



UNIVERSITAS DIPONEGORO

**PENGARUH PENAMBAHAN ABU BATUBARA TERHADAP
KUAT LENTUR, REMBESAN, MASSA JENIS DAN HARGA JUAL
GENTENG HASIL INDUSTRI PURWODADI**

TUGAS AKHIR

DENDIS SETYAWAN

L2E 706 001

**FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN**

SEMARANG

JUNI 2011

TUGAS SARJANA

Diberikan kepada : Nama : Dendis Setyawan

Nim : L2E 706 001

Dosen Pembimbing : 1. Ir. Yurianto, MT

2. Ir. Sumar Hadi Suryo

Jangka Waktu : 6 Bulan (enam bulan)

Judul : Pengaruh Penambahan Abu Batubara Terhadap Kuat Lentur, Rembesan, Massa Jenis Dan Harga Jual Genteng Hasil Industri Purwodadi

Isi Tugas : 1. Membahas pengaruh penambahan abu batubara terhadap kuat lentur spesimen
2. Membahas pengaruh penambahan abu batubara terhadap ketahanan terhadap rembesan air spesimen
3. Membahas pengaruh penambahan abu batubara terhadap massa jenis spesimen
4. Membahas pengaruh penambahan abu batubara terhadap harga jual genteng

Dosen Pembimbing I



Ir. Yurianto, MT.

NIP. 195507271986031002

Semarang, Maret 2011

Dosen Pembimbing II



Ir. Sumar Hadi Suryo


NIP. 195801021986031002

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

NAMA : Dendis Setyawan

NIM : L2E 706 001

Tanda Tangan : 




Tanggal : Juni 2011

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
NAMA : Dendis Setyawan
NIM : L2E706001
Jurusan/ Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Abu Batubara Terhadap Kuat
Lentur, Rembesan, Massa Jenis Dan Harga Jual Genteng
Hasil Industri Purwodadi

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.

TIM PENGUJI

Pembimbing I : Ir. Yurianto, MT ()
Pembimbing II : Ir. Sumar Hadi Suryo ()
Penguji : Ir. Budi Setiyana, MT ()

Semarang, Juni 2011

Ketua
Jurusan Teknik Mesin


Dr. Ir. Dipl. Ing. Berkah Fajar TK.
NIP. 195907221987031003

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dendis Setyawan
NIM : L2E 706 001
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Tugas Akhir

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Pengaruh Penambahan Abu Batubara Terhadap Kuat Lentur, Rembesan, Massa Jenis Dan Harga Jual Genteng Hasil Industri Purwodadi”

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Semarang
Pada Tanggal : Juni 2011



Dendis Setyawan
L2E706001

ABSTRACT

Clay roof tile industry, especially at the rural areas still have low quality. Research to improve the quality of the tile in purwodadi still is still very rare. On the other hand according to the study, coal ash can be used as a pozzolan material which has not been utilized optimally.

This study examines the effects of coal ash as an additive in the manufacture of clay roof tiles. This study aims to determine the effect of the addition of coal ash on flexural strength properties, resistance to water seepage, density and the selling price of tiles. Test specimens are made in several variations of the addition of coal ash 0%, 5%, 10%, 15%, 20% and 25%. Specimen materials are formed into a beam-shaped specimens with dimensions of 70x50x15 mm with a pressing machine and then performed at a temperature of the combustion process of 1100°C. Flexural strength testing uses the three-point bending test with a loading rate refers to the standard ISO 2095-1991, the test of resistance to seepage uses ISO 2095-1991 standards, and testing of density measurement uses the Archimedes principle. The selling price of tiles is estimated using data production and sales of industrial tile Purwodadi.

The results shows that the maximum flexural strength is obtained from specimens with the addition of coal ash 5% of 116.22 kg/cm². Maximum resistance to water seepage is obtained from the rock specimen 0% ash coal by 90.33%. The density of the minimum obtained from coal ash specimens is conducted with the addition of 1.634 gr/cm³. With the addition of 5% coal ash can increaseing the selling price of Rp. 107.45 due to additional production costs and transportation.

Keyword: *roof tile, coal ash, flexural strength, resistant of water infiltration, density*

ABSTRAK

Genteng tanah liat khususnya hasil industri pedesaan masih mempunyai kualitas yang rendah. Upaya penelitian untuk meningkatkan mutu dari genteng Purwodadi masih sedikit dilakukan. Disisi lain abu batubara yang menurut kajian dapat digunakan sebagai bahan pozzolan belum termanfaatkan secara maksimal.

Penelitian ini mengkaji tentang pengaruh abu batubara sebagai bahan aditif dalam pembuatan genteng tanah liat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan abu batubara terhadap sifat kuat lentur, ketahanan terhadap rembesan air, massa jenis dan harga jual genteng. Spesimen uji dibuat dalam beberapa variasi penambahan abu batubara 0%, 5%, 10%, 15%, 20% dan 25%. Bahan spesimen dibentuk menjadi spesimen berbentuk balok dengan dimensi 70x50x15 mm dengan mesin pres kemudian dilakukan proses pembakaran pada temperatur 1100°C. Pengujian kuat lentur menggunakan metode *three point bending test* dengan laju pembebanan mengacu pada standar SNI 2095-1991, ketahanan terhadap rembesan air menggunakan standar SNI 2095-1991, dan pengujian massa jenis menggunakan prinsip Archimedes. Harga jual genteng diestimasi dengan menggunakan data-data produksi dan penjualan dari sentra industri genteng Purwodadi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kuat lentur maksimum diperoleh dari spesimen dengan penambahan abu batubara 5% sebesar 116,22 kg/cm². Nilai ketahanan terhadap rembesan air maksimum diperoleh dari spesimen 0% abu batubara sebesar 90,33%. Massa jenis minimum diperoleh dari spesimen dengan penambahan abu batubara sebesar 1,634 gr/cm³. Dengan penambahan 5% abu batubara terjadi kenaikan harga jual Rp. 107,45 akibat adanya tambahan biaya produksi dan transportasi.

Kata kunci: genteng, abu batubara, kuat lentur, ketahanan terhadap rembesan air, massa jenis

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah mencurahkan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini dengan judul berjudul **“Pengaruh Penambahan Abu Batubara Terhadap Kuat Lentur, Rembesan, Massa Jenis Dan Harga Jual Genteng Hasil Industri Purwodadi”** dapat diselesaikan.

Penulisan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, sehingga pada kesempatan ini Penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Ir. Yurianto, MT selaku pembimbing Tugas Sarjana atas bantuannya dalam penyelesaian Tugas Sarjana ini.
2. Ir. Sumar Hadi Suryo selaku Co. Pembimbing Tugas Sarjana.
3. Ir. Budi Setiyana, MT selaku dosen penguji yang banyak memberikan saran dan koreksi.
4. Bapak Sunarto selaku pengusaha genteng yang telah memberikan bantuan bahan tanah liat dan informasi yang dibutuhkan.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, Penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun sehingga dapat menyempurnakan Tugas Akhir ini dimasa mendatang.

Akhir kata, semoga Penulisan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembacanya.

Semarang, Juni 2011

Penulis

Laporan Tugas Akhir ini saya persembahkan terutama buat:

“Ayah dan ibu yang selalu memberikan suport material maupun doa untuk keberhasilan putra-putrinya”

“Adik yang dalam setiap doanya selalu memohonkan hal terbaik untuk kakaknya”

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN TUGAS SARJANA	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRACT	vi
ABSTRAK	vii
PRAKATA	viii
HALAMAN PERSEMBAHAN	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN	xviii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penelitian	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Metode Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan	3
BAB II DASAR TEORI	5
2.1 Tanah Liat	5
2.1.1 Definisi	5
2.1.2 Jenis Tanah Liat	5
2.1.3 Sifat-sifat Umum Tanah Liat	6
2.1.4 Teknik Pembentukan Produk Tanah Liat	9
2.2 Pemanfaatan Abu Batubara Sebagai Bahan Campuran	

Dalam Pembuatan Genteng Keramik	9
2.2.1 Abu Batubara	9
2.2.2 Abu Batubara Bersifat Pozzolan	10
2.3 Genteng Keramik	10
2.3.1 Definisi	10
2.3.2 Macam Genteng	11
2.4 Proses Pembuatan genteng	11
2.4.1 Proses Pengolahan Bahan	11
2.4.2 Pembentukan Produk Genteng.....	12
2.4.3 Pengeringan.....	13
2.4.4 Pembakaran	14
2.4.5 Pendinginan dan Pembongkaran	16
2.5 Pengujian Kualitas Genteng	16
2.5.1 Uji Kuat Lentur	17
2.5.2 Uji Ketahanan Terhadap Rembesan Air	17
2.5.3 Uji Massa Jenis (Densitas)	18
BAB III METODE PENELITIAN	20
3.1 Diagram Alir Proses Penelitian	20
3.2 Studi Pustaka	20
3.3 Pembuatan Spesimen Uji.....	20
3.3.1 Pengeringan Bahan Baku	23
3.3.2 Penghalusan	23
3.3.3 Pencampuran Bahan.....	23
3.3.4 Pencetakan	23
3.3.5 Pengeringan Spesimen	24
3.3.6 Pembakaran	25
3.3.7 Pendinginan.....	26
3.4 Pengujian Spesimen	26
3.4.1 Uji Kuat Lentur	26
3.4.2 Uji Ketahanan Terhadap Rembesan Air	27
3.4.3 Uji Massa Jenis	29

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	32
4.1 Hasil Penelitian.....	32
4.1.1 Pengujian XRD Bahan Genteng	32
4.1.2 Pemeriksaan Penyusutan Dimensi	37
4.1.3 Pengujian Kuat Lentur	37
4.1.4 Pengujian Ketahanan Terhadap Rembesan Air	43
4.1.5 Pengukuran Massa Jenis Spesimen.....	43
4.2 Pembahasan	44
4.2.1 Menentukan Persentase Senyawa Dalam Bahan Spesimen..	44
4.2.2 Perhitungan Penyusutan Dimensi	47
4.2.3 Perhitungan Kuat Lentur	48
4.2.4 Perhitungan Ketahanan Terhadap Rembesan Air	51
4.2.5 Perhitungan Massa Jenis Spesimen.....	52
4.2.6 Perhitungan Harga Jual Genteng Rekayasa	55
BAB V PENUTUP.....	59
5.1 Kesimpulan.....	59
5.2 Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN.....	62

DAFTAR LAMPIRAN

JUDUL	Nama	Halaman
Lampiran A:	Hasil pengujian XRD	62
Lampiran B:	Data pengukuran dimensi spesimen	74
Lampiran C:	Data hasil pengujian kuat lentur	80
Lampiran D:	Data hasil pengujian ketahanan terhadap rembesan air	88
Lampiran E:	Data pengukuran massa spesimen di udara dan di dalam fluida	90
Lampiran F:	Dokumentasi proses penelitian	91

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Dua partikel kwarsa dengan lapisan air	5
Gambar 2.2	Dua partikel tanah liat plastis dipisahkan oleh lapisan air.....	6
Gambar 2.3	Partikel dan struktur tanah liat plastis.....	6
Gambar 2.4	Tahap penyusutan kering tanah liat	7
Gambar 2.5	Tahap penyusutan bakar tanah liat	7
Gambar 2.6	Efek <i>vitriifikasi</i>	8
Gambar 2.7	Pengaruh suhu bakar terhadap <i>vitriifikasi</i>	8
Gambar 2.8	Pengaruh suhu bakar terhadap kekuatan.....	8
Gambar 2.9	Pengaruh suhu bakar terhadap porositas dan kekuatan tanah liat.....	9
Gambar 2.10	Macam-macam genteng.....	11
Gambar 2.11	Skema ilustrasi proses pembentukan produk (a) cetakan diisi (b) cetakan ditekan dan (c) produk dilepas.....	13
Gambar 2.12	Skema ilustrasi perubahan bentuk dan perubahan distribusi perubahan pori-pori selama proses pengepresan	13
Gambar 2.13	Perkembangan struktur mikro keramik selama proses pembakaran.....	15
Gambar 2.14	Skema ilustrasi uji kuat lentur dengan potongan melintang spesimen uji berbentuk persegi panjang atau lingkaran	17
Gambar 2.15	Bagan benda percobaan pada pengujian rembesan air untuk genteng lengkung	18
Gambar 2.16	Bagan benda percobaan pada pengujian rembesan air untuk genteng rata.....	18
Gambar 2.17	Metode <i>pan balance</i> untuk mengukur <i>buoyant force</i> dan densitas ..	19
Gambar 3.1	Diagram alir metode penelitian	21
Gambar 3.2	Diagram alir pembuatan spesimen uji	22
Gambar 3.3	Diagram alir proses pencetakan spesimen	24
Gambar 3.4	Diagram alir proses pembakaran spesimen	25

Gambar 3.5	Ilustrasi uji kuat lentur	26
Gambar 3.6	Diagram alir uji kuat lentur.....	27
Gambar 3.7	Ilustrasi uji rembesan spesimen	28
Gambar 3.8	Diagram alir uji rembesan	29
Gambar 3.9	Diagram alir pengukuran parameter massa jenis spesimen.....	30
Gambar 4.1	Berkas sinar-X pada permukaan atom.....	32
Gambar 4.2	Grafik XRD tanah liat.....	33
Gambar 4.3	Grafik XRD Abu Batubara	35
Gambar 4.4	Grafik hubungan displacement vs load spesimen 3A.....	38
Gambar 4.5	Grafik hubungan displacement vs load spesimen 3B.....	39
Gambar 4.6	Grafik hubungan displacement vs load spesimen 2C.....	39
Gambar 4.7	Grafik hubungan displacement vs load spesimen 1D.....	40
Gambar 4.8	Grafik hubungan displacement vs load spesimen 2E	41
Gambar 4.9	Grafik hubungan displacement vs load spesimen 2F	42
Gambar 4.10	Grafik hubungan displacement vs load spesimen 2G.....	42
Gambar 4.11	Jendela utama software Xpolder	45
Gambar 4.12	Persentase senyawa-senyawa dalam tanah liat Purwodadi.....	45
Gambar 4.13	Persentase senyawa-senyawa utama dalam abu batubara PT. Raja Besi	46
Gambar 4.14	Grafik penyusutan dimensi spesimen	48
Gambar 4.15	Grafik kuat lentur spesimen.....	51
Gambar 4.16	Grafik hubungan komposisi versus ketahanan terhadap rembesan air.....	52
Gambar 4.17	Grafik hubungan komposisi spesimen versus massa jenis	54
Gambar 4.18	Grafik hubungan komposisi spesimen versus harga jual genteng....	58

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Standar kuat tekan dan kuat patah genteng	17
Tabel 4.1	Hasil XRD tanah liat Purwodadi	34
Tabel 4.2	Hasil XRD abu batubara PT. Raja Besi	36
Tabel 4.3	Hasil pengukuran dimensi spesimen	37
Tabel 4.4	Beban maksimum spesimen dengan komposisi 100:0.....	38
Tabel 4.5	Beban maksimum spesimen dengan komposisi 95:5	38
Tabel 4.6	Beban maksimum spesimen dengan komposisi 90:10.....	39
Tabel 4.7	Beban maksimum spesimen dengan komposisi 85:15.....	40
Tabel 4.8	Beban maksimum spesimen dengan komposisi 80:20.....	41
Tabel 4.9	Beban maksimum spesimen dengan komposisi 75:25.....	41
Tabel 4.10	Beban maksimum spesimen genteng Purwodadi	42
Tabel 4.11	Tinggi permukaan air pada selang waktu pengamatan	43
Tabel 4.12	Massa spesimen di udara, cawan+air dan cawan+air+spesimen	44
Tabel 4.13	Persentase senyawa-senyawa utama tanah liat Purwodadi	46
Tabel 4.14	Persentase senyawa-senyawa utama abu batubara PT. Raja Besi.....	46
Tabel 4.15	Persen penyusutan spesimen	47
Tabel 4.16	Kuat lentur spesimen perbandingan komposisi 100:0	49
Tabel 4.17	Kuat lentur spesimen perbandingan komposisi 95:5	49
Tabel 4.18	Kuat lentur spesimen perbandingan komposisi 90:10	49
Tabel 4.19	Kuat lentur spesimen perbandingan komposisi 85:15	49
Tabel 4.20	Kuat lentur spesimen perbandingan komposisi 80:20	50
Tabel 4.21	Kuat lentur spesimen perbandingan komposisi 85:25	50
Tabel 4.22	Kuat lentur spesimen genteng Purwodadi.....	50
Tabel 4.23	Kuat lentur rata-rata spesimen	50
Tabel 4.24	Ketahanan terhadap rembesan air rata-rata spesimen	52
Tabel 4.25	Massa jenis spesimen	53
Tabel 4.26	Massa jenis rata-rata setiap komposisi.....	54
Tabel 4.27	Data proyeksi biaya produksi genteng Purwodadi.....	55

Tabel 4.28	Proyeksi biaya pengeluaran 1 kali produksi genteng Purwodadi	55
Tabel 4.29	Data proyeksi biaya tambahan genteng rekayasa.....	56
Tabel 4.30	Proyeksi biaya pengeluaran 1 kali produksi genteng rekayasa	57
Tabel 4.31	Proyeksi harga jual genteng rekayasa	58

DAFTAR LAMBANG DAN SINGKATAN

LAMBANG	Nama	Pemakaian pertama kali pada halaman
ρ	massa jenis	18
ρ_{fluida}	densitas fluida	18
σ	kuat lentur	17
b	lebar spesimen	17
B	buoyant force (N)	19
d	tebal spesimen	17
F	gaya atau beban pada saat patah	17
g	gaya gravitasi (m/s ²)	19
L	jarak antara kedua tumpuan	17
m	massa	29
T_0	tinggi air awal pengamatan	17
T_n	tinggi air akhir pengamatan	17
V	volume	29
W_{udara}	berat sampel di udara	18
W_{fluida}	berat sampel di dalam fluida	18
W_A	berat spesimen di udara (gr)	19
W_B	berat cawan+air sebelum spesimen uji dimasukkan (gr)	19
W_C	berat cawan+air setelah spesimen uji dimasukkan (gr)	19
 SINGKATAN		
ASTM	<i>The American Society for Testing and Material</i>	10
PT.	Perseroan Terbatas	2
SNI	Standar Nasional Indonesia	11
°C	Derajat Celcius	2