

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



**KARAKTERISTIK PEMBAKARAN DIFUSI DAN PREMIKS
BAHAN BAKAR BIOGAS**

Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun

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	Karakteristik Pembakaran Difusi Dan Premiks Bahan Bakar Biogas
Peneliti / Pelaksana	
Nama Lengkap	: Dr. Eng. Mega Nur Sasongko, ST, MT
NIDN	: 0030097403
Jabatan Fungsional	: Lektor
Program Studi	: Teknik Mesin
Nomor HP	: 0811360436
Alamat surel (e-mail)	: megasasongko@ub.ac.id
Anggota (1)	
Nama Lengkap	: Dr. Eng. Nurkholis Hamidi, ST, M. Eng
NIDN	: 0021017402
Perguruan Tinggi Anggota	: Universitas Brawijaya
Anggota (2)	
Nama Lengkap	: Dr. Eng. Denny Widhiyanuriyawan, ST, MT
NIDN	: 0013017504
Perguruan Tinggi Anggota	: Universitas Brawijaya
Tahun Pelaksanaan	: Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun
Biaya Tahun Berjalan	: Rp. 55.000.000,-
Biaya Keseluruhan	: Rp. 110.000.000,-

Malang, 30 November 2013

Mengetahui,
Dekan Ketua



(Prof. Dr. Ir. Mohamad Bisri, MS)
NIP. 195711261986091001

Ketua,



(Dr. Eng. Mega Nur Sasongko)
NIP. 197409302000121001

Menyetujui,
Pjs. Ketua LPPM UB



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

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh prosentase kandungan CO₂ dalam biogas terhadap karakteristik pembakaran difusi biogas. Konfigurasi counterflow diffusion flame digunakan dalam penelitian ini untuk melihat secara detail tentang struktur nyala api dan batas nyala (flammability limits) api biogas. Konsentrasi CO₂ dalam biogas divariasikan dalam 0% sampai 50%, sedangkan massa alir reaktan divariasikan dalam 4 – 14 L/min. Hasil yang menunjukkan bahwa kandungan CO₂ dalam biogas berpengaruh terhadap karakteristik nyala api difusi, terutama terhadap luas daerah api bercahaya kuning yang terbentuk di sisi aliran bahan bakar. Pada kondisi campuran kaya bahan bakar, kestabilan api difusi tidak banyak dipengaruhi oleh kandungan CO₂ dalam bahan bakar, tetapi lebih dipengaruhi oleh laju difusi antara bahan bakar dan oksigen. Oleh karena itu, pembakaran biogas lebih disarankan berlangsung pada kondisi yang kaya bahan bakar.

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of the percentage of CO₂ in the biogas to the characteristics of biogas diffusion flame. Counterflow configuration was used in this study to investigate detail structure of diffusion flame and the flame stability of biogas. The concentration of CO₂ in the biogas was varied from 0% to 50% while the mass flow rate of the reactants was varied from 4 to 14 L / min. The results showed that the CO₂ in the biogas fuel affect the diffusion flame characteristics, especially the area of luminous yellow flame formed in the fuel flow. In the fuel-rich mixture conditions, procentase CO₂ did not affected the diffusion flame stability. However The stability flame was more influenced by the rate of diffusion between fuel and oxygen. Therefore, the combustion of biogas is more recommended to be done in the *fuel-rich conditions*.

RINGKASAN

Biogas adalah salah satu bahan bakar alternatif yang dewasa ini masih terus dikembangkan untuk menjadi pengganti bahan bakar fosil. Kelemahan utama biogas adalah nilai kalor pembakaran yang rendah karena banyak kandungan gas pengotor di dalamnya. Kandungan utama dari bahan bakar ini adalah gas CH_4 dan gas inert CO_2 yang konsentrasinya hampir 50 % nya. Upgrading biogas dengan menghilangkan gas pengotornya memerlukan teknik yang tidak mudah dan biaya yang tidak sedikit. Penggunaan langsung biogas dalam proses pembakaran tanpa 100 % menghilangkan gas inertnya terkadang harus dilakukan untuk mengurangi mahalnya biaya dan sesegera mungkin memperluas penggunaan biogas secara umum.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh inert gas CO_2 dalam kandungan biogas terhadap karakteristik proses pembakaran biogas. Konfigurasi counterflow flame digunakan dalam penelitian ini untuk melihat secara detail tentang struktur nyala api dan batas nyala (flammability limits) api biogas. Dalam penelitian ini biogas digantikan oleh campuran antara gas CH_4 dan CO_2 . Konsentrasi CO_2 dalam biogas divariasikan dalam 0% sampai 50%. Kondisi nyala api divariasikan dengan jalan memvariasikan tipe apinya (difusi dan premiks) massa alir bahan bakar dan pengoksidasi dan strain rate counterflow.

Hasil yang menunjukkan bahwa kandungan CO_2 dalam biogas berpengaruh terhadap karakteristik nyala api difusi, terutama terhadap luas daerah api bercahaya kuning yang terbentuk di sisi aliran bahan bakar. Luas daerah warna api kuning menurun sedikit demi sedikit dengan meningkatnya konsentrasi CO_2 dalam bahan bakar. Sedangkan perubahan dimensi api lebih dipengaruhi oleh konsentrasi oksigen dalam oksidator dibanding dengan prosentasi kandungan CO_2 .

Pada kondisi campuran kaya bahan bakar, kestabilan api difusi tidak banyak dipengaruhi oleh kandungan CO_2 dalam bahan bakar, tetapi lebih dipengaruhi oleh laju difusi antara bahan bakar dan oksigen. Oleh Karena itu, pembakaran biogas lebih disarankan berlangsung pada kondisi yang kaya bahan bakar.

SUMMARY

Biogas is one of the alternative fuels that are currently developed to be a substitute for fossil fuels. Biogas mainly consists of methane and Carbondioxide, with small amount of moistures and H_2S . A large fraction of CO_2 ranges from 30 – 50 % in the Biogas cause the low calorific value of fuel and poor flame stability. Upgrading biogas by removing impurities gases requires special techniques that are not easy and high in cost. The direct use of biogas in the combustion process sometimes must be done to reduce the high cost as soon as possible and expand the use of biogas in general purpose.

This study aims to determine the effect of the percentage of CO_2 in the biogas to the characteristics of biogas diffusion flame. Counterflow configuration was used in this study to investigate detail structure of diffusion flame and the flame stability of biogas. The concentration of CO_2 in the biogas was varied from 0% to 50% while the mass flow rate of the reactants was varied from 4 to 14 L / min. the flame stability was gained by reducing the oxygen concentration in the oxidizer until the flame extinction.

The results showed that the CO_2 in the biogas fuel affect the diffusion flame characteristics, especially the area of luminous yellow flame formed in the fuel flow. The area of the yellow flame decreased gradually with increasing the procentase of CO_2 . In the fuel-rich mixture conditions, procentase CO_2 did not affected the diffusion flame stability. However, the flame stability was more influenced by the rate of diffusion between fuel and oxygen. Therefore, the combustion of biogas is more preferably to be done in the fuel-rich conditions.

DAFTAR PUSTAKA

1. Karim, G.A., Wierzba, I., *Methane-Carbon dioxide Mixtures as a Fuel*, AFRC/JFRC International Symposium, Hawaii, October 1998.
2. Karim, G.A., Hanafi, A. S., Zhou, G., *A kinetic Investigation of the Oxidation of Low Heating Value Fuel Mixtures of Methane and Diluents*, Journal of Emerging Energy Technology, Vol 41, 1992, page 103.
3. Karim, G.A., Hanafi, A. S., *An Analytical Examination of the Partial Oxidation of Rich Mixtures of Methane and a Oxygen*, Journal of Fossil Fuel Combustion, Vol 33, 1991, page 127.
4. Colorado, A.F., Herrera, B.A., Amell, A.A., *Performance of Flameless Combustion Furnace Using Biogas and Natural Gas*, Journal of Bioresource Technology, Vol. 101, Issue 7, 2010, p. 2443-2449.
5. Chen, S., Zheng, C., *Counterflow Diffusion Flame of Hydrogen Enriched Biogas under Mild Oxy-fuel Condition*, International Journal of Hydrogen Energy, Vol. 36, Issue 23, 2011, p. 15403-15413
6. Yoon, S.H., Lee, C.S., *Experimental Investigation on the Combustion and Exhaust Emission Characteristics of Biogas-Biodiesel Dual-fuel Combustion in a CI engine*, Journal of Fuel Processing Technology, Vol. 92, Issue 5, 2011, p. 992-1000
7. Porpatham, E., Ramesh, A., Nagalingam, B., *Investigation on the Effect of Concentration of Methane in Biogas when Used as a Fuel for a Spark Ignition Engine*, Journal of Fuel, Vol. 87, Issue 8-9, 2008, p. 1651-1659.
8. Widarto, L., dan Sudarto, C.Ph., 1997, *Membuat Biogas*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
9. Kristoferson dan Bokalders, 1991, *Penanganan dan Pemanfaatan Limbah Padat*, Jakarta, Penerbit Mediyatama Sarana Perkasa.
10. Perry, R. H., Perry's, 1997, *Chemical Engineers' Handbook*, 7th Edition, Mc Graw Hill Companies Inc., New York, pp. table 2-1 & 2-2
11. Fessenden, Ralph J. and J. S. Fessenden, 1989, *Kimia Organik Jilid 1*, Edisi Ke-3, Erlangga, Jakarta, pp. 102 - 103.
12. Price, E.C and Cheremisinoff, P.N. 1981. *Biogas Production and Utilization*. United States of America: Ann Arbor Science Publishers, Inc.
13. Chelliah, H. K., Lazzarini, A. K., Wanigarathne, P. C., Linteris, G. T., *Inhibition of Premixed and Non-premixed Flames with Fine Droplets Water and Solutions*, Proceedings of the Combustion Institute, Vol. 29, 2002, p. 369-376.
14. Liu, K., Kim, A.K., *A review of Water Mist Fire Suppression Systems-Fundamental Studies*, Fire Protection Engineering, Vol. 10, No. 3, 2000, p. 32-50.
15. Law, C.K., *Combustion Physics*, Cambridge University press, 2006.
16. Li, S.C., *Spray Stagnation Flames*, Progress in Energy and Combustion Science, Vol. 23, 1997, p. 303-347. Mikami, M., Miyamoto, S., Kojima, N., *Counterflow Diffusion Flame with Polydisperse Sprays*, Proceedings of the Combustion Institute vol. 29, 2002, p. 593-599.

17. Tsuji, H., *Counterflow Diffusion Flames*, Progress in Energy and Combustion Science, Vol. 8, 1982, p. 93-119.
18. Sasongko, M.N., Mikami, M., Dvorjetski, *Extinction Condition of Counterflow Diffusion Flame with Polydisperse Water Spray*, Journal Of Proceedings of Combustion Institute, Vol. 33, Issue 2, 2011, p. 2555-2562