

PENINGKATAN EFISIENSI KOMPOR MINYAK TANAH BERSUMBU DENGAN CARA MENINGKATKAN LUAS AREA API SEKUNDER

Sudarno

Fakultas Teknik Jurusan Mesin
Universitas Muhammadiyah Ponorogo
Jl. Budi Utomo No. 10 Telp. (0352) 481124 Fax. (0352) 461796
Ponorogo - 63471

ABSTRACT

The an perfect burning process of wick kerosene stove is one of some causes of the low efficiency of that stove. The result of temperature distribution test indicates that the temperature of secondary fire area is higher than the surrounding area. The higher temperature secondary fire area is widened by increasing the number of hole in the middle of inner muffler. Than, it is necessary to know the optimum result of increasing hole in secondary fire area toward efficiency increasing of wick kerosene stove. The test is done in the burning laboratory, machine technique Muhammadiyah University of Ponorogo by using 18 and 24 wicks kerosene stove equipped with fin reflector. The test of efficiency is done based on Profisional International Standard Testing Woodstove (VITA, 1982) nameli boilling water method. The number of passing fire holes is varied into 1 hole, 3 holes, 4 holes and 5 holes. It is found, that the widening of secondary fire area with 4 holes produces the highest efficiency in 18 and 24 wicks kerosene stove. The efficiency increasing is found as follows: 66.06 % for 1 hole, 76.06 % for 3 holes, 67.65 % for 4 holes and 66.92 % for 5 holes of 18 wick stove; and 58.41 % for 1 hole, 58.73 % for 3 holes, 60.40 % for 4 holes and 59.11 % for 5 holes of 24 wick stove.

Key word : Wick kerosene stove, the width of secondary fire area, efficiency.

PENDAHULUAN

Sebagai akibat kenaikan harga Bahan Bakar Minyak (BBM) dan Bahan Bakar Gas (BBG) pada tahun 2005 maka disamping upaya mencari 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 minyak tanah bersumbu. Upaya ini perlu dilakukan mengingat

kompot minyak tanah bersumbu merupakan salah satu alat pemanas yang sangat memasyarakat, dimana kompor minyak tanah bersumbu dipakai oleh hampir setiap rumah tangga terutama kelas menengah ke bawah. Kondisi ini terjadi karena kompor minyak tanah bersumbu memiliki beberapa kelebihan yaitu mudah didapat, harga yang murah, operasional dan perawatan yang cukup mudah.

Peningkatan efisiensi pembakaran, khususnya kompor berbahan bakar cair dapat dilakukan melalui dua tahapan antara lain ; (1) Pra-pembakaran (*before combustion*), misalnya mengatur dan memperbaiki aliran bahan bakar, aliran udara atau memberi *pre-heating* pada udara sebelum bercampur dengan bahan bakar, hal ini dimaksudkan agar dapat memperoleh pembakaran yang efektif dengan suhu pembakaran yang tinggi; (2) Pada saat pembakaran (*in-combustion*), misalnya dengan memberi penghalang angin agar tidak banyak terjadi konveksi panas ke udara luar, mengatur tinggi beban agar berada pada daerah distribusi temperatur api dewasa atau memberi alat berupa reflektor bersirip (R. Turns Stefen, 1996). Cara lain yang dapat dilakukan adalah dengan meningkatkan luas area api sekunder.

Api sekunder adalah api yang dihasilkan dari proses pembakaran namun tidak secara langsung dihasilkan oleh sumbu. Api ini muncul diatas lubang pada bagian tengah sarangan dalam dari kompor minyak tanah bersumbu, dimana umumnya pada bagian tengah dari sarangan dalam tersebut diberi lubang. Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya pada area api sekunder ini bertemperatur lebih tinggi dibandingkan dengan daerah disekitarnya, dimana kemungkinan diperluasnya area api sekunder yang bertemperatur tinggi ini masih cukup besar. Diharapkan dengan peningkatan luas area api sekunder ini akan mampu meningkatkan luas area api dewasa sehingga akan mampu meningkatkan efisiensi pada kompor minyak tanah bersumbu.

Pada api *Bunsen Burner Laminer Flame* ditemukan bahwa temperatur api tertinggi terjadi pada jarak tertentu dari keluaran api. Daerah ini disebut daerah pembakaran dewasa dimana semua bahan bakar yang ada habis terbakar dengan sempurna. Sementara juga ada daerah yang bertemperatur tinggi namun tidak setinggi api dewasa, daerah ini terjadi karena masih ada uap bahan bakar yang tersisakan dan baru dapat terbakar penuh diluar temperatur api dewasa (Djoko Santoso, 2001). Oleh karena itu agar semua energi yang dimiliki oleh api dewasa dapat dimanfaatkan maka kita harus meletakkan beban secara tepat yaitu pada api dewasa. Sedangkan Pramuda Agung S (2003), dari penelitiannya terkait dengan distribusi temperatur ditemukan bahwa distribusi temperatur pada daerah api sekunder bertemperatur lebih tinggi dibandingkan dengan daerah disekitarnya.

Sudarno (2004), meneliti tentang pengaruh baris sirip reflektor radiasi panas terhadap efisiensi kompor minyak tanah bersumbu. Ditemukan bahwa dengan penggunaan reflektor bersirip efisiensi yang dihasilkan meningkat dibandingkan dengan penggunaan reflektor tanpa sirip dan tanpa reflektor, baik untuk kompor sumbu 18 maupun sumbu 24. Dari hasil uji distribusi temperatur ditemukan pula

bahwa pada daerah api sekunder bertemperatur lebih tinggi dibandingkan dengan daerah disekitarnya.

Bertitik tolak dari temuan diatas maka diharapkan dengan peningkatan luas area api sekunder tersebut akan dapat meningkatkan luas area api dewasa sehingga akan lebih mengoptimalkan kembali efisiensi kompor minyak tanah bersumbu yang telah dilengkapi reflektor bersirip tersebut.

Daya Kompor

Daya suatu kompor berbanding langsung dengan konsumsi bahan bakar kompor tersebut. Tingkat daya ini akan menunjukkan kapasitas suatu kompor untuk mentransfer minyak tanah dari tangki minyak tanah ke ruang bakar melalui sumbu-sumbunya. Besarnya daya kompor dihitung dengan persamaan :

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

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 W/m^2 . Hal ini dimaksudkan untuk menjamin umur bejana-bejana aluminium yang tipis agar tidak cepat rusak.

Pada Tabel dibawah ini diberikan ukuran bejana yang digunakan untuk tingkat daya tertentu, dimana bejana yang digunakan terbuat dari aluminium.

Tabel 1. Hubungan tingkat daya dengan diameter bejana

Tingkat daya Maksimum (kW)	Diameter bejana (cm)
0.981 – 1.325	20
1.325 – 1.741	22
1.741 – 2.235	24
2.235 – 2.816	26
2.816 – 3.489	28
3.489 – 4.262	30

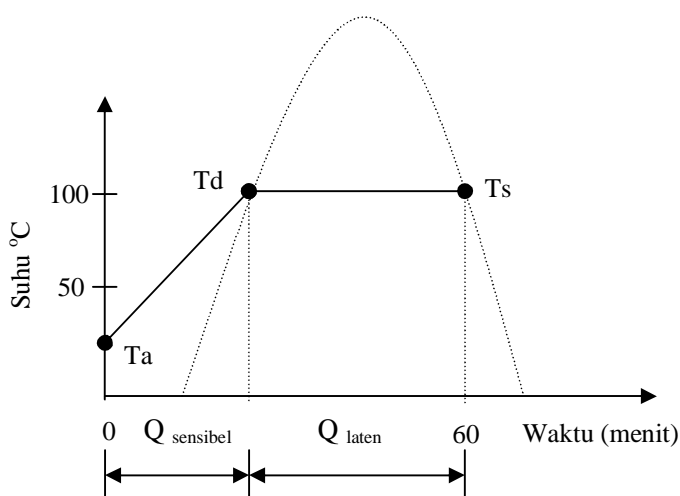
Volume Air Yang Digunakan.

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 metode air mendidih (*boilling water method*) 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.

Cara yang paling efektif untuk pengujian efisiensi suatu kompor adalah dengan metode air mendidih (*boiling water method*). Pada pengujian ini air dipanaskan dari suhu awal (T_a) ke titik didih (T_d), 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. Dimana makanan dimasak hingga airnya mendidih dan terus dipanaskan hingga makanan tersebut menjadi masak.



Gambar 1. Perubahan suhu terhadap waktu selama pengujian

Efisiensi kompor dapat dihitung dengan rumus :

$$\eta_{ov} = \frac{Q_u}{\dot{m}_f \times E}$$

$$\eta_{ov} = \frac{Q_{Sensibel} + Q_{Laten}}{\dot{m}_f \times E}$$

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

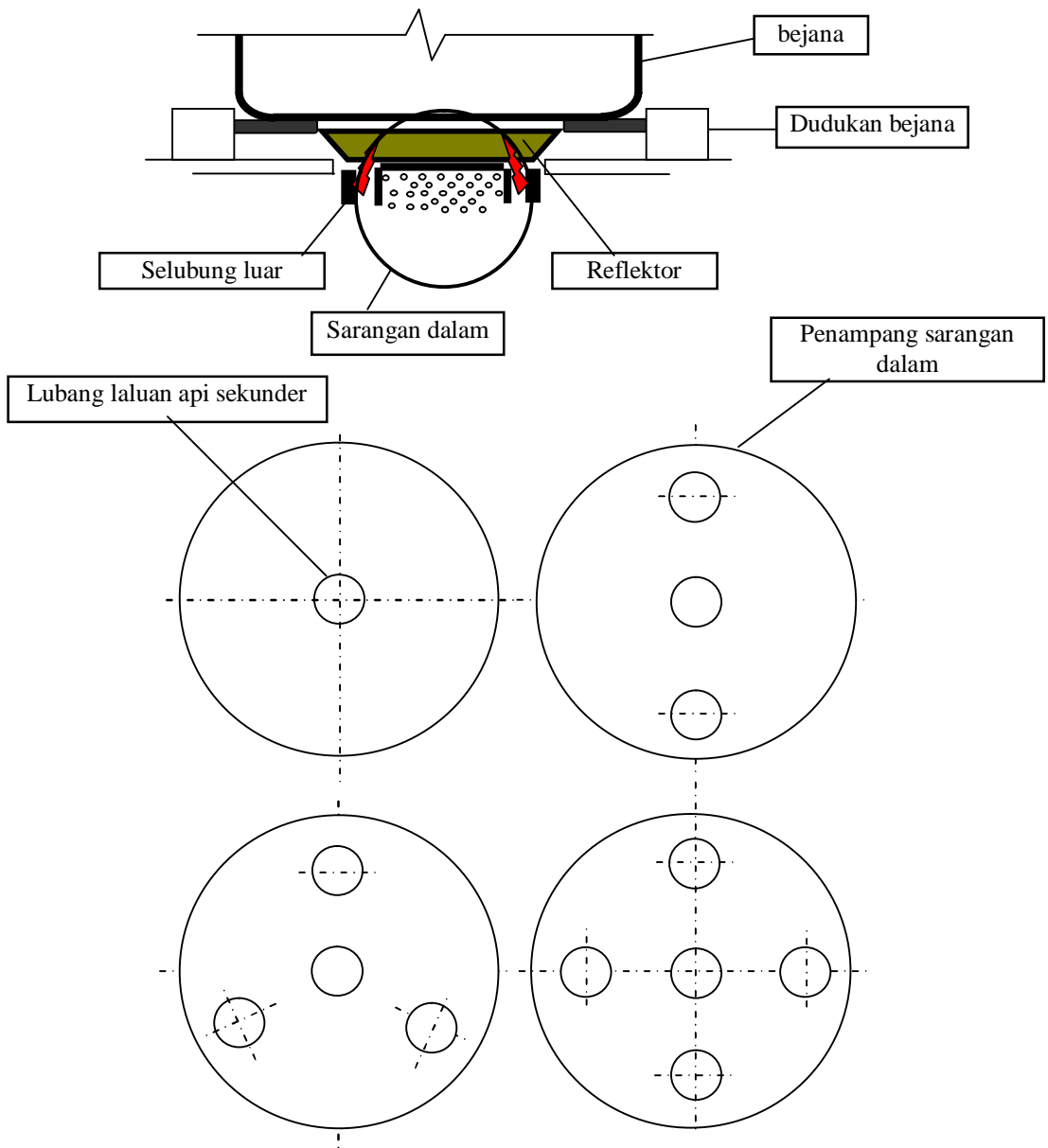
METODOLOGI PENELITIAN

Spesikasi Bahan Penelitian

Bahan dan peralatan yang diperlukan dalam penelitian antara lain : kompor minyak tanah bersumbu, yaitu kompor sumbu 18 dan sumbu 24 yang dilengkapi reflektor bersirip ; bejana aluminium dengan diameter 22 cm dan 28 cm ; 2 (dua) buah *stopwatch* ; 10 (sepuluh) set *thermometer* ; 4 (empat) set timbangan dan 4 (empat) set gelas ukur.

Model Kompor dan Penampang Sarangan Dalam

Ide dipilihnya penelitian ini adalah upaya optimalisasi luas area api sekunder dalam rangka meningkatkan efisiensi kompor minyak tanah bersumbu yang telah dilengkapi reflektor bersirip. Setting peralatan percobaan digambarkan pada sketsa dibawah ini :



Gambar 2. Model penampang sarangan dalam dengan lubang laluan api sekunder

Urutan Pengujian

1. Pengujian Daya.

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui besarnya laju bahan bakar, dari laju bahan bakar dapat diketahui daya kompor, dan dari daya kompor dapat diketahui besarnya diameter bejana dan sekaligus untuk menentukan masa air yang digunakan.

Pengujian daya kompor dilakukan dengan prosedur sebagai berikut :

- a. Membersihkan dan menyetel sumbu kompor yang akan diuji. Pada posisi sumbu kompor yang terendah, ujung-ujung sumbu rata dengan ujung-ujung atas pipa-pipa sumbu bagian luar.
- b. Menimbang kompor tanpa beban.
- c. Meletakkan kompor tanpa bahan bakar diatas timbangan dan diatur pada posisi *balance*.
- d. Kompor diisi minyak tanah minimal $\frac{3}{4}$ isi tangki. Isi tangki yang terlalu sedikit akan berpengaruh terhadap kecepatan transportasi minyak tanah.
- e. Menaikkan sumbu kompor dan menyalakan kompor selama 15 menit untuk mendapatkan api yang stabil. Setelah api stabil kompor diset pada nyala api biru maksimal. Pengujian dimulai dengan mengatur timbangan pada posisi *balance* (menambahkan beban pada bagian penyeimbang) bersamaan dengan itu *stopwatch* dijalankan. Untuk pengujian daya tidak ada bejana yang ditaruh diatas kompor dan pengujian dilakukan selama 30 menit.
- f. Mencatat dan menimbang pemakaian bahan bakar, setelah kompor dimatikan timbangan diatur pada posisi *balance*. Beban yang ditambahkan pada bagian kompor merupakan jumlah konsumsi bahan bakar.
- g. Dengan cara yang sama pengujian diulangi sebanyak 13 kali, rata-rata pemakaian bahan bakar yang didapat, digunakan untuk menentukan daya kompor.

2. Pengujian Konsumsi Bahan Bakar dan Produksi Uap dengan Variasi Jumlah Lubang Lualan Api Sekunder

Data yang diperoleh dari pengujian konsumsi bahan bakar dan produksi uap dipergunakan untuk menghitung besarnya efisiensi kompor. Pengujian untuk masing-masing perlakuan dilakukan selama 1 jam dan diulang sebanyak 8 kali.

Diagram alir pengujian konsumsi bahan bakar dan produksi uap ditunjukkan pada Gambar dibawah ini:

- a. Memasang sumbu baru pada kompor dan ujung-ujung sumbu disetel,
- b. Menimbang kompor dalam keadaan kosong,
- c. Kompor diisi minyak tanah (tidak tumpah jika dimiringkan 15°),
- d. Diameter bejana disesuaikan dengan daya kompor dan ditimbang,
- e. Bejana diisi air $\frac{2}{3}$ volume bejana, ditimbang bersama tutup dan satu thermometer,

- f. Kompor dan bejana yang telah siap diletakkan diatas timbangan dan diseimbangkan, lalu bejana diturunkan untuk pemanasan kompor,
- g. Temperatur awal air, temperatur awal minyak dan temperatur ruangan dicatat,
- h. Kompor dinyalakan selama 15 menit untuk mencapai kondisi *steady state*, tuas pengatur sumbu diset pada nyala api biru maksimal,
- i. Bejana diletakkan diatas kompor dan timbangan dibalans kembali, bersamaan dengan itu *stopwatch* dinyalakan,
- j. Tempatur air, minyak dan ruang diukur setiap 5 menit sampai air mulai mendidih,
- k. Pemanasan dilanjutkan sampai total waktu selama 60 menit, dimulai sejak bejana diletakkan diatas kompor
- l. Setelah 60 menit kompor dimatikan, masa bahan bakar dan masa uap yang hilang diukur.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Pengujian Daya Kompor

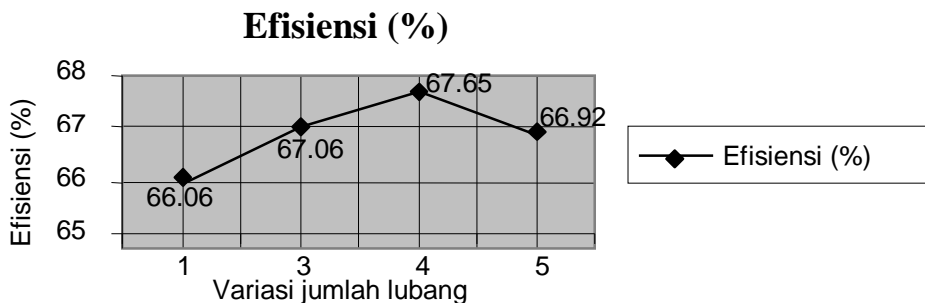
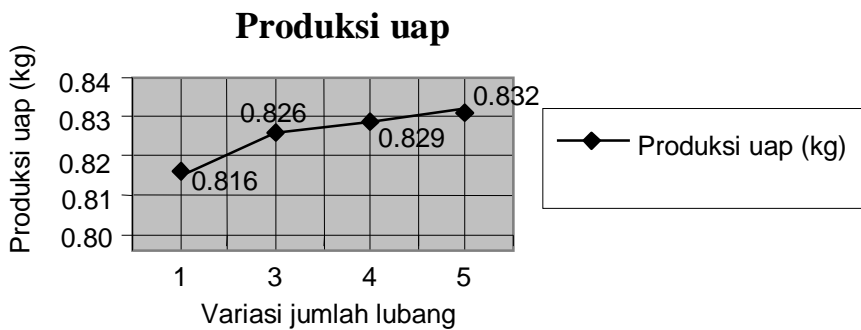
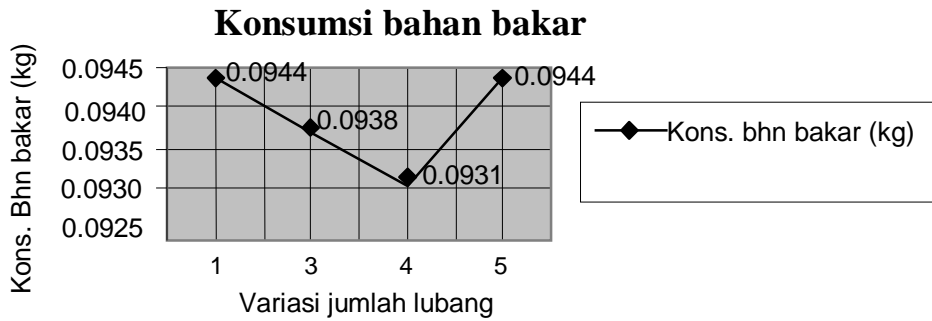
Dari hasil pengujian daya kompor diperoleh : 1) Untuk kompor sumbu 18, daya kompor 1.699 kW, diameter bejana 220 mm dan masa air 2.750 kg ; 2) Untuk kompor sumbu 24, daya kompor 2.922 kW, diameter bejana 280 mm dan masa air 5.000 kg

Spesifikasi tersebut diatas selanjutnya dijadikan acuan dalam setiap pengujian dengan metode air mendidih (*boilling water method*) untuk mendapatkan nilai efisiensi kompor.

Pengujian Konsumsi Bahan Bakar dan Produksi Uap dengan Variasi Jumlah Lubang Lualan Api Sekunder

Untuk Sumbu 18

Data hasil pengujian konsumsi bahan bakar, produksi uap dan efisiensi kompor sumbu 18 dengan variasi jumlah lubang lualan api sekunder ditunjukkan pada Gambar dibawah ini.



Gambar 3. Performa kompor sumbu 18 dengan variasi jumlah lubang laluan api sekunder

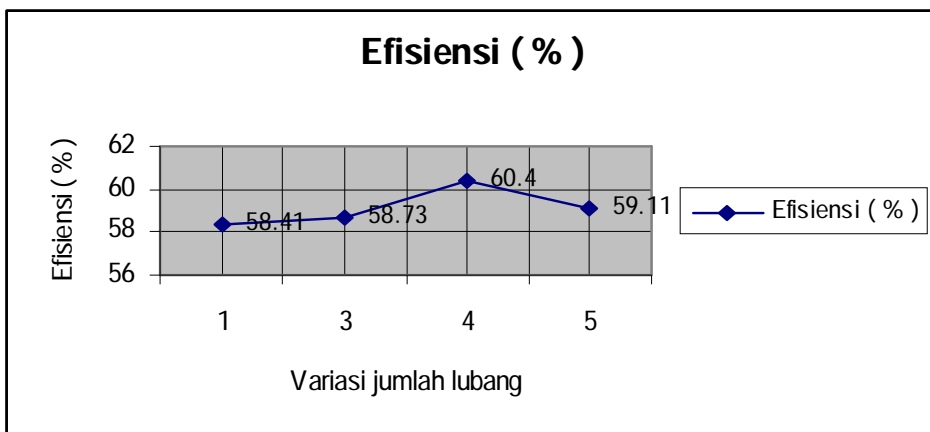
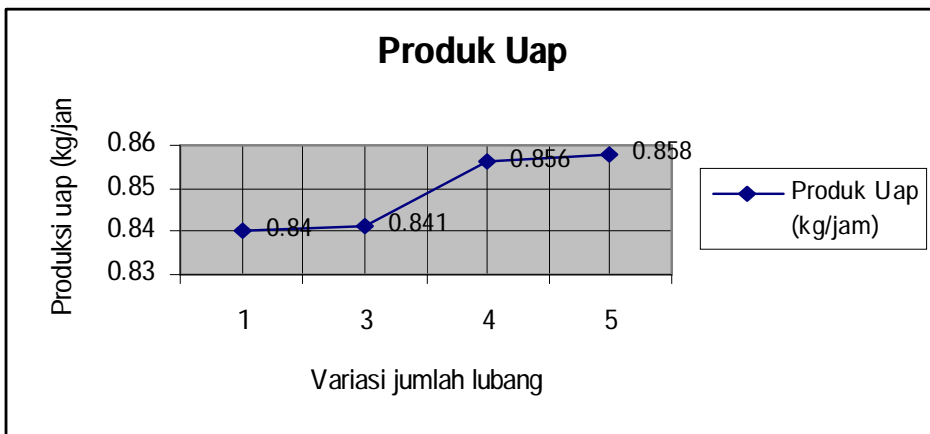
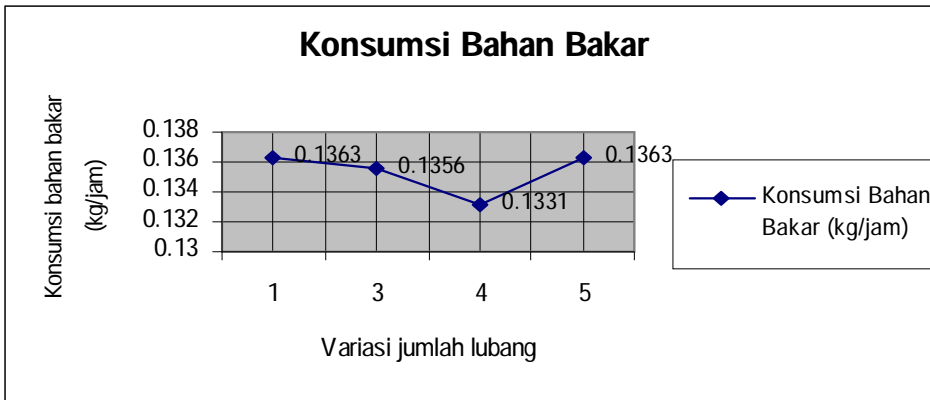
Dari hasil secara analitis tersebut dengan bertambahnya jumlah lubang laluan api sekunder maka dapat diberikan pembahasan sebagai berikut :

- Produksi uap terus mengalami peningkatan, dari 1 lubang hingga 5 lubang dengan nilai pertambahan yang hampir linier atau seimbang.

- Konsumsi bahan bakar terus mengalami penurunan dari 1 lubang hingga 4 lubang, dengan nilai pertambahan yang juga hampir linier. Namun konsumsi bahan bakar tersebut meningkat drastis pada posisi 5 lubang.
- Efisiensi terus mengalami peningkatan dari 1 lubang hingga 4 lubang, namun akibat perubahan pola konsumsi bahan bakar tersebut maka efisiensi menurun dari 4 lubang ke 5 lubang. Perubahan pola konsumsi bahan bakar tersebut dimungkinkan terjadi karena terlalu besarnya laju kecepatan udara primer pada posisi 5 lubang, sehingga meskipun arus pembakaran semakin besar yang ditunjukkan dengan peningkatan produksi uap namun besarnya arus pembakaran tidak sebanding dengan peningkatan konsumsi bahan bakar. Akibatnya efisiensi yang dihasilkan mengalami penurunan.
- Dengan demikian untuk kompor sumbu 18, efisiensi tertinggi dicapai pada 4 lubang laluan api sekunder dengan nilai efisiensi 67.65 % dan efisiensi terendah terjadi pada pada 1 lubang laluan api sekunder dengan nilai efisiensi 66.06 %.

Untuk Sumbu 24

Dengan metode yang sama seperti pada kompor sumbu 18, akan diperoleh data konsumsi bahan bakar, produk uap dan efisiensi kompor sumbu 24, sebagai berikut :



Gambar 4. Performa kompor sumbu 24 dengan variasi jumlah lubang laluan api sekunder

Dari hasil secara analitis tersebut dengan bertambahnya jumlah lubang laluan api sekunder, dapat diberikan pembahasan sebagai berikut :

- Produksi uap terus mengalami peningkatan, dari 1 lubang hingga 5 lubang. Peningkatan yang cukup drastis terjadi dari 3 lubang ke 4 lubang, yaitu dari 0.841kg/jam menjadi 0.856 kg/jam.
- Konsumsi bahan bakar terus mengalami penurunan dari 1 lubang hingga 4 lubang. Namun konsumsi bahan bakar tersebut meningkat drastis pada posisi dari 4 lubang ke 5 lubang. Konsumsi bahan bakar pada posisi 5 lubang tersebut sama dengan konsumsi bahan bakar pada posisi 1 lubang, namun produksi uap pada posisi 5 lubang lebih besar jika dibandingkan dengan posisi 1 lubang. Hal ini menyebabkan efisiensi yang dihasilkan pada posisi 5 lubang lebih besar jika dibandingkan dengan posisi 1 lubang.
- Efisiensi terus mengalami peningkatan dari 1 lubang hingga 4 lubang, namun akibat perubahan pola konsumsi bahan bakar tersebut maka efisiensi menurun dari 4 lubang ke 5 lubang. Perubahan pola konsumsi bahan bakar tersebut dimungkinkan terjadi karena terlalu besarnya laju kecepatan udara primer pada posisi 5 lubang, sehingga meskipun arus pembakaran semakin besar yang ditunjukkan dengan peningkatan produksi uap namun besarnya arus pembakaran tidak sebanding dengan peningkatan konsumsi bahan bakar. Akibatnya efisiensi yang dihasilkan mengalami penurunan, hal ini sama dengan pada kompor sumbu 18.
- Dengan demikian untuk kompor sumbu 24, efisiensi tertinggi dicapai pada posisi 4 lubang laluan api sekunder dengan nilai efisiensi 60.40 % dan efisiensi terendah terjadi pada pada 1 lubang laluan api sekunder dengan nilai efisiensi 58.41%.

KESIMPULAN

Penggunaan model variasi jumlah lubang laluan api sekunder pada kompor minyak tanah bersumbu berpengaruh terhadap efisiensi yang dihasilkan. Pengaruh positif berupa peningkatan efisiensi terjadi dengan penambahan jumlah lubang, yaitu diatas 1 lubang seperti yang ada dipasar saat ini. Efisiensi tertinggi terjadi pada posisi 4 lubang, baik pada kompor sumbu 18 maupun sumbu 24, sebesar 67.65 % untuk sumbu 18 dan 60.4 % untuk sumbu 24.

Pada kedua jenis kompor yang diuji, efisiensi terus meningkat dari posisi 1 lubang hingga posisi 4 lubang, namun efisiensi menurun dari posisi 4 lubang ke posisi 5 lubang. Hal ini terjadi karena adanya perubahan pola konsumsi bahan bakar, dimana produksi uap yang dihasilkan tidak sebanding dengan peningkatan konsumsi bahan bakar. Perubahan pola konsumsi bahan bakar tersebut dimungkinkan terjadi karena terlalu besarnya laju kecepatan udara primer pada posisi 5 lubang, sehingga meskipun arus pembakaran semakin besar yang ditunjukkan dengan peningkatan produksi uap namun besarnya arus pembakaran

tidak sebanding dengan peningkatan konsumsi bahan bakar. Akibatnya efisiensi yang dihasilkan mengalami penurunan.

DAFTAR PUSTAKA

- Djoko Santoso, 2001, "*Distribusi Temperatur Bunsen Burner Laminer Flame Flow*", Tugas Akhir, Teknik Mesin ITS Surabaya.
- La Puppung P, 1989, "*Pengujian Daya dan Efisiensi Kompor Minyak Tanah Bersumbu*", Journal LEMIGAS.
- Pramuda Agung S, 2003, "*Pengaruh sudut reflektor terhadap efisiensi kompor sumbu standart*", Thesis, Teknik Mesin ITS Surabaya.
- R. Turns Stephen, 1996, "*An Intruduction to Combustion, Concepts and Application*", Mc. Graw-Hill.
- Sudarno, 2004, "*Pengaruh Baris Sirip Refrektor Radiasi Panas Terhadap Efisiensi Kompor Minyak Tanah Bersumbu*", Tesis, Teknik Mesin ITS Surabaya.
- VITA, 1985, "*Testing the Efficiency of Wood-burning Cookstove International Standards*", Revised May.
- World Bank, 1985, "*Energy Department, Test Results on Kerosene and Others Stoves for Developping Countries*", Washington.

DAFTAR NOTASI

- I = Daya kompor (kW).
- E = Nilai kalor netto bahan bakar (kJ/ kg).
- Δt = Waktu pengukuran (dt).
- D = Diameter bejana (cm).
- η_{ov} = efisiensi overall (%).
- Q_u = panas berguna (kJ/ dt).
- 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).
- m_f = masa bahan bakar terpakai (kg).
- \dot{m}_f = masa bahan bakar terpakai persatuan waktu (kg/dt).
- H = panas laten air menguap (kJ/ kg).