

UJI UNJUK KERJA KOMPOR BERBAHAN BAKAR BIOETANOL

Suyitno ¹, Agus Sujono ¹, Budi Kristiawan ¹, Dharmanto ²

¹ Staf Pengajar - Jurusan Teknik Mesin - Fakultas Teknik UNS

² Asisten Peneliti Lab Bio Fuel - Jurusan Teknik Mesin - Fakultas Teknik UNS

Keywords :

Stove
Pressurized
Kerosene
Bioethanol
Performance

Abstract :

The objective of this research is to investigate the performance of stove using biethanol fuel. The stove is the pressurized kerosene stove. The research was carried out experimentally in the laboratory. Three bioethanol concentrations were used, 50%, 70%, and 90%. The performance of bioethanol stove was compared to the kerosene stove. Results of the experiments showed that the performance of kerosene stove is higher than the performance of bioethanol stove. The performance of kerosene stove is 73.2% while the performance of bioethanol stove with concentration 50%, 70%, and 90% is 31.6%, 49,7%, and 27,8%, respectively.

PENDAHULUAN

Kebutuhan bahan bakar minyak (BBM) Indonesia untuk berbagai sektor dewasa ini cukup besar. Secara nasional, konsumsi BBM didominasi oleh solar, premium dan minyak tanah. Sampai saat ini, bahan bakar seperti premium, solar dan minyak tanah masih disubsidi oleh pemerintah. Berdasarkan konsumsi per sektor, pengguna solar terbesar berasal dari sektor transportasi, yaitu sebesar 12.078 ribu kiloliter pada tahun 2005, disusul sektor industri dan pembangkit tenaga listrik masing-masing menggunakan 8.388 ribu kiloliter dan 7.108 ribu kiloliter. Sementara konsumsi minyak tanah hampir seluruhnya tersedot untuk pengguna rumah tangga.

Data Maret 2008 menunjukkan bahwa pengguna minyak tanah di Jawa Tengah sebagian besarnya berasal dari sektor rumah tangga dan sektor usaha kecil sebagai mana terlihat pada Tabel 1. Namun setelah terjadi kenaikan harga BBM yang demikian besar tentu sangat memberatkan operasional IKM di wilayah Surakarta dan sekitarnya. Data di Surakarta dan Kedu menunjukkan bahwa kebutuhan minyak tanah per harinya sebanyak 120 ribu kilo liter atau setara dengan Rp 300 milyar/hari. Data pada Januari 2008 menunjukkan bahwa pasokan Pertamina untuk daerah Surakarta dan Kedu diturunkan menjadi 100 ribu kilo liter (Metrotvnews.com, 2008). Akibat dari pengurangan jumlah pasokan minyak tanah tersebut terdapat gap kebutuhan sebanyak 17%. Gap inilah yang tentunya dapat diisi oleh bahan bakar gas dan bahan bakar alternatif lainnya. Dengan demikian setelah kenaikan harga bahan bakar minyak, pasar bahan bakar alternatif cukup menjanjikan.

Salah satu bahan bakar alternatif yang layak dikembangkan di wilayah Surakarta adalah ethanol (bioethanol). Hal ini mengingat bahwa Surakarta merupakan salah satu sentra produksi gula dan mempunyai hasil tetes tebu (*molases*) yang cukup banyak. *Molases* inilah bahan dasar dari pembuatan ethanol. Pemanfaatan ethanol sangat prospektif untuk bahan bakar sektor rumah tangga karena

berwujud cair, bersih jika dibakar dan mempunyai nilai kalor sebesar 31,1 MJ/kg yang setara dengan 2/3 nilai kalor dari bensin (44,4 MJ/kg) (<http://en.wikipedia.org/ethanol>).

Tabel 1. Pengguna minyak tanah di Jawa Tengah (Semar, 13 Maret 2008).

Kabupaten/ Kota	Rumah Tangga	Usaha Kecil	Omprongan	Lain - Lain
Boyolali	253.320	5.250	2	13
Karanganyar	186.521	1.320	5	18
Klaten	247.530	6.508	27	34
Semarang	228.863	19.232	68	34
Kota Semarang	325.988	20.678	216	35
Solo	120.638	8.323	0	45

TINJAUAN PUSTAKA

Kompur etanol atau kompor alkohol sudah lama dipakai oleh masyarakat. Kebanyakan menggunakan etanol kadar tinggi (diatas 70%). Kompur etanol yang pernah dipatenkan sebagian besar berupa kompor etanol bersumbu atau dengan penampung. Sistem pembakarannya yaitu etanol menguap (karena etanol merupakan senyawa yang mudah menguap) dan uap etanol kemudian dibakar. Sistem yang lain, etanol mengalir melalui sumbu dan kemudian dibakar. Beberapa pengembangan kompor sistem gravitasi dimana etanol diletakkan di atas dan kemudian mengalir ke burner dan dibakar juga sudah dikembangkan.

Dalam dokumen Paten No 3,905,754 tanggal 16 September 1975, Robert Maddestra, dkk (Maddestra, 1975) telah menemukan konstruksi burner alkohol (*alcohol burner construction*). Penemuan ini merupakan penyempurnaan dari peralatan burner alkohol yang awalnya terdiri dari botol berisi alkohol yang dibagian atasnya dilubangi dan diberi sumbu. Sehingga terdapat kelemahan yang dapat menyebabkan ledakan karena botol mengalami tegangan dan dapat berakibat pecah demikian juga pada saat jatuh dan botol

menggelinding. Pada penemuan ini, botol dilindungi dengan sepasang pelindung yang terbuat dari metal namun masih memungkinkan ketinggian alkohol dilihat dari luar. Pelindung metal ini juga sekaligus berfungsi sebagai penampung panas dari burner. Keuntungan lain dari sepasang pelindung metal ini adalah memudahkan botol untuk naik dan turun dalam burner sehingga ketinggian burner dapat diatur dengan cara yang sederhana. Kompor ini juga sudah dilengkapi dengan gasket sumbu yang mampu mencegah uap merembes keluar.

Dalam dokumen US Patent No 4,164,930 tanggal 21 Agustus 1979, Harold E. Johnston (Johnston, 1979) menemukan kompor masak (*cooking stove*). Kompor ini terdiri dari luasan pembakaran yang sebagian dilingkupi oleh *screen* angin yang mempunyai bukaan pada bagian sisinya untuk mengarahkan udara pada bahan bakar yang akan dibakar. Bukaan buangan dibuat dekat dengan panci masak yang ditempatkan pada bagian atas *screen* angin sehingga gas buang panas dari pembakaran bahan bakar mengalir menuju panci. Panas pembakaran diperoleh dari plat burner berbentuk silinder termasuk bagian ceruknya dimana pada bagian pusat membentuk piringan bahan bakar alkohol yang dikelilingi oleh rim yang lebar. Panas dari bahan bakar diberikan ke bagian bawah panci diradiasikan ke rim dari pelat burner ke panas untuk kemudian memanasi bahan bakar dalam piringan bahan bakar yang tujuannya untuk meningkatkan penguapan bahan bakar yang akhirnya dapat meningkatkan panas yang dihasilkan oleh kompor.

Anil K. Rajvanshi, S. M. Patil and B. Mendoca pada tahun 2004 mengembangkan kompor berbahan bakar etanol kadar rendah. Etanol kadar rendah dimasukkan ke dalam tangki bertekanan kemudian dialirkan menuju nosel dan dibakar dalam *burner*. Efisiensi dari kompor bertekanan yang diperoleh sekitar 43 - 45%. Konsumsi energi untuk memasak menggunakan kompor ini adalah sekitar 3,6 - 4,5 kWh_{th} dimana angka ini jauh lebih rendah dibandingkan dengan tungku kayu yang konsumsi energinya sekitar 5 - 6 kWh_{th} (Rajvanshi, et al., 2004).

James Robinson pada tahun 2006 mengembangkan kompor berbahan bakar etanol. Kompor tersebut diuji unjuk kerjanya menggunakan metode pendidihan air (*water boiling test, WBT*). Unjuk kerja kompor hasil rancangan James Robinson adalah sekitar 40 - 43%. Kompor ini mampu mendidihkan air sebanyak 2 liter dalam waktu 18 menit (Robinson, 2006).

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan secara eksperimen di laboratorium. Bahan yang dipakai adalah kompor bertekanan, minyak tanah, dan etanol kadar 50%, 70% dan 90%. Pengujian unjuk kerja kompor dilakukan dengan metode uji pendidihan air (WBT). Prosedur dalam uji WBT adalah pada saat kompor

dalam keadaan dingin kemudian bahan bakar dinyalakan. Air sebanyak 5 liter kemudian dipanaskan sampai mendidih. Pengujian dilakukan pada tekanan tabung bahan bakar yang sama, yaitu 0,2 MPa.

Beberapa data yang dicatat selama pengujian unjuk kerja kompor dengan metode WBT adalah:

1. Temperatur air dari awal sampai air mendidih dicatat, kemudian diperoleh gradien kenaikan temperatur air. Gradien temperatur air ini digunakan untuk menghitung besarnya kalor sensibel.
2. Perubahan massa air dilakukan dengan timbangan. Besarnya perubahan massa air dalam panci digunakan untuk menghitung laju penguapan yang selanjutnya digunakan untuk menghitung besarnya kalor laten.
3. Perubahan massa kompor (massa bahan bakar yang dipakai) diukur setiap saat sehingga dapat diperoleh laju pemakaian bahan bakar. Besarnya laju pemakaian bahan bakar digunakan untuk menghitung energi input. Energi input merupakan perkalian dari perubahan massa bahan bakar dengan nilai kalornya.

Unjuk kerja atau efisiensi (η) suatu kompor dirumuskan sebagai:

$$\eta = \frac{q_{sensibel} + q_{laten}}{q_{input}} \tag{1}$$

$$q_{input} = m_{bahan\ bakar} \times \text{Nilai kalor bahan bakar} \tag{2}$$

$$q_{sensibel} = \frac{m_{air} \times C_p \times \Delta T}{\text{waktu pemanasan}} \tag{3}$$

$$q_{laten} = m_{air} \times \text{kalor penguapan air} \tag{4}$$

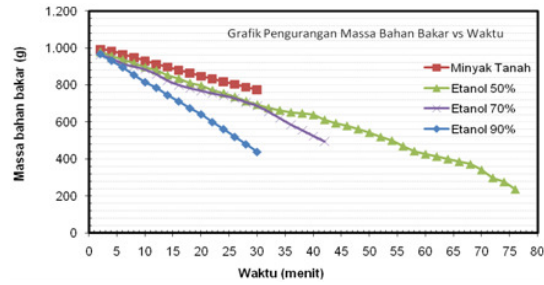
Dimana:

- q = kalor (W)
- C_p = panas jenis (kJ/kg.°C)
- T = temperatur (°C)
- m = massa (kg)

HASIL DAN PEMBAHASAN

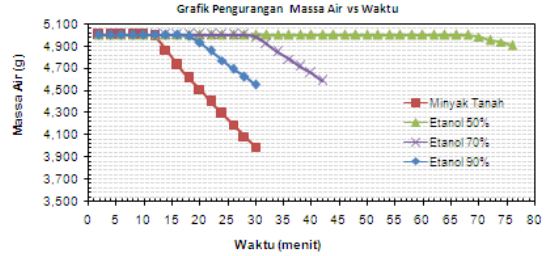
Dari hasil pengujian diperoleh bahwa laju bahan bakar untuk mendidihkan air untuk setiap bahan bakar berbeda - beda. Pada tekanan yang sama, laju bahan bakar dipengaruhi oleh massa jenis bahan bakar. Semakin besar massa jenis bahan bakar, semakin rendah laju bahan bakar yang dipakai untuk pembakaran sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 1. Selama pengujian, besarnya laju bahan bakar minyak tanah adalah 8,0 g/menit. Besarnya laju pemakaian bahan bakar untuk etanol 50%, 70%, dan

90% masing-masingnya adalah 9,36 g/menit, 11,09 g/menit, dan 18,7 g/menit.



Gambar 1. Laju bahan bakar.

Gambar 2 menunjukkan grafik pengurangan massa air terhadap waktu. Terlihat bahwa air sebanyak 5 kg paling cepat menguap ketika digunakan bahan bakar minyak tanah, disusul dengan etanol 90%, etanol 70%, dan etanol 50%. Pada saat digunakan minyak tanah, air mulai mendidih pada waktu 12 menit. Pada saat digunakan etanol 90%, air mulai mendidih pada menit ke-18. Pada saat digunakan etanol 70%, air mulai mendidih pada menit ke-30. Pada saat digunakan etanol 50%, air mulai mendidih pada menit ke-68.



Gambar 2. Grafik pengurangan massa air.

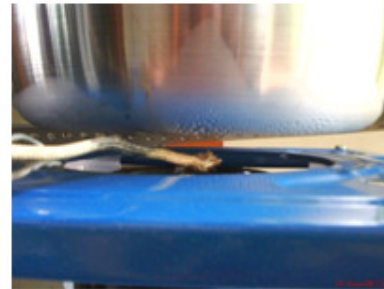
Tabel 2 menunjukkan perhitungan kalor input, kalor laten dan kalor sensibel selama pengujian WBT dan efisiensi kompor. Dari Tabel terlihat bahwa kompor dengan bahan bakar minyak tanah tetap mempunyai efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan kompor yang memakai bahan bakar ethanol. Pada kompor bertekanan, efisiensi kompor dengan bahan bakar minyak tanah adalah 73,2% sedangkan dengan bahan bakar ethanol kadar 50%, kadar 70%, dan kadar 90% adalah 31,6%, 49,7%, dan 27,8%. Penyebabnya adalah bahwa pada ethanol, sebagian energi pembakaran digunakan untuk menguapkan uap air. Penyebab lainnya adalah nilai kalor ethanol murni juga lebih rendah (sekitar 72%) dari nilai kalor minyak tanah. Untuk meningkatkan efisiensi kompor ethanol, maka proses atomisasi dan desain nosel - burner perlu dirancang ulang, khususnya yang berhubungan dengan diameter nosel.

Tabel 2. Perhitungan efisiensi pembakaran.

Bahan Bakar	Q _{in}	Kalor sensibel (SH)	Kalor laten (LH)	Efisiensi	Rugi panas kelingkuangan	Rugi panas
	W	W	W		W	
Minyak Tanah	5.737,2	2.112,5	2.087,7	73,21%	1.537,0	27%
Etanol 50%	2.426,6	432,2	334	31,59%	1.660,1	68%
Etanol 70%	4.024,5	841,5	1.158	49,69%	2.024,7	50%
Etanol 90%	8.725,4	1135,4	1.292	27,82%	6.297,6	72%



(a) Panci setelah uji WBT dengan minyak tanah terlihat hitam.



(b) Panci setelah proses uji WBT dengan ethanol terlihat bersih.

Gambar 3. Gambar pengujian keterbakaran dengan metode WBT.

KESIMPULAN

Penelitian tentang proses dan pemanfaatan bioethanol telah dilakukan. Dari hasil pengujian unjuk kerja kompor bioethanol diperoleh hasil bahwa kompor dengan bahan bakar minyak tanah tetap mempunyai efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan kompor yang memakai bahan bakar ethanol. Pada kompor bertekanan, efisiensi kompor dengan bahan bakar minyak tanah adalah 73,2% sedangkan dengan bahan bakar ethanol kadar 50%, kadar 70%, dan kadar 90% adalah 31,6%, 49,7%, dan 27,8%. Penyebabnya adalah bahwa pada ethanol, sebagian energi pembakaran digunakan untuk menguapkan uap air. Penyebab lainnya adalah nilai kalor ethanol murni juga lebih rendah (sekitar 72%) dari nilai kalor minyak tanah. Salah satu keuntungan penggunaan ethanol sebagai bahan bakar adalah dihasilkan api yang lebih bersih. Panci yang digunakan untuk memasak air dengan bahan bakar ethanol terlihat masih bersih tidak seperti jika menggunakan bahan bakar minyak tanah.

DAFTAR PUSTAKA

<http://en.wikipedia.org/ethanol>.

Johnston, Harold E, 1979, *Cooking Stove*. 4,164,930 US Patent, Agustus 21, 1979.

Maddestra, Robert, 1975, *Alcohol Burner Construction*. 3,905,754 US Patent, September 16, 1975.

Metrotvnews.com, 2008, *Ibu - Ibu di Surakarta Kembali Menggunakan Arang*, January 9, 2008.

Rajvanshi, Anil K., Patil, S. M. and Mendoca, B, 2004, *Development of Stove Running on Low Ethanol Concentration*, India : Nimbkar Agricultural Research Institute (NARI).

Robinson, James, 2006, *Bio - Ethanol as a Household Cooking Fuel:A Mini Pilot Study of the SuperBlu Stove in Peri-Urban Malawi*. UK : *MSc Thesis at Loughborough University*.

Joglo Semar, 13 Maret 2008.