



Kaji Eksperimen Terhadap Penggunaan Bahan Bakar Emulsi Pada *Burner*

Sarjono¹

¹Jurusan Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu

¹mbahjon1961@gmail.com

Abstract

The purpose of this study was to observe the combustion of diesel fuel combined with the percentage volume of water and emulsifier, namely alkyl benzene sulfonic acid (ABS). The emulsion fuel composition used in this experimental study is a mixture of diesel fuel, emulsion and water. The composition of the emulsion fuel is designed according to the percentage of water volume and the emulsifier in diesel fuel with a variation of the percentage of 10%, 20%, and 30%. The parameters observed were combustion flame temperature, combustor annulus wall temperature, hot gas temperature, air fuel ratio (AFR), heat loss, and flame shape from differences in the composition of the percentage volume of emulsion fuel. In this test using Combustion Laboratory Unit C 491. The results showed that the heat absorbed due to cooling (Q_a) in the AFR stoichiometry of diesel fuel (diesel) 26.334 kW was smaller than emulsion fuel (30.096 kW), so the use of emulsion fuel on the Burner Combustion Laboratory Unit C 49 is very suitable. The shape of the flame produced by the combustion of emulsion fuel is short, turbulent, and covered in water vapor.

Keywords: *diesel fuel, emulsifier, burner.*

Abstrak

Tujuan penelitian ini untuk mengamati pembakaran bahan bakar diesel yang dikombinasikan dengan prosentase volume air dan bahan emulsi (emulsifier) yakni alkyl benzene sulfonic acid (ABS). Komposisi bahan bakar emulsi yang digunakan dalam studi eksperimen ini adalah campuran bahan bakar diesel, emulsifier, dan air. Komposisi bahan bakar emulsi dirancang menurut prosentase volume air dan emulsifier di dalam bahan bakar diesel dengan variasi prosentase 10%, 20%, dan 30%. Parameter yang diamati temperatur api pembakaran, temperatur dinding annulus Combustor, temperatur gas panas, air fuel ratio (AFR), kerugian kalor dan bentuk api dari perbedaan komposisi prosentase volume bahan bakar emulsi. Dalam pengujian ini menggunakan Combustion Laboratory Unit C 491. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kalor yang terserap karena pendinginan (Q_a) pada AFR stoikiometri bahan bakar diesel (solar) 26,334 kW lebih kecil dibandingkan dengan bahan bakar emulsi (30,096 kW), maka penggunaan bahan bakar emulsi pada Burner Combustion Laboratory Unit C 49 sangat cocok (sesuai). Bentuk flame yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar emulsi adalah pendek, turbulen dan diselimuti uap air.

Kata kunci: *diesel fuel, emulsifier, burner.*

1. Pendahuluan

Emulsi diklasifikasikan dalam dua tipe: *oil-in water* (O/W, air yang terkombinasi dengan minyak) dan *water-in oil* (W/O, minyak yang terkombinasi dengan air) [7]. Emulsi air dalam minyak memiliki konsentrasi minyak yang tinggi. Karena air tidak mudah larut dalam minyak, digunakan emulsifier untuk menstabilkan emulsi.

Dalam pembakaran emulsi terdapat sejumlah keuntungan potensial. Hal ini terjadi karena dampak atomisasi sekunder yang disebabkan oleh penguapan

pada cairan. Kombinasi air dalam proses penguapan diharapkan untuk menurunkan temperatur droplet. Pembakaran emulsi droplet tak jarang diikuti dengan *microexplosion* yang tidak umum bagi pembakaran droplet bahan bakar murni. Pembakaran emulsi sangat berpotensi mengatasi pemecahan masalah yang berkaitan dengan lingkungan yang bersih dan pemanfaatan energi yang efektif [12]. *Microexplosion* dapat membantu meningkatkan sumber bahan bakar dan meningkatkan pemanfaatan bahan bakar berkualitas rendah yang umumnya bervolatilitas rendah. Emulsi juga berpotensi tahan api atau bisa

difungsikan untuk pemadaman. Salah satu teknik peningkatan kualitas bahan bakar adalah dengan membentuk emulsi.

Penelitian tentang penggunaan bahan bakar emulsi telah banyak dilakukan pada mesin diesel. Dalam penelitian ini akan digunakan bahan bakar emulsi dengan campuran 10% W/O, 20% W/O dan 30% W/O yang dilakukan pada *burner* (pembakar).

Pada proses pembakaran, bahan bakar dan oksidan disuplai ke suatu tempat tertentu baik secara difusi maupun *mixing* sehingga dapat bereaksi secara kimia. Pada pembakaran yang terkontrol secara kinetik, laju konsumsi bahan bakar dan oksidan pada reaksi kimia adalah lebih kecil dibandingkan kecepatan suplai aliran, difusi dan *mixing*; sedangkan pada pembakaran yang terkontrol secara difusi kecepatan aliran, difusi dan *mixing* lebih kecil dari pada kecepatan reaksi kimia. Fenomena pembakaran yang terkontrol secara difusi akan muncul, apabila *mixing* lemah, aliran dan difusi berjalan lambat serta reaksi kimia berjalan cepat [1].

Pada saat bahan bakar dipanaskan, butiran-butiran kecil air (yang diselubungi minyak dengan titik didih yang lebih tinggi) akan cepat menguap dan berekspansi, memecah droplet bahan bakar yang menyelubunginya menjadi droplet yang lebih kecil dan lebih banyak. Proses ini disebut dengan *microexplosion* atau atomisasi sekunder yang menghasilkan droplet bahan bakar yang sangat halus yang dapat menguap dan terbakar lebih cepat dan sempurna dari pada droplet bahan bakar yang besar yang dihasilkan dari atomisasi mekanis. Pembakaran bahan bakar emulsi memiliki keunggulan, pertama adalah bahan bakar emulsi terbakar lebih cepat dari pada bahan bakar tanpa campuran air, ke dua adalah kandungan air dalam bahan emulsi tidak merusak atau mengganggu, tetapi meningkatkan proses pembakaran karena adanya pemecahan droplet tambahan secara simultan yang mempercepat pencampuran bahan bakar dengan udara, dan ketiga adalah reduksi waktu pembakaran bahan bakar emulsi mempengaruhi pembakaran jelaga yang tersisa, yang dapat menyempurnakan dan menurunkan terbentuknya jelaga [11].

Burner dapat dikategorikan menjadi *premixed burner with entrance air*, *premixed burner with pressure air*, dan *nozzlemixed burner*. Dalam *burner* yang harus diperhatikan adalah bentuk dan distribusi dari nyala api harus memenuhi ruang pembakaran, termasuk pengaruh stabilitas pembakaran, efisiensi, keselamatan, keandalan, dan emisi gas buang. Dengan meningkatkan tekanan campuran akan meluaskan nyala api, dan penambahan udara primer akan memendekkan nyala api. Pencampuran yang cepat mengakibatkan nyala api yang pendek, sedangkan pencampuran yang tertunda dan percepatan rendah

mengakibatkan panjang nyala api yang langsing. Pada Pengkabutan bahan bakar minyak biasanya dilakukan dengan *metode Single fluid atomizer*, *Twin fluid atomizer*, dan *Rotary cup atomizer* [2]. Untuk dapat memperoleh pembakaran yang cepat, pengabutan bahan bakar dilakukan dengan *nozzle*. Adapun tahapan pembakaran bahan bakar cair dimulai dari droplet bahan bakar mengalami kenaikan temperatur sehingga komponen-komponen yang mempunyai titik didih rendah akan menguap, penyalan unsurunsur volatil di sekitar butiran, kemudian butiran mendidih dan mengembang yang diikuti pembakaran lebih lanjut.

Bahan bakar minyak dipompa melalui sebuah *nozzle*, tetesan minyak dicampur di burner bersama udara yang berasal dari sebuah blower dan campuran tersebut dibakar dalam ruang pembakaran. Aliran udara dan bahan bakar yang diperlukan untuk memberikan *heat output* dihitung dari kesetimbangan energi (*energy balance*) di sekitar ruang pembakaran dan *heat exchanger*. Emulsifier Bahan bakar hidrokarbon yang diemulsi dengan air dimaksudkan untuk memperbaiki efisiensi pembakaran dan mereduksi emisi gas buang. Bahan bakar emulsi adalah droplet air yang sangat halus yang terdapat dalam minyak solar, menggunakan *additive* untuk menjaga pemisahan air dari emulsi [3]. Akibat adanya tegangan permukaan yang lebih besar pada minyak solar dibandingkan dengan tegangan permukaan pada air, maka air tidak akan larut di dalam minyak solar. Percampuran antara air dan minyak solar akan menimbulkan gejala permukaan yakni apabila ke dua permukaan saling berdekatan maka kulit elektron atom ke dua cairan tersebut menahan deformasi sehingga menghasilkan gaya tolak yang lebih besar bila jaraknya mengecil [4].

Emulsifier dapat memecah tegangan permukaan air dan minyak solar, sehingga ke duanya dapat larut membentuk emulsi. Untuk menstabilkan tegangan permukaan antara solar-air serta untuk memperoleh bentuk campuran yang homogen digunakan pengemulsi yang berfungsi sebagai *surfactant*. Dalam penelitian ini akan digunakan *Alkyl Benzene Sulphonic acid* (ABS) sebagai bahan pengemulsi solar-air. Dibuat dari sulfonasi rantai samping (SO₃). *Dodecylbenzene*, berupa cairan kental yang berwarna coklat tua dan dapat digunakan sebagai *detergent*, emulsifier, *dispersant* (pemecah tegangan permukaan), *corrosion inhibitor* (pencegah karat) [5]. *Alkyl Benzene Sulphonic acid* merupakan salah satu jenis *detergent* yang biasanya digunakan sebagai *additive* pada minyak pelumas yang dapat mengurangi dan menetralkan produk oksidasi dan pembakaran asam (*acidic combustion*) [6]. Dengan demikian *additive* ini dapat mengontrol karat, dan penggunaannya dalam bahan bakar sebagai penstabil tidak akan mengganggu peralatan burner.

Bahan bakar emulsi dapat meningkatkan *performance* melalui fenomena *microexplosion*. *Microexplosion* dapat terjadi pada pembakaran bahan bakar emulsi yang mana terdiri dari dua atau lebih cairan yang mempunyai titik didih yang jauh berbeda. Bila bahan bakar ini dipanaskan maka droplet kecil air yang dikelilingi oleh bahan bakar solar dengan titik didih yang lebih tinggi akan cepat menguap dan berekspansi, memecah droplet bahan bakar menjadi sejumlah besar droplet kecil yang dikenal dengan *secondary atomization* atau *microexplosion*. *Secondary atomization* dan kehadiran air dalam pembakaran memungkinkan bahan bakar terbakar pada temperatur puncak yang lebih rendah dan tingkat *excess air* yang rendah sehingga mengurangi emisi NOx dan emisi partikulat (PM). Kehadiran uap air dalam pembakaran dapat pula meningkatkan produksi *hidroxylradicals* (OH) untuk meningkatkan laju reaksi karbon monoksida (CO) menjadi karbon dioksida (CO₂) untuk menghasilkan pembakaran sempurna [8].

2. Metode Penelitian

2.1 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan bakar yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah bahan bakar emulsi (10%, 20%, 30% W/O). Untuk bahan bakar emulsi 10% W/O dalam 1 liter bahan bakar emulsi terdapat 0,1 liter air dan 0,9 liter solar. Dengan pengemulsi *Alkyl Benzene Sulphonic acid* (ABS). Sedangkan peralatan yang digunakan adalah gelas ukur, tabung reaksi, *stop watch*, *mixer*, camera digital dan pipet.

2.2 Prosedur Penelitian

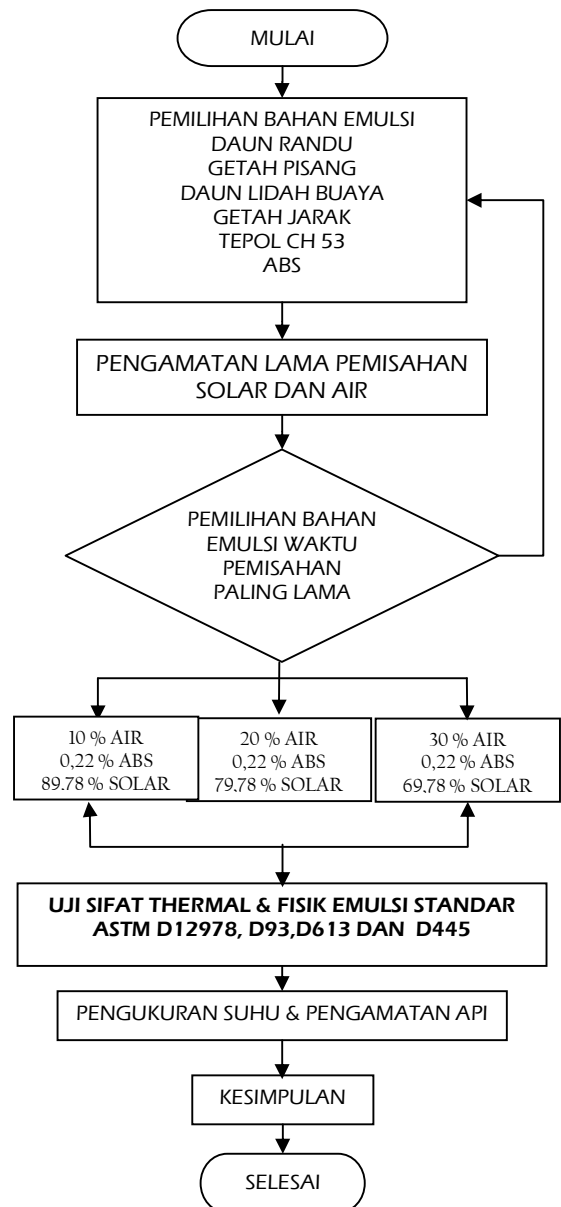
Mula-mula disiapkan bahan pengemulsi yaitu Daun Randu, Getah Pisang, Daun Lidah Buaya, Getah Jarak, Tepol CH 53, dan *Alkyl Benzene Sulphonic acid* (ABS); bahan bakar solar dan air. Bahan pengemulsi ini kemudian dicampur dengan bahan bakar solar dan air dalam jumlah 0,2% volume bahan emulsi, 68% bahan bakar solar, dan 30% volume *air*.

Langkah-langkah dalam membuat bahan bakar emulsi dengan 10% air adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan gelas ukur dengan kapasitas 10mL, 100mL dan 1000 m;
2. Menakar ABS sebanyak 2,2 mL dan air 100m;
3. Mencampur air dan ABS tersebut dengan menggunakan *mixer* selama ± 1 menit hingga campuran merata;
4. Menuangkan campuran ABS dan air ke dalam gelas ukur 1000m;
5. Menambahkan bahan bakar solar ke dalam gelas ukur sampai volume 1000mL tercapai.
6. Ketiga bahan tersebut diaduk menggunakan *mixer* selama ± 1 menit hingga diperoleh campuran yang

merata. Hasil campuran tersebut berwarna putih seperti susu dan dapat langsung digunakan pada pembakaran di *burner*.

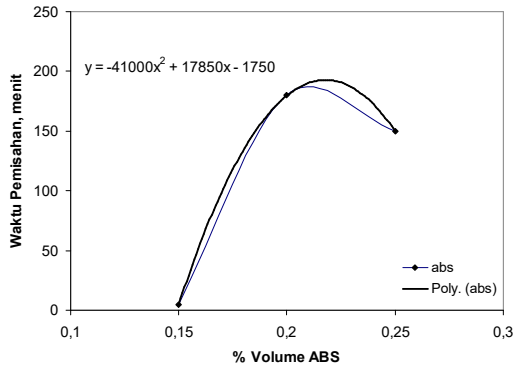
7. Untuk membuat bahan bakar emulsi dengan campuran 20% W/O dan 30% W/O dilakukan dengan cara seperti tersebut di atas (langkah 1 sampai 6), dengan banyaknya ABS tetap 2,2 mL dan air masing-masing 200mL dan 300 mL Langkah jelasnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

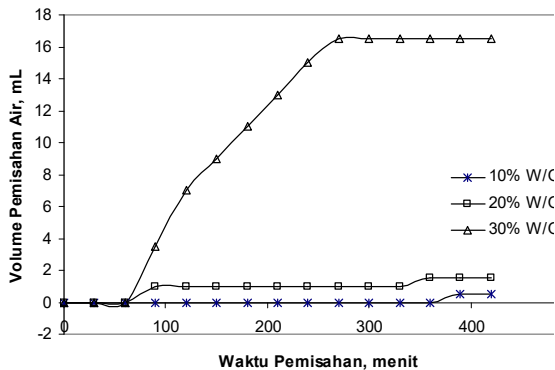
3. Hasil dan Pembahasan

Untuk mendapatkan prosentase campuran bahan pengemulsi yang tepat, dilakukan dengan cara melakukan pengamatan terhadap penggunaan 0,15 s/d .25 % ABS yang dimasukkan ke dalam campuran air dan bahan bakar solar. Hasilnya adalah 0,22% ABS seperti pada Gambar2.

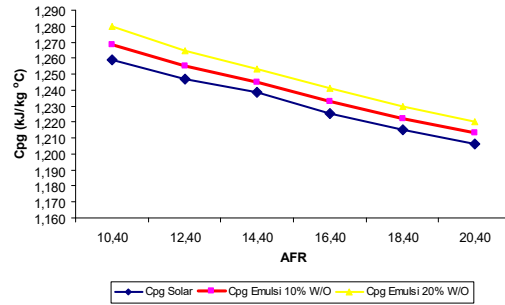


Gambar 2. Grafik Hubungan Fraksi Volume ABS Terhadap Waktu Pemisahan.

Pembahasan selanjutnya adalah melakukan pengamatan bahan bakar emulsi dalam jumlah 100mL dengan kandungan 10% W/O, 20% W/O, dan 30% W/O. Untuk kandungan 10% W/O pemisahan terjadi setelah mencapai waktu ± 360 menit, untuk kandungan 20% W/O pemisahan terjadi setelah mencapai waktu ± 330 menit dan untuk kandungan 30% W/O pemisahan terjadi setelah mencapai waktu ± 90 menit (Gambar3).

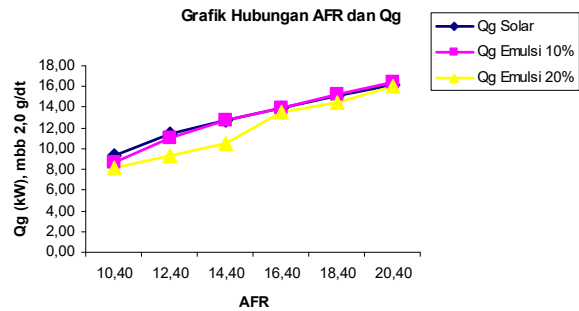


Gambar 3. Grafik Hubungan Waktu Pemisahan Terhadap Volume Air



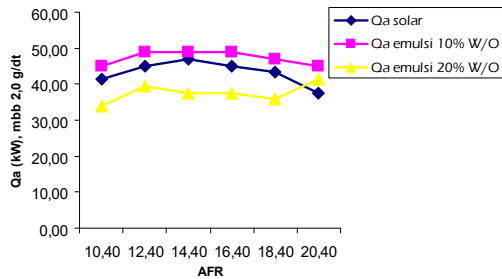
Gambar 4. Grafik Hubungan AFR & Cpg

Gambar 4 menunjukkan bahwa kenaikan nilai AFR diikuti oleh penurunan panas jenis gas (Cpg), baik untuk bahan bakar solar maupun emulsi. Hal ini disebabkan oleh perubahan nilai AFR yang diikuti oleh perubahan kecepatan udara masuk ruang bakar, sehingga kenaikan nilai AFR akan meningkatkan kecepatan udara masuk ruang bakar dan jumlah molekul produk pembakaran yang dihasilkan. Hal ini akan menyebabkan menurunnya nilai panas jenis gas (Cpg) (Borman, 1998).



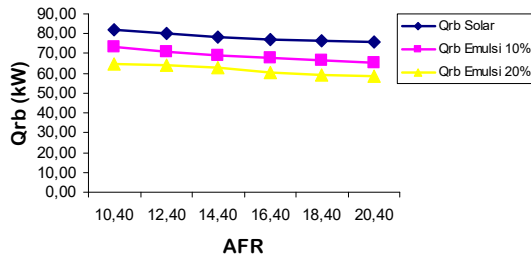
Gambar 5. Grafik Hubungan AFR dan Qg

Pada pembakaran dengan AFR stoikiometri menunjukkan bahwa kalor yang terbawa oleh gas asap (Qg) ke luar cerobong untuk bahan bakar solar adalah 12,125 kW, untuk bahan bakar emulsi 10% W/O adalah 12,093 kW dan untuk bahan bakar emulsi 20% W/O adalah yang terkecil yaitu 11,635 kW. Ini menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar emulsi pada burner C491 adalah sesuai.



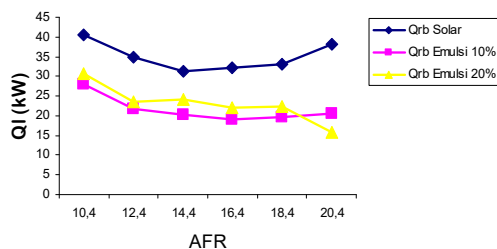
Gambar 6. Grafik Hubungan AFR & Qa

Dari grafik di atas yang ditunjukkan pada Gambar 6 dapat dijelaskan bahwa pada pembakaran stoikiometri kalor terbesar yang terserap oleh pendinginan air adalah 48,906 kW; terjadi pada bahan bakar emulsi 10% W/O. Sehingga penggunaan bahan bakar emulsi pada burner adalah sesuai karena kalor yang dihasilkan dapat dimanfaatkan secara optimal pada sistem ini.



Gambar 7. Grafik Hubungan AFR & Qrb

Pada Gambar 7 di atas dapat dijelaskan bahwa perubahan kenaikan nilai AFR diikuti oleh penurunan nilai kalor yang (semakin besar AFR semakin kecil kalor yang terserap di dinding annulus). Hal ini dipengaruhi oleh naiknya nilai kerugian kalor yang dibawa oleh gas asap (Qg) ke luar cerobong pada AFR yang semakin meningkat.



Gambar 8. Grafik Hubungan AFR & Qi

Dari gambar 8 dapat dijelaskan bahwa kalor terkecil yang terserap ke lingkungan adalah pada daerah pembakaran dengan AFR 14,4 yaitu sebesar 31,367 kW untuk bahan bakar solar, sedangkan untuk bahan bakar emulsi pada AFR 18,4 dan 20,4 yaitu sebesar 19,534 kW dan 15,870 kW untuk bahan bakar emulsi 10% W/O dan 20% W/O.



Gambar 9. Bentuk Api Solar

Bentuk api (*flame*) yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar solar adalah memanjang, sedikit langsing, tidak diselimuti uap air (Gambar 9).



Gambar 10. Bentuk Api Emulsi 10% W/O

Bentuk api (*flame*) yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar emulsi 10% W/O agak pendek dan sedikit diselimuti uap air (Gambar 10 dan 11).



Gambar 11. Bentuk Api Emulsi 20% W/O

Bentuk api yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar emulsi 20% W/O adalah turbulen dan diselimuti uap air.

4. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. *Emulsifier* yang dipilih adalah *Alkyl Benzene Sulphonic acid* (ABS), karena memiliki waktu pemisahan antara bahan bakar dengan air 180 menit (yang paling lama) dibandingkan dengan bahan yang lain (daun randu, getah pisang, daun lidah buaya, getah jarak dan tepol CH 53).
2. Penggunaan *Emulsifier Alkyl Benzene Sulphonic acid* (ABS) adalah 0,22% volume, karena dalam waktu 330 menit campuran masih homogen.
3. Kalor yang terserap karena pendinginan (Q_a) pada pembakaran stoikiometri bahan bakar solar adalah 26,334 kW lebih kecil dibandingkan dengan bahan bakar emulsi (30,096 kW), maka penggunaan bahan bakar emulsi pada *burner Combustion Laboratory Unit C491* sangat cocok (sesuai).
4. Kalor yang terbawa gas panas ke luar cerobong (Q_g) pada bahan bakar emulsi dengan AFR 10,4 adalah 6,635 kW lebih kecil dibandingkan pada bahan bakar solar (7,618 kW).
5. Kalor yang terserap ke lingkungan udara luar pada pembakaran stoikiometri bahan bakar emulsi adalah 15,087 kW lebih kecil dibandingkan pada solar (27,871 kW).
6. Bentuk *flame* yang dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar emulsi adalah pendek, turbulen dan diselimuti uap air.

Daftar Rujukan

- [1] Kadota, T., Yamasaki, H., 2002, Recent Advances in The Combustion of Water Fuel Emulsion, Progress in Energy and Combustion Science
- [2] Borman, G.L., dan Ragland, K.W., 1998, *Combustion Engineering*, McGraw-Hill Book Company, Boston
- [3] Sadler, I., 2003, The Air Quality Impact of Water Diesel Emulsion Fuel and selective catalytic Reduction Technology, Mayor of London.
- [4] Hartomo, A., dan Widiatmoko, M.C., 1993, Emulsi dan Pangan Instan Berlesitin, Andi Offset, Cetakan Pertama, Yogyakarta.
- [5] Oil Chem, 2003, New Chemistry, Alkylbenzene Sulfonate, Oil Chem Technology.
- [6] Rizvi, S.Q.A., 1999, Additive For Automotive Fuel and Lubricants, Journal of Society of Tribology and Lubrication Engineers, April, page 33 ÷ 39.
- [7] _____, 2005, Emulsified Fuels From Petroleum Resids and Other High-Viscosity Hydrocarbon Fuels, Petroform Inc, 5415 First Coast Highway Fernandina Beach, Florida 32034.
- [8] Frolove, S.M., 2001, Control of Single Droplet Combustion and Emission, 18th ICDERS Short Abstract.
- [9] Harjono, 2004, Analisis Perpindahan Panas Konveksi Sebagai Akibat Pembakaran Kerosin Pada Silinder Dalam Annulus Horizontal, Tesis, Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- [10] Muchnik, D.A., 2002, Water Improving Burning, The New Technology of Water Fuel Emulsion, Fuel Technologies LTD, page 1 ÷ 5.
- [11] Nensho, T., Hanno, H., Keisoku, K., and Jikken, K., 2005, Phase-Separation inside a Burning Droplet of Oil in Water Emulsion, *Original Paper, Combustion Society of Japan-Journal*, Vol. 106.
- [12] Frolove, S.M., 2001, Control of Single Droplet Combustion and Emission, 18th ICDERS Short Abstract.