

PENGARUH LAJU ALIR UDARA DAN TIPE ALIRAN UDARA TERHADAP KINERJA KOMPOR GASIFIKASI TONGKOL JAGUNG

Wusana Agung Wibowo*, Heru Marantika Afriyadi, Nanang Driyatmono

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami no. 36 A, Surakarta 57126 Telp/fax: 0271-632112

*Email : wusana_son@yahoo.com

Abstract : *Central Java (a province in Indonesia) produced about 2.2 million tons of corn kernel in 2007. Cob corn had low efficiency if only burned away. We used gasification processes to improve the efficiency. Gasification consists of four processes, i.e.: drying, pyrolysis, oxidation and reduction. Gas wick produced from the gasification process, are CO, CO₂, H₂, and CH₄. Based on the direction of the flow of gas and the flow of solid, gasification machines can be divided into two gasification (downdraft gasification) and gasification opposite flow (updraft gasification). Gasification can be affected by several variables. This study used two variables: the air flow rate (273 cm³ / s; 345 cm³ / s; 412 cm³ / s and 599 cm³ / s) and the type of air flow (up draft and downdraft). The parameters in the gasification is combustible gas, SGR (Specific Gasification Rate), FCR (Fuel Consumption Rate), AFR (Air Fuel Ratio) and Percentage of Char (charcoal). Combustible gas composition (CO, H₂, and CH₄) as indicator of producer gas composition. Combustible gas composition of the greatest value obtained on the type of flow up to the draft air flow rate 345 cm³ / s which is 17.742% mol (SGR 75.0761 kg/m².jam; FCR 1.1551 kg / hour; AFR 1.3448; percentage of char 2,5%).*

Keywords: *Corn cob, Gasification, Air flow, Air flow tipe*

PENDAHULUAN

Pemanfaatan energi alternatif di Indonesia sedang dikembangkan yaitu energi biomassa. Sebagai sumber energi, biomassa memiliki beberapa keuntungan terutama dari sifat terbarukannya, misalnya tongkol jagung. Jawa Tengah memiliki jumlah produksi jagung pipilan pada tahun 2007 kira-kira sekitar 2,2 juta ton, nomor dua di Indonesia setelah Jawa Timur.

Saat ini limbah tongkol jagung lebih banyak digunakan masyarakat sebagai pakan ternak atau dibakar langsung, padahal apabila tongkol jagung dimanfaatkan lebih lanjut dapat meningkatkan nilai energi yang dihasilkan salah satunya dengan gasifikasi. Pemanfaatan teknologi gasifikasi untuk keperluan industri rumah tangga salah satunya dengan pembuatan unit gasifikasi tongkol jagung. Gas hasil gasifikasi selanjutnya dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan panas ataupun menghasilkan listrik.

Alat gasifikasi yang tersedia saat ini belum optimal kinerjanya maka dibutuhkan penelitian untuk menentukan kondisi optimal. Kondisi optimal alat gasifikasi ditentukan dengan faktor-faktor yang mempengaruhi proses gasifikasi diantaranya jenis biomassa, ukuran biomassa, laju alir udara, dan tipe aliran gasifier.

Parameter-parameter penting dalam gasifikasi tongkol jagung didapatkan dengan

cara pengujian alat. Selanjutnya, setelah uji alat dilakukan dan parameter-parameter yang diperlukan dalam gasifikasi sudah didapatkan maka diperlukan modifikasi dan optimalisasi unit gasifikasi untuk meningkatkan efisiensi kinerja unit gasifikasi.

Tabel 1. Analisa Proksimat dan Ultimat Tongkol Jagung

Proksimat Analisis (dry basis wt%)		Ultimat Analisis (dry basis wt%)	
Fixed carbon	18,54	Karbon	46,58
Kadar abu	1,36	Hidrogen	5,87
Volatile matter	80,10	Oksigen	45,46
		Nitrogen	0,47
		Belerang	0,01
		Klor	0,21
		Kadar abu	1,40

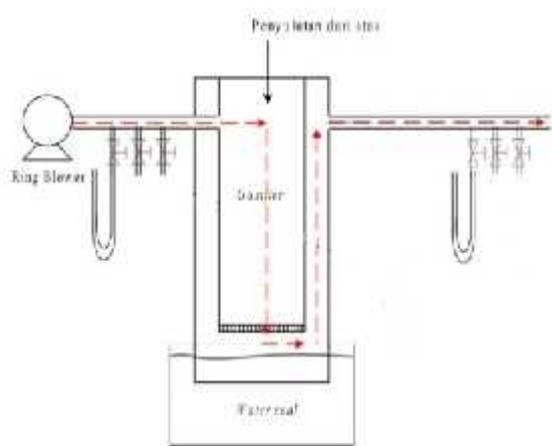
Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh laju alir udara dan tipe aliran udara terhadap kinerja kompor gasifikasi tongkol jagung.

METODOLOGI

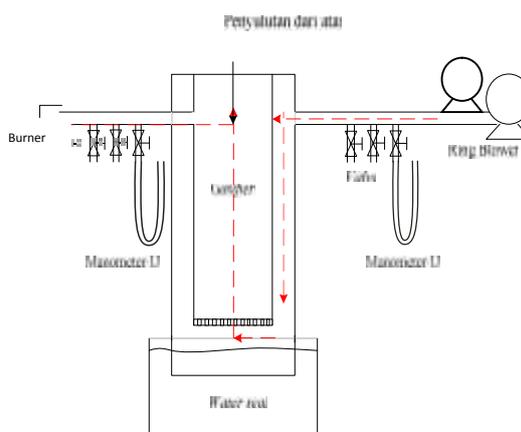
Bahan baku dalam penelitian ini adalah tongkol jagung. Digunakan ukuran tongkol jagung yaitu, ¼ tongkol (d=4,5 cm, h=5 cm). Terdapat 4 variasi laju alir udara yang digunakan

pada penelitian ini yaitu 0,9810 Nm³/jam, 1,2427 Nm³/jam, 1,4814 Nm³/jam, dan 2,1557 Nm³/jam dan menggunakan 2 variasi tipe aliran yaitu *up-draft* dan *down-draft*.

Tinggi tumpukan dalam gasifier diatur setinggi 50 cm dari dasar kolom. Udara dialirkan menggunakan *ring blower* 1/5 hp. Pengaturan laju alir udara dilakukan dengan cara memvariasikan h manometer pipa U pertama. Gas hasil gasifikasi yang melewati manometer pipa U kedua dicatat h manometernya. Selanjutnya gas hasil gasifikasi disimpan sebagai sampel untuk pengujian di laboratorium agar diketahui komposisinya. Sedangkan untuk pengecekan secara visual, gas dibakar pada burner. Jumlah arang yang tersisa dari proses gasifikasi ditampung dan ditimbang. Pengujian sampel gas dilakukan di ITB dengan menggunakan *Gas Chromatography* (GC).



Gambar 1 Skema Percobaan Tipe Down-Draft Gasifier



Gambar 2. Skema Percobaan Tipe Up-Draft Gasifier

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang diambil dalam penelitian ini adalah massa tongkol awal, massa arang dan waktu operasi. Massa tongkol jagung awal adalah massa tongkol yang digunakan pada gasifikasi sedangkan massa arang adalah massa komponen tongkol yang tidak terbakar. Waktu operasi dihitung dari awal terbentuknya gas sampai sudah tidak terbentuk gas hasil lagi. Tabel 2 menunjukkan data hasil penelitian gasifikasi tongkol jagung. Data tersebut akan diolah lebih lanjut untuk menentukan parameter-parameter gasifikasi yang menentukan kinerja gasifier.

Tabel 2. Data Hasil Penelitian

Tipe aliran udara	Q Udara (cm ³ /s)	Q Syngas (cm ³ /s)	Massa tongkol awal (gr)	Massa arang sisa (gr)	Wktu operasi (mnt)
Up Draft	273	178	867,8	25,4	55
	345	273	888,7	22,4	45
	412	345	856,0	21,6	35
	599	513	881,0	19,8	25
Down Draft	273	178	873,4	24,1	60
	345	273	884,3	21,6	50
	412	345	883,5	21,2	40
	599	513	875,0	19,3	35

Gas hasil gasifikasi tongkol jagung dianalisa komposisinya (H₂, CO, CH₄, CO₂ dan N₂) dengan menggunakan *gas chromatography* (GC). Dari Tabel 3 di bawah dapat dilihat hasil analisa *syngas*. Hasil analisa ini akan digunakan sebagai acuan penentuan variabel yang menghasilkan *syngas* paling baik. *Syngas* yang memiliki komposisi yang baik ditentukan dengan banyaknya *combustible gas* (H₂, CO dan CH₄). Pada *syngas* yang memiliki komposisi *combustible gas* yang besar mempengaruhi nyala api yang dihasilkan lebih besar dan lidah api lebih panjang.

Tabel 3. Data Hasil Analisa Gas Hasil Gasifikasi

Tipe Aliran	Q Udr (cm ³ /s)	Komposisi Gas Hasil Gasifikasi (% mol)					Com Gas (% mol)
		CO ₂	H ₂	N ₂	CO	CH ₄	
Up draft	273	14,8	1,1	82,7	0,1	1,1	2,3
	345	11,7	3,5	70,4	-	14,1	17,7
	412	12,1	2,8	83,7	0,2	0,9	4,1
	599	14,7	2,4	81,8	0,1	0,7	3,3
Down draft	273	12,7	1,8	84,0	0,4	0,9	3,2
	345	17,2	2,1	79,0	0,4	1,1	3,6
	412	14,4	4,8	69,6	0,2	10,8	15,9
	599	8,7	0,2	90,9	-	-	0,2

Dari data didapatkan komposisi *combustible gas* paling besar untuk tipe aliran up draft adalah pada laju alir udara $345 \text{ cm}^3/\text{s}$ dengan komposisi *combustible gas* sebesar 17,742% mol dengan panjang lidah api 37 cm. Parameter-parameter yang menentukan gasifikasi antara lain SGR (*Specific Gasification Rate*), FCR (*Fuel Consumption Rate*), AFR (*Air Fuel Ratio*) dan % Char (arang). Tabel 4 menunjukkan hasil perhitungan data penelitian dan didapatkan parameter-parameter yang dapat dijadikan acuan pemilihan variabel yang paling baik/ menghasilkan kinerja gasifier yang paling optimal.

Tabel 4. Parameter-Parameter Gasifikasi yang Diukur

Tipe Aliran Udara	Q _{udr} (m ³ /jam)	Com Gas (% mol)	SGR (kg/m ² .j)	FCR (kg/jam)	AFR	% Char
Up Draft	0,9	2,3	59,7	0,9	1,3	2,9
	1,2	17,7	75,1	1,1	1,3	2,5
	1,4	4,1	92,9	1,4	1,2	2,5
	2,1	3,3	134,3	2,1	1,3	2,5
Down Draft	0,9	3,2	55,1	0,8	1,4	2,7
	1,2	3,6	67,2	1,1	1,5	2,4
	1,4	15,9	84,0	1,2	1,4	2,4
	2,1	0,2	95,3	1,4	1,8	2,2

PEMBAHASAN

Gasifikasi dapat dipengaruhi beberapa faktor diantaranya laju alir udara, tipe aliran udara dan ukuran biomassa. Pada penelitian ini digunakan dua variabel gasifikasi yaitu laju alir udara dan tipe aliran udara untuk menentukan kinerja gasifier yang optimum. Variasi pada variabel laju alir udara yaitu $273 \text{ cm}^3/\text{s}$; $345 \text{ cm}^3/\text{s}$; $411 \text{ cm}^3/\text{s}$ dan $599 \text{ cm}^3/\text{s}$ sedangkan variasi pada variabel tipe aliran yaitu up draft dan down draft. *Combustible gas* (H_2 , CO dan CH_4) adalah parameter yang menentukan baik tidaknya komposisi gas produser yang dihasilkan. Ditinjau dari parameter ini, didapatkan komposisi paling besar pada tipe aliran up draft dan laju alir $345 \text{ cm}^3/\text{s}$. Hal ini menunjukkan bahwa pada tipe aliran dan laju alir tersebut merupakan hasil optimal kinerja gasifier.

Pada tipe aliran up draft dan laju alir $345 \text{ cm}^3/\text{s}$ didapatkan AFR (*Air Fuel Ratio*) sebesar 1,3448. Hal ini menunjukkan proses gasifikasi telah berlangsung karena nilai AFR pada gasifikasi ialah kurang dari 1,5 sedangkan bila lebih besar dari 1,5 termasuk dalam proses pembakaran. SGR (*Specific Gasification Rate*) menentukan kecepatan gasifikasi per satuan luas reaktor. Parameter ini dapat digunakan untuk perancangan gasifier. SGR dipengaruhi

oleh massa bahan bakar dan waktu operasi gasifikasi. Berdasarkan data penelitian ini didapatkan pada ukuran tongkol jagung yang sama dengan laju alir semakin besar maka waktu operasi gasifikasi semakin berkurang. Maka didapatkan SGR yang semakin besar nilainya.

FCR (*Fuel Consumption Rate*) hampir sama seperti SGR tetapi pada FCR ini hanya menentukan kecepatan bahan bakar tergasifikasi. FCR juga ditentukan oleh massa bahan bakar dan waktu operasi gasifikasi. Sama seperti SGR, nilai FCR semakin besar pada ukuran tongkol jagung yang sama dengan laju alir semakin besar. FCR juga digunakan dalam penentuan AFR.

Persentase arang (% Char) menunjukkan banyaknya komponen tongkol jagung yang tidak tergasifikasi dan ditentukan dari banyaknya arang yang terbentuk. Secara teori, semakin kecil % char semakin banyak tongkol jagung yang tergasifikasi. Akan tetapi, pada prakteknya banyaknya arang yang terbentuk tidak semua berasal dari proses gasifikasi karena masih ada kemungkinan terjadinya proses pembakaran dalam reaktor. % Char tidak dapat dijadikan indikator yang menentukan alat gasifikasi ini bekerja pada kondisi optimum karena % char yang didapatkan juga tidak valid hasilnya karena kemungkinan masih adanya material-material yang terikut.

Dalam analisa sampel gas didapatkan komposisi gas N_2 yang terlalu besar karena sampel gas tersebut terlalu lama disimpan maka komposisi gas produser kemungkinan berkurang. Komposisi gas CO yang seharusnya ada pada gas produser sewaktu dianalisa tidak keluar dalam hasil analisa dengan kemungkinan masalah pada kalibrasi alat.

KESIMPULAN

Kinerja kompor gasifikasi dipengaruhi oleh laju alir udara dan ukuran tipe aliran udara. Kedua variabel ini menentukan komposisi *combustible gas* yang merupakan indikator baik buruknya komposisi gas produser hasil gasifikasi. Komposisi *combustible gas* yang bernilai paling besar didapatkan pada tipe aliran udara up draft dan laju alir udara $345 \text{ cm}^3/\text{s}$. Pada kondisi ini gasifier dapat bekerja secara optimal.

Hal ini dapat dilihat dari parameter-parameter yang dihasilkan pada laju alir, yaitu pada tipe aliran up draft memiliki nilai *combustible gas* sebesar 17,7 %mol, SGR sebesar $75,1 \text{ kg}/\text{m}^2 \cdot \text{jam}$, FCR $1,2 \text{ kg}/\text{jam}$, AFR 1,3 dan 2,5 %char sedangkan untuk tipe aliran down draft memiliki nilai *combustible gas*

sebesar 3,6 %mol, SGR sebesar 67,2 kg/m².jam, FCR 1,1 kg/jam, AFR 1,5 dan 2,4 %char.

DAFTAR PUSTAKA

A. Jain. "Design Parameters for a Rice Husk Throatless Gasifier". Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal, Manuscript EE 05 012. Vol VIII. May, 2006.

Belonio, 2005," Rice Husk Gas Stove Hand Book", Department of Agricultural Engineering and Environmental Management College of Agriculture Central Philippine University Iloilo City, Philippines

Brown, Robert. C, 2003, " Biorenewable Resources: Engineering New Products From Agriculture", Iowa State Press, USA

Habib, 2006, "Gasifikasi Batu Bara dengan Unggun Terfluidakan", <http://majarimgazine.com>

Milne, T.A., Evans, R.J, 1998," Biomass gasifier " Tars" : their nature, formation, and conversion, National Renewable Energy Laboratory.

Pranolo, H., 2010, "Potensi Penerapan Teknologi Gasifikasi Tongkol Jagung Sebagai Sumber Energi Alternatif Di Pedesaan", Dalam Seminar Nasional Energi Terbarukan Indonesia di Universitas Jendral Sudirman Purwokerto.

Simpson, 2001," Teori Gasifikasi Biomas", <http://kajian-energi.blogspot.com>

Suyitno, 2007, Teori Gasifikasi Biomas", <http://kajian-energi.blogspot.com>

Rajvanshi, Anil. K., 2003, "Biomass Gasification", Nimbkar Agricultural Research Institute, India

Tasliman, 2008," Teknologi Biomassa", <http://tungkubiomasa.blogspot.com>