

VARIASI JUMLAH LUBANG DAN UKURAN DIAMETER BURNER KOMPOR PREMIUM TERHADAP KONSUMSI BAHAN BAKAR

Kemas Ridhuan¹, Ervan Septa Darma²

Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Metro^{1,2}
Jl. Ki Hajar Dewantara 15 A Kota Metro

Email : kmsridhuan@yahoo.co.id, ervanseptadarma123@yahoo.com

Abstrak

Konsumsi bahan bakar pada suatu kompor sangat dipengaruhi oleh beberapa hal diantaranya burnernya, khususnya ukuran diameter lubang burner dan jumlah lubangnya. Pada kompor dengan bahan bakar premium tentu ini akan berbeda hasil pembakarannya, seperti nyala api, waktu, temperatur dan jumlah panas yang dihasilkan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui variasi jumlah lubang dan diameter burner kompor terhadap konsumsi bahan bakar premium dan jumlah panas yang di hasilkan. Metode penelitian ini yaitu dengan memvariasikan diameter burner 5, dan 6,5 cm, dengan jumlah lubang burner 16, 18 dan 20 buah. Ukuran diameter lubang burner 2 mm, tingi burner 44 mm, dan bahan bakar menggunakan premium. Diuji dengan memanaskan air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk diameter burner 5 cm dengan jumlah lubang 16 menghabiskan bahan bakar 160 ml, memiliki jumlah panas 1331,3 kJ. Pada jumlah lubang 18 menghabiskan bahan bakar 130 ml, dengan jumlah panas yaitu sebesar 1435,8 kJ. Pada jumlah lubang 20 menghabiskan bahan bakar 120 ml. dengan jumlah panas 1414,9 kJ. Sedangkan untuk diameter burner 6,5 cm pada jumlah lubang 16 menghabiskan bahan bakar 120 ml dengan jumlah panas 996,9 kJ. Jumlah lubang 18 menghabiskan bahan bakar 100 ml, dengan jumlah panas 1080,5 kJ. Pada jumlah lubang 20, sisa bahan bakar 80 ml, dengan jumlah panas 1128,6 kJ.

Kata Kunci : bahan bakar, premium, burner, lubang, diameter.

PENDAHULUAN

Pemenuhan kebutuhan gas LPG untuk nasional tersebut sebenarnya belum dapat disediakan sepenuhnya oleh pemerintah. Hal ini disebabkan karena permintaan terhadap gas LPG yang lebih besar dari jumlah penawarannya. Sehingga pemerintah masih harus melakukan impor gas LPG untuk memenuhi kebutuhan LPG nasional tersebut dan untuk tabung gas LPG ukuran 3 kg yg masih di subsidi pemerintah, untuk saat ini mencapai harga

Rp 22.000,00. Namun untuk harga bahan bakar premium untuk tahun ini mengalami penurunan menjadi Rp 6.450,00/ liter.

Premium adalah sebuah cairan yang berasal dari minyak bumi dan sebagian besar tersusun dari hidrokarbon serta digunakan untuk bahan bakar pada mesin pembakaran dalam. Karena terdiri dari berbagai macam campuran bahan, premium memiliki daya bakar berbeda – beda menurut komposisinya. Ukuran daya

premium dapat dilihat pada bilangan oktan yang terdapat pada setiap campuran.

Burner merupakan suatu alat yang penting di dalam suatu kompor karena fungsi dari burner adalah tempat dimana pasokan bahan bakar dan udara di satukan, sehingga dapat menghasilkan kualitas api yang di inginkan. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh nurda firmandika, 2011. Dengan bahan bakar yang digunakan yaitu bioetanol, jumlah lubang memiliki pengaruh terhadap nyala api. temperatur tertingi yaitu dengan jumlah lubang 20, diameter burner 9,5 cm dan diameter lubang 6 mm [1].

KAJIAN PUSTAKA

Berdasarkan hasil peneliti yang dilakukan oleh teguh santoso, 2010. tentang pengaruh ketinggian tabung bahan bakar terhadap nyala api kompor bioetanol dari variasi jumlah lubang 12, 16, 20 dengan diameter tabung yang sama menemukan hasil ketinggian yang sama yaitu 100 cm [2].

Agus adhi saputro, 2011. Pengujian karakter pembakaran model burner diameter 26 mm dengan tinggi 5,5 mm, 9,5 mm, dan 16 mm pada kompor methanol. Hasil penelitian diketahui bahwa tinggi burner berpengaruh terhadap karakteristik pembakaran kompor methanol [3].

Ardhi setyanto, 2011. Pengujian karakteristik pembakaran model burner dengan tinggi 17 mm dan diameter 21, 12,8, 10 mm pada kompor methanol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi diameter berpengaruh terhadap karakteristik pembakaran yang dihasilkan oleh kompor methanol [4].

1. Pembakaran

Pembakaran merupakan suatu proses reaksi kimia antara suatu bahan bakar dan suatu oksidan, disertai juga dengan produksi panas yang kadang akan menimbulkan cahaya dalam bentuk api. Dalam suatu reaksi pembakaran lengkap suatu senyawa akan bereaksi dengan zat pengoksidasi dan produknya adalah merupakan senyawa dari tiap elemen dalam bahan bakar dengan zat pengoksidasi.

Kualitas dari pembakaran dapat ditingkatkan dengan sebuah desain alat pembakaran, seperti pembakar minyak dan mesin pembakaran dalam. Dalam perbaikan yang lebih lanjut dapat mencakup alat katalitik pasca pembakaran. Dalam sebuah proses derajat pembakaran dapat diukur dan dianalisis dengan peralatan uji.

2. Nyala Api

Sebuah nyala api umumnya merupakan sebuah campuran antara diffusion dan pre-mixed flame karena pada bagian tertentu nyala api tersebut, dimana udara dan bahan bakar akan tercampur dengan baik dan pada bagian lain akan tercampur secara tidak merata.

Dalam bidang teknik pembakaran terdiri dari berbagai macam jenis katagori nyala, jika di tinjau dari metode pencampuran reaktan nyala api digolongkan menjadi dua jenis yaitu nyala api premix dan nyala api difusi. Sedangkan nyala api premix (Premixed Flame) adalah nyala api yang dimana bahan bakar dan udara akan bercampur di dalam burner sebelum di alirkan pada nozzle dan akan mulai dibakar. Sedangkan nyala api difusi adalah nyala api yang dimana bahan bakar dan udara awalnya terpisah. Sehingga aliran bahan bakar yang keluar dari ujung nozzle akan bercampur dengan udara lingkungan secara difusi.

Kestabilan nyala api dapat dinyatakan dari berbagai macam parameter antara lain :

a. Batas Mampu Nyala (*Limits of Flammability*)

Batas Mampu Nyala yaitu antara kisaran batas bawah mampu nyala api dan batas atas mampu nyala atau lebih dikenal dengan istilah *lower* dan *upper flammability limits*.

b. *Flashback*

Ketika kecepatan pembakaran lebih cepat dari kecepatan udara dan bahan bakar maka akan terjadi *flashback*.

c. *Lift-Off*

Lift – off merupakan sebuah kondisi dimana nyala api terangkat, dimana nyala api tidak menyentuh permukaan mulut burner, namun api tetap stabil pada jarak tertentu dari burner

d. *Blow –off*

Blow – off merupakan sebuah kondisi dimana akibat dari batas kecepatan aliran bahan bakar lebih besar di bandingkan dengan kecepatan pembakaran sehingga api tidak menyala atau padam.

e. *Lift-Up*

Lift- up merupakan sebuah proses berpindahnya pangkal nyala api dari sebelumnya yang berada di ujung burner menuju benda penghalang.

3. Burner

Burner merupakan tempat terjadinya suatu pembakaran dalam kompor. Dimana bahan bakar dan oksigen bertemu burner sangat berpengaruh dalam pembentukan nyala api di dalam konstruksi kompor.

Jumlah lubang burner merupakan jumlah titik lubang yang berada di barner, dimana fungsi dari lubang barner adalah

tempat keluarnya bahan bakar dan oksigen sehingga dapat terjadi pembakaran. Jumlah lubang di barner mempengaruhi kualitas nyala api dan jumlah bahan bakar. Semakin banyak lubang maka bahan bakar yang dihabiskan akan semakin banyak. Jumlah lubang pada burner juga sangat berkaitan dengan diameter burner, dimana semakin besar diameter burner maka jumlah lubang burner semakin banyak.

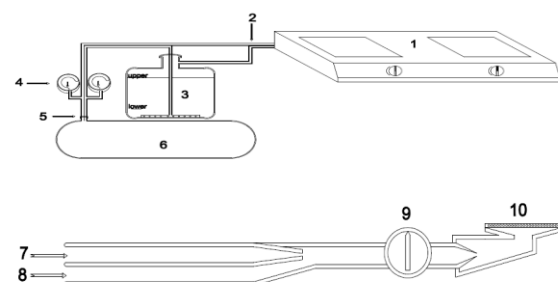
Diameter burner sangat berpengaruh terhadap bahan bakar, karena semakin besar diameter burner maka api maka bahan bakar yang dibutuhkan untuk menghasilkan nyala api yang stabil harus banyak. Karena jika pasokan bahan bakar sedikit, maka api yang di hasilkan akan kecil. Diameter burner berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar, karena semakin besar diameter burner maka bahan bakar yang dihabiskan akan semakin banyak. Akan tetapi akan lebih cepat untuk memdidihkan air.

Berdasarkan dari jenis bahan bakar yang digunakan, burner diklasifikasikan menjadi tiga yaitu:

- a. Burner untuk bahan- bakar cair
- b. Burner untuk bakar bakar gas
- c. Burner untuk bahan bakar padat

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan pada instalasi penelitian seperti ditunjukkan pada gambar.



Gambar 1. Rangkaian kompor premium

Keterangan:

1. Kompor LPG yg sudah di modifikasi
2. Selang kompresor dengan diameter dalam 5/16 inci.
3. Tabung bahan bakar.
4. Flow meter.
5. Kran.
6. Tabung bertekanan (kompresor).
7. Aliran bahan bakar.
8. Aliran udara.
9. Tombol menghidupkan kompor.
10. Burner pembakaran.

Dalam penelitian ini data atau informasi yang dapat diperoleh melalui beberapa metode yaitu:

1. Penelitian kepustakaan (Studi Pustaka)
Dalam penelitian ini penulis menggunakan buku-buku atau literature serta internet yang ada hubungannya dengan variasi jumlah lubang, diameter burner dan pemanfaatannya, baik sebagai sumber data dan informasi maupun sebagai teori dasar atau studi pustaka yang dapat dipertanggung jawabkan kebenarannya.
2. Eksperimen dan pengujian alat untuk mengetahui konsumsi bahan bakar, nyala api dan jumlah panas yang dihasilkan.

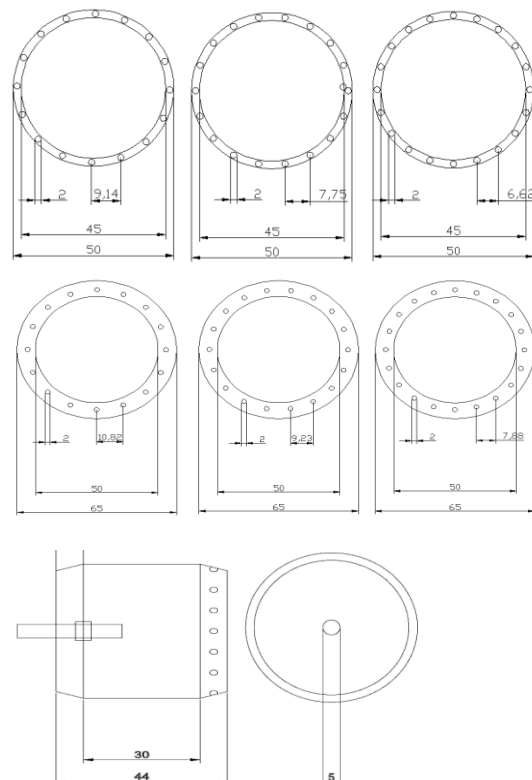
Variabel bebas dalam penelitian ini adalah memvariasikan diameter dan jumlah lubang burner dengan diameter 5 cm dan 6,5 cm dengan jumlah lubang 16, 18, dan 20 pada setiap burner. Dengan laju aliran 9 LPM untuk bahan bakar, dan 12 LPM untuk aliran udara.

Penelitian diawali dengan memasukan bahan bakar premium kedalam tabung bahan bakar dan tutup tabung bahan bakar serapat mungkin. Kemudian persiapkan *flowmeter* untuk di-stel aliran

udaranya dengan cara menghidupkan kompresor dan membuka full kran yang sudah kita pasang di selang. kemudian setel flow meter, setelah di stel dengan laju aliran yang kita gunakan tutup kran yang ada di selang.

Kemudian kita buka kembali aliran udara yang berada di kompresor, dengan cara membuka sedikit kran. Setelah terlihat gelembung di tabung bahan bakar, kita berikan pematik api sehingga burner pada kompor menyala. Kemudian setelah menyala buka kran sepenuhnya sehingga aliran di flow meter terlihat menjadi seperti yang telah kita setel tadi.

Kemudian temperatur burner, suhu air, dan suhu air diukur dengan *termocouple*. Untuk gambar dari variasi burner yang dibuat dapat dilihat pada gambar di bawah ini.

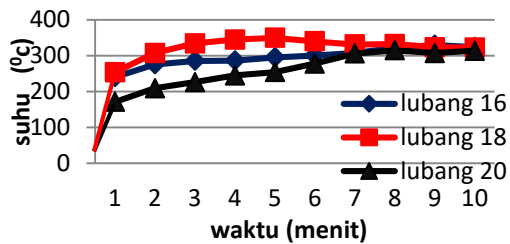


Gambar 2. Burner dan ukurannya

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data grafik diambil dari nilai rata – rata hasil pengujian yang telah dilakukan, dan mendapatkan hasil sebagai berikut:

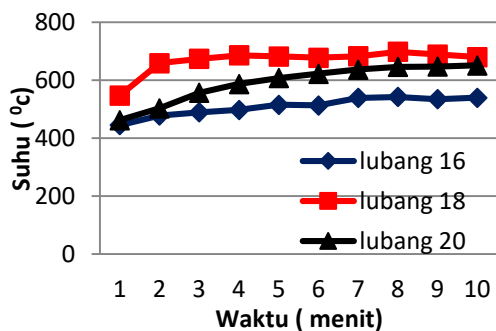
1. Suhu burner diameter 6,5 cm dengan suhu awal burner 33 °c.



Gambar 3. Grafik suhu terhadap waktu pada burner diameter 6,5 cm.

Dari hasil pengujian pengambilan data pada suhu burner diameter 6,5 cm dengan suhu awal 33 °c dengan waktu lama pengujian selama 10 menit dapat dilihat pada grafik, pada pengujian di burner 6,5 cm dengan pengujian pada jumlah lubang burner 16 memperoleh suhu tertinggi 323,7 °C dan pengujian kedua dengan pada burner 6,5 cm dengan jumlah lubang 18 memperoleh suhu tertinggi sebesar 322,3 °C, dan pengujian yang ke tiga dilakukan dengan burner 6,5 cm menggunakan jumlah lubang 20 yang menghasilkan suhu tertinggi 313,3 °C .

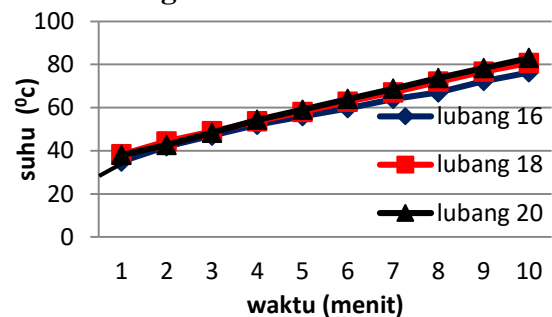
2. Suhu api pada diameter burner 6,5 cm



Gambar 4. Grafik suhu api terhadap waktu pada burner dengan diameter 6,5 cm.

Dari hasil pengujian pengambilan data pada suhu api pada burner diameter 6,5 dan waktu lama pengujian selama 10 menit dapat dilihat pada grafik, pada pengujian pertama pada diameter burner 6,5 cm dengan pengujian pada jumlah lubang burner 16 memperoleh suhu tertinggi 539,7 °C, dan pengujian kedua pada diameter burner dengan jumlah lubang 18 memperoleh suhu tertinggi sebesar 680 °C, dan pengujian yang ke tiga dilakukan pada diameter 6,5 cm dengan menggunakan jumlah lubang 20 yang menghasilkan suhu tertinggi 651,3 °C.

3. Suhu air pada penelitian burner 6,5 cm dengan suhu awal 29 °c



Gambar 5. Grafik suhu air terhadap waktu pada pengujian burner diameter 6,5 cm.

Dari hasil pengujian pengambilan data pada suhu air pada pengujian burner diameter 6,5 cm dengan suhu awal 29 °c dan waktu lama pengujian selama 10 menit dapat dilihat pada table dan grafik, pada pengujian pertama dengan pengujian pada burner diameter 6,5 cm dengan jumlah lubang burner 16 memperoleh suhu tertinggi 76,7 °C, dan pengujian kedua pada diameter 6,5 cm dengan jumlah lubang 18 memperoleh suhu tertinggi sebesar 80,7 °C, dan pengujian yang ke tiga dilakukan pada diameter 6,5 cm dengan menggunakan jumlah lubang 20 yang menghasilkan suhu tertinggi 83 °C.

Jumlah panas yang diterima oleh air pada jumlah lubang 16 adalah:

$$Q = m \times c_p \times (T_1 - T_0)$$

$$Q = 5 \text{ kg} \times 4180 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \times (76,7^\circ\text{C} - 29^\circ\text{C}) \text{ maka } Q = 996,9 \text{ kJ}$$

Jumlah panas yang diterima oleh air pada jumlah lubang 18 adalah:

$$Q = m \times c_p \times (T_1 - T_0)$$

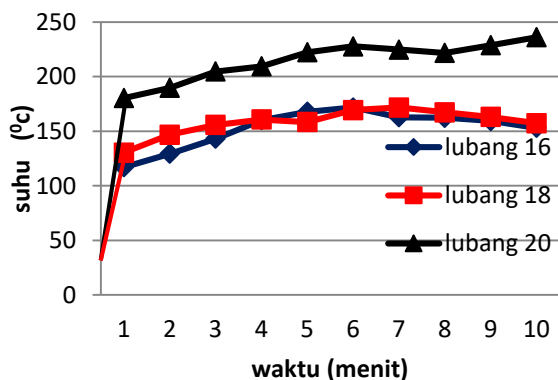
$$Q = 5 \text{ kg} \times 4180 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \times (80,7^\circ\text{C} - 29^\circ\text{C}) \text{ maka } Q = 1080,5 \text{ kJ}$$

Jumlah panas yang diterima oleh air pada jumlah lubang 20 adalah:

$$Q = m \times c_p \times (T_1 - T_0)$$

$$Q = 5 \text{ kg} \times 4180 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \times (83^\circ\text{C} - 29^\circ\text{C}) \text{ maka } Q = 1128,6 \text{ kJ}$$

4. Suhu burner diameter 5 cm dengan suhu awal burner 33 °c.

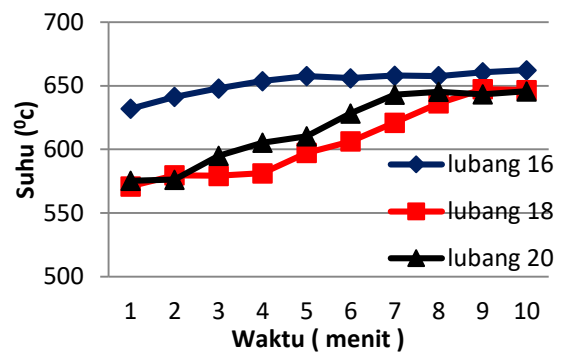


Gambar 6. Grafik suhu tyerhadap waktu pada burner diameter 5 cm.

Dari hasil pengujian pengambilan data pada suhu burner diameter 5 cm dengan suhu awal 33 °c dan waktu lama pengujian selama 10 menit dapat dilihat pada table dan grafik, pada pengujian pertama dengan pengujian pada jumlah lubang burner 16 memperoleh suhu tertinggi 153 °C, dan pengujian kedua dengan jumlah lubang 18 memperoleh suhu tertinggi sebesar 157,3 °C, dan pengujian yang ke tiga dilakukan

dengan menggunakan jumlah lubang 20 yang menghasilkan suhu tertinggi 236 °C

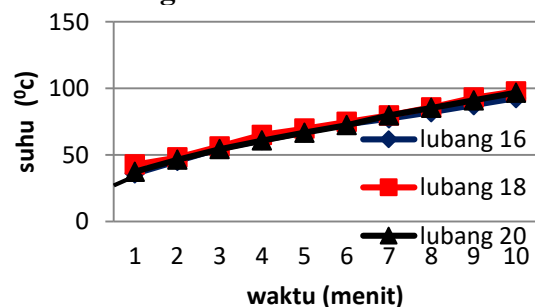
5. Suhu api pada diameter burner 5 cm



Gambar 7. Grafik suhu api terhadap waktu pada burner berdiameter 5 cm.

Dari hasil pengujian pengambilan data pada suhu api pada burner diameter 5 dan waktu lama pengujian selama 10 menit dapat dilihat pada table dan grafik, pada pengujian pertama dengan pengujian pada jumlah lubang burner 16 memperoleh suhu tertinggi 646,7 °C, dan pengujian kedua dengan jumlah lubang 18 memperoleh suhu tertinggi sebesar 662,3 °C, dan pengujian yang ke tiga dilakukan dengan menggunakan jumlah lubang 20 yang menghasilkan suhu tertinggi 645,7 °C

6. Suhu air pada penelitian burner 5 cm dengan suhu awal 29 °c



Gambar 8. Grafik suhu air terhadap waktu pada pengujian burner berdiameter 5 cm.

Dari hasil pengujian pengambilan data pada suhu air pada pengujian burner diameter 5 cm dengan suhu awal 29 °c dan waktu lama pengujian selama 10 menit

dapat dilihat pada table dan grafik, pada pengujian pertama dengan pengujian pada jumlah lubang burner 16 memperoleh suhu tertinggi 92,7 °C, dan pengujian kedua dengan jumlah lubang 18 memperoleh suhu tertinggi sebesar 97,7 °C, dan pengujian yang ke tiga dilakukan dengan menggunakan jumlah lubang 20 yang menghasilkan suhu tertinggi 96,7 °C.

Jumlah panas yang diterima oleh air pada jumlah lubang 16 adalah:

$$Q = m \times c_p \times (T_1 - T_0)$$

$$Q = 5 \text{ kg} \times 4180 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \times (92,7^\circ\text{C} - 29^\circ\text{C}) \text{ maka } Q = 1.331,3 \text{ kJ}$$

Jumlah panas yang diterima oleh air pada jumlah lubang 18 adalah:

$$Q = m \times c_p \times (T_1 - T_0)$$

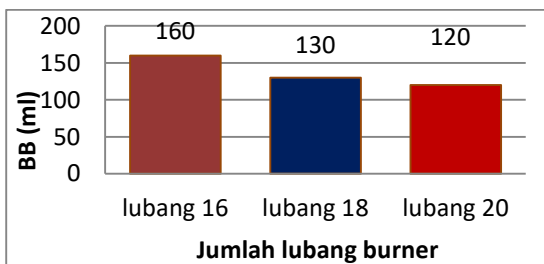
$$Q = 5 \text{ kg} \times 4180 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \times (97,7^\circ\text{C} - 29^\circ\text{C}) \text{ maka } Q = 1.435,8 \text{ kJ}$$

Jumlah panas yang diterima oleh air pada jumlah lubang 20 adalah:

$$Q = m \times c_p \times (T_1 - T_0)$$

$$Q = 5 \text{ kg} \times 4180 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \times (96,7^\circ\text{C} - 29^\circ\text{C}) \text{ maka } Q = 1.414,9 \text{ kJ}$$

7. Jumlah lubang

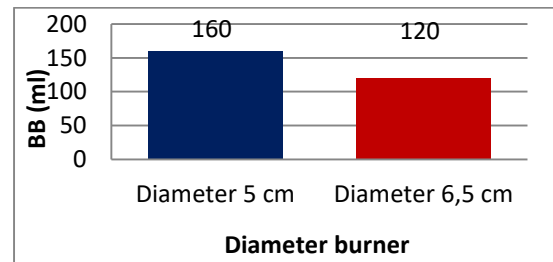


Gambar 9. Grafik pengaruh jumlah lubang terhadap jumlah bahan bakar

Pada gambar 9. diatas dapat disimpulkan bahwa pada jumlah jumlah lubang 16 merupakan yang paling banyak menghabiskan bahan bakar bakar sebanyak

160 ml. Karena dengan lebih sedikitnya jumlah lubang burner, dengan aliran bahan bakar yang selalu mengalir maka bahan bakar akan terdorong keluar dari burner lebih kuat dari lubang burner. Sehingga pembakaran yang dihasilkan lebih luas dan menyebabkan bahan bakar lebih boros.

8. Diameter burner



Gambar 10. Grafik pengaruh diameter terhadap jumlah bahan bakar.

Pada gambar 10, diatas dapat disimpulkan bahwa pada diameter burner 5 cm merupakan yang paling banyak menghabiskan bahan bakar yaitu sebanyak 160 ml. Karena dengan lebih kecilnya diameter burner, aliran bahan bakar yang mengisi burner lebih sedikit dan akan langsung keluar dari lubang burner sehingga bakar akan terdorong keluar dari burner lebih kuat sehingga pembakaran yang dihasilkan lebih luas sehingga menyebabkan bahan bakar lebih boros.

9. Pengaruh variasi jumlah lubang dan diameter burner terhadap nyala api dan jumlah panas yang dihasilkan.



Gambar 11. Nyala api pada dengan jumlah lubang 16, 18, 20 pada burner diameter 5 cm.

Pada gambar 11. diatas dapat disimpulkan bahwa pada setiap jumlah lubang burner memiliki nyala warna api yang sama, namun dapat dilihat perbedaannya dari besarnya nyala api. Jumlah lubang burner yang lebih sedikit memiliki nyala api yang lebih besar, karena aliran bahan bakar terdorong keluar lebih kuat melalui jumlah lubang burner.

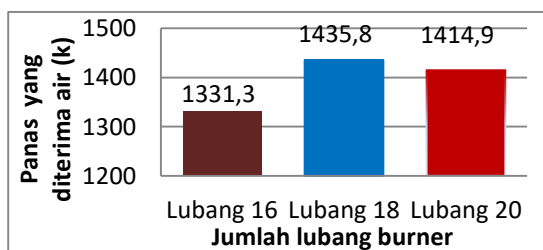
10. Diameter burner



Gambar 12. Gambar nyala api pada diameter burner 5 dan 6,5 cm

Pada gambar 12. diatas dapat disimpulkan bahwa pada setiap diameter burner memiliki nyala warna api yang sama, namun dapat dilihat perbedaan dari besarnya nyala api. Jumlah diameter burner yang lebih kecil miliki nyala api yang lebih besar, dikarenakan aliran bahan bakar dari nozel yang masuk ke burner menjadi lebih cepat keluar dari burner.

11. Pengaruh jumlah lubang terhadap jumlah panas yang diterima oleh air

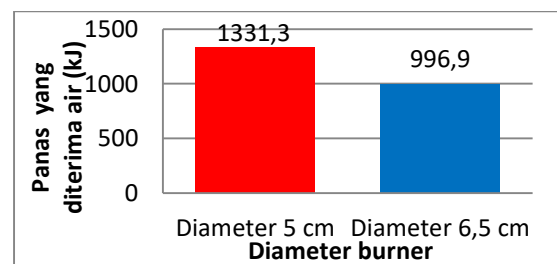


Gambar 13. Pengaruh jumlah lubang terhadap jumlah panas yang diterima oleh air

Pada gambar 13. diatas dapat disimpulkan bahwa lubang burner 18

memiliki kenaikan jumlah panas yang dihasilkan oleh air terbesar yaitu 1435,8 kJ. Dikarenakan semakin sedikit jumlah lubang burner maka aliran bahan bakar yang keluar dari burner semakin kuat mengakibatkan nyala api yang besar, dan pada jumlah lubang 18 merupakan jumlah lubang terbaik untuk burner berdiameter 5 cm. Namun pada jumlah lubang 20 jumlah suhu yang dihasilkan menurun, dikarenakan aliran uap bahan bakar semakin menurun dikarenakan lubang keluar bahan bakar semakin banyak sehingga mengakibatkan penurunan jangkauan api.

12. Pengaruh jumlah lubang terhadap jumlah panas yang diterima oleh air



Gambar 14. Pengaruh diameter burner terhadap jumlah panas yang di terima oleh air

Pada gambar 14. diatas dapat disimpulkan bahwa pada burner dengan diameter 5 cm dengan jumlah lubang 16 memiliki jumlah panas yang diterima oleh air lebih besar yaitu 1331,3 kJ. Dikarenakan diameter burner yang lebih kecil memiliki aliran bahan bakar yang lebih kuat sehingga nyala api yang dihasilkan lebih besar dan luas.

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan:

1. Pada diameter 5 cm dengan jumlah lubang 16 menghabiskan bahan bakar sebanyak 160 ml, dan pada burner 6,5 dengan jumlah lubang 16 menghabiskan bahan bakar sebanyak 120 ml yang dilakukan pada penelitian selama 10 menit.
2. Pada setiap jumlah lubang burner memiliki nyala warna api yang sama, namun dapat dilihat perbedaannya dari besarnya nyala api. Sehingga pada diameter 5 cm dengan jumlah lubang 18 memiliki jumlah panas tertinggi yaitu sebesar 1435,8 kJ

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Firmandika, Nurda. 2011. *Rancang Bangun Burner Kompor Methanol Dengan Variasi Jumlah Lubang 16, 20, 22 Diameter Lubang 6 mm Diameter Burner 9,5 cm*. Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [2] Santoso, Teguh. 2010. *Pengaruh Variasi Jumlah Lubang Burner Terhadap Kalori Pembakaran Yang Dihasilkan Pada Kompor Methanol Dengan Variasi Jumlah Lubang 12, 16, 20*. Tugas Akhir Teknik Mesin.
- [3] Saputro, A.A. 2011. *Pengujian Karakteristik Pembakaran Model Burner Diameter 26 mm Dengan Tinggi 5,5 mm, 9,5 mm, Dan 16 mm Pada Kompor Methanol*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [4] Setianto, Ardi. 2011. *Pengujian Karakteristik Pembakaran Model Burner Dengan Tinggi 17 mm Dan Diameter 21, 12,8, 10 mm Pada Kompor Methanol*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [5] Budiyo, Wakti. 2009. *Unjuk Kerja Kompor Etanol Kadar Rendah*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- [6] Djokosetyardjo, M, J. 1993. *Katel Uap*. Jakarta Pradnya Paramita.
- [7] Sriwahyu. 2012. *Variasi Jumlah Lubang Burner 14, 18, Dan 22 Dengan Diameter 5 Mm Pada Kompor Methanol Terhadap Karakteristik Pembakaran*. Tugas akhir jurusan teknik mesin universitas muhammadiyah surakarta 2012.
- [8] Wibowo, andi. 2011. *Pengujian Karakteristik Pembakaran Model Burner Dengan Diameter 26 Mm Dengan Jumlah Lubang 8, 11 Dan 16 Pada Kompor Methanol*. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.