

## Peningkatan Efisiensi Kompor LPG dengan Menggunakan Elemen Bara Api

(The Improvement of The Efficiency of LPG Stoves Using Flames Elements)

SUDARNO, FADELAN

### ABSTRACT

The defective combustion process is one of the causes of low efficiency in LPG stoves. Increasing the efficiency in LPG stoves by optimizing the combustion has high possibility to do. Practical effort that can be done is adding the element embers. This tool is a woven wire nikelin that are arranged in layers and if it is heated, it will be incandescent, forming high temperature embers. Generated embers will be able to burn fuel vapor perfectly around the wire, so it will broaden the mature fire area. The test is done by using LPG stoves which is provided by finned heat radiation reflector. The efficiency test is done by conducting the boiling water test. The number of element embers layers are varied, from one to four layers. The performance of element embers use is compared with LPG stoves without element embers use. In this study, temperature distribution for each treatment is tested. It is obtained that the use of element embers without reflector can improve the efficiency until 8.23%. The highest efficiency occurred in one of layer element embers use, as much as 61.7%. But, the increase of element embers in finned heat radiation reflector decreased the efficiency. It was because the mounting pattern of element embers bothered the function of the reflector, so the heat reflection from the reflector was stunted and stuck between the reflector and the mounting pattern. Therefore, the heat energy of the reflection from the reflector cannot be moved to combustion area. The result of temperature distribution test also showed that the element embers use could broaden the mature fire area.

**Keywords:** LPG stoves, finned heat reflectors, element embers, efficiency

### PENDAHULUAN

LPG merupakan bahan bakar yang utama untuk rumah tangga, mulai kelas bawah sampai kelas atas. Kondisi ini terjadi setelah diberlakukannya kebijakan pemerintah yang mengharuskan adanya konversi dari minyak tanah ke gas. Penggunaan LPG sebagai bahan bakar untuk alat pemanas dalam rumah tangga dari hasil konversi BBM ke BBG, sejak tahun 2007 sampai 2012 telah menghasilkan penghematan devisa sebesar Rp. 70 trilyun (ESDM, 2013). Untuk itu pemerintah terus mendorong semua pihak, selain mengoptimalkan potensi energi alternatif bahan bakar non-migas, dituntut pula adanya upaya-upaya inovasi dalam rangka meningkatkan efisiensi terhadap pemakaian bahan bakar migas itu sendiri. Salah satu implementasinya adalah inovasi terhadap upaya peningkatan efisiensi pada kompor berbahan

bakar gas, termasuk didalamnya adalah kompor LPG.

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

Penggunaan *Porous Ceramic Rare (PCR)*, hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi *PCR* menyebabkan perubahan warna nyala dari merah ke biru dan penurunan konsentrasi CO dan O<sub>2</sub> pada gas buang masing-masing 40,9% dan 12,8% (Dongbin, 2007). Penggunaan *Porous Radiant Burners (PRB)* pada kompor

LPG menghasilkan efisiensi maksimum 10% lebih tinggi dibandingkan dengan efisiensi panas maksimum kompor LPG konvensional dan menghasilkan proses yang stabil dengan efisiensi panas diatas 72% (Muthukumar, 2012). Mishra, (2015) menggunakan dua lapis burner berpori yang disusun seri, pada daerah pembakaran menggunakan SiC berpori sedangkan pada daerah preheating menggunakan alumina. Diperoleh bahwa dengan Porous Radiant Burner (PRB), distribusi temperatur radial hampir uniform, efisiensi panas maksimum lebih tinggi 28%, dan emisi turun significant. Wardani, (2007), menyatakan penggunaan alat pengumpul aliran gas hasil pembakaran yang tersebar dan diarahkan ke dinding panci dapat meningkatkan energi hasil pembakaran secara maksimal.

Sumadijono, (2003), meneliti tentang pengaruh sudut reflektor panas terhadap efisiensi kompor sumbu standart. Diperoleh bahwa sudut 22.5° memberikan efisiensi tertinggi. Gohil, (2011) menyatakan bahwa efisiensi termal sebuah kompos gas konvensional sebesar 66% dan dapat ditingkatkan dengan penambahan material selubung dan optimasi proses pembakaran. Syarial, (2012) meneliti tentang penggunaan reflektor dengan variasi diameter lubang. Reflektor berbentuk kerucut terpotong menghadap keatas yang dipasang pada kompor berbahan bakar biogas. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa efisiensi termal 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.

Sudarno, (2015) menyatakan bahwa penggunaan reflektor radiasi panas bersirip mampu meningkatkan efisiensi pada kompor LPG. Besarnya peningkatan tersebut jika dibandingkan dengan tanpa menggunakan reflektor sebesar 8.03%, sedangkan jika dibandingkan dengan reflektor tanpa sirip sebesar 4.56%. Berdasarkan pengujian distribusi temperatur diperoleh pula bahwa dengan penggunaan reflektor radiasi panas bersirip mampu meningkatkan luas area api dewasa. Kondisi tersebut menyebabkan sentuhan luas area panas dengan beban semakin meningkat, sehingga penyerapan energi juga meningkat. 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.

Penelitian tentang upaya peningkatan efisiensi pada kompor minyak tanah maupun gas telah banyak dilakukan, baik dengan cara rekayasa konstruksi maupun upaya optimalisasi pemanfaatan api. Upaya optimalisasi pemanfaatan api masih berpeluang cukup tinggi dalam peningkatan efisiensi, mengingat selama ini para peneliti sebagian besar berfokus pada rekayasa konstruksi. Upaya dimaksud adalah dengan menambahkan alat, yaitu elemen pembangkit bara api khususnya pada kompor gas LPG yang telah dilengkapi reflektor bersirip.

Elemen pembangkit bara api adalah suatu model alat berupa tumpukan anyaman kawat nikelin yang disusun secara berlapis atau bertingkat. Hal ini mengacu pada sifat logam yang jika dipanaskan, dia akan memijar membentuk bara api bertemperatur tinggi. Bara api yang dihasilkan akan mampu membakar lebih sempurna uap bahan bakar pada daerah sekitar kawat, sehingga akan mampu meningkatkan luas area temperatur tinggi (api dewasa). Diharapkan dengan sempurnanya proses pembakaran maka akan mampu meningkatkan efisiensi dari 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:

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

### 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  $7 \text{ W/m}^2$ .

#### *Volume Air Yang Digunakan*

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

#### *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 (Muthukumar, 2012).

Cara yang 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 di rumah tangga ketika digunakan untuk memasak makanan. Lihat gambar 1.

Efisiensi kompor dapat dihitung dengan rumus (Muthukumar, 2012):

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

## BAHAN DAN METODE PENELITIAN

### *Spesikasi Bahan Penelitian*

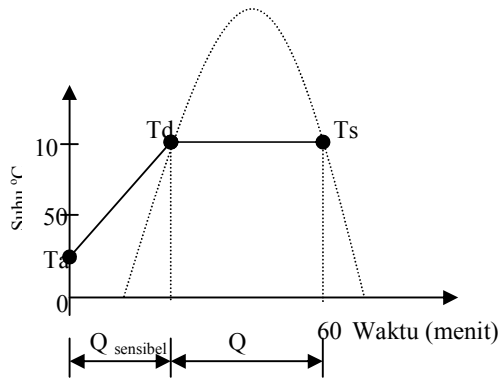
Bahan dan peralatan utama yang diperlukan dalam penelitian adalah kompor LPG dengan kualitas standar SNI 7368-2007, tabung gas LPG 3 kg, regulator, manometer, bejana aluminium, *flow meter*, *stopwatch*, *thermometer* air, timbangan digital, gelas ukur, data *logger type USB-4718*, *8-ch Thermocouple Input USB Module*, kamera, reflektor radiasi panas bersirip, dan elemen bara api. Instalasi penelitian ditunjukkan pada gambar 2.

### *Model elemen bara api*

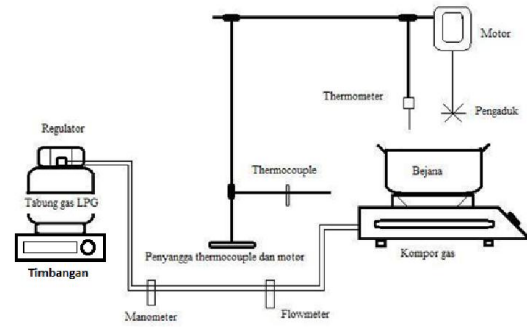
Elemen pembangkit bara api dibuat dari kawat nikelin berdiameter 0.30 mm. Nikelin dipilih karena mempunyai sifat tahan panas dan lebih cepat membara jika dipanaskan. Sedangkan pemilihan bahan dengan diameter yang kecil yaitu 0.30 mm dimaksudkan agar tidak mengganggu aliran api pembakaran.

Kawat tersebut di anyam pada sebuah pola berbentuk lingkaran, dengan diameter lingkaran mengikuti pola diameter reflektor. Pola anyaman kawat berbentuk segitiga dengan ujung-ujungnya diikat pada pola berbentuk lingkaran dan dianyam secara berurutan. Dengan model anyaman tersebut pada bagian tengah elemen bara api terdapat lubang tanpa anyaman berbentuk lingkaran. Lapisan elemen bara api divariasikan yaitu 1 lapisan, 2 lapisan, 3 lapisan dan 4 lapisan.

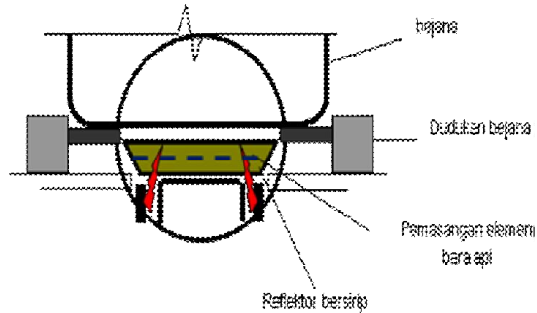
Kawat yang telah dianyam pada pola lingkaran dipasang pada reflektor bersirip. Rangkaian tersebut dipasang diatas *head burner*, yaitu antara keluaran api dengan beban, seting pemasangan elemen bara api ditunjukkan pada gambar 3, sedangkan model lapisan elemen bara api ditunjukkan pada gambar 4.



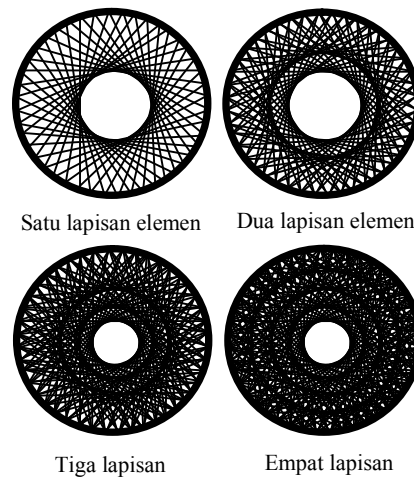
GAMBAR 1. Perubahan suhu terhadap waktu selama pengujian



GAMBAR 2. Instalasi penelitian



GAMBAR 3. Seting pemasangan elemen bara api pada kompor LPG



GAMBAR 4. Model lapisan elemen pembangkit bara api

### Urutan Pengujian

#### a. Pengujian daya

Besarnya daya kompor dihitung berdasarkan jumlah konsumsi bahan bakar, sehingga diperlukan pengujian konsumsi bahan bakar. Daya kompor yang diperoleh, digunakan sebagai dasar untuk menentukan besarnya diameter bejana yang digunakan.

#### b. Pengujian konsumsi bahan bakar dan produksi uap

Data yang diperoleh dari pengujian konsumsi bahan bakar dan produksi uap digunakan untuk menentukan besarnya efisiensi kompor. Pengujian efisiensi dilakukan dengan cara

mengkomparasikan antara tanpa menggunakan elemen bara api dan dengan menggunakan elemen bara api. Lapisan elemen bara api di variasikan, yaitu satu sampai dengan empat lapisan. 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 LPG.

Proses pengujian akan dilakukan pada kompor LPG, tanpa beban dan dengan beban, tanpa reflektor dan dengan reflektor, tanpa elemen bara api dan dengan elemen bara api. Proses pengolahan data akan dilakukan dengan menggunakan program matlab.

Pengambilan data temperatur menggunakan *thermocouple*, dimulai dari garis tengah kompor, yaitu dengan menggeser *thermocouple* per 5 mm ke arah luar hingga diperoleh data pada satu tempat berjumlah 6 x 25 titik (jarak pengukuran 12 cm) = 150 titik.

Pengambilan data dimulai dengan mengatur waktu pembacaan data pada alat, untuk setiap posisi (terdiri atas 6 *channel thermocouple*). Waktu pembacaan pada masing-masing titik adalah 10 detik, dengan jumlah pembacaan 10 kali setiap detik. Dengan demikian jumlah pembacaan pada setiap titik adalah 100 kali.

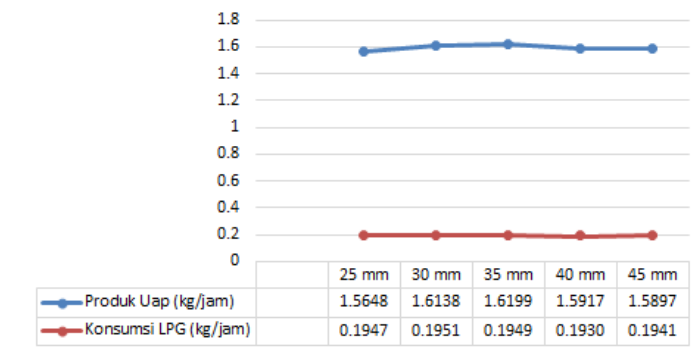
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Pengujian daya kompor*

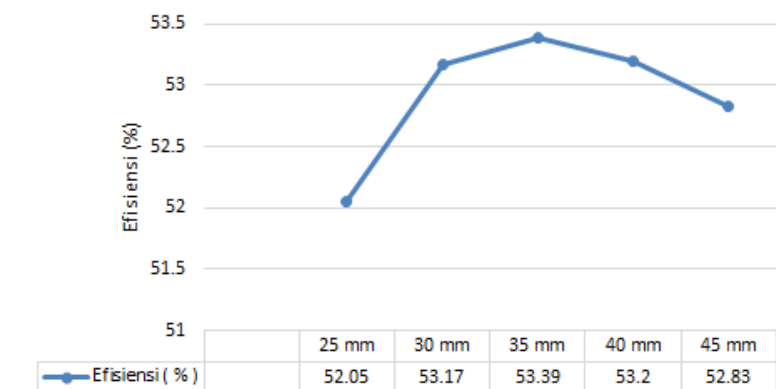
Berdasarkan hasil analisa data, diperoleh daya untuk kompor LPG sesuai SNI 7368-2007 sebesar 1,7106 KW. Berdasarkan daya kompor tersebut dapat ditentukan besarnya diameter bejana, yaitu 220 mm dengan masa air (2/3 volume bejana) sebesar 3625 gr [Pallawagau, 1989].

### *Pengujian Efisiensi Kompor LPG*

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:

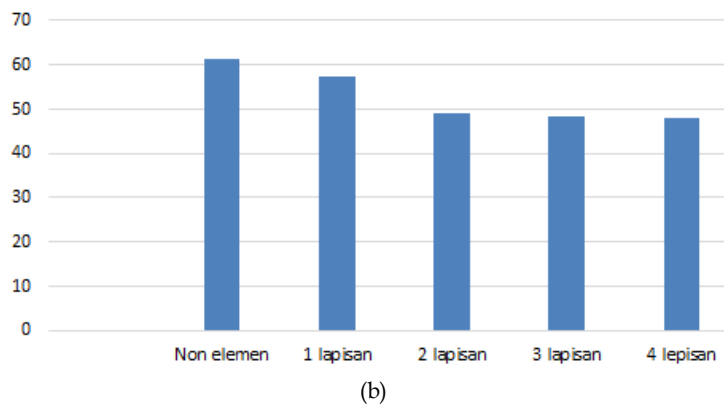
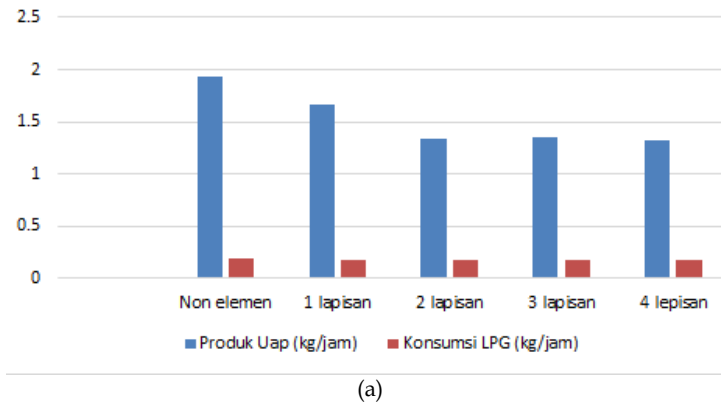


(a)



(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 (Sumber: Sudarno, 2015)



GAMBAR 5. (a) Grafik konsumsi bahan bakar dan produksi uap dengan menggunakan reflektor dan elemen bara api  
(b) Grafik efisiensi hasil pengujian menggunakan reflektor dan elemen bara api

#### *Pengujian efisiensi dengan variasi tinggi beban tanpa reflektor*

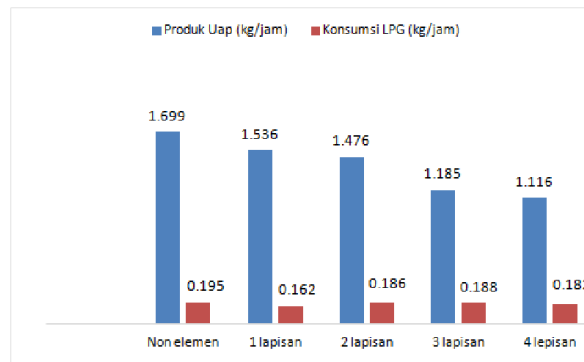
Pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan tinggi beban optimal pada kompor LPG. Berdasarkan grafik pada Gambar 4 terlihat bahwa tinggi beban 35 mm memberikan efisiensi tertinggi yaitu 53.39%. Tinggi beban optimal tersebut, dijadikan acuan untuk pengambilan data pada pengujian berikutnya.

#### *Pengujian efisiensi menggunakan reflektor dan elemen bara api*

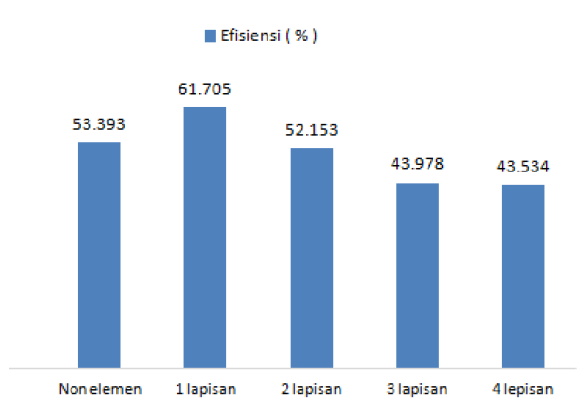
Berdasarkan diagram pada gambar 5 diperoleh bahwa penambahan elemen bara api pada reflektor panas bersirip menjadikan efisiensi turun. Penurunan efisiensi semakin besar seiring dengan peningkatan jumlah lapisan elemen. Kondisi ini terjadi karena dengan pemasangan pola elemen bara api yang menempel pada reflektor ternyata mengganggu

fungsi reflektor. Dengan adanya pola elemen yang menempel tersebut refleksi panas oleh reflektor terhalang oleh pola elemen, sehingga panas terjebak diantara reflektor dan pola elemen. Akibatnya refleksi panas dari reflektor tidak dapat diteruskan ke daerah pembakaran. Meskipun dengan adanya elemen bara api mampu membakar uap bakar yang belum terbakar disekitar kawat namun efek peningkatan luas area panas tersebut masih lebih kecil jika dibandingkan dengan adanya kerugian yang disebabkan oleh terhalangnya fungsi reflektor.

Efisiensi turun seiring dengan penambahan jumlah lapisan elemen bara api. Kondisi ini terjadi karena semakin tinggi tingkat kerapatan anyaman kawat semakin mengganggu laju aliran panas pembakaran. Meskipun fungsi elemen bara api bekerja namun tingkat resistensi dari kerapatan anyaman kawat jauh lebih besar sehingga efisiensi semakin menurun



(a)



(b)

GAMBAR 6. (a) Grafik konsumsi bahan bakar dan produksi uap dengan menggunakan elemen bara api tanpa reflektor  
(b) Grafik efisiensi hasil pengujian menggunakan elemen bara api tanpa reflektor

#### *Pengujian efisiensi menggunakan elemen bara api tanpa reflektor*

Berdasarkan diagram pada gambar 6 (a) secara umum dengan penambahan lapisan elemen bara api, produksi uap terus mengalami penurunan namun konsumsi bahan bakar berfluktuatif. Produksi uap tertinggi terjadi pada kompor tanpa menggunakan elemen bara api, yaitu sebesar 1.699 kg/jam dan terendah terjadi pada kompor dengan 4 lapisan elemen bara api yaitu sebesar 1.116 kg/jam.

Sedangkan konsumsi bahan bakar tertinggi juga terjadi pada kompor tanpa menggunakan elemen bara api yaitu sebesar 0.195 kg/jam dan terendah terjadi pada kompor dengan 1 lapisan elemen bara api yaitu sebesar 0.162 kg/jam. Untuk konsumsi bahan bakar dari non elemen ke 1 lapisan elemen bara api terjadi penurunan

yang sangat drastis yaitu dari 0.195 kg/jam ke 0.162 kg/jam, dengan penurunan 0.033 kg/jam.

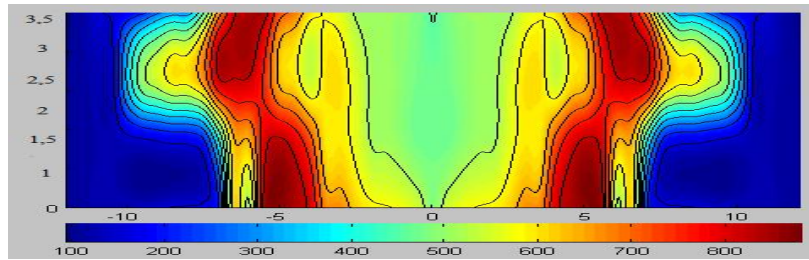
Berdasarkan gambar 6 (b) bahwa pada kompor non elemen, meskipun produksi uap sangat tinggi tetapi juga diikuti oleh konsumsi LPG yang sangat tinggi pula. Kondisi ini menjadikan efisiensi untuk non elemen jauh lebih rendah jika dibandingkan dengan efisiensi pada penggunaan 1 lapisan elemen bara api, yaitu 53.39% untuk non elemen dan 61.71% untuk 1 lapisan elemen.

Hal ini terjadi karena dengan penggunaan 1 lapisan elemen bara api, fungsi elemen bara api dapat bekerja secara optimal, yaitu dapat membakar dengan sempurna uap bahan bakar yang belum terbakar dan tingkat kerapatan anyaman kawat juga tidak mengganggu laju aliran gas pembakaran.

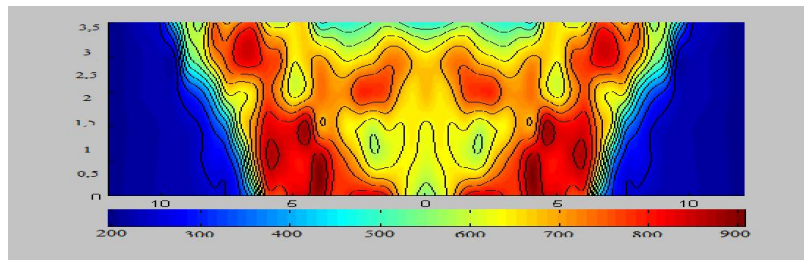
Sedangkan efisiensi untuk penggunaan elemen 2 lapis, 3 lapis, dan 4 lapis terus mengalami penurunan, berturut-turut yaitu 52.15%, 43.97%, dan 43.53%. Hal ini terjadi karena dengan semakin banyaknya lapisan elemen akan semakin menghambat laju aliran gas pembakaran. Meskipun elemen bara api dapat berfungsi namun resistensi yang terjadi akibat penambahan jumlah lapisan elemen jauh lebih besar dan hal inilah yang menyebabkan terjadinya penurunan efisiensi..

#### Pengujian Distribusi Temperatur Api Kompor LPG

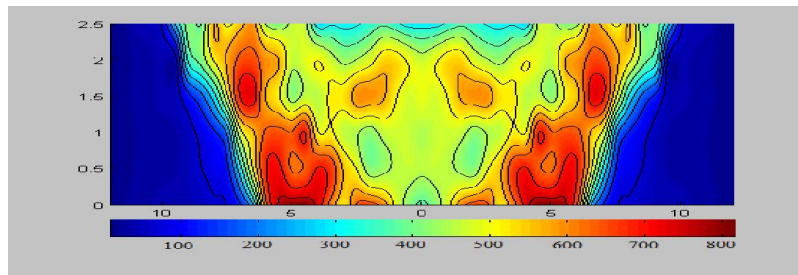
Melalui pengujian ini dapat diketahui pengaruh pemasangan elemen bara api terhadap *contour* distribusi temperatur *isothermal* dari api. Pengujian ini diperlukan untuk memastikan dampak positif yang ditimbulkan akibat pemasangan elemen bara api. Berdasarkan hasil pengujian distribusi temperatur dengan menggunakan beban dan tanpa menggunakan reflektor panas bersirip, diperoleh sebagai berikut:



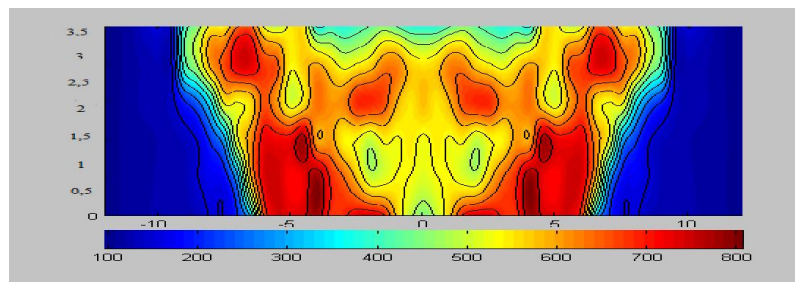
(a)



(b)

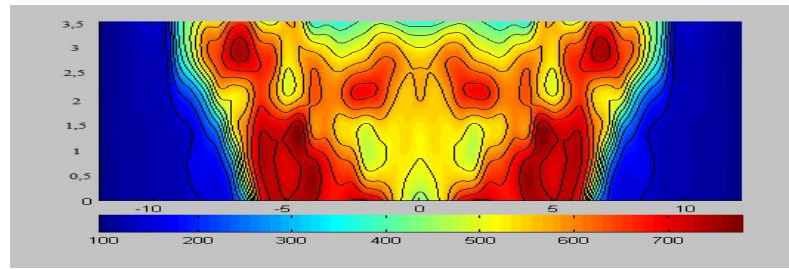


(c)



(d)





(e)

GAMBAR 7.

- (a) Gambar distribusi temperatur tanpa elemen bara api
- (b) Gambar distribusi temperatur api dengan 1 lapisan elemen bara api
- (c) Gambar distribusi temperatur api dengan 2 lapisan elemen bara api
- (d) Gambar distribusi temperatur api dengan 3 lapisan elemen bara api
- (e) Gambar distribusi temperatur api dengan 4 lapisan elemen bara api

Berdasarkan gambar 7 *contour* distribusi temperatur *isothermal* terlihat bahwa kompor tanpa elemen bara api, menghasilkan temperatur tinggi rata-rata yang relatif rendah dengan luas area distribusi temperatur tinggi yang relatif kecil. Temperatur tertinggi kurang dari 900 °C dan area temperatur tinggi hanya berada disekitar dinding api sedangkan pada bagian tengah burner distribusi temperatur relatif rendah. Hal ini menunjukkan bahwa pada bagian tengah burner tersebut masih banyak uap bahan bakar yang belum terbakar dengan sempurna, sebagaimana ditunjukkan pada gambar 7 (a).

Berdasarkan degradasi warna *contour* distribusi temperatur, bahwa dengan penggunaan elemen bara api, secara umum menjadikan distribusi luas area temperatur tinggi menjadi lebih merata. Kondisi yang sangat menonjol terjadi pada penggunaan 1 lapisan elemen, dimana selain area temperatur tinggi sangat luas juga temperatur tertinggi terjadi di 1 lapisan elemen ini yaitu diatas 900 °C. Hal ini karena elemen bara api dapat berfungsi optimal, yaitu dapat membakar dengan sempurna uap bahan bakar yang belum terbakar dan tingkat kerapatan anyaman kawat juga tidak mengganggu laju aliran gas pembakaran. 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.

Dengan bertambahnya lapisan elemen bara api, meskipun secara umum menjadikan distribusi luas area temperatur tinggi menjadi lebih merata namun temperature tertinggi semakin menurun. Hal ini terjadi karena dengan semakin banyaknya lapisan elemen akan semakin menghambat laju aliran gas pembakaran. Meskipun elemen bara api dapat berfungsi namun resistensi yang terjadi akibat penambahan jumlah lapisan elemen jauh lebih besar dan hal inilah yang menyebabkan terjadinya penurunan temperatur tertinggi

## KESIMPULAN DAN SARAN

### *Kesimpulan*

Penggunaan elemen bara api pada kompor LPG berpengaruh terhadap efisiensi yang dihasilkan. Pengaruh positif tersebut berupa peningkatan efisiensi khususnya pada penggunaan 1 lapisan elemen bara api. Diperoleh bahwa penggunaan 1 lapisan elemen bara api tanpa menggunakan reflektor, menghasilkan nilai efisiensi tertinggi yaitu sebesar 61.71%.

Efisiensi tersebut meningkat sebesar 8.32% jika dibandingkan dengan kompor tanpa menggunakan reflektor dan tanpa menggunakan elemen bara api dengan nilai efisiensi sebesar 53.39%. Sedangkan jika dibandingkan dengan yang menggunakan reflektor namun tanpa menggunakan elemen bara api, nilai efisiensi

hanya meningkat sebesar 0.29%, yaitu dari 61.42% menjadi 61.71%.

Penggunaan secara bersamaan, reflektor panas bersirip dan elemen bara api tidak memberikan dampak positif terhadap peningkatan efisiensi, karena hanya mampu menghasilkan nilai efisiensi tertinggi sebesar 57.51%.

#### 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 dengan pemilihan material elemen bara api yang lain, model anyaman lain, dan jarak lapisan elemen dengan beban guna mendapatkan hasil terbaik.

#### DAFTAR NOTASI

$m_f$	: masa bahan bakar terpakai (kg)
$E$	: nilai kalor <i>netto</i> bahan bakar (kJ/kg)
$\Delta t$	: beda waktu pengukuran (dt)
$E_{LPG}$	: <i>LHV (Low Heating Value)</i> senilai 46110 kJ/kg
$\eta_{ov}$	: efisiensi <i>overall</i> (%)
$m_w$	: 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 <i>netto</i> bahan bakar (kJ/kg)

#### 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. *Journal of rare Earths*. Vol. 25. Suppl., Jun. 2007.p. 212.

ESDM.2013.<http://www.esdm.go.id/berita/migas/40-migas/6513-konversi-mitan-ke-lpg-hemat-rp-70-triliun.html>. (Kementerian

ESDM KAMIS, 10 OKTOBER 2013 14:23 WIB).

- 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](http://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](http://www.elsevier.com/locate/fuel)
- Pankaj P. Gohil, Salim A. Channiwala. 2011. Experimental Investigation Of Performance Of Conventional Lpg Cooking Stove. *Fundamental J. Thermal Science and Engineering*, Vol. 1, Issue 1, 2011, Pages 25-34. Published online at <http://www.frdint.com/>
- Sudarno, Fadelan. 2015. Peningkatan Efisiensi Kompor LPG Dengan Menggunakan Reflektor Radiasi Panas Bersirip. *Jurnal Semesta Teknika*. Vol.18, No.1 Tahun 2015: 94-105 ISSN 1411-061X.
- 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. *Thesis*. 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](mailto: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](mailto:ffadelan@gmail.com)