

LAPORAN AKHIR TAHUN
PENELITIAN UNGGULAN PERGURUAN TINGGI (U)



RANCANG BANGUN *PILOT PLANT* GASIFIKASI SAMPAH
MENJADI *SYNTHESIS GAS* (SynGas)
UNTUK ALTERNATIF PEMBANGKITAN ENERGI LISTRIK
YANG RAMAH LINGKUNGAN

Ketua Tim:

Dr.rer.net. Muhammad Nurbuda (NIDN. 0010096407)

Anggota:

Dr. Ir. Bambang Dwi Argo, DEA (NIDN. 0010076108)

Dr. Ir. Wahyono Suprpto, MT.Met (NIDN. 0017115505)

Yusuf Hendrawan, STP., MApp.LifeSc., Ph.D (NIDN. 0017115505)

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 : 153/SK/2013
Tanggal 28 Maret 2013

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
NOVEMBER 2013

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Rancang Bangun *Pilot Plant* Gasifikasi Sampah
Menjadi *Synthesis Gas* (SynGas) untuk Alternatif
Pembangkitan Energi Listrik yang Ramah Lingkungan

Peneliti / Pelaksana
Nama Lengkap : Dr.rer.net. Muhammad Nurhuda
NIDN : 0010096407
Jabatan Fungsional : Lektor
Program Studi : Fisika
Nomor HP : 0811360405
E-mail : mnurhuda@ub.ac.id

Anggota (1)
Nama Lengkap : Dr. Ir. Bambang Dwi Argo, DEA
NIDN : 0010076108
PT : Universitas Brawijaya

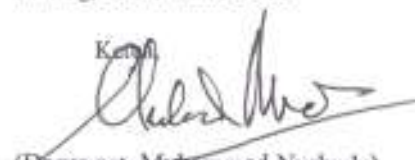
Anggota (2)
Nama Lengkap : Dr. Ir. Wahyono Suprpto, MT.Met
NIDN : 0017115505
PT : Universitas Brawijaya

Anggota (3)
Nama Lengkap : Yusuf Hendrawan, STP., M. App. Life Sc., Ph.D
NIDN : 0016058102
PT : Universitas Brawijaya

Institusi Mitra
Nama Institusi Mitra : -
Alamat : -
Penanggung Jawab : -
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke-1 dari rencana 4 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp. 265.000.000,-
Biaya Keseluruhan : Rp. 1.000.000.000,-

Malang, 30 November 2013


Mengetahui,
Dekan FMIPA
(Prof. Marjono, M.Phil.)
NIP. 19620416 198303 1 004

Ketua

(Dr.rer.net. Muhammad Nurhuda)
NIP. 196409101990021001

Menyetujui,
Pjs. Ketua LPPM UB

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

**RANCANG BANGUN PILOT PLANT GASIFIKASI SAMPAH MENJADI
SYNTHESIS GAS (SYNGAS) UNTUK ALTERNATIF PEMBANGKITAN
ENERGI LISTRIK YANG RAMAH LINGKUNGAN**

Abstrak

Dalam penelitian ini, telah dirancang sebuah reactor gasifikasi biomassa yang menggunakan skema pengapian kembar, dimana process gasifikasi secara vertical terletak diantara dua zona pembakaran, yaitu pembakaran biomassa di bagian atas dan pembakaran sisa arang di bagian bawah. Untuk meningkatkan efisiensi, panas gas producer digunakan untuk pemanasan awal udara yang diperlukan pada pembakaran biomassa.

Percobaan pendahuluan menunjukkan bahwa skema reaktor gasifikasi api kembar dengan pemanasan pendahuluan udara untuk pembakaran biomass telah berfungsi dengan baik, meskipun terdapat kendala kebocoran terkait pekerjaan bengkel yang kurang teliti. Pekerjaan ke depan, disamping penyempurnaan reaktor gasifikasi dan peralatan untuk pemanasan producer gas, juga mulai dilakukan pengukuran untuk karakterisasi producer gas, terutama kandungan energi dan tar. Hasil pengukuran tersebut direncanakan untuk diterbitkan sebagai sebuah paper ilmiah.

Kata Kunci: Gasifikasi, twin fire, biomassa sampah

**DESIGN OF GASIFICATION PILOT PLANT FOR PRODUCTION OF
SYNTHETIC GAS FOR ELECTRICITY ENERGY GENERATION**

ABSTRACT

In this research, a twin fire biomass gasification reactor has been developed. The gasification process is vertically positioned between two combustion zones, the upper zone where the biomass is burnt, and the lower zone where the residual charcoal is fully burnt. To increase the gasification efficiency, the air utilized for biomass combustion is pre-heated by using the heat of producer gas.

The preliminary experiments have shown that this twin fire gasification reactor is working well, though there was a problem related with leakage due to unprecised metal working. For the next works, we plan to further improving the gasification reactor as well as characterization of the resulting producer gas. The experimental data then will be used for and published as a scientific paper.

Keywords : Gasification, twin fire, biomass waste

RANCANG BANGUN *PILOT PLANT* GASIFIKASI SAMPAH MENJADI *SYNTHESIS GAS* (SYNGAS) UNTUK ALTERNATIF PEMBANGKITAN ENERGI LISTRIK YANG RAMAH LINGKUNGAN

RINGKASAN

Salah satu proses termo - kimia yang saat ini sedang banyak diteliti adalah gasifikasi biomassa. Gasifikasi dapat dianggap sebagai pembakaran tidak sempurna melalui karbonat yang menghasilkan gas atau asap yang dapat digunakan sebagai bahan bakar untuk kompor atau mesin pembakaran dalam. Dalam penelitian ini, telah dirancang dan dikembangkan sebuah reaktor gasifikasi *twin fire* yang menggabungkan gasifikasi skema *downdraft* untuk pembakaran biomassa dan skema *updraft* untuk pembakaran arang.

Terdapat dua reaktor gasifikasi yang dirancang dalam penelitian ini, yaitu reaktor yang memiliki bagian menyempit atau *throtter* untuk mengintensifkan pembakaran biomassa dan yang lainnya adalah reaktor dengan tabung pembakaran dimana bagian bawah lebih lebar dari bagian atasnya. Kedua skema reaktor tersebut menerapkan mekanisme pemanasan awal dari udara yang digunakan untuk pembakaran biomassa. Panas yang digunakan untuk pemanasan awal diambil dari panas silinder yang disisipkan diantara silinder luar reaktor dan tabung pembakaran yang terpanasi oleh gas produser. Di bagian bawah reaktor gasifikasi dipasang penyangga bahan bakar yang berhubungan langsung dengan udara segar. Untuk memfasilitasi pembakaran arang, penyangga bahan bakar di bagian bawah reaktor dilengkapi dengan kisi-kisi berpori, sehingga udara segar dapat menembus ke dalam arang, membakar arang dan menyalurkan gas CO₂ dan panas ke lapisan bahan bakar di atasnya sehingga terjadi reaksi reduksi.

Percobaan awal yang dilakukan telah menunjukkan bahwa kedua skema bekerja dengan baik, meski terdapat masalah teknis menyangkut kebocoran akibat pengerjaan pengelasan yang kurang teliti. Selain itu, ditemukan fakta bahwa gas produser terlalu panas untuk dapat langsung ditarik oleh blower hisap, sehingga menyebabkan kerusakan blower. Pada percobaan berikutnya, dimana diantara siklon dan filter dipasang pipa pendingin yang dibenamkan ke dalam bak berisi air, diperoleh hasil bahwa gas produser masih dapat dibakar, tetapi memerlukan waktu pemanasan yang lebih lama. Investigasi secara teliti menunjukkan bahwa gas produser relatif basah, disebabkan karena terjadi kebocoran pada pipa pendingin. Oleh karena itu penting untuk langkah berikutnya melakukan perbaikan pada pengerjaan logam.

Terkait dengan hasil percobaan awal yang telah dilakukan, sebuah draft permohonan paten dari gasifikasi *twin fire* telah disiapkan dan diajukan. Untuk rencana kerja ke depan, selain melakukan perbaikan gasifier, akan dilakukan pengukuran *variable-variable* dari sifat syngas yang dihasilkan, terutama kandungan kalor dan tarnya. Data yang diperoleh tersebut selanjutnya akan digunakan sebagai bahan untuk publikasi ilmiah.

Kata Kunci: Gasifikasi, twin fire, biomassa sampah

DESIGN OF GASIFICATION PILOT PLANT FOR PRODUCTION OF SYNTHETIC GAS FOR ELECTRICITY ENERGY GENERATION

SUMMARY

One of the thermo-chemical processes that are currently being widely investigated is the biomass gasification. Gasification may be considered as an uncompleted combustion of carbonic molecules which produces gases or smokes that can be used as fuels for stoves or internal combustion engines. In this research, a twin fire gasification reactor which combines the mechanism of downdraft scheme for biomass burning and updraft scheme for charcoal burning has been developed.

There are two reactors have been designed in this research, one has throttler for intensifying the biomass burning and the other without throttler, but with increasing diameter of the reactor tube. Both scheme employee the pre-heating mechanism for biomass burning, by which the air is pre-heated before being used for biomass burning. The heat used for air pre-heating is taken from producer gas, where the heat is transferred via the presence secondary cylinder that is inserted between the outer cylinder and central burning tube. At the bottom of the gasification reactor, the grate is loosely connected with the fresh air. To facilitate the charcoal burning, the grate at the bottom of reactor is accompanied with porous grid, through which the fresh air can penetrate into charcoal bed positioned at its upper level.

The preliminary tests conducted have shown that both schemes are working well, though there are still technical problem regarding the leakage resulting from unprecized metal working. Furthermore, it has been found that the producer gases are too hot to directly being drawn by the suction blower after filtering stage. This hot producer gas leads in to damage of the suction blower. The next experiment conducted after installing cooling pipes immersed in water filled-tank has shown that the producer gas is still burnable, but in general it is more difficult to kindle due to high moisture content of the gas. Careful investigation has shown that wet gas was caused by leakage in the water cooler. It is therefore important for the next step to improve the metal working, while the basic schemes are still unchanged.

Regarding the experimental results, a draft for patent application of the designed gasification reactor has been prepared. For the next plan, in addition to the improvement of metal working, data characterization of the producer gas, particularly energy and tar contents, will be conducted. The resulted data will be used for scientific publications.

Keywords : Gasification, twin fire, biomass waste

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1999. *Small Modular Biopower Project*. Phase 1 Project Report; Community Power Corporation; Aurora, Colorado
- Abdullah, K. AK Irwanto, N Siregar, E Agustina, AH Tambunan, M Yamin, E Hartulistiyoso, YA Purwanto, D Wulandari, LO Nelwan. 1998. *Energi dan Listrik Pertanian*. JICA—DGHE / IPB Project / ADAET.
- Badan Perencanaan Kota – Kota Malang. 2007. *Data Komposisi Sampah di Kota Malang*. Malang
- Badan Pusat Statistik. 2008. *Tabel Data Volume Produksi Sampah Harian di Indonesia*. Badan Pusat Statistik. Jakarta
- Baozhao, Z., and X. Yicheng. 1994. "Study On Performance Of Biomass Gasifier-Engine Systems And Their Environmental Aspects" dalam Nan et al (eds.); *Integrated Energy Systems In China - The Cold Northeastern Region Experience*. Food And Agriculture Organization Of The United Nations; Rome.
- Dinas Ciptakarya – Prop. Jatim. 2006. *Profil Kabupaten / Kota – Kota Malang, JATIM*. Kementerian Pekerjaan Umum. Surabaya
- Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Malang. 2011. *Data Volume Sampah pada Tiap Kecamatan di Kota Malang*. Malang
- Basu, Prabir. 2010. *Biomass Gasification and Pyrolysis – Practical Design and Theory*. Elsevier: New York
- Higman, Christopher dan Maarten van der Burgt. 2008. *Gasification- 2nd Ed*. Elsevier: New York
- Reed, T. B., R. Walt, S. Ellis, A. Das, S. Deutch. 1999. *Superficial Velocity - The Key To Downdraft Gasification*. Presented at 4th Biomass Conference of the Americas: Oakland, California, 29 August 1999
- Turare, C. 1997. *Biomass Gasification Technology and Utilisation*