

STUDI ANALISA PENGARUH SIFAT FISIK BIODIESEL (VISKOSITAS, KADAR AIR DAN ANGKA SETANA) TERHADAP PROSES PEMBAKARAN BAHAN BAKAR DI BOILER *FIRE TUBE*

Hendra Dwipayana

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tamansiswa Palembang

Email: hrd_dwipayana@yahoo.co.id

ABSTRAK

Peranan boiler dalam industri sangat penting karena boiler berperan sebagai penghasil *steam* yang kemudian digunakan untuk berbagai macam keperluan pabrik lainnya, antara lain sebagai penggerak turbin, generator, pompa dan sebagainya. Biodiesel sudah sejak lama diyakini sebagai bahan bakar alternatif terbarukan, yang memiliki banyak keunggulan dibanding BBM fosil. Biodiesel memiliki peluang besar untuk mensubstitusi penggunaan bahan bakar minyak solar yang semakin langka. Boiler yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis *fire tube* pada tekanan 3 bar yang mampu menghasilkan 60.000 kcal/jam. Bahan bakar campuran biodiesel-solar yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan perbandingan B5, B10, B20 dan B25. Biodiesel memiliki viskositas dan angka setana yang tinggi dibandingkan minyak solar sehingga berpengaruh pada penyalaan bahan bakar, penyalaan pada bahan bakar biodiesel lebih cepat dibandingkan dengan minyak solar. Penyalaan yang lebih cepat akan mempercepat terjadinya reaksi pembakaran, semakin cepat terjadi reaksi pembakaran maka panas yang dihasilkan juga lebih tinggi sehingga efisiensi boiler yang dihasilkan juga lebih baik.

Kata Kunci : *Biodiesel, Boiler, Viskositas, Angka Setana, Efisiensi*

1. PENDAHULUAN

Boiler (ketel uap) adalah suatu bejana tertutup dimana uap diproduksi secara langsung dengan menyerap kalor yang diberikan oleh bahan bakar yang kemudian digunakan untuk menghasilkan uap air. Efisiensi boiler adalah perbandingan antara energi yang diserap oleh sistem (energi uap) terhadap energi yang diberikan pada sistem (energi bahan bakar). Salah satu faktor yang mempengaruhi efisiensi boiler adalah sifat fisika dan kimia bahan bakar, seperti viskositas, kadar air, nilai kalor, titik nyala dan angka setana. Bahan bakar yang digunakan akan sangat mempengaruhi keluaran panas dari *steam* yang dihasilkan. Bahan bakar yang masuk ke dalam boiler kemudian akan melalui proses pembakaran di dapur pembakaran.

Efisiensi pembakaran merupakan parameter yang paling diperhatikan untuk menunjukkan efektivitas proses pembakaran dalam setiap operasi pembakaran termasuk pada boiler. Untuk mencapai efisiensi yang setinggi-tingginya, maka pembakaran sempurna harus dicapai. Pembakaran sempurna terjadi apabila energi dalam bahan bakar terbakar secara keseluruhan tanpa meninggalkan sisa senyawa karbon dan hidrogen. Pembakaran sempurna hanya terjadi apabila sejumlah bahan bakar dan udara (rasio bahan bakar/udara) yang cukup bercampur pada rentang waktu tertentu dalam kondisi turbulen dan temperatur yang tertentu pula.

2. TUJUAN

Tujuan dari penelitian ini yaitu mengkaji bagaimana pengaruh sifat bahan bakar campuran *biodiesel-solar* dengan perbandingan B5, B10, B20 dan B25 yang berhubungan dengan efisiensi boiler jenis *fire tube* yang digunakan pada *Pilot Plant Biodiesel* Universitas Sriwijaya.

3. DASAR PEMIKIRAN

Urgensi atas pemanfaatan biodiesel sudah sedemikian kuat untuk diaplikasikan, hal ini ditandai dengan lahirnya berbagai kebijakan dan peraturan pemerintah yang berpihak pada pemanfaatan bahan bakar nabati. Salah satunya adalah telah dikeluarkannya Peraturan Menteri ESDM No. 25 tahun 2013 tentang perubahan atas peraturan menteri energi dan sumber daya mineral No 32 tahun 2008. Tentang penyediaan, pemanfaatan dan tata niaga Bahan Bakar Nabati (*Biofuel*) sebagai Bahan Bakar Lain. Dalam peraturan ini, salah satu yang ditegaskan adalah pentahapan kewajiban minimal pemanfaatan biodiesel (B100) sebagai campuran bahan bakar minyak di sektor industri dan komersial adalah 10% di bulan Januari 2014.

Biodiesel adalah senyawa *metil ester* yang dibuat dengan menggunakan reaksi transesterifikasi. Bahan baku yang digunakan selain CPO adalah *metanol*. Untuk mempercepat reaksi digunakan katalis basa NaOH dan suhu diatur hingga 70°C. Reaksi transesterifikasi antara kedua bahan akan membentuk metil ester dan produk samping berupa *gliserol*. *Metil ester* inilah yang disebut biodiesel. Biodiesel yang terbentuk, kemudian dicuci dengan air untuk menghilangkan sisa katalis dan *metanol*.

Biodiesel memiliki banyak kesamaan sifat dengan minyak solar, sehingga umumnya dapat dimanfaatkan pada mesin pembakaran, baik yang statis maupun dinamis (kendaraan). Sejumlah penelitian membuktikan bahwa penggunaan biodiesel mampu mengurangi emisi polutan udara seperti CO, SO₂, partikulat, opasitas dan hidrokarbon (Sumarsono, 2008). Perkembangan teknologi produksi *biodiesel* dan penggunaannya di berbagai jenis aplikasi, terus meningkat seiring dengan mendesaknya keterbatasan ketersediaan bahan bakar minyak berbasis fosil dan sering tidak stabilnya harga minyak di pasar internasional.

Minyak solar adalah bahan bakar jenis *distilat* berwarna kuning kecoklatan yang jernih. Penggunaan minyak solar pada umumnya adalah untuk bahan bakar pada semua jenis mesin diesel dengan putaran tinggi (diatas 1.000 RPM), yang juga dapat dipergunakan sebagai bahan bakar pada pembakaran langsung dalam dapur-dapur kecil, yang terutama diinginkan pembakaran yang bersih.

Tabel 1. Spesifikasi dari Minyak Solar

Karakteristik	Unit	Batasan		Metode Uji ASTM/lain ASTM
		Min	Max	
Angka Setana		45	-	D-613
Indeks Setana		48	-	D-4737
Berat Jenis pada 15°C	Kg/m ³	815	870	D-1298 / D-4737
Viskositas pada 40 °C	Mm ² /s	2,0	5,0	D-445
Kandungan Sulfur	% m/m	-	0,35	D-1552
Distilasi : T95	°C	-	370	D-86
Titik Nyala	°C	60	-	D-93
Titik Tuang	°C	-	18	D-97
Karbon Residu	Merit	-	Kelas I	D-4530
Kadar air	Mg/kg	-	500	D-1744
Biological Growth	-	Nihil		
Kandungan FAME65	% v/v	-	10	
Kandungan Metanol & Etanol	% v/v	Tak Terdeteksi		D-4815
Korosi bilah tembaga	Merit	-	Kelas I	D-130
Kandungan Abu	% m/m	-	0,01	D-482
Kandungan Sedimen	% m/m	-	0,01	D-473
Bilangan Asam Kuat	mgKOH/gr	-	0	D-664
Bilangan Asam Total	mgKOH/gr	-	0,6	D-664
Partikulat	Mg/l	-	-	D-2276
Penampilan Visual	-	Jernih dan Terang		
Warna	No. ASTM	-	3,0	D-1500

Sumber : Surat Keputusan Dirjen Migas 3675 K/24/DJM/2006 tanggal 17 Maret 2006

Tabel 2. Perbandingan Sifat Bahan Bakar Petrodiesel dan Biodiesel

Sifat		*Petrodiesel	**Biodiesel
Komposisi	-	C10-C21	C12-C22
Nilai Panas paling rendah	Btu/gal	131,129	117,093
Viskositas, pada 40 C	mm ² /sec	1,3-4,1	2,3-6,0
SPGR	kg/liter	0,85	0,88
Densitas	lb/gal	7,079	7,328
Kandungan air	ppm/%	161	0,05 % max
% karbon	% berat	87	77
% hidrogen	% berat	13	12
% sulfur	% berat	0,05 max	0 – 0,0024
% oksigen	% berat	0	11
Titik nyala	° C	60-80	Min. 100
Angka setana	-	40-55	Maks. 51

Sumber : *Yusla 2011 dan **SNI Biodiesel 04-7182-2006

4. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah dengan cara eksperimen dan studi literatur. Penelitian dilakukan di Pabrik Biodiesel Pilot Plant Universitas Sriwijaya yang terletak pada Laboratorium Energi Baru & Terbarukan, Kampus UNSRI Inderalaya Ogan Ilir Sumsel.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Boiler Fire Tube

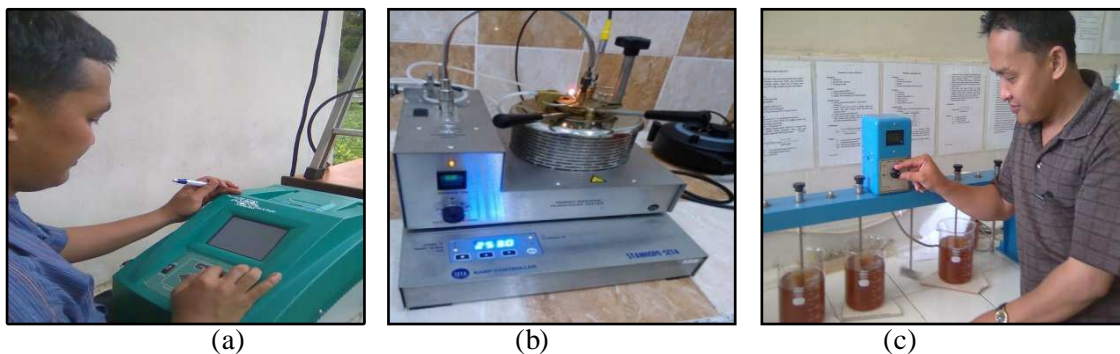
Tabel 3. Spesifikasi *Boiler*

Nama	<i>Steam Boiler / SB60</i>
Tipe	SB60 MMT <i>Fire Tube</i>
Bentuk	Silinder Vertikal
Tekanan Desain	4,5 Bar
Kapasitas <i>Steam</i>	60000 kkal/jam
Tekanan Kerja	3 Bar
Dimensi	ID = 650mm H = 1425mm
<i>Material Plat Shell Tube</i>	SS 400-10 mm thk
Pipa Api	<i>Seamless Boiler ST35.8</i>

4.1. Prosedur Penelitian

Bahan baku yang digunakan yaitu Air, Minyak Solar (jenis solar *diesel grade 2 /gas oil* yang diperoleh dari PT. Pertamina RU III Plaju) dan Biodiesel yang digunakan merupakan biodiesel berbahan baku minyak kelapa sawit (POME). Biodiesel ini diproduksi oleh PT. Sumiasih Oleochemicals Jawa Barat.

Pencampuran bahan bakar dilakukan dengan metode *splash blending*, dimana biodiesel ditambahkan di atas minyak solar. Campuran biodiesel yang ditambahkan ke minyak solar dengan persentase sebagai berikut :



Gambar 3. (a) Gas Analyzer (b) Flash Point Tester (c) Proses Pencampuran Bahan Bakar

Tabel 4. Persentase Biodiesel dalam Campuran Bahan Bakar

Minyak Solar	Biodiesel	Kode Sampel
100%	0%	B0
95%	5%	B5
90%	10%	B10
80%	20%	B20
75%	25%	B25
0%	100%	B100

Tabel 5. Alat dan Metode Analisa Bahan Bakar

Parameter	Alat Analisa	Metode Uji
Nilai Kalor	Bomb Calorimeter Parr 6400	ASTM D240
Viskositas	<i>Viscosity Bath Kv-6</i>	ASTM D445
Kadar air	KF Coulometer Metrohm	ASTM D1744
Titik Nyala	Flash Point Tester Pensky	ASTM D93
Angka Setana	Irox Diesel Cetane Number	ASTM D613

4.2. Pengujian Efisiensi Boiler

Boiler yang digunakan dalam pengujian adalah *fire tube* boiler. Pengujian ini dilakukan di laboratorium biodiesel pilot plant Universitas Sriwijaya Inderalaya. Berikut prosedur pengujian efisiensi boiler :

- 1) Pada saat akan mengoperasikan boiler, harus dipastikan bahan baku yang dibutuhkan sudah lengkap, yaitu air dan bahan bakar.
- 2) Boiler dioperasikan sesuai dengan SOP yang ada.
- 3) Pertama *Fan Damper Number* (FDN) atau bukaan udara diatur yaitu pada angka 5,8.
- 4) Burner dihidupkan, dilakukan pemanasan pada boiler bertekanan operasi 3 bar.
- 5) Tekanan ini harus dijaga agar tidak melebihi tekanan operasi sesuai spesifikasi boiler. Hal ini perlu diperhatikan agar boiler tidak mengalami trip.
- 6) Setelah tekanan boiler stabil, waktu perhitungan dimulai.
- 7) Setiap 5 menit diambil data-data hasil pengujian boiler, meliputi temperatur steam, temperatur badan boiler, temperatur air, tekanan steam, laju alir air dan bahan bakar.
- 8) Setiap 15 menit diambil data hasil uji menggunakan *gas analyzer* untuk temperatur ambient, temperatur gas buang, serta %CO₂, %O₂ dan %CO pada gas buang.
- 9) Pengambilan data-data hasil uji boiler dilakukan selama waktu operasi 1 jam.
- 10) Apabila telah selesai kemudian boiler dapat dimatikan.



(4.a) Gas Analyzer



(4.b) Fan Burner



(4.c) Instrumen Panel Boiler

Gambar 4. Persiapan *Performance* Alat dan Operasional *Boiler*

4.3. Rangkaian Alat

Gambar 5. Rangkaian Peralatan

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Minyak Solar (B0) dan *Biodiesel* (B100)

Dalam evaluasi kinerja (efisiensi *boiler*), terlebih dahulu dilakukan analisa parameter sifat fisik bahan bakar yang digunakan pada penelitian. Beberapa sifat fisik yang dianalisa yaitu nilai kalor, viskositas, kadar air, titik nyala dan angka setana. Pada tabel 6. menunjukkan perbandingan sifat fisik antara bahan bakar minyak solar (B0) serta *biodiesel* (B100) dengan SNI.

Tabel 6. Perbandingan Hasil Analisa Bahan Bakar B0 dan B100 dengan SNI

Parameter	Satuan	Minyak Solar		Biodiesel	
		SNI	Analisa	SNI	Analisa
Nilai Kalor	kkal/kg	10160 – 11000	10737,18	9844,04	9314,09
Viskositas	mm ² /s	2,0 – 5,0	2,96	2,3 – 6,0	4,84
Kadar air	ppm	500	26,60	Max 7,5	1,20
Titik Nyala	°C	Min 60	83,10	Min. 100	288
Angka Setana	-	Min 45	47,40	Min. 51	108

Dari tabel di atas diketahui hasil analisa minyak solar (B0) dan biodiesel (B100) yang digunakan memenuhi *standard* yang telah ditentukan (SNI). Nilai kalor *biodiesel* lebih rendah dibandingkan dengan nilai kalor minyak solar, hal ini dipengaruhi oleh kandungan oksigen yang tinggi pada bahan bakar *biodiesel* (Komariah *et al.*, 2013). Gugus karbon dan hidrogen yang terkandung dalam *biodiesel* lebih rendah dibandingkan minyak solar sehingga nilai kalor *biodiesel* juga lebih rendah.

Biodiesel memiliki nilai viskositas yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan minyak solar, hal ini berkaitan erat dengan komposisi yang terkandung di dalam bahan bakar. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang mengatakan bahwa rantai karbon *biodiesel* lebih panjang dan kompleks dibandingkan dengan minyak solar (Yusla, 2011). Standar viskositas kinematik dari biodiesel adalah sebesar 2.3 cSt – 6 cSt. Jika harga viskositas terlalu tinggi maka akan besar kerugian gesekan di dalam pipa, kerja pompa akan berat, penyaringannya sulit dan kemungkinan kotoran ikut terendap besar, serta sulit mengkabutkan bahan bakar. Ini berhubungan dengan perpindahan panas, karena akan terbentuknya *fouling factor*. Sebaliknya jika viskositas terlalu rendah berakibat pelumasan yang tipis, jika dibiarkan terus menerus akan mengakibatkan keausan. Dari hasil analisa kadar air yang terdapat dalam minyak solar jauh lebih tinggi dibandingkan dengan biodiesel. Hal ini dikarenakan minyak solar yang berasal dari turunan minyak bumi, dimana lebih banyak kontak dengan lingkungan sekitar.

Titik nyala minyak solar lebih rendah jika dibandingkan dengan biodiesel. Titik nyala yang rendah ini akan berpengaruh pada kecepatan terbakarnya bahan bakar. Titik nyala bahan bakar tidak terlalu memberikan efek terhadap efisiensi boiler, tapi ada hubungannya dengan *ignition*. Titik nyala solar yang lebih rendah lebih baik dibandingkan *biodiesel* karena mengindikasikan bahan bakar lebih cepat menyala. Angka setana biodiesel menunjukkan angka yang lebih tinggi dibandingkan dengan minyak solar. Ini berkaitan dengan sifat fisika dan sifat kimia yang terkandung dalam biodiesel. Dengan angka setana yang relatif tinggi diharapkan tidak ada keterlambatan dari nyala agar kenaikan tekanan tidak terlalu tinggi, kenaikan tekanan yang terlalu tinggi akan menyebabkan detonasi. Hambatan lain yaitu proses pembakaran tidak sempurna sehingga terbentuk jelaga. Jadi, makin tinggi angka setana maka makin rendah titik penyalanya.

5.2. Analisa Campuran Minyak Solar dan Biodiesel

Dalam penelitian ini tidak hanya menggunakan bahan bakar minyak solar (B0) dan biodiesel (B100), tetapi juga campuran keduanya dengan persentase B5, B10, B20 dan B25. Analisa menggunakan metode ASTM D240, D445, D1744, D93 dan D613 masing-masing

untuk nilai kalor, viskositas, kadar air, titik nyala dan angka setana. Tabel 7. menunjukkan hasil analisa bahan bakar campuran minyak solar dan biodiesel.

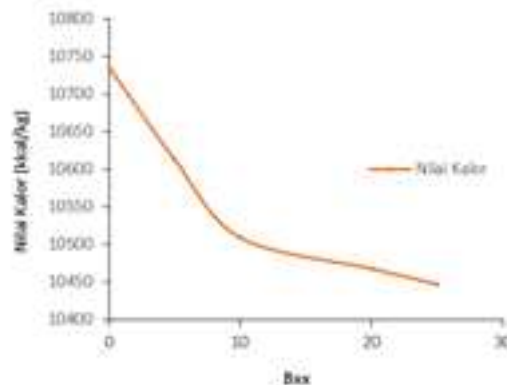
Tabel 7. Data Analisa Campuran Minyak Solar dan Biodiesel

Bxx	Nilai Kalor (kkal/kg)	Viskositas (mm ² /s)	Kadar air (ppm)	Titik Nyala (°C)	Angka Setana
B5	10613,71	2,99	18,10	82,40	49,50
B10	10509,77	3,07	7,40	82,30	54,90
B20	10468,33	3,16	1,60	82,30	57,50
B25	10447,55	3,27	1,40	82,00	63,40

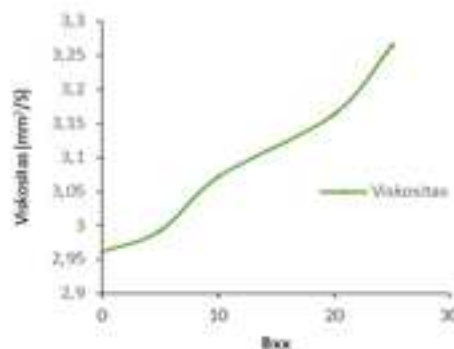
Nilai kalor untuk campuran bahan bakar menurun seiring dengan semakin tinggi persentase biodiesel yang dicampurkan dalam bahan bakar. Hal ini diakibatkan biodiesel murni yang memiliki nilai kalor yang lebih rendah dibandingkan dengan minyak solar. Viskositas menunjukkan kenaikan nilai seiring dengan semakin banyaknya campuran biodiesel yang ditambahkan ke dalam minyak solar, hal ini diakibatkan viskositas biodiesel yang tinggi sehingga semakin banyak persentase biodiesel dalam bahan bakar maka nilai viskositasnya juga semakin tinggi.

Kadar air mengalami penurunan seiring dengan semakin banyak persentase biodiesel dalam bahan bakar, hal ini dikarenakan biodiesel yang digunakan merupakan biodiesel dengan kualitas yang baik sehingga kadar airnya sangat sedikit. Kandungan air yang terdapat dalam bahan bakar sangat dihindari karena dapat mengurangi panas yang dihasilkan dari proses pembakaran.

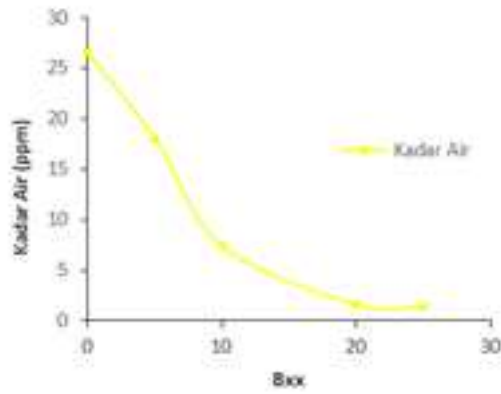
Titik nyala dari bahan bakar campuran ini lebih rendah dibandingkan dengan minyak solar murni, akan tetapi terjadi penurunan pada B10, B20 dan B25. Selain itu, angka setana untuk bahan bakar campuran terdapat pada rentang angka antara minyak solar dan biodiesel. Angka setana dari bahan bakar dengan % biodiesel Angka setana ini dipengaruhi oleh unsur-unsur yang terdapat dalam bahan bakar, seperti unsur karbon yang merupakan sumber energi pembakaran.



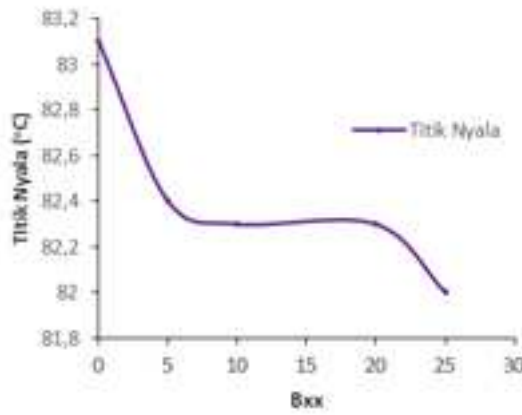
(a)



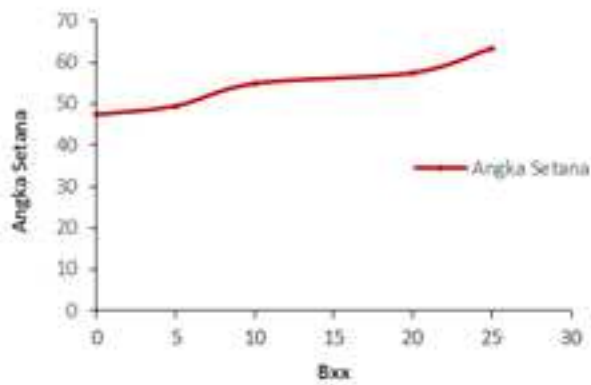
(b)



(c)



(d)



(e)

Gambar 6. Grafik Sifat Bahan Bakar terhadap Variasi Bahan Bakar (a) Nilai Kalor; (b) Viskositas; (c) Kadar Air; (d) Titik Nyala; (e) Angka Setana

5.3. Uji Efisiensi Boiler

5.3.1. Metode Langsung

Dari penelitian selama boiler beroperasi dengan waktu operasi 1 jam didapatkan data-data yang diperlukan untuk perhitungan boiler. Data penelitian didapatkan data berupa temperatur air, temperatur steam, laju alir bahan bakar, serta laju alir air umpan. Data lain didapatkan dari Steam table Appendix F untuk mencari nilai entalpi steam dan air.

Tabel 8. Perhitungan Efisiensi Boiler (Metode Langsung)

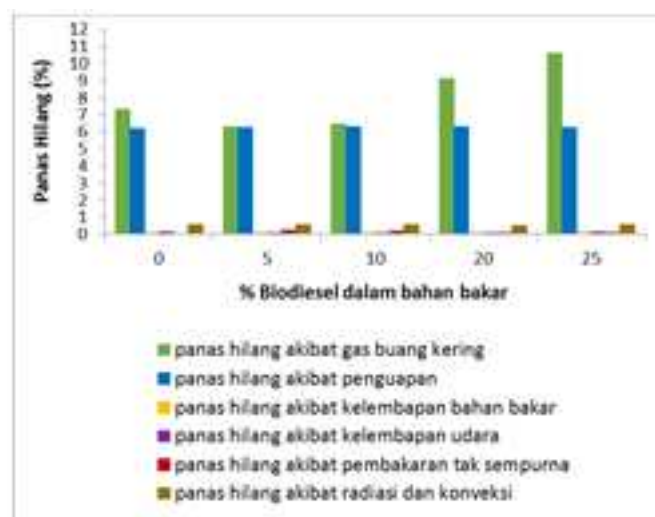
% biodiesel dalam bahan bakar	Efisiensi Boiler (%)
B0	82,444
B5	83,319
B10	81,985
B20	81,189
B25	80,216

5.3.2. Efisiensi Boiler dengan Metode Tidak Langsung

Dari penelitian selama boiler beroperasi dengan waktu operasi 1 jam dan FDN 5,8 maka data analisa bahan bakar serta data *ultimate* bahan bakar kemudian diolah dengan metode tidak langsung untuk mendapatkan hasil perhitungan efisiensi boiler, sebagai berikut :

Tabel 9. Data Hasil Perhitungan Efisiensi Boiler (Metode Tidak Langsung)

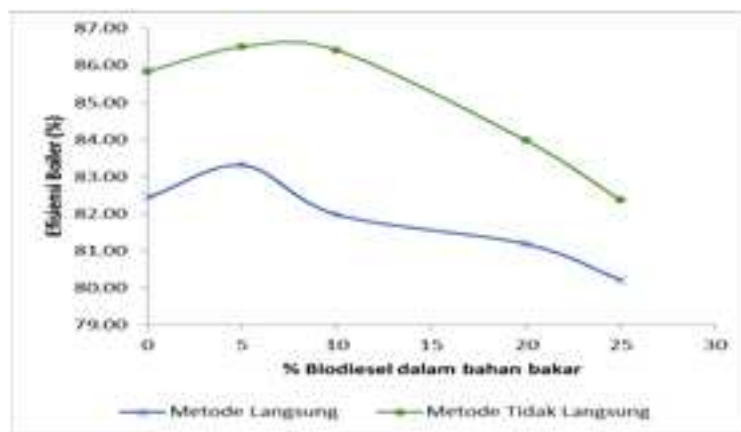
Bahan Bakar	B0	B5	B10	B20	B25
Panas hilang akibat gas buang kering (%)	7,30	6,28	6,45	9,12	10,60
Panas hilang akibat penguapan (%)	6,21	6,26	6,30	6,28	6,27
Panas hilang akibat kadar air dalam bahan bakar (%)	1,5E-04	9,97E-05	4,11E-05	8,94E-06	7,84E-06
Panas hilang akibat kelembapan udara (%)	0,11	0,10	0,08	0,09	0,13
Panas hilang akibat pembakaran tak sempurna (%)	0	0,26	0,21	0,05	0,08
Panas hilang akibat radiasi dan konveksi (%)	0,54	0,54	0,56	0,49	0,56
Total Panas Hilang (%)	14,16	13,50	13,60	16,03	17,63
Efisiensi (%)	85,84	86,50	86,40	83,97	82,37



Gambar 7. Grafik Perbandingan Panas Hilang setiap Pembakaran Bxx pada Boiler

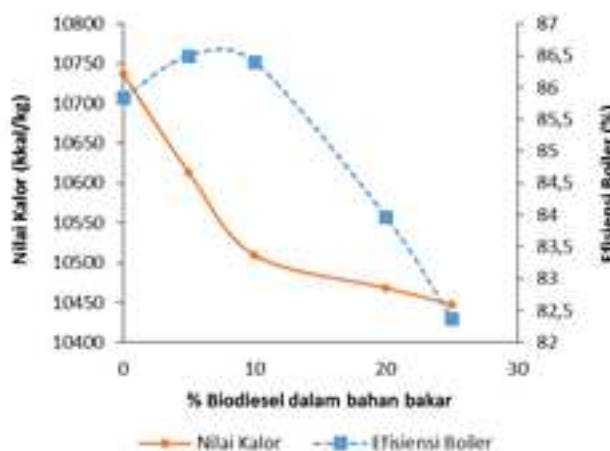
Dari grafik (gambar 7) menunjukkan bahwa panas hilang paling besar yang mempengaruhi turunnya nilai efisiensi adalah panas hilang yang diakibatkan panas yang ikut dalam gas buang kering. Panas hilang ini memberikan kontribusi sekitar 50% dari total panas hilang. Hal ini dipengaruhi oleh temperatur gas buang yang tinggi. Selain itu, panas hilang yang besar juga dipengaruhi oleh panas hilang akibat penguapan yaitu sekitar 40% dari total panas hilang. Hal ini diakibatkan oleh nilai kalor bahan bakar yang dipengaruhi oleh kadar oksigen pada bahan bakar. Hal ini berpengaruh pada proses pembakaran, karena unsur oksigen dapat bereaksi dengan unsur hidrogen di dalam udara pembakaran sehingga membentuk air. Air yang terbentuk akan mempengaruhi proses pembakaran sehingga akan berpengaruh pada efisiensi boiler. Panas hilang akibat kelembaban bahan bakar, kelembaban udara, pembakaran tak sempurna serta radiasi dan konveksi nilainya sangat kecil berkisar 0% hingga 1% dari 15% panas hilang yang terjadi pada boiler. Panas hilang sangat berpengaruh pada efisiensi boiler, dimana panas yang seharusnya dimanfaatkan untuk memanaskan air menjadi steam tidak maksimal. Panas hilang ini berpindah ke lingkungan oleh beberapa faktor, seperti bahan bakar serta faktor internal maupun eksternal boiler.

5.4. Perbandingan Metode Langsung dan Metode Tidak Langsung



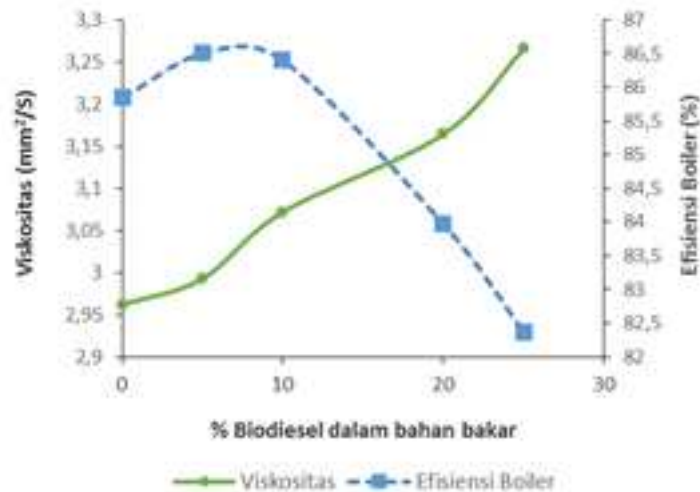
Gambar 8. Grafik Perbandingan Efisiensi Boiler Metode Langsung dan Metode Tidak Langsung

5.4.1. Pengaruh sifat bahan bakar terhadap efisiensi boiler



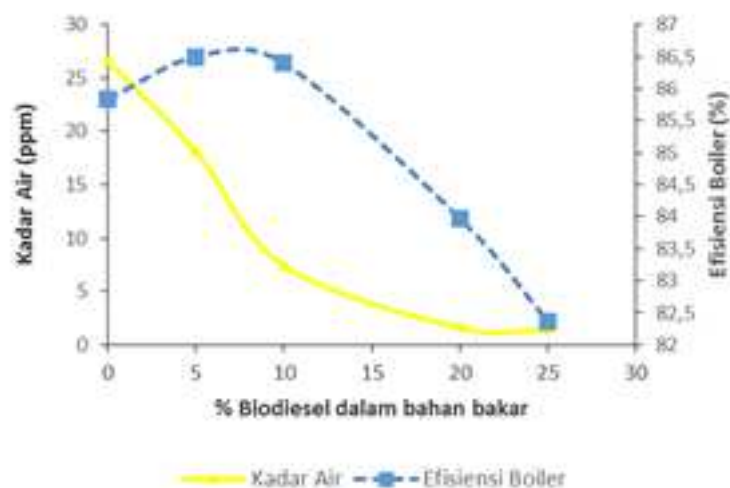
Gambar 9. Grafik Hubungan Nilai Kalor terhadap Efisiensi Boiler

Pada grafik (Gambar 9) menunjukkan hubungan nilai kalor bahan bakar terhadap efisiensi boiler. Nilai kalor ini dipengaruhi oleh struktur molekul bahan bakar. Biodiesel memiliki gugus karbon dan hidrogen yang lebih rendah dibandingkan minyak solar sehingga nilai kalornya juga lebih rendah. Selain itu, kandungan oksigen pada biodiesel lebih tinggi dibandingkan minyak solar. Dari data penelitian, nilai kalor tidak memberikan efek secara langsung pada nilai efisiensi boiler akan tetapi berkontribusi secara tidak langsung pada perhitungan efisiensi boiler.



Gambar 10. Grafik Hubungan Viskositas terhadap Efisiensi Boiler

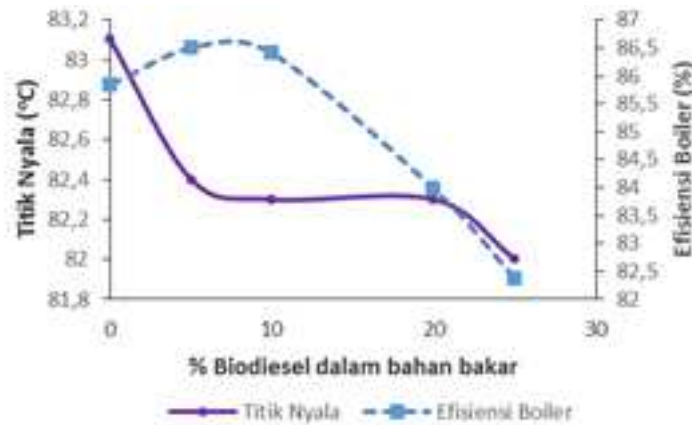
Pada grafik (gambar 10) dapat dilihat bahwa dari bahan bakar B0 hingga B100 mengalami kenaikan viskositas. Nilai viskositas biodiesel yang didapatkan lebih tinggi dibandingkan dengan minyak solar, hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya dimana viskositas tinggi ini akan mempengaruhi pompa bahan bakar.



Gambar 11. Grafik Hubungan Kadar Air terhadap Efisiensi Boiler

Pada grafik (Gambar 11) dapat dilihat bahwa kadar air campuran minyak solar serta biodiesel berkurang seiring dengan bertambahnya porsi biodiesel. Hal ini diakibatkan biodiesel memiliki kandungan air yang lebih sedikit dibandingkan dengan minyak solar. Kandungan air yang tinggi pada bahan bakar akan menyerap panas yang dihasilkan sehingga secara tidak

langsung hal ini berdampak pada efisiensi boiler yang didapat, efisiensi boiler yang menggunakan bahan bakar solar menunjukkan nilai efisiensi yang lebih rendah. Hal ini diakibatkan adanya panas yang hilang diakibatkan oleh kadar air yang terkandung di dalam bahan bakar.

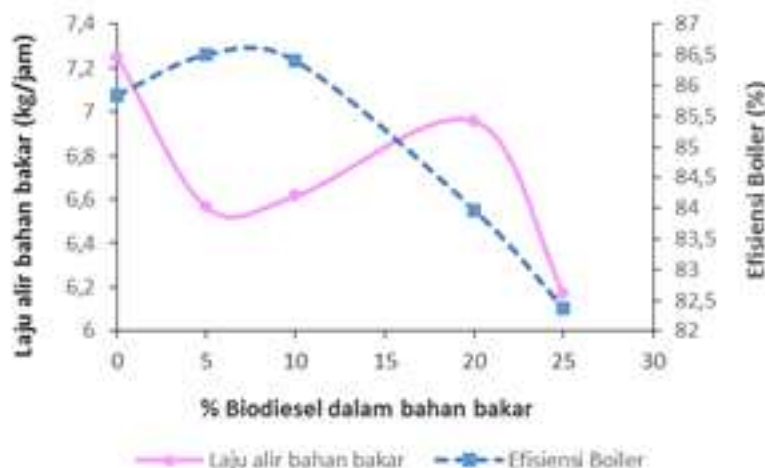


Gambar 12. Grafik Hubungan Titik Nyala terhadap Efisiensi Boiler

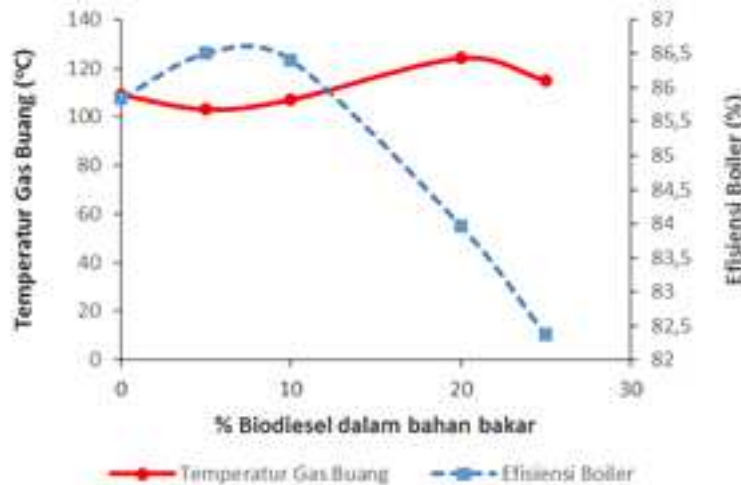
Pada grafik (Gambar 12) dapat dilihat bahwa titik nyala untuk campuran biodiesel-solar mengalami penurunan seiring dengan semakin banyaknya kandungan biodiesel. Titik nyala berpengaruh pada seberapa cepatnya bahan bakar tersebut terbakar. Titik nyala dari bahan bakar campuran ini lebih rendah dibandingkan dengan minyak solar murni, hal ini dapat mengindikasikan bahan bakar campuran lebih cepat menyala dibandingkan dengan solar.

5.4.2. Pengaruh parameter perhitungan efisiensi terhadap efisiensi boiler

Banyak parameter yang harus diukur untuk melakukan perhitungan efisiensi boiler dengan menggunakan metode tidak langsung. Perhitungan dengan metode ini sangat berkaitan erat dengan panas hilang saat boiler beroperasi. Berikut beberapa parameter perhitungan yang berpengaruh cukup besar terhadap efisiensi boiler :



Gambar 13. Grafik Hubungan konsumsi bahan bakar terhadap efisiensi boiler



Gambar 14. Grafik Hubungan temperatur gas buang terhadap efisiensi boiler

Pada Gambar 14 menunjukkan hubungan antara temperatur gas buang dan efisiensi boiler. Semakin tinggi temperatur gas buang maka semakin tinggi pula panas yang hilang yang diikuti oleh penurunan nilai efisiensi. Hal ini diakibatkan menurunnya kemampuan alat dalam menyerap panas yang dihasilkan dari proses pembakaran sehingga panas yang seharusnya dimanfaatkan untuk menguapkan air terbawa oleh gas buang.

6. KESIMPULAN

1. Beberapa sifat bahan bakar yang dianalisa seperti viskositas, angka setana, kadar air serta nilai kalor turut memberikan efek pada hasil efisiensi boiler. Dari sifat-sifat tersebut ada yang memberikan efek secara langsung dan tidak langsung terhadap efisiensi boiler.
2. Dari pengujian sifat sampel minyak solar murni, biodiesel murni serta bahan bakar campuran biodiesel-solar diketahui memiliki nilai yang berbeda seiring dengan variasi bahan bakar yang digunakan dan turut memberikan pengaruh pada nilai efisiensi boiler. Kondisi optimum boiler yang dicapai saat Fan Damper Number (FDN) 5,8 dapat dilihat pada saat B5 dengan efisiensi yang paling tinggi dibandingkan bahan bakar lainnya yaitu 86,50%.

DAFTAR PUSTAKA

- Arita. Susila, R. Sipahutar, L.N. Komariah, F.Hadiah, A.M. Jannah, H. Dwipayana : *“Performance Check of Biodiesel Application on Boiler Used in Biodiesel Pilot Plant UNSRI”*, Proceeding of Sriwijaya International Seminar on Energy Science and Technology, (2010).
- Bureau. 2003. *“Energy Performance Assessment of Boilers*. Bureau of Energy Efficiency”
- Dalimunthe, Darmansyah. 2006, *“Konservasi Energi di Kilang Gas Alam Cair LNG Melalui Peningkatan Efisiensi Pembakaran pada Boiler”*, Medan:Universitas Sumatera Utara

- H. Dwipayana and Maryamah. “*Menentukan Kondisi Steady State Boiler Berbahan Bakar Campuran Biodiesel CPO dan Solar dengan Parameter Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang*”. Tesis Magister Teknik Kimia. PPS UNSRI. (2009).
- Komariah *et al.*, 2013. “*Emission factor of biodiesel combustion in industrial boiler : A comparison to fossil fuel*”, Inderalaya, Universitas Sriwijaya
- Kuti, O.A., dkk. 2011. “*Characteristics of the ignition and combustion of biodiesel fuel spray injected by a common-rail injection system for a direct-injection diesel engine*”. Japan, SAGE
- Muhaisen, Nabil M & Rajab Abdullah Hokoma. 2012. “*Calculating the Efficiency Of Steam Boilers Based On Its Most Effecting Factors*”, : A Case Study”, Libya
- Muni, Anjum R et all. 2004. “*Efficiency of Bagasse Fired Boiler on the Basis of Gas buanges Temperature and Total Heat Values of Steam*”. Pakistan
- Sumarsono, Markus. 2008. “*Analisa Pengaruh Campuran Bahan Bakar solar – minyak Jarak Pagar Pada Kinerja Motor Diesel dan Emisi Gas Buang*”. Jurnal Teknik Lingkungan. 9 (2).141-148.
- Wirawan, S Soni. 2008. “*Studi Penentuan Komposisi Optimum Campuran Bahan Bakar Biodiesel – Petrodiesel*”. Jurnal Teknik Lingkungan. 4 (3). 153-169.
- Yusla, M. 2011. “*Kaji Pengaruh Substitusi Ethanol Pada Solar Terhadap Kinerja Mesin Diesel Perkins*”. Skripsi Mahasiswa. Makassar, Universitas Hasanuddin.