

# THE EFFECT OF USING MIXED WASTE ASH COMBUSTION AS THE PARTIALLY REPLACEMENT OF FINE AGREGATE TO THE LOCKBRICK MODULAR CHARACTERISTICS

## PENGARUH ABU PEMBAKARAN SAMPAH CAMPURAN SEBAGAI PENGANTI SEBAGIAN AGREGAT HALUS TERHADAP KARAKTERISTIK LOCKBRICK MODULER

Yogo Prihatono<sup>1</sup>, Chundakus Habsya<sup>2</sup>, Sri Sumarni<sup>3</sup>

### ABSTRACT

The goal of this research to discover: the effect of using mixed waste ash combustion to partially replace fine agregate against specific gravity, compressive strength, and modular lockbrick water absorption, discover the optimal percentage of mixed waste ash combustion utilized on partial replacement of fine agregate against specific gravity, compressive strength, and modular lockbrick water absorption.

Any variable work on this research is a dependent variable: specific gravity, compressive strength, and modular lockbrick water absorption, independent variable: variation of mixed waste ash combustion added with the percentage of 0%, 15%, 20% and 25% from total weight of sand.

The result of this research can be concluded as: the variation of mixed waste ash combustion as partial substitute for fine agregate affect heavily in a negative way against specific gravity and compressive strength of modular lockbrick wherein decreasing the values. At the same time, the value of moduler lockbrick water absorption effect heavily in a positive way wherein causing the values to increase. The optimal values of specific gravity, compressive strength and water absorption occurs in the variation of 15% because it belongs to small amount of specific gravity and modular lockbrick type III without ignoring the values of compressive strenght and water absorption.

**Keyword:** lockbrick modular, mixed waste ash combustion, specific gravity, compressive strength, water absorption.

### ABSTRAK

Tujuan penelitian untuk mengetahui: pengaruh persentase penggunaan abu pembakaran sampah campuran untuk menggantikan sebagian agregat halus terhadap berat jenis, kuat tekan, dan penyerapan air lockbrick moduler, mengetahui persentase optimal penggunaan abu pembakaran sampah campuran untuk menggantikan sebagian agregat halus terhadap berat jenis, kuat tekan, dan penyerapan air lockbrick moduler.

Variabel yang mempengaruhi dalam penelitian yaitu variabel terikat: berat jenis, kuat tekan, dan penyerapan air lockbrick moduler, variabel bebas: variasi 0%, 15%, 20%, dan 25% kebutuhan abu pembakaran sampah campuran dari total berat pasir.

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa, variasi abu pembakaran sampah campuran sebagai pengganti sebagian agregat halus berpengaruh sangat kuat dan bersifat negatif terhadap berat jenis dan kuat tekan lockbrick moduler dimana mengakibatkan penurunan nilai, sedangkan untuk nilai penyerapan air lockbrick moduler berpengaruh sangat kuat dan bersifat positif dimana mengakibatkan peningkatan nilai. Nilai optimal berat jenis, kuat tekan, dan penyerapan air terdapat pada variasi 15% karena termasuk dalam kategori berat jenis ringan dan batako berlubang tipe III dengan tidak mengabaikan nilai kuat tekan dan penyerapan air.

**Kata kunci:** lockbrick moduler, abu pembakaran sampah campuran, berat jenis, kuat tekan, penyerapan air.

---

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan FKIP UNS Surakarta

<sup>2</sup> Staf Pengajar Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan FKIP UNS Surakarta

<sup>3</sup> Staf Pengajar Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan FKIP UNS Surakarta

## A. PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk yang begitu pesat serta jumlah penduduk yang besar merupakan salah satu tantangan yang dihadapi oleh negara berkembang, termasuk Indonesia. Hal tersebut berakibat pada pertumbuhan pembangunan yang berbanding lurus dengan pertumbuhan penduduk. Pengembangan kawasan hunian, sarana umum, jalan, dan jembatan akan menimbulkan permintaan bahan bangunan yang meningkat, sehingga bahan-bahan bangunan tersebut harus tersedia dalam jumlah yang besar.

Dari seluruh bahan bangunan yang digunakan, sebagian besar bangunan di Indonesia menggunakan beton. Beton banyak digunakan karena mempunyai banyak kelebihan, Mulyono berpendapat “Kelebihan beton adalah dapat dengan mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi, mampu memikul beban berat, tahan terhadap temperatur yang tinggi, dan biaya pemeliharaan sangat kecil” (2004: 4).

Salah satu material bangunan yang menggunakan beton adalah dinding. Keberadaan dinding beton semakin berkembang pesat dikarenakan saat ini pelaksanaan pembangunan harus dilakukan dengan cepat. Dinding beton dibagi menjadi beberapa jenis diantaranya: dinding beton *precast*, dinding beton ringan, dan batako. Akan tetapi yang paling banyak digunakan untuk pembangunan hunian maupun gedung adalah batako.

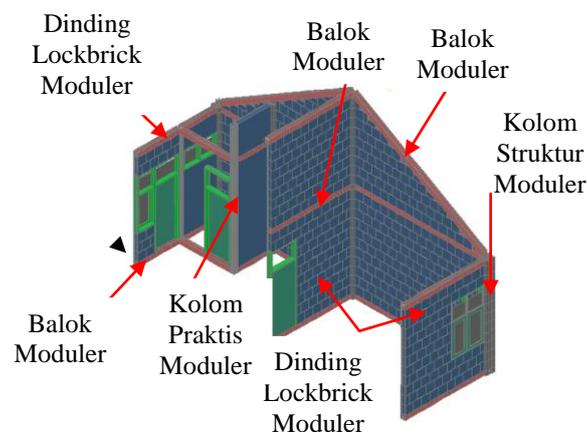
Batako merupakan suatu jenis unsur bangunan berbentuk bata yang dibuat dari bahan utama semen *portland*, air, dan agregat yang dipergunakan untuk pasangan dinding. Menurut bentuknya batako dibedakan menjadi dua yaitu batako berlubang (*hollow block*) dan batako tidak berlubang (*solid block*) (SNI 03-0349-1989).

Menurut Heinz dan Koesmartadi (1999: 97) batako mempunyai beberapa keuntungan diantaranya: pemakaian bila dibandingkan dengan bata merah, terlihat penghematan dalam beberapa segi, misalnya setiap meter persegi luas dinding lebih sedikit jumlah batu yang dibutuhkan, sehingga kuantitatif terdapat

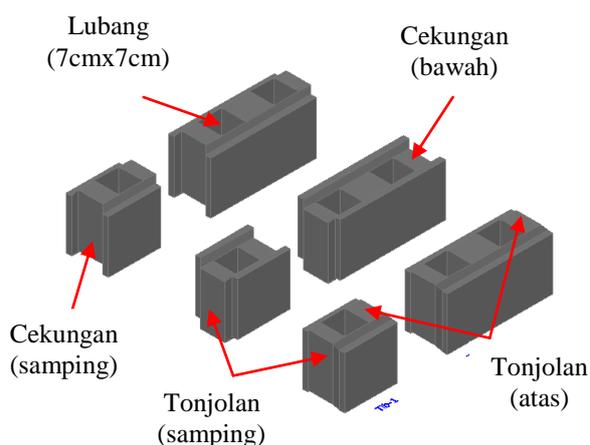
penghematan. Terdapat pula penghematan dalam pemakaian adukan sampai 75%. Berat tembok diperingan dengan 50%, dengan demikian pondasinya bisa berkurang. Bentuk batako yang bermacam-macam memungkinkan variasi yang cukup banyak, dan jika kualitas batako baik, maka tembok tidak perlu diplester dan sudah cukup menarik.

Ditinjau dari segi efektifitas dan keterjangkauan masyarakat batako seharusnya lebih efektif digunakan sebagai partisi dinding pada bangunan daripada batu bata maupun yang lainnya. Akan tetapi masyarakat umum masih enggan menggunakan batako dengan alasan berat sendiri yang besar, mudah terjadi retak rambut, bukan penghantar isolasi yang baik, dan pemasangannya masih dilakukan secara konvensional.

Dengan demikian perlu diadakan studi batako yang lebih efisien. Batako tanpa spesi pada saat pemasangan disebut lockbrick modular, dengan prinsip sisi sambungan lockbrick modular saling mengunci dengan bentuk sambungan jantan betina. Lockbrick modular memiliki lubang menerus yang dapat digunakan untuk tempat pipa air bersih, kabel listrik, dan perkuatan dinding (Habsya, 2005). Lockbrick modular dalam penelitian ini termasuk dalam kategori batako berlubang (*hollow block*) sehingga segala acuan mengacu pada standar batako berlubang. Sistem prapabrikasi lockbrick modular dapat dilihat pada gambar 1-2.



Gambar 1. Potongan 3D Rumah Tumbuh  
(Sumber: Habsya, 2005)



Gambar 2. Produk Lockbrick Moduler  
(Sumber: Habsya, 2005)

Batako menggunakan bahan agregat halus yang seluruhnya dari pasir sehingga menyebabkan harga batako lebih mahal dari batu bata tanah liat. Pasir merupakan bahan bangunan yang tidak bisa diperbarui dan semakin hari semakin berkurang keberadaannya. Dengan demikian perlu adanya inovasi penambahan agregat halus lain untuk mengurangi penggunaan pasir.

Di Indonesia sudah ada beberapa inovasi bahan pengganti pasir salah satunya adalah abu pembakaran sampah. Sampah merupakan hal yang menjadi momok dikarenakan pengolahannya masih buruk. Salah satu pengolahan sampah yang masih buruk di Solo adalah Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPAS) Putri Cempo yaitu hanya menggunakan sistem *open dumping*, dengan kata lain sampah tersebut dibuang dan dibiarkan sampai menggunung setelah menggunung sampah tersebut dilakukan proses pembakaran. Setelah pembakaran sampah dilakukan, terdapat masalah yang serius yaitu abu pembakaran sampah tersebut dibiarkan tanpa adanya perlakuan khusus oleh pengelola TPAS, sehingga semakin lama abu pembakaran sampah semakin menggunung karena tidak dimanfaatkan sama sekali.

Melihat potensi abu pembakaran sampah sampai saat ini belum dikelola secara maksimal dan secara kasat mata karakteristiknya menyerupai agregat halus (pasir), maka perlu diusahakan untuk

memanfaatkannya sebagai bahan pengganti agregat halus beton terutama dinding beton. Abu pembakaran sampah bisa menjadi alternatif bahan pengganti agregat halus sehingga mengurangi penggunaan pasir secara berlebih. Abu pembakaran sampah campuran sebelum diayak dapat dilihat pada gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Abu Pembakaran Sampah  
Campuran

Sampah adalah bahan yang tidak mempunyai nilai atau tidak berharga untuk digunakan secara biasa atau khusus dalam proses produksi atau pemakaian, barang rusak atau cacat selama manufaktur, materi berlebihan atau kekurangan (Ismoyo, 1994). Menurut DPU 1990 sampah adalah sesuatu yang tidak berguna lagi, dibuang oleh pemiliknya atau pemakai semula, sumber daya yang tidak siap pakai, limbah yang bersifat padat, yang terdiri dari zat organik dan zat anorganik, yang dianggap tidak berguna lagi dan harus dikelola agar tidak membahayakan lingkungan dan melindungi investasi pembangunan. Dari beberapa pengertian diatas dapat ditarik kesimpulan bahwa sampah merupakan sesuatu hasil buangan yang bisa maupun tidak bisa dimanfaatkan lagi oleh manusia.

Berat jenis adalah perbandingan antara berat benda uji dibagi dengan volume. Pengukuran berat jenis dapat dihitung dengan rumus:

$$B_j = \frac{w}{v} \dots\dots\dots(i)$$

Dimana

$B_j$  = berat jenis ( $\text{kg}/\text{cm}^3$ )

$w$  = Berat benda uji (kg)

$v$  = Volume benda uji ( $\text{cm}^3$ )

Batako diklasifikasikan menjadi dua golongan yaitu batako normal dan batako ringan. Batako normal memiliki berat jenis sekitar 2200-2400 kg/m<sup>3</sup>. Sedangkan batako ringan memiliki berat jenis <1800 kg/m<sup>3</sup> (Wijanarko, 2008).

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan beton. Pengukuran kuat tekan (*compressive strength*) dapat dihitung dengan dengan persamaan sebagai berikut (SNI 03-1974-1990):

$$\sigma = \frac{F}{A} \dots\dots\dots(ii)$$

Dimana :

- $\sigma$  = Kuat Tekan (N/mm<sup>2</sup>)
- F = Beban Maksimum (N)
- A = Luas penampang yang terkena penekanan gaya (mm<sup>2</sup>)

Jenis batako menurut nilai kuat tekannya diklasifikasikan menjadi empat tipe (SNI 03-0349-1989).

Penyerapan air adalah kemampuan beton untuk menyerap air. Semakin banyak beton menyerap air maka kualitas beton akan semakin tidak baik. Untuk mengetahui besarnya penyerapan air diukur dan dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut (Sihombing, 2009):

$$WA = \frac{M_j - M_k}{M_k} \times 100 \% \dots\dots\dots(iii)$$

Dimana :

- WA = *Water Absorption* (%)
- M<sub>k</sub> = Massa benda di udara (gram)
- M<sub>j</sub> = Massa benda dalam kondisi saturasi/jenuh (gram)

Batako memiliki syarat nilai penyerapan air disesuaikan dengan tipe dari batako tersebut (SNI 03-0349-1989).

Pembuatan lockbrick moduler dalam penelitian ini untuk mengetahui pengaruh persentase penggunaan abu pembakaran sampah campuran untuk menggantikan sebagian agregat halus terhadap berat jenis, kuat tekan, dan penyerapan air lockbrick

moduler serta nilai optimal penggunaan abu pembakaran sampah campuran untuk menggantikan sebagian agregat halus terhadap berat jenis, kuat tekan, dan penyerapan air lockbrick moduler.

## B. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan eksperimen yang dilaksanakan di laboratorium dengan kondisi dan perlengkapan yang disesuaikan dengan kebutuhan untuk memperoleh data tentang pengaruh abu pembakaran sampah campuran sebagai pengganti sebagian agregat halus terhadap karakteristik lockbrick moduler.

Dalam penelitian ini lockbrick moduler dibuat dari campuran semen, agregat halus (pasir/abu pembakaran sampah campuran), dan air. Metode campuran yang digunakan 1(semen) : 7(pasir) dengan ukuran panjang 30 cm, tebal 12 cm, dan tinggi 15 cm dan jumlah benda uji 48 buah.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini antara lain:

1. Data yang diperoleh dari hasil pengujian eksperimen dan pengamatan di laboratorium yang nantinya hasil akan dicatat dan digunakan sebagai hasil data untuk pembahasan, analisa data dan laporan penelitian. Adapun beberapa pengujian yang dilakukan yaitu kadar lumpur, kadar zat organik, berat jenis, gradasi, kadar air untuk pengujian bahan, sedangkan untuk pengujian benda uji lockbrick moduler meliputi berat jenis, kuat tekan, dan penyerapan air.
2. Data yang diperoleh dari referensi seperti buku-buku yang relevan yang dapat membantu penelitian ini.

Teknik analisis data yang digunakan dalam penelitian ini untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh abu pembakaran sampah campuran sebagai pengganti sebagian agregat halus terhadap karakteristik lockbrick moduler yaitu analisis regresi. Namun sebelum dilakukan analisis regresi terlebih dahulu diadakan pengujian prasyarat analisis yang berupa uji normalitas dan uji linieritas.

## C. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil Pengujian Linearitas Berat Jenis

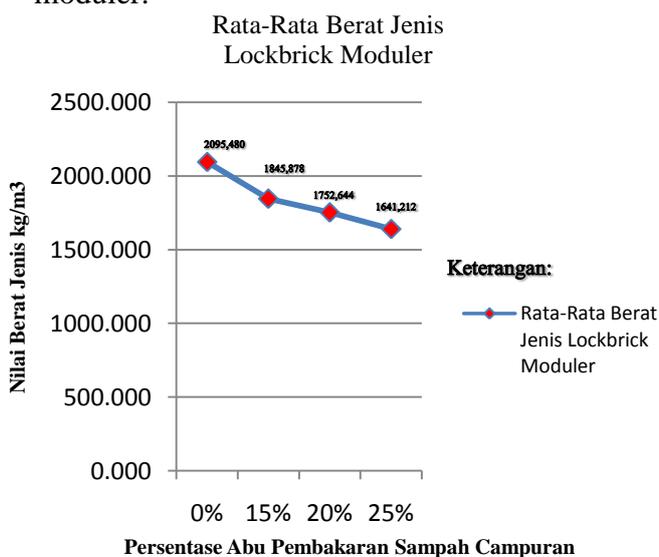
*Model Summary and Parameter Estimates*

Dependent Variable: BeratJenis

| Equation | Model Summary |         |     |     |      | Parameter Estimates |         |
|----------|---------------|---------|-----|-----|------|---------------------|---------|
|          | R Square      | F       | df1 | df2 | Sig. | Constant            | b1      |
| Linear   | .987          | 1.068E3 | 1   | 14  | .000 | 2.102E3             | -17.877 |

The independent variable is VariasiAbuPembakaranSampah.

Abu pembakaran sampah campuran sebagai pengganti sebagian agregat halus berpengaruh terhadap berat jenis lockbrick moduler. Dilihat dari tabel 1 diperoleh nilai koefisien determinasi (*Rsquare*) sebesar 0,987 yang artinya abu pembakaran sampah campuran berpengaruh sebesar 98,7%, sedangkan 1,3% dipengaruhi oleh faktor lain. Menurut (Sugiyono, 2010:184) nilai keterpengaruhan tingkat hubungan antar variabel dilihat pula dari besarnya nilai koefisien korelasinya (*R*). Nilai koefisien korelasinya (*R*) untuk berat jenis didapat dengan cara  $\sqrt{Rsquare}$  yaitu  $\sqrt{0,987} = 0,993$  dan dapat ditarik kesimpulan keterpengaruhan abu pembakaran sampah campuran sebagai pengganti sebagian agregat halus berpengaruh sangat kuat terhadap berat jenis lockbrick moduler.



Gambar 4. Nilai Rata-Rata Berat Jenis Lockbrick Moduler

Berdasarkan analisis deskriptif dan dilihat dari gambar 4, nilai berat jenis mengalami penurunan seiring dengan penambahan abu pembakaran sampah campuran yang semakin banyak. Hal ini disebabkan karena berat jenis dari abu pembakaran sampah campuran tergolong dalam berat jenis ringan dan jauh relatif lebih kecil daripada agregat halus (pasir) dengan nilai berat jenis abu pembakaran sampah campuran yaitu 0,747. Nilai berat jenis pada bahan penyusun mempengaruhi berat jenis pada lockbrick moduler dikarenakan nilai berat jenis suatu benda tergantung dari nilai berat jenis bahan penyusunnya. Jadi ketika berat jenis bahan penyusunnya kecil, maka berat jenis benda juga kecil begitu juga sebaliknya ketika nilai berat jenis bahan penyusunnya besar maka berat jenis benda uji juga akan besar.

Tabel 2. Hasil Pengujian Linearitas Kuat Tekan

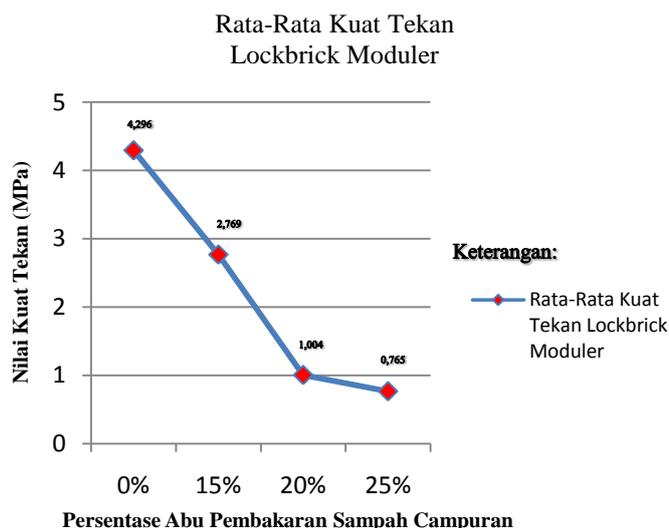
*Model Summary and Parameter Estimates*

Dependent Variable: KuatTekan

| Equation | Model Summary |        |     |     |      | Parameter Estimates |       |
|----------|---------------|--------|-----|-----|------|---------------------|-------|
|          | R Square      | F      | df1 | df2 | Sig. | Constant            | b1    |
| Linear   | .812          | 60.648 | 1   | 14  | .000 | 4.427               | -.148 |

The independent variable is VariasiAbuPembakaranSampah.

Abu pembakaran sampah campuran sebagai pengganti sebagian agregat halus berpengaruh terhadap kuat tekan lockbrick moduler. Dilihat dari tabel 2 diperoleh nilai koefisien determinasi (*Rsquare*) sebesar 0,812 yang artinya abu pembakaran sampah campuran berpengaruh sebesar 81,2%, sedangkan 18,8% dipengaruhi oleh faktor lain. Menurut (Sugiyono, 2010:184) nilai keterpengaruhan tingkat hubungan antar variabel dilihat pula dari besarnya nilai koefisien korelasinya (*R*). Nilai koefisien korelasinya (*R*) untuk berat jenis didapat dengan cara  $\sqrt{Rsquare}$  yaitu  $\sqrt{0,812} = 0,901$  dan dapat ditarik kesimpulan keterpengaruhan abu pembakaran sampah campuran sebagai pengganti sebagian agregat halus berpengaruh sangat kuat terhadap kuat tekan lockbrick moduler.



Gambar 5. Nilai Rata-Rata Kuat Tekan Lockbrick Moduler

Berdasarkan analisis deskriptif dan dilihat dari gambar 5, nilai kuat tekan mengalami penurunan seiring dengan penambahan abu pembakaran sampah campuran yang semakin banyak. Hal ini disebabkan dalam pencetakan lockbrick moduler mengalami beberapa kendala yaitu semakin banyak penggunaan abu pembakaran sampah campuran semakin sulit pula dalam pencetakan lockbrick moduler. Sulit dalam pencetakan yang dimaksud adalah daya rekat campuran antara pasir, abu pembakaran sampah campuran, semen *portland*, dan air pada lockbrick moduler menjadi berkurang karena abu pembakaran sampah campuran memiliki sifat lembek (cepat menyatu dengan air ketika dicampur). Sifat lembek dari abu pembakaran sampah campuran diperkuat juga dengan hasil penyerapan air abu pembakaran sampah campuran dengan nilai 81,668. Sehingga dalam pelepasan cetakan sering runtuh pada bagian tepi sehingga harus benar-benar hati-hati dalam proses pelepasan cetakan. Sedangkan hasil pengujian secara fisik pada tekstur bagian lockbrick moduler yang pecah setelah dilakukan uji tekan mempunyai penyebaran dan kerapatan agregat yang kurang baik yaitu pada bagian pinggir benda uji. Hal tersebut juga berbanding lurus dengan berat jenis, ketika nilai berat jenis semakin menurun maka nilai kuat tekan juga semakin menurun. Dengan

demikian penggunaan abu pembakaran sampah campuran dapat menurunkan nilai kuat tekan lockbrick moduler.

Tabel 3. Hasil Pengujian Linearitas Penyerapan Air

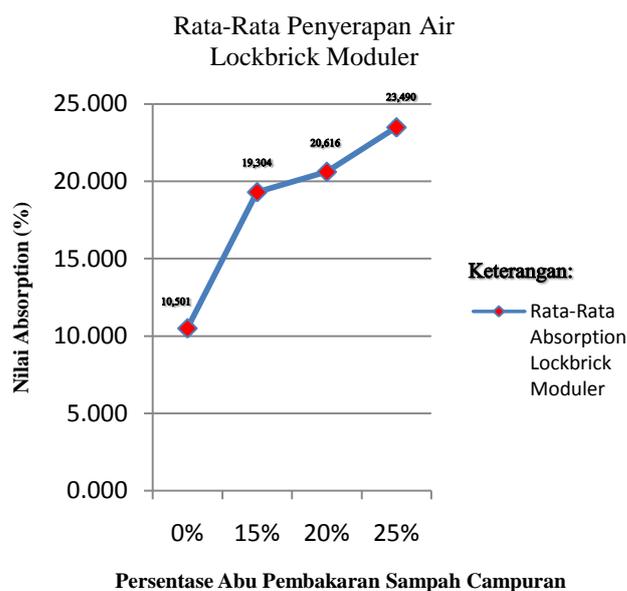
*Model Summary and Parameter Estimates*

Dependent Variable: Penyerapan Air

| Equation | Model Summary |         |     |     | Parameter Estimates |          |      |
|----------|---------------|---------|-----|-----|---------------------|----------|------|
|          | R Square      | F       | df1 | df2 | Sig.                | Constant | b1   |
| Linear   | .945          | 241.912 | 1   | 14  | .000                | 10.744   | .516 |

The independent variable is Variasi Abu Pembakaran Sampah.

Abu pembakaran sampah campuran sebagai pengganti sebagian agregat halus berpengaruh terhadap penyerapan air lockbrick moduler. Dilihat dari tabel 3 diperoleh nilai koefisien determinasi (*Rsquare*) sebesar 0,945 yang artinya abu pembakaran sampah campuran berpengaruh sebesar 94,5%, sedangkan 5,5% dipengaruhi oleh faktor lain. Menurut (Sugiyono, 2010:184) nilai keterpengaruhan tingkat hubungan antar variabel dilihat pula dari besarnya nilai koefisien korelasinya (*R*). Nilai koefisien korelasinya (*R*) untuk berat jenis didapat dengan cara  $\sqrt{Rsquare}$  yaitu  $\sqrt{0,945} = 0,972$  dan dapat ditarik kesimpulan keterpengaruhan abu pembakaran sampah campuran sebagai pengganti sebagian agregat halus berpengaruh sangat kuat terhadap penyerapan air lockbrick moduler.

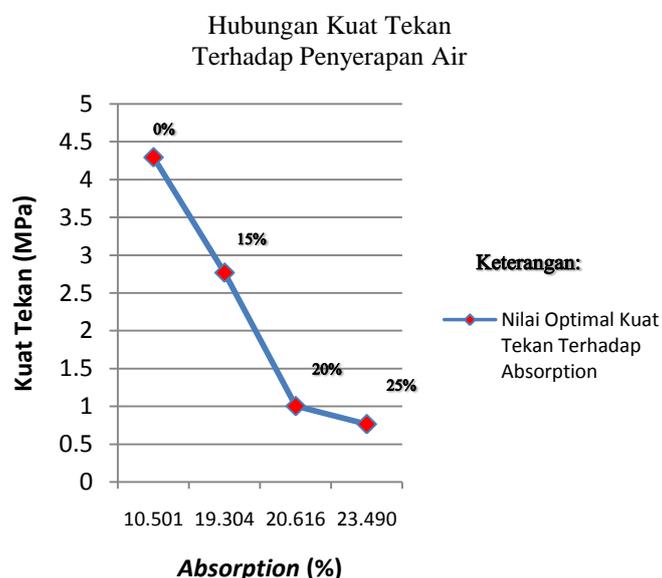


Gambar 6. Nilai Rata-Rata Penyerapan Air Lockbrick Moduler

Berdasarkan analisis deskriptif dan dilihat dari gambar 6 nilai penyerapan air mengalami peningkatan seiring dengan penambahan abu pembakaran sampah campuran yang semakin banyak. Hal ini disebabkan karena nilai penyerapan air abu pembakaran sampah campuran sebesar 81,668 dan tergolong dalam penyerapan air sangat tinggi, sedangkan pasir hanya memiliki nilai penyerapan air sebesar 1,31. Dari penjelasan tersebut dapat dijelaskan bahwa abu pembakaran sampah campuran memiliki daya resap yang lebih tinggi daripada pasir. Sifat fisik pasir yang keras dan juga sudah lama terendam di air menyebabkan pori-porinya kedap air, sehingga sulit untuk menyerap air lagi. Sedangkan pada abu pembakaran sampah campuran masih memungkinkan pori-porinya terisi oleh air. Apalagi jika setelah ikatan semen mengeras, abu pembakaran sampah campuran akan menyusut volumenya. Ketika penyerapan air pada abu pembakaran sampah campuran sangat tinggi maka nilai penyerapan air pada benda uji juga akan tinggi dikarenakan nilai suatu benda uji akan tergantung dari nilai bahan pembuatannya. Hal ini berbanding terbalik dengan hasil pengujian berat jenis dan kuat tekan, ketika nilai berat jenis dan kuat tekan semakin menurun maka nilai penyerapan air justru semakin meningkat. Dengan demikian penggunaan abu pembakaran sampah campuran dapat meningkatkan nilai penyerapan air pada lockbrick moduler.

Nilai berat jenis optimal tidak didapatkan dikarenakan semakin banyak penggunaan abu pembakaran sampah campuran maka akan semakin menurun nilai berat jenisnya (lihat gambar 4). Dari gambar 4 dapat diketahui bahwa berat jenis lockbrick moduler dengan abu pembakaran sampah campuran 0% memiliki nilai rata-rata 2095,480 kg/m<sup>3</sup> yang termasuk dalam berat jenis tertinggi pada penelitian ini dan masuk dalam kategori beton normal, sedangkan yang paling rendah ada pada variasi abu pembakaran sampah campuran 25% dengan nilai rata-rata 1641,212 kg/m<sup>3</sup> dan masuk dalam kategori beton ringan (Wijanarko, 2008). Hal tersebut disebabkan karena hasil

pengujian bahan abu pembakaran sampah campuran yang memiliki nilai berat jenis 0,747 (kategori agregat halus dengan berat jenis ringan). Nilai berat jenis pada bahan penyusun dalam hal ini abu pembakaran sampah campuran sangat mempengaruhi berat jenis pada lockbrick moduler dikarenakan nilai berat jenis suatu benda tergantung dari nilai berat jenis bahan penyusunnya. Hasil tersebut juga berbanding lurus dengan kuat tekan, ketika nilai kuat tekan menurun maka nilai berat jenis juga menurun. Dalam hasil analisis statistik dan deskriptif dikatakan tidak terdapat nilai optimal akan tetapi menurut penulis terdapat nilai optimal dengan mempertimbangkan hasil dari kuat tekan dan penyerapan air yang berpedoman SNI 03-0349-1989. Nilai optimal tersebut terletak pada variasi 15% dikarenakan nilai berat jenis pada variasi tersebut termasuk kategori batako ringan, kuat tekan masuk ke dalam tipe III, dan nilai penyerapan air sesuai yang disyaratkan <35%. Sedangkan untuk variasi 20% dan 25% memiliki nilai kuat tekan yang kurang bagus walaupun nilai penyerapan air dan berat jenis memenuhi syarat.



Gambar 7. Hubungan Kuat Tekan Terhadap Penyerapan Air Lockbrick Moduler

Nilai kuat tekan optimal tidak didapatkan dikarenakan semakin banyak penggunaan abu pembakaran sampah

campuran maka akan semakin menurun nilai kuat tekannya (lihat gambar 5). Dari gambar 5 dapat diketahui bahwa nilai kuat tekan lockbrick moduler tertinggi ada pada variasi 0% dengan nilai rata-rata adalah 4,296 MPa, sedangkan nilai kuat tekan terendah ada pada variasi 25% dengan nilai rata-rata adalah 0,765 MPa. Dilihat dari gambar 7, nilai optimal kuat tekan merupakan nilai tertinggi pada hasil pengujian, akan tetapi dikarenakan nilai tertinggi ada pada variasi 0% dan variasi 0% digunakan sebagai pembanding maka nilai optimal bukan terletak pada variasi 0% melainkan terletak pada variasi 15%. Nilai kuat tekan lockbrick moduler variasi 15% menjadi nilai optimal pada penelitian ini dan masuk dalam kategori batako berlubang tipe III (SNI 03-0349-1989) dengan tidak mengabaikan nilai penyerapan air dan berat jenisnya (lihat gambar 7). Hal ini berbanding lurus dengan berat jenis, ketika nilai berat jenis semakin menurun maka nilai kuat tekan juga semakin menurun.

Nilai penyerapan air optimal tidak didapatkan dikarenakan semakin banyak penggunaan abu pembakaran sampah campuran maka akan semakin naik nilai penyerapan airnya (lihat gambar 6). Dari gambar 6 dapat diketahui bahwa nilai penyerapan air lockbrick moduler terendah ada pada variasi 0% dengan nilai rata-rata 10,501%, sedangkan nilai tertinggi ada pada variasi 25% dengan nilai rata-rata 20,616%. Dilihat dari gambar 7, nilai optimal penyerapan air lockbrick moduler pada penelitian ini seharusnya terdapat pada variasi 0% dengan nilai rata-rata 10,501% akan tetapi dikarenakan variasi 0% digunakan sebagai pembanding maka nilai optimal terletak pada variasi 15% dengan nilai 19,304%. Nilai penyerapan air lockbrick moduler variasi 15% menjadi nilai optimal pada penelitian ini dan masuk dalam kategori batako berlubang tipe III dengan penyerapan air <35% dan tidak mengabaikan nilai kuat tekan yang disyaratkan (SNI 03-0349-1989) (lihat gambar 7). Hal ini berbanding terbalik dengan berat jenis dan kuat tekan, ketika nilai berat jenis dan kuat tekan semakin menurun maka nilai penyerapan air semakin meningkat.

#### **D. KESIMPULAN DAN SARAN**

1. Variasi abu pembakaran sampah campuran sebagai pengganti sebagian agregat halus berpengaruh sangat kuat terhadap berat jenis lockbrick moduler. Pengaruh yang terjadi bersifat negatif, dimana abu pembakaran sampah campuran sebagai pengganti sebagian agregat halus akan mengakibatkan penurunan nilai berat jenis lockbrick moduler.
2. Variasi abu pembakaran sampah campuran sebagai pengganti sebagian agregat halus berpengaruh sangat kuat terhadap kuat tekan lockbrick moduler. Pengaruh yang terjadi bersifat negatif, dimana abu pembakaran sampah campuran sebagai pengganti sebagian agregat halus akan mengakibatkan penurunan nilai kuat tekan lockbrick moduler.
3. Variasi abu pembakaran sampah campuran sebagai pengganti sebagian agregat halus berpengaruh sangat kuat terhadap penyerapan air lockbrick. Pengaruh yang terjadi bersifat positif, dimana abu pembakaran sampah campuran sebagai pengganti sebagian agregat halus akan mengakibatkan peningkatan nilai penyerapan air lockbrick moduler.
4. Nilai berat jenis lockbrick moduler optimal ada pada variasi abu pembakaran sampah campuran 15% yaitu sebesar 1845,878 kg/m<sup>3</sup> karena nilai berat jenis pada variasi 15% termasuk dalam kategori berat jenis ringan dengan tidak mengabaikan nilai kuat tekan dan penyerapan air.
5. Nilai kuat tekan lockbrick moduler optimal ada pada variasi abu pembakaran sampah campuran 15% yaitu sebesar 2,769 MPa karena nilai kuat tekan pada variasi 15% termasuk dalam kategori batako berlubang tipe III dengan tidak mengabaikan nilai berat jenis dan penyerapan air.
6. Nilai penyerapan air lockbrick moduler optimal ada pada variasi abu pembakaran sampah campuran 15% yaitu sebesar 19,304% karena nilai penyerapan air pada variasi 15% termasuk dalam kategori batako berlubang tipe III dengan tidak mengabaikan nilai berat jenis dan kuat tekan.

## DAFTAR PUSTAKA

- \_\_\_\_\_. (1989). *Standar Nasional Indonesia 03-0349-1989: Bata Beton untuk Pasangan Dinding*. Dewan Standarisasi Nasional.
- \_\_\_\_\_. (1990). *Standar Nasional Indonesia SNI 03-1974-1990: Metode Pengujian Kuat Tekan*. Dewan Standarisasi Nasional.
- Departemen Pekerjaan Umum. (1990). *Tata Cara Pengelolaan Teknik Sampah Perkotaan, SK SNI T-13-1990-F*. Jakarta: Yayasan LPBM.
- Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret. (2012). *Pedoman Penulisan Skripsi*. Surakarta: UNS Pers.
- Habsya, C. (2005). *Studi Perencanaan dan Perancangan Rumah Sederhana Tumbuh*. Makalah disajikan pada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Heinz, F & Koesmartadi. (1999). *Ilmu Bahan Bangunan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Ismoyo IH. (1994). *Kamus Istilah Lingkungan*. Jakarta: Bina Rena Pariwara.
- Mulyono, T. (2004). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Sihombing, B. (2009). *Pembuatan dan Karakteristik Batako Ringan yang Dibuat Dari Sludge (Limbah Padat) Industri Kertas-Semen*. Tesis. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Sugiyono. (2009). *Metodologi Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
- Wijanarko, W. (2008). *Analisis Penambahan Jerami Padi dalam Bentuk Block atau Kotak Sebagai Bahan Pengisi Batako Berlubang*. Skripsi Tidak Dipublikasikan, Jurusan Pendidikan Teknik Kejuruan Universitas Sebelas Maret, Surakarta.