

PENGARUH PENAMBAHAN LIMBAH PADAT ABU TERBANG BATUBARA(*FLY ASH*) TERHADAP KEKUATAN TEKAN DAN POROSITAS GENTENG TANAH LIAT KABUPATEN PRINGSEWU

Puji Febriansyah¹⁾, Tarkono²⁾ dan Zulhanif²⁾

¹⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung

²⁾ Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung

Jln. Prof.Sumantri Brojonegoro No. 1 Gedung H FT Lt. 2 Bandar Lampung

Telp. (0721) 3555519, Fax. (0721) 704947

Email : puji.manggarani@gmail.com, Tarkono@unila.ac.id, Hanif@unila.ac.id

Abstract

Fly ash, chemically is analumino-silicamineral containing Ca, K, and Na elements, fly ash has amoderate to high bonding capacity characteristic, and has acement-forming properties. In this study the authors use the industrial fly ash coal waste as an alternative mixture of tile manufacture. The tiles manufactured by mixing clay, sand, water and fly ash. Then smoothed with ekstuder machine and forming kuweh then aerate for 3 days, before do the dieing process. Tile dried for 4 days, then do fumigation for 12 hours and followed by burning process for 12 hours. Testing is done for press and porosity testing in order to determine the presence/absence of the influence of the addition of rice husk ash/fly ash to clay tile in the Pringsewu Region. The results showed that there is compressive strength and porosity change compared to tiles without a mixture of fly ash. The optimum value for testing tap and porosity testing obtained on the tile with a mixture composition of fly ash is 5% to the value of the average compressive strength of 11,042 kPa and the mean porosity is 17.27 %. The minimum value for testing tap and porosity obtained on tile without fly ash mixed with the mean compressive strength of 8,393 kPa and the mean porosity is 21,92 %

Keywords : clay tile, coal fly ash, silica (SiO_2), compressive strength, porosity

LATAR BELAKANG

Kebutuhan akan tempat tinggal pada dewasa ini semakin meningkat seiring dengan laju pertumbuhan penduduk yang semakin pesat. Peningkatan kebutuhan akan perumahan secara otomatis kebutuhan akan bahan bangunan semakin meningkat pula. Peningkatan akan kebutuhan bahan bangunan harus disikapi dengan pemanfaatan dan penemuan bahan bangunan yang mampu memberikan alternatif kemudahan pengerjaan serta hemat biaya. Berbagai penelitian telah dilakukan dengan harapan akan ditemukannya alternatif teknik konstruksi yang efisien serta penyediaan bahan bangunan dalam jumlah besar dan ekonomis. Penelitian-penelitian yang telah dilakukan antara lain : penelitian tentang suhu pembakaran terhadap kualitas genteng yang telah dilakukan oleh nurjanah yaitu menemukan suhu pembakaran optimal sebesar

900⁰ C. penambahan bahan baku genteng menggunakan kaolin yang mempunyai kekuatan dan densitas lebih tinggi yang dilakukan oleh Murjito.

Dewasa ini hasil produksi limbah abu terbang batubara yang dihasilkan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) berkisar 700.000-1.000.000 ton/tahun. Melihat begitu banyak fly ash yang dihasilkan maka masalah yang akan timbul adalah pengrusakan lingkungan.

Disisi lain fly ash memiliki sifat pengikat bila dicampur dengan air serta memiliki sifat-sifat pembentuk semen. Dari sifat-sifat tersebut fly ash dapat digunakan sebagai bahan substitusi bahan bangunan seperti genteng tanah liat.

Berdasarkan uraian tersebut di atas dan untuk meningkatkan kualitas produk genteng tanah liat penulis tertarik untuk melakukan penelitian

tentang pemanfaatan limbah abu terbang batubara sebagai bahan baku tambah dalam proses pembuatan genteng tanah liat di Kabupaten Pringsewu.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan limbah padat abu terbang batubara (*fly ash*) terhadap kekuatan tekan dan porositas genteng tanah liat.

Alat dan Bahan Penelitian

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : tanah liat, pasir, air, limbah padat abu terbang batubara (*fly ash*). Sedangkan alat yang digunakan adalah : cangkul, mesin *extruder* (molen), cetakan, tungku, ayakan, timbangan, mesin uji tekan, oven, neraca teknis kapasitas 10 kg ketelitian 1 gram, bak penampung air, dan lap lembab.

Prosedur Pengujian

1. Proses Pencampuran dan Pengadukan

- a. Menyiapkan limbah padat abu terbang batubara (*fly ash*) kemudian mengayak.
- b. Mencampur tanah liat, pasir dan *fly ash* dengan ditambah dengan air hingga rata dengan komposisi campuran :
 1. Untuk sampel 2,5 % komposisi campurannya adalah :
2,5 % limbah padat abu terbang batubara (*fly ash*) : 97,5 % campuran genteng (5 % air, 15% pasir dan 77,5% lempung)
 2. Untuk sampel 5% komposisi campurannya adalah :
5% limbah padat abu terbang batubara (*fly ash*) : 95% campuran genteng (5% air, 15% pasir dan 75% lempung).
 3. Untuk sampel 7,5% komposisi campurannya adalah:
7,5% limbah padat abu terbang batubara (*fly ash*) : 85% campuran genteng (5% air, 15% pasir dan 72,5% lempung).
 4. Untuk sampel 0% limbah padat abu terbang batubara (*fly ash*) campurannya adalah:
80% lempung, 15% pasir, dan 5% air.
- c. Setelah tercampur dengan rata, kemudian bahan campuran dimasukkan

ke dalam mesin penggilingan yang bertujuan untuk memadatkan campuran bahan.

- d. Setelah bahan telah membentuk kuweh, maka kuweh ditiriskan selama 24 jam.

2. Prosedur Pencetakan dan Pembakaran

- a. Sebelum dilakukan pencetakan alat cetak terlebih dahulu diolesi pelumas agar specimen mudah dipindahkan dari alat cetak.
- b. Setelah genteng dicetak kemudian ditiriskan selama 3 hari agar kadar air berkurang.
- c. Setelah ditiriskan selama 3 hari genteng di keringkan dengan menggunakan sinar matahari selama 1 hari.
- d. Genteng yang telah dikeringkan kemudian dimasukkan kedalam tungku pembakaran selama 3 hari.
- e. Pembakaran dimulai dengan api kecil yang disebut pengasapan dengan suhu dibawah 600° C selama 12 jam dan dilanjutkan pembakaran dengan api besar yang disebut pembakaran biscuit yang suhunya 800°C sampai 1000°C selama 12 jam.

3. Proses Pengujian Porositas

Standar pengujian yang digunakan dalam pengujian ini adalah SNI 03_2095_1988 dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Menyiapkan genteng
- b. Mengeringkan genteng dalam oven pada suhu 110°C selama 2 jam
- c. Menimbang genteng yang telah dikeringkan
- d. Setelah genteng ditimbang kemudian direndam dalam air selama 24 jam.
- e. Setelah genteng direndam kemudian genteng ditimbang dalam kondisi basah dengan menyeka permukaan genteng terlebih dahulu dengan lap lembab.
- f. Menghitung rata-rata penyerapan air dalam genteng.

4. Proses Pengujian Tekan

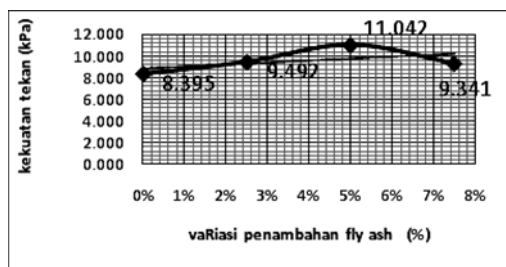
- a. Meletakkan genteng dalam arah membujur yang disangga dua batang baja berdiameter 3 cm. Batang baja pembebanan dipasang pada tengah genteng, dan meletakkan karet antara

- batang baja tersebut agar tidak kontak langsung antara batang baja dengan genteng
- b. Pembebanan dilakukan secara perlahan dengan penambahan 5 kgf/s hingga genteng patah.

PEMBAHASAN

Pengujian Tekan

Setelah dilakukan uji tekan pada genteng tanah liat diperoleh grafik hasil uji tekan sebagai berikut :



Gambar 1. Grafik Uji Tekan

Dari hasil pengujian mengenai kekuatan tekan genteng pada masing-masing campuran yang berbeda diperoleh nilai kekuatan tekan yang berbeda pula. Setiap campuran komposisi bahan diuji dalam 3 sampel. Pada genteng yang tidak menggunakan limbah padat abu terbang batubara (*fly ash*) dalam campuran komposisi bahan atau campuran *fly ash* 0% diperoleh nilai pada genteng pertama adalah 8,509 kPa, pada genteng kedua diperoleh nilai kekuatan tekannya adalah 9,070 kPa, dan pada genteng yang ketiga diperoleh nilai kekuatan tekannya adalah 7,601 KPa, sehingga nilai rata-rata kekuatan tekan genteng tanpa campuran limbah padat abu terbang batubara (*fly ash*) 8,393 KPa.

Pada campuran limbah padat abu terbang batubara (*fly ash*) 2,5% diperoleh nilai kekuatan tekan pada genteng pertama adalah 9,303kPa, pada genteng kedua nilai kekuatan tekannya adalah 10,097kPa, dan pada genteng ke tiga diperoleh nilai kekuatan tekan adalah 9,076kPa, sehingga didapat nilai rata-rata kekuatan tekan untuk genteng dengan

campuran limbah padat abu terbang batubara (*fly ash*) 2,5% adalah 9,492kPa.

Pada campuran limbah padat abu terbang batubara (*fly ash*) 5% diperoleh nilai kekuatan tekan genteng pertama adalah 10,438kPa, pada genteng ke dua diperoleh nilai kekuatan tekannya adalah 11,799kPa, dan pada genteng ketiga didapat nilai kekuatan tekannya adalah 10,892kPa, sehingga didapat nilai rata-rata kekuatan tekan untuk genteng dengan campuran limbah padat abu terbang batubara (*fly ash*) 5% adalah 11,042kPa.

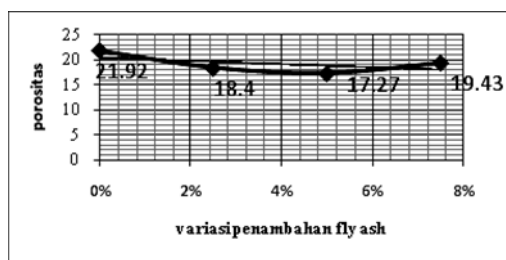
Pada campuran limbah padat abu terbang batubara (*fly ash*) 7,5% diperoleh nilai kekuatan tekan pada tiga pengujian yaitu untuk pengujian pertama diperoleh nilai kekuatan tekan adalah 8,963kPa. Pada pengujian yang kedua diperoleh nilai kekuatan tekan yaitu 9,757 kPa, dan pada pengujian yang ketiga diperoleh nilai kekuatan tekannya adalah 9,303 kPa. Dari ketiga pengujian genteng dengan komposisi campuran limbah padat abu terbang batubara (*fly ash*) 7,5 % diperoleh nilai rata-rata kekuatan tekan adalah 9,341kPa.

Berdasarkan grafik diatas nilai kekuatan tekan dari hasil pengujian menunjukkan adanya peningkatan dengan penambahan limbah padat abu terbang batubara (*fly ash*) terhadap genteng tanah liat. Hal ini dapat terlihat pada grafik uji tekan di atas. Pada genteng dengan komposisi limbah padat abu terbang batubara (*fly ash*)0% nilai rata-rata kekuatan tekan yang diperoleh adalah 8.393kPa, kemudian mengalami peningkatan pada genteng dengan komposisi limbah padat abu terbang batubara (*fly ash*)2,5 % dengan nilai kekuatan tekan 9.492,28 kPa. Pada genteng dengan komposisi limbah padat abu terbang batubara (*fly ash*)5% kekuatan tekan pun naik menjadi 11.042,81 kPa, tetapi pada genteng dengan komposisi limbah padat abu terbang batubara (*fly ash*)7,5% kekuatan tekan menurun menjadi 9.341 kPa.

Nilai optimum terlihat pada genteng dengan komposisi campuran limbah padat abu terbang batubara (*fly ash*) sebesar 5% dengan kekuatan tekan mencapai 11.042,81 kPa.

Pengujian Daya Serap Air (Porositas)

Dari pengujian daya serap air atau porositas yang telah dilakukan, maka diperoleh grafik sebagai berikut :



Gambar 2. Grafik Uji Porositas

Dari hasil pengujian porositas atau daya serap air pada masing-masing campuran kadar limbah padat abu terbang batubara (*fly ash*) diperoleh nilai daya serap (porositas) yang berbeda dalam satuan %. Pada campuran yang tidak menggunakan limbah padat abu terbang batubara (*fly ash*) dalam komposisi campuran bahan diperoleh nilai porositas genteng yang pertama adalah 21,92%. Pada genteng yang kedua diperoleh nilai daya serap adalah 21,91%, dan pada genteng yang ketiga daya serapnya adalah 21,95% sehingga diperoleh nilai rata-rata daya serap air (porositas) adalah 21,92%.

Pada campuran limbah padat abu terbang batubara (*fly ash*) 2,5% diperoleh nilai porositas untuk genteng yang pertama adalah 18,11%. Pada genteng yang kedua diperoleh nilai porositas 18,12%, dan pada genteng yang ketiga diperoleh nilai porositasnya 18,92% sehingga diperoleh rata-rata daya serap air (porositas) adalah 18,4%.

Pada campuran limbah padat abu terbang batubara (*fly ash*) 5% diperoleh nilai porositas untuk genteng yang pertama adalah 17,55%. Pada genteng yang kedua diperoleh nilai porositas adalah 17,05%, dan untuk genteng yang ketiga diperoleh nilai porositas adalah 17,21%. Dari ketiga pengujian untuk genteng dengan komposisi campuran limbah padat abu terbang batubara (*fly ash*) diperoleh nilai rerata daya serap air (porositas) adalah 19,27%.

Pada campuran abu sekam padi 7,5% diperoleh nilai porositas untuk genteng yang pertama adalah 20,47%. Pada genteng yang kedua diperoleh nilai porositasnya adalah 18,99%. Pada genteng yang ketiga diperoleh nilai porositas adalah 18,84% sehingga diperoleh nilai rata-rata daya serap air (porositas) adalah 19,43%.

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa hasil pengujian dari variasi campuran kadar limbah padat abu terbang batubara (*fly ash*) sebesar 0%, 2,5%, 5%, dan 7,5% pada genteng tanah liat menghasilkan nilai daya serap air (porositas) yang berbeda-beda.

Berdasarkan grafik diatas nilai daya serap air (porositas) pada hasil pengujian menunjukkan adanya perubahan terhadap genteng tanpa limbah padat abu terbang batubara (*fly ash*) dan genteng menggunakan limbah padat abu terbang batubara(*fly ash*). Pada genteng tanpa campuran limbah padat abu terbang batubara(*fly ash*) (0%) nilai rata-rata daya serap genteng terhadap air adalah 21,92% dan mengalami sedikit peningkatan pada genteng dengan komposisi limbah padat abu terbang batubara (*fly ash*) 2,5 % dengan nilai rata-rata 18,4%. Pada genteng dengan komposisi limbah padat abu terbang batubara(*fly ash*)5% nilai daya serap rata-ratanya adalah 17,27% dan pada genteng dengan komposisi limbah padat abu terbang batubara (*fly ash*)7,5% daya serap air rata-rata adalah 19,43 %. Nilai daya serap terbaik dicapai pada campuran komposisi limbah padat abu terbang batubara(*fly ash*)5% yaitu 17,27%.

Dari hasil pengujian kekuatan tekan didapatkan nilai ujitekan yang bervariasi dari berbagai variasi komposisi penambahan *fly ash*. Uji tekan dilakukan untuk mengetahui kualitas genteng tanah liat. Kuat tekan suatu material didefinisikan sebagai kemampuan material dalam menahan beban atau gaya mekanis sampai terjadinya kegagalan atau pecah.

Pada grafik 6 menunjukkan hasil nilai pengujian tekan genteng tanah liat dengan berbagai variasi komposisi limbah padat abu terbang batubara (*fly ash*) yang berbeda-beda.

Pada grafik pengujian tekan tersebut terlihat genteng dengan komposisi limbah padat abu terbang batubara (*fly ash*) 0 % atau hanya menggunakan tanah liat dan pasir memiliki kekuatan tekan terendah yaitu sebesar 8.393 kPa. Hal ini disebabkan unsur silika ataupun penguat dalam bahan baku genteng masih kurang. Silika disini berperan untuk mengisi rongga dan sebagai pengikat antara partikel tanah liat dan pasir sehingga berfungsi sebagai bahan penguat genteng tanah liat. Pada genteng dengan komposisi *fly ash* 0 % unsur silika hanya berasal dari tanah liat dan pasir yang jumlahnya masih kurang untuk mengikat partikel tanah liat dan pasir sehingga pada genteng tanah liat ini kekuatan tekan relatif rendah dibandingkan dengan genteng tanah liat dengan tambahan bahan baku *fly ash*.

Pada genteng dengan komposisi *fly ash* 2,5 % kekuatan tekan meningkat menjadi 9.492,28 kPa. Kenaikan kuat tekan ini disebabkan adanya penambahan *fly ash* pada bahan baku pembuatan genteng tanah liat. *Fly ash* merupakan material oksida anorganik yang mengandung unsur silika dan alumina aktif karena sudah melalui proses pembakaran pada suhu tinggi. *Fly ash* bersifat aktif yaitu dapat bereaksi dengan komponen lain dalam komposisinya untuk membentuk material baru yang lebih padat. (Ardha, 2003). Sehingga dengan penambahan abu terbang batubara atau *fly ash* genteng tanah liat yang terbentuk semakin padat dan kekuatan tekannya semakin meningkat.

Pada genteng dengan komposisi *fly ash* 5 % kekuatan tekan meningkat lagi menjadi 11.042,81 kPa. Kenaikan kuat tekan ini disebabkan *fly ash* yang digunakan pada komposisi ini lebih banyak sehingga unsur silika pada *fly ash* sebagai pengikat lebih banyak. Pada komposisi *fly ash* 5 % ikatan pada bahan material genteng lebih kuat sehingga kekuatan tekan genteng meningkat.

Pada genteng dengan komposisi *fly ash* 7,5 % terjadi penurunan kekuatan tekan genteng menjadi 9.341 kPa. Penurunan kekuatan tekan ini disebabkan komposisi *fly ash* yang digunakan terlalu banyak sebagai bahan tambah pembuatan genteng tanah liat.

Penambahan komposisi *fly ash* pada bahan pembuatan genteng tanah liat menimbulkan material halus (SiO_2) yang dapat mengurangi sifat plastis bahan pembuatan genteng tanah liat. Penurunan sifat plastis ini dapat mengurangi kuat tekan genteng tanah liat.

Pengujian porositas atau daya serap air merupakan salah satu cara untuk mengetahui kualitas genteng tanah liat. Data porositas didapatkan dari nilai genteng basah (direndam dalam air) dan nilai genteng kering.

Dari hasil uji porositas di atas yaitu pada grafik 7 diperoleh nilai porositas genteng tanah liat yang berbeda-beda dari berbagai variasi penambahan bahan campuran *fly ash*. Nilai porositas genteng tanah liat menurun dengan penambahan bahan tambah *fly ash*. Nilai porositas rata-rata pada genteng tanpa campuran *fly ash* adalah 21,92 %. Pada komposisi *fly ash* 2,5 % nilai rata-rata porositas genteng menurun menjadi 18,4 % dan pada komposisi *fly ash* 5% nilai rata-rata porositas menurun lagi menjadi 17,27 %. Penurunan nilai porositas ini dikarenakan *fly ash* memiliki butiran yang halus yaitu dengan diameter 0,075 mm. Dengan butiran yang halus ini maka *fly ash* mampu mengisi pori-pori antara tanah liat dan pasir, sehingga genteng yang terbentuk semakin padat dan daya serap air semakin kecil. Semakin bertambah abu terbang dalam komposisi campuran maka serapan air semakin berkurang. Hal ini sesuai dengan pendapat Sofwan Hadi (2000) yang menyatakan bahwa penggunaan abu terbang akan mengurangi serapan air pada pembuatan genteng.

Namun pada komposisi *fly ash* 7,5 % terjadi peningkatan nilai porositas genteng tanah liat dari 17,21 % menjadi 19,43 %. Hal ini dikarenakan *fly ash* sebagai bahan tambah pembuatan genteng terlalu banyak dan secara otomatis tanah liat sebagai bahan utama pembuatan genteng berkurang. Hal ini menyebabkan kerusakan pada kuweh genteng dan mengakibatkan genteng yang terbentuk terdapat retak-retak. Retak-retak ini mengakibatkan daya serap air meningkat, yaitu air masuk melewati retak-retak pada genteng.

Didalam penelitian inilimbah padat abu terbang batubara (*fly ash*) memiliki peran penting. Penambahan *fly ash* dengan komposisi yang tepat mampu meningkatkan kekuatan tekan genteng tanah liat dan mengurangi daya serap genteng terhadap air.

Penambahan *fly ash* pada pembuatan genteng tanah liat selain meningkatkan kekuatan tekan dan mengurangi nilai porositas genteng tanah liat juga mengurangi pemakaian tanah liat sebagai bahan baku pembuatan genteng. Pada penelitian ini penambahan *fly ash* dengan variasi 5 % dapat menghemat pemakaian tanah liat sebesar 125 gram untuk satu buah genteng. Apabila genteng diproduksi sebanyak 10.000 buah maka bisa menghemat tanah liat sebanyak 125 kg. Hal ini dapat dijadikan solusi untuk menghemat tanah liat yang semakin hari semakin menipis.

SIMPULAN

Setelah melakukan penelitian dan pengolahan data, maka dapat disimpulkan dengan penambahan limbah padat abu terbang batubara (*fly Ash*) terjadi perubahan kekuatan tekan dan porositas dibandingkan dengan genteng tanpa campuran limbah padat abu terbang batubara (*ifly ash*), nilai optimum untuk pengujian tekan dan porositas diperoleh pada genteng dengan campuran komposisi limbah padat abu terbang batubara (*fly ash*) 5% dengan nilai rerata kekuatan tekannya yaitu 11,042 kPa dan nilai rerata porositas adalah 17,27 %. Nilai minimum untuk penujian tekan dan porositas diperoleh pada genteng tanpa campuran limbah padat abu terbang batubara (*fly ash*) dengan nilai rerata kekuatan tekannya sebesar 8,393 kPa dan nilai rerata porositas adalah 21,92 %.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Abdulloh. 2004. *Evaluasi Teknik Uji Geseran Uji Tekan dalam Kajian Pengaruh Kadar Air dan Penambahan Zat Limbun terhadap karakteristik Plastisitas lempung asal Dsn. Pandisari Ds. Sawoo Kec. KutorejoKab. Mojokerto*, Thesis tidak diterbitkan. Bandung: Departemen

Kimia Fakultas MIPA ITB.

- [2] Badan Standar Nasional, 1998, SK-SNI 03-2095 *Genteng Keramik*, Jakarta.
- [3] Badan Standar Nasional, 2002, SK-SNI 03-6861.1 *Spesifikasi Bahan Bangunan*, Jakarta.
- [4] Furguson G, (1983):” Use of Self Cementing *Fly ash* as a Soil Stabilisation Agent”, Proc. *Fly ash* for Soil Improvement, ASCE Special Geotechnical Publication, 36: 1- 4.
- [5] Huang, J.T., Airey, (1993):”Effects of cement and density on an artificially cemented sand”, *Geotechnical Engineering of Hard Soils-Soft Rocks*, Balkema.
- [6] Kurniasari, H.D. 2008. *Solidifikasi Limbah Alumina dan Sand Blasting PT. Pertamina UP IV Cilacap Sebagai Campuran Bahan Pembuatan Keramik*. Tugas Akhir jurusan teknik lingkungan fakultas teknik sipil dan perencanaan. Yogyakarta: Universitas islam Indonesia.
- [7] Surdia, T. & Saito, S., 1985, *Pengetahuan Bahan Teknik*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- [8] Surdia, Tata M.s.Met.E. 1996. *Teknik Pengecoran*. Penerbit Pradiya Paramita, Jakarta.