

**NASKAH PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH**

**STUDI GASIFIKASI BATU BARA *LIGNITE*  
DENGAN VARIASI KECEPATAN UDARA  
UNTUK KEPERLUAN KARBONASI**



Abstraksi Tugas Akhir ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat Sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun oleh:

**BUDI SETIAWAN**  
**NIM : D 200 090 093**

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

**2014**

## HALAMAN PENGESAHAN

Naskah publikasi berjudul “STUDI GASIFIKASI BATU BARA *LIGNITE* DENGAN VARIASI KECEPATAN UDARA UNTUK KEPERLUAN *KARBONASI*”, telah disetujui Pembimbing dan disahkan Ketua Jurusan sebagai syarat untuk memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh:

Nama : **BUDI SETIAWAN**

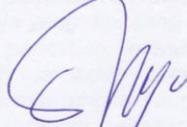
NIM : **D 200 090 093**

Disetujui pada

Hari : .....

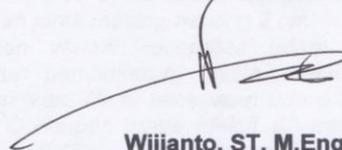
Tanggal : .....

Pembimbing Utama,



**Ir. Subroto, MT.**

Pembimbing Pendamping,



**Wijiarto, ST. M.Eng. SC.**

Mengetahui,  
Ketua Jurusan



**Tri Widodo Besar R, ST. MSc. Ph.D**

# **STUDI GASIFIKASI BATU BARA *LIGNITE* DENGAN VARIASI KECEPATAN UDARA UNTUK KEPERLUAN KARBONASI**

**Budi Setiawan, Subroto, Wijianto**  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. Ahmad Yani Tromol Pos I Pabelan, Kartasura  
Email : [Budi.engineer09@gmail.com](mailto:Budi.engineer09@gmail.com)

## **ABSTRAKSI**

*Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan karakteristik pembakaran batu bara lignite dengan cara gasifikasi, mengetahui pengaruh kecepatan udara terhadap temperatur pembakaran, waktu nyala efektif dan efisiensi thermal tungku.*

*Penelitian menggunakan gasifikasi aliran berlawanan dengan mengatur kecepatan udara dari blower. Kecepatan udara yang digunakan yaitu 2,0 m/s, 4,0 m/s dan 6,0 m/s, kemudian mengambil data meliputi temperatur pembakaran dan lama waktu nyala efektif dengan tiga titik thermocouple yang dipasang dengan jarak masing-masing 2 cm.*

*Hasil penelitian menunjukkan variasi kecepatan udara sangat berpengaruh terhadap temperatur pembakaran, nyala efektif serta efisiensi thermal tungku yang dihasilkan. Pada kecepatan udara 2,0 m/s temperatur tertinggi sebesar 232<sup>o</sup>C dengan nyala efektif 82 menit dan efisiensi thermal tungku sebesar 18,46%. Pada kecepatan 4,0 m/s, temperatur tertinggi sebesar 294<sup>o</sup>C dengan nyala efektif 52 menit dan efisiensi thermal tungku sebesar 24,62%. Pada kecepatan 6,0 m/s, temperatur tertinggi sebesar 369<sup>o</sup>C dengan nyala efektif 47 menit dan efisiensi thermal tungku sebesar 31,31%.*

**Kata kunci: Gasifikasi, Batu Bara *Lignite*, Kecepatan Udara**

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Bahan bakar minyak (BBM) dan gas merupakan bahan bakar yang tidak dapat terlepas dari kehidupan masyarakat sehari-hari. Permasalahannya adalah, dengan tingkat konsumsi masyarakat yang tinggi, bahan bakar tersebut lambat laun akan habis, karena tidak seimbang antara pemakaian dengan cadangan yang ada. Padahal proses terbentuknya memakan waktu jutaan tahun. Saat ini, khususnya cadangan minyak di Indonesia hanya tinggal sekitar 3,6 miliar barel dan diperkirakan akan habis dalam waktu beberapa belas tahun dengan asumsi tingkat produksi saat ini ("ESDM", 2 Oktober 2013).

Ketergantungan masyarakat pada minyak bumi inilah yang akan membuat membuat peranan minyak bumi sebagai sumber energi secara perlahan akan digantikan dengan gas bumi, karena mulai menipisnya cadangan yang ada. Namun, Tuhan mengkaruniai khususnya bangsa Indonesia dengan sumber daya alam yang sangat melimpah seperti misalnya batu bara. Total sumber daya batu bara di Indonesia diperkirakan mencapai 105 miliar ton, dimana cadangan batu bara diperkirakan 21 miliar ton. Tambang batu bara utama berlokasi di Sumatera Selatan, Kalimantan Timur, dan Kalimantan Selatan. Produksi batu bara meningkat sebesar 16% per tahun selama 5 tahun terakhir. Dari total produksi batu bara nasional, pasar domestik saat ini hanya mampu menyerap 24% karena keterbatasan pemanfaatan, sedang untuk sisanya 76% diekspor ("ESDM", 31 Mei 2011). Agar batu bara tersebut dapat dimanfaatkan dengan baik, maka diperlukan teknologi gasifikasi yang dapat mengolah batu bara tersebut menjadi sumber energi yang bermanfaat.

Teknologi gasifikasi merupakan suatu proses pembakaran bahan baku padat melibatkan reaksi antara oksigen, uap air dan karbon dioksida. Hasil pembakaran direduksi menjadi gas yang mudah terbakar, seperti

karbon monoksida (CO), hidrogen (H<sub>2</sub>) dan metana (CH<sub>4</sub>). Proses ini berlangsung didalam suatu alat yang disebut gasifier. Dengan penerapan teknologi ini, selain ketergantungan terhadap BBM dapat dikurangi, juga secara tidak langsung akan mengurangi beban subsidi akibat tingginya harga minyak dunia, serta meningkatkan nilai tambah batu bara.

### **Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan udara terhadap temperatur pembakaran.
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan udara terhadap waktu nyala efektif pada gas metana yang dihasilkan.
3. Untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan udara terhadap efisiensi thermal tungku.

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Nuur dan Ida (2009), melakukan pengujian gasifikasi batu bara, yaitu tentang simulasi pengaruh ukuran partikel pada gasifikasi batu bara kualitas rendah. Simulasi yang digunakan dengan metode CFD (*computational fluid dynamics*) yaitu metode yang memperhitungkan reaksi kimia, perpindahan massa, perpindahan panas dan pola alir fluida secara simultan tentang apa yang terjadi didalam gasifier. Hasil pengujian menunjukkan, semakin besar ukuran partikel maka temperatur yang keluar dari gasifier semakin rendah. Fraksi massa CO semakin turun dengan bertambahnya ukuran partikel. Namun semakin besar ukuran partikel, fraksi massa H<sub>2</sub> yang dihasilkan semakin meningkat.

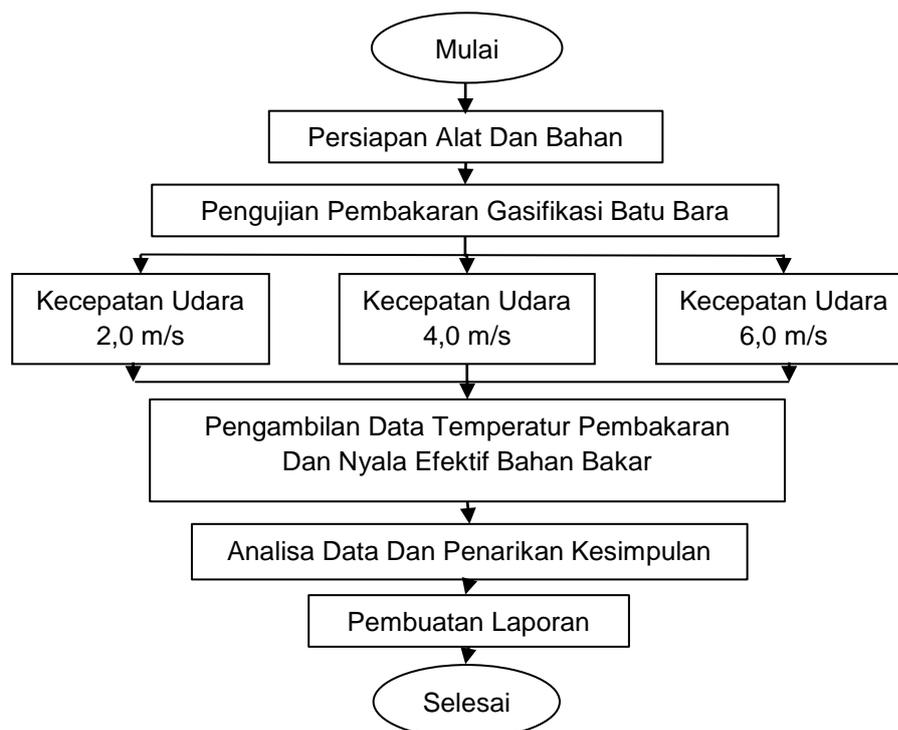
Nurhadi dan Diniyati (2010), melakukan pengujian gasifikasi batu bara, yaitu pengaruh derajat pengeringan batu bara *lignite* terhadap unjuk kerja gasifikasi allothermal. Gasifikasi allothermal merupakan proses gasifikasi yang membutuhkan panas dari luar gasifier. Hasil pengujian menunjukkan, bahwa sisa panas sensibel hanya cukup untuk pengeringan

batubara pada variabel derajat pengeringan yang kecil. Pada derajat pengeringan yang besar diperlukan tambahan energi melalui pembakaran batubara.

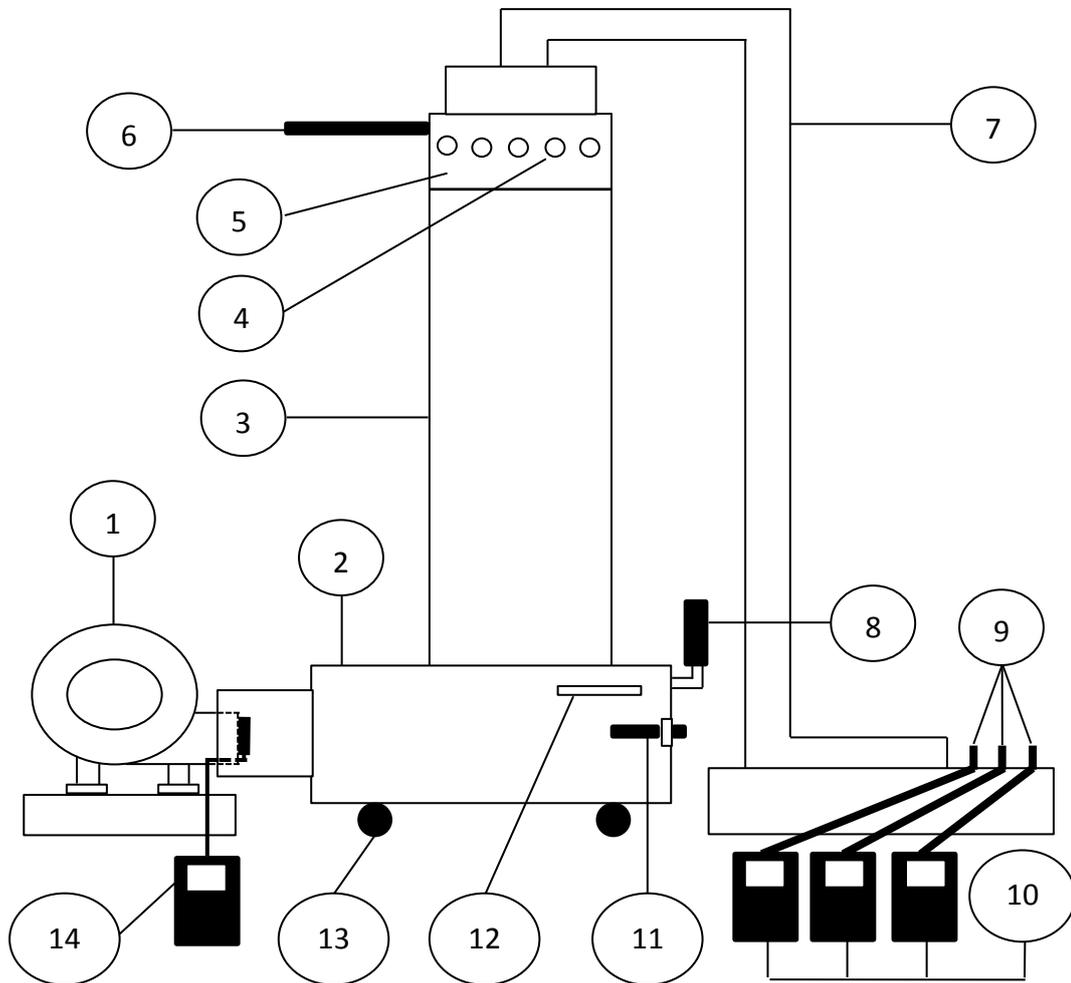
Prastiyo ( 2012 ), membuat dan melakukan pengujian tungku gasifikasi sekam padi tipe *updraft* kemudian menganalisis hasil pembakaran tungku gasifikasi dengan variasi kecepatan udara 1,9 m/s, 2,31 m/s dan 2,82 m/s. Hasil pengujian menunjukkan semakin besar kecepatan udara yang dihasilkan oleh fan maka semakin tinggi pula temperatur pembakaran yang dihasilkan.

Handoyo (2013), melakukan pengujian gasifikasi tipe *updraft*, yaitu tentang pengaruh variasi kecepatan udara terhadap temperatur pembakaran pada tungku gasifikasi sekam padi dengan menggunakan kecepatan udara 3,5 m/s, 4,0 m/s dan 4,5 m/s. Hasil pengujian menunjukkan, variasi kecepatan udara sangat berpengaruh terhadap temperatur pembakaran, temperatur pendidihan air, nyala efektif serta efisiensi thermal tungku yang dihasilkan.

## METODOLOGI PENELITIAN



## Instalasi Pengujian

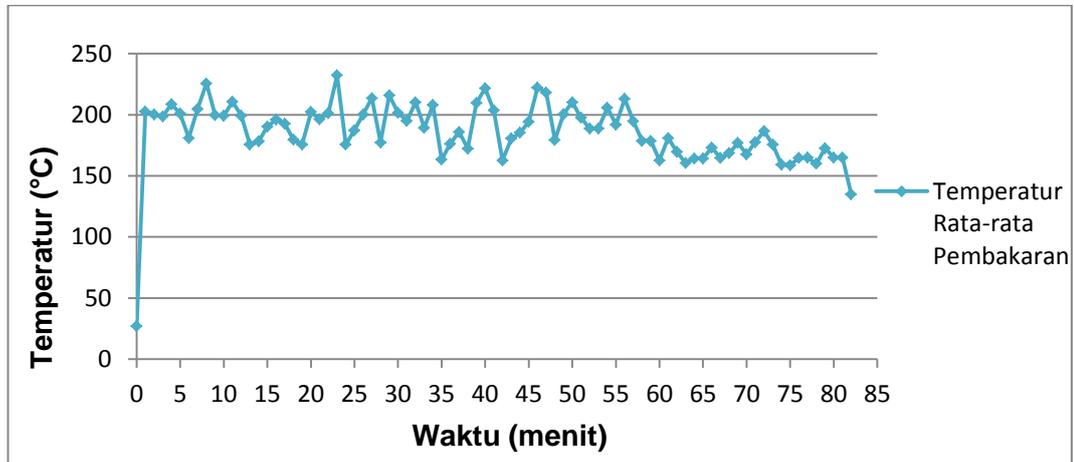


Keterangan gambar :

- |                               |                                |
|-------------------------------|--------------------------------|
| 1. Blower                     | 8. <i>Ash discharge lever</i>  |
| 2. <i>Ash chamber</i>         | 9. <i>Thermocouple</i>         |
| 3. Silinder gasifier          | 10. <i>Thermocouple reader</i> |
| 4. Lubang udara <i>burner</i> | 11. Pengunci                   |
| 5. <i>Burner</i>              | 12. Pegangan pintu             |
| 6. Pegangan <i>burner</i>     | 13. Roda                       |
| 7. Pipa saluran gas           | 14. Anemometer digital         |

## HASIL DAN PEMBAHASAN

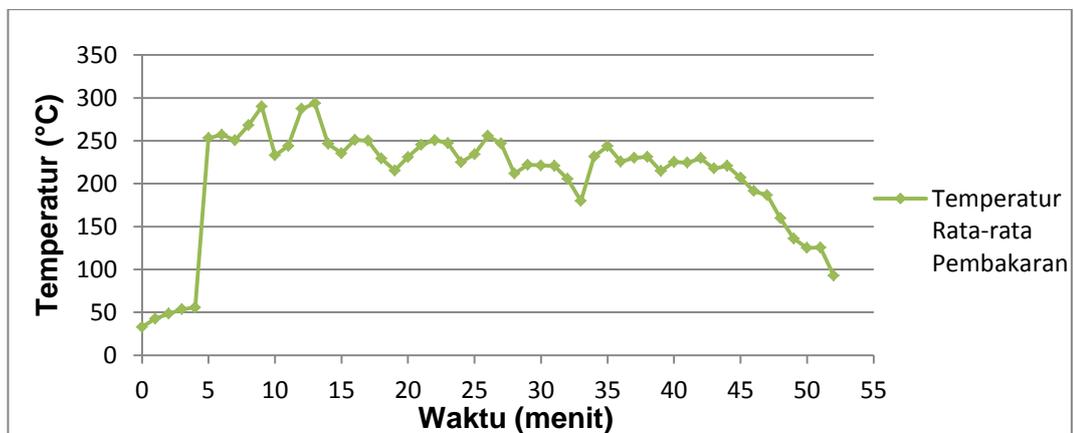
### Temperatur dengan kecepatan udara 2,0 m/s



Gambar 4.15. Grafik hubungan antara temperatur rata-rata pembakaran dengan waktu pada kecepatan udara 2,0 m/s

Pada grafik diatas menjelaskan bahwa, temperatur tertinggi yang dihasilkan dengan menggunakan kecepatan udara 2,0 m/s adalah sebesar 232<sup>0</sup>C pada menit ke-23, sedangkan temperatur terendah adalah 135<sup>0</sup>C pada menit ke-82. Penurunan temperatur terjadi karena pembakaran batu bara *lignite* dalam gasifier telah habis, sehingga gas metana yang dihasilkan oleh tungku perlahan-lahan akan mengalami penurunan.

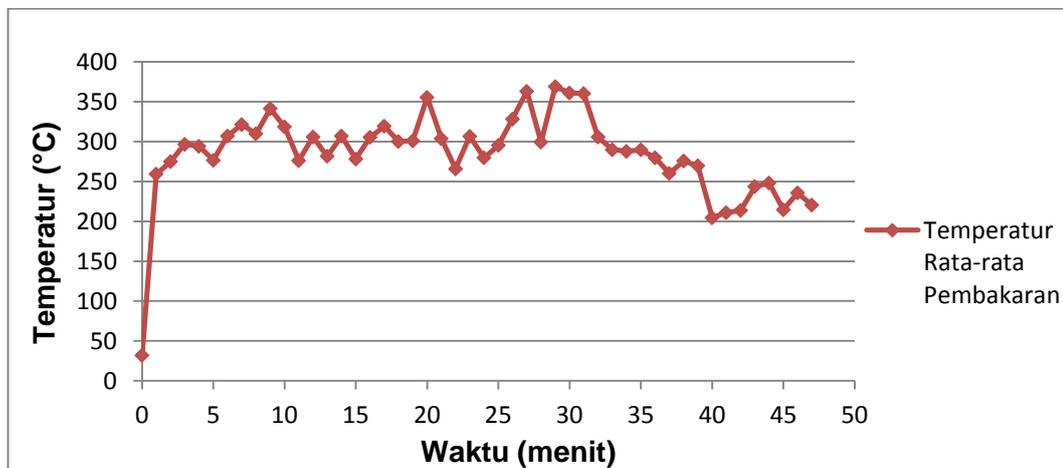
### Temperatur dengan kecepatan udara 4,0 m/s



Gambar 4.16. Grafik hubungan antara temperatur rata-rata pembakaran dengan waktu pada kecepatan udara 4,0 m/s

Pada grafik diatas menjelaskan bahwa, temperatur tertinggi yang dihasilkan dengan menggunakan kecepatan udara 4,0 m/s adalah sebesar 294°C pada menit ke-13, sedangkan temperatur terendah adalah 43°C pada menit ke-1. Penurunan temperatur terjadi karena pembakaran batu bara *lignite* dalam gasifier telah habis, sehingga gas metana yang dihasilkan oleh tungku perlahan-lahan juga akan mengalami penurunan.

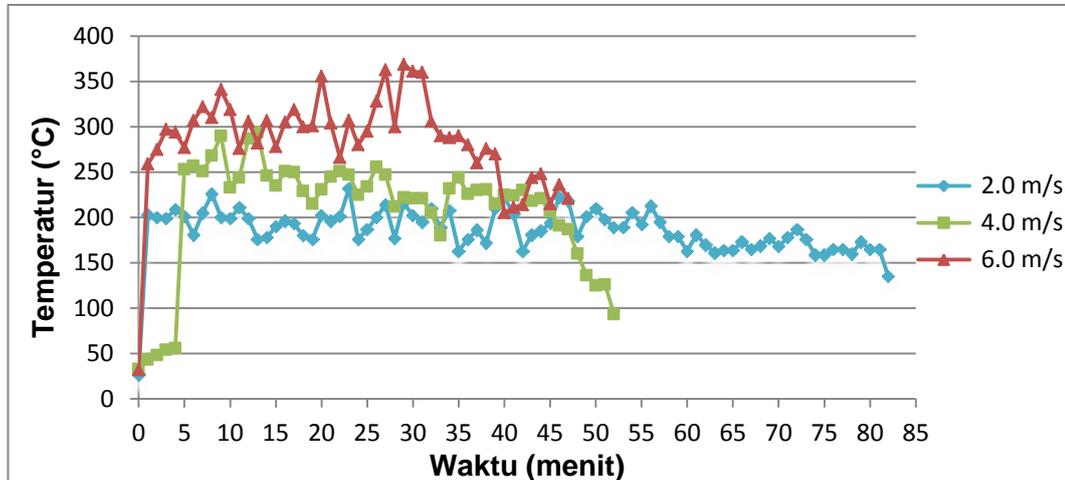
#### Temperatur dengan kecepatan udara 6,0 m/s



Gambar 4.17. Grafik hubungan antara temperatur rata-rata pembakaran dengan waktu pada kecepatan udara 6,0 m/s

Pada grafik diatas menjelaskan bahwa, temperatur tertinggi yang dihasilkan dengan menggunakan kecepatan udara 6,0 m/s adalah sebesar 369°C pada menit ke-29, sedangkan temperatur terendah adalah 205°C pada menit ke-40. Penurunan temperatur terjadi karena pembakaran batu bara *lignite* dalam gasifier telah habis, sehingga gas metana yang dihasilkan oleh tungku perlahan-lahan juga akan mengalami penurunan.

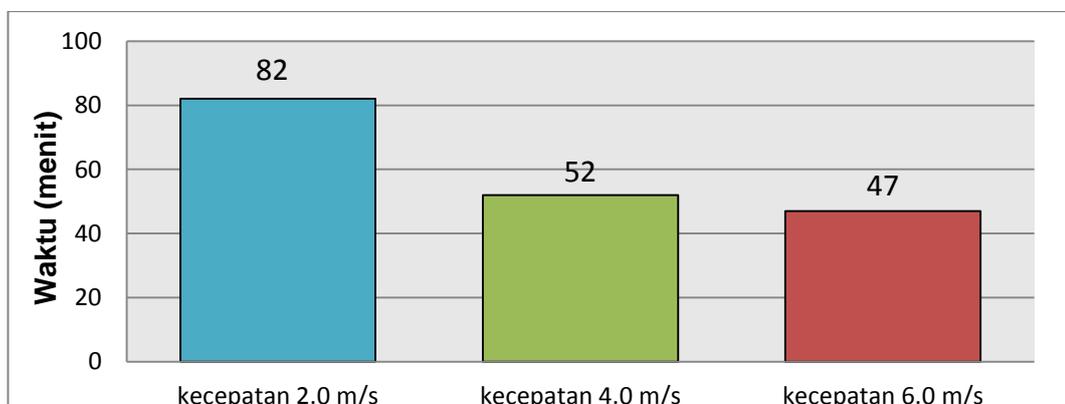
**Perbandingan Temperatur Rata-rata Pembakaran Pada Kecepatan Udara 2,0 m/s, 4,0 m/s dan 6,0 m/s**



Gambar 4.18. Grafik perbandingan temperatur rata-rata pembakaran pada kecepatan udara 2,0 m/s, 4,0 m/s dan 6,0 m/s

Pada grafik diatas menjelaskan bahwa, temperatur tertinggi yaitu pada percobaan dengan menggunakan kecepatan udara 6,0 m/s, yaitu 369<sup>0</sup>C pada menit ke-18. Untuk kecepatan udara 4,0 m/s yaitu 294<sup>0</sup>C pada menit ke-13 dan pada kecepatan udara 2,0 m/s yaitu 232<sup>0</sup>C pada menit ke-23. Didapatkan bahwa, kecepatan udara terkecil akan menghasilkan nyala efektif yang lebih panjang, sedangkan dengan menggunakan kecepatan udara yang lebih besar akan menghasilkan nyala efektif yang lebih pendek, tetapi diperoleh temperatur pembakaran yang lebih besar.

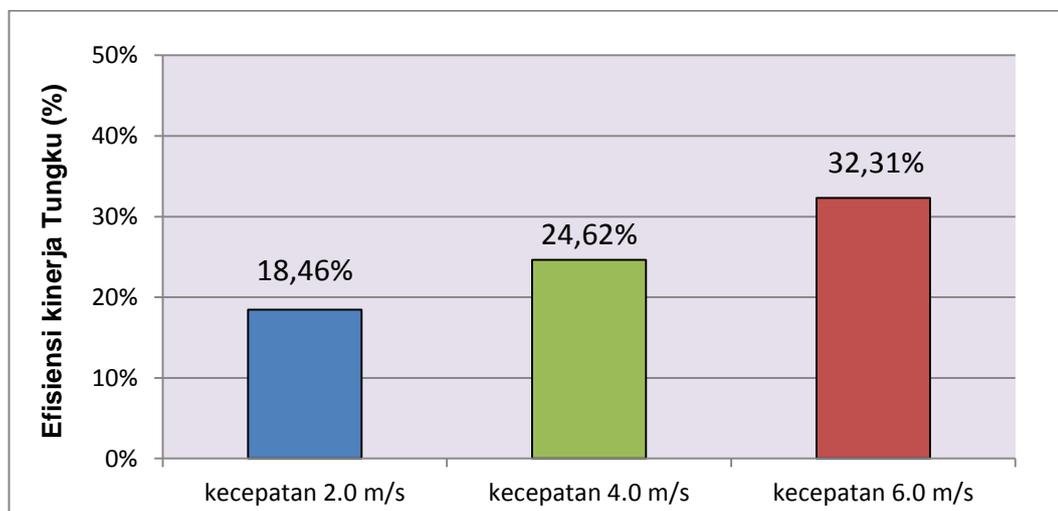
**Perbandingan Nyala Efektif**



Gambar 4.19. Perbandingan nyala efektif pada kecepatan udara 2,0 m/s, 4,0 m/s dan 6,0 m/s

Pada diagram batang diatas menjelaskan bahwa, pada kecepatan udara 2,0 m/s nyala efektif yang dihasilkan selama percobaan adalah selama 82 menit, kecepatan udara 4,0 m/s selama 52 menit dan kecepatan udara 6,0 m/s selama 47 menit. Ini artinya, dengan menggunakan kecepatan udara terkecil akan menghasilkan nyala efektif yang lebih lama dibandingkan dengan menggunakan kecepatan udara yang lebih besar.

### Efisiensi Kinerja Tungku



Gambar 4.20. Perbandingan Efisiensi Kinerja Tungku pada kecepatan udara 2,0 m/s, 4,0 m/s dan 6,0 m/s

Pada diagram batang diatas menjelaskan bahwa, efisiensi thermal setiap percobaan berbeda. Pada percobaan dengan menggunakan kecepatan 2,0 m/s efisiensi kinerja tungku sebesar 18,46%, untuk percobaan dengan menggunakan kecepatan udara 4,0 m/s sebesar 24,62% dan percobaan dengan menggunakan kecepatan udara 6,0 m/s sebesar 32,31%. Sehingga efisiensi thermal terbesar adalah pada percobaan dengan menggunakan kecepatan udara 4,0 m/s.

### KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dan analisa data dari pengujian gasifikasi batu bara *lignite* dengan variasi kecepatan udara 2,0 m/s, 4,0 m/s dan 6,0 m/s, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Variasi kecepatan udara berpengaruh terhadap temperatur pembakaran, temperatur tertinggi yaitu pada kecepatan udara 6,0 m/s sebesar 369<sup>0</sup>C, kecepatan 4,0 m/s sebesar 294<sup>0</sup>C dan kecepatan 2,0 m/s sebesar 232<sup>0</sup>C.
2. Variasi kecepatan udara berpengaruh terhadap waktu nyala efektif yang dihasilkan, nyala efektif terlama yaitu pada kecepatan 2,0 m/s selama 82 menit, kecepatan 4,0 m/s selama 52 menit dan kecepatan 6,0 m/s selama 47 menit.
3. Variasi kecepatan udara berpengaruh terhadap efisiensi kinerja tungku yang dihasilkan, efisiensi terbesar yaitu pada kecepatan 6,0 m/s sebesar 32,31%, kemudian kecepatan 4,0 m/s sebesar 24,62% dan kecepatan 2,0 m/s sebesar 18,46%.

### **SARAN**

Setelah melakukan pengujian terhadap gasifikasi batu bara *lignite* dengan variasi kecepatan udara, didapatkan saran di antaranya sebagai berikut :

1. Memastikan kondisi lingkungan sekitar dalam keadaan normal, hal ini dilakukan untuk menjaga kualitas data-data yang akan dihasilkan dalam pengujian.
2. Pada sambungan antara silinder gasifier dengan *burner* dan lubang penempatan blower, perlu adanya pengembangan lebih lanjut, agar ketika melakukan pengujian lebih efisien serta meminimalkan kontak langsung si penguji dengan gasifier akibat seringnya memasang sambungan antara silinder gasifier dengan *burner*.
3. Perlunya ketelitian dalam pembakaran menggunakan bahan bakar batu bara, karena pada dasarnya batu bara sulit untuk dinyalakan serta sulit pula untuk dimatikan.
4. Untuk kedepannya diharapkan adanya suatu alat yang dapat menampung produk gas metana yang dihasilkan dari proses gasifikasi, yang tentunya langsung berhubungan dengan gasifier.

## DAFTAR PUSTAKA

- Atmoko, Yudhi A, 2010. *Pengaruh Variasi Distribusi Udara Terhadap karakteristik Pembakaran Tungku Gasifikasi Batu Bara*. Sekripsi. Yogyakarta : Fakultas Teknik, Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto.
- Dinata Indah, 2009. *Analisa Kualitas Batu Bara*. Diakses pada tanggal 30 nopember 2013.  
<http://indah4din4t4.wordpress.com/category/batubara/>
- Diniyati dan Nurhadi, 2010. *Pengaruh Derajat Pengeringan Batu Bara Lignite Terhadap Unjuk Kerja Gasifikasi Allothermal*. Seminar Rekayasa Kimia Dan Proses.Semarang : Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. Diakses pada tanggal 19 nopember 2013.
- Handoyo, 2013. *Pengaruh kecepatan Udara Pada Tungku Gasifikasi Sekam Padi Terhadap Temperatur Temperatur Pembakaran*. Sekripsi.Surakarta : Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Ida dan Nuur, 2009. *Simulasi Pengaruh Ukuran Partikel Pada Gasifier Batu bara Kualitas rendah*. Sekripsi.Surabaya : Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Diakses pada tanggal 21 nopember 2013.
- Mubarok, Andri,2010. *Pengaruh Variasi Penambahan Distribusi Udara Terhadap Karakteristik Pembakaran Tungku Gasifikasi Batubara*. Sekripsi.Yogyakarta : Fakultas Teknik, Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto. Yogyakarta.
- Prastyo, Dwi,2012. *Pengaruh Kecepatan Udara Pada Tungku Gasifikasi sekam Padi Terhadap Temperatur Pembakaran*. Sekripsi.Surakarta : Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Roy, Stenly, 2009. *Proses Gasifikasi Batu Bara*. Diakses pada tanggal 3 januari 2014.  
<http://stenlyroy.blogspot.com/p/proses-gasifikasi-batubara.html>