

**TUGAS SARJANA  
BIDANG MATERIAL**

**PENGARUH PENAMBAHAN ABU BATUBARA TERHADAP  
KUAT LENTUR, POROSITAS, MASSA JENIS DAN BIAYA  
GENTENG HASIL INDUSTRI GENTENG PURWODADI**



**Diajukan Sebagai Syarat Memperoleh Gelar Kesarjanaan Strata Satu (S-1)  
Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Diponegoro**

**Disusun oleh:  
Harry Nugroho  
L2E 307 023**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS DIPONEGORO  
SEMARANG  
2011**

## TUGAS SARJANA

Diberikan kepada:

Nama : Harry Nugroho

NIM : L2E 307 023

Pembimbing : 1. Ir. Yurianto, MT  
2. Ir. Sumar Hadi Suryo

Jangka Waktu : 15 ( lima belas ) bulan

Judul : PENGARUH PENAMBAHAN ABU BATUBARA  
TERHADAP KUAT TEKAN, POROSITAS, MASSA JENIS  
DAN BIAYA GENTENG HASIL INDUSTRI GENTENG  
PURWODADI

Isi Tugas :

1. Membahas pengaruh penambahan limbah abu batubara dari aspek kekuatan terhadap kuat lentur produk genteng
2. Membahas pengaruh penambahan limbah abu batubara dari aspek porositas yang mempengaruhi rongga di dalam produk genteng
3. Membahas pengaruh penambahan limbah abu batubara dari aspek massa jenis produk genteng
4. Membahas pengaruh penambahan limbah abu batubara dari aspek biaya produksi genteng

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



Ir. Yurianto, MT.  
NIP. 195507271986031008

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 : Harry Nugroho

NIM : L2E 307 023

Tanda Tangan: 

Tanggal : 29 Maret 2011

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
NAMA : Harry Nugroho  
NIM : L2E 307 023  
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin  
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Abu Batubara Terhadap  
Kuat Lentur, Porositas, Massa Jenis Dan Biaya  
Genteng Hasil Industri Genteng 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

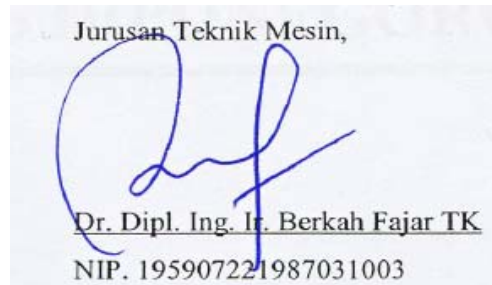
Pembimbing I : Ir. Yurianto, MT  
Pembimbing II : Ir. Sumar Hadi Suryo  
Penguji : Dr. Ir. AP. Bayuseno, MSC  
Penguji : Khoiri Rozi, ST, MT



Semarang,

Ketua

Jurusan Teknik Mesin,



Dr. Dipl. Ing. Ir. 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 : Harry Nugroho  
NIM : L2E 307 023  
Jurusan/Program Studi : Teknik Mesin  
Fakultas : Teknik  
Jenis Karya : Tugas Akhir

demikian 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, POROSITAS, MASSA JENIS DAN BIAYA GENTENG HASIL  
INDUSTRI GENTENG PURWODADI”**

berserta 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 : Maret 2011

Yang menyatakan



( **Harry Nugroho** )

**kupersembahkan :**

**kepada :** *Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.*

**kepada :** *Bapak dan Ibu yang selalu mendukung setiap langkahku untuk menyelesaikan tugas akhir ini.*

## **ABSTRACT**

*In Indonesia a lot of materials which of no use able to be exploited especially waste materials, one of them is coal ash. Which can be used as materials mixture to produce tile especially materials fastener is expected to earn to lessen tile density, this matter is caused by coal waste ash which is compared to lighter mass of clay.*

*Besides upon which mixture for the lightening of tile mass, coal ash also can function as fastener of tile structure, expected can improve closeness of tile structure. This matter is caused by coal ash have very smooth item so that can become filler or filler at tile cavity which cannot be loaded clay at the time of process of tile. Coal ash have smooth item and have the nature of hydraulic like pozzolon. Coal ash have softer item than cement and have the nature of is hydraulic, hence ash ought to do not simply adding closeness, but also can add its strength.*

*Method used by mingling clay with coal waste ash with composition 0 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % from clay weight, of this mixture then tested by strength, porosity, and comparison of its density.*

*From this research expected can yield strong tile, porosity, light and expected cheaper for the roof of house.*

*Keyword : mixture, composition, tile, light, roof.*

## ABSTRAK

Di Indonesia banyak sekali bahan-bahan yang tidak berguna yang dapat dimanfaatkan terutama bahan limbah, salah satunya adalah abu limbah batubara. Yang dapat dipakai sebagai campuran bahan susun genteng terutama bahan ikatnya diharapkan dapat untuk mengurangi massa jenis genteng, hal ini disebabkan abu limbah batubara yang massanya lebih ringan dibandingkan tanah liat.

Selain sebagai bahan campuran untuk memperingan massa genteng, abu limbah batubara juga dapat berfungsi sebagai pengikat struktur genteng, yang diharapkan dapat menurunkan porositas pada struktur genteng. Hal ini disebabkan abu limbah batubara memiliki butiran yang sangat halus sehingga dapat menjadi filler atau pengisi pada rongga-rongga genteng yang tidak bisa terisi tanah liat pada saat proses pembuatan genteng. Abu limbah batubara ini mempunyai butiran yang halus dan mempunyai sifat hidrolik seperti pozzolon. Abu limbah ini memiliki butiran yang lebih halus daripada butiran semen dan mempunyai sifat hidrolik, *maka seharusnya abu tidak sekedar mengurangi porositas, tetapi juga dapat menambah kuat lenturnya.*

Metoda yang digunakan adalah dengan mencampur tanah liat dengan abu limbah batubara dengan komposisi 0 %, 5 %, 10 %, 15 %, 20 %, 25 % dari berat tanah liat, dari paduan ini kemudian diuji kekuatan, kerapatan, dan massa jenisnya.

Dari penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan genteng yang kuat, kerapatan tinggi, ringan dan diharapkan lebih murah untuk atap rumah.

Kata Kunci : paduan, komposisi, genteng, ringan, atap



## **PRAKATA**

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul "**Pengaruh Penambahan Abu Batubara Terhadap Kuat Tekan, Porositas, Massa Jenis Dan Biaya Genteng Hasil Industri Genteng Purwodadi**" dengan baik.

Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh oleh mahasiswa untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin di Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang serta merupakan laporan hasil penelitian yang telah dilakukan yang memiliki tujuan penelitian untuk menghasilkan genteng yang berkualitas dengan output genteng yang memiliki kuat tekan yang lebih baik dari genteng asli, lebih ringan, porositas yang rendah, serta harga yang kompetitif dibandingkan genteng tanah liat konvensional dengan proses mencampurkan bahan pembuat genteng tanah liat konvensional dengan abu batubara.

Dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini tidak lepas dari bantuan dan kerjasama dari berbagai pihak baik secara langsung ataupun secara tidak langsung. Oleh karena itu pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Yurianto, MT., selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro.
2. Ir. Sumar Hadi Suryo selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro.
3. Teman-teman seperjuangan Team Genteng dan Teman – teman Ekstensi Teknik Mesin UNDIP 2007 atas semangat dan kerjasamanya yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu, terima kasih atas dukungan dan bantuannya.

Akhir kata, penyusun sepenuhnya menyadari bahwa masih ada kekurangan dalam laporan ini. Oleh karena itu, penyusun mengharapkan saran dan kritik yang

bersifat membangun demi kesempurnaannya. Semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi penyusun pada khususnya.

Semarang, Maret 2011

Penyusun

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN TUGAS SARJANA</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN ORISIONALITAS</b> .....	iii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR</b> .....	v
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	vi
<b>HALAMAN ABSTRACT</b> .....	vii
<b>HALAMAN ABSTRAK</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN</b> .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang.Masalah.....	1
1.2. Tujuan Dan Manfaat Penelitian .....	3
1.2.1.Tujuan .....	3

1.2.2. Manfaat Penelitian .....	3
1.3. Batasan Masalah .....	4
1.4. Metode Penelitian.....	4
1.5. Sistematika Penulisan.....	5
<b>BAB II STUDI PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
2.1. Tinjauan Pustaka .....	7
2.1.1. Genteng .....	7
2.1.2. Bahan Dasar Pembuatan Genteng.....	8
2.2. Abu Batubara .....	10
2.3. Proses Produksi Genteng.....	11
2.3.1. Penggalian Bahan Mentah.....	11
2.3.2. Pengolahan Bahan Mentah.....	11
2.3.3. Pencetakan Genteng .....	12
2.3.4. Pengeringan Genteng .....	12
2.3.5. Pembakaran Genteng .....	13
2.3.6. Pemilihan Genteng .....	13
2.3.7. Standarisasi Genteng.....	14
2.4. Kuat Lentur .....	17
2.5. Porositas Genteng.....	19
2.6 Massa Jenis .....	19
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>

3.1. Populasi Dan Sampel .....	21
3.2. Tahapan Penelitian.....	21
3.3. Metode Pengumpulan Data .....	23
3.4. Prosedur Penelitian .....	24
3.4.1. Tahap Persiapan .....	24
3.4.2. Peralatan Penelitian.....	25
3.4.3. Proses Pembuatan Benda Uji .....	28
3.5. Pengujian kekuatan Lentur.....	29
3.5.1. Peralatan Pengujian Beban Lentur .....	29
3.5.2. Prosedur Pengujian kuat Lentur .....	31
3.6. Pengujian Porositas Genteng .....	32
3.7. Pengujian Massa Jenis.....	33
3.7.1 Peralatan Pengujian Massa.....	34
3.7.2 Prosedur Pengujian Massa Jenis .....	35
3.8. Estimasi Biaya .....	36
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>38</b>
4.1 Hasil Pengujian Spesimen.....	38
4.1.1. Hasil Pengujian Kuat Lentur.....	38
4.1.2. Hasil Pengujian Porositas .....	39
4.1.3. Hasil Pengujian Massa Jenis .....	40
4.2. Pembahasan.....	41

4.2.1	Analisa Perhitungan Beban Lentur .....	41
4.2.2.	Analisa Perhitungan Hasil Uji Porositas .....	43
4.2.3.	Analisa Perhitungan Massa Jenis .....	45
4.2.4	Perhitungan Biaya Produksi Genteng Rekayasa.....	48
<b>BAB V</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>54</b>
5.1.	Kesimpulan .....	54
5.2.	Saran .....	55

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perkiraan Perubahan Warna Pada Tanah Liat Air .....	9
Tabel 2.2 Ukuran Pada Genteng .....	15
Tabel 2.3 Pelengkungan Maksimum Pada Genteng .....	16
Tabel 2.4 Standar Beban Lentur Pada Genteng .....	16
Tabel 2.5 Rumus Perhitungan.....	18
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Beban Lentur .....	38
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Massa Kering.....	39
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Massa Basah .....	39
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Massa Dengan Metode Penimbangan.....	40
Tabel 4.5 Pengukuran Volume Spesien Menggunakan Prinsip Hukum Archimedes..	41
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Dengan Menggunakan Rumus.....	42
Tabel 4.7 Analisa Data Hasil Pengujian Kuat Lentur .....	42
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Porositas Genteng.....	44
Tabel 4.9 Hasil Rata-Rata Pengujian Porositas Genteng .....	44
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Volume Spesimen .....	46
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Massa Jenis Spesimen .....	46
Tabel 4.12 Hasil Rata-Rata Pengujian Massa Jenis Genteng .....	47
Tabel 4.13 Data Proyeksi Usaha Genteng .....	48
Tabel 4.14 Besar Biaya Pengeluaran 1 Kali Produksi Genteng.....	49
Tabel 4.15 Data Biaya Usaha Tambahan Genteng Rekayasa .....	51
Tabel 4.16 Besar Biaya Pengeluaran 1 Kali Produksi Genteng Rekayasa.....	52

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jenis Genteng Berdasarkan Bentuk.....	8
Gambar 2.2 Skema Ilustrasi Uji Kuat Lentur/Bending dengan Potongan Melintang Spesimen Uji Berbentuk Persegi Panjang atau Lingkaran .....	17
Gambar 3.1 Diagram Alir Langkah Penelitian .....	22
Gambar 3.2 Mesin Cetak Hidrolik.....	26
Gambar 3.3 Mesin Oven Hoffman.....	27
Gambar 3.4 Alat Uji Kuat Lentur .....	27
Gambar 3.5 Spesimen Uji.....	29
Gambar 3.6 Alat Uji Kuat Lentur .....	30
Gambar 3.7 Diagram Alir Uji kuat Lentur.....	31
Gambar 3.8 Diagram Alir Uji Porositas.....	33
Gambar 3.9 Timbangan Digital Dan Bejana Yang Berisi Air .....	34
Gambar 3.10 Diagram Alir Pengujian Massa Jenis .....	35
Gambar 3.11 Diagram Alir Analisa Kelayakan Harga Jual Genteng .....	37
Gambar 4.1 Grafik Hasil Perhitungan Pengujian Kuat Lentur .....	43
Gambar 4.2 Grafik Porositas Spesimen .....	45
Gambar 4.3 Grafik Hasil Perhitungan Pengujian Massa Jenis .....	47



## DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

$b$	=	Lebar specimen
$C$	=	Jarak dari pusat specimen ke permukaan luar
$d$	=	Tebal specimen
$F_f$	=	Gaya pada saat spesimen patah
$I$	=	Momen inersia potongan melintang
$L$	=	Jarak antara kedua tumpuan
$M$	=	Momen bending maksimum
$B_j$	=	Berat basah jenuh
$B_k$	=	Berat kering
$V$	=	Volume Spesimen
$\rho$	=	Massa jenis spesimen
$\sigma_{fs}$	=	Tegangan lentur specimen