

PENGARUH KECEPATAN UDARA PEMBAKARAN TERHADAP PROSES PEMBAKARAN BAHAN BAKAR PADAT

Martomo Setyawan

Program Studi Teknik Kimia Universitas Ahmad Dahlan
Jl. Prof. Dr. Soepomo, S.H., Yogyakarta 55164
Email: martomo_setyawan@yahoo.com

Abstrak

Kebutuhan bahan bakar yang meningkat tidak diimbangi oleh produksi minyak bumi, sehingga harus dicaribahan bakar alternatif yang terbarukan. Briket arang kayu adalah salah satu bahan bakar padat alternatif yang perlu dikembangkan. Permasalahan penggunaan bahan bakar padat adalah proses penyalaan yang lambat, pengaturan kecepatan pembakaran yang sulit, dan penghentian pembakaran yang tidak bisa spontan. Sehingga perlu diteliti faktor-faktor yang dapat menjadikan proses pembakaran bahan bakar padat briket arang menjadi lebih mudah. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh kecepatan udara pembakaran terhadap kecepatan pembakaran. Penelitian ini dilakukan dengan mencetak briket arang dengan bentuk silinder dengan ukuran diameter 3 cm dan tebal 2 cm, dan selanjutnya dilakukan uji pembakaran terbuka dengan variasi kecepatan udara pembakaran untuk mengetahui proses terbakarnya seluruh permukaan dan proses pembakaran seluruh briket. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa: (1). Kecepatan udara pembakaran mempengaruhi kecepatan pembakaran briket, (2). Untuk aliran udara laminar dengan Re kurang dari 3500 diperoleh hasil $y_m = 1.017x + 0.9517$ dan $y = 1.4165x + 1.4425$; (3). Untuk aliran udara turbulen Re lebih dari 3500 diperoleh hasil $y_m = 0.1037x + 2.2213$ dan $y = -0.0462x^2 + 0.8035x + 1.5309$; dengan $y =$ kecepatan pembakaran, $g^2/s \times 1000$; $y_m =$ kecepatan pembakaran, $m^2/s \times 106$; $x =$ kecepatan udara pembakaran, m/s .

Kata kunci : kecepatan udara pembakaran, bahan bakar padat, kecepatan pembakaran

PENDAHULUAN

Briket adalah bahan bakar alternatif untuk mengatasi kelangkaan minyak bumi, briket dapat dibuat dari berbagai macam biomasa bahkan dapat digunakan sampah pengolahan kayu yang tidak digunakan lagi. Ditinjau dari segi nilai strategisnya pengembangan bahan bakar briket sangat strategis, disatu sisi dapat memenuhi kebutuhan bahan bakar disisi lain dapat mengurangi jumlah sampah padatan yang jumlahnya juga semakin besar. Briket dibuat dengan memadatkan biomassa yang diarangkan.

Permasalahan yang dihadapi pemakaian briket sebagai bahan bakar belum sepopuler penggunaan minyak dan gas, hal ini disebabkan penggunaan yang sulit, yaitu berupa penyalaan yang sulit, pengaturan kecepatan pembakaran yang sulit, dan penghentian pembakaran yang tidak bisa spontan. Selain itu hasil pembakaran briket masih menyisakan abu disamping kemungkinan juga dihasilkan gas karbonmonoksida yang beracun dari pembakaran yang tidak sempurna.

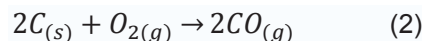
Pembakaran apabila ditinjau dari prosesnya adalah proses reaksi antara karbon padatan dengan oksigen yang berasal dari udara, kecepatan reaksi padat gas salahsatunya dipengaruhi oleh luas permukaan kontak padatan dan gas, karena padatan susunan molekulnya rapat maka yang beraksi adalah partikel yang berada dipermukaan. Penelitian ini bertujuan untuk

mempelajari pengaruh luas permukaan per berat briket terhadap kecepatan proses pembakaran, diharapkan dengan diketahui pengaruh luas permukaan terhadap kecepatan pembakaran maka dapat dibuat bentuk briket yang memberikan kecepatan pembakaran optimal sehingga panas yang diperolehnya juga besar. Dengan semakin tinggi suhu pembakaran maka proses pembakaran semakin sempurna sehingga adanya gas beracun dapat ditekan atau bahkan dihilangkan.

Pembakaran adalah reaksi kimia, dengan asumsi briket arang terdiri atas karbon, maka secara umum mengikuti persamaan kecepatan reaksi :

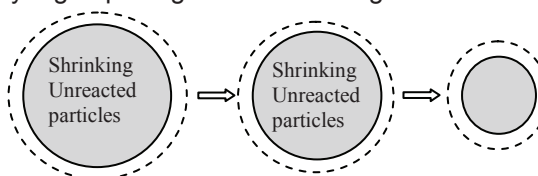


Untuk pembakaran yang kekurangan jumlah oksigen, maka reaksi mengikuti persamaan berikut



(Levenspiel, 1999)

Reaksi pembakaran karbon dengan udara merupakan reaksi padat gas yang mengikuti model *shrinking spherical particles*, yang dapat digambarkan sebagai berikut



Gambar 1. Model *shrinking spherical particles*

Pembakaran bahan bakar padat sangat kompleks variabelnya salah satunya adalah bentuk fisik dari bahan bakar tersebut, bentuk fisik bahan bakar mempengaruhi perbandingan udara dan bahan bakar yang bereaksi, semakin besar perbandingan udara dan bahan bakar maka pembakaran akan berlangsung lebih cepat (Perry, 1999). Semakin besar luas permukaan bahan bakar maka jumlah udara yang bereaksi dengan bahan bakar semakin besar. Pembakaran dengan jumlah oksigen yang cukup akan menghasilkan pembakaran yang menyala, pembakaran ini akan menghasilkan suhu yang tinggi dan kecepatan pembakaran yang tinggi pula.

METODE PENELITIAN

a. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini berupa Arang kayu, Bahan bakar padat (parafin) dan Tepung kanji

b. Alat

Alat percobaan meliputi: fan, anemometer, stopwatch

c. Cara Percobaan

Percobaan dilakukan dengan mencetak briket arang dengan perbandingan 57% berat arang, 14% berat tepung kanji dan 29% berat air dengan bentuk yang memberikan luas permukaan spesifik yang berbeda, selanjutnya masing-masing bentuk dilakukan dua uji pembakaran, yaitu pembakaran terbuka dan pembakaran dalam tungku.

Pembakaran terbuka dilakukan dengan membakar briket pada udara terbuka dengan bantuan bahan bakar parafin seberat 10% dari berat briket, percobaan ini untuk mengamati fenomena pema-

karan yang meliputi waktu membara seluruh permukaan briket dan waktu untuk membakar briket sampai habis. Percobaan diulangi untuk berbagai kecepatan udara pembakaran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Variabel penelitian berupa kecepatan udara pembakaran dengan melakukan variasi kecepatan kipas angin dan jarak sampel dengan kipas angin.

Dalam percobaan ini dilakukan 12 variasi kecepatan udara pembakaran.

a. Pengaruh Kecepatan Udara terhadap Kecepatan Pembaraan

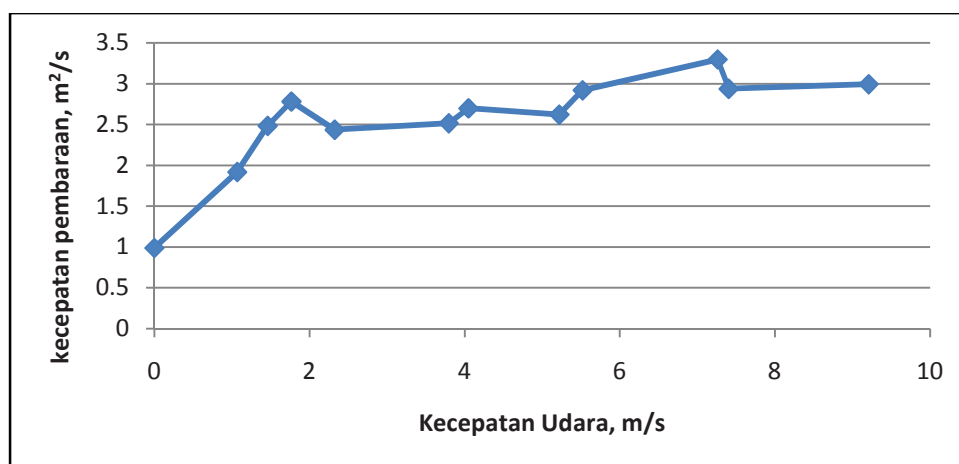
Dari gambar 2 terlihat bahwa kenaikan kecepatan udara berpengaruh terhadap kecepatan pembakaran muka (pembaraan), pengaruh yang sangat besar terjadi dari kecepatan udara 0 m/s menuju 2 m/s, diatas 2 m/s pengaruh kenaikan, hal ini disebabkan jenis aliran udara dibawah 2 m/s merupakan jenis aliran laminer dengan bilangan Reynold kurang dari 3500. Jenis aliran laminer ini pengaruh kecepatan aliran sangat besar dalam mengurangi faktor hambatan transfer massa dari udara ke padatan bahan bakar, sehingga pengaruh kecepatan udara berbanding langsung dengan kecepatan pembaraan permukaan, hubungan antara kecepatan udara dan kecepatan pembaraan briket pada bilangan reynold dibawah 3500 dapat dinyatakan dengan:

$$y_m = 1.017x + 0.9517$$

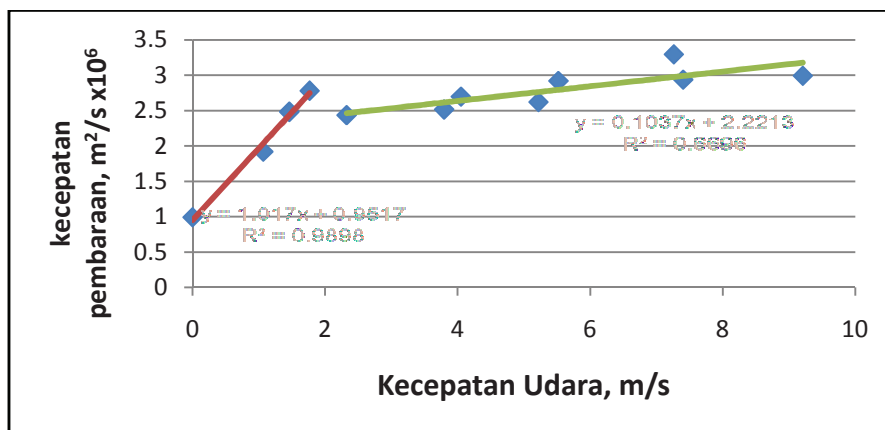
dengan :

y_m = kecepatan pembaraan, $m^2/s \times 10^6$

x = kecepatan udara pembakaran, m/s dengan tingkat keakuratan $R^2 = 0.9898$.



Gambar 2. Grafik pengaruh Kecepatan udara pembakaran terhadap kecepatan pembaraan briket



Gambar 3. Grafik pengaruh Kecepatan udara pembakaran terhadap kecepatan pembakaran briket dengan persamaan

Pengaruh kecepatan udara pembakaran terhadap pembakaran untuk kondisi aliran udara turbulen dengan bilangan Reynold diatas 3500 relatif lebih kecil dibanding pada kondisi laminer karena pada kecepatan turbulen penghalang tranfer massa sudah relatif kecil sehingga penambahan kecepatan tidak terlalu signifikan

Pada perbatasan zone laminer dan turbulen kecepatan pembakaran tidak kontinyu, hal ini disebabkan oleh perubahan pola aliran udara laminer yang lurus berubah ke pola turbulen yang acak.

Hubungan kecepatan udara pembakaran dengan pembakaran briket pada kondisi aliran turbulen (gambar 3) dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$y_m = 0.1037x + 2.2213$$

dengan :

y_m = kecepatan pembakaran, m²/s x 10⁶
 x = kecepatan udara pembakaran, m/s
 dengan tingkat keakuratan R² = 0.6696.

b. Pengaruh Kecepatan Udara terhadap Kecepatan Pembakaran

Dari gambar 4 terlihat bahwa kenaikan kecepatan udara berpengaruh terhadap kecepatan pembakaran. Pengaruh ini hampir sama dengan pengaruh kecepatan udara terhadap kecepatan pembakaran muka (pembaraan), pengaruh yang sangat besar terjadi dari kecepatan udara 0 m/s menuju 2 m/s, diatas 2 m/s pengaruh kenaikan, hal ini disebabkan tipe aliran udara dibawah 2 m/s merupakan jenis aliran laminer dengan bilangan Reynold kurang dari 3500. Jenisaliran laminer ini pengaruh kecepatan aliran sangat besar dalam mengurangi faktor hambatan transfer massa dari udara ke padatan bahan bakar, sehingga pengaruh kecepatan udara berbanding langsung

dengan kecepatan pembakaran, hubungan antara kecepatan udara dan kecepatan pembakaran briket pada bilangan reynold dibawah 3500 dapat dinyatakan dengan

$$y = 1.4165x + 1.4425$$

dengan :

y = kecepatan pembakaran, g²/s x 1000
 x = kecepatan udara pembakaran, m/s
 dengan tingkat keakuratan R² = 0.9975.

Apabila dibandingkan pengaruh terhadap pembakaran muka dan pembakaran keseluruhan, maka pada kondisi laminer pengaruh kecepatan udara lebih besar terhadap pembakaran keseluruhan, karena pembakaran muka hanya terjadi di permukaan briket, dan ini dibatasi oleh luas muka briket. Sedangkan pembakaran keseluruhan meliputi pembakaran dibadan briket sehingga dengan naiknya kecepatan udara pembakaran maka transfer massa udara ke badan briket juga semakin besar sehingga menyebabkan kecepatan pembakaran yang besar.

Pengaruh kecepatan udara pembakaran terhadap pembakaran untuk kondisi aliran udara turbulen dengan bilangan Reynold diatas 3500 relatif lebih kecil dibanding pada kondisi laminer bahkan pada bilangan Reynolds diatas 10000 pengaruh semakin kecil atau dapat dikatakan tidak berpengaruh lagi karena pada kecepatan turbulen penghalang tranfer massa sudah relatif kecil sehingga penambahan kecepatan tidak terlalu signifikan dan pengaruh transfer massa udara ke badan briket tidak mengalami penambahan. Sehingga penambahan kecepatan udara pada zone ini tidak berpengaruh terhadap kecepatan pembakaran.

Pada perbatasan zone laminer dan turbulen kecepatan pembakaran tidak kontinyu, hal ini disebabkan oleh perubahan

pola aliran udara laminer yang lurus berubah ke pola turbulen yang acak.

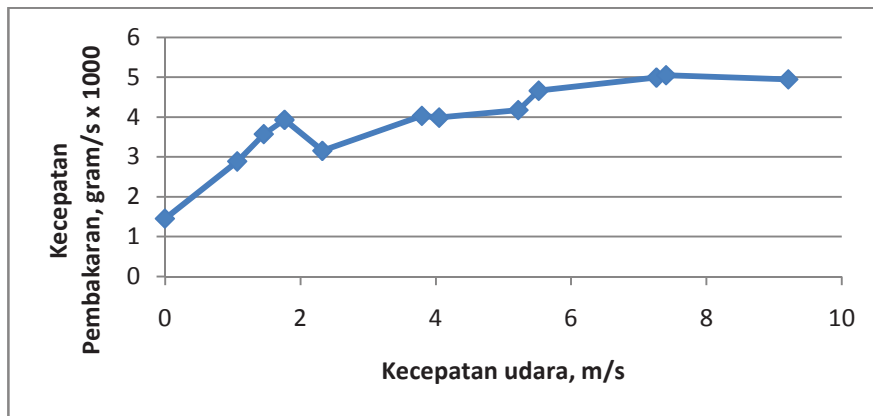
Hubungan kecepatan udara pembakaran dengan pembakaran muka briket pada kondisi aliran turbulen (Gambar 5) dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$y = -0.0462x^2 + 0.8035x + 1.5309$$

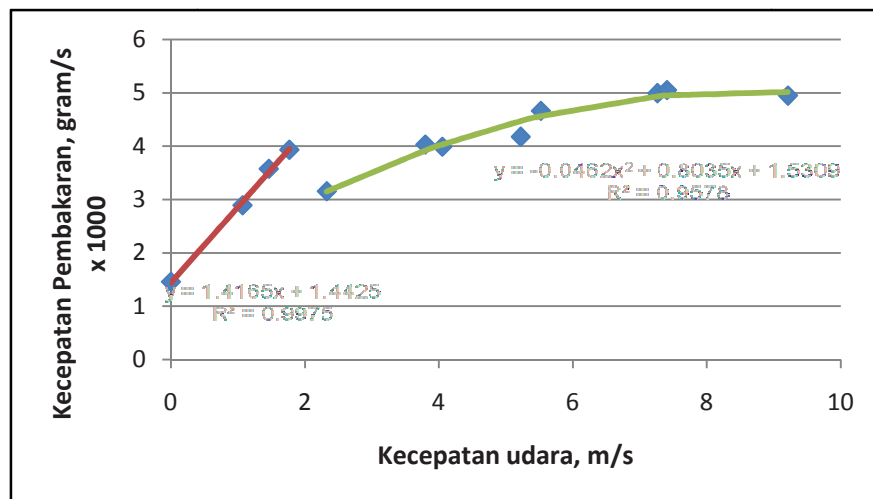
dengan :

- y = kecepatan pembakaran muka (m²/s x 1000)
- x= kecepatan udara pembakaran, m/s

dengan tingkat keakuratan R² = 0.9578.



Gambar 4. Grafik pengaruh Kecepatan udara pembakaran terhadap kecepatan pembakaran briket



Gambar 5. Grafik persamaan Kecepatan udara pembakaran terhadap kecepatan pembakaran briket

SIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa :

1. Kecepatan udara pembakaran mempengaruhi kecepatan pembakaran briket.
2. Untuk aliran udara laminer dengan Re kurang dari 3500 diperoleh hasil
 - $y_m = 1.017x + 0.9517$
 - $y = 1.4165x + 1.4425$
3. Untuk aliran udara turbulen Re lebih dari 3500 diperoleh hasil
 - $y_m = 0.1037x + 2.2213$
 - $y = -0.0462x^2 + 0.8035x + 1.5309$
 dengan y = kecepatan pembakaran,

(g²/s x 1000)

- y_m = kecepatan pembaraan, m²/s x 10⁶
- x= kecepatan udara pembakaran, m/s.

DAFTAR PUSTAKA

Cheremisnoff PN, 1992, *Waste Incineration Handbook*, Butterworth-Heinemann, Oxford.

Kurtubi, 2004 , *Indonesia : Net Oil Importer*, Center for Petroleum and Energy Economics Sudies (CPEES), Jakarta

- Levenspiel, O., 1999, *Chemical Reaction Engineering*, John Wiley and sons, New York
- Perry, R.H., and Green, D.W., 1999, *Perry's Chemical Engineers' Handbook*, Mc Graw Hill, New York
- Shafizadeh F, 1982, Chemistry of Pyrolysis and Combustion of Wood, in *Proceedings: 1981 International Conference on Residential Solid Fuels – Environmental Impacts and Solutions*, Cooper JA, Malek D eds, Oregon Graduate Center, Beverton: 746-771.
- Smith, J.M., 1981, *Chemical Engineering Kinetics*, Mc Graw Hill, Tokyo
- Setyawan, M., 2008, *Pengaruh Luas permukaan briket arang terhadap proses pembakaran*, Universitas Ahmad Dahlan, Yogyakarta
- Munir, S., 2004, *Prospek Teknologi Pemanfaatan Biomas sebagai Sumber Energi Terbarukan Melalui Pengembangan Sistem Pembakaran Dua atau Lebih Tipe Bahan Bakar Padat Konvensional*

yang Berbeda secara Bersamaan (Co-Firing System), Puslitbang Teknologi Mineral dan Batubara.

- Kou, S., 1996, *Transport Phenomena and Materials Processing*, John Wiley and Sons, New York.

TANYA JAWAB

Penanya : Moekhamad Alfiyan (BAPETEN)

Pertanyaan :

Dari tujuan makalah untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi pembakaran batu bara padat, tetapi mengapa hasil penelitian hanya meneliti pengaruh laju kecepatan udara terhadap pembakaran?

Jawaban :

Tujuan penelitian untuk melihat pengaruh kecepatan udara terhadap laju pembakaran sedangkan untuk faktor internal (kadar air) sudah dilakukan sebelumnya