

# TEKNOIN

JURNAL TEKNOLOGI INDUSTRI

ISSN 0853-8697

Volume 14, Nomor 2, Agustus 2009

---

Pengaruh Hostload Generator Pembangkit Terhadap Profil Tegangan  
**A.N. Afandi, Asri, Husna**

---

Studi Penggunaan Motor Servo Magnet Permanen Tegangan 480 V DC 1850 RPM pada  
Mesin Potong Kertas Karton  
**Alfian Junaidi**

---

Ontology Sistem E-Learning Berbasis Semantik Web  
**Bernard Renaldy Suteja, Suryo Guritno, Retantyo Wardoyo, Ahmad Ashari**

---

Experimental Design in Optimizing Alcohol Treatment of Pyrolysis Oil by  
Reactive Distillation  
**Diana**

---

Analisis Preferensi Konsumen dalam Pemilihan Jasa Operator Telekomunikasi Seluler  
untuk Perancangan Business Plan  
**Elly Wuryaningtyas Yunitasari dan Farham H.M. Saleh**

---

Fotooksidasi LLDPE Hasil Teknik Himrem I dengan Sinar UV  
**Hasnah Muin**

---

Fotodegradasi Alizarin Red S Melalui Reaksi Photo-Fenton-Like dengan Katalis  
Fe(III)/Zeolite Beta  
**Is Fatimah**

---

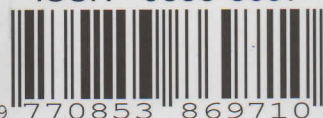
Estimasi Arus Motor DC Seri dengan Fuzzy Observer Berdasar Kecepatan Motor  
**Medilla Kusriyanto, Samiadji Herdjunanto, Wahyu Widada**

---

Biobriket Campuran Arang Kayu dan Sampah Kota sebagai Alternatif Pemecahan Bahan  
Bakar Murah untuk Rakyat  
**Yuliani Indrianingsih, Dedet Hermawan S.**

---

ISSN 0853-8697



Teknoin

Volume 14

Nomor 2

Hlm.001-074

Yogyakarta  
Agustus 2009

ISSN:  
0853-8697

## DAFTAR ISI

- 01-06 **Pengaruh Hostload Generator Pembangkit Terhadap Profil Tegangan**  
A.N. Afandi, Asri, Husna
- 07-13 **Studi Penggunaan Motor Servo Magnet Permanen Tegangan 480 V DC 1850 RPM pada Mesin Potong Kertas Karton**  
Alfian Junaidi
- 15-26 **Ontology Sistem E-Learning Berbasis Semantik Web**  
Bernard Renaldy Suteja, Suryo Guritno, Retantyo Wardoyo, Ahmad Ashari
- 27-34 **Experimental Design in Optimizing Alcohol Treatment of Pyrolysis Oil by Reactive Distillation**  
Diana
- 35-41 **Analisis Preferensi Konsumen dalam Pemilihan Jasa Operator Telekomunikasi Seluler untuk Perancangan Business Plan**  
Elly Wuryaningtyas Yunitasari dan Farham H.M. Saleh
- 43-49 **Fotooksidasi LLDPE Hasil Teknik Himrem I dengan Sinar UV**  
Hasnah Muin
- 51-57 **Fotodegradasi Alizarin Red S Melalui Reaksi Photo-Fenton-Like dengan Katalis Fe(III)/Zeolite Beta**  
Is Fatimah
- 59-68 **Estimasi Arus Motor DC Seri dengan Fuzzy Observer Berdasar Kecepatan Motor**  
Medilla Kusriyanto, Samiadji Herdjunanto, Wahyu Widada
- 69-74 **Biobriket Campuran Arang Kayu dan Sampah Kota sebagai Alternatif Pemecahan Bahan Bakar Murah untuk Rakyat**  
Yuliani Indrianingsih, Dedet Hermawan S.

*Redaksi menerima tulisan yang belum pernah diterbitkan atau dalam proses penerbitan dari kalangan akademisi dan peneliti. Redaksi berhak mengubah tulisan tanpa mengurangi atau mengubah maksudnya. Pedoman penulisan tercantum pada bagian akhir Jurnal ini.*

# TEKNOIN

Jurnal Teknologi Industri

Jurnal Teknologi Industri TEKNOIN adalah jurnal yang mengkaji masalah yang berhubungan dengan teknologi industri. Penelitian yang dilaporkan dapat berupa penelitian untuk pengembangan keilmuan atau terapan.

Jurnal ini terbit empat kali dalam setahun,  
setiap bulan Maret, Juni, September, dan Desember

Pelindung  
**Fathul Wahid**

Pemimpin Umum  
**Agus Taufiq**

Pemimpin Redaksi  
**Farham H.M. Saleh**

Sekretaris Redaksi  
**Agung Nugroho Adi**

Dewan Redaksi  
**R. Chairul Saleh**  
**Hari Purnomo**  
**Asmanto Subagyo**  
**Sri Kusumadewi**  
**Mauridy Heri Purnomo**  
**Agung Alfiansyah**  
**Waziz Wildan**

Administrasi  
**Pangesti Rahman**  
**Sarjudi**

Alamat Redaksi  
**Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia**  
**Jl. Kaliurang Km. 14,5 Yogyakarta 55501**  
**Telp. (0274) 895287, Faks. (0274) 895007**  
**E-mail: [teknoin@fti.uii.ac.id](mailto:teknoin@fti.uii.ac.id)**



## BIOBRIKET CAMPURAN ARANG KAYU DAN SAMPAH KOTA SEBAGAI ALTERNATIF PEMECAHAN BAHAN BAKAR MURAH UNTUK RAKYAT

Yuliani Indrianingsih, Dedet Hermawan S

Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto (STTA)  
Jl. Janti Blok R Lanud Adisutjipto Yogyakarta  
e-mail: yulista@gmail.com

### ABSTRACT

*This research background is the increasing of fuel price, especially oil, is causing consumer to switch to wood charcoal as fuel. But the wood charcoal price is increasing too. On the other side the city garbage becomes complex problem to handle. However the city garbage can be used to be energy source. We can elaborate the two problem solving to make briquettes from mixture of garbage and wood charcoal.*

*The study begins with the making of briquettes, which the mixture is crushed to 100 mesh size and then pressed at a pressure of 250 kg/cm<sup>2</sup>. The result of the research show that CO emission is affected by the airflow rate, but not affected by briquettes geometry.*

*Keywords: wood charcoal, city garbage, briquettes.*

### PENDAHULUAN

Saat ini, dimana harga bahan bakar minyak mulai dikurangi subsidi banyak masyarakat kurang mampu yang sumber bahan bakar utama untuk memasak berganti dari bahan bakar minyak, dalam hal ini minyak tanah, menjadi arang kayu, dengan pertimbangan murah dan mudah didapat. Namun di sisi lain, harga kayu sudah mulai merangkak naik, hal ini akan berakibat pada harga jual ke konsumen pun akan semakin naik pula dan untuk mendapatkan kayu pun untuk dibeberapa kota besar kian sulit. Di sisi lain, di kota-kota besar, permasalahan sampah kota menjadi masalah yang kian krusial dan menjadi isu utama lingkungan karena semakin tak tertangani dengan baik, padahal sampah kota sebenarnya merupakan sumber energi alternatif yang selama kurang mendapat perhatian. Sampah kota selama ini umumnya dibakar di *incinerator* dengan satu konsekuensi adanya polutan berupa *dioxin*. Melihat kondisi diatas, terlihat adanya peluang untuk mereduksi permasalahan di atas yaitu dengan memperkenalkan satu bahan bakar alternatif buatan berupa briket yang terbuat dari campuran arang kayu, sampah kota, dan bahan pengikat polutan.

### TINJAUAN PUSTAKA

Pemanfaatan *biomass* sebagai bahan bakar di Indonesia ternyata masih sangat kecil bila dibandingkan dengan negara lain. Riset menunjukkan, pada tahun 1987, pemanfaatan sekam padi sebagai bahan bakar ternyata kurang dari 10%, sedangkan di India pemanfaatan sekam padi menjadi bahan bakar mencapai 40% pada tahun 1980 (Werther, 2000).

Huff (1980) meneliti mengenai pengaruh ukuran, bentuk, densitas, kadar air dan temperatur dinding tungku terhadap waktu pembakaran kayu. Ukuran bahan bakar dan temperatur dinding tungku memberikan pengaruh terbesar terhadap waktu pembakaran. Kadar air memberikan pengaruh yang lebih kecil dan temperatur udara tidak memberikan pengaruh yang signifikan pada waktu pembakaran total.

Sedangkan karakter pembakaran limbah pertanian pernah diteliti oleh Werther (2000), yang menyatakan antara lain, limbah pertanian banyak sekali mengandung *volatile* sehingga menyebabkan pembakaran dimulai pada temperatur rendah, di samping itu konsentrasi polutan tertinggi hasil pembakaran berupa abu.

Butiran *biomass* yang kecil dan kering memberikan penyalaan yang stabil. Dan apabila limbah pertanian dibakar bersama-sama dengan batu bara, maka tidak ada efek negatif yang muncul, terutama dari segi emisi polutan.

Naruse dkk., (1999) melakukan penelitian mengenai karakteristik pembakaran *biomass* yang berasal dari limbah jagung. Didapatkan bahwa karakteristik pembakaran *biomass* tergantung dari komposisi *biomass* semisal *lignin* dan *selulose*, disamping itu juga didapatkan bahwa *biomass* dapat memperbaiki proses penyalaan dan pembakaran batu bara, selain itu dalam pembakaran antar batu bara dan *biomass* ini didapatkan bahwa partikulat dari *biomass* akan ditangkap oleh abu dari batu bara selama proses pembakaran.

Penelitian mengenai pembakaran antara jerami dan batu bara diteliti oleh Pedersen dkk., (1996) yang dalam risetnya menghasilkan kesimpulan bahwa dengan pembakaran antara batu bara Kanada, emisi NO dan SO<sub>2</sub> dapat direduksi bila dibandingkan dengan pembakaran batu bara saja, juga didapatkan hasil terjadi penurunan kadar asap dan abu.

Sedangkan Antolin (1995), yang melakukan penelitian tentang pembakaran limbah kopi, mendapatkan bahwa pembakaran limbah kopi menghasilkan kadar sulfur yang rendah, selain itu keringnya kandungan campuran awal dari limbah kopi akan menguntungkan karena naiknya nilai kalor. Dan juga dari penelitian ini didapatkan satu kesimpulan bahwa pengeringan merupakan hal yang sangat penting dalam menyiapkan limbah kopi menjadi bahan bakar.

Naruse dkk., (1999) melakukan penelitian mengenai perilaku pembakaran dan kontrol emisi pada pembakaran biobriket, dari penelitian ini didapatkan hasil bahwa biobriket memiliki temperatur penyalaan yang lebih rendah dan waktu pembakaran yang lebih singkat dari pada batu bara normal dan juga didapatkan hasil dari pengujian pada tungku api biasa bahwa dari pembakaran biobriket, emisi partikulat yang dihasilkan rendah.

Davidson (1999), menyatakan bahwa pembakaran *biomass* akan dapat memperbaiki performa pembakaran dan mengontrol emisi

NO<sub>x</sub> karena *biomass* banyak mengandung *volatile matter* termasuk juga jenis *N-volatile* sebagai contoh NH<sub>3</sub>.

Dujambi (1999) meneliti laju pembakaran briket batu bara produksi PT. Bukit Asam dengan variasi parameter yang mempengaruhi pembakaran, seperti ukuran briket, laju aliran udara, temperatur dinding tungku dan temperatur *preheat*. Dari penelitian ini disimpulkan bahwa laju pembakaran naik jika laju aliran udara naik tetapi terdapat suatu kondisi optimum dimana laju pembakaran menurun dengan kenaikan lebih lanjut dari laju aliran udara, karena pengaruh dari pendinginan yang terjadi secara konveksi. Laju pembakaran naik dengan naiknya temperatur udara, tetapi kenaikan ini tidak sebesar karena pengaruh dari laju aliran udara. Laju pembakaran naik jika temperatur dinding tungku naik dan semakin besar ukuran partikel akan menyebabkan laju pembakaran berkurang.

Sedangkan beberapa penelitian mengenai pembakaran sampah kota seperti dipaparkan berikut ini. Kiran dkk., (2000) melakukan penelitian tentang pengolahan sampah plastik melalui pirolisis menyatakan bahwa dengan cara pirolisis, sampah *polyethylene* menghasilkan lebih banyak gas dibanding dengan hasil pirolisis *polystyrene*, sedangkan produk monoaromatik yang bernilai ekonomis lebih banyak ditemui pada pirolisis *polystyrene* yang dapat menghasilkan 63% minyak.

Slapak dkk., (2000) dalam penelitiannya mengenai proses gasifikasi sampah PVC mengemukakan bahwa biaya gasifikasi sampah PVC lebih murah bila dibandingkan dengan proses pembakaran konvensional di dalam incinerator namun akan mengandung konsekuensi tingginya limbah Ca Cl<sub>2</sub> yang dihasilkan.

Boavida dkk., (2002) dalam penelitiannya mengenai pembakaran batu bara dengan limbah kertas dan plastik yang tak mampu daur ulang di dalam *Fluidized Bed Reactor*, menjelaskan bahwa karakter pembakaran campuran batu bara dan sampah kertas dan plastik tergantung pada pengolahan sampah itu sendiri, juga didapatkan hasil bahwa proses pembakaran campuran terbuat bagus.

Sedangkan udara berlebih dan temperatur pembakaran merupakan parameter penting dalam pembakaran. Sedangkan penambahan *limestone* akan menurunkan kadar emisi SO<sub>2</sub> dan juga emisi logam berat tidak ada perbedaan apabila dibandingkan dengan pembakaran batu bara tunggal.

Li Xiaodong dkk., (1999) dalam penelitiannya mengenai pembakaran bersama *Municipal Solid Waste* (MSW, sampah kota) dengan batu bara dalam *Fluidized Bed Reactor* menyatakan bahwa pembakaran bersama antara batu bara dan sampah kota berlangsung efektif dan prosesnya *steady* dan juga didapatkan emisi polutan yang rendah.

Amorini dkk., (2002) yang melakukan penelitian mengenai pembakaran antara batu bara dan sampah kota yang telah diolah guna mendapatkan listrik menjelaskan bahwa pembakaran bersama tersebut memiliki operasional tinggi dan menaikkan efisiensi proses pembakaran itu sendiri.

## METODE PENELITIAN

### Bahan Penelitian

Bahan yang diuji dalam penelitian ini adalah sampah kota yang telah berada di tempat pembuangan akhir (TPA). Sampah kota yang diambil merupakan sampah kota yang telah melewati penyortiran oleh pemulung. Sampah kota adalah sampah organik yang akan diujikan diambil secara acak. Sedangkan arang yang akan digunakan adalah arang yang banyak dijual di pasar tradisional.

### Penyiapan Bahan Uji

Setelah pengumpulan sampah, selanjutnya sampah kota tersebut dikeringkan di bawah sinar matahari selama kurang lebih dua hari untuk mengurangi kadar air agar mempermudah untuk proses penghalusan hingga ukuran butir sebesar 40 mesh. Proses penghancuran untuk sampah organik menggunakan alat penggiling daging, sehingga sebelum sampah digiling, maka bentuk sampah tersebut harus disesuaikan terhadap sifat gilingan yang digunakan. Hal yang sama juga dilakukan untuk sampel arang namun tidak melalui proses pengeringan.

Bahan uji sampah kota dan arang kayu secara telah terpisah, selanjutnya dapat dilakukan pengujian analisa proksimasi dan ultimasi. Pengujian analisa proksimasi dilakukan di Laboratorium Energi Kayu Jurusan Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan UGM Yogyakarta dan untuk pengujian ultimasi dilakukan di Laboratorium Pangan dan Gizi PAU UGM.

Untuk pembriketan sampah kota digunakan bahan pengikat dari tepung kanji sebesar 10% berat bahan dasar, untuk dicetak berupa silinder dengan diameter 2,8 cm dan kotak dengan sisi 2,8 cm kemudian dipres dengan tekanan 250 Kg/cm<sup>2</sup> dengan membuat beberapa sampel dengan komposisi 60% sampah organik 40% arang dengan variasi penelitian bentuk briket (silinder dan kotak) dan jumlah aliran udara. Berat briket yang dibuat untuk uji karakteristik pembakaran sebesar 9 gram.

## Peralatan Penelitian

### Alat pembriketan

Untuk membriket bahan uji sampah kota yang telah menjadi serbuk menggunakan alat pres yang terdiri dari rangka, dongkrak hidrolik 5 ton, *pressure gauge*, dan alat cetak (pipa silinder dan plunger serta bentuk kotak).

### Alat uji pembakaran

Alat uji yang digunakan dalam pengambilan data uji pembakaran yaitu diantaranya; peralatan pembakar (tungku elektrik) yang dapat digunakan untuk proses pemanasan briket, *Digital Balancing* (timbangan digital), *Thermocouple* tipe K yang dihubungkan pada *Digital Thermocouple Reader* untuk pembacaan, *Stopwatch*, CO-meter (*single gas analyzer*). Pada saluran masuk udara diberikan sebuah fan yang dapat menyuplai aliran udara masuk. Sebelum udara masuk ke dalam tungku oleh fan, dipasang sebuah katup pengatur (besar atau kecil) kecepatan aliran udara yang akan masuk. Kecepatan aliran udara yang masuk ke ruang bakar, dapat diukur nilai dengan menggunakan *Anemometer Digital* pada sisi masukan ruang bakar.

## Prosedur Penelitian Uji Karakteristik Pembakaran

Adapun Prosedur penelitian atau cara pengambilan data uji karakteristik pembakaran ini adalah sebagai berikut:

- Menghidupkan tungku dan menyeting temperatur ruang bakar pada suhu konstan sebesar 250 °C.
- Membuka katup saluran udara masuk ke ruang bakar.
- Memasang cawan yang berada pada ruang bakar dengan kawat untuk dihubungkan dengan timbangan digital yang telah diposisikan horisontal untuk mengukur laju pengurangan massa briket saat uji pembakaran.
- Menyeting timbangan digital pada posisi nol pada keadaan cawan tanpa benda uji (briket).
- Memasukkan benda uji ke dalam cawan pada ruang bakar sehingga terukur massa awal benda uji oleh timbangan digital.
- Menempatkan termokopel yang telah terhubung dengan satu unit *Thermocouple Reader* pada benda uji pada posisi di sisi samping briket.
- Mengukur temperatur udara yang akan masuk keruang bakar pada sisi masukan saluran udara.
- Menghidupkan *Thermocouple Reader* sehingga akan terbaca suhu awal briket di dalam ruang bakar.
- Mencatat pengurangan massa, temperatur pada benda uji setiap satu menit.
- Pengambilan data diambil hingga massa briket yang terbakar tidak mengalami pengurangan massa lagi selama beberapa menit (konstan), karena pada saat ini proses pembakaran telah berakhir dan massa akhir yang terbentuk adalah massa abu yang merupakan sisa proses pembakaran benda uji.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sifat-Sifat Bahan Baku Penelitian

Analisa sifat dasar bahan baku penelitian dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Analisa sifat dasar bahan baku penelitian

| Jenis uji          | Sifat-sifat           | 100% sampah organik | Arang Kayu |
|--------------------|-----------------------|---------------------|------------|
| Analisa Proksimasi | Kadar Air (%)         | 12,628              | 12,950     |
|                    | Volatile Matter (%)   | 67,474              | 15,327     |
|                    | Fixed Carbon (%)      | 5,816               | 52,902     |
| Analisa Ultimasi   | Kadar Abu (%)         | 14,082              | 12,821     |
|                    | Nilai Kalor ( Kal/g ) | 3533,293            | 9107,31    |

Dari hasil uji proksimasi diatas terlihat bahwa perbedaan mencolok antara sampah kota 100% organik dengan arang kayu adalah terletak pada kandungan volatile matter dan kandungan *fixed carbon*, dimana arang kayu memiliki kandungan *fixed carbon* yang jauh lebih besar dengan *volatile matter* yang lebih rendah. Hal tersebut dapat dimaklumi karena arang kayu merupakan hasil proses karbonisasi *biomass* (dalam hal ini kayu) sehingga kandungan *volatile matter*- nya tereduksi. Konsekuensi dari hal tersebut adalah nilai kalor yang dimiliki oleh arang kayu akan lebih besar seperti terlihat pada analisa ultimasi. Berdasarkan hal tersebutlah, maka dalam penelitian ini komposisi briket yang dibuat adalah 60% sampah kota organik dan 40% arang guna mendapatkan optimasi antara besarnya energi yang dihasilkan selama pembakaran dan biaya bahan baku yang murah

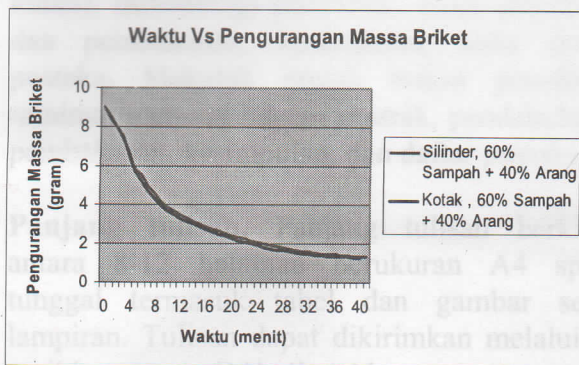
### Pengaruh Bentuk Briket Terhadap Karakteristik Pembakaran

Pengaruh bentuk briket terhadap karakteristik pembakaran briket 60% sampah kota- 40% arang kayu dapat dilihat pada gambar 1. Dari gambar tersebut terlihat bahwa bentuk briket hanya memberikan pengaruh signifikan pada temperatur hasil pembakaran briket, dimana bentuk kotak akan memberikan temperatur pembakaran yang lebih tinggi, hal ini dipengaruhi oleh luasan kontak dengan udara yang lebih luas bila dibandingkan dengan bentuk silinder dan dari hasil tersebut dapat dilihat untuk pemakaian dengan jumlah aliran udara terbatas seperti untuk penggunaan di rumah tangga, maka bentuk briket kotak akan lebih tepat karena akan memberikan temperatur pembakaran yang tinggi dengan kecepatan pembakaran yang relatif baik dan polusi CO yang cukup rendah.

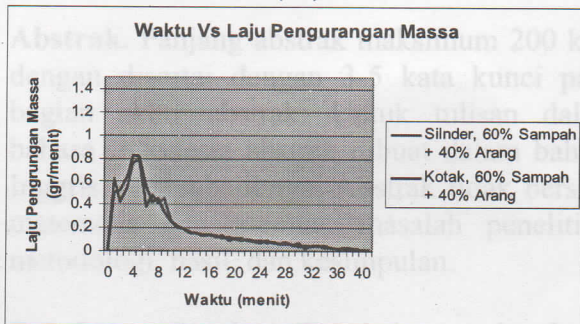
### Pengaruh Besarnya Aliran Terhadap Karakteristik Pembakaran

Pengaruh besarnya aliran udara yang mengalir terhadap karakteristik pembakaran dapat dilihat pada gambar 2. Pada gambar tersebut terlihat bahwa dengan adanya penambahan aliran udara maka proses pembakaran akan berjalan lebih cepat dengan ditunjukkan dengan pengurangan massa yang lebih cepat, mengurangi kadar CO yang terjadi namun tidak memberikan efek yang signifikan terhadap temperatur pembakaran yang dihasilkan, hal ini menunjukkan bahwa penambahan suplai udara akan memenuhi kebutuhan oksigen untuk pembakaran sehingga terjadi pembakaran sempurna yang ditunjukkan adanya reduksi emisi CO.

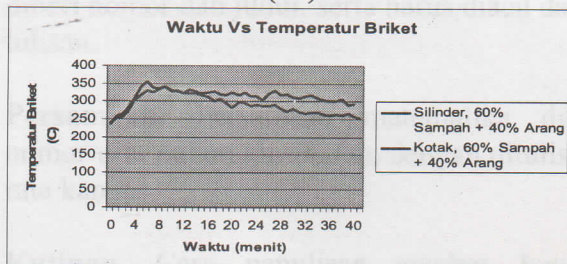
Beberapa variabel yang berpengaruh dapat dilihat pada gambar 1 dan 2.



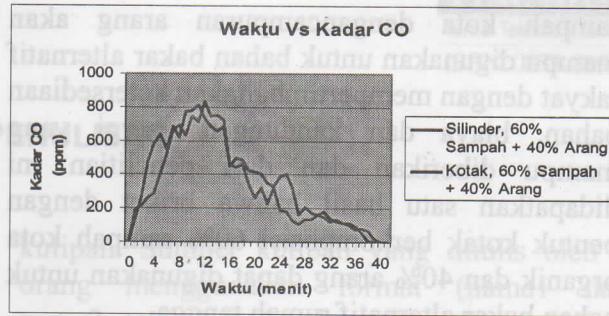
(a)



(b)

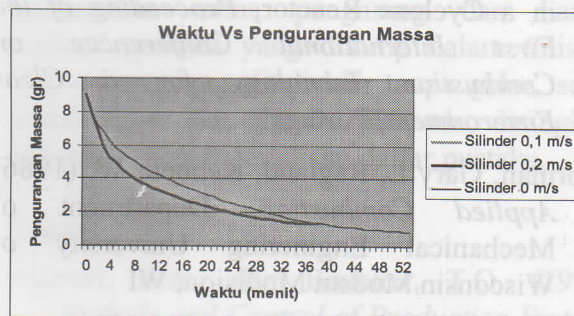


(c)

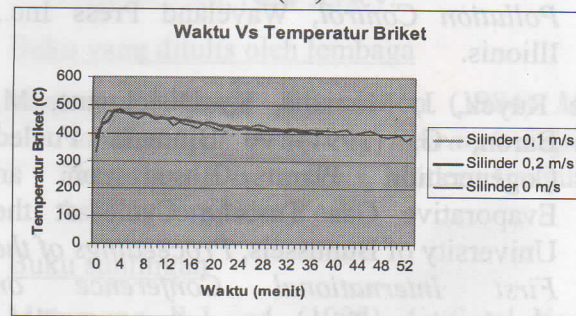


(d)

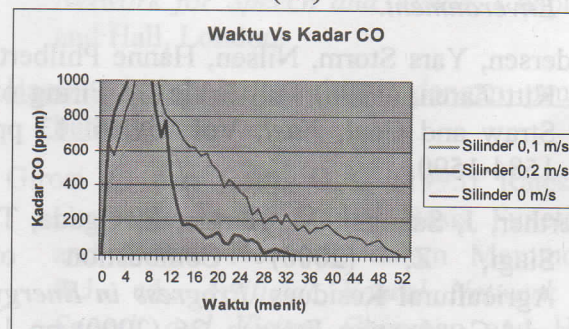
Gambar 1. Karakteristik Pembakaran Briket Sampah Kota Arang Akibat Variasi Bentuk Briket



(a)



(b)



(c)

Gambar 2. Karakteristik Pembakaran Briket Sampah Kota Arang Akibat Variasi Aliran Udara

### KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilaksanakan dapat disimpulkan bahwa penggunaan briket



sampah kota dengancampuran arang akan mampu digunakan untuk bahan bakar alternatif rakyat dengan mempertimbangkan ketersediaan bahan, biaya dan kandungan energi yang mampu diberikan dan dari penelitian ini didapatkan satu hasil bahwa briket dengan bentuk kotak berkomposisi 60% sampah kota organik dan 40% arang dapat digunakan untuk bahan bakar alternatif rumah tangga.

### Daftar Pustaka

- Araujo, L, Campos, J, Portugal, A, (1991) Gasification of Pine and Cork Susperrions in a Cyclone Reactor, *Proceeding of the First International Conference on Combustion Tecnology for a Clear Enveronment*, Portugal.
- Borman, Gary L, Ragland, Kenneth W, (1986). *Applied Combustion*, Department of Mechanical Engineering University of Wisconsin Modsin Modision, WI
- Cooper, David C, Asley, F.C. (1996) *Air Pollution Control*, Waveland Press Inc., Illionis.
- De Ruyck, J, Monialis, K, Distelmans, M, Baron, G, (1991) A Biomass Fueled Cogeneration Plarat Bosed on an Evaporative Gas Tusbine Cycle at the University of Bunussels, *Proceedings of the First International Conference on Combustion Technology for a Clean Enveronment*.
- Pedersen, Yars Storm, Nilsen, Hanne Philbert, Kitt Zaren, (1996) Full Scale Co Firing of Straw and Coal, *Fuel*, Vol 75 No. 13 pp 1584-1590.
- Werther, J, Saenger, M, Hartge, E, Ogada, T, Siagi, Z, (2000) Combustion of Agricultural Residues, *Progress in Energy and Combustion Science*, 26 (2000) pp 1-27.