

Pengaruh Jumlah Lilitan Pipa Sebagai Pemanasan Awal Pada Kompor Pembakar Jenazah

Ainul Ghurri^{1, a*}, Anak Agung Adhi Suryawan^{2,b} dan Bangun Tua Sagala^{3,c}
^{1,2,3}Jurusan Teknik Mesin, Universitas Udayana

Kampus Bukit Jimbaran, Bali, Indonesia

^aa.ghurri@gmail.com, ^bjaka_ngr@yahoo.co.id, ^ctigadalamtsatu.kasih@gmail.com

Abstrak

Kompor jenazah merupakan istilah yang digunakan untuk *burner* yang digunakan dalam upacara Ngaben di Bali. *Burner* ini menggunakan lilitan pipa dalam jumlah tertentu untuk pemanasan awal bahan bakar yang diharapkan meningkatkan kehalusan *droplet* bahan bakar saat bahan bakar di semprotkan melalui *nozzle*. Faktor jumlah lilitan pipa *burner* akan mempengaruhi karakteristik semprotan bahan bakar dan mempengaruhi pola nyala api pembakaran pada kompor pembakar jenazah. Penelitian ini menguji kompor pembakar jenazah dengan memvariasikan jumlah lilitan pipa *burner* (4 lilitan, 5 lilitan dan 6 lilitan) yang ada pada ujung kompor. Selama proses pembakaran ini akan dicari pola nyala api pembakaran, panjang nyala api, bentuk sudut nyala api, distribusi temperatur, dan durasi pembakarannya. Dari ketiga variasi jumlah lilitan pipa *burner* pipa *burner* dengan 6 lilitan pipa mempunyai durasi pembakaran paling singkat, pola nyala api yang paling baik, konsumsi bahan bakar paling sedikit. Dengan lilitan yang lebih banyak, bahan bakar mengalami pemanasan awal lebih lama sehingga bahan bakar lebih siap teratomisasi saat disemprotkan melalui nosel, dan menghasilkan pembakaran yang lebih baik.

Kata Kunci : Lilitan pipa burner, Pola nyala, Durasi pembakaran

Pendahuluan

Ngaben adalah upacara pembakaran jenazah atau kremasi umat Hindu di Bali, Indonesia. Upacara Ngaben merupakan ritual yang dilaksanakan dalam rangka mengantar sang jenazah menuju kehidupan mendatang. Saat ini dalam upacara Ngaben sudah umum digunakan kompor pembakaran, sebagai pengganti kayu yang dulu digunakan selama prosesi pembakaran jenazah tersebut. Dari pengamatan secara langsung, efisiensi waktu dan penggunaan bahan bakar pada kompor pembakaran jenazah ini memiliki potensi atau peluang yang sangat besar untuk ditingkatkan lagi. Hal ini bisa disimpulkan dari penggunaan peralatan pembakaran (*burner/combustor*, peralatan penyuplai bahan bakar dan teknik pembakarannya) yang bisa dikatakan relatif sederhana. Demikian juga jika dilihat dari sisi proses pembakarannya secara visual, dapat dikenali bahwa nyala api yang terjadi lebih didominasi oleh *diffusion flame/diffusion combustion*, yaitu nyala api

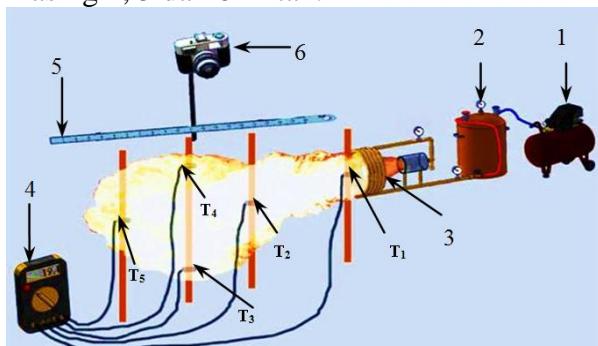
yang timbul dari proses pencampuran udara dan bahan bakar yang terjadi secara bebas/alami di lingkungan atmosferik dimana bahan bakar disemprotkan. Penelitian ini masih berada pada tahap awal, yaitu menilai atau mengkaji peralatan pembakaran yang saat ini digunakan, sebelum selanjutnya akan dilakukan perbaikan untuk mendapatkan pembakaran yang lebih baik.

Burner atau kompor yang digunakan dalam penelitian ini memiliki desain mirip *blow torch burner* dengan melewatkannya bahan bakar melalui lilitan (*coil*) pipa menuju nosel bahan bakar yang terletak di arah hulu dari semprotan bahan bakarnya, sehingga lilitan tersebut menerima semburan api pembakaran dan menghasilkan pemanasan awal bahan bakar yang melintas di dalamnya. Jumlah lilitan pipa *burner* berpengaruh terhadap pemanasan awal bahan bakar sebelum bahan bakar disemprotkan melalui *nozzle*. Pemanasan awal berguna untuk merubah viskositas bahan bakar sebagai persiapan membentuk butiran butiran (*droplet*) bahan

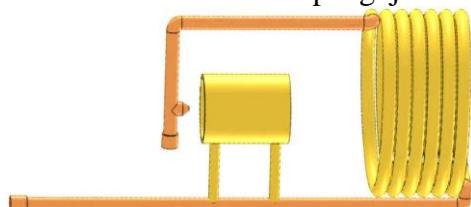
bakar saat keluar *nozzle*, sehingga mempermudah bercampurnya bahan bakar dengan udara luar untuk terbakar. Dari pengamatan di lapangan, lilitan pipa *burner* yang digunakan kebanyakan berjumlah 5 lilitan pipa. Dalam penelitian ini jumlah lilitan burner divariasikan untuk mendapat gambaran yang jelas pengaruhnya terhadap hasil pembakaran.

Peralatan penelitian

Skematik pengujian ditunjukkan dalam Gambar 1. Kompresor (1) menyuplai udara bertekanan ke dalam tangki bahan bakar (2). Bahan bakar disemprotkan menuju nosel dengan terlebih dulu melintasi koil pipa (3) bahan bakar menuju nosel bahan bakar dimana bahan bakar disemprotkan dan dinyalakan sedemikian hingga nyala api memanaskan koil pipa bahan bakar tersebut. Beberapa termokopel (4) diletakkan di area nyala api untuk mengetahui distribusi temperatur yang terjadi. Gambar nyala api direkam menggunakan kamera video, sedangkan ukuran panjang nyala ditentukan menggunakan penggaris biasa (5) yang diletakkan di atas nyala api. Gambar nosel bahan bakar dengan koil pipa untuk pemanasan awal ditunjukkan dalam Gambar 2. Dalam penelitian ini digunakan koil pipa pemanasan awal dengan jumlah masing-masing 4, 5 dan 6 lilitan.



Gambar 1. Peralatan pengujian

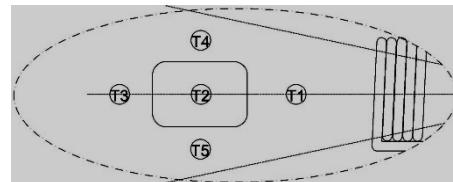


Gambar 2. Burner dengan 6 lilitan pipa

Hasil dan Diskusi

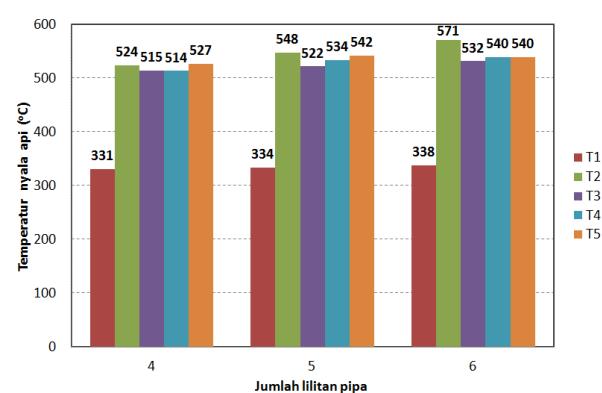
Distribusi temperatur nyala api

Distribusi temperatur nyala api ditunjukkan sesuai titik pemasangan termokopel seperti dalam Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Titik pengukuran temperatur

Dari tiga jumlah lilitan pipa *burner* yang diuji, temperatur paling tinggi terjadi pada pipa *burner* 6 lilitan dengan posisi pengukuran pada T_2 , dan hampir secara keseluruhan titik yang diukur menghasilkan temperatur yang lebih tinggi dibanding lilitan 4 dan 5, seperti ditunjukkan grafik dalam Gambar 4. Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa bahan bakar yang melintas melalui pipa *burner* 6 lilitan mengalami pemanasan dalam selang waktu yang lebih lama, sehingga viskositas dan densitas lebih rendah, dan sebagai akibatnya bahan bakar bisa teratomisasi dengan lebih baik (menghasilkan *droplet* yang lebih halus). *Droplet* yang lebih halus akan bercampur dengan udara dengan lebih baik, sehingga menghasilkan pembakaran yang lebih baik.

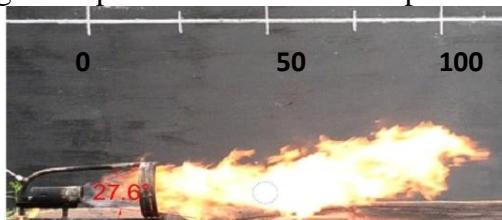


Gambar 4. Distribusi temperatur nyala api

Panjang dan sudut nyala api

Gambar 5 menunjukkan nyala api dari pembakaran *burner* dengan jumlah lilitan 4, 5 dan 6 secara berturut-turut. Nyala api ini dihasilkan dari injeksi bahan bakar pada tekanan sekitar 60 psi di hulu nosel (tekanan

pada tangki 80 psi). Dari pengulangan-pengulangan pengujian yang dilakukan, apa yang ditunjukkan dalam Gambar 5 secara umum sudah cukup mewakili data untuk semua jumlah lilitan pipa. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa panjang nyala api *burner* dengan 4 lilitan pipa adalah yang terpanjang dengan jangkauan sampai ± 110 cm, diikuti dengan jumlah lilitan 5 dan 6 yang masing-masing mencapai ± 70 dan ± 62 cm. Hal ini, sebagaimana temperatur yang dihasilkan, bisa dijelaskan berdasarkan hasil pemanasan bahan bakar saat melintasi koil pipa. Pada *burner* dengan 4 lilitan pipa, viskositas bahan bakar relatif rendah dan ukuran *droplet* lebih besar, sehingga *droplet* memiliki momentum yang lebih besar yang akhirnya memiliki jangkauan penetrasi yang lebih panjang. Semakin halus ukuran *droplet*, momentum yang dimiliki semakin kecil sehingga jangkauan penetrasi semakin kecil pula.



(a). *Burner* dengan 4 lilitan pipa



(b). *Burner* dengan 5 lilitan pipa



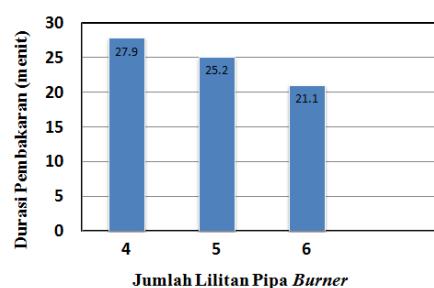
(c). *Burner* dengan 6 lilitan pipa
Gambar 5. Nyala api

Hasil pengukuran sudut nyala api menunjukkan bahwa *burner* dengan 4 lilitan menghasilkan sudut nyala terbesar, yaitu 27° ; diikuti *burner* dengan 5 dan 6 lilitan yang masing-masing menghasilkan sudut nyala 20° dan 9° . Hasil ini agak sulit dianalisis dan disimpulkan. Secara teori, *droplet* dengan

ukuran besar akan menghasilkan penetrasi yang lebih kuat ke udara ambien sehingga menghasilkan sudut yang kecil. Sebaliknya, ukuran *droplet* kecil saat menghadapi hambatan aerodinamika terhadap udara sekitar akan didispersikan ke arah samping sehingga memungkinkan sudut yang lebih besar. Namun hasil pengukuran menunjukkan hasil yang sebaliknya. Hal ini bisa jadi disebabkan oleh beberapa hal. Pertama, adanya pipa pengarah semburan bahan bakar (*fuel spray*) di depan nosel. *Droplet* yang lebih halus lebih mudah mengikuti pipa pengarah tersebut sehingga menghasilkan sudut pengukuran yang lebih kecil. Kedua, *droplet* yang lebih halus, bisa jadi menguap pada sisi terluar area semburan bahan bakar (*fuel spray*), sehingga tidak terekam dalam gambar. Ketiga, kualitas perekaman gambar yang kurang baik sehingga tidak bisa menangkap semburan bahan bakar di bagian sisi luar *spray*. Dari ketiga penyebab tersebut, pengaruh adanya pipa pengarah memiliki kemungkinan kontribusi yang terbesar. Namun ketiga hal tersebut secara keseluruhan perlu dipertimbangkan untuk mendapatkan pengukuran sudut nyala api yang akurat.

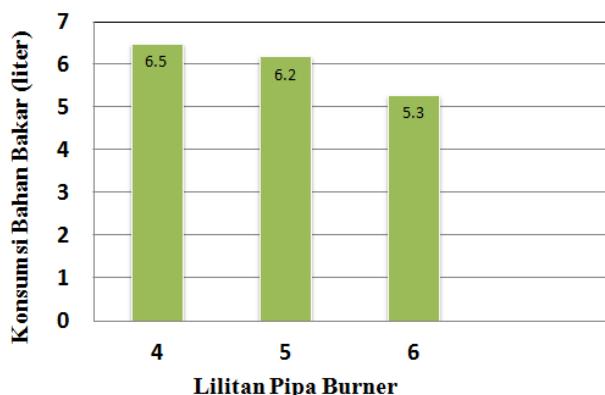
Durasi pembakaran dan konsumsi bahan bakar

Untuk menguji efektifitas pembakaran, dilakukan pengujian pembakaran 1 kg daging sapi sampai habis menjadi abu. Hasilnya ditunjukkan dalam Gambar 6. *Burner* dengan 4 lilitan pipa membutuhkan waktu 27.9 menit, diikuti *burner* dengan 5 dan 6 lilitan, yang masing-masing membutuhkan 25.2 dan 21.1 menit. Konsisten dengan hasil pengukuran temperatur nyala api, *burner* dengan 6 lilitan pipa membutuhkan waktu yang lebih pendek untuk menyelesaikan pembakaran 1 kg daging sapi.



Gambar 6. Durasi pembakaran

Dari segi konsumsi bahan bakar, *burner* dengan 6 lilitan pipa membutuhkan bahan bakar yang paling sedikit dibanding dengan *burner* lainnya, seperti ditunjukkan dalam Gambar 7. Disimpulkan secara keseluruhan, pemanasan bahan bakar dengan 6 lilitan pipa menghasilkan temperatur pembakaran tertinggi, durasi pembakaran tersingkat dan konsumsi bahan bakar yang paling kecil.



Gambar 7. Konsumsi bahan bakar

Kesimpulan

Pengujian *burner* menggunakan pipa pemanas bahan bakar dengan 4, 5 dan 6 lilitan telah dilaksanakan, menghasilkan kesimpulan bahwa jumlah lilitan pipa pemanas berpengaruh langsung terhadap kualitas *droplet* dan semburan bahan bakar; dan selanjutnya mempengaruhi kualitas pembakaran (temperatur nyala api), durasi pembakaran, dan konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan. Dari 3 variasi yang diuji, *burner* dengan 6 lilitan pipa pemanas menghasilkan temperatur pembakaran yang paling tinggi, durasi pembakaran tersingkat dan konsumsi bahan bakar terendah.

Referensi

- [1] A.H. Lefebvre, Airblast atomizers, Progress in Energy and Combustion Science, 6, (1980) pp. 233-261.
- [2] A.H. Lefebvre, Atomization and Sprays, Hemisphere Publishing Corp. , 1989.
- [3] D.Chtterjee, A. Datta, AK Ghosh, SK Som, Effects of inlet air swirler and spray cone angle on combustion and emission performance of a liquid spray in a gas turbine combustor, J. Inst. Eng., 85 (2004) 41-46.
- [4] Eugenen L. Keating, Applied Combustion, CRC PRes., 2007.
- [5] H. Hiroyasu, M. Arai, Structures of Fuel Sprays in Diesel Engines, SAE Technical Paper Series. (1990).
- [6] IC Lee, YS Kang, HJ Moon, SP Jang, JK Kim, J Koo, Spray jet penetration and distribution of modulated liquid jets in subsonic cross-flows, J. Mech. Sci. Tech., 24 (7) (2010) 1425-1431.
- [7] KS Varde, Spray cone angle and its correlation in a high pressure fuel spray, Can. J. Chem. Eng., 63, (1985) 183-187.
- [8] LJ Guo, GJ Li, B. Chen, XJ Chen, DD Papailiou, Th. Panidis, Study on gas-liquid two-phase spraying characteristics of nozzles for the humidification of smoke, Exp. Therm. Fluid Sci., 26 (2002) 715-722.
- [9] Maziar Shafaei, Sayed Abdolhossein Banitabaei, Mehdi Ashjaee, Vahid Esfahanian, Effect of flow conditions on spray cone angle of a two-fluid atomizer, Journal of Mechanical Science and Technology, 25 (2) (2011) 365-369.
- [10] M. Ochowiak, L., Broniarz-Press, J. Rozanski, The discharge coefficient of effervescent atomizers, Experimental Thermal and Fluid Science, 34, (2010) pp. 1316-1323.
- [11] Tjokrowisastro, EH , dan Widodo, BUK, Teknik Pembakaran Dasar dan Bahan Bakar, ITS, Surabaya, 1990.