

Peningkatan Efisiensi Kompor LPG Dengan Menggunakan Reflektor Radiasi Panas Bersirip

(The Improvement of The Efficiency of LPG Stoves Using Finned Heat Radiation Reflector)

SUDARNO, FADELAN

ABSTRACT

Heat wasted due to radiation from the flame around the LPG stove can lower stove efficiency. The wasted heat would be exploited by using a finned heat reflector. The working principle of this tool is to capture the wasted heat and reflect to the load so that it becomes useful energy. Preliminary data indicate that a reflector without fins can increase stove efficiency. The objective of this research is to determine the performance of a finned heat reflector in increasing LPG stove efficiency. A piece of stainless steel plate as a truncated cone-shaped finned experimental model was used as a reflector. The efficiency test is done through boiling water test. The number of fins of the same dimensions were varied, starting from one-line to three-line fins. The performance of the stoves using reflectors with fins were compared with that of stove using reflector without fins and with that of stove without reflector. Based on test results, it is found that the use of finned reflectors is able to increase the efficiency of LPG stoves. The highest efficiency is obtained on the use of reflectors with three rows of fins, which amounted to 44.09%. The magnitude of the increase is compared to without using a reflector at 5.22%, while compared with the reflector without fins for 5.01%. Based on the test of temperature distribution is obtained also that the use of reflector finned heat radiation can increase the area of complete combustion.

Keywords : LPG gas stoves, finned heat radiation reflector, efficiency

PENDAHULUAN

Akibat kenaikan harga Bahan Bakar Gas (BBG) pada awal tahun 2014, pemerintah semakin mendorong semua pihak, selain mengoptimalkan potensi energi alternatif bahan bakar non-migas, mendorong pula upaya-upaya inovasi dalam meningkatkan efisiensi pemakaian bahan bakar migas itu sendiri. Salah satu implementasinya adalah upaya inovasi dalam meningkatkan efisiensi pada kompor berbahan bakar gas, termasuk didalamnya adalah kompor LPG.

Untuk itu semua pihak khususnya akademisi dituntut untuk berpikir kreatif menggali terobosan baru dalam pemanfaatan kompor LPG yang lebih efisien atau hemat bahan bakar. Penelitian sebelumnya terkait dengan upaya peningkatan efisiensi kompor, baik kompor minyak tanah maupun gas, umumnya

diarahkan pada upaya rekayasa konstruksi dan optimalisasi pemanfaatan api.

Perubahan *head burner* pada kompor gas konvensional dapat meningkatkan efisiensi termal. Ditemukan bahwa perubahan material dan desain *head burner* dapat meningkatkan efisiensi termal sebesar 4% dibandingkan dengan kompor gas konvensional, yaitu jika material *head burner*, dari sebelumnya berupa *cast iron* diganti dengan *brass*. Efisiensi juga meningkat sebesar 10% ketika bentuk *head burner* diubah menjadi *flat face* (Khan, *et al.* 2013).

(Dongbin, *et al.* 2007), meneliti tentang penggunaan *porous ceramic doped with rare earth elements (PCR)*, diperoleh bahwa aplikasi PCR menyebabkan perubahan warna nyala dari merah ke biru. Ditemukan pula adanya penurunan konsentrasi CO dan O₂ pada gas buang masing-masing 40,9% dan 12,8%. Muthukumar, *et al.* (2012) meneliti

tentang *Porous Radiant Burners (PRB)* pada kompor LPG. Diperoleh efisiensi maksimum 10% lebih tinggi dibandingkan dengan efisiensi kompor LPG konvensional dan api lebih stabil dengan efisiensi panas diatas 72%. Mishra, *et al.* (2015) dalam penelitiannya menggunakan dua lapis *burner* berpori yang disusun seri, pada daerah pembakaran menggunakan *Silicon Carbon (SiC)* berpori sedangkan pada daerah *preheating* menggunakan *alumina*. Diperoleh bahwa distribusi temperatur radial hampir *uniform*, efisiensi panas maksimum lebih tinggi 28%, dan emisi turun *significant*.

Wardani (2007) meneliti tentang pemanfaatan alat pengumpul aliran gas hasil pembakaran yang tersebar ke arah dinding panci sehingga energi panas hasil pembakaran dapat diserap lebih banyak oleh panci. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan alat tersebut dapat memberikan energi hasil pembakaran secara maksimal. Sumadijono (2003), meneliti tentang pengaruh sudut reflektor panas terhadap efisiensi kompor minyak tanah bersumbu. Diperoleh bahwa sudut 22,5° memberikan efisiensi tertinggi. Gohil, *et al.* (2011) menyatakan bahwa efisiensi termal sebuah kompos gas konvensional sebesar 66% dan dapat ditingkatkan dengan penambahan material selubung dan optimasi proses pembakaran. Syarial (2011) meneliti tentang penggunaan reflektor dengan variasi diameter lubang pada dinding. Reflektor berbentuk kerucut terpotong menghadap keatas dipasang pada kompor berbahan bakar biogas. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa efisiensi meningkat sebesar 5,6% dibanding kompor tanpa reflektor. Widodo (2014) meneliti tentang pemanfaatan selubung radiasi pada kompor gas. Diperoleh bahwa properti sebuah material selubung sangat mempengaruhi efisiensi kompor gas. Efisiensi paling tinggi adalah 46,36% pada selubung dengan material keramik, yaitu meningkat 2,6% dibanding kompor gas tanpa selubung.

Nampaknya upaya peningkatan efisiensi dengan penggunaan reflektor tersebut masih dapat ditingkatkan, misalnya dengan cara menambahkan sirip-sirip pada reflektor. Ditambahkannya sirip-sirip pada reflektor tersebut dimaksudkan agar mampu menangkap *losses* panas radiasi yang tidak dapat tertangkap oleh reflektor tanpa sirip, hal ini mengingat bahwa radiasi bersifat *diffuse* yaitu dipancarkan ke segala arah. Reflektor bersirip

diharapkan mampu menangkap dan merefleksikan kembali *losses* panas radiasi yang hilang ke lingkungan dengan lebih optimal sehingga menjadi energi berguna. Dengan minimalnya *losses* kelingkuangan dan sempurnanya proses pembakaran maka diharapkan mampu meningkatkan efisiensi kompor LPG tersebut.

DASAR TEORI

Daya Kompor

Daya suatu kompor berbanding lurus dengan konsumsi bahan bakar kompor tersebut. Tingkat daya ini akan menunjukkan kapasitas suatu kompor untuk mentransfer bahan bakar ke ruang bakar. Besarnya daya kompor dihitung dengan persamaan :

$$I = \frac{m_f \cdot E}{\Delta t} \text{ (kW)} \quad (1)$$

dengan

m_f : masa bahan bakar terpakai (kg)

E : nilai kalor *netto* bahan bakar (kJ/ kg)

Δt : beda waktu pengukuran (dt)

E_{LPG} : *LHV (Low Heating Value)* senilai 46110 kJ/kg

Pemilihan Ukuran Bejana

Untuk pengujian kompor menurut *World Bank, Energy Department* (1985), pemilihan ukuran bejana dilakukan menurut *VEG Gas Institute* di Negeri Belanda, yang menjelaskan bahwa ukuran bejana dipilih berdasarkan daya maksimum kompor, dengan perbandingan daya maksimum dan luas permukaan 7 W/m².

Volume Air Yang Digunakan

Berdasarkan rekomendasi yang diberikan oleh *Provisional International Standards for Testing Woodstove* yang disetujui pada pertemuan di Arlington, Virginia (VITA, 1982), jumlah air yang digunakan untuk pengujian efisiensi uji air mendidih (*boiling water test*) adalah 2/3 dari volume bejana.

Efisiensi Kompor

Efisiensi kompor adalah perbandingan antara panas berguna, yang diperlukan untuk memasak sesuatu dalam jumlah tertentu dari suhu awal sampai masak dengan panas yang diberikan oleh bahan bakar, yang dipergunakan selama memasak tersebut (Pallawagau, 1989).

Cara yang paling efektif untuk pengujian efisiensi suatu kompor adalah dengan uji air mendidih (*boilling water test*) dengan proses sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Pada pengujian ini air dipanaskan dari suhu awal (T_a) ke titik didih (T_d), dan setelah air mendidih pemanasan dilanjutkan hingga mencapai total waktu satu jam (T_s). Cara ini dimaksudkan untuk mendekati penggunaan kompor dirumah tangga ketika digunakan untuk memasak makanan. Lihat gambar 1.

Efisiensi kompor dapat dihitung dengan rumus (Muthukumar, *et al.* 2012):

$$\eta_{ov} = \frac{\{(m_w \cdot C_{pw}) + (m_b \cdot C_{pb})\} \times (T_2 - T_1) + m_u \cdot H}{m_f \cdot E} \quad (2)$$

dengan:

- η_{ov} = efisiensi overall (%)
- m_w = masa air (kg)
- C_{pw} = panas spesifik air (kJ/kg K)
- m_b = masa bejana (kg)
- C_{pb} = panas spesifik bejana (kJ/kg K)

- T_1 = temperatur awal air (K)
- T_2 = temperatur air mendidih (K)
- m_u = masa uap (kg)
- H = panas laten air menguap (kJ/kg)
- m_f = masa bahan bakar terpakai (kg)
- E = nilai kalor *netto* bahan bakar (kJ/kg)

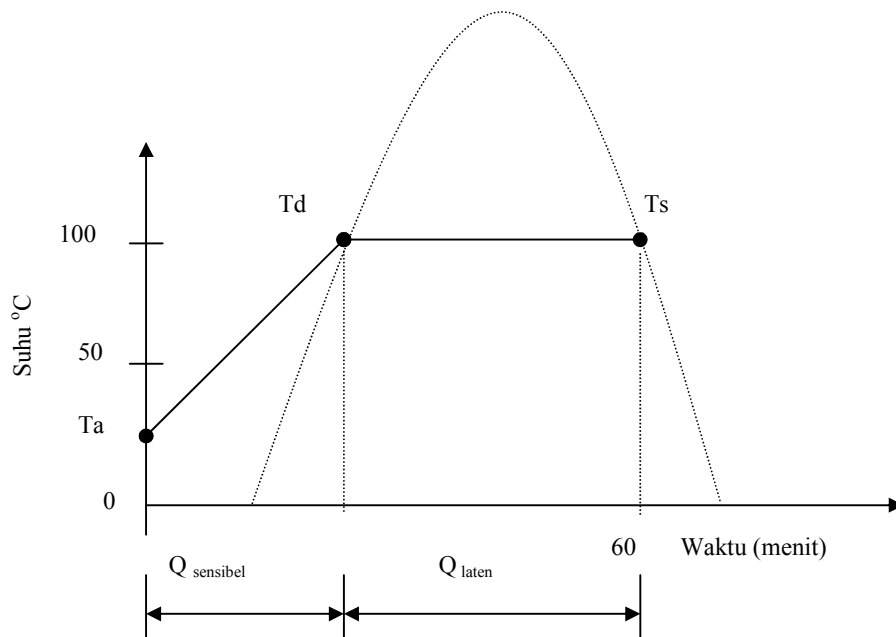
BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Spesikasi Bahan Penelitian

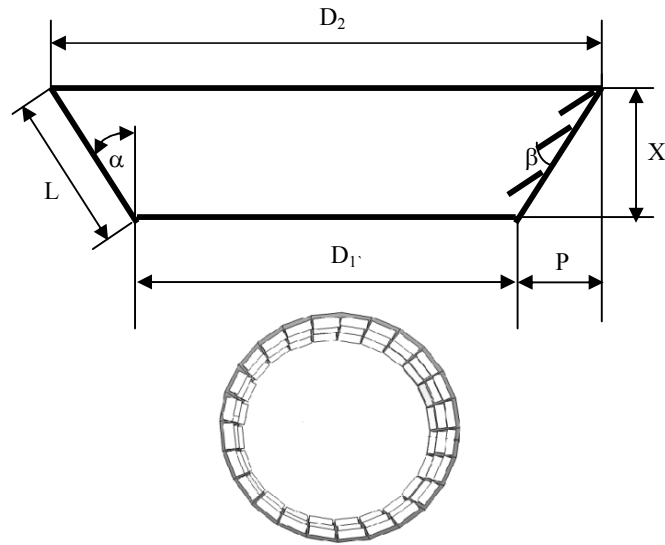
Bahan dan peralatan utama yang diperlukan dalam penelitian adalah kompor gas LPG dengan kualitas standar SNI 7368-2007, tabung gas LPG 3 kg, regulator, manometer, bejana aluminium, *flow meter*, *stopwatch*, *thermometer* air, timbangan digital, gelas ukur, alat ukur distribusi temperatur, dan reflektor radiasi panas bersirip (variasi dengan 1, 2, dan 3 baris sirip)

Model reflektor radiasi panas bersirip

Agar reflektor berfungsi secara optimal maka permukaan reflektor harus mempunyai sifat reflektif yang tinggi, maka dipilih bahan *stainless steel*. Desain reflektor ditunjukkan pada Gambar 2.



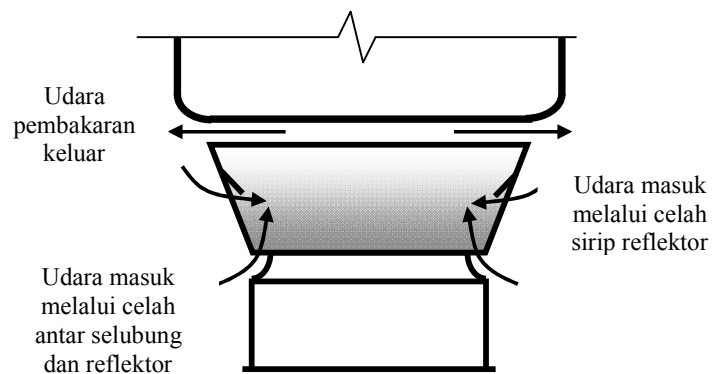
GAMBAR 1. Perubahan suhu terhadap waktu selama pengujian



GAMBAR 2. Desain reflektor bersirip

TABEL 2. Dimensi reflektor bersirip

Jumlah baris sirip	Specimen 1	Specimen 2	Specimen 3	Satuan
	1	2	3	baris
D_1	155	155	155	mm
D_2	180	180	180	mm
X	30	30	30	mm
L	35	35	35	mm
P	12.5	12.5	12.5	mm
α	22.5°	22.5°	22.5°	derajat
β	10°	10°	10°	derajat



GAMBAR 3. Pemasangan reflektor bersirip

Pemasangan reflektor bersirip

Reflektor dipasang diatas kompor, yaitu antara keluaran api dengan beban. Diameter reflektor lebih besar dari diameter api kompor sehingga ada jarak antara api dengan reflektor. Cara ini dilakukan agar tidak ada api yang langsung mengenai permukaan reflektor yang dapat mengganggu fungsi reflektor. Seting pemasangan reflektor dan sketsa lintasan udara pembakaran sekunder ditunjukkan pada Gambar 3.

Urutan Pengujian

a. Pengujian daya

Untuk menghitung besarnya daya kompor harus diketahui besarnya jumlah konsumsi bahan bakar, untuk itu diperlukan pengujian konsumsi bahan bakar. Daya kompor yang diperoleh dari hasil perhitungan selanjutnya digunakan untuk menentukan besarnya diameter bejana yang diperlukan.

b. Pengujian konsumsi bahan bakar dan produksi uap

Data yang diperoleh dari pengujian konsumsi bahan bakar dan produksi uap dipergunakan untuk menentukan besarnya efisiensi kompor. Pengujian efisiensi dilakukan dengan cara mengkomparasikan antara tanpa menggunakan reflektor, reflektor tanpa sirip dan dengan reflektor bersirip. Baris sirip pada reflektor di variasi, yaitu 1 baris, 2 baris dan 3 baris sirip. Pengujian untuk menentukan efisiensi kompor dilakukan dengan uji air mendidih (*boiling water test*).

c. Pengujian distribusi temperatur api

Pengujian distribusi temperatur api dimaksudkan untuk mendapatkan gambaran *contour* distribusi temperatur *isothermal* api. Melalui visualisasi *contour* distribusi temperatur *isothermal* tersebut akan diperoleh kesimpulan yang lebih kuat tentang pengaruh penggunaan alat ini terhadap peningkatan efisiensi kompor gas LPG.

Proses pengujian akan dilakukan pada kompor dengan beban tanpa menggunakan reflektor, menggunakan reflektor tanpa sirip, dan dengan menggunakan reflektor bersirip. Proses pengolahan data akan dilakukan dengan menggunakan program matlab.

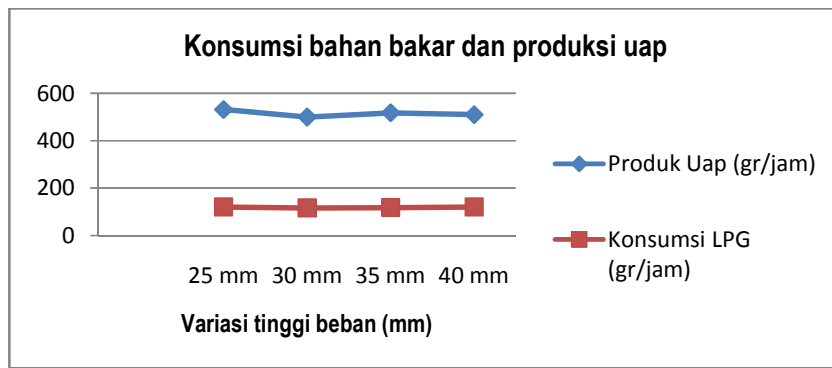
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian daya kompor

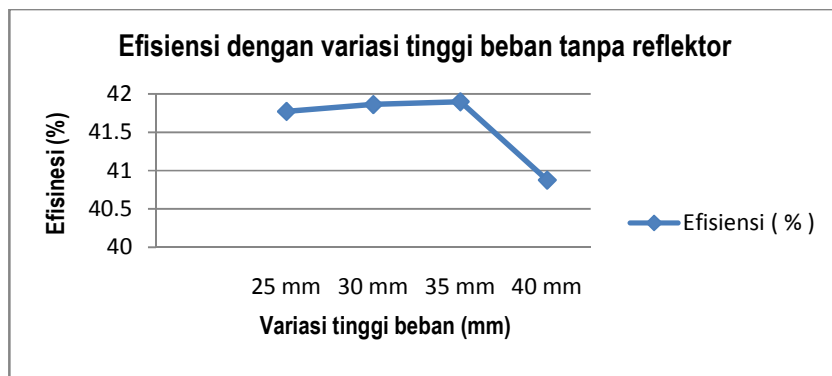
Berdasarkan hasil analisa data, diperoleh daya untuk kompor LPG sesuai SNI 7368-2007 sebesar 1,7106 KW. Berdasarkan daya kompor dapat ditentukan besarnya diameter bejana yang digunakan, yaitu sebesar 220 mm dengan masa air ($\pm 2/3$ volume bejana) sebesar 3625 gr (Pallawagau, 1989)..

Pengujian konsumsi bahan bakar dan produksi uap

Data hasil pengujian konsumsi bahan bakar dan produksi uap digunakan untuk menentukan efisiensi kompor gas LPG. Dengan daya sebesar 1,7106 KW, diameter bejana 220 mm, dan masa air 3625 gr maka diperoleh data sebagai berikut:

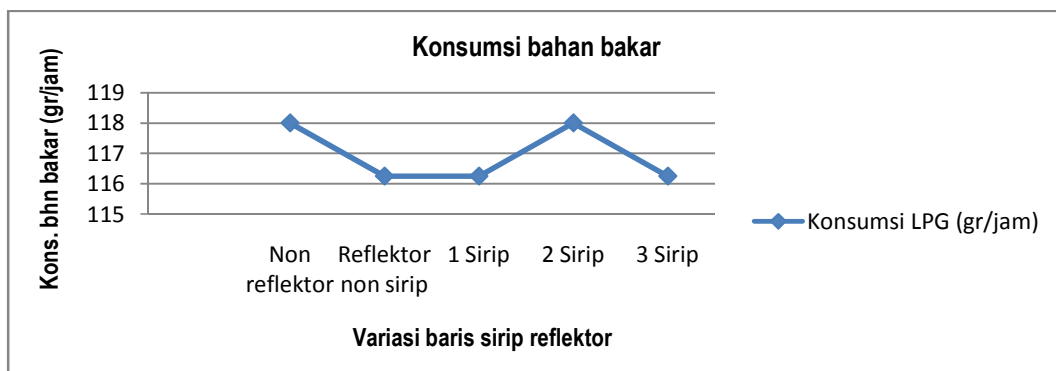


(a)

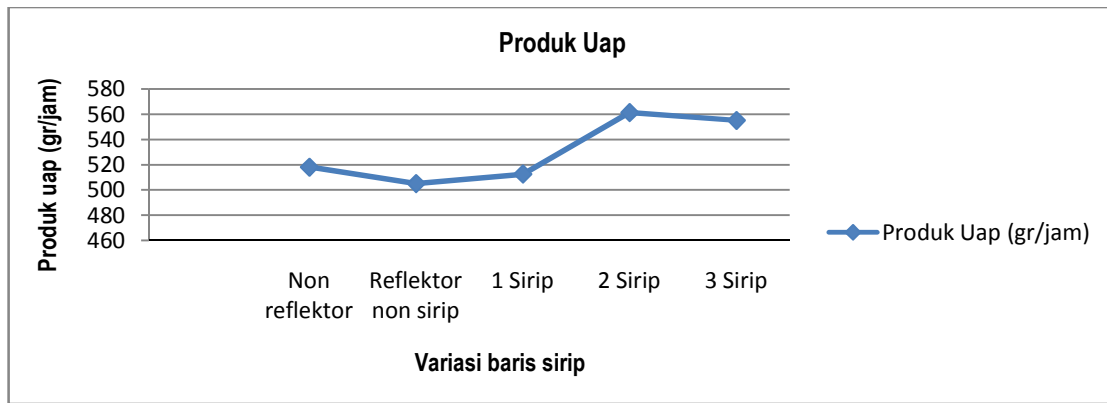


(b)

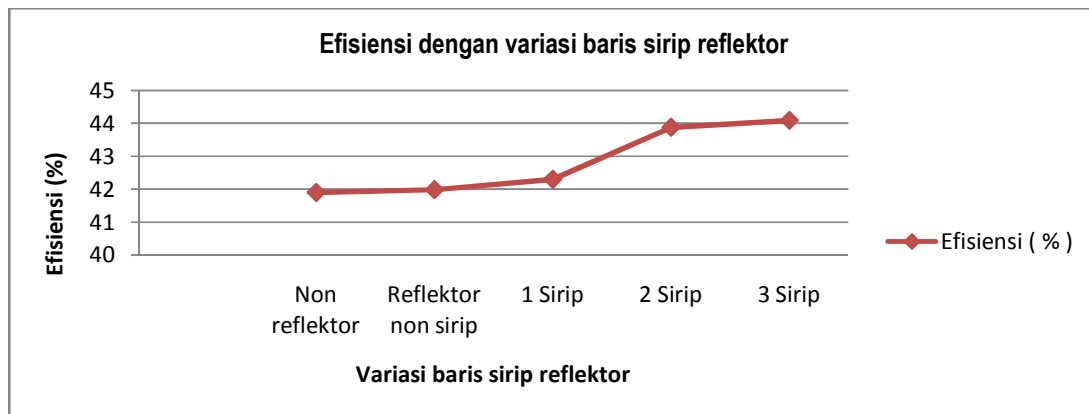
GAMBAR 4. (a) Grafik konsumsi bahan bakar dan produksi uap hasil pengujian variasi tinggi beban tanpa reflektor ,(b) Grafik efisiensi hasil pengujian variasi tinggi beban tanpa reflektor



(a)



(b)



(c)

GAMBAR 5. (a) Grafik konsumsi bahan bakar hasil pengujian dengan variasi baris sirip reflektor, (b) Grafik produksi hasil pengujian dengan variasi baris sirip reflektor, (c) Grafik efisiensi hasil pengujian dengan variasi baris sirip reflektor

1. Pengujian dengan variasi tinggi beban tanpa reflektor

Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan tinggi beban optimal pada kompor LPG. Berdasarkan grafik pada Gambar 4 terlihat bahwa tinggi beban 35 mm memberikan efisiensi tertinggi yaitu 41,90%. Tinggi beban optimal tersebut, dijadikan acuan untuk pengambilan data pada pengujian berikutnya.

2. Pengujian dengan variasi baris sirip reflektor

Berdasarkan grafik pada gambar 5 terlihat bahwa secara umum konsumsi bahan bakar dan produksi uap selalu fluktuatif, namun fluktuasinya selalu seiring antara konsumsi bahan bakar dan produksi uap pada masing-masing perlakuan. Efisiensi berbanding lurus dengan konsumsi bahan bakar dan produksi uap. Berdasarkan grafik pada Gambar 5

terlihat bahwa efisiensi meningkat dengan penggunaan reflektor dan efisiensi tertinggi terjadi pada penggunaan reflektor dengan tiga baris sirip.

Konsumsi bahan bakar tertinggi terjadi pada kompor LPG tanpa reflektor dan dengan reflektor dua baris sirip, yaitu sebesar 118 gr/jam sedangkan untuk reflektor non sirip, satu baris sirip, dan tiga baris sirip sama yaitu 116 gr/jam. Terjadinya penurunan konsumsi bahan bakar khususnya pada penggunaan reflektor dengan 3 baris sirip, dimungkinkan pada kondisi tersebut terjadi pembakaran yang paling sempurna dan penyerapan panas oleh beban yang paling optimal. Hal ini terjadi karena refleksi panas dari reflektor bersirip ke ruang bakar terjadi secara optimal sehingga dapat membakar sisa uap bahan bakar yang belum terbakar pada daerah pembakaran. Akibatnya luas area api dewasa pada daerah pembakaran semakin meningkat, sehingga panas berguna yang diserap oleh beban juga

meningkat. Dengan meningkatnya penyerapan panas berguna oleh beban maka meningkat pula produksi uap yang dihasilkan. Hal inilah yang menyebabkan optimalnya efisiensi pada penggunaan reflektor dengan 3 baris sirip.

Untuk reflektor non sirip jika dibandingkan dengan non reflektor, terjadi penurunan baik konsumsi bahan bakar maupun produksi uap, namun penurunan konsumsi bahan bakar lebih drastis jika dibandingkan dengan penurunan produksi uap, sehingga tetap terjadi peningkatan efisiensi dari non reflektor ke reflektor non sirip, yaitu sebesar 0.1%. Penurunan konsumsi bahan bakar ini dimungkinkan karena dengan penggunaan reflektor non sirip, mampu menangkap dan merefleksikan kembali *losses* panas yang terjadi pada jarak antara keluaran api dengan beban. Akibat refleksi panas yang dipantulkan oleh reflektor ke daerah pembakaran, mampu membakar uap bahan bakar yang belum terbakar pada daerah pembakaran. Hal ini menjadikan pembakaran lebih sempurna dengan luas area panas yang meningkat, maka panas berguna yang dapat diserap oleh beban juga meningkat.

Untuk reflektor non sirip ke satu baris sirip konsumsi bahan bakar tetap yaitu 116 gr/jam namun produksi uap meningkat dari 505 gr/jam menjadi 513 gr/jam, sehingga efisiensi meningkat dari 41,98% menjadi 42,30% atau sebesar 0,76%. Untuk reflektor satu baris sirip ke dua baris sirip, peningkatan produksi uap lebih drastis dibandingkan peningkatan konsumsi bahan bakar, sehingga efisiensi meningkat dari 42,30% menjadi 43,88% atau terjadi peningkatan sebesar 3.37%. Untuk reflektor dua baris sirip ke tiga baris sirip, penurunan konsumsi bahan bakar lebih drastis jika dibandingkan penurunan produksi uap, sehingga terjadi peningkatan efisiensi dari 43.88% menjadi 44.09% atau sebesar 0.48%.

Efisiensi tertinggi terjadi pada penggunaan reflektor dengan tiga baris sirip, dengan peningkatan sebesar 5,22% jika dibandingkan dengan tanpa menggunakan reflektor dan sebesar 5,01% jika dibandingkan dengan penggunaan reflektor non sirip. Peningkatan tersebut terjadi karena dengan penggunaan reflektor bersirip, dapat menangkap dan merefleksikan lebih optimal *losses* panas radiasi yang terjadi. Hal ini mengingat bahwa refleksi radiasi bersifat difusi, sehingga dimungkinkan dengan reflektor tanpa sirip masih banyak *losses* panas yang terjadi.

Keberadaan celah atau lubang di bawah sirip, juga membantu *supply* oksigen ke daerah pembakaran, sehingga menjadikan pembakaran lebih sempurna. Efek dari refleksi panas yang dipantulkan oleh reflektor ke daerah pembakaran, mampu membakar uap bahan bakar yang belum terbakar pada daerah pembakaran. Hal ini menjadikan pembakaran lebih sempurna, dengan area api dewasa yang cukup luas, sehingga dapat meningkatkan panas berguna yang dapat diserap oleh beban.

Pengujian distribusi temperatur api kompor LPG

Melalui pengujian ini dapat diketahui pengaruh pemasangan reflektor radiasi panas bersirip terhadap *contour* distribusi temperatur *isothermal* dari api. Pengujian ini diperlukan untuk memastikan dampak positif yang ditimbulkan akibat pemasangan reflektor radiasi panas bersirip. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh data sebagai berikut:

1. Distribusi temperatur api kompor LPG tanpa beban

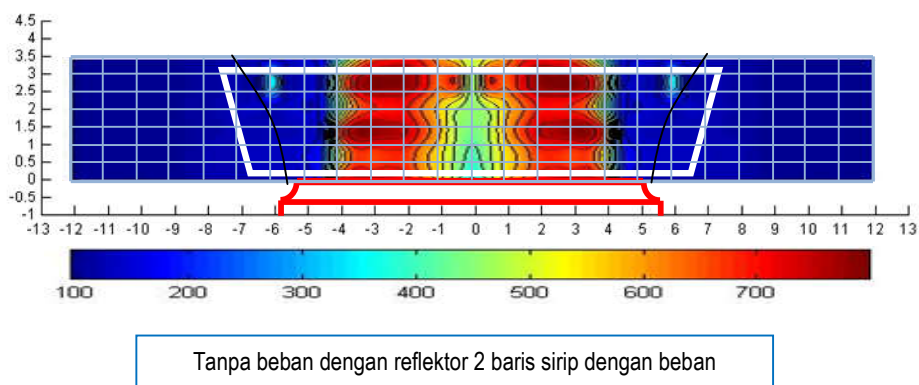
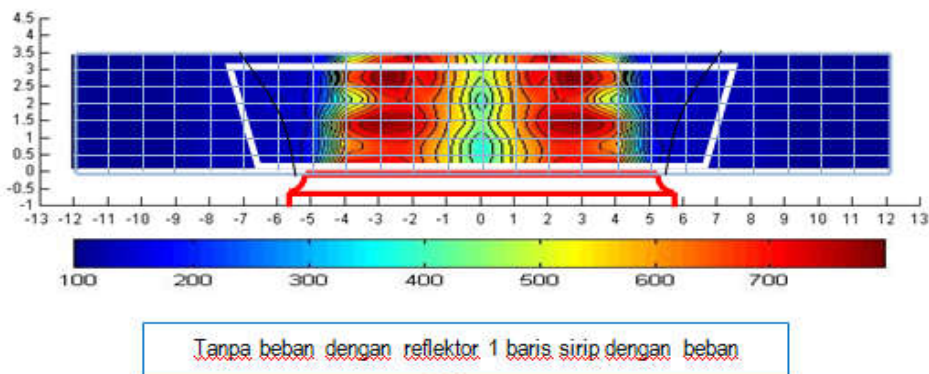
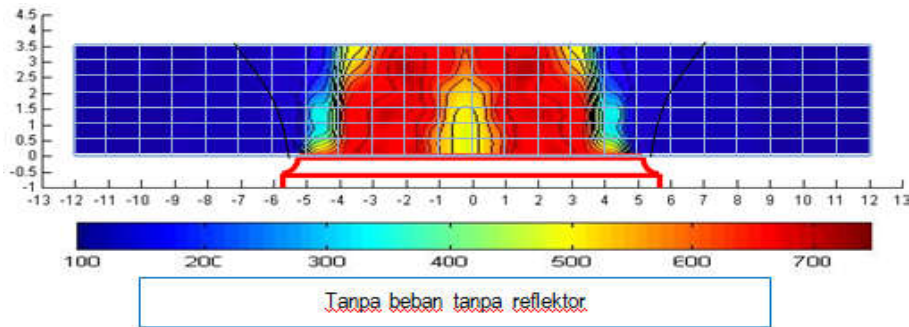
Berdasarkan *contour* distribusi temperatur *isothermal* kompor tanpa beban terlihat bahwa kompor tanpa reflektor, temperatur tinggi rata-rata cukup rendah dengan distribusi temperatur tinggi yang menyebar. Berdasarkan degradasi warna *contour* distribusi, bahwa penambahan reflektor bersirip, menjadikan distribusi temperatur tinggi lebih fokus dengan luas area temperatur tinggi yang lebih luas. Kondisi tersebut terlihat sangat jelas khususnya padapenggunaan reflektor dengan tiga baris sirip. Hal ini terjadi karena refleksi panas yang dipantulkan oleh reflektor ke daerah pembakaran mampu membakar uap bahan bakar yang belum terbakar jika tanpa menggunakan reflektor. Lihat gambar 6.

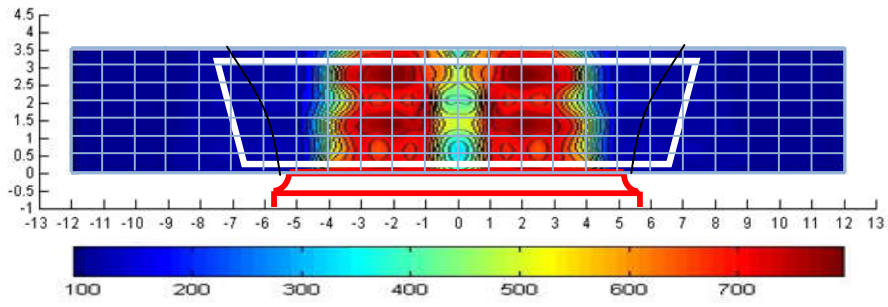
2. Distribusi temperatur api kompor LPG dengan beban

Berdasarkan *contour* distribusi temperatur *isothermal* kompor dengan beban terlihat bahwa kompor tanpa reflektor, menghasilkan temperatur tinggi rata-rata yang relatif rendah dengan luas area distribusi temperatur tinggi yang relatif kecil. Berdasarkan degradasi warna *contour* distribusi temperatur, bahwa penambahan reflektor bersirip, menjadikan distribusi luas area temperatur tinggi yang lebih luas. Dengan bertambahnya baris sirip

reflektor, degradasi warna merah yang menunjukkan luas area temperatur tinggi semakin luas dan luas area temperatur tinggi terbesar terjadi pada penggunaan reflektor dengan tiga baris sirip. Dengan luas area panas yang semakin luas maka sentuhan luas area panas dengan beban juga semakin luas, yang akan memberi dampak terhadap penyerapan

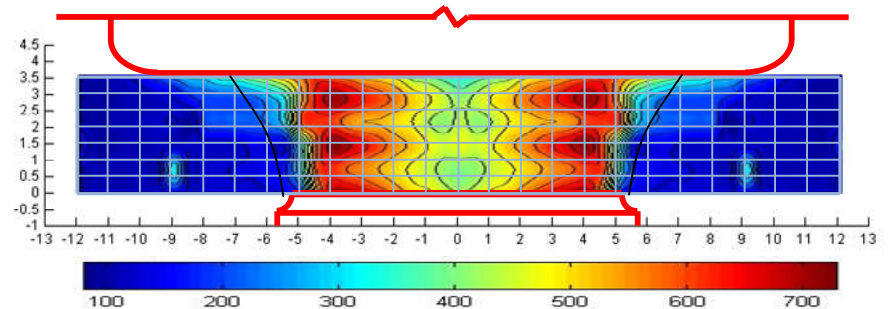
energi yang semakin besar oleh beban. Besarnya penyerapan energi oleh beban, berbanding lurus dengan besarnya efisiensi yang dihasilkan oleh kompor tersebut, sehingga semakin besar energi panas yang diserap oleh beban maka semakin tinggi efisiensi yang dihasilkan.



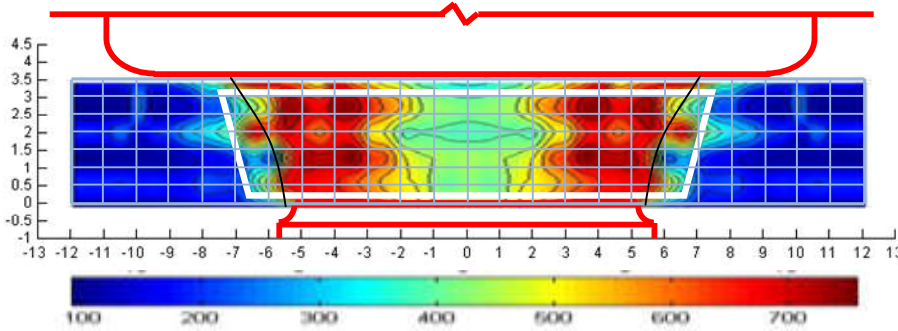


Tanpa beban dengan reflektor 3 baris sirip dengan beban

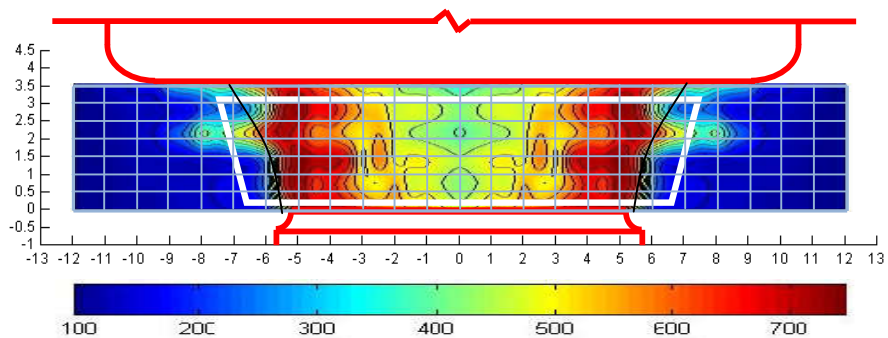
GAMBAR 6. Distribusi temperatur api tanpa beban



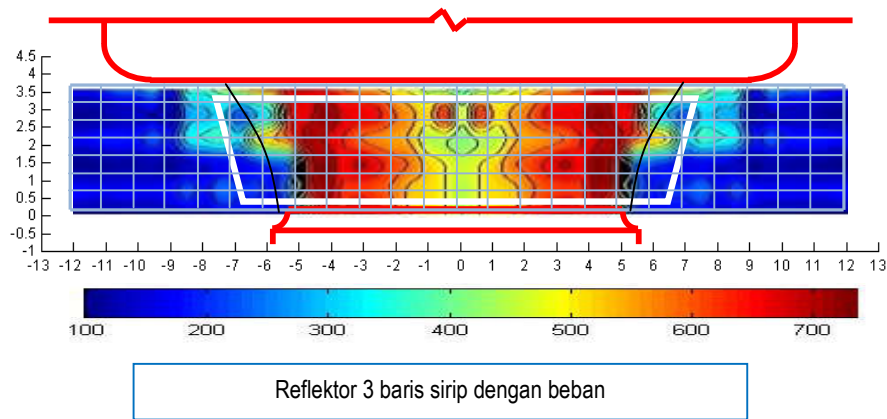
Dengan beban tanpa reflektor



Reflektor 1 baris sirip dengan beban



Reflektor 2 baris sirip dengan beban



GAMBAR 7. Distribusi temperatur api dengan beban

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penambahan reflektor radiasi panas bersirip pada kompor LPG berpengaruh terhadap efisiensi yang dihasilkan. Pengaruh positif berupa peningkatan efisiensi terjadi pada seluruh reflektor bersirip yang diuji jika dibandingkan dengan tanpa menggunakan reflektor dan dengan menggunakan reflektor tanpa bersirip.

Efisiensi tertinggi terjadi pada penggunaan reflektor dengan tiga baris sirip yaitu sebesar 44,09%, meningkat 5,22% jika dibandingkan dengan kompor LPG tanpa reflektor dan 5,01% jika dibandingkan dengan penggunaan reflektor tanpa sirip.

Dengan penggunaan reflektor radiasi panas bersirip mampu meningkatkan luas area api dewasa. Kondisi tersebut menyebabkan sentuhan area panas dengan beban semakin meluas, sehingga penyerapan energi juga meningkat.

Saran

Peningkatan efisiensi pada kompor LPG, dengan titik berat rekayasa konstruksi dan optimalisasi pemanfaatan api, masih terbuka peluang untuk terus di kembangkan. Berkaitan dengan hal tersebut saran untuk peneliti berikutnya adalah perlu dikembangkan untuk model reflektor yang lain, misalnya pemilihan material atau variasi diameter reflektor.

DAFTAR PUSTAKA

- Dongbin, Z., Jinsheng, I., Guangchuan, L., Gang, D.Y.X., Lihua, L. 2007. *Effects On Combustion Of Liquefied Petroleum Gas Of Porous Ceramic Doped With Rare Earth Elements*. Institute of Power Source & Ecomaterials Science, Hebei University of Technology, Tianjin, China.
- Gohil, P. 2011. *Experimental Investigation Of Performance Of Conventional Lpg Cooking Stove*. Sarvajanic College of Engineering and Technology: Gujarat.
- Khan, M.Y., and Saxena, A. 2013. *Performance Of LPG Cooking Stove Using Different Design Of Burner Heads*. International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), ISSN: 2278-0181, Vol. 2 Issue 7, July – 2013.
- Mishra, N.K., Mishra, S.C., Muthukumar, P. 2015. *Performance Characterization Of A Medium-Scale Liquefied Petroleum Gas Cooking Stove With A Two-Layer Porous Radiant Burner*. Department of Mechanical Engineering Indian Institute of Technology Guwahati, Guwahati 781039, India. journal homepage: www.elsevier.com/locate/apthermeng © 2015 Elsevier Ltd. All rights reserved
- Muthukumar, P., Shyamkumar, P.I. 2012. *Development Of Novel Porous Radiant*

Burners For Lpg Cooking Applications. Department of Mechanical Engineering, Indian Institute of Technology Guwahati, Guwahati 781039, India. journal homepage: www.elsevier.com/locate/fuel

- Pallawagau, La P. 1989. *Pengujian Daya dan Efisiensi Kompor Minyak Tanah Bersumbu*. Journal LEMIGAS.
- Sugeng, W.A. 2014. *Selubung Radiasi untuk Efisiensi Penggunaan Energi pada Kompor Gas*. Jurnal Rekayasa Mesin Vol.5, No.3 Tahun 2014: 291-295 ISSN 0216-468X
- Sumadijono, P.A. 2003. *Pengaruh Sudut Reflektor Panas Terhadap Efisiensi Kompor Sumbu Standart*. Thesis, Teknik Mesin ITS Surabaya.
- Syarial, M. 2012. *Unjuk Kerja Kompor Berbahan Bakar Biogas Efisiensi Tinggi Dengan Penambahan Reflektor*. Skripsi Unpublished 2012. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- VITA. 1985. *Testing the Efficiency of Wood-burning Cookstove International Standards*. Revised May.
- Wardani, D. 2007. *Alat Penghemat Bahan Bakar Gas Pada Kompor Gas Rumah Tangga*. Institut Teknologi Bandung: Bandung.
- World Bank, Energy Department. 1985. *Test Results on Kerosene and Others Stoves for Developing Countries*. Washington.

PENULIS:

Sudarno

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Ponorogo, Jalan
Budi Utomo No. 10 Ponorogo 63471

Email: darnotec_umpo@yahoo.co.id

Fadelan

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Ponorogo, Jalan
Budi Utomo No. 10 Ponorogo 63471

Email: ffadelan@gmail.com