

Perancangan Pembangkit Radiasi untuk Peningkatan Efisiensi pada Kompor Gas

M. Djamil

Jurusan Fisika Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang

Diterima 27 Desember 2011, direvisi 22 Oktober 2012

ABSTRAK

Telah dibuat suatu sistem peralatan pembangkit radiasi pada kompor gas yang dinamakan ARP (Alat Peradiasi Panas) yakni suatu jaringan kawat yang terbuat dari bahan Nikelin yang membangkitkan radiasi panas untuk meningkatkan efisiensi dar kompor gas. Variasi diameter rangka (frame, F), panjang kawat, diameter kawat, dan letak ARP merupakan variabel-variabel yang diteliti untuk mendapatkan efisiensi yang tinggi dari kompor gas. Variable tersebut dikelompok menjadi Faktor Bentuk FB yang terdiri dari diameter kerangka ARP, panjang & diameter Kawat dan Faktor Posisi FP yang merupakan variasi antara jarak ARP, beban, dan diameter kerangka ARP.

Dari hasil penelitian didapatkan alat pembangkit radiasi panas ini meningkatkan efisiensi kompor. Untuk variasi faktor jarak antara kompor, ARP, dan beban atau $FP = 0,17$ meningkatkan efisiensi kompor sebesar 20 % untuk variasi faktor bentuk FB antara 0,31 dan 0,42.

Kata kunci: Kompor-gas, ARP, Diameter-rangka, panjang-kawat, Diameter-kawat, FB, FP, Effisiensi.

ABSTRACT

It has been designed an additional part of a gas stove called ARP that is aimed to increase an efficiency of the stove. The ARP was made of Nickel that was a circle in shaped. The ARP was varied in diameter of the phrame, a length of wire, and a diameter of wire named Shape Factor (FB). An other variables set up to add an efficiency of stove was position factor (FP) consisting of a position of the ARP in between the stove and the load. The efficiency of stove was investigated by varying the FB and FP factors in a different set of value.

The results showed that the efficiency of stove was increased of 20 % for the FP was set of 0.17 and the FB was varied between 0.31 and 0.42.

Key word: Gas-stove, ARP, frame's diameter, wire-length, wire-diameter, FB, FP, Effisiensi.

PENDAHULUAN

Salah satu upaya dalam rangka konservasi energy, adalah meningkatkan efisiensi Kompor Gas. Pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi memacu para peneliti untuk melakukan riset tentang kompor gas khususnya untuk meningkatkan efisiensinya. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menaikkan efisensi kompor gas antara lain : penambah

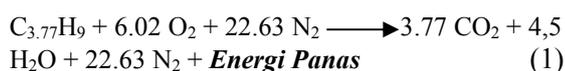
katalis $LaCrO_3$ pada to burner stainless steel kompor gas [1,2], menambahkan elektroliser HHO pada kompor gas menggunakan elektroda stainless steel berbentuk coaxial dengan variasi konfigurasi larutan elektrolit KOH [3], dan pemberian reflektor [4].

Salah satu usaha untuk meningkatkan efisiensi dari kompor gas dengan memanfaatkan proses transfer panas pada kompor gas yang berupa konveksi ditambah dengan proses radiasi. Penelitian mencoba dengan menambahkan ARP (Alat Radiator Panas) yang diletakan antara kepala kompor

*Corresponding author :

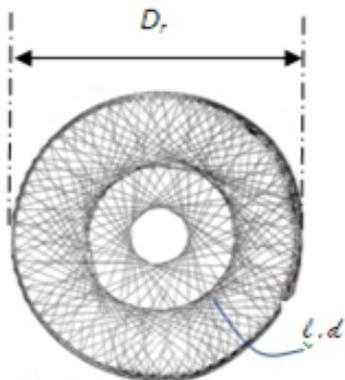
E-mail: m_djamil@ub.ac.id

dengan 'Beban' diharap akan memberi efek radiasi yang diharap dapat menambah efisiensi kompor. Kompor gas bila di 'on' maka ada aliran BB (Bahan Bakar) ke ruang Premix, diruang ini BB bercampur dengan Udara (21% O₂ + 79% N₂), bila Premix ini 'dipantik' dengan loncatan bunga api akan terjadi reaksi kimiawi sbb [6,9] :



Energi panas inilah yang secara berantai akan menyebabkan terjadinya reaksi Premix yang mengalir keluar dari kepala kompor, atau yang kita lihat sebagai 'flame'. Selanjutnya flame mengalir menyentuh beban sehingga terjadilah perpindahan panas secara konveksi.

ARP (Gambar 1) bila diletakan di atas Kepala Kompor dengan posisi sebagaimana Gambar 2, akan meradiasi panas ke 'atas' dan ke 'bawah'. Radiasi ke atas akan menambah daya kompor, sedang yang ke bawah akan meningkatkan temperatur ruang premix, sehingga lebih menyempurnakan pembakaran, dan meningkatkan temperatur hasil pembakaran. hingga secara teoritis penambahan ARP pada kompor, akan meningkatkan daya kompor, atau dengan kata lain, akan menambah efisiensi kompor gas [7].



Gambar 1. ARP (alat radiator panas).

Pada penelitian ini ARP yang digunakan dari jenis kawat nikelin, dan bahan bakar yang dipakai hanya elpiji Pertamina (C_{3,77}H₉), dirasa

cukuplah karena pada kenyataannya kawat nikelin mudah didapat di pasar, begitu pula Elpijinya.



Gambar 2. ARP (alat radiator panas) diletakan di atas kepala kompor

Perumusan dan batasan masalah. ARP hanya dibuat dari satu jenis kawat (nikelin), sedang variabel yang dimunculkan adalah; diameter ARP yang optimal, berapa sebaiknya diameter kawat, berapa panjang kawat sebaiknya, agar menghasilkan efisiensi setinggi mungkin. Mengkaji efisiensi kompor akibat penambahan dan perubahan konfigurasi ARP. (kompor gas yang dipakai adalah kompor yang ada di pasaran, dimana jarak antara kepala-kompor dengan beban relatif sama ≈ 7 cm.)

METODE PENELITIAN

Pengelompokan variabel.

Mengelompokan variabel bebas ARP, digunakan teori Buckingham Pi; yaitu dengan cara memasukan semua variabel yang dianggap berpengaruh, kemudian dengan analisa dimensi, akan terkelompokan beberapa kelompok variabel tak berdimensi.

Pengukuran efisiensi kompor.

Pengukuran efisiensi kompor, dipakai metode yang disarankan PPPTMGB LEMIGAS [10].

Daya maksimum kompor diperkirakan dengan menyalakan kompor tanpa beban selama 1 (satu) jam, untuk diketahui berapa banyak BB yang dipakai selama itu.

$$I = \dot{m} \Delta \bar{h}_c \rightarrow \Delta \bar{h}_c = \text{LHV}_{\text{Elpiji}} \approx 45273 \text{ J/gr.} \quad (2)$$

Pada uji efisiensi kompor, menggunakan bejana yang diameter dasarnya seperti yang disarankan Urban Household Energy Strategy Study;

$$D = 19,12 I^{1/3} \rightarrow I \equiv [\text{kW}] \quad (3)$$

D = Diameter Bejana uji \equiv [Cm]

Beban uji adalah air dengan kapasitas 2/3 volume bejana, dan panas yang diserap beban diperkirakan dengan;

$$Q_{\text{air}} = m c_{\text{air}} \Delta T + m_u \Delta h_L \rightarrow \quad (4)$$

$$c_{\text{air}} \approx 4,18 \text{ kJ/kg}^\circ\text{K} ; \Delta h_L = 2257 \text{ J/gr}$$

Pengukuran Efisiensi (η) dilakukan pada daya kompor optimum; dengan tinggi api ≈ 2 Cm (tinggi api ini dipilih karena ARP tepat membara), daya ini dipertahankan tetap untuk pengukuran η uji tanpa ARP dan berARP [8].

$$\eta = \frac{Q_{\text{air}}}{I} \quad (5)$$

Pengelompokan variabel. Mengelompokkan variabel bebas ARP, digunakan teori Buckingham Pi; yaitu dengan cara memasukan semua variabel yang dianggap berpengaruh, kemudian dengan analisa dimensi, akan terkelompokkan beberapa kelompok variabel tak berdimensi.

Pengukuran efisiensi kompor. Pengukuran efisiensi kompor, dipakai metode yang disarankan PPPTMGB LEMIGAS [10]. Daya maksimum kompor diperkirakan dengan menyalakan kompor tanpa beban selama 1 (satu) jam, untuk diketahui berapa banyak BB yang dipakai selama itu.

$$I = \dot{m} \Delta \bar{h}_c \rightarrow \Delta \bar{h}_c = \text{LHV}_{\text{Elpiji}} \approx 45273 \text{ J/gr.} \quad (2)$$

Pada uji efisiensi kompor, menggunakan bejana yang diameter dasarnya seperti yang disarankan Urban Household Energy Strategy Study;

$$D = 19,12 I^{1/3} \rightarrow I \equiv [\text{kW}] \quad (3)$$

D = Diameter Bejana uji \equiv [Cm]

Beban uji adalah air dengan kapasitas 2/3 volume bejana, dan panas yang diserap beban diperkirakan dengan;

$$Q_{\text{air}} = m c_{\text{air}} \Delta T + m_u \Delta h_L \rightarrow \quad (4)$$

$$c_{\text{air}} \approx 4,18 \text{ kJ/kg}^\circ\text{K} ; \Delta h_L = 2257 \text{ J/gr}$$

Pengukuran Efisiensi (η) dilakukan pada daya kompor optimum; dengan tinggi api ≈ 2 Cm (tinggi api ini dipilih karena ARP tepat membara), daya ini dipertahankan tetap untuk pengukuran η uji tanpa ARP dan berARP [8].

$$\eta = \frac{Q_{\text{air}}}{I} \quad (5)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengelompokan variabel. Beberapa variabel yang dianggap berpengaruh adalah :

$$q_b = \text{daya serap beban} \equiv \frac{ML^2}{T^3}$$

$$I = \text{daya kompor} \equiv \frac{ML^2}{T^3}$$

$$T_s = \text{temperature flame} \equiv \theta$$

$$T_r = \text{temperature ARP} \equiv \theta$$

$$D_r = \text{diameter ARP} \equiv L$$

$$D_k = \text{diameter kepala kompor} \equiv L$$

$$(\ell d) = \text{panj.} \phi_{\text{kawat}} \text{ ARP} \equiv L^2$$

$$(H-X) = \text{posisi ARP} \equiv L$$

dimana : M = massa ; L = panjang

T = waktu ; θ = temperatur

Beberapa variabel diatas dikelompokkan menjadi beberapa kelompok bilangan tak berdimensi diperoleh :

$$\Pi_1 = \frac{q_b}{I} = \eta ; \Pi_2 = \frac{\ell d}{D_r^2} \approx \frac{\ell d}{A_r} ; \Pi_3 = \frac{(H-X)}{D_r} ;$$

$$\Pi_4 = \frac{D_k}{D_r} ; \Pi_5 = \frac{T_r}{T_s} \rightarrow \Pi_1 = f \{ \Pi_2, \Pi_3, \Pi_4, \Pi_5 \}$$

karena J_4 dan J_5 dianggap konstan, maka :

$$\eta = f \left\{ \frac{\ell d}{A_r}, \frac{(H - X)}{D_r} \right\} = f \{ \mathbf{FB}, \mathbf{FP} \} \quad (6)$$

η diamati dengan uji kompor, dan dengan mengubah-ubah FB dan FP, hingga dapat dipilih FB dan FP terbaik.

Uji efisiensi kompor. Uji η dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Uji daya kompor tanpa beban diperoleh hasil sebagai tabel berikut :

Tabel 1. Hasil uji daya kompor tanpa beban.

Volume	\dot{m}_{prem}	h	I
Minimal	0,019	0,6	0,860
Uji	0,031	2	0,951
Maksimal	0,044	4,5	1,992

Ket : \dot{m}_{prem} = laju BB [gr/s] ; h = tinggi api
 I = daya kompor [kW]

- b. Dari Uji daya kompor dapat diperkirakan D (dasar bejana) :
 $D = 19,12 \times (1,992)^{1/3} \approx 24,052$ Cm
 maka ditetapkan D bejana uji ≈ 24 Cm yang kebetulan ada di pasaran.
- c. Volume air $\approx 2/3$ Volume bejana ≈ 3500 gr.
- d. Hasil uji berbeban dengan dan tanpa ARP pada $FP \approx 0,17$; $h \approx 2$ cm adalah sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil uji berbeban dengan ARP.

η [%]	FB				
	0	0,16	0,18	0,21	0,22
	46,17	55,68	56,31	55,51	55,94

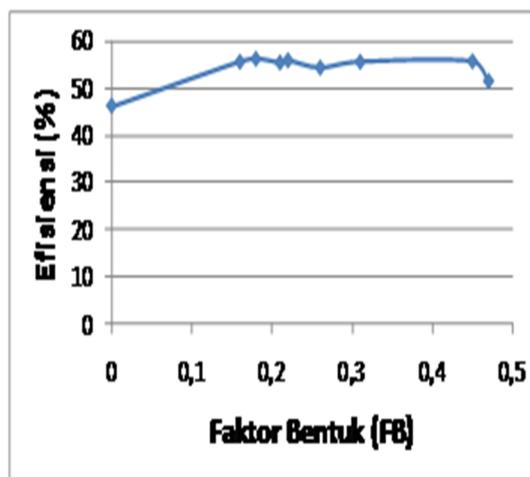
Tabel 3. Hasil uji berbeban tanpa ARP.

η [%]	FB				Ket :
	0,26	0,31	0,45	0,47	
	54,39	55,66	55,77	51,52	0 = ARP

- e. Untuk kompor tanpa ARP, temperatur flame kisaran 800 – 900 °C, Bila diberi tambahan ARP, maka temperatur yang mencapai beban kisaran 950 – 1100 °C.

- f. Karena pancaran radiasi ARP mengarah ke atas dan ke bawah, maka peningkatan Efisiensi ini dimungkinkan akibat peningkatan temperatur hasil pembakaran karena peningkatan temperatur di ruang Premix, dan tambahan daya radiasi panas dari ARP.

Gambar 3 menunjukkan hasil efisiensi yang terukur dengan faktor posisi $FP = 017$. Efisiensi kompor gas tanpa alat ARP adalah 46,17 %. Penambahan ARP pada kompor gas meningkatkan efisiensi kompor rata-rata 20 % untuk faktor bentuk bervariasi dari jangkauan 0,16 sampai dengan 0,45.



Gambar 3. Efisiensi kompor gas dengan variasi faktor bentuk.

KESIMPULAN

Pada $FP \approx 0,17$ penambahan ARP dapat meningkatkan efisiensi kompor gas hingga lebih besar 30 %. Penambahan ARP berakibat meningkatnya temperatur pembakaran hingga 1100 °C. Peningkatan temperatur ini bukan hanya berpengaruh pada beban, tapi juga dapat meningkatkan temperatur bodi kompor ≈ 60 °C yang berarti mempengaruhi kenyamanan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dari lubuk hati yang paling dalam saya sampaikan terimakasih pada teman-teman di jurusan Fisika UB yang dengan ikhlas

mendorong agar diterbitkannya tulisan ini. Khusus pada DR. Sukir, DR. Setiawan, DR. Arinto Yudi, mereka bukan hanya mendorong, tapi juga memfasilitasi, dan bahkan ikut mengoreksi agar tulisan ini layak terbit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Dwi, A, K. (2011), *Uji kerja (emisi dan efisiensi) kompor gas LPG dengan top burner stainless steel berkatalis LaCrO₃*, Skripsi, Universitas Indonesia, Jakarta.
- [2] Qomarullah, R. (2011), *Uji kerja (emisi dan efisiensi) kompor gas LPG dengan top burner stainless steel berkatalis LaCrO₃*, Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- [3] Putro A B. (2011), *Kaji eksperimental pemanfaatan elektrolisa air dengan elektroda coaxial berlatuan KOH untuk peningkatan efisiensi kompor gas*, Skripsi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- [4] Yanto, A., Bilalodin, dan Sunardi (2008), *Pengaruh reflektor silindris terhadap peningkatan efisiensi kompor gas dan kompor bersumbu Inovasi 2* (1).
- [5] Ronald E. Walpole and Raymond H. Meyers (1989), *Probability and Statistics for Engineers and Scientists*, Macmillan, London.
- [6] Stephen R. Turns (1996), *An Introduction To Combustion*, McGraw-Hill, Singapore
- [7] Djamil, M. (1999), *Pengaruh Posisi Alat Radiasi Panas Jenis Kawat dan Panjang-Diameter Kawat Pada Efisiensi Kompor Gas*, Tesis, Surabaya
- [8] J.W.Mohr, J.Seyed, R.H.Page (1997), Heat Transfer Characteristics of a Radial Jet Reattachment Flame, *Journal of Heat Transfer*, Vol 119.
- [9] PERTAMINA – Direktorat Pembekalan dan Pemasaran dalam Negeri Dinas Penyuluhan dan Pengendalian Mutu (1998), *Bahan bakar Minyak, Elpiji, dan BBG*, Brosur, Surabaya.
- [10] PPPTMGB LEMIGAS (1988), *Pengujian dan evaluasi kompor minyak tanah dan LPG*, Program kerja-sama PPPTMGB-Word Bank, Laporan, Jakarta.