

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI (M)**



**TRANSFER ENERGI DENGAN PENGIDENTIFIKASIAN ENTALPI
(PANAS REAKSI) PRODUK PIROLISIS BIOMASSA PENGHASIL
BAHAN BAKAR ALTERNATIF
Tahun ke 1 dari rencana 3 tahun**

Dr. Eng. WIDYA WLJAYANTI, ST, MT	NIDN : 0002087503
Dr. Eng. MEGA NUR SASONGKO, ST, MT	NIDN : 0030097403
Dr. Eng. NURKHOLIS HAMIDI, ST, M Eng.	NIDN : 0021017402
Dr. Eng. DENNY WIDHIYANURIAWAN, ST, MT	NIDN : 0013017504

Dibiayai oleh :
Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi,
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Melalui DIPA Universitas Brawijaya
Nomor : DIPA-023.04.2.414989/2013, Tanggal 5 Desember 2012, dan berdasarkan
SK Rektor Universitas Brawijaya Nomor : 295/SK/2013 tanggal 12 Juni 2013

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
NOVEMBER 2013**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Transfer Energi Dengan Pengidentifikasian Entalpi (Panas Reaksi) Produk Pirolisis Biomassa Penghasil Bahan Bakar Alternatif

Peneliti / Pelaksana
Nama Lengkap : Dr. Eng. Widya Wijayanti, ST, MT
NIDN : 0002087503
Jabatan Fungsional : Lektor
Program Studi : Teknik Mesin
Nomor HP : 085334992164
Alamat surel (e-mail) : widya_dinata@ub.ac.id

Anggota (1)
Nama Lengkap : Dr. Eng. Mega Nur Sasongko, ST, MT
NIDN : 0030097403
Perguruan Tinggi : Universitas Brawijaya

Anggota (2)
Nama Lengkap : Dr. Eng. Nurkholis Hamidi, ST, M. Eng
NIDN : 0021017402
Perguruan Tinggi Anggota : Universitas Brawijaya

(3)
Nama Lengkap : Dr. Eng. Denny Widhiyanuriawan, ST, MT
NIDN : 0013017504
Perguruan Tinggi Anggota : Universitas Brawijaya


Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp. 70.000.000,-
Biaya Keseluruhan : Rp. 300.000.000,-

Malang, 29 November 2013


Mengetahui,
Dekan/Ketua


(Prof. Dr. Mohammad Bisri, MS)
NIP. 195811261986091001

Ketua,


(Dr. Eng. Widya Wijayanti, ST, MT)
NIP. 19750802 19903 2 002

Menyetujui,
Pjs. Ketua LPPM UB


(Prof. Dr. Ir. Siti Chuzaemi, MS)
NIP. 19530514 198002 2 001

ABSTRAK

Transfer energi yang terjadi selama pirolisis tidak hanya menyangkut transfer panas, tetapi juga menyangkut transfer masa perubahan wujud secara kimia, maka perlu dilakukan penelitian mengenai reaksi kimianya. Salah satu *physical properties* yang sangat berpengaruh pada reaksi kimianya adalah entalpi yang selama ini nilainya dianggap konstan. Pada penelitian sebelumnya (Widya, 2012) diketahui bahwa entalpi sangat dipengaruhi oleh temperatur prosesnya dimana entalpi pirolisis merupakan fungsi temperatur yang terus berubah selama proses. Tujuan dari penelitian ini adalah pengidentifikasian entalpi dengan cara mengukur nilai kalor bahan bakarnya; bahan bakar padat (char) dan cair (tar) dengan menggunakan metode eksperimen. Untuk proses pirolisis ini, biomasa dibuat dalam bentuk partikel dengan ukuran sekitar 1 μm dan proses pirolisis berjalan selama 3 jam untuk menghasilkan produk berupa char dan tar yang dilakukan pada temperatur 250°C hingga 800°C. Hasil penelitian menunjukkan nilai entalpi pada char meningkat sebanding dengan peningkatan temperatur pirolisis, sedangkan tar mengalami kenaikan hingga suhu 500°C, tetapi mengalami penurunan pada suhu yang tinggi karena sifatnya yang semakin cair menjadi *light-oil*.

ABSTRACT

Energy transfer occurring in pyrolysis not only involves the heat transfer effect, but also involves the chemical reaction. It was the reason why it was necessary to do the research considering chemical reaction effect. Then, one of the physical properties that greatly affected the chemical reaction is the enthalpy value, usually, it was assumed to be constant during the pyrolysis process. In the previous study (Widya, 2012), it was understood that the enthalpy was strongly influenced by temperature in which the enthalpy is a function of temperature constantly change during the process. The purpose of this study identified the enthalpy by measuring the calorific value of the fuels; solid fuel (char) and liquid (tar) by using experimental method. In the pyrolysis process, biomass shaped in the form of needle particles about 1 μm and run 3 hours to produce the products such as char and tar. It was carried out at a temperature setting from 250°C to 800°C. The results showed that the enthalpy values of char increased with the increasing of pyrolysis temperature, however, the enthalpy values of tar inclined to temperature of 500 ° C. Afterthat, it decreased because the viscosity of tar become lighter .

RINGKASAN

Penelitian tentang energi alternatif kali ini akan dilakukan dengan metode pirolisis. Tujuannya adalah untuk mengubah biomasa menjadi bahan bakar alternatif. Untuk mewujudkan metode pengkonversian energi ini, diperlukan sebuah piroliser yang efektif dan efisien, dimana proses transport yang terjadi selama proses perlu untuk diketahui. Karena transfer energi yang terjadi selama pirolisis tidak hanya menyangkut transfer panas, tetapi juga menyangkut transfer masa perubahan wujud secara kimia, maka perlu dilakukan penelitian mengenai reaksi kimianya.

Salah satu *physical properties* yang sangat berpengaruh pada reaksi kimianya adalah entalpi yang selama ini nilainya dianggap konstan. Pada penelitian sebelumnya (Widya, 2012) diketahui bahwa entalpi sangat dipengaruhi oleh temperatur prosesnya dimana entalpi pirolisis merupakan fungsi temperatur yang terus berubah selama proses.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah pengidentifikasian entalpi dengan cara mengukur nilai kalor bahan bakarnya; bahan bakar padat (char) dan cair (tar) dengan menggunakan metode eksperimen. Untuk proses pirolisis ini, biomasa dibuat dalam bentuk partikel dengan ukuran sekitar 1 μm . Kemudian, biomasa dikeringkan dengan suhu 100°C selama kurang lebih 1 jam.

Adapun proses pirolisis ini berjalan selama 3 jam untuk menghasilkan produk berupa char dan tar yang dilakukan pada temperatur 250°C hingga 800°C. Setelah proses pirolisis selesai, massa dan volume char hasil pirolisis ditimbang. Selanjutnya, arang hasil pirolisis diuji nilai kalornya untuk mengetahui besarnya entalpi pada masing-masing temperatur pirolisis. Secara parallel pula, tar yang dihasilkan ditangkap dengan cara dikondensasikan. Tar yang ditangkap kemudian diuji nilai kalornya yang menunjukkan nilai entalpi untuk bahan bakar cair.

Pada tahun pertama ini telah didapatkan nilai kalor bahan bakar yang merupakan salah satu nilai *properties* untuk menyelesaikan persamaan energi pada proses pirolisis. Nilai kalor pada proses pengukuran nanti adalah sama dengan entalpi (panas reaksi) selama proses pirolisis. Secara umum, nilai entalpi pada char meningkat sebanding dengan peningkatan temperatur pirolisis, sedangkan tar mengalami kenaikan hingga suhu 500°C, tetapi mengalami penurunan pada suhu yang tinggi karena sifatnya yang berwujud semakin menjadi *light-oil*.

Keywords ; energi, entalpi, pirolisis, bahan bakar alternative

SUMMARY

The research about alternative energy has been done by the method of pyrolysis. The goal is to convert biomass into alternative fuels. To realize this method, it is required an effective and efficient pyrolyzer, where the transport phenomena occurs during the process needs to be understood well. Energy transfer occurring in pyrolysis not only involves the heat transfer effect, but also involves the chemical reaction. It was the reason why it was necessary to do the research considering chemical reaction effect. Then, one of the physical properties that greatly affected the chemical reaction is the enthalpy value, usually, it was assumed to be constant during the pyrolysis process. In the previous study (Widya, 2012), it was understood that the enthalpy was strongly influenced by temperature in which the enthalpy is a function of temperature constantly change during the process.

The purpose of this study identified the enthalpy by measuring the calorific value of the fuels; solid fuel (char) and liquid (tar) by using experimental method. In the pyrolysis process, biomass shaped in the form of needle particles about 1 μm and run 3 hours to produce the products such as char and tar. It was carried out at a temperature setting from 250°C to 800°C. The results showed that the enthalpy values of char increased with the increasing of pyrolysis temperature, however, the enthalpy values of tar inclined to temperature of 500 °C. Afterthat, it decreased because the viscosity of tar become lighter.

Before pyrolysis process, the biomass was dried at a temperature of 100°C for around 1 hour. The pyrolysis process was run for 3 hours to produce products such as char and tar were carried out at temperature from 250°C to 800°C. After the pyrolysis process was completed, the mass and volume of pyrolysis char products were weighed. Furthermore, the char were tested to determine the calorific value of the enthalpy at each temperature pyrolysis. In parallel way, the produced tar was condensed by using cold traps. Then, the produced tar was also tested its calorific values showing the enthalpy for liquid fuel.

In this first year research, it has been obtained the calorific values of the fuel that one of the properties values to solve the energy equation in the pyrolysis process. The calorific value of the measurement process is the same as the later enthalpy (heat of reaction) during the pyrolysis process. In general, the enthalpy values of char increased with the increasing pyrolysis temperature. It was also the enthalpy values of tar rose up to 500°C. However, after 500°C, it decreased of its intangible increasingly becoming light - oil.

Keywords ; energy, enthalpy, pyrolysis, alternative fuel

DAFTAR PUSTAKA

1. Di Blasi, C., 2008, *Modeling Chemical and Physical Processes of Wood and Biomass Pyrolysis*, Progress in Energy and Combustion Science 34, pp. 47–99.
2. Koufopoulos, et al. 1991, *Modelling of the pyrolysis of biomass particles. Studies on kinetics, thermal and heat transfer effects*, The Canadian Journal of Chemical Engineering, Volume 69, Issue 4, pages 907–915.
3. Babu, B.V., et al, 2004, *Heat transfer and kinetics in the pyrolysis of shrinking biomass particle*, Chemical Engineering Science, Volume 59, Issue 10, May 2004, Pages 1999–2012
4. Tanoue, K., T. Hinauchi, T. Oo, T. Nishimura, M. Taniguchi, and K. Sasauchi, 2007, *Modeling of heterogeneous chemical reactions caused in pyrolysis of biomass particles*, Advanced Powder Technology 18, 825-840.
5. Tanoue K., Widya W., et al, 2009, *Numerical Simulation of Heat Transfer through the Pyrolysis of Woody Biomass*, 9AIChE - 2009 AIChE Annual Meeting, Conference
6. Tanoue, K., Widya, W., Yamasaki, K., Kawanaka, T., Yoshida, A., Nishimura, T., Taniguchi, M., Sasauchi, K., 2010, *Numerical Simulation of the thermal conduction of packed bed of woody biomass particles accompanying volume reduction induced by pyrolysis*, J. Jpn. Inst. Energy, 89 (10), 948.
7. Tanoue K., Widya W., et al, 2010, *Effect of the Volume Reduction On the Thermal Conduction Through the Pyrolysis of the Biomass*, 10AIChE - 2010 AIChE Annual Meeting, Conference Proceedings
8. Widya W, Tanoue, K., et al, 2011, *Rule of thumb for simulating biomass pyrolysis in packed bed reactor*, 11AIChE - 2011 AIChE Annual Meeting, Conference Proceedings
9. Mohan et al.; 2005: *Pyrolysis of wood/Biomass for Bio-oil: A Critical Review*; Department of Chemistry, Mississippi State University, USA.
10. Y.S Kim et al., 2003, *J. anal. Appl. Pyrolysis* 70 (2003)
11. Widya W., Mega S., 2012, *Reduksi Volume Dan Pengurangan Kotoran Sopi Dengan Metode Pirolisis*, Jurnal Rekayasa Mesin Vol3, No. 2 Tahun 2012:343-349. ISSN 0216-468X
12. Widya W., Mega S., Meidiana C., Yuliati L., *Metode Pirolisis Untuk Penanganan Sampah Perkotaan Sebagai Penghasil Bahan Bakar Alternatif*, Jurnal Rekayasa Mesin, 2013 (in print)