
ANALISIS KINERJA TUNGKU BERBAHAN BAKAR BIO-BRIKET

Mandasini ¹⁾, Sungkono ²⁾, Andi Pawennari ³⁾, Ahiruddin ²⁾

1. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia

2. Fakultas Teknik, Universitas Muslim Indonesia

3. Jurusan Teknik Industry, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia

Email: mdsini56@yahoo.com ¹⁾, sungkono.umi@gmail.com ²⁾, pawennariandi@yahoo.com ³⁾,
achiruddinpasdah@yahoo.com ²⁾

INTISARI

Bio-briket merupakan bahan bakar padat yang terbuat dari campuran batubara dengan sekam padi, bahan bakar padat ini selanjutnya digunakan sebagai bahan bakar pengujian tungku bakar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh laju alir udara, waktu dan temperature ruang pembakaran terhadap efisiensi thermal yang dapat dicapai oleh tungku tersebut. Untuk itu perlu dicari penyelesaiannya dengan merancang system pembakaran berupa tungku bakar yang dilengkapi dengan alat instrument pengendali berupa thermokopel, flow meter dan neraca analitis, sehingga variable seperti laju alir udara, waktu, massa bahan bakar dan temperature pembakaran dapat terukur dengan akurat..

Pada sistem pembakaran ini mula-mula laju alir udara dibuat konstan dan selanjutnya setiap interval waktu empat menit secara bersamaan temperatur ruang bakar, massa bahan bakar dan temperatur air di dalam panci dicatat, perlakuan ini dilakukan hingga air mencapai titik didinya yaitu 100 °C, dengan prosedur yang sama, pembakaran diulangi dengan variasi laju alir udara yang lain (Lu): 0,06 ; 0,08 ; 0,1 (m/detik). Penelitian diperoleh variable laju alir udara 0,1 m/dtk, waktu pembakaran 12 menit dan temperature ruang bakar 510 °C serta efisiensi termal 47,11 % pada laju alir udara 0,1 m/dtk dalam waktu 10 menit

Kata kunci: *Bio-Briket, Sistem Pembakaran, Tungku.*

ABSTRACT

Bio briquet is a solid fuel made from coal mixtured with hull of rice and then used as fuel in furnace. This research objective is to investigate the effect of air flow ,time and temperature of combustion room to the thermal efficiency of furnace. The furnace was equipped with thermocouple, flow meter, and analytical scales. It is designed as a combustion system to control combustion variables accurately and the combustion variables are air flow, time, mass and temperature.

The first, in the combustion system air flow is arranged constant and each 4 minutes of time interval, temperature of furnace, mass and temperature of air are measured and recorded until 100°C (boilingpoint) by the same prosedure.The treatments are repeated with variables of air flow : 0,06; 0,08; 0,1 (m/sec). As a result, several variables of combustion system in furnace based bio briquet had gotten such as air flow 0,1 m/sec, time of combustion 12 min, temperature of furnace room 510° C and thermal efficiency 47,11% in 10 minutes and air flow 0,1 m/sec.

Key words: *Biobriquet, Combution System, Furnace*

PENDAHULUAN

Salah satu usaha penggunaan batubara asal Sulawesi Selatan sebagai bahan bakar adalah dalam bentuk bio-briket. Namun dalam pemakaiannya relatif kecil dibanding kan dengan pemakaian energi lainnya seperti gas dan minyak bumi. Hal ini disebabkan karena kualitas batubara yang rendah, sulitnya penyalan pada proses pembakaran awal, sehingga pembakaran yang kurang sempurna dapat menimbulkan emisi gas buang yang berbahaya (Kuncoro, 2003).

Mandasini dkk dalam penelitian Hibah Bersaing tahun I 2012 bahwa hasil analisa pembakaran di laboratorium, pada pemberian bahan aditif kapur dengan bahan perekat tepung kanji, memberikan emisi gas buang hasil pembakaran adalah $\text{SO}_2 = 128 \text{ ppm}$, $\text{NO}_x = 74 \text{ ppm}$ dan $\text{CO} = 0,049 \%$ serta air 9 - 10 % , abu/ash 14,9 %, sedangkan emisi gas buang hasil pembakaran dengan perekat paraffin masing-masing $\text{SO}_2 = 91 \text{ ppm}$, $\text{NO}_x = 79 \text{ ppm}$, $\text{CO}_2 = 0,039 \%$, air 9 - 10 % dan abu/ash 15, 45 % pada rasio kapur yang sama.

Dari uraian uraian tersebut bahwa hasil uji emisi gas buang, oleh Kementerian Lingkungan Hidup Nomor:KEP-13/MENLH/III/1995 masih di bawah ambang batas baku mutu emisi udara ambien yaitu maksimum 800 ppm SO_2 , 1000 ppm NO_x , dan CO ppm dengan Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) dibawah 100, maka angka tersebut masih dalam kategori rendah.

Untuk itu perlu dicari penyelesaiannya dengan merancang system pembakaran yang baik berupa tungku bakar dengan mempelajari beberapa variable seperti ruang bakar, laju alir udara, waktu dan temperature pembakaran.

Penelitian ini bertujuan membuat rekayasa system pembakaran untuk mendapatkan efisiensi termal yang baik, emisi gas buang serendah mungkin, serta nilai ekonomi yang tinggi.

LANDASAN TEORI

A. Tungku

Rancangan tungku pada dasarnya dibuat untuk mencapai efisiensi pembakaran yang tinggi serta menekan emisi gas buang yang dihasilkan. Jenis tungku sangat tergantung dari kegunaannya. Tungku untuk industri berukuran lebih besar dari

pada tungku untuk rumah tangga, yaitu rata-rata memiliki kapasitas briket 5 - 10 kg sedangkan untuk rumah tangga berkisar 1 - 2 kg.

Jenis tungku yang telah dikembangkan oleh tekMIRA adalah tungku yang terbuat dari bahan tembikar (tanah liat) selain murah juga mempunyai efisiensi antara 31 - 33 %, jenis tungku ini dilengkapi dengan penutup pengurang emisi dan ternyata sangat membantu mengurangi emisi gas secara signifikan.

Kinerja atau performance sebuah tungku adalah ditentukan dari karakteristik pembakaran yang meliputi waktu, temperatur dan kualitas udara pembakaran, sementara karakteris pembakaran briket batubara dipengaruhi oleh banyaknya briket yang dibakar dan jenis tungku yang digunakan. Satu kilogram briket batubara dengan efisiensi tungku 31% - 33 % mempunyai efektivitas panas antara 1,5 - 2 jam dengan kisaran suhu 300°C - 500°C , sedangkan untuk 2 kilogram briket batubara, lama waktu pembakarannya berkisar 2,5 - 3 jam dengan kisaran suhu 400°C - 600°C (Krevelen 1993). Berdasarkan dari hitungan tersebut memberi indikasi bahwa briket batubara akan efektif dan efisien jika digunakan antara 2 - 3 jam

B. Sistem thermal pemanasan

Jika dua sistem yang suhunya berbeda disinggungkan satu terhadap yang lainnya atau sistem terhadap perbedaan suhu maka akan terjadi perpindahan energi. Proses ini dinamakan perpindahan energi atau disebut perpindahan panas.

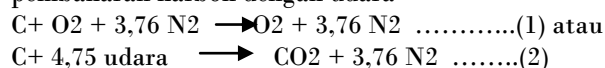
Panas tidak dapat di ukur atau di amati secara langsung, melainkan hanya pengaruhnya yang dapat diamati dan diukur. Proses perpindahan panas terjadi melalui tiga mekanisme yaitu konveksi, konduksi dan radiasi.

Cabang ilmu pengetahuan yang membantu hubungan antara panas dan bentuk energi lainnya disebut termodinamika. Ilmu ini dapat digunakan untuk menghitung energi yang diperlukan untuk merubah system dari suatu keadaan seimbang ke keadaan seimbang lainnya, akan tetapi tidak dapat menghitung perubahan termodinamika dari parameter akibat perpindahan itu. Hal ini disebabkan karena pada waktu proses perpindahan itu terjadi system berbeda dalam keadaan seimbang. Proses perpindahan panas pada tungku menyangkut persoalan perpindahan dan perubahan energi.

Dengan demikian proses-proses itu harus mengikuti hukum pertama maupun hukum kedua termodinamika.

Menurut (culp, 1985) reaksi pembakaran adalah suatu reaksi oksidasi dari tiga macam unsur yang dapat terbakar yaitu karbon, hydrogen dan sulfur berturut-turut diubah menjadi karbon doksida (CO_2), dan sulfur dioksida (SO_2). Selanjutnya karbon merupakan unsur penting dan menjadi bagian utama dari setiap senyawa karbon. Oksidasi karbon lebih lambat dari hydrogen maupun sulfur. Walaupun karbon memiliki suhu penyalan (407°C) yang lebih rendah dari hydrogen (582°C). Karbon merupakan zat padat yang relative lambat terbakar.

Untuk pembakaran setiap bahan bakar memerlukan udara yang terdiri atas campuran 21% oksigen dan 75 % nitrogen. Persamaan kimia untuk pembakaran karbon dengan udara

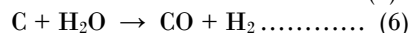
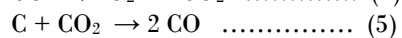
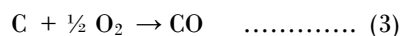


Shield (1961). Jumlah udara yang diperlukan untuk pembakaran sempurna dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti :

1. Komposisi sifat-sifat dan kondisi bahan bakar.
2. Metode pembakaran.
3. Pembakaran dan bentuk ruang pembakaran.
4. Turbulensi dan kesempurnaan pencampuran udara pembakaran dan gas-gas yang mudah menguap (vitalite gasses).

Campuran udara yang mengandung sedikit oksigen akan menghasilkan pembakaran yang tidak sempurna sehingga karbon monoksida yang tidak diinginkan akan terbentuk yang selanjutnya terbawa sebagai emisi gas buang yang berdampak pada panas yang terbuang semakin besar sehingga energy pembakaran menjadi berkurang dan efisiensi thermal menjadi rendah.

Adapun mekanisme reaksi pembentukan karbon monoksida yang terjadi pada pembakaran partikel arang karbon sebagai berikut:



C. Efisiensi pembakaran

Metode yang digunakan untuk pengujian efisiensi termal keseluruhan untuk pembakaran bio-briket pada tungku bakar mengacu pada salah satu metode pengujian pendidihan air. Metode ini dilakukan dengan memanaskan sejumlah air sampai mendidih pada kompor dengan menggunakan bahan bakar briket.

$$\eta_{th} = \frac{Q_{use}}{Q_{input}} \dots\dots\dots (7)$$

dimana :

η_{th} = efisiensi termal pembakaran briket pada kompor briket (%)

C_p = Kalor spesifik air l (ka/g $^\circ\text{C}$)

ΔT = perbedaan temperatur awal dan akhir ($^\circ\text{C}$)

Q_{input} = panas yang digunakan untuk memanaskan air (kal)

$$Q_{input} = m_b H_v \text{ (kal)} \dots\dots\dots (8)$$

dimana:

m_b = massa briket yang habis digunakan untuk pembakaran (g)

= massa awal – massa akhir.

H_v = nilai kalor bawah briket (kal/g).

Jadi efisiensi pembakaran dapat dihitung dengan menggunakan persamaan,

$$\eta_{th} = \frac{m_a C_p \Delta T}{m_b LHV} \dots\dots\dots (9)$$

METODELOGI PENELITIAN

A. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan utama dalam penelitian ini bio-briket yang telah dibuat satu tahun sebelumnya yaitu hasil penelitian HB tahun I 2012, sedangkan alat utamanya adalah tungku yang terbuat dari bahan tembikar sesuai hasil desain (rancangan) sebagai mana gambar-1 berikut :



Gambar-1 Sistem pembakaran pada tungku

B. Pengamatan Penelitian

Adapun variabel yang diamati adalah:

- Laju alir udar (Lu)
- Variasi: waktu (t)
- Temperatur Ruang Bakar

C. Prosedur Penelitian

a. Analisa dan Karakterisai Bio-riket

Bio-briket yang telah diproduksi pada tahun pertama karakterisasi meliputi analisa proximate (analisa ultimate

b. Variasi Laju Alir Udara dan waktu

Karena keterkaitan dari tiga variabel yang akan diamati terhadap efisiensi termal pada tungku

bakar, maka pengamatannya dilakukan secara simultan yaitu: Semua peralatan sistem pembakaran yang terdiri dari tungku, neraca/timbangan, thermokopel dan pipa aliran udara dirangkai dan selanjutnya dilakukan kalibrasi laju alir udara.

Selanjutnya ke dalam ruang pembakaran tungku, dimasukkan bahan bakar briket sesuai dengan kapasitas ruang bakar tungku kemudian dibakar hingga terbentuk bara dan nyala api pada saat yang bersamaan semua alat ukur sistem pembakaran seperti kompressor, termokopel dan neraca/timbangan diaktifkan.

Pada sistem pembakaran ini mula-mula laju alir udara dibuat konstan dan selanjutnya setiap interval waktu tertentu secara bersamaan temperatur ruang bakar, massa bahan bakar dan temperatur air di dalam panci dicatat, perlakuan ini dilakukan hingga air mencapai titik didinya yaitu 100 °C dan dengan prosedur yang sama, pembakaran diulangi dengan variasi laju alir udara yang berbeda

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Analisa karakteristik biobriket

Sampel bio-briket yang telah dibuat pada tahun pada tahun I (2012) di lakukan karakterisasi kembali meliputi *analisis proximate* (*moisture, volatile matter, ash* dan *fixed carbon*), *analisis ultimate* (sulfur total, nilai kalori) dan emisi gas.

Adapun hasil analisa laboratorium tersebut disajikan dalam table 4.1 berikut :

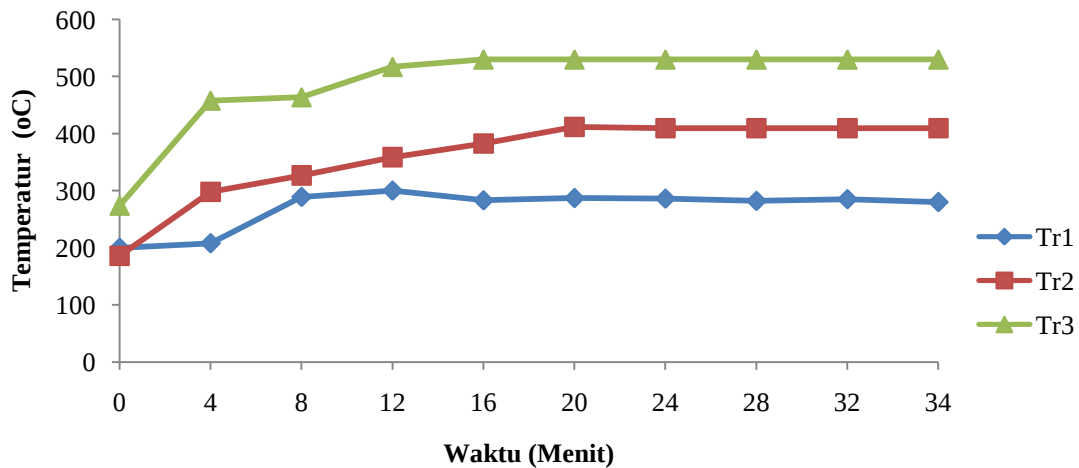
Tabel 1: Karakteristik Bio-briket

Parameter	Nilai	
<i>Proximate</i>	Lama	Baru
Zat terbang (%)	49,22	49,16
Abu (%)	12,01	11,91
Air lembab (%)	8,02	10,28
<i>Ultimate</i>		
Sulfur total (%)	3,01	3,02
Fixed carbon	30,75	30,65
Kalori (kal/g)	5826	5826

Berdasarkan table-1 hasil analisa *proximate* dan *ultimate* menunjukkan bahwa beriket yang telah tersimpan selama 1 tahun ternyata tidak ada perubahan yang signifikan dengan bio-briket yang baru diproduksi dengan bahan dan parameter pembriketan yang sama. Dari hail analisa tersebut menunjukkan bahwa bio-briket tersebut masih cukup layak untuk digunakan sebagai bahan bakar.

B. Temperatur Ruang Bakar Sebagai Fungsi Laju Alir Udara dan Waktu

Dari hasil penelitian pembakaran bio-briket dengan menggunakan tungku ditunkan hubungan antara waktu dengan tempertur ruang bakar pada 3 (tiga) macam laju alir udara disajikan dalam gambar2a, dan gambar.2b berikut:

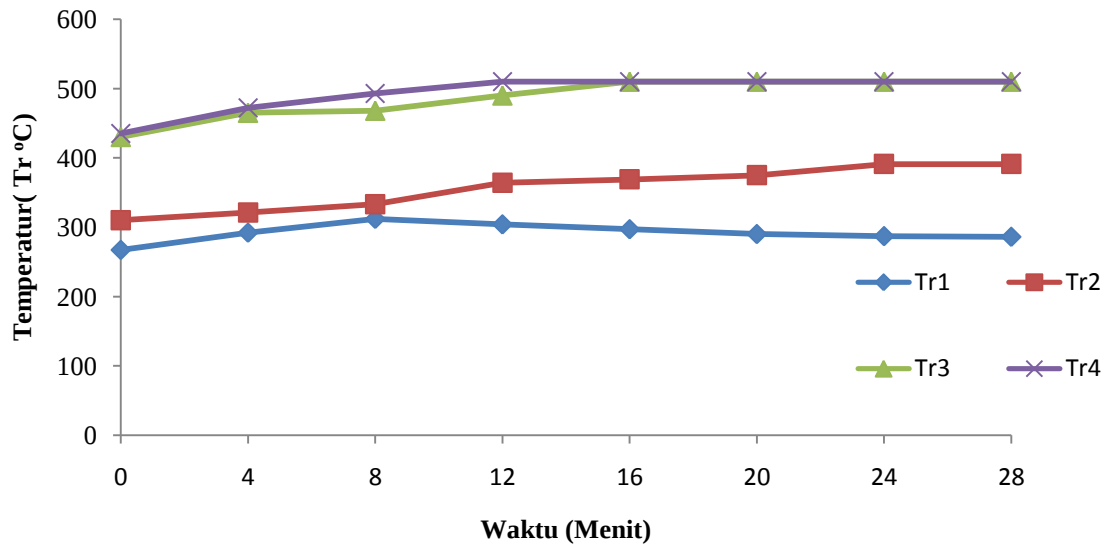


Gambar-2a Profil Temperatur Ruang Bakar Sebagai Fungsi Waktu (menggunakan udara skunder/blower)

Tr_1 = Temperatur Ruang Bakar pada Laju Alir Udara 0,06 m/detik

Tr_2 = Temperatur Ruang Bakar pada Laju Alir Udara 0,08 m/detik

Tr_3 = Temperatur Ruang Bakar pada Laju Alir Udara 0,1 m/detik



Gambar -2b: Profil Temperatur Ruang Bakar Sebagai Fungsi Waktu (menggunakan udara primer dan udara skunder/blower)

Tr_1 = Temperatur Ruang Bakar pada Laju Alir Udara 0,00 m/detik

Tr_2 = Temperatur Ruang Bakar pada Laju Alir Udara 0,06 m/detik

Tr_3 = Temperatur Ruang Bakar pada Laju Alir Udara 0,08 m/detik

Tr_4 = Temperatur Ruang Bakar pada Laju Alir Udara 0,1 m/detik

Dari kedua grafik (gambar-2a, dan gambar 2b) tersebut menunjukkan bahwa terjadi peningkatan temperature ruang bakar dengan meningkatnya waktu dan laju alir udara masuk ke ruang bakar dari 4 menit hingga 12 menit pada laju alir 0,06 m/dtk, 20 menit pada laju alir udara 0,08 m/dtk dan 0,1 m/dtk, namun peningkatannya tidak terlalu signifikan bahkan cenderung menjadi konstan, hal ini disebabkan karena laju pengurangan massa bahan bakar juga meningkat hingga reaksi stokiometri dicapai, dimana massa bahan bakar dalam ruang bakar berkurang sekalipun laju alir udara masuk ruang bakar meningkat.

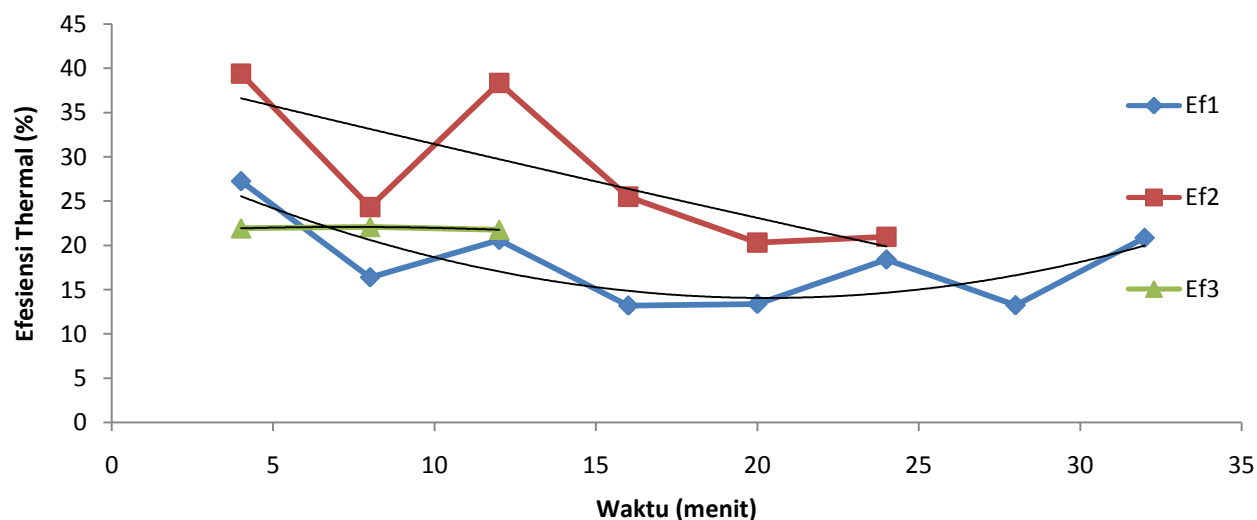
Bila dibandingkan dari kedua grafik tersebut nampak ada perbedaan pada temperature ruang bakar dimana pada penggunaan udara primer dan skunder (gambar-2b) yaitu terjadi perubahan temperature dalam ruang bakar pada laju alir udara 0,08 dan 0,1 m/dtk adalah sama yaitu 510 °C dalam waktu 20 menit, sedangkan pada penggunaan hanya udara sekunder saja (gambar-2a), yaitu pada laju udara dan interval waktu yang sama, perubahan temperatur dalam ruang bakar adalah sangat signifikan perbedaannya yaitu temperatur tertinggi

412 °C pada laju alir udara 0,08 m/dtk dan 530 °C pada laju alir udara 0,1 m/dtk dalam waktu 20 menit. Jadi perbedaannya sangat jelas yaitu pada penggunaan udara primer

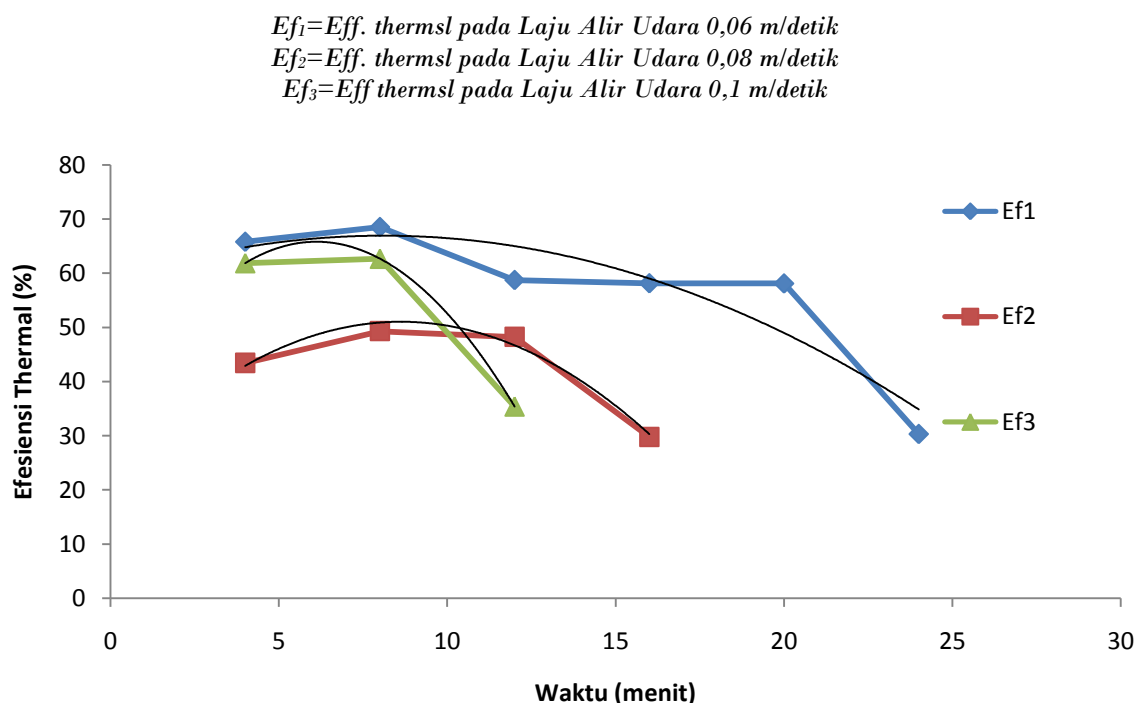
Adapun waktu optimum yang diperlukan untuk mendidihkan air sebanyak dua liter masing-masing pada penggunaan udara primer dan skunder adalah 24 menit pada laju alir udara 0,06 m/dtk, 16 menit pada laju alir udara 0,08 m/dtk dan 12 menit pada laju alir udara 0,1 m/dtk. Sedangkan pada penggunaan hanya udara skunder adalah 32 menit pada laju alir udara 0,06 m/dtk, 24 menit pada laju alir udara 0,08 m/dtk dan 12 menit pada laju alir udara 0,1 m/dtk

C. Efisiensi thermal Sebagai Fungsi Laju Alir Udara dan Waktu

Data hasil hasil perhitungan efisiensi thermal pada tungku menunjukkan hubungan antara waktu dengan efisiensi thermal pada 3 (tiga) laju alir udara disajikan pada gambar 3a, dan gambar 3b berikut:



Gambar-3a Profil Efisiensi Pebakaran Sebagai Fungsi Waktu (menggunakan udara skunder/blower)



Gambar-3b Profil Efisiensi Pembakaran Sebagai Fungsi Waktu (*menggunakan udara primer dan udara skunder/blower*)

Ef₁=Eff. thermsl pada Laju Alir Udara 0,06 m/detik
Ef₂=Eff. thermsl pada Laju Alir Udara 0,08 m/detik
Ef₃=Eff thermsl pada Laju Alir Udara 0,1 m/detik

Dari kedua grafik (gambar-3a, dan 3b) tersebut menunjukkan bahwa terjadi penurunan efisiensi thermal seiring dengan meningkatnya waktu dan laju alir udara masuk ke ruang bakar dari menit ke 4 hingga menit ke 8 pada ke tiga laju alir udara yaitu 0,06 m/dtk, 0,08 m/dtk dan 0,1 m/dtk, namun penurunannya berfluktuasi hal ini disebabkan karena laju pengurangan massa bahan bakar juga meningkat hingga reaksi pembakaran berkesetimbangan. Selain itu temperature ruang bakar sulit dikendalikan karena penempatan termokopel dalam tungku selalu bergerak sehingga sensor termokopel bergeser menjauhi ruang bakar sehingga temperature ruang bakar berfluktuasi.

Pada penelitian ini diperoleh efisiensi thermal optimum yaitu pada penggunaan udara skunder (blower) sebesar 23,72 % dengan laju alir udara 0,08 m/dtk dan waktu pembakaran 24 menit dan bahan bakar bio-briket terbakar sebanyak 101,3 gram.

Sedangkan pada penggunaan udara primer dan udara skunder (blower) sebesar 47,11 % pada laju alir udara 0,1 m/dtk dan waktu pembakaran 10 menit dengan menghabiskan bahan bakar bio-briket sebanyak 58,9 gram.

KESIMPULAN

1. Bio-briket yang tersimpan selama satu tahun kualitasnya masih baik ditandai.
2. Laju alir udara dan waktu optimum digunakan untuk mendidih air sebanyak 2000 gram (2 liter) pada dua system penggunaan udara pembakaran yaitu:
 - a. Penggunaan udara dari blower
laju alir udara 0,1 m/dtk dan waktu pembakaran 14 menit dengan temperature ruang bakar 510 °C

-
- b. Penggunaan udara primer dan udara blower laju alir udara 0,1 m/dtk dan waktu pembakaran 12 menit dengan temperature ruang bakar 510 °C
 3. Efisiensi termal yang optimum diperoleh:
 - a. Penggunaan udara dari blower 23,72 % pada laju alir udara 0,08 m/dtk dan waktu pembakaran 24 menit
 - b. Penggunaan udara primer dan udara blower 47,11 % pada laju alir udara 0,1 m/dtk dan waktu pembakaran 10 menit

<http://www.bp.com/dttatisticalreview> 2004 October 2004, "Energy in Focus", BP Statistical Review of World Energy June 2004.

REFERENSI

- A.Muin Syamsir, 2008, Pesawat-Pesawat Konversi Energi I (Ketel Uap), Rajawali.Jakarta
- Beritaipstek.com,2008,"Beriket Sebagai Alternatif Pengganti Minyak Tanah" Jakarta 12780
- Mandasini. Aladin , "Pengembangan Bio-briket dari Campuran Batubara-Sekam padi Sebagai Bahan Bakar Alternatif. 2008
- Mandasini , 2010, "Pembuatan Briket dari campuran Batubara, Sekam padi Sebagai Bahan bakar Alternatif ", Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses Jurusan Teknik Kimia UNDIP Semarang
- Mandasini, A.Pawennari, Andi Artiningsih., 2012, "Pengaruh Rasio Campuran Bahan Perekat denan Batubara, Sekam padi terhadap Kekuatan Daya Rekat Biobriket. "Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia "Jurusan Teknik Kimia UI Jakarta
- Pambudi N. A., "Artikel Energi Alternatif itu Bernama Biomassa" Saturday, March 01, 2008., Available at:
- Ruhendi, S., D. N. Koroh, F. A. Syahmani, H. Yanti, Nurhaida, S. Saad, T. Sucipto, 2007. Analisis Perekatan Kayu. Bogor : Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor
- <http://netsains.com/2008/03/energy-alternatif-itu-bernama-biomassa>., Accessed: November 17,2009.
- Robert, P., et al, 1980, "Annual Book Of ASTM Standards" Part 26, American Society For Testing and Materials.