

ANALISIS PENGARUH VARIASI GRADE BIOETANOL TERHADAP DISTRIBUSI TEMPERATUR NYALA API DAN UNJUK KERJA PADA KOMPOR BIOETANOL TANPA SUMBU TIPE TOP BURNER

Adhithia Yanuar Pratama¹, Andi Sanata², Hary Sutjahjono²

¹ Alumni Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

² Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember

ABSTRACT

Top burner cotton less bioethanol stove is one of the appliances that apply the use of renewable fuels for domestic capacity. Application of this stove burner is a solution for scarcity of fossil fuel supplies. This study focused on variations in the distribution of flame temperature and performance on the top burner as grade of bioethanol varies at value of 55%, 70%, 85%, and 97%. Flame temperature distribution measured at of their hot spots and then simulated using Matlab R2011a to obtain isothermal contour flame shape and determine the flame temperature distribution of the flame. Performance testing used Standard International Water Boiling Test version 4.1.2 to determine the power, thermal efficiency, specific fuel consumption, and heat transfer. Results obtained that the flame temperature distribution, in the form of profiles and contours isothermal flame, reached its optimum when using bioethanol grade of 97%. Optimal performance on a stove burner using bioethanol 97% with power stove equal to 1.85 kW, the thermal efficiency of 72.21%, specific fuel consumption (Sfc) 0.512 kg_{bb}/kg_{uap}, and heat transfer at value of 2,959 kW was also achieved at the same grade. The higher grade bioethanol used to increase the flame temperature distribution and performance of the stove.

Keywords: Bioethanol, Stove, Temperature Distribution, Performance

PENDAHULUAN

Kebutuhan terhadap energi merupakan hal mendasar yang dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari. Seiring dengan meningkatnya taraf hidup serta kuantitas dari masyarakat, maka semakin meningkat juga kebutuhan akan energi. Hal ini didukung oleh pernyataan Badan Energi Dunia (*International Energy Agency-IEA*), yang menyatakan bahwa hingga tahun 2032 permintaan energi dunia meningkat sebesar 45% atau rata-rata mengalami peningkatan sebesar 1,6% per tahun. Sebagaimana besar atau sekitar 80% kebutuhan energi dunia tersebut dipasok dari bahan bakar fosil [1]. Hal ini tentu saja menjadi suatu permasalahan besar yang harus segera dicarikan solusinya.

Kebutuhan energi dari sektor rumah tangga sendiri menyumbang sekitar 13,08 persen [2]. Kebutuhan energi rumah tangga biasanya digunakan untuk memasak dan kebutuhan elektronik, serta untuk memasak yang merupakan kegiatan rutin yang dilakukan sehari-hari.

Sebagai Negara agraris Indonesia sangat potensial mengembangkan industri biofuel nya sendiri. Pertama, bahan baku berupa tanaman energi tersebar di seluruh wilayah Indonesia dari Sabang sampai Merauke. Produksi tanaman energi dari tahun ke tahun juga cenderung meningkat sehingga kita tidak perlu khawatir kekurangan sumber energi nabati ini. Sebagai contoh luas perkebunan tebu dan ubi kayu dari. Kedua jenis tanaman tersebut merupakan bahan baku pembuatan bioetanol.

Penggunaan bioetanol sebagai bahan bakar kompor untuk memasak dan solusi energi terbarukan yang ramah lingkungan mulai banyak dikembangkan di Indonesia. Penggunaan bioetanol sendiri, tidak langsung dapat digunakan sehingga membutuhkan perlakuan khusus agar didapatkan hasil yang optimum. Perlakuan yang dilakukan dapat berupa modifikasi firewall, kubung, tangki, mekanisme pemasukan bahan bakar, model api, dan lain sebagainya.

Penelitian-penelitian terdahulu mengenai modifikasi kompor bioetanol telah banyak dilakukan. Anil k. Rajvanshi dari India meneliti bioetanol dengan grade bioetanol yang rendah untuk mengaplikasikannya dalam kompor skala rumah tangga [3] dan Dioha dari Jerman meneliti keunggulan etanol sebagai energi terbarukan sebagai pengganti bahan bakar kerosen [4]. Di dalam Negeri ada juga penelitian tentang kinerja kompor bioetanol tipe *side burner* dengan variasi diameter *firewall* yang bertujuan mengembangkan potensi energi alternatif dalam penggunaan untuk skala rumah tangga [5] dan juga penelitian dengan pemakaian variasi *grade* bioetanol pada Kompor uji yang digunakan berdinding api ganda, lubang udara sebaris untuk diameter dinding api 3 inch dan lubang udara susun untuk diameter dinding api 1,5 inch [6]. Dari beberapa penelitian dapat dikembangkan mengenai variasi lubang burner,

model burner, dan sampai mekanisme kompor bioetanol agar didapat pemakaian bioetanol yang hemat energi dan bisa dimanfaatkan oleh masyarakat luas.

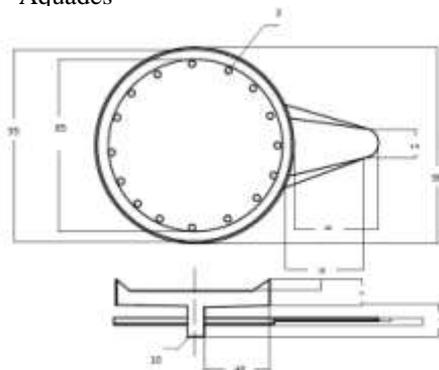
Berangkat dari pemikiran di atas, maka timbul ide untuk berinovasi mengaplikasikan energi alternatif dari bioetanol dan diaplikasikan pada desain kompor bioetanol dengan tipe *top burner* yang diadopsi dari model kompor gas. Sehingga dalam penelitian ini ingin mengetahui pengaruh variasi *grade* bioetanol terhadap distribusi temperatur nyala api dan unjuk kerja kompor bioetanol pada kompor bioetanol tipe *top burner*.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode pengujian distribusi temperatur nyala api dilakukan dengan mengukur temperatur titik api dan kemudian disimulasi menggunakan *tools Matlab R2011a* untuk membantu analisa distribusi nyala api dalam bentuk kontur isothermal nyala api dan mengetahui kecenderungan pemerataan nyala api yang dihasilkan oleh bahan bakar bioetanol. Metode pengujian kinerja kompor menggunakan metode Standart Internasional (*Water Boiling Test*) versi 4.1.2 [7]. Untuk mengetahui daya kompor yang dihasilkan, efisiensi termal, *specific fuel consumption* (sfc), dan perpindahan kalor (*heat transfer*) pada kompor uji. Pengujian dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Jember selama kurang lebih 3 bulan pada bulan Januari - Maret 2013.

Peralatan dan bahan yang digunakan dalam pengujian adalah sebagai berikut:

- *Thermochouple* tipe K MI D.3x100mm dan *thermochouple reader*.
- Alat bantu eksperimen, seperti obeng, tang, dan lain sebagainya.
- Timbangan digital dan gelas ukur.
- Kompor tanpa sumbu tipe *top burner* dengan desain *burner* disajikan pada Gambar 1.
- Stop watch untuk menentukan waktu *water boiling test*.
- Bioetanol dengan kadar 55%, 70%, 85%, dan 97%.
- Aquades

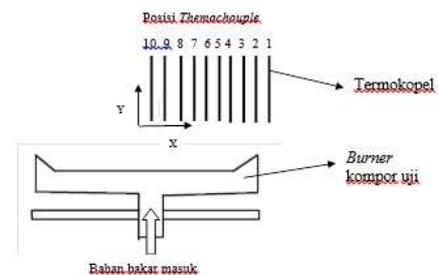


Gambar 1. Desain *burner* kompor uji.

Prosedur pengujian distribusi temperatur nyala api:

- a) Meletakkan benda kerja yang sesuai di atas. Menyiapkan dan memeriksa peralatan untuk pengujian temperatur api.

- b) Menyalakan api pada kompor dan membuka kran aliran bahan bakar hingga api yang dihasilkan maksimal serta stabil.
- c) Memulai pengujian distribusi temperatur nyala api dengan tanpa menggunakan beban (tanpa proses pendidihan air) pada kompor bioetanol dengan *grade* bioetanol 55%.
- d) Mengukur temperatur api menggunakan *thermocouple* dengan jarak antar pengukuran *thermocouple* arah vertikal sebesar 5 mm dengan posisi radial atau searah dengan nyala api. Pengukuran dimulai dari ketinggian 150 mm sampai 0 mm atau tepat dipermukaan *burner*, dilanjutkan sampai titik pusat *burner* atau pada tengah *burner* dengan ketinggian 0 mm, skema pengujian bisa dilihat pada Gambar 2.
- e) Mencatat perubahan temperatur setiap posisi pengambilan titik api.
- f) Mengulangi langkah 1 s/d 5 dengan variasi *grade* bioetanol 70%, 85%, dan 97%.
- g) Mematikan kompor bioetanol.



Gambar 2. Skema pengujian pada distribusi temperatur nyala api kompor uji

Prosedur pengujian unjuk kerja kompor:

- a) Menimbang dahulu air beserta panci pada timbangan dan menyiapkan alat uji yang dibutuhkan yaitu timbangan digital, termokopel, termokopel *reader* dan kompor uji.
- b) Memasukan bahan bakar (bioetanol) kedalam botol bahan bakar dan meletakkan pada timbangan digital.
- c) Menyiapkan dan menjalankan alat pengukur waktu pada skala 00:00 untuk menghitung waktu *start up*, dimana alat pengukur waktu tersebut dimatikan pada saat lidah api stabil mulai terbentuk.
- d) Meletakkan panci yang berisi air dan termokopel yang telah dicelupkan ke dalamnya di atas kompor. Meletakkan termokopel yang lain ke bagian tengah api yang terbentuk.
- e) Memulai pengujian *water boiling test* pada kompor bioetanol dengan kadar bioethanol 55% untuk mengukur kinerja kompor.
- f) Memulai pengujian *water boiling test* tahap I *high power (cold start)* dengan mendidihkan air 2500 ml.

- g) Mencatat waktu tiap pengukuran kenaikan temperatur air sampai mendidih atau 100 °C.
- h) Persiapan uji WBT tahap II dan tahap III, dengan menggantikan air yang akan dididihkan dengan air yang baru atau *fresh water* sebanyak 2500 ml.
- i) Memulai pengujian *water boiling test* tahap II *high power (hot start)*.
- j) Mencatat waktu tiap pengukuran kenaikan temperatur air sampai mendidih atau 100 °C.
- k) Memulai pengujian *water boiling test* tahap III *high power (hot start)*. Dengan menggunakan bejana dan air pada WBT tahap II, kemudian air dipertahankan suhunya dibawah temperatur didih atau 100°C selama 45 menit.
- l) Mencatat konsumsi bahan bakar selama proses WBT.
- m) Menimbang kembali air beserta panci, untuk mengetahui uap air yang terbuang selama proses pendidihan.
- n) Mengulangi langkah a s/d n dengan variasi *grade* bioetanol 70%, 85%, dan 97%.
- o) Mematikan kompor bioetanol dan membersihkan peralatan uji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan hasil penelitian ini akan menjelaskan tentang pengaruh variasi *grade* bioetanol untuk penggunaan pada kompor tanpa sumbu tipe *top burner* terhadap distribusi temperatur nyala api dan unjuk kerja kompor. Untuk distribusi temperatur nyala api membahas tentang profil nyala api, kontur isothermal nyala api, dan temperatur rata-rata nyala. Untuk unjuk kerja kompor membahas tentang daya kompor, efisiensi thermal kompor, *specific fuel consumption* (sfc), dan perpindahan panas (*heat transfer*) pada proses kerja kompor.

Hasil Pengujian

Dari hasil pengujian distribusi temperatur nyala api pada dapat dibandingkan distribusi temperatur api berupa posisi temperatur tertinggi yang dihasilkan dengan adanya variasi *grade* bioetanol. Perbandingannya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. perbandingan posisi temperatur api tertinggi

Grade bioetanol	Temperatur tertinggi (°C)	Letak temperatur tertinggi	
		Posisi termokopel (mm)	Ketinggian (mm)
55%	769	20	30
70%	872	25	10
85%	886	25	20
97%	912	25	10

Dari hasil pengujian pengujian kinerja kompor metode WBT tahap I atau uji *high power (cold start)* dan catatan hasil uap air yang terbuang selama proses pendidihan. Didapatkan konsumsi bahan bakar dan waktu yang dibutuhkan selama air mendidih hingga mencapai suhu 100°C dengan penggunaan variasi *grade*

bioetanol pada kompor bioetanol tanpa sumbu tipe *top burner*. hasilnya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji WBT tahap I

Grade bioetanol	Konsumsi bahan bakar (gram)	Waktu (s)
55%	471	3032
70%	289	2025
85%	159	1707
97%	110	1352

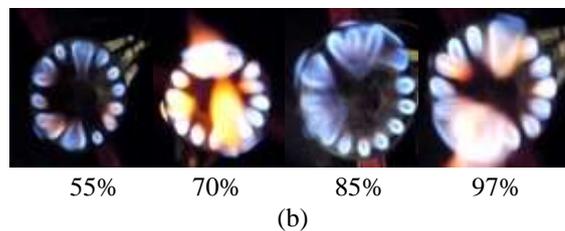
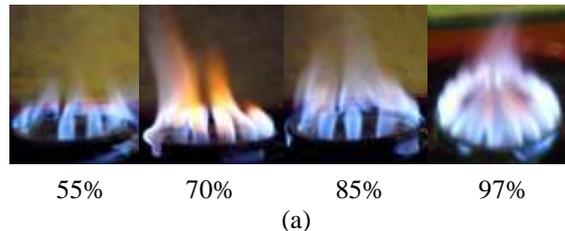
Dari pengambilan data pengujian kinerja kompor metode WBT tahap II dilanjutkan langsung dengan uji WBT tahap III menggunakan air sebanyak 2500 ml. Diperoleh data konsumsi bahan bakar dan uap terbuang yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel .3. Konsumsi bahan bakar dan uap terbuang hasil uji WBT tahap II dan III

Grade bioetanol	Konsumsi bahan bakar (gram)	Uap air terbuang (gram)
55%	446	1182
70%	414	920
85%	322	674
97%	242	464

Profil Nyala Api

Pengamatan profil api dimaksudkan untuk mengetahui kontur nyala api stabil yang terbentuk pada penggunaan variasi *grade* bioetanol. Profil nyala api kompor ditampilkan pada Gambar 3 dan Gambar 4.



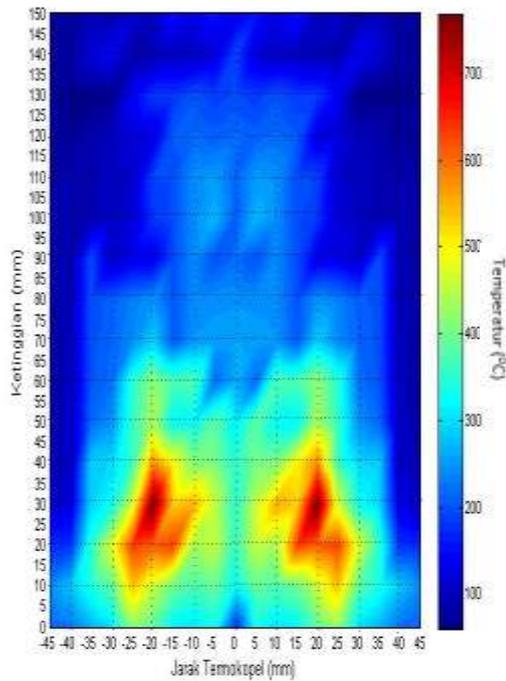
Gambar 3. Profil nyala api pada kompor bioetanol (a) tampak samping, (b) tampak atas

Dari Gambar 3 di atas tampak penggunaan variasi *grade* bioetanol pada kompor uji mampu menampilkan api yang stabil dan berwarna biru. Meskipun untuk kompor uji dengan *grade* bioetanol 70% didapatkan model api yang tidak hanya berwarna biru tetapi juga berwarna kuning pada ujung apinya. Warna kuning ini diakibatkan karena radiasi jelaga. Pada daerah berwarna kuning disebut

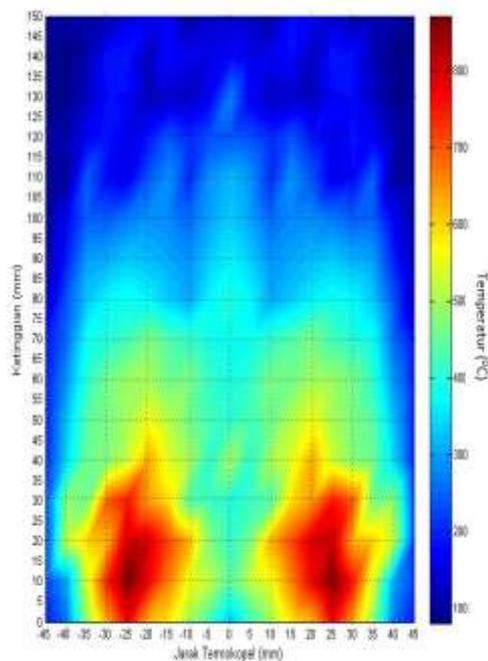
juga daerah non-stoikiometri dimana pada daerah non-stoikiometri ini rasio campuran antara bahan bakar dan udara kurang dari 1 ($\phi < 1$) [8]. Akibat adanya radiasi karbon yakni jelaga mengakibatkan kecilnya kesempatan bahan bakar dan udara yang berperan sebagai oksidator untuk.

Distribusi Temperatur Nyala Api

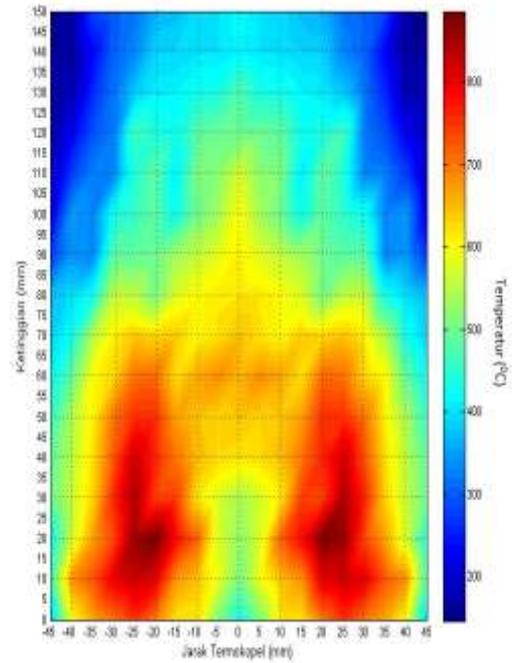
Data temperatur nyala api diolah menjadi grafik kontur isothermal temperatur nyala dengan bantuan tools MATLAB® R2011a, kontur isothermal nyala api disajikan pada Gambar 4 - 7.



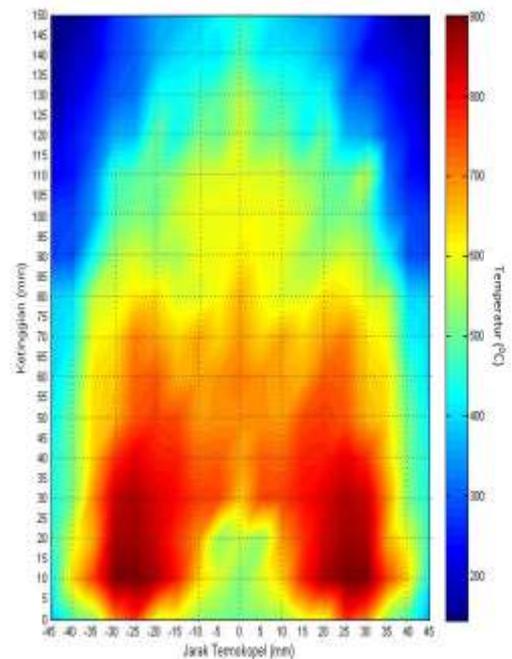
Gambar 4. Kontur isothermal temperatur nyala api kompor dengan *grade* bioetanol 55%



Gambar 5. Kontur isothermal temperatur nyala api kompor dengan *grade* bioetanol 70%



Gambar 6. Kontur isothermal temperatur nyala api kompor dengan *grade* bioetanol 85%



Gambar 7. Kontur isothermal temperatur nyala api kompor dengan *grade* bioetanol 97%

Dari Gambar 4 dapat diamati bahwa kontur isothermal nyala api bioetanol 55%, temperatur tertingginya masih di bawah temperatur 800°C dan area nyala api yang bertemperatur tinggi relatif sempit serta berada di bawah ketinggian 45 mm. Dari Gambar 5 dapat diamati bahwa kontur isothermal nyala api kompor dengan penggunaan bioetanol 70%, area yang bertemperatur tinggi terlihat lebih luas dari kompor dengan bioetanol 55% yaitu pada jarak 10 mm sampai 35 mm dari tengah burner, dan juga ketinggian temperatur tingginya dibawah 50 mm.

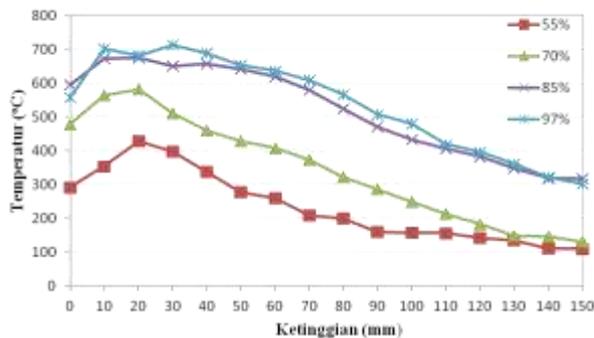
Dari Gambar 6 dan 7 dapat diamati bahwa kontur nyala api kompor dengan bioetanol 85%

temperatur isothermalnya hampir sama dengan kompor bioetanol 97% dilihat dari temperatur tinggi yang mencapai ketinggian 90 mm dari permukaan *burner*, tetapi temperatur tertinggi pada nyala apinya masih dibawah kompor bioetanol 97% dan luas area temperatur isothermal nyala api lebih sempit dari nyala api kompor bioetanol 97%. Untuk kompor dengan bioetanol 97% terlihat dari daerah isothermal temperatur apinya yang berwarna merah gelap lebih luas, ditandai dengan area yang bertemperatur tinggi semakin luas daripada kompor bioetanol 85%, dan juga temperatur tertingginya dapat terjadi diatas 900°C. Pada kontur isothermal temperatur nyala api keempat variasi *grade* bioetanol ini tergolong dalam nyala api difusi. Hal tersebut dikarenakan nyala api yang terbentuk merupakan nyala api yang timbul sewaktu udara berdifusi atau masuk ke dalam aliran uap bahan bakar tidak terjadi pencampuran bahan bakar dan udara terlebih dahulu sehingga oksidator berasal dari udara luar. Udara luar pada nyala api difusi ini sangat berpengaruh terhadap temperatur nyala api yang timbul, selain itu juga besarnya penguapan bahan bakar dan kecepatan aliran uap bahan bakar akan mempengaruhi luasan area kontur isothermal nyala api.

Dapat disimpulkan bahwa kontur *isothermal* atau temperatur api yang paling baik adalah kompor dengan menggunakan *grade* bioetanol 97%, dilihat dari luasan temperatur tertingginya yang lebar dan mencapai ketinggian 90 mm dari permukaan *burner*. Untuk kontur *isothermal* atau temperatur api yang paling buruk adalah kompor dengan menggunakan *grade* bioetanol 55%, dilihat dari luasan temperatur tertingginya yang sempit dan area bertemperatur tinggi di bawah ketinggian 45 mm dari permukaan *burner*.

Temperatur Nyala Api

Untuk mengetahui temperatur nyala api yang dihasilkan pada tiap variasi *grade* bioetanol digunakan untuk membandingkan kualitas distribusi temperatur dengan menggunakan perbandingan temperatur rata-rata tiap ketinggian nyala api. Temperatur rata-rata pada tiap ketinggian nyala api dapat disajikan pada Gambar 8.

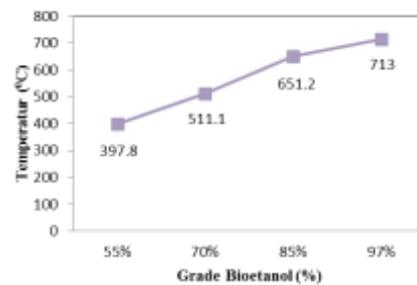


Gambar 8. Grafik perbandingan temperatur nyala api rata-rata pada variasi *grade* bioetanol

Dari gambar 8 dapat diamati bahwa kompor bioetanol 97% memiliki temperatur rata-rata yang terdistribusi lebih besar dibandingkan dengan kompor dengan menggunakan variasi bioetanol yang lain. Hal tersebut dikarenakan kompor bioetanol 97% memiliki nyala api yang dominan berwarna biru yakni nyala api

stoikiometri. Sementara kompor bioetanol 70% nyala apinya masih kekuningan atau nyala api yang non-stoikiometri. Dari data temperatur rata-rata yang diperoleh didapatkan untuk kompor bioetanol 97% posisi temperatur rata-rata terbesar terdapat pada ketinggian 30 mm dari *burner* kompor. Untuk kompor bioetanol 85% yang memiliki temperatur rata-rata terbesar adalah ketinggian 20 mm dari *burner* kompor. Untuk kompor bioetanol 70% posisi temperatur rata-rata terbesar terdapat pada ketinggian 20 mm dari *burner* kompor. Untuk kompor bioetanol 55% posisi temperatur rata-rata terbesar terdapat pada ketinggian 20 mm dari *burner* kompor.

Temperatur rata-rata tertinggi pada posisi ketinggian tertentu dapat diasumsikan sebagai acuan untuk peletakan beban pendidihan. Jadi dapat disimpulkan bahwa untuk ketinggian api atau jarak peletakan beban pendidihan 30 mm hanya cocok digunakan pada kompor bioetanol 97%. Untuk kompor bioetanol 55%, 70%, serta 85% lebih cocok menggunakan jarak pembebanan atau pada ketinggian api 20 mm dari permukaan *burner* kompor, hal ini mengacu dari analisis temperatur rata-rata tertinggi pada ketiga variasi tersebut terletak pada jarak pembebanan atau ketinggian api 20 mm. Temperatur rata-rata yang dihasilkan pada kompor tanpa sumbu tipe *top burner* dengan variasi *grade* bioetanol dengan jarak pembebanan tetap 30 mm disajikan pada Gambar 9.



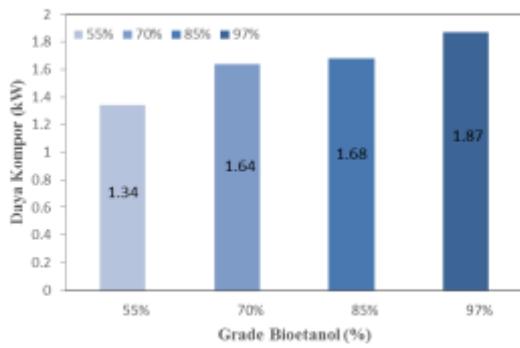
Gambar 9. Grafik Perbandingan temperatur rata-rata nyala api pada jarak ketinggian sama

Dari Gambar 9 di atas dapat dilihat bahwa temperatur rata-rata pada jarak pembebanan yang tetap didapat temperatur rata-rata tertinggi pada jarak 30 mm adalah kompor dengan menggunakan *grade* bioetanol 97%. Dapat disimpulkan bahwa pertimbangan jarak peletakan beban pendidihan dapat ditentukan lebih dahulu dari analisa temperatur rata-rata tertinggi pada nyala api dengan ketinggian tertentu dan semakin tinggi *grade* bioetanol yang digunakan temperatur rata-ratanya akan semakin tinggi.

Daya Kompor

Analisis daya memerlukan properties bahan bakar bioetanol. Dalam penelitian ini untuk properti bioetanol didapat dari data skunder yaitu data hasil pengujian properti bioetanol pada penelitian sebelumnya mengenai kompor berbahan bakar bioetanol, yang sesuai standart ASTM (*America*

Standart Test Methods) [6]. Grafik yang dihasilkan pada analisis daya disajikan pada Gambar 10.



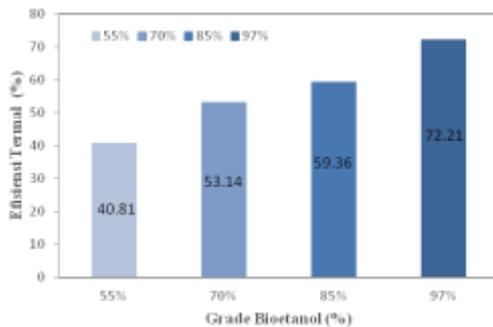
Gambar 10. Grafik daya kompor uji dengan variasi grade bioetanolnya

Pada Gambar 10 terlihat dari daya kompor semakin tinggi grade bioetanol yang digunakan maka daya kompor yang dihasilkan semakin meningkat. Hal ini dikarenakan bahan bakar bioetanol dengan grade tinggi lebih mudah menguap dan terbakar dibandingkan dengan air yang terkandung didalam bioetanol, semakin sedikit air yang terkandung dalam bioetanol membuat tingkat penguapan dan terbakarnya bioetanol semakin meningkat.

Sedangkan pada penggunaan bioetanol dengan grade yang lebih rendah membuat daya yang dihasilkan juga semakin kecil disebabkan konsumsi bahan bakarnya tinggi, tetapi waktu yang diperlukan untuk mendidihkan air lebih lama. Selain itu persentase bioetanol yang sedikit menyebabkan uap air yang dihasilkan waktu proses pendidihan lebih sedikit dan kandungan air yang ada dalam bioetanol menghambat pembentukan uap bioetanol. Sehingga daya kompor serta temperatur yang dihasilkan menjadi turun.

Efisiensi Thermal Pembakaran

Pada analisis efisiensi thermal pada kompor uji mengacu pada data hasil pengujian dengan metode WBT (Water Boiling Test) tahap II dilanjut dengan tahap WBT III. Data yang diperlukan adalah konsumsi bahan bakar, temperatur bejana ketika air sudah mendidih atau suhu air mencapai 100°C, uap air yang terbang, massa air, dan massa bejana yang digunakan. Perbandingan efisiensi thermal variasi grade bioetanol disajikan pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik efisiensi thermal kompor uji dengan variasi grade bioetanolnya

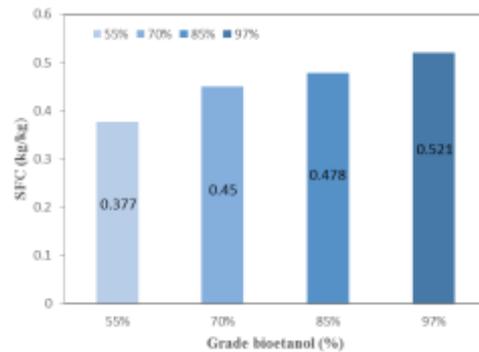
Pada Gambar 11 dapat dilihat semakin tinggi pemakaian grade bioetanol efisiensi pembakaran pada

kompor juga semakin meningkat, Pada grafik hasil penelitian didapat efisiensi tertinggi pada grade bioetanol 97% yaitu sebesar 72,21%. Hal ini bisa terjadi karena tingkat konsumsi bahan bakar pada kompor yang menggunakan bioetanol 97% berbanding terbalik dengan tingkat penguapan air yang terjadi pada proses pendidihan. Sedangkan efisiensi terendah terdapat pada kompor dengan bioetanol 55% yaitu sebesar 40,81%. Hal ini terjadi karena konsumsi bahan bakar bioetanolnya sangat tinggi dan panas api yang dihasilkan terhambat dengan adanya air yang terdapat pada bioetanol. Jumlah air akan semakin banyak jika grade bioetanol yang digunakan turun dan dapat menyebabkan terhambatnya panas yang dilepaskan oleh bahan bakar serta membuat waktu proses pendidihan air lebih lama.

Dapat disimpulkan efisiensi thermal pembakaran akan meningkat jika semakin tinggi grade bioetanol yang digunakan pada kompor uji. Efisiensi thermal dipengaruhi persentase air pada bioetanol, tingkat konsumsi bahan bakar, jumlah air yang menguap selama proses pendidihan dan panas api yang dihasilkan. Jika semakin sedikit bahan bakar yang dikonsumsi dan panas api yang dihasilkan diasumsikan tetap maka efisiensinya akan meningkat.

Specific Fuel Consumption

Analisis *specific fuel consumption* diperoleh dari perbandingan jumlah bahan bakar yang dikonsumsi dibagi dengan jumlah uap air yang terbang pada proses pendidihan. Dengan analisis *specific fuel consumption* menggunakan metode di atas, maka dapat disajikan grafik *specific fuel consumption* (sfc) pada Gambar 12.



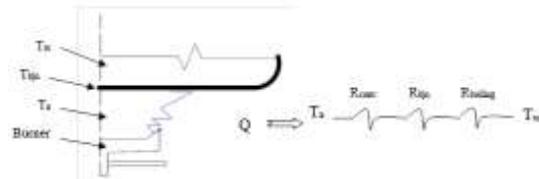
Gambar 12. Grafik *specific fuel consumption* pada kompor uji dengan variasi grade bioetanolnya.

Dari Gambar 12 dapat dilihat dari perbandingan *specific fuel consumption* diperoleh yang tertinggi adalah kompor dengan bioetanol 97% dan yang paling rendah menggunakan bioetanol 55%. *specific fuel consumption* sebagai acuan tingkat efektifitas penggunaan bahan bakar dalam hal pendidihan air. Semakin tinggi grade bioetanol yang digunakan pada kompor maka *specific fuel consumption* akan semakin meningkat. Hal ini dipengaruhi konsumsi bahan bakar yang lebih hemat pada penggunaan bahan bakar dengan grade bioetanol yang lebih tinggi. Sedangkan uap air yang

terbuang juga semakin sedikit, karena waktu proses pendidihan air sangat cepat sehingga waktu yang diperlukan air untuk menguap juga lebih singkat.

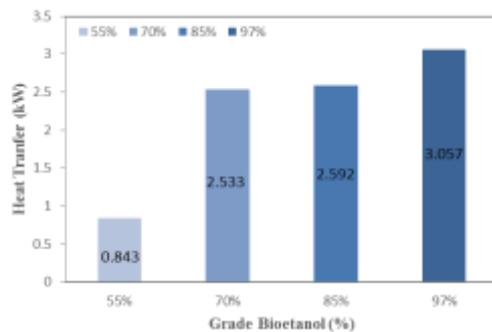
Analisa Tranfer Panas (*Heat Tranfer*)

Pada proses pendidihan air terdapat proses *heat transfer* dengan adanya transfer energi yang terjadi dari temperatur awal hingga menjadi temperatur akhir yang terpengaruh panas dibagi jumlah reaktan atau rambatan yang terjadi. Dimana rambatan yang dilalui perpindahan kalor ini dari konveksi nyala api ke bejana aluminium mempengaruhi hasil proses pendidihan air. Rambatan yang ada antara lain aliran konveksi api, konduksi pada bejana Aluminium, dan aliran konveksi pada proses penguapan air. Serta luas penampang kontak juga berpengaruh pada hasil *heat tranfer* [9]. Skema *heat transfer* dapat disajikan pada Gambar 13.



Gambar 13. Skema *heat transfer* pada kompor uji

Dari skema Gambar 13 digunakan untuk menentukan *heat transfer* yang terjadi pada kompor dengan memvariasikan *grade* bioetanolnya. Perbandingan besarnya *heat transfer* dapat disajikan pada Gambar 14.



Gambar 14. Grafik perpindahan kalor (*heat transfer*).

Dari Gambar 14 dapat diamati bahwa perpindahan kalor (*heat transfer*) tertinggi terdapat pada kompor dengan *grade* bioetanol 97 % yaitu sebesar 3,057 kW dan yang terendah pada kompor dengan *grade* bioetanol 55% sebesar 0,843 kW. Serta pada *heat transfer* pada kompor bioetanol 70% dan 85% perbedaannya sangat kecil dikarenakan luasan kontak panasnya sama. Hal ini terjadi karena semakin tinggi *grade* bioetanol yang digunakan semakin besar kalor yang dihasilkannya, luas kontak area, bahan konduktifitas panas dan panas api waktu kontak transfer panas berpengaruh pada energi panas yang dikonversikan.

Dapat disimpulkan bahwa *heat transfer* yang terjadi akan semakin meningkat jika *grade* bioetanol yang digunakan semakin tinggi dan luas kontak api yang dipengaruhi jarak peletakan beban pendidihan ditingkatkan.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian Kontur isothermal nyala api yang optimal untuk digunakan pada penggunaan kompor untuk aplikasi rumah tangga adalah dengan menggunakan bioetanol 97% dengan temperatur maksimumnya mencapai 912°C dan temperatur rata-rata tertingginya terdapat pada jarak beban 30 mm adalah 713°C. Semakin tinggi *grade* bioetanol menyebabkan kontur isothermal nyala api akan semakin baik dan temperatur apinya semakin tinggi. Demikian juga dengan unjuk kerja kompor semakin tinggi *grade* bioetanolnya semakin tinggi kinerjanya dan kinerja kompor terbaik pada penggunaan bioetanol 97%.

SARAN

Saran yang dapat diajukan agar percobaan berikutnya dapat lebih baik dan dapat menyempurnakan percobaan yang telah dilakukan dalam penelitian ini, yaitu: Pengecekan alat uji seperti termokopel sangat di perlukan sebelum penelitian dilakukan pengujian, karena kondisi pengukuran pada temperatur tinggi. Pertimbangan jarak beban pendidihan air, penambahan jumlah dan variasi lubang *burner* dan variasi bentuk *burner* pada kompor bioetanol tanpa sumbu dapat diteliti lebih lanjut agar kinerja kompor lebih optimal, hemat energi, dan dapat digunakan walaupun dengan *grade* bioetanol yang rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fatimah, Nur. 2011. "Bioetanol Molase Tebu" Hasil Sampung Industri Tebu yang Menguntungkan. Artikel. PBT Pertama BBP2TP Surabaya.
- [2] Nuryanti, S. 2007. Analisis Karakteristik Konsumsi Energi Pada Sektor Rumah Tangga di Indonesia. Disampaikan pada Seminar Nasional SDM Teknologi Nuklir di Surabaya. 21-22 November 2007.
- [3] Rajvanshi, Anil K. et al. 2007. "Low-concentration ethanol stove for rural areas in India". Articles. Nimbkar Agricultural Research Institute (NARI), Maharashtra, India.
- [4] Dioha, et al. 2012. "Comparative Studies of Ethanol and Kerosene Fuels and Cook Stoves Performance". Journal of Natural Sciences Research ISSN 2224-3186 (Paper) Vol.2, No.6, 2012. Department of Applied Geology, George August Universitas Göttingen. Germany.
- [5] Andika, Rizka P.2012. "Perbandingan Unjuk Kerja Kompor Bioetanol Tipe Side Burner dengan Variasi Diameter Firewall 3 Inci dan 2.5 Inci". Tugas Akhir. Teknik Mesin ITS, Surabaya.
- [6] Ririn. 2013. Pengaruh Kadar Bioetanol 50% sampai dengan 95% pada Unjuk Kerja Kompor Etanol. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Surabaya.

- [7] International Standards, Water Boiling Test, version 4.1.2. *Cookstove Emissions and Efficiency in a Controlled Laboratory Setting*. revised December 2009.
- [8] Turns, S.R. 1996, *An Introduction To Combustion Concepts and Application*. Mc Graw Hill.
- [9] Lienhard, John H. 2003. *A Heat Transfer Textbook Third Edition*. Department of mechanical Engineering. Massachusetts Institute of Technology. Cambridge. Amerika Serikat.