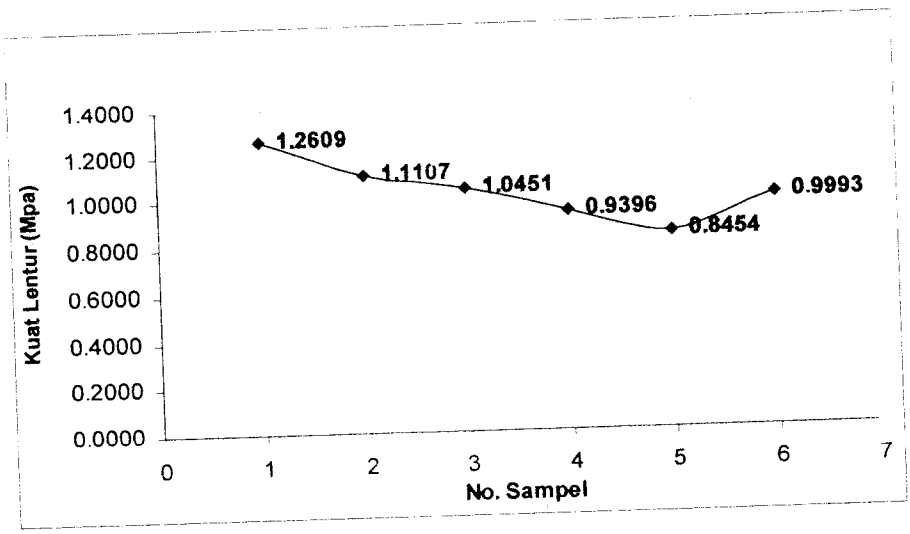
5.4.1 HASIL PENGUJIAN KUAT LENTUR GENTENG KERAMIK

Dari pengujian terhadap benda uji genteng keramik didapat kuat lentur seperti pada tabel 5.8, untuk hasil pengujian dan perhitungan variasi 1. Dan untuk data pengujian variasi 2,3,4 dan 5 terdapat di lampiran.

Tabel. 5.13 Hasil Kuat Lentur Genteng Keramik Variasi 1

HASIL UJI KUAT LENTUR VARIASI I (0% ROCK)

Kode Sampel (1)	Nomor Sampel (2)	Jarak Tumpuan (m) (3)	Panjang Genteng (m) (4)	Tebal Genteng (m) (5)	Hasil Uji (W) (KN) (8)	Kuat Lentur (MPa) (10)
F1	1	0.105	0.3	0.0122	0.3575	1.2609
	2	0.105	0.3	0.0129	0.3521	1.1107
	3	0.105	0.3	0.0134	0.3575	1.0451
	4	0.105	0.3	0.0129	0.2978	0.9396
	5	0.105	0.3	0.0136	0.2978	0.8454
	6	0.105	0.3	0.0136	0.3521	0.9993
Rata-rata			**0.3**	**0.0131**	**0.3358**	**1.0335**



Gambar 5.5 Grafik Kuat Lentur Grafik Variasi 1 (0% Zat Aditif)

Untuk perhitungan kuat lenturnya digunakan metode rumus 3.5, dan contoh perhitungan untuk variasi 1 adalah :

$$\textit{Kuat lentur } (\sigma p) = \frac{3.P.L}{2.b.d^2}$$

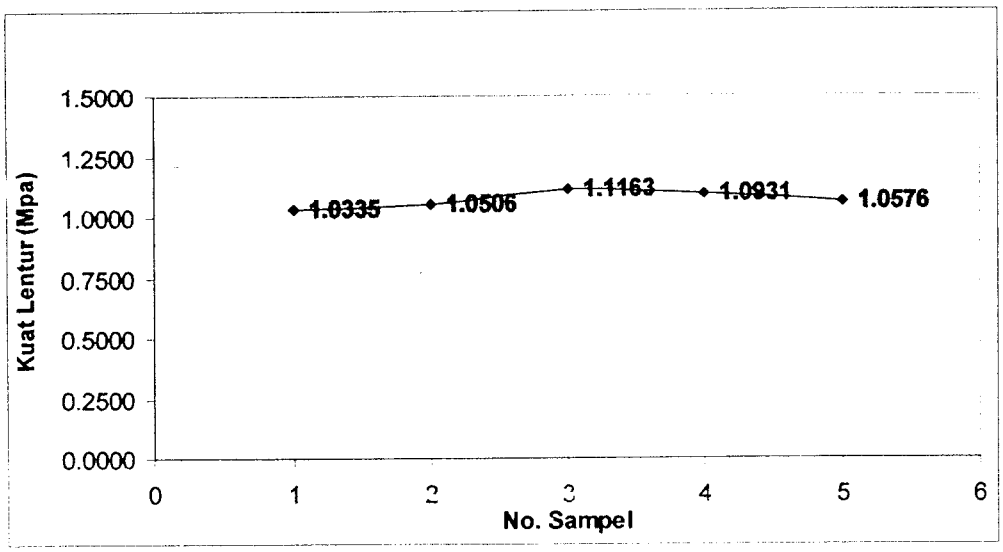
$$= \frac{3 \times 0{,}3575 \times 0{,}105}{2 \times 0{,}3 \times 0{,}0122}$$

$$= 1{,}2609 \text{ MPa}$$

Sedangkan untuk hasil rata-rata untuk keseluruhan variasi dapat di liat dari tabel dibawah ini :

Tabel. 5.14 Hasil Kuat Lentur Rata-Rata

Variasi	Kode Sampel	Kuat Lentur rata-rata (MPa)
1	f1	1.0335
2	f2	1.0506
3	f3	1.1163
4	f4	1.0931
5	f5	1.0576



Gambar 5.6 Grafik Kuat Lentur Rata-Rata Berbagai Proporsi

5.4.2 PEMBAHASAN PENGUJIAN KUAT LENTUR GENTENG KERAMIK

Berdasarkan data yang didapat seperti yang tertera diatas menunjukkan bahwa pada percobaan variasi 1 nilai kuat lentur rata-rata sebesar 1.0335 Mpa lebih kecil dari pada nilai kuat lentur rata-rata pada variasi 2 yaitu sebesar 1.0506 Mpa, sedangkan untuk percobaan variasi 3 nilai kuat lentur rata-rata lebih besar dari variasi 2 yaitu 1.1163 Mpa. Dalam percobaan ini nilai kuat lentur rata-rata pada variasi 4 dan variasi 5 mengalami penurunan yaitu sebesar 1.0931 Mpa (variasi 4) dan 1.0576 Mpa (variasi 5). Penurunan nilai kuat lentur pada variasi campuran 4 (3% *rock*) dan 5 (4% *rock*) dimungkinkan karena pengaruh bertambahnya jumlah *aditif "ROCK"* yang menyebabkan proses pengerasan menjadi semakin cepat. Ikatan homogen yang terjadi pada zat *aditif* menyebabkan terjadinya butiran-butiran yang mempengaruhi ikatan antar butiran tanah liat.

Butiran-butiran tersebut menyebabkan kemampuan genteng keramik dalam menahan beban titik menjadi berkurang karena ketika genteng keramik mendapatkan beban titik terjadi gaya geser antar butiran. Sedangkan ikatan antara zat *aditif "ROCK"* dan tanah liat kurang sempurna karena proses pengerasan zat *aditif rock* yang terlalu cepat. Dalam pengujian ini jumlah butiran dalam genteng keramik akan bertambah besar seiring dengan penambahan zat *aditif "ROCK"*.

Dalam hal ini zat aditif "ROCK" membentuk suatu butiran=butiran menyerupai pecahan kaca yang keras. Akan tetapi antara butiran ini dengan tanah liat tidak saling mengikat, sehingga membentuk rongga-rongga. Dan jika butiran ini semakin banyak, maka semakin banyak pula rongga-rongga yang terbentuk dalam genteng keramik yang tentunya akan sangat berpengaruh dalam kekuatan genteng ini.

Sehingga dalam percobaan ini dapat diambil kesimpulan bahwa penambahan zat *aditif "ROCK"* yang paling baik adalah dengan proporsi sebesar 2 % dari volume air yang dibutuhkan karena dalam variasi ini terdapat butiran yang dapat memperkuat tekanan lentur pada genteng keramik.

5.5 NILAI OPTIMUM

Dari data diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa untuk nilai optimum pengujian antara uji penyerapan air, berat jenis, dan uji kuat lentur dapat dilihat di tabel berikut.

Tabel. 5.15 Nilai Optimum Hasil Pengujian

Benda Uji	Berat Jenis (gr/cm^3)	Penyerapan Air (%)	Kuat Lentur (MPa)
1 (normal)	2,177	16,859	1.0335
2 (1% ROCK)	2,184	16,859	1.0506
3 (2% ROCK)	2,205	16,455	1.1163
4 (3% ROCK)	2,184	16,782	1.0931
5 (4% ROCK)	2,070	17,141	1.0576

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa semakin besar nilai berat jenis yang didapat, penyerapan air akan semakin kecil, dan ini tentu juga berpengaruh pada kuat lentur yang akan semakin besar pula.

Untuk nilai optimum yang didapat dalam penelitian ini adalah dengan penambahan zat *aditif "ROCK"* sebesar 2% dari volume air yang dibutuhkan. Sedang untuk variasi penambahan zat *aditif "ROCK"* 3% dan 4% semakin melemah kualitasnya, karena semakin banyak penambahan akan semakin banyak menimbulkan pori-pori pada genteng tersebut.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini berisi tentang kesimpulan akhir dari penelitian dan pengolahan data yang dilakukan sebagaimana telah dibahas dalam Bab V. Disamping itu, bab ini berisi saran-saran yang terkait dengan penelitian.

6.1 KESIMPULAN

Berdasarkan dari pembahasan hasil penelitian pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

a. Dimensi genteng keramik relatif seragam. Penyimpangan ukuran yang terjadi tidak terlalu besar sehingga pengaruh terhadap genteng keramik tidak terlalu besar dan masih memenuhi standar SNI.
b. Berat jenis terbesar adalah pada percobaan variasi 3 (2% "ROCK") yaitu sebesar 2,205 gr/cm^3, sedangkan berat jenis terkecil pada variasi 5 (4% "ROCK")sebesar 2.070 gr/cm^3.
c. Berdasarkan pengujian kuat lentur, nilai kuat lentur yang paling besar adalah pada variasi 3 yaitu penambahan 2% zat additive "ROCK" yaitu sebesar 1,1163 MPa. Sedangkan untuk variasi 4 (penambahan 3%) mengalami penuruan nilai kuat lentur karena semakin banyaknya kuantitas zat additif akan mengurangi lekatan secara fisik dengan tanah liat.
d. Genteng keramik yang mempunyai kadar pori (penyerapan air) relatif kecil pada percobaan variasi 3 yaitu 16.455 %, sedangkan nilai serapan air yang

paling besar pada variasi 5 yaitu 17.141 %. Dalam percobaan ini, semakin banyak penambahan zat additive "ROCK" cenderung mengalami kejenuhan. Akan tetapi pada variasi 3 mengalami penurunan.

e. Nilai perbandingan dari kondisi genteng normal (0% / tanpa penambahan *zat additif* "ROCK") terhadap nilai optimum (2% penambahan *zat additif* "ROCK") yaitu :

- Untuk Kuat lentur mengalami peningkatan sebesar 0,0828 Mpa,
- Sedang untuk berat jenis mengalami peningkatan sebesar 0,028 gr/cm^3,
- Dan untuk penyerapan air mengalami penurunan sebesar 0,404 %.

6.2 Saran - saran

Setelah dilakukan penelitian maka dapat kami sumbangkan saran-saran berikut ini.

1. Agar memperoleh kualitas genteng keramik yang baik, maka digunakan kualita tanah liat yang baik pula, sehingga genteng yang dihasilkan akan mempunyai nilai berat jenis yang besar dan mempunyai daya serap air yang kecil serta kuat lentur yang besar.
2. Untuk menghasilkan kuat lentur genteng keramik yang besar digunakan percobaan variasi 3 yaitu dengan penambahan *zat additif* "ROCK" sebesar 2%.
3. Untuk menghasilkan penyerapan air genteng keramik yang kecil digunakan percobaan variasi 3 yaitu dengan penambahan *zat additif* "ROCK" sebesar 2%.

DAFTAR PUSTAKA

_____ (1992), **Annual Book Of ASTM Standards**, Section 4 Construction, Volume 04.05, Philadelphia, USA.

SNI I 03-2095-1998, ***Genteng Keramik, Bahan dan Produk Mineral, dan Keramik***

Departemen Pekerjaan Umum. (1973), **Persyaratan Umum untuk Bahan Bangunan di Indonesia NI-3 (PUBI 1970),** Yayasan Dana Normalisasi Indonesia.

Harum Wening, (2005), **Pemanfaatan Limbah Katalis RCC-15 Sebagai Bahan Campuran Pembuatan Genteng Beton**, Tugas Akhir Program S-1, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Heinz Frick dan Koesmartadi Ch. (1999), **Ilmu Bahan Bangunan**, Kanisius, Yogyakarta.

CV. Ascotama Reka Graha, ***Zat Additive ROCK***, Sragen

Melty Ambarwaty,dkk, 1999, ***Stabilitas Tanah Lempung***, FTSP UII

Dipohusodo, Istimawan, 1994, ***Struktur Beton Bertulang***, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Ir. Made Cingah, 2006, ***Teknologi Pembuatan Keramik***. Badan Pengkajian Penerapan Teknologi, Denpasar

Komang Nelly Sundari, 2006, **Pengembangan Bahan Raga Arthenware Desa Baluk Kecamatan Negara Ke Arah Raga Keramik Stoneware Pada Suhu Bakar 1200°C**, Jurnal Saint dan Teknologi BPPT.

Lampiran I

Kartu Peserta Tugas Akhir

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN
KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330
Email : dekanat@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

FM-UII-AA-FPU-09

Nomor : : 126 /Kajur.TS.20/ Bg.Pn./ XII /2006 Jogjakarta, 20-Dec-06
Lamp. : -
H a l : BIMBINGAN TUGAS AKHIR
Periode Ke : II (Des.06- Mei.07)

Kepada .
Yth. Bapak / Ibu :
di –

Jogjakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.
Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak / Ibu Agar Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan tersebut di bawah ini :

Na m a	:	Tomy Kus Hendrawan
No. Mhs.	:	00 511 020
Bidang Studi	:	Teknik Sipil
Tahun Akademi	:	2006 - 2007

dapat diberikan petunjuk- petunjuk, pengarahan serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir. Kedua Mahasiswa tersebut merupakan satu kelompok dengan dosen pembimbing sebagai berikut :

Dosen Pembimbing I	:	A Kadir Aboe Ir, H,MS
Dosen Pembimbing II	:	

Dengan Mengambil Topik /Judul :

Pengaruh Penambahan Zat Additive Rock Pada Campuran Bahan Baku Genteng Keramik

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

An.Dekan
Ketua Jurusan Teknik Sipil

Faisol AM,MSc

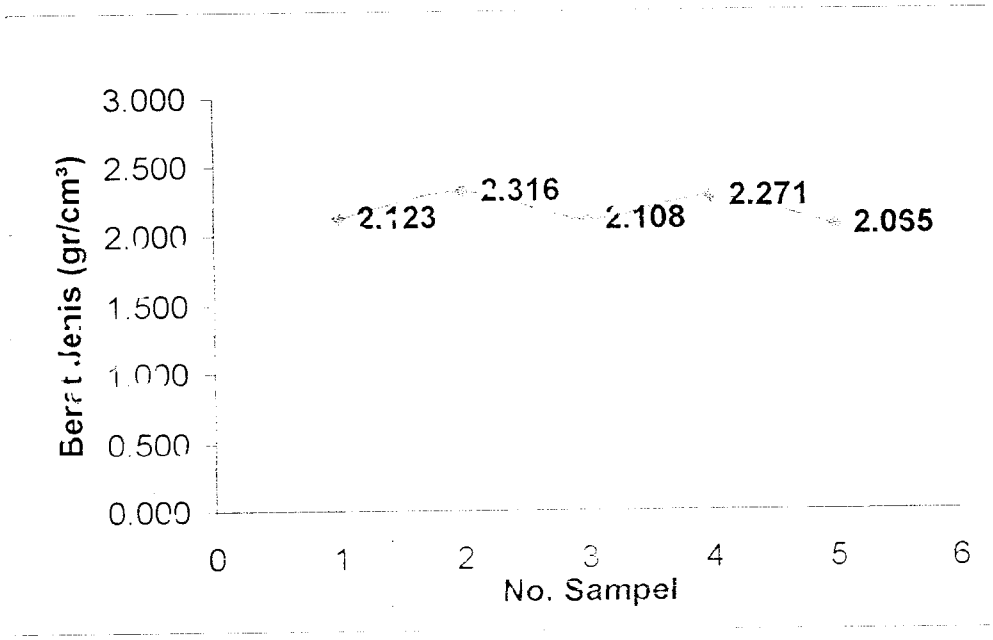
Tembusan
1) Dosen Pembimbing ybs
2) Mahasiswa ybs
3) Arsip 20-Dec-06
4) Sampai Akhir Mei 2007

Lampiran II

Hasil Pengujian

BERAT JENIS VARIASI 1

Variasi 1 (tanpa penambahan zat additive / 0%)						
Variabel	Sampel Genteng Keramik					Σ
	1	2	3	4	5	
P (cm)	30.480	30.540	30.530	30.430	30.550	-
L (cm)	22.085	22.100	21.990	22.095	21.985	-
T (cm)	1.320	1 290	1.340	1.290	1.360	-
Berat Kering (gr)	1,398	1,428	1,397	1,434	1,404	7,061
Berat Basah (gr)	1,628	1,682	1,634	1,670	1,638	8,252
Berat Air (gr)	230.000	254.000	237.000	236.000	233.500	1,191
Volume Genteng (cm^3)	888.559	870.665	899.615	867.333	913.433	-
Volume Solid (cm^3)	658.559	616.665	662.615	631.333	679.933	-
Xi (gr/cm^3)	2.123	2.316	2.108	2.271	2.065	10.883
Xi^2	4.506	5.362	4.445	5.159	4.264	23.737
X rerata (gr/cm^3)	2.177					
S	0.012					

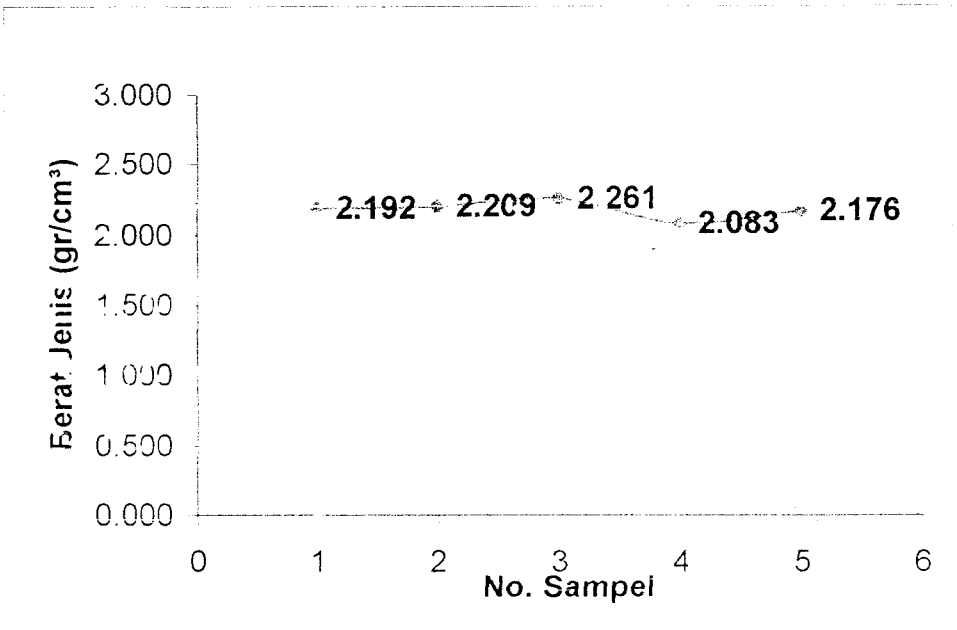


Keterangan tabel :

* Berat Air = berat basah - berat kering
* Volume genteng = P x L x T
* X*rerata* = ∑Xi/BJ / 5
* S = √(((N∑X² -(∑X)²) / (N(N-1)))
* Volume solid = volume genteng - berat air
* Xi BJ = berat kering - volume solid

BERAT JENIS VARIASI 2

Variasi 2 (tanpa penambahan zat additive / 1%)						
Variabel	Sampel Genteng Keramik					Σ
	1	2	3	4	5	
P (cm)	30.470	30.570	30.460	30.600	30.590	-
L (cm)	22.080	21.820	22.100	22.050	21.930	-
T (cm)	1.290	1.350	1.270	1.370	1.310	-
Berat Kering (gr)	1,398	1,428	1,397	1,434	1,404	7,061
Berat Basah (gr)	1,628	1,682	1,634	1,670	1,638	8,252
Berat Air (gr)	230.000	254.000	237.000	236.000	233.500	1,191
Volume Genteng (cm^3)	867.883	900.500	854.921	924.380	878.799	-
Volume Solid (cm^3)	637.883	646.500	617.921	688.380	645.299	-
Xi (gr/cm^3)	2.192	2.209	2.261	2.083	2.176	10.920
Xi^2	4.803	4.879	5.111	4.340	4.734	23.867
X rerata	2.184					
S	0.004					



Keterangan tabel :

Berat Air = berat basah - berat kering

Volume genteng = P x L x T

Xrerata = ∑Xi/BJ / 5

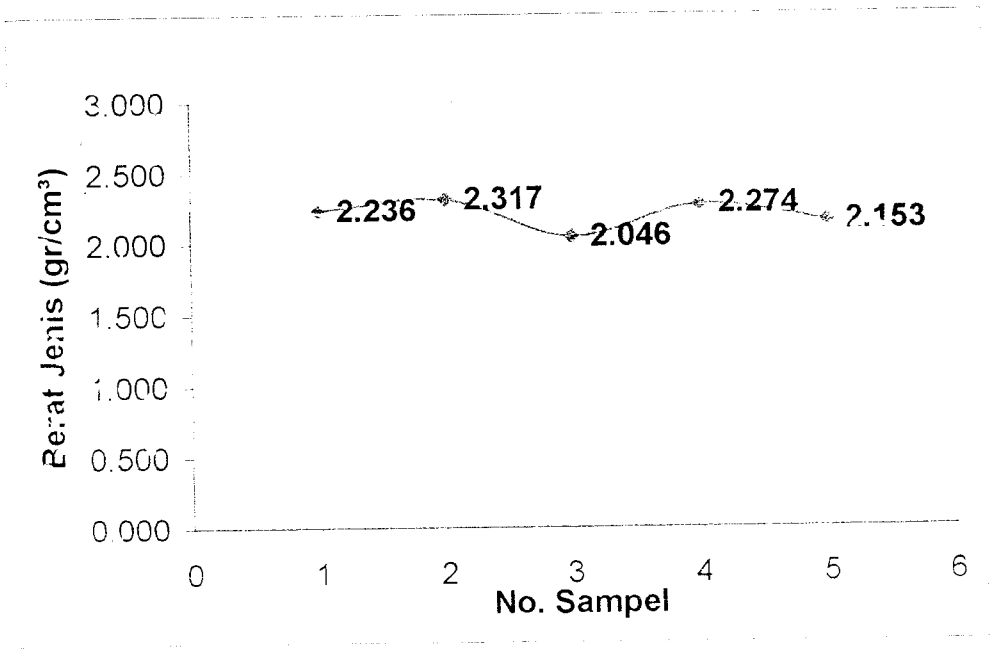
S = √ (((N∑X² -(∑X)²) / (N(N-1)))

* Volume solid = volume genteng - berat air

* Xi/BJ = berat kering - volume solid

BERAT JENIS VARIASI 3

Variasi 3 (tanpa penambahan zat additive / 2%)						
Variabel	Sampel Genteng Keramik					Σ
	1	2	3	4	5	
(cm)	30.400	30.380	30.400	30.330	30.530	-
(cm)	22.070	21.660	21.920	22.080	21.850	-
(cm)	1.290	1.270	1.350	1.240	1.340	-
erat Kering (gr)	1,410	1,401	1,374	1,379	1,425	6,989
erat Basah (gr)	1,645	1,632	1,602	1,603	1,657	8,139
erat Air (gr)	235.000	231.000	228.000	224.000	232.000	1,150
olume Genteng (cm³)	865.497	835.699	899.597	830.411	893.888	-
olume Solid (cm³)	630.497	604.699	671.597	606.411	661.888	-
i (gr/cm³)	2.236	2.317	2.046	2.274	2.153	11.026
i²	5.001	5.368	4.186	5.171	4.635	24.361
rerata	2.205					
	0.012					



terangan tabel :

erat Air = berat basah - berat kering

olume genteng = P x L x T

rerata = ∑Xi/BJ / 5

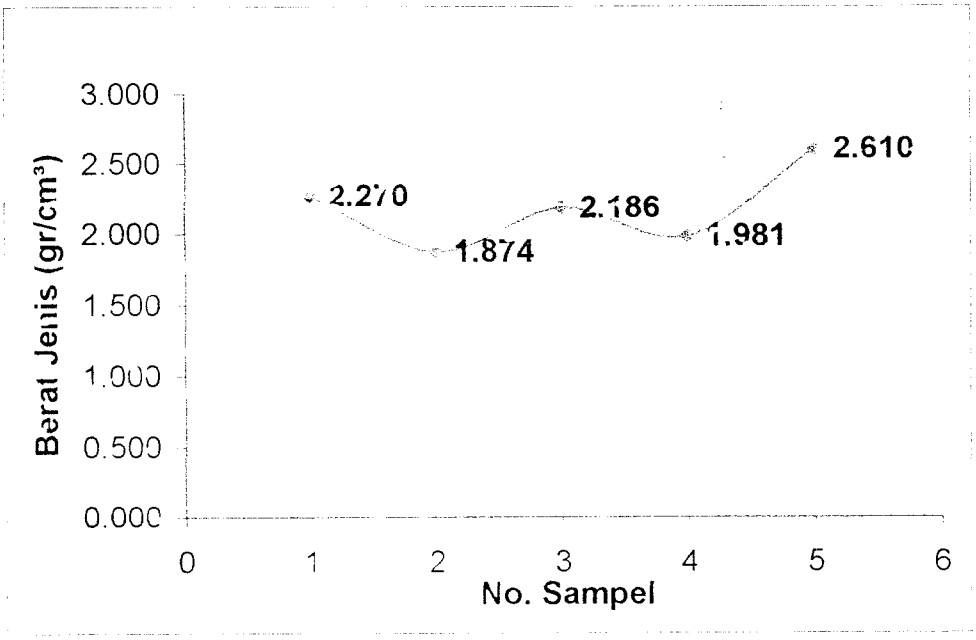
= √(((N∑X² -(∑X)²) / (N(N-1)))

* Volume solid = volume genteng - berat air

* Xi/BJ = berat kering - volume solid

BERAT JENIS VARIASI 4

Variasi 4 (tanpa penambahan zat additive / 3%)						
Variabel	Sampel Genteng Keramik					Σ
	1	2	3	4	5	
) (cm)	30.520	30.570	30.600	30.560	30.580	-
_ (cm)	21.930	21.850	21.990	21.940	21.660	-
¯ (cm)	1.380	1.440	1.380	1.440	1.130	-
Berat Kering (gr)	1,543	1,375	1,453	1,431	1,369	7,171
Berat Basah (gr)	1,787	1,603	1,717	1,674	1,593	8,374
Berat Air (gr)	244.000	228.000	264.000	243.000	224.000	1,203
Volume Genteng (cm^3)	923.639	961.854	928.594	965.500	748.470	-
Volume Solid (cm^3)	679.639	733.854	664.594	722.500	524.470	-
Xi (gr/cm^3)	2.270	1.874	2.186	1.981	2.610	10.921
Xi²	5.154	3.511	4.780	3.923	6.813	24.181
X rerata	2.184					
S	0.082					

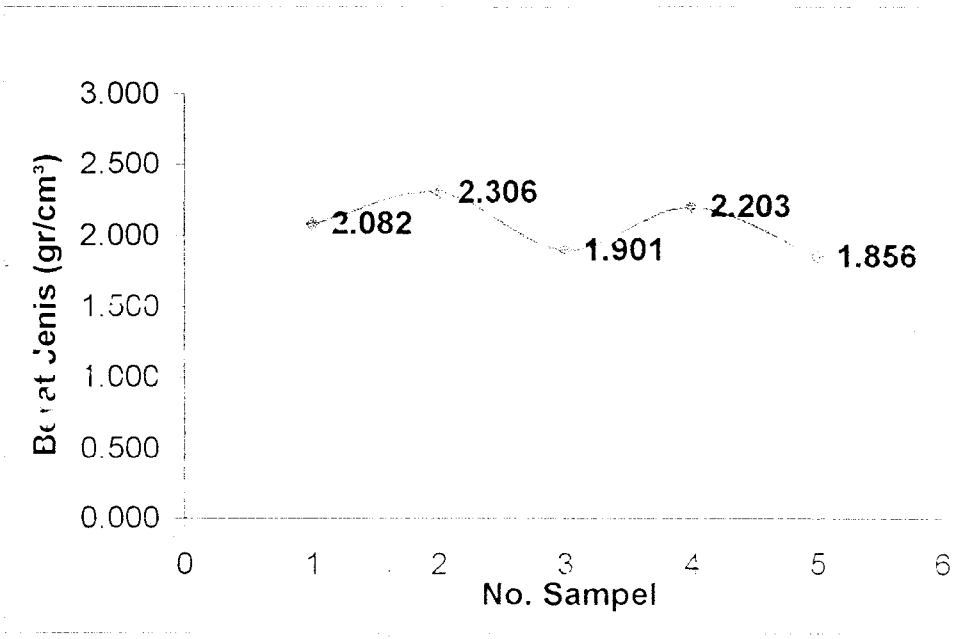


Keterangan tabel :

- Berat Air = berat basah - berat kering
- Volume genteng = P x L x T
- X*rerata* = ∑Xi/BJ / 5
- S = √ (((N∑X² -(∑X)²) / (N(N-1)))
- Volume solid = volume genteng - berat air
- Xi/BJ = berat kering - volume solid

BERAT JENIS VARIASI 5

Variasi 5 (tanpa penambahan zat additive / 4%)						
Variabel	Sampel Genteng Keramik					Σ
	1	2	3	4	5	
P (cm)	30.510	30.490	30.500	30.570	30.630	-
L (cm)	21.890	21.640	21.590	22.050	21.770	-
T (cm)	1.390	1.260	1.460	1.320	1.470	-
Berat Kering (gr)	1,426	1,375	1,385	1,425	1,370	6,981
Berat Basah (gr)	1,670	1,610	1,618	1,668	1,612	8,178
Berat Air (gr)	243.500	235.000	233.000	243.000	242.000	1,197
Volume Genteng (cm^3)	928.331	831.353	961.403	889.770	980.218	-
Volume Solid (cm^3)	684.831	596.353	728.403	646.770	738.218	-
Xi (gr/cm^3)	2.082	2.306	1.901	2.203	1.856	10.348
Xi^2	4.336	5.316	3.615	4.854	3.444	21.566
X rerata	2.070					
S	0.037					



Keterangan tabel :

Berat Air = berat basah - berat kering

Volume genteng = P x L x T

Xrerata = ∑Xi/BJ / 5

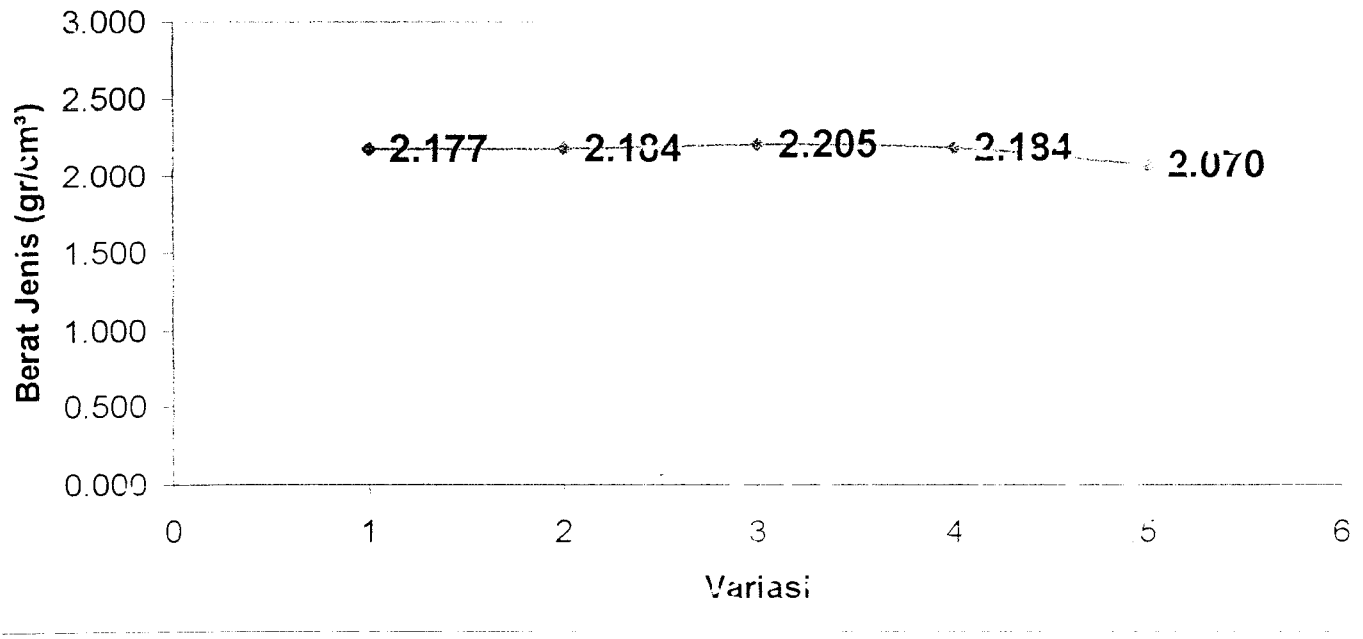
S = √ (((N∑X² -(∑X)²) / (N(N-1)))

* Volume solid = volume genteng - berat air

* Xi/BJ = berat kering - volume solid

HASIL RATA-RATA BERAT JENIS

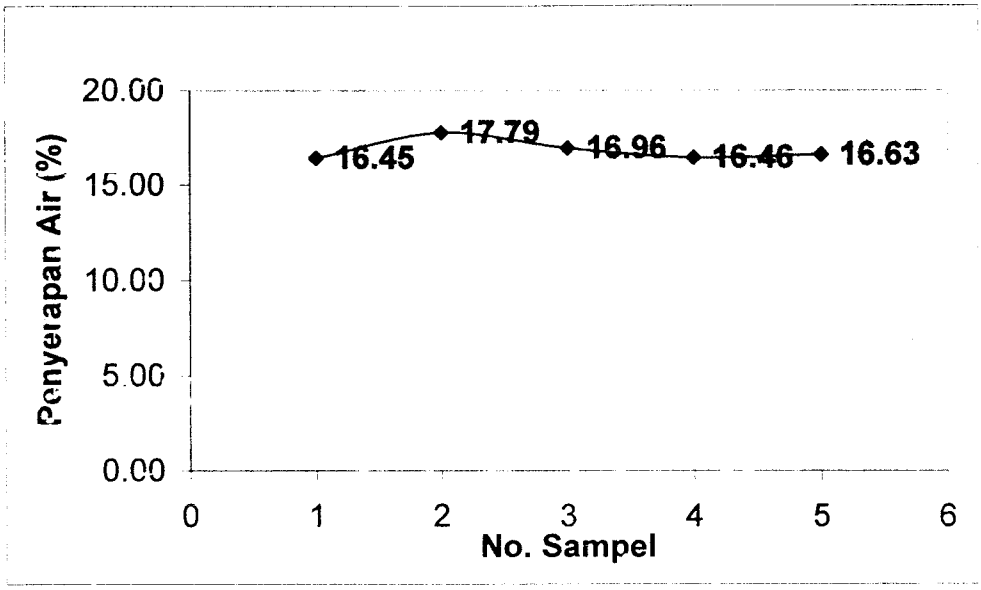
VARIASI	X rerata (gr/cm³)
1	2.177
2	2.184
3	2.205
4	2.184
5	2.070



Keterangan :	
Variasi 1 =	Penambahan 0 % zat additive "ROCK"
Variasi 2 =	Penambahan 1 % zat additive "ROCK"
Variasi 3 =	Penambahan 2 % zat additive "ROCK"
Variasi 4 =	Penambahan 3 % zat additive "ROCK"
Variasi 5 =	Penambahan 4 % zat additive "ROCK"

PENYERAPAN AIR VARIASI 1

Variasi 1 (tanpa penambahan zat additive / 0%)						
Variabel	Sampel Genteng Keramik					Σ
	1	2	3	4	5	
P (cm)	30,480	30,540	30,530	30,430	30,550	-
L (cm)	22,085	22,100	21,990	22,095	21,985	-
T (cm)	1,320	1,290	1,340	1,290	1,360	-
Berat Kering (K) (gr)	1,398	1,428	1,397	1,434	1,404	7,061
Berat Basah (W) (gr)	1,628	1,682	1,634	1,670	1,638	8,252
Berat Air (gr)	230.00	254.00	237.00	236.00	233.50	1,190.50
Penyerapan Air (%)	16.45	17.79	16.96	16.46	16.63	84.29
Ki²	270.67	316.38	287.81	270.85	276.59	1,422.30
Rata-rata penyerapan air (%)	16.86					
s	0.559329271					



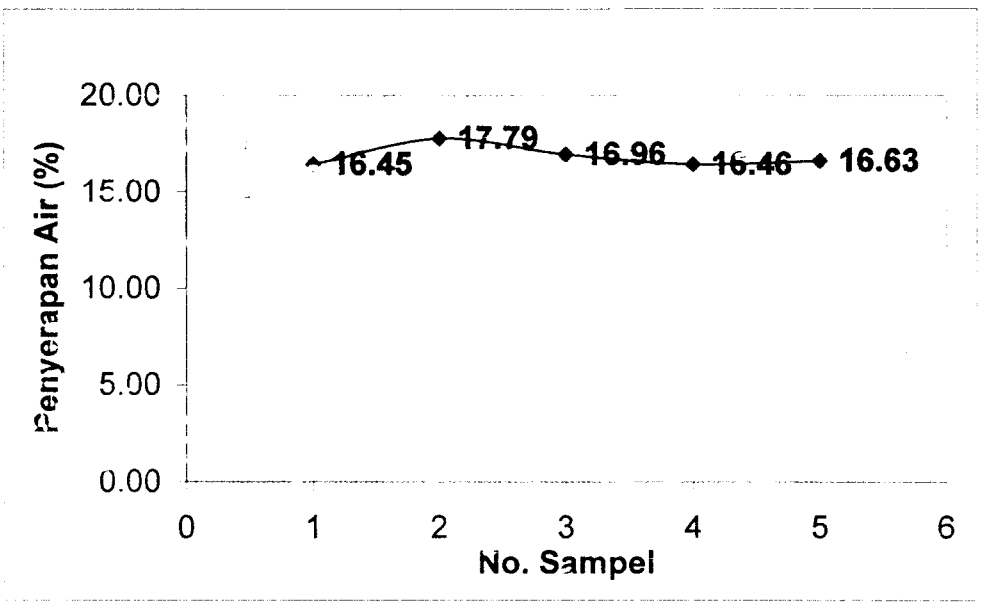
Keterangan tabel :

Berat Air = berat basah - berat kering

Penyerapan air = ((berat basah - berat kering)/berat kering) x 100%

PENYERAPAN AIR VARIASI 2

Variasi 2 (tanpa penambahan zat additive / 1%)						
Variabel	Sampel Genteng Keramik					Σ
	1	2	3	4	5	
P (cm)	30.470	30.570	30.460	30.600	30.590	-
L (cm)	22.080	21.820	22.100	22.050	21.930	-
T (cm)	1.290	1.350	1.270	1.370	1.310	-
Berat Kering (K) (gr)	1,398	1,428	1,397	1,434	1,404	7,061
Berat Basah (W) (gr)	1,628	1,682	1,634	1,670	1,638	8,252
Berat Air (gr)	230.000	254.000	237.000	236.000	233.500	1,191
Penyerapan Air (%)	16.45	17.79	16.96	16.46	16.63	84
Xi^2	270.67	316.38	287.81	270.85	276.59	1,422.30
Rata-rata penyerapan air (%)	16.859					
s	0.559					

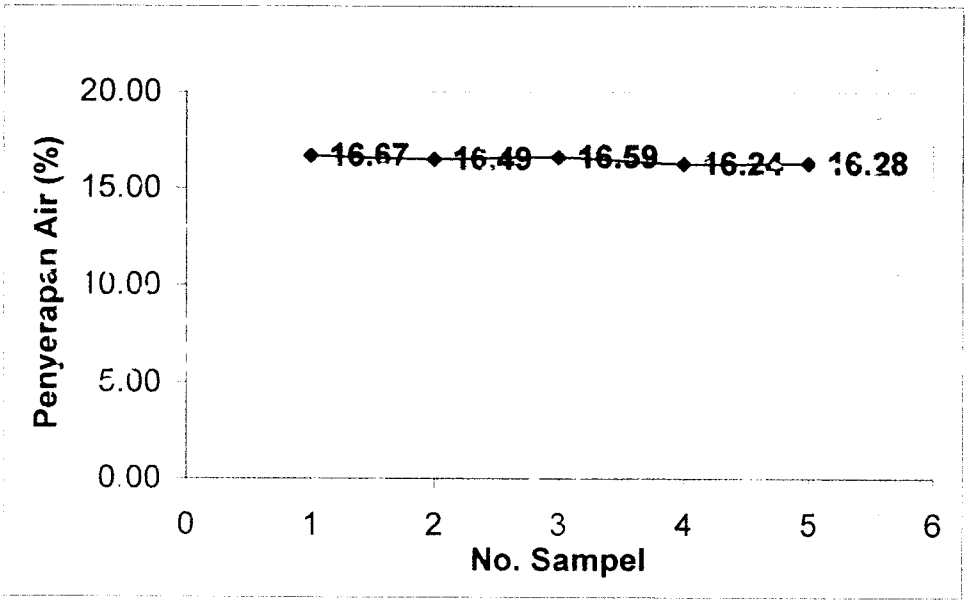


Keterangan tabel :

* Berat Air = berat basah - berat kering
* Penyerapan air = ((berat basah - berat kering)/berat kering) x 100%

PENYERAPAN AIR VARIASI 3

Variasi 3 (tanpa penambahan zat additive / 2%)						
Variabel	Sampel Genteng Keramik					Σ
	1	2	3	4	5	
P (cm)	30.400	30.380	30.400	30.330	30.530	-
L (cm)	22.070	21.660	21.920	22.080	21.850	-
T (cm)	1.290	1.270	1.350	1.240	1.340	-
Berat Kering (K) (gr)	1,410	1,401	1,374	1,379	1,425	6,989
Berat Basah (W) (gr)	1,645	1,632	1,602	1,603	1,657	8,139
Berat Air (gr)	235.000	231.000	228.000	224.000	232.000	1,150
Penyerapan Air (%)	16.67	16.49	16.59	16.24	16.28	82
Xi^2	277.78	271.86	275.36	263.86	265.06	1,354
Rata-rata penyerapan air (%)	16.455					
s	0.187					

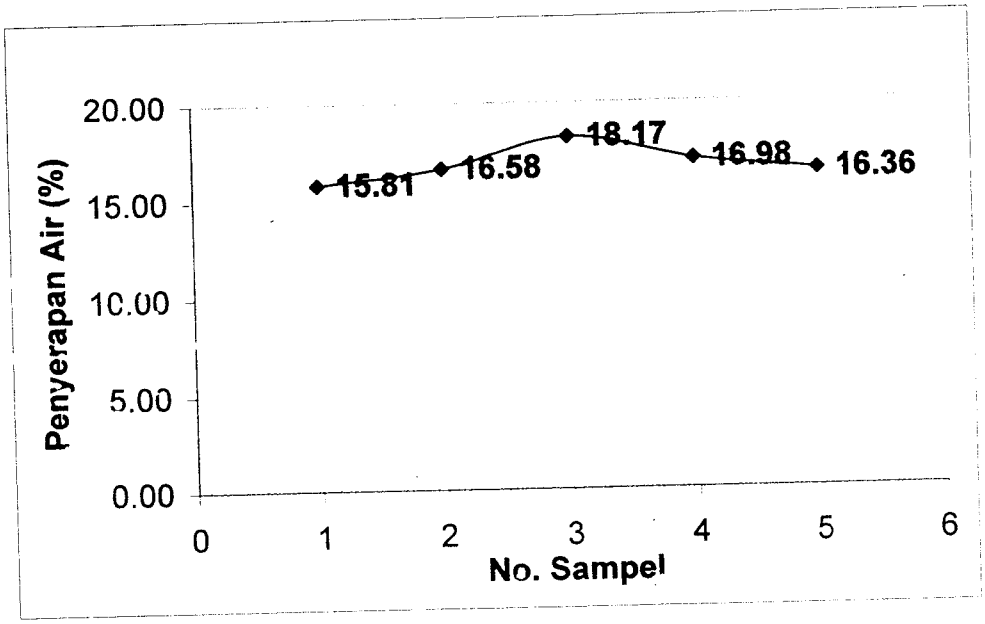


Keterangan tabel :

* Berat Air = berat basah - berat kering
* Penyerapan air = ((berat basah - berat kering)/berat kering) x 100%

PENYERAPAN AIR VARIASI 4

Variabel	Sampel Genteng Keramik					Σ
	1	2	3	4	5	
P (cm)	30.520	30.570	30.600	30.560	30.580	-
L (cm)	21.930	21.850	21.990	21.940	21.660	-
T (cm)	1.380	1.440	1.380	1.440	1.130	-
Berat Kering (K) (gr)	1,543	1,375	1,453	1,431	1,369	7,171
Berat Basah (W) (gr)	1,787	1,603	1,717	1,674	1,593	8,374
Berat Air (gr)	244.000	228.000	264.000	243.000	224.000	1,203
Penyerapan Air (%)	15.81	16.58	18.17	16.98	16.36	84
Ki²	250.06	274.96	330.12	288.36	267.73	1,411
Rata-rata penyerapan air (%)	16.782					
s	0.883					

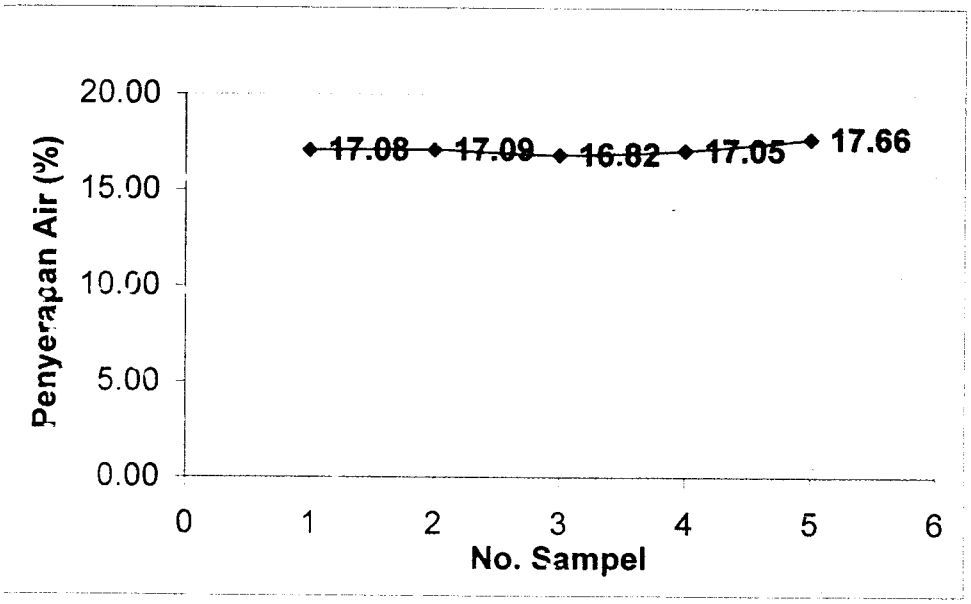


Keterangan tabel :

* Berat Air = berat basah - berat kering
* Penyerapan air = ((berat basah - berat kering)/berat kering) x 100%

PENYERAPAN AIR VARIASI 5

Variabel	Sampel Genteng Keramik					Σ
	1	2	3	4	5	
Variasi 5 (tanpa penambahan zat additive / 4%)						
P (cm)	30.510	30.490	30.500	30.570	30.630	-
L (cm)	21.890	21.640	21.590	22.050	21.770	-
T (cm)	1.390	1.260	1.460	1.320	1.470	-
Berat Kering (K) (gr)	1,426	1,375	1,385	1,425	1,370	6,981
Berat Basah (W) (gr)	1,670	1,610	1,618	1,668	1,612	8,178
Berat Air (gr)	243.500	235.000	233.000	243.000	242.000	1,197
Penyerapan Air (%)	17.08	17.09	16.82	17.05	17.66	86
(i²	291.58	292.10	283.02	290 79	312.03	1,470
Rata-rata penyerapan air (%)	17.141					
	0.312					



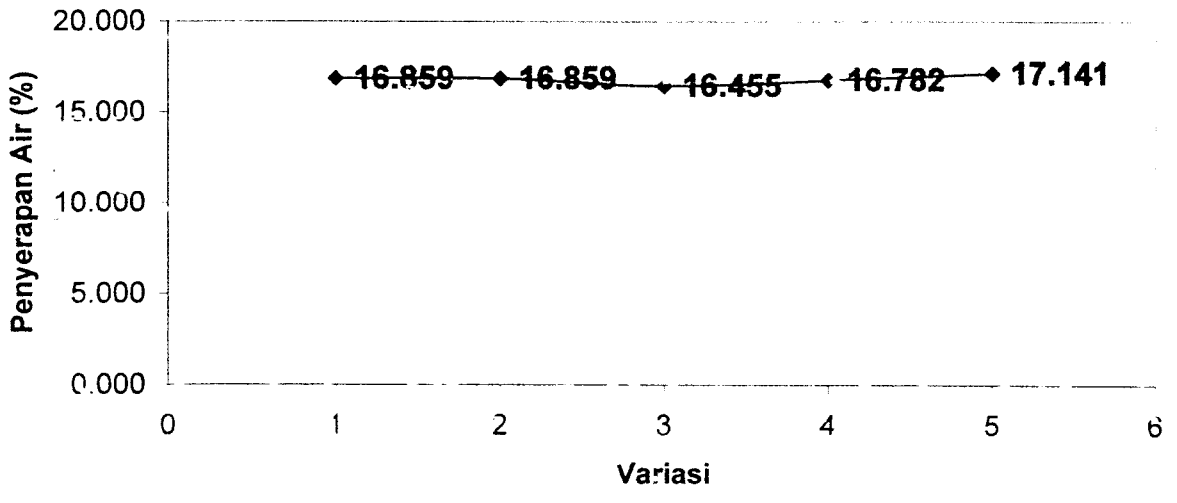
Keterangan tabel :

Berat Air = berat basah - berat kering

Penyerapan air = ((berat basah - berat kering)/berat kering) x 100%

HASIL RATA - RATA PENYERAPAN AIR

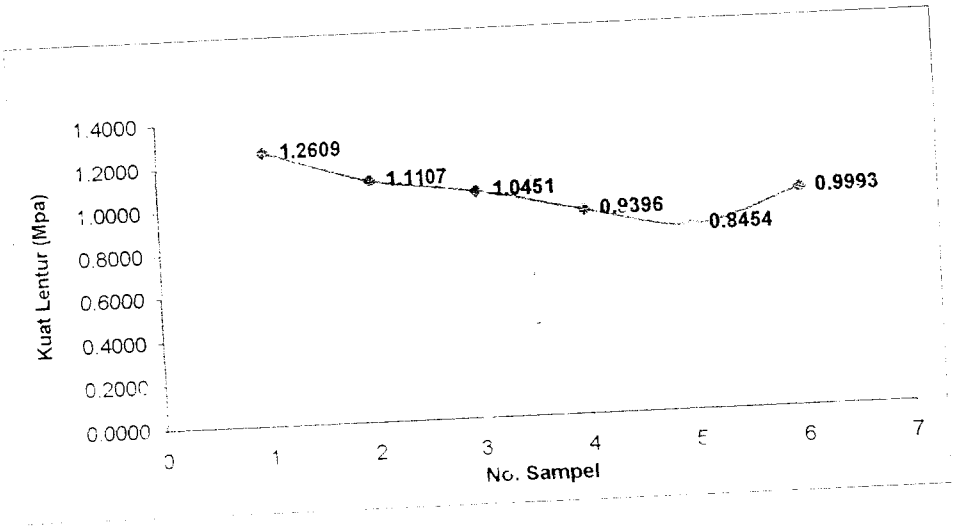
VARIASI	Penyerapan Air (%)
1	16.859
2	16.859
3	16.455
4	16.782
5	17.141



Keterangan :	
* Variasi 1 =	Penambahan 0 % zat additive "ROCK"
* Variasi 2 =	Penambahan 1 % zat additive "ROCK"
* Variasi 3 =	Penambahan 2 % zat additive "ROCK"
* Variasi 4 =	Penambahan 3 % zat additive "ROCK"
* Variasi 5 =	Penambahan 4 % zat additive "ROCK"

HASIL UJI KUAT LENTUR VARIASI I (0% ROCK)

Kode Sampel (1)	Nomor Sampel (2)	Jarak Tumpuan (m) (3)	Panjang Genteng (m) (4)	Tebal Genteng (m) (5)	Hasil Uji (W) (KN) (8)	Kuat Lentur (MPa) (10)
F1	1	0.105	0.3	0.0122	0.3575	1.2609
	2	0.105	0.3	0.0129	0.3521	1.1107
	3	0.105	0.3	0.0134	0.3575	1.0451
	4	0.105	0.3	0.0129	0.2978	0.9396
	5	0.105	0.3	0.0136	0.2978	0.8454
	6	0.105	0.3	0.0136	0.3521	0.9993
Rata-rata			0.3	0.0131	0.3358	1.0335

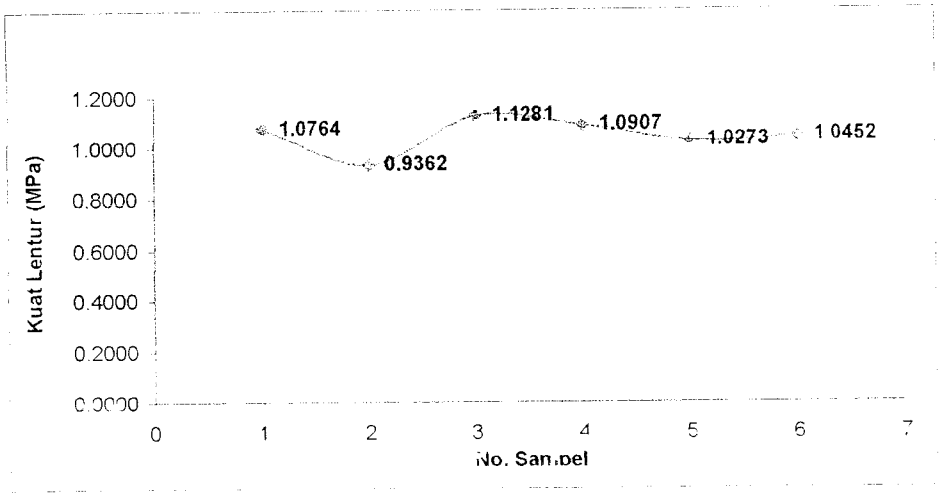


Keterangan tabel :

* Kuat Lentur =

HASIL UJI KUAT LENTUR VARIASI 2 (1% ROCK)

Kode Sampel (1)	Nomor Sampel (2)	Jarak Tumpuan (m) (3)	Panjang Genteng (m) (4)	Tebal Genteng (m) (5)	Hasil Uji (HS) (KN) (8)	Kuat Lentur (MPa) (10)
F2	1	0.105	0.3	0.0129	0.3412	1.0764
	2	0.105	0.3	0.0135	0.3250	0.9362
	3	0.105	0.3	0.0127	0.3466	1.1281
	4	0.105	0.3	0.0137	0.3899	1.0907
	5	0 105	0.3	0.0131	0.3358	1.0273
	6	0.105	0.3	0.0136	0.3682	1.0452
Rata-rata			0.3	0.0133	0.3511	1.0506

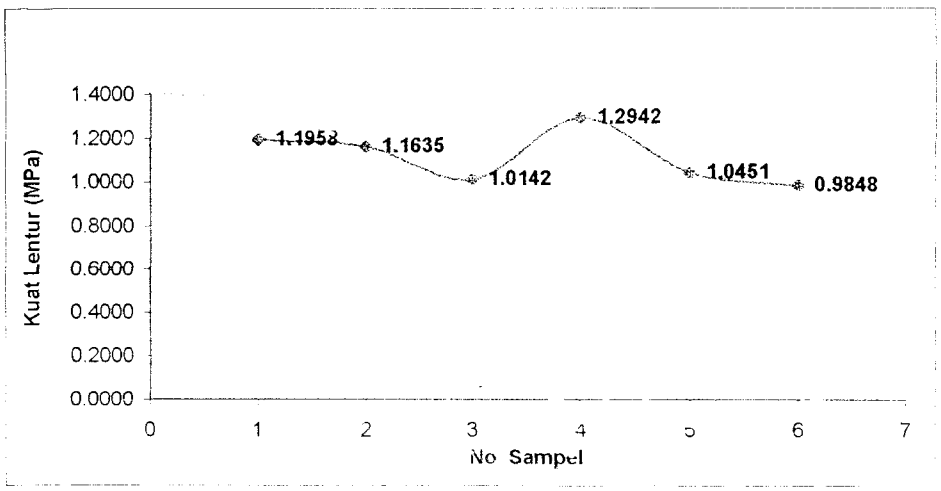


Keterangan tabel :

* Kuat Lentur = $\frac{3.W.l}{2.b.d^2}$

HASIL UJI KUAT LENTUR VARIASI 3 (2% ROCK)

Kode Sampel (1)	Nomor Sampel (2)	Jarak Tumpuan (m) (3)	Panjang Genteng (m) (4)	Tebal Genteng (m) (5)	Hasil Uji (HS) (KN) (8)	Kuat Lentur (MPa) (10)
F3	1	0.105	0.3	0.0129	0.3790	1.1958
	2	0.105	0.3	0.0127	0.3575	1.1635
	3	0.105	0.3	0.0135	0.3521	1.0142
	4	0.105	0.3	0.0124	0.3790	1.2942
	5	0.105	0.3	0.0134	0.3575	1.0451
	6	0.105	0.3	0.0137	0.3521	0.9848
Rata-rata			0.3	0.0131	0.3629	1.1163

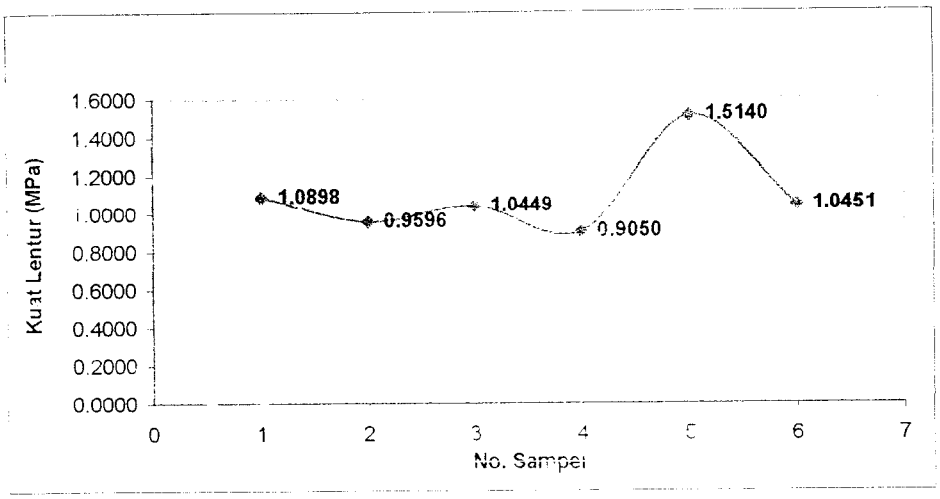


Keterangan tabel :

* Kuat Lentur = $\frac{3 \cdot W \cdot l}{2 \cdot b \cdot d^2}$

HASIL UJI KUAT LENTUR VARIASI 4 (3% ROCK)

Kode Sampel (1)	Nomor Sampel (2)	Jarak Tumpuan (m) (3)	Panjang Genteng (m) (4)	Tebal Genteng (m) (5)	Hasil Uji (HS) (KN) (8)	Kuat Lentur (MPa) (10)
F4	1	0.105	0.3	0.0138	0.3953	1.0898
	2	0.105	0.3	0.0144	0.3790	0.9596
	3	0.105	0.3	0.0138	0.3790	1.0449
	4	0.105	0.3	0.0144	0.3575	0.9050
	5	0.105	0.3	0.0113	0.3682	1.5140
	6	0.105	0.3	0.0134	0.3575	1.0451
Rata-rata			0.3	0.0135	0.3728	1.0931

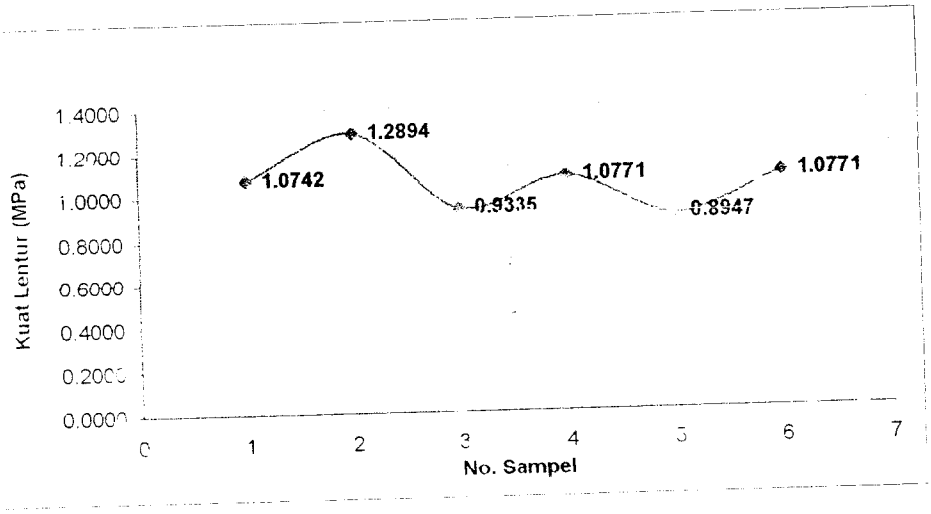


Keterangan tabel :

* Kuat Lentur = $\frac{3 \cdot W \cdot l}{2 \cdot b \cdot d^2}$

HASIL UJI KUAT LENTUR VARIASI 5 (4% ROCK)

Kode Sampel (1)	Nomor Sampel (2)	Jarak Tumpuan (m) (3)	Panjang Genteng (m) (4)	Tebal Genteng (m) (5)	Hasil Uji (HS) (KN) (8)	Kuat Lentur (MPa) (10)
F5	1	0.105	0.3	0.0139	0.3953	1.0742
	2	0.105	0.3	0.0126	0.3899	1.2894
	3	0.105	0.3	0.0146	0.3790	0.9335
	4	0.105	0.3	0.0132	0.3575.	1.0771
	5	0.105	0.3	0.0147	0.3682	0.8947
	6	0.105	0.3	0.0132	0.3575	1.0771
Rata-rata			0.3	0.0137	0.3746	1.0576

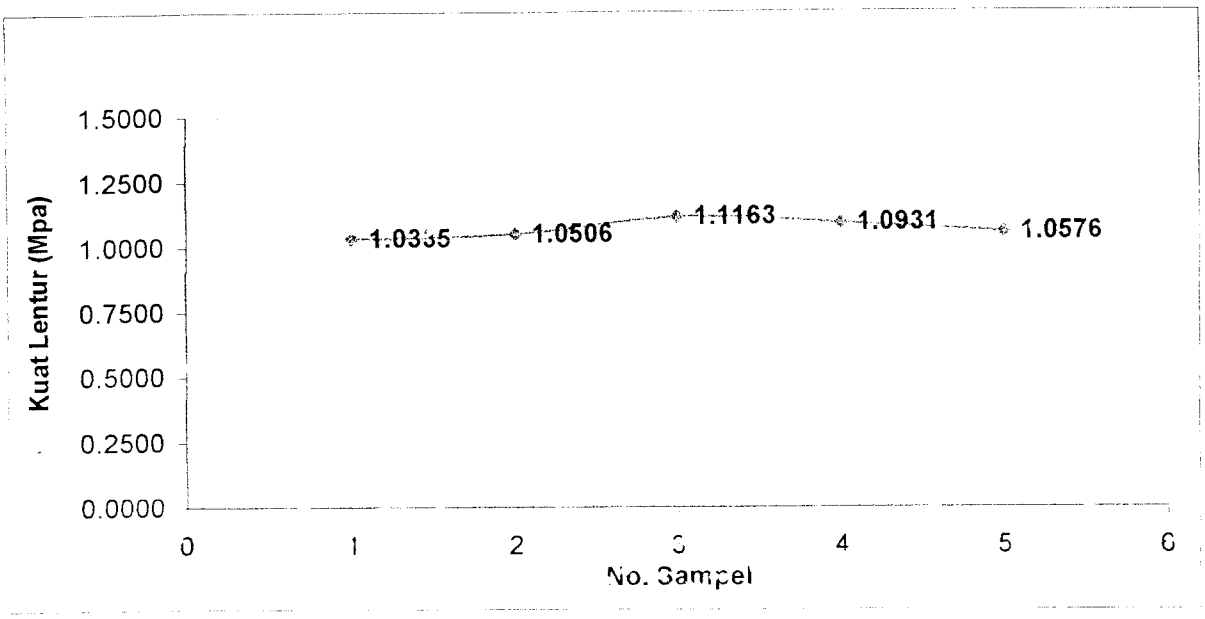


Keterangan tabel :

* Kuat Lentur =

HASIL KUAT LENTUR RATA-RATA

Variasi	Kode Sampel	S rata-rata
1	f1	1.0335
2	f2	1.0506
3	f3	1.1163
4	f4	1.0931
5	f5	1.0576



Keterangan :	
* Variasi 1	Penambahan 0 % zat additive "ROCK"
* Variasi 2	Penambahan 1 % zat additive "ROCK"
* Variasi 3	Penambahan 2 % zat additive "ROCK"
* Variasi 4	Penambahan 3 % zat additive "ROCK"
* Variasi 5	Penambahan 4 % zat additive "ROCK"

LABORATURIUM BAHAN KONSTRUKSI TEKNIK
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
Kaliurang Km.14,4 Telp. (0274) 895707, 895042 Fax. (0274) 895330 Yogyakarta

HASIL UJI KUAT LENTUR

Nama Benda U. : Genteng Keramik
Keperluan : Tugas Akhir
Diperiksa Oleh : Tomy Kus Hendrawan
Tanggal : 22 Januari 2007

Kode Sampel	Nomer Sampel	Jarak Tumpuan (L) (cm)	Hasil Uji Mesin (X) (Kgf)	Hasil Uji Konversi (HS) (Kgf)
F1 (0%)	1	10.5	33	36.45
	2	10.5	32.5	35.90
	3	10.5	33	36.45
	4	10.5	27.5	30.37
	5	10.5	27.5	30.37
	6	10.5	32.5	35.90

Kode Sampel	Nomer Sampel	Jarak Tumpuan (L) (cm)	Hasil Uji (P) (Kgf)	Hasil Uji Konversi (HS) (Kgf)
F2 (1%)	1	10.5	31.5	34.79
	2	10.5	30	33.14
	3	10.5	32	35.34
	4	10.5	36	39.76
	5	10.5	31	34.24
	6	10.5	34	37.55

Kode Sampel	Nomer Sampel	Jarak Tumpuan (L) (cm)	Hasil Uji (P) (Kgf)	Hasil Uji Konversi (HS) (Kgf)
F3 (2%)	1	10.5	35	38.65
	2	10.5	33	36.45
	3	10.5	32.5	35.90
	4	10.5	35	38.65
	5	10.5	33	36.45
	6	10.5	32.5	35.90

Kode Sampel	Nomer Sampel	Jarak Tumpuan (L) (cm)	Hasil Uji (P) (Kgf)	Hasil Uji Konversi (HS) (Kgf)
F4 (3%)	1	10.5	36.5	40.31
	2	10.5	35	38.66
	3	10.5	35	38.65
	4	10.5	33	36.45
	5	10.5	34	37.55
	6	10.5	33	36.45

Kode Sampel	Nomer Sampel	Jarak Tumpuan (L) (cm)	Hasil Uji (P) (Kgf)	Hasil Uji Konversi (HS) (Kgf)
F5 (4%)	1	10.5	35	38.65
	2	10.5	35	38.65
	3	10.5	34	37.55
	4	10.5	33	36.45
	5	10.5	33.5	37.00
	6	10.5	35	38.65

d1 =	0	x1 =	0
d2 =	20.9	x2 =	200

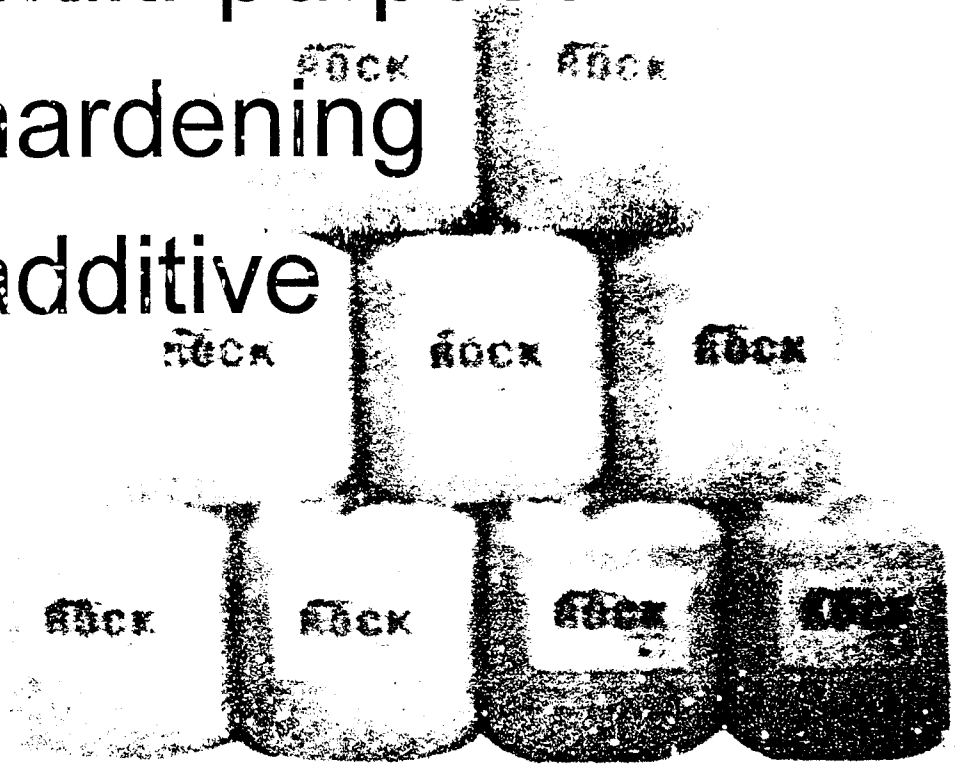
Yogyakarta, 22 Januari 2007
Mengetahui,
Laboratorium BKT-FTSP UII

Lampiran III

Referensi Zat Additif ROCK

ROCK

Multi-purpose hardening additive



PT. ROCK TECHNO INDONESIA

Construction, Trading, Manufacturing

Introduction

Concern Point in Soil Foundation

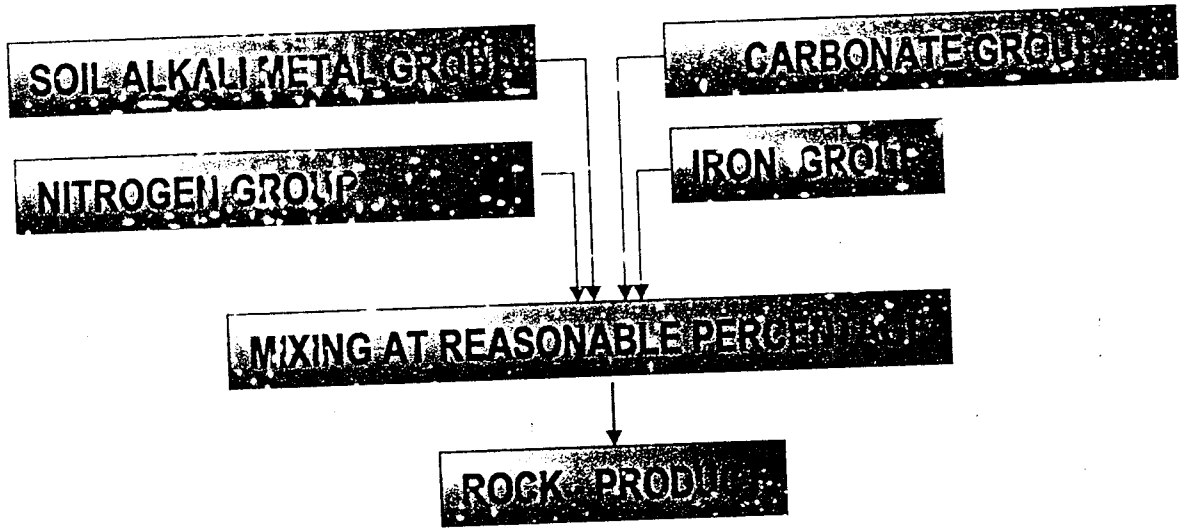
Difficulties in treatment of weak foundation, as well as in salvage of local materials (especially soil and sand), wasted materials to construction materials.

Complicated techniques are required for construction since most of constructions on soil foundation in plains and offshore areas meet natural base consisting of weak soil layers.

High construction cost in aggregate stone treatment since the rare materials and complex construction.

Introduction

Rock is a multi-purpose hardening additive which is mixed from inorganic elements used to chemically treat organic substances, to increase the condense effect of cement.

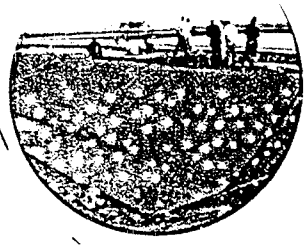


ADVANTAGES

Advantages

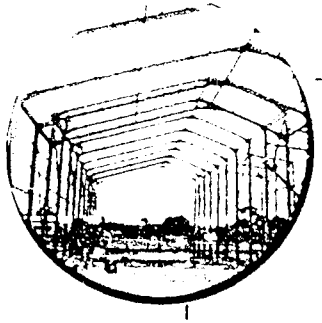
- No Aggregate Stone Needed
- Can be mixed with sea sand without washing
- Simple construction method
- Ultimate solution for swamp area
- Crack prevention
- Definitely decrease the material cost

Application



- **Transport facilities**

  (Treatment of weak soil, surface pavement of rural roads)



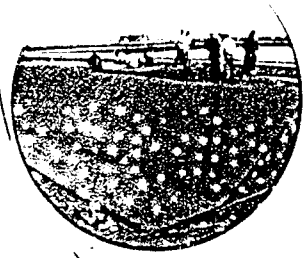
- **Irrigation facilities, construction at the edge of sea**

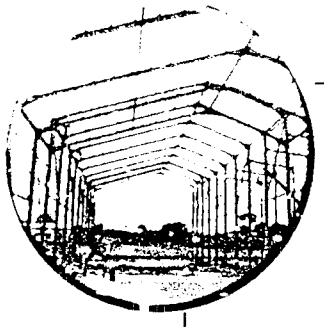
  (Improving foundation in seabed and irrigation facility, consolidating the base of fishery raising ponds)

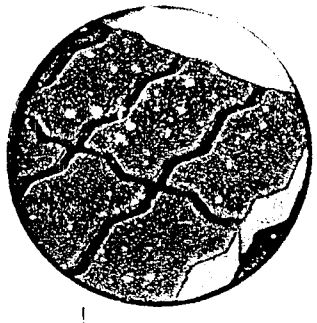
3	Base Coarse (Class A)	thickness = 15 cm	Selected soil + cement 8 % of soil weight + rock 2 % of cement weight
4	Curing	cover by vinyl	Cover by vinyl four hour, protection from raining

APPLICATION

Application







- **Construction materials & facilities**

  (Yard, stadium, fire resisting materials, floor tiles, brick for pavement of parks)

- **Environmental treatment**

  (Can be mixed with coal ash to make brick)

COMPARISON

Comparison

SPECIFICATION FOR ROCK & AGGREGATE ROAD
(KALIMANTAN)

NO	WORK ITEM	DIMENSION	SPECIFICATION
	A. ROCK		
1	Subgrade		Compacted
2	Base Coarse (Class B)	thickness = 25 cm	Selected soil (existing road soil) + cement 8 % of soil weight
3	Base Coarse (Class A)	thickness = 15 cm	Selected soil + cement 8 % of soil weight + rock 2 % of cement weight
4	Curing	cover by vinyl	Cover by vinyl four hour, protection from raining
	B. AGGREGATE ROAD		
1	Subgrade		Compacted
2	Base Coarse (Class B)	thickness = 25 cm	Sand gravel and compaction
3	Base Coarse (Class A)	thickness = 15 cm	Crushed stone 5/7 and compaction

COMPARISON

COMPARISON ROCK and AGREGATE ROAD

(KALIMANTAN)

Alter-native	Pavement Type		Thickness (m)	Unit Price/M3 (Rp.)	Unit Price/M2 (Rp.)	Quantity (M2)	Quantity (M3)	Total Price/M2 (Rp.)	Layer Structure
I	SOIL CEMENT 8% + ROCK 2%		0,4	-	-	-	-	-	
a	Subgrade	Compacted	0,0	-	1.968,60	1,00	-	1.968,60	Soil cement 8% + additive rock 2% Thk = 150 mm
b	Soil cement 8%	Soil cemen	0,25	257.437,74	64.359,43	1,00	0,25	64.359,43	Soil cement 8% Thk = 250 mm
c	Soil cement 8% + additive rock 2%	Soil cemen	0,15	480.035,76	72.005,36	1,00	0,15	72.005,36	Subgrade
d	Curing	Cover Viny	0,025	-	1.500,00	1,00	0,15	1.500,00	
		Total						139.833,39	
II	AGGREGATE		0,4	-	-	-	-	-	
a	Subgrade	Compacted	0,0	-	1.968,60	1,00	-	1.968,60	Crushed stone Thk = 150 mm
b	Base Coarse (Class B)	Sand Grave	0,25	523.727,13	130.931,78	1,00	0,25	130.931,78	Base Coarse (Class B) Thk = 250 mm
c	Base Coarse (Class A)	Crush ston	0,15	595.727,13	89.359,07	1,00	0,15	89.359,07	Base Coarse (Class A)
		Total						222.259,45	

Comparison

COMPARISON PRICE

Calculation based : 1 m^2 road

Material	Depth											
	5 cm				10 cm				15 cm			
	Q'ty		Price/unit (Rp.)	Total Price (Rp.)	Q'ty		Price/unit (Rp.)	Total Price (Rp.)	Q'ty		Price/unit (Rp.)	Total Price (Rp.)
Soil/sand*	0,15	m3	20.000,00	3.000,00	0,30	m3	20.000,00	6.000,00	0.45	m3	20.000,00	9.000,00
Cement**	22,50	kg	25.000,00	11.250,00	45,00	kg	25.000,00	22.500,00	67,50	kg	25.000,00	33.750,00
Rock***	0,45	L	64.400,00	28.980,00	0,90	L	64.400,00	57.960,00	1,35	L	64.400,00	86.940,00
Total				**14.410,00**				**28.820,00**				**43.230,00**

Note :

* : - 1 m3 soil/sand = 1500 kg soil/sand
- soil/sand price depends on location

** : - cement quantity is 10 % from soil/sand

*** : - Rock quantity is 2% from cement
- Rock price is USD 7/liter (1 USD = 9,200 IDR)

RESULT Result

COMPRESSION TEST*

	Soil stabilized by LIME (soaking test)	VALUE	Soil stabilized by CEMENT (dry test)	VALUE	Sand stabilized by CEMENT (dry test)	VALUE
Strength	Soil + 10% lime	2.10	Soil + 8% cement	12.18	Sand + 8% cement	8.61
	Soil + 10% lime + 2 % Rock	2.21	Soil + 8% cement + 2 % Rock	13.92	Sand + 8% cement + 2 % Rock	13.12
	Soil + 10% lime + 4 % Rock	2.39	Soil + 8% cement + 4 % Rock	13.13	Sand + 8% cement + 4 % Rock	12.49
Elastic modular	Soil + 10% lime	374.33	Soil + 8% cement	1762.33	Sand + 8% cement	2160.00
	Soil + 10% lime + 2 % Rock	385.00	Soil + 8% cement + 2 % Rock	1900.00	Sand + 8% cement + 2 % Rock	2452.60
	Soil + 10% lime+ 4 % Rock	403.00	Soil + 8% cement + 4 % Rock	1943.00	Sand + 8% cement+ 4 % Rock	2425.60
CBR	Soil + 10% lime	3.18	Soil + 8% cement	91.85	Sand + 8% cement	198.25
	Soil + 10% lime + 2 % Rock	3.09	Soil + 8% cement + 2 % Rock	97.60	Sand + 8% cement + 2 % Rock	220.50
	Soil + 10% lime+ 4 % Rock	3.22	Soil + 8% cement+ 4 % Rock	99.75	Sand + 8% cement+ 4 % Rock	206.40

* (2001) – Ministry of Transport (Research for Transportation Science and Technology, VIETNAM

RESULT

Result

Experiment result with clay*

- Effective with hardened clay by 10% of lime + 2% of Rock
- Effective with hardened clay by 10% of lime and 5% of cement + 2% of Rock
- Effect increase fast when materials is at saturated condition:
  - Rn increases to 40%
  - Edh increases to 16%
  - CBR increases to 25%
- Stability ratio of compressed intensity increased 1.3 times

* Sample location : Thanh Tri, Vietnam

Result

Experiment result with sand*

- Effective with hardened sand by 8% of cement plus 2% of Rock

- Effect increases fast when materials is at saturated condition:

  Rn increases to 23.6%

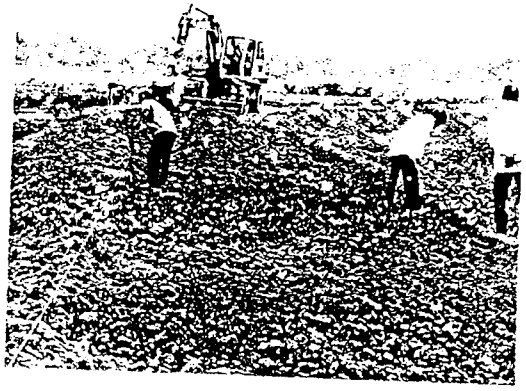
  Edh increases to 13.5%

  CBR increases to 11.2%

* Sample location : Red river, Vietnam

RESULT Result

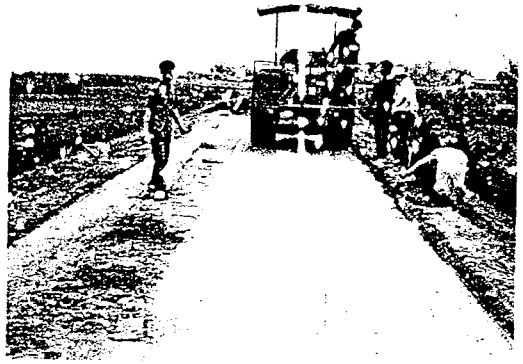
ROCK for village and farm road*

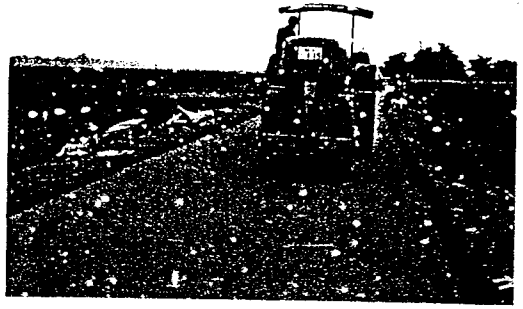


* Documentation in Thanh Tri, Vietnam

RESULT Result

ROCK for village and farm road*

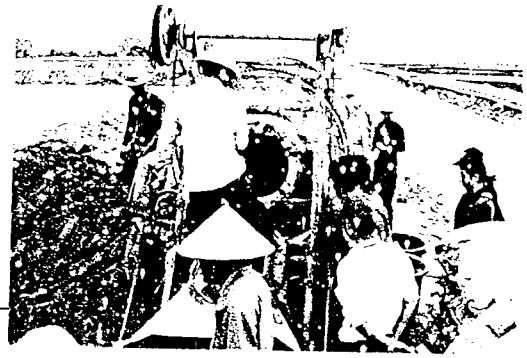


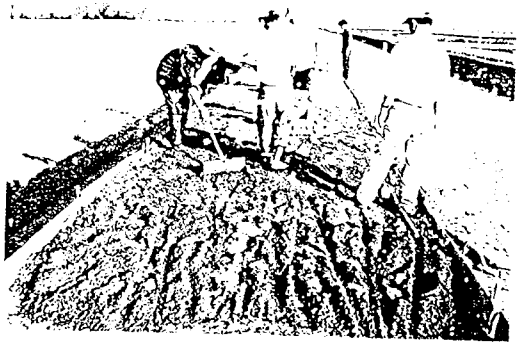


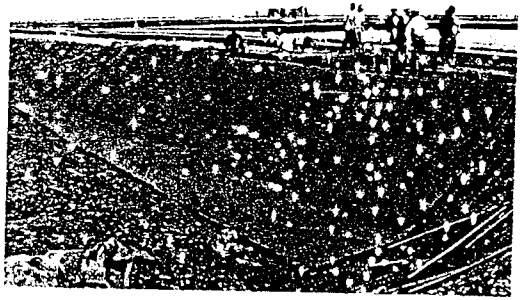
* Documentation in Thanh Tri, Vietnam

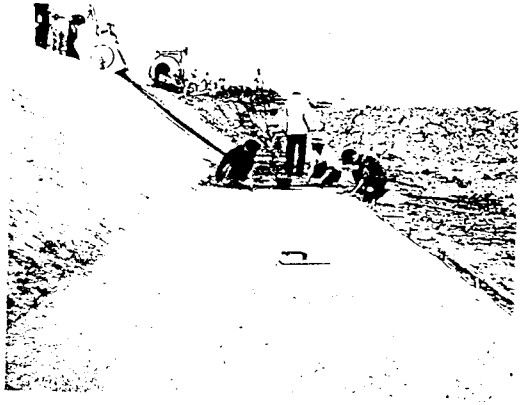
RESULT Result

ROCK for prawn hatchery*





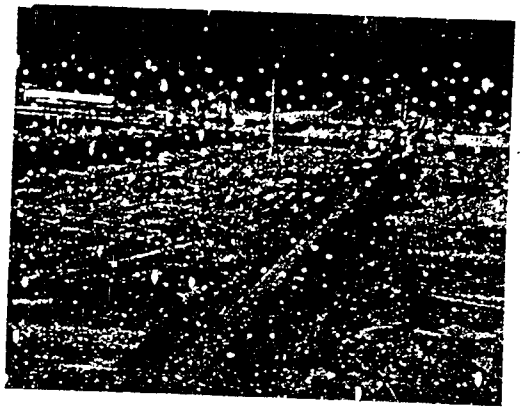


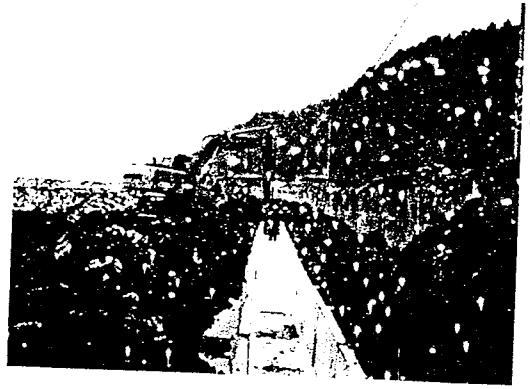


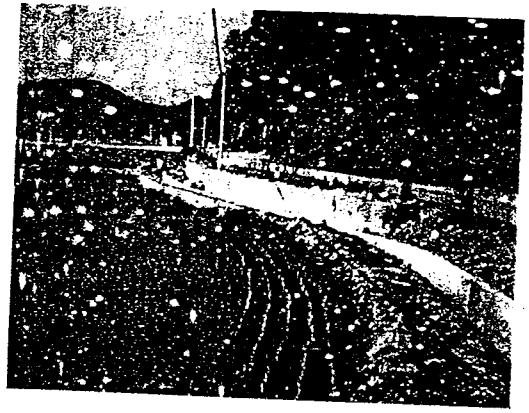
* Documentation in Red River, Vietnam

RESULT Result

ROCK for village facilities, such as road and irrigation*



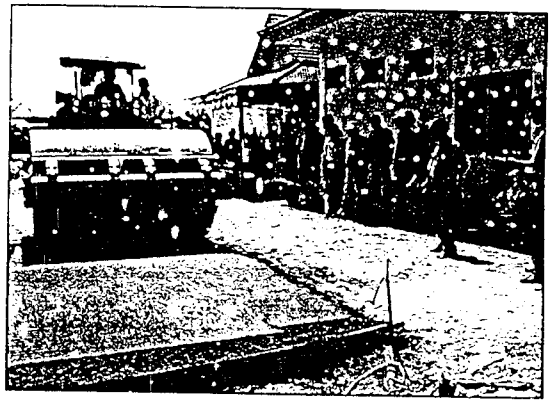


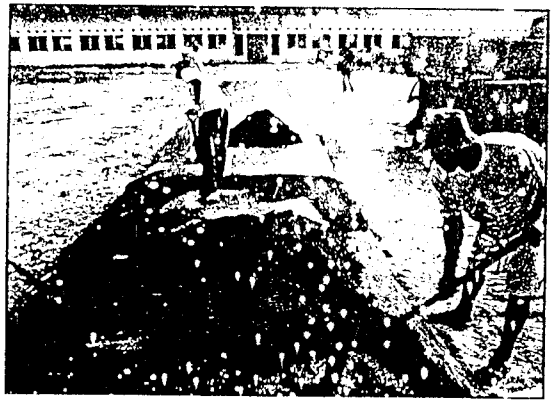


*Documentation in Korea

RESULT Result

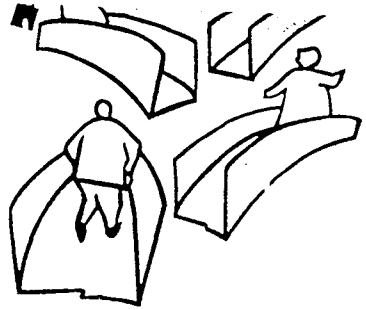
ROCK for building facilities, such parking lot and entrance road*





*Documentation in Pangkalpinang, Indonesia

Conclusion



Simple Methods

Stage I → Soil/sand* + cement (10 % of soil/sand)

Stage II → Rock (2% of cement) + Water (13% of soil/sand)**

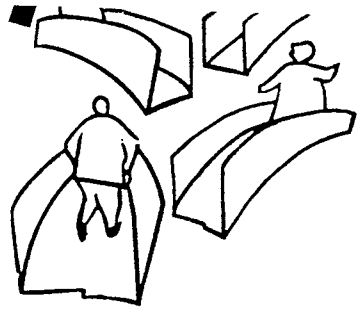
Stage III
Mix the 2 Stage
Mixture no more
1hour

* : best comparison is 50 % sand + 50% soil

** : water percentage (20%) is total amount of the last mixture water content.

Addition water is the difference between 20% and the original soil/sand water content

Conclusion



Road strength

Road Type	Road Strength	Depth (cm)	Layer
Province Road	25 ton	40 – 45	- 20 cm of foundation - 20 cm soil/sand* + rock for surface
District Road	15 ton	20 – 25	1 layer only
Environment Road	7 ton	15	1 layer only
Rural	< 7 ton	15	Soil/sand + cement + rock

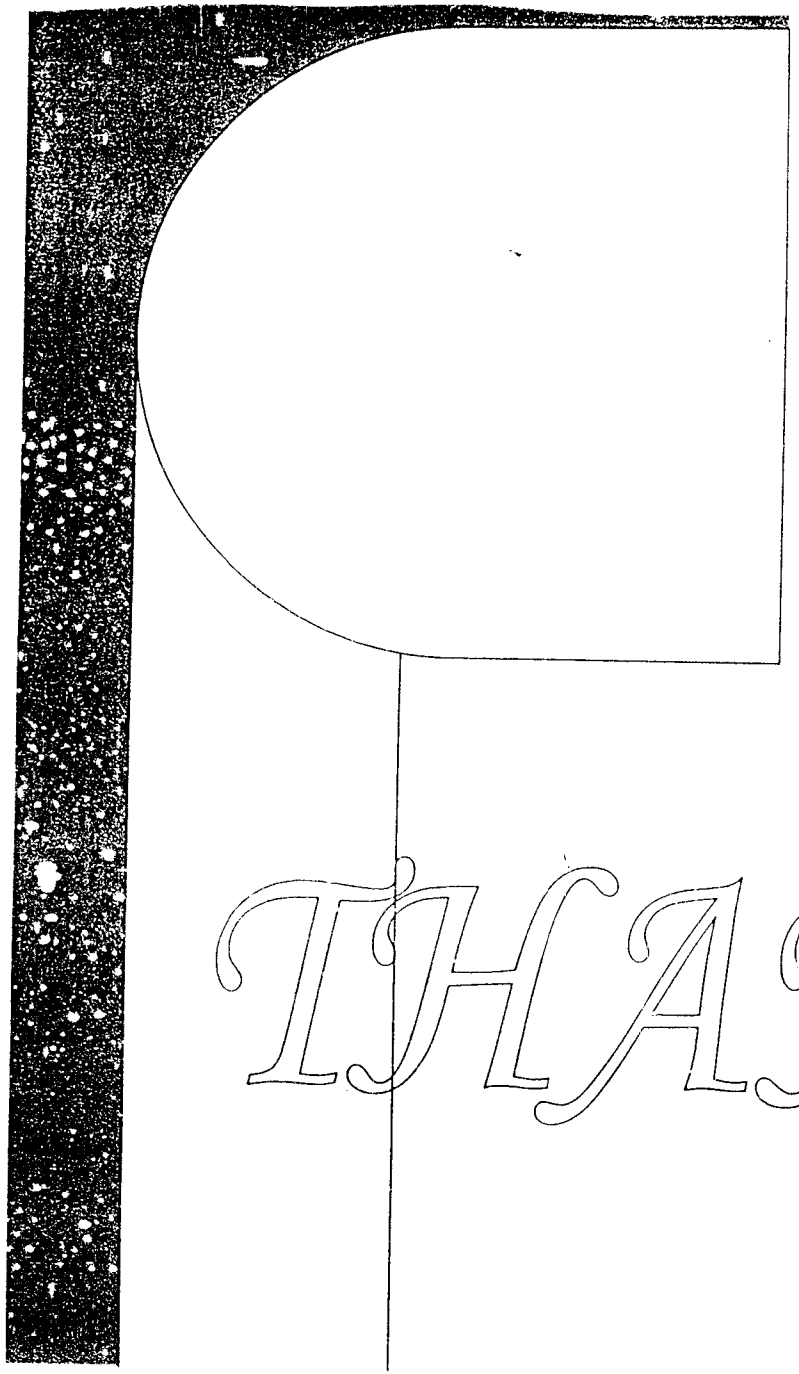
*** : - 50 % soil + 50% sand**

- can use any soil/sand, including not wash sea sand

Conclusion

	Normal (aggregate)	Normal (soil cement)	Rock formula
Raw material (base on 100 kg of soil)			
- soil / sand (kg)	100	100	100
- cement (kg)	30	15 - 25	10
- aggregate stone (kg)	various	-	-
- rock additive (l)	-	-	0.2
Sea Sand type	-	Must be washed	NO Wash needed
Technical issue *			
- Rn	± 100	100	140
- Edh	± 100	100	116
- CBR	± 100	100	125
Price comparison (Kalimantan price in Rupiah)	222.000,00	various	140.000,00
Level of construction difficulty	very complicated	complicated	simple
Using after construction	7 - 10 days	5 – 7 days	24 hours

* : This subject described that Rock formula can increase soil cement performance at the less resources and in a certain condition the properties could be same with the aggregate road.



THANK YOU

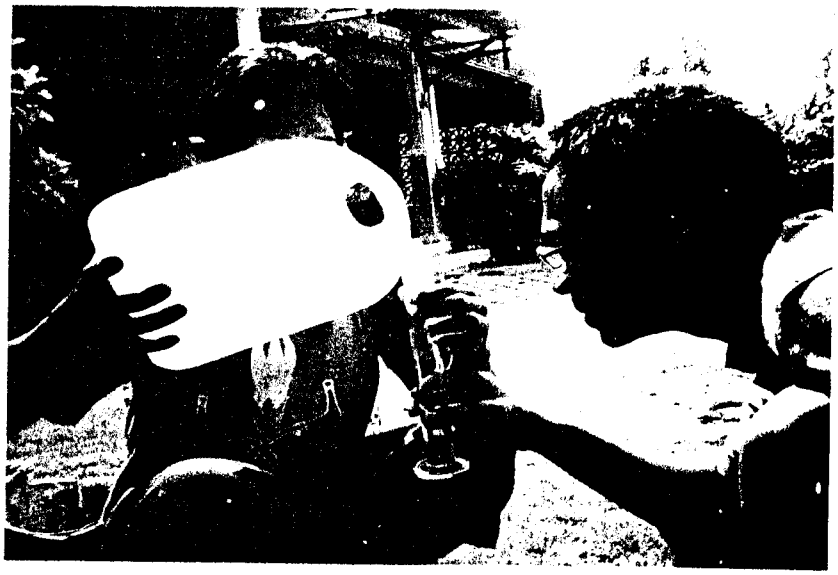
Thank You

Lampiran IV

Dokumentasi Penelitian

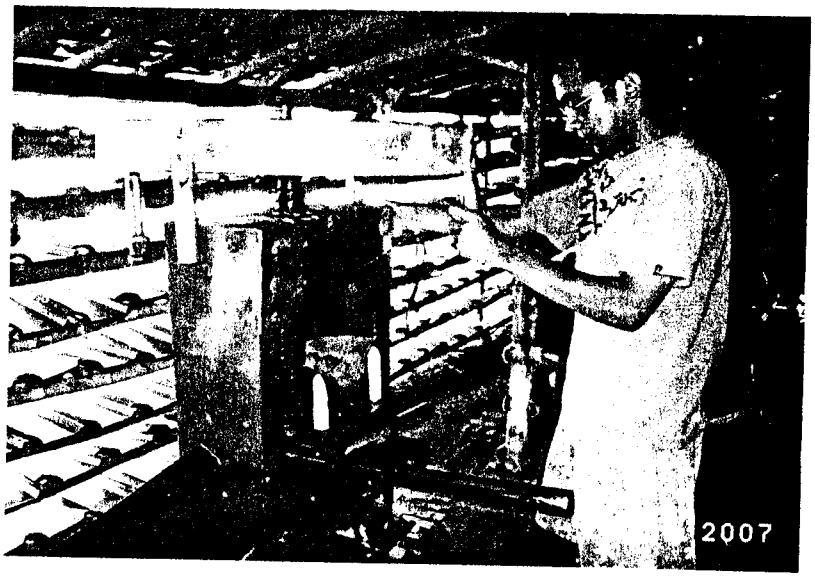
Gambar 1. Penggalian Tanah Liat (clay)

Gambar 2. Pengangkutan Tanah Liat (clay)



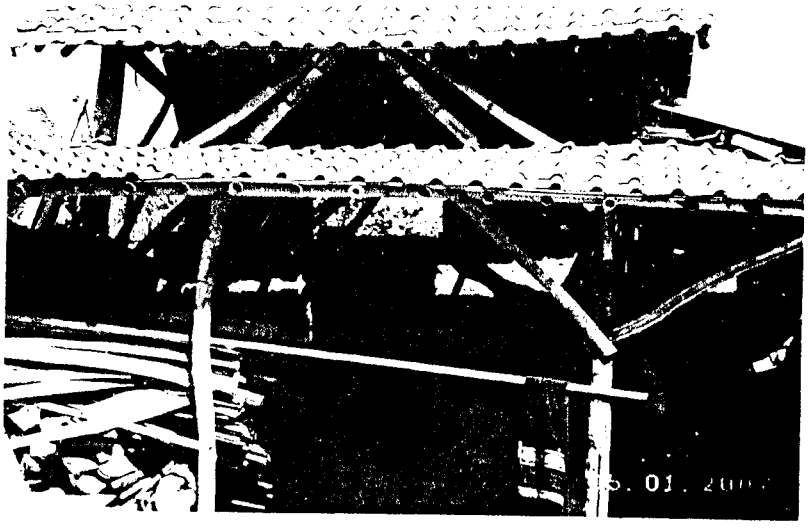
Gambar 3. Penambahan Zat Aditif ROCK

Gambar 4. Pencampuran Bahan Susun

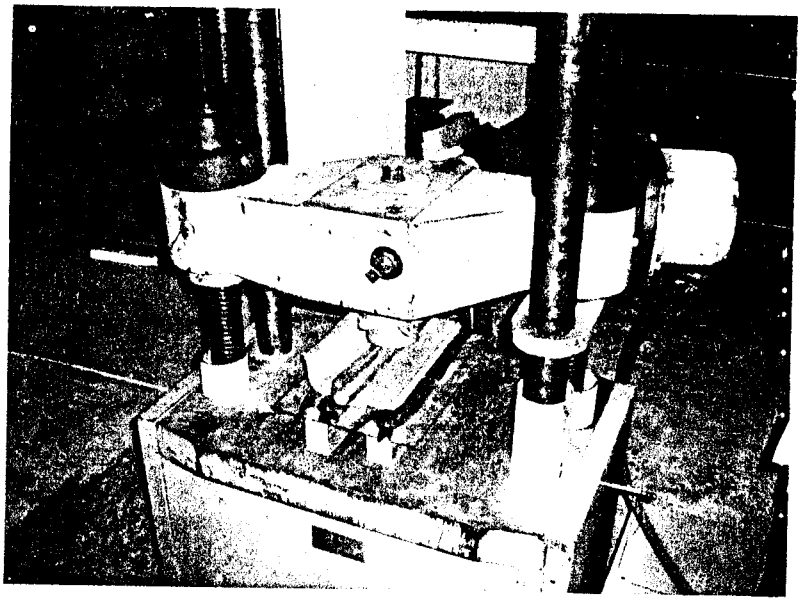


Gambar 5. Proses Cetak Genteng Keramik

Gambar 6. Proses Pengeringan Genteng Keramik



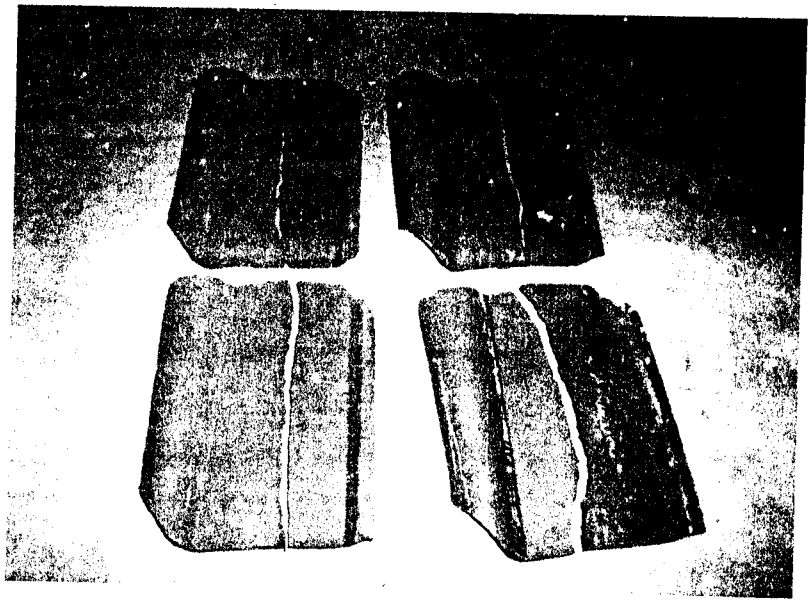
Gambar 7. Tempat Pembakaran Genteng Keramik



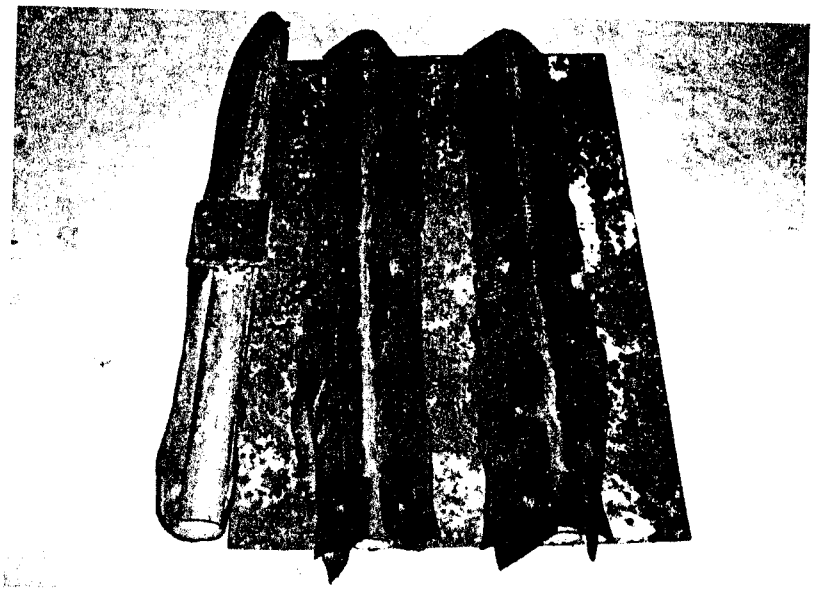
Gambar 8. Pengujian Kuat Lentur

Gambar 9. Proses Perendaman Genteng

Gambar 10. Proses Oven



Gambar 11. Hasil Pengujian Kuat Lentur



Gambar 12. Alat Uji Kuat Lentur