

Analisis Pembentukan Sudut Semburan Minyak Jelantah pada Ujung Nosel Sederhana

I G.N Bagus Yoga Junaya, I.K.G. Wirawan, W.N. Septiadi
Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Semakin meningkatnya penggunaan bahan bakar fosil akan berdampak terhadap menipisnya ketersediaan minyak bumi di alam, oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk menemukan bahan bakar alternatif. Salah satu bahan bakar alternatif adalah minyak jelantah karena merupakan limbah dan ketersediaannya yang berlimpah. Parameter yang harus diperhatikan bila minyak jelantah digunakan sebagai bahan bakar adalah sudut semburan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik semburan dari minyak jelantah. Secara teknis minyak jelantah tidak akan teratomisasi karena viskositasnya yang sangat tinggi. Untuk menurunkan viskositas tersebut maka dilakukan pemanasan awal pada pipa tembaga yang akan dialiri oleh minyak jelantah. Temperatur pemanasan awal divariasikan pada 350°C, 360°C, 370°C, 380°C dan 390°C dengan tekanan bahan bakar minyak jelantah pada tekanan 3 bar, 4 bar dan 5 bar serta diameter lubang nosel sebesar 0,5 mm dijaga konstan. Peningkatan temperatur pemanasan awal dan tekanan menyebabkan terjadi peningkatan sudut semburan minyak jelantah. Jika dibandingkan dengan minyak tanah tanpa pemanasan awal sudut semburan minyak tanah lebih besar 3.82° daripada minyak jelantah pada temperatur 350°C tekanan 3 bar dan menjadi 1.62° ketika temperatur pemanasan awal minyak jelantah ditingkatkan menjadi 390°C. Penurunan viskositas terjadi dari 75 cP sampai 8 cP pada temperatur 27°C hingga temperatur minyak 100°C. Penurunan nilai viskositas tersebut berpengaruh terhadap sudut semburan yang dihasilkan pada ujung nosel.

Kata kunci: minyak jelantah, pemanasan awal, sudut semburan.

Abstract

The increasing use of fossil fuel would have an impact on the availability of petroleum depletion in nature, therefore, it is necessary to do some research to find alternative fuels. One of the alternative fuel is used waste cooking oil(WCO) because it is a waste and its availability is very abundant. The parameter that must be considered when using the cooking oil as fuel is the spray angle. The purpose of this study was to determine the characteristics of spray of WCO. Technically, WCO will not be atomized because the viscosity is very high. To reduce the viscosity, then performed preheating of the copper pipe that would powered by WCO. The preheat temperatures was varied at 350°C, 360°C, 370°C, 380°C and 390°C with the fuel pressures of WCO at the pressures of 3 bar, 4 bar and 5 bar and the nozzle orifice diameter of 0.5 mm was kept constant. The increasing of the preheat temperatures and pressures causes an increase in the spray angle of WCO. In comparison with kerosene without preheating, spray angle for kerosene is 3.82° greater than WCO at the temperature of 350°C and the pressure of 3 bar becomes 1.62° when the preheat temperature of WCO increased to 390°C. The decrease of viscosity occurred from 75 cP to 8 cP at 27°C up to 100°C of the WCO temperature. The decrease of viscosity value affect the spray angle produced at the nozzle tip.

Keywords: waste cooking oil, preheating, spray angle.

1. Pendahuluan

Kehidupan manusia pada saat ini tidak dapat terlepas dari kebutuhan energi. Sumber energi dunia yang paling dominan dipergunakan adalah energi yang berasal dari alam seperti minyak bumi, gas alam dan batubara. Bahan-bahan tersebut bersifat tidak terbarukan (*non-renewable energy*) sehingga semakin sering dipergunakan ketersediaannya akan semakin menipis. Menurut Laporan *The World Energy Council* tahun 1993 menjelang tahun 2020 kebutuhan energi dunia akan meningkat dari 8.8 Gtoe (*Gigatons of oil equivalent*) menjadi 11,3 sampai 17,2 Gtoe [1]. Kondisi tersebut akan menguras banyak cadangan minyak bumi. Salah satu cara untuk

mengurangi dampak krisis energi tersebut adalah dengan mencari sumber energi alternatif.

Indonesia memiliki beragam sumber untuk dimanfaatkan menjadi energi alternatif terbarukan. Salah satu sumber energi alternatif terbarukan yang dapat digunakan sebagai bahan bakar adalah minyak goreng bekas. Minyak goreng bekas (*waste cooking oil* atau WCO) dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku alternatif untuk bahan bakar pada kompor bertekanan (*pressure stove*)[2]. Selain itu dengan pengolahan terlebih dahulu WCO dapat dijadikan sebagai biodiesel pengganti solar. Karena kandungan asam lemak bebas yang tinggi untuk dapat menjadi biodiesel pada umumnya WCO melewati proses esterifikasi dan proses transesterifikasi.

Pada proses pembakaran mesin diesel, bahan bakar diesel dirubah menjadi tetesan yang halus (*droplet*) dengan menggunakan nosel pada injektor. Semburan bahan bakar dalam bentuk partikel-partikel tersebut berdampak pada semakin meluasnya permukaan semburan, mempercepat penguapan dan mempermudah terjadinya pembakaran. Penyebaran tetesan tergantung dari sudut semburan (*spray angle*) nosel, semakin besar sudut semburan yang dibentuk maka semakin luas penyebaran tetesan [3]. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi sudut semburan, diantaranya viskositas, tekanan dan diameter lubang nosel. Sudut semburan biodiesel lebih kecil dibandingkan sudut semburan minyak tanah (*kerosene*) sudut semburan biodiesel 47° sedangkan sudut semburan minyak tanah 51° pada tekanan dan diameter lubang nosel yang sama [4]. Viskositas minyak jelantah yang tinggi akan memperlambat proses atomisasi, berbeda dengan minyak tanah yang memiliki viskositas yang lebih rendah sehingga hal tersebut berpengaruh pada penyebaran tetesan. Pembentukan sudut semburan terjadi apabila viskositas minyak menurun, maka dari itu diperlukan pemanasan awal (*preheat*) untuk menurunkan viskositas minyak [5].

Dalam hal ini permasalahan yang akan dikaji adalah bagaimanakah pengaruh variasi temperatur pemanasan awal dan tekanan terhadap sudut semburan minyak jelantah pada ujung nosel, serta perbandingan sudut semburan minyak jelantah dengan sudut semburan minyak tanah. Batasan dalam penelitian ini adalah bahan bakar yang digunakan adalah minyak jelantah yang diperoleh dari limbah hotel dan minyak tanah serta diameter lubang nosel yang digunakan dalam penelitian ini dengan ukuran 0,5 mm

2. Dasar Teori

2.1. Minyak Jelantah

Minyak jelantah atau minyak goreng bekas (*waste cooking oil*) merupakan minyak limbah yang berasal dari jenis-jenis minyak goreng seperti halnya minyak jagung, minyak sayur, minyak kelapa dan sebagainya. Selama proses penggorengan, minyak goreng akan mengalami pemanasan pada suhu tinggi 170°C - 180°C dalam waktu yang cukup lama. Hal ini menyebabkan terjadi proses oksidasi, hidrolisis dan polimerisasi yang menghasilkan senyawa-senyawa hasil degradasi minyak keton, aldehid dan polimer yang merugikan kesehatan manusia. Proses-proses tersebut menyebabkan minyak mengalami kerusakan. Kerusakan utama timbulnya bau dan rasa tengik, sedangkan kerusakan lain meliputi peningkatan kadar asam lemak bebas (FFA), bilangan Iodin (IV), timbulnya kekentalan minyak, terbentuknya busa, adanya kotoran dari bumbu yang digunakan dan bahan yang digoreng [6]. Minyak jelantah memiliki sifat fisik yang ditunjukkan pada tabel 1 [7]. Sifat kimia dari minyak jelantah terdapat

komposisi asam lemak pada minyak jelantah yang ditunjukkan pada tabel 2 [8].

Tabel 1 Sifat Fisik Minyak Jelantah

Parameter	Satuan	Minyak Jelantah
Densitas 60/60	Kg/m ³	0.9104
Viskositas Kinematis 40° C	cst	39.07
Titik tuang	°F	50
Titik nyala	°F	478
Sisa karbon <i>conradson</i>	%	0.318
Nilai pembakaran kotor	Btu/lb	18.952
Nilai pembakaran bersih	Btu/lb	17.832

(Karna Wijaya, 2011)

Tabel 2 Komposisi Asam Lemak Minyak Jelantah

Asam Lemak	Minyak Jelantah (%)
Lauric (12:0)	9,95
Myristic (14:0)	0,19
Palmitic (16:0)	8,9
Palmitoleic (16:0)	0,22
Searic (18:0)	3,85
Oleic (18:0)	30,71
Linoleic (18:3)	54,35
Linonelic (18:3)	0,27
Arachidic (20:0)	0,29
Gidoleic (20:1)	0,18
Bahenic (22:0)	0,61

(Mahreni, 2010)

2.2 Atomisasi (Pengabutan) Cairan

Atomisasi adalah proses pembuatan tetesan cairan di dalam fase gas. Tujuan atomisasi adalah meningkatkan luas permukaan cairan dengan cara memecahkan tetesan cairan menjadi banyak tetesan kecil. Proses atomisasi dimulai dengan mendorong cairan melalui sebuah nosel. Terdorongnya cairan dengan bantuan geometri nosel menyebabkan cairan diubah menjadi bongkahan-bongkahan kecil. Bongkahan ini selanjutnya pecah menjadi pecahan yang sangat kecil yang biasanya disebut dengan *droplet*/tetesan atau partikel cairan [9] ada berbagai faktor yang mempengaruhi ukuran dari tetesan (*droplet*). Diantara faktor-faktor tersebut adalah sifat-sifat cairan, seperti tegangan permukaan, viskositas, dan densitas.

2.3 Karakteristik Semburan

Karakteristik semburan atau *spray characteristics* meliputi *spray tip penetration*, *Spray angle* dan *spray pattern* [10].

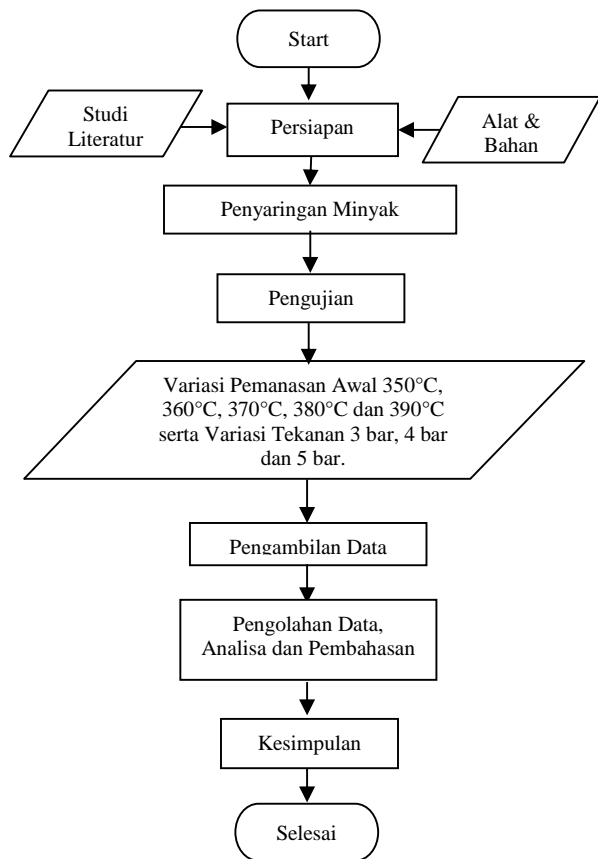
1. *Spray tip penetration* adalah jarak aksial antara lubang injektor ke lokasi terjauh yang dapat ditempuh oleh *spray droplet*.

2. Sudut semburan (*spray angle*) adalah sudut yang terbentuk dari semburan pada nosel.
3. *Spray pattern* adalah pola yang dihasilkan dari semburan.

3. Metode Penelitian

3.1 Alur Penelitian

Penelitian ini dilakukan mengikuti diagram alur seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alur penelitian

3.2 Alat dan Bahan

1. Alat

Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tabung bahan bakar
2. *Data logger*
3. Pipa tembaga
4. *Heater*
5. Nosel
6. Kompresor
7. Kamera
8. *Pressure gauge*
9. Layar hitam
10. *Valve/katup*
11. *Thermocouple*
12. Lampu penerangan

2. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah minyak jelantah yang diperoleh dari hasil limbah

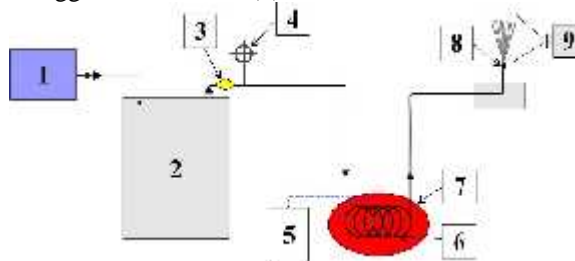
hotel seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Minyak Jelantah

3.3 Set Up Peralatan

Set up alat penelitian ditunjukkan secara sistematis pada Gambar 3. *Set up* peralatan dimulai dengan memasukkan minyak jelantah ke dalam tabung (2). Udara bertekanan dimasukkan ke dalam tabung minyak jelantah menggunakan kompresor (1) selanjutnya *heater* (7) dihidupkan untuk memanaskan pipa tembaga (6), setelah temperatur pemanasan tercapai yang dapat dilihat pada *data logger* (5) maka katup/*valve* (3) dibuka dan tekanan fluida yang mengalir menuju nosel (8) diukur dengan *pressure gauge* (4), uap minyak jelantah yang keluar dari nosel akan membentuk *spray* dan di rekam menggunakan kamera (9).

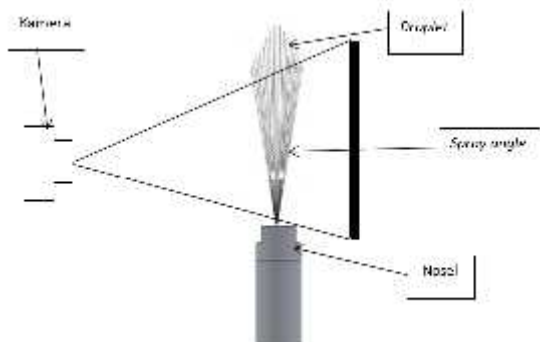


Gambar 3. Set-up alat penelitian

3.4 Pengujian

Agar penelitian ini berjalan dengan baik, maka dilakukan persiapan awal yaitu mempersiapkan alat dan bahan yang digunakan pada penelitian. Memasang *thermocouple* pada pipa tembaga dan *heater* sebagai pemanasan awal (*preheat*). Menempatkan alat di tempat yang datar untuk memperoleh hasil penelitian yang maksimal, menyaring minyak jelantah menggunakan kain halus untuk menghindari penyumbatan pada lubang nosel. Pengujian sudut semburan dimulai dengan memberikan *preheat*. Bahan bakar minyak jelantah dimasukkan ke dalam tabung sebesar 0.5 liter. Udara bertekanan diinjeksikan ke dalam tabung dengan variasi tekanan 3 bar, 4 bar dan 5 bar dengan kompresor dan temperatur divariasikan pada 350°C, 360°C, 370°C, 380°C dan 390°C. Setiap perubahan

variabel tekanan dan temperatur *preheat*, gambar sudut semprot yang terbentuk pada ujung nosel direkam menggunakan kamera. Agar uap semburan terlihat jelas maka dibantu dengan meletakkan layar hitam dibelakang nosel dan dibantu dengan lampu penerangan, seperti ditunjukkan pada Gambar 4.

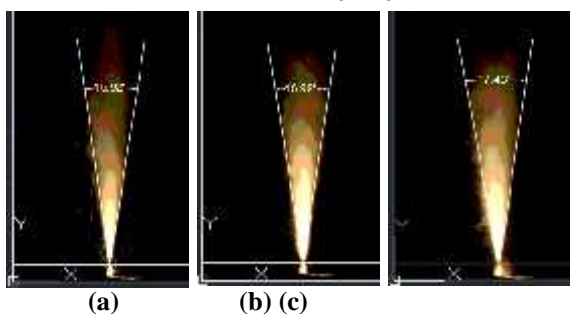


Gambar semburan yang direkam menggunakan kamera akan diukur sudut semburannya menggunakan software Autodesk Autocad.

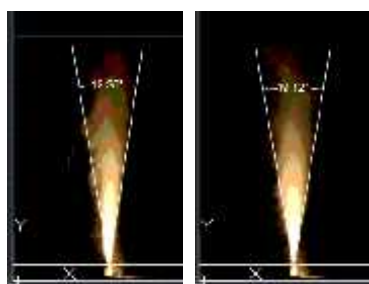
Gambar 4. Pengambilan gambar semburan

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Data sudut semburan minyak jelantah

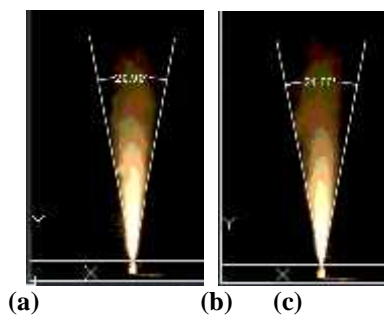
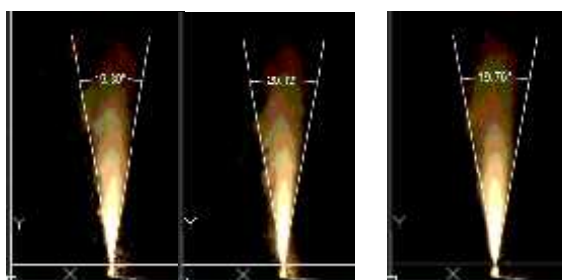


(a) (b) (c)



(d) (e)

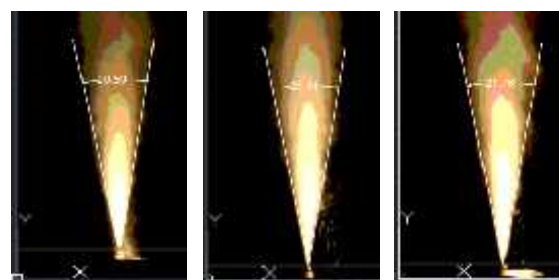
Gambar 5. Sudut Semburan Pada Tekanan 3 bar dengan Temperatur Pemanasan Awal (a) 350°C, (b) 360°C, (c) 370°C, (d) 380°C, dan (e) 390°C.



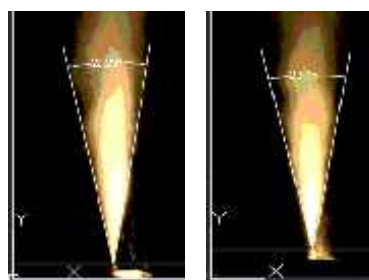
(a) (b) (c)

(d) (e)

Gambar 6. Sudut Semburan Pada Tekanan 4 bar dengan Temperatur Pemanasan Awal (a) 350°C, (b) 360°C, (c) 370°C, (d) 380°C, dan (e) 390°C.



(a) (b) (c)

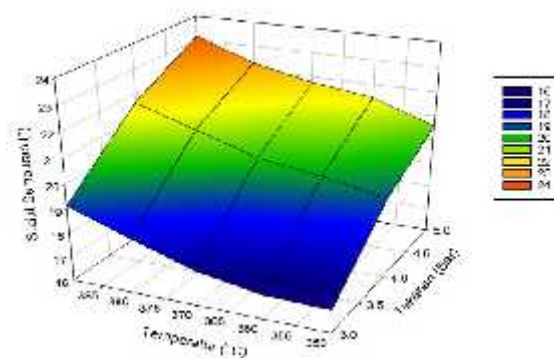


(d) (e)

Gambar 7. Sudut Semburan Pada Tekanan 5 bar dengan Temperatur Pemanasan Awal (a) 350°C, (b) 360°C, (c) 370°C, (d) 380°C, dan (e) 390°C

4.2 Pengaruh Tekanan dan Temperatur

Pemanasan Awal Terhadap Sudut Semburan

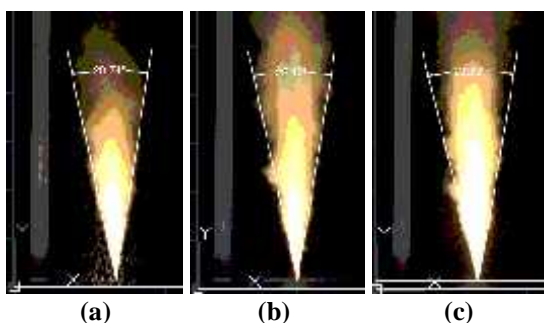


Gambar 8. Grafik Pengaruh Tekanan dan Temperatur *Preheat* Terhadap Sudut Semburan Minyak Jelantah

Gambar 8 menunjukkan bahwa ketika tekanan ditingkatkan dari 3 bar sampai 5 bar pada setiap temperatur pemanasan awal terjadi peningkatan sudut semburan. Dari grafik diatas pada setiap kenaikan tekanan 1 bar pada masing-masing temperatur pemanasan awal rata-rata peningkatan sudut semburan sebesar 2°. Hal ini dipengaruhi oleh ukuran droplet akibat peningkatan tekanan, karena semakin besar tekanan akan memperkecil ukuran droplet sedangkan penurunan tekanan akan memperbesar ukuran *droplet*[11]. Tekanan yang tinggi akan mempermudah proses atomisasi dan menghasilkan ukuran droplet yang lebih halus. Droplet yang halus bila bercampur dengan udara akan mudah terbakar.

Pada Gambar 8 menunjukan bahwa peningkatan temperatur pemanasan awal dari 350°C sampai 390°C cenderung terjadi peningkatan sudut semburan. Setiap kenaikan temperatur pemanasan awal sebesar 10°C terjadi peningkatan sudut semburan. Rata-rata selisih sudut semburan minyak jelantah dari temperatur 350°C ke 390°C pada masing-masing tekanan sebesar 2°. Salah satu penyebab tingginya viskositas pada minyak jelantah adalah asam lemak bebas (*free fatty acid*) dapat mempengaruhi viskositas. Viskositas minyak akan menurun ketika asam lemak bebas yang terkandung pada minyak sedikit. Asam lemak bebas yang terkandung pada minyak menyebabkan terbentuknya endapan pada nosel [12]. Hasil pengujian viskositas minyak jelantah terjadi penurunan viskositas dari 75 cP sampai 8 cP pada temperatur 27°C hingga temperatur minyak 100°C. Endapan asam lemak bebas dan gliserol dapat mengganggu proses atomisasi bahan bakar. Hal ini dapat diatasi dengan cara memanaskan minyak jelantah untuk menurunkan asam lemak bebas sehingga viskositas minyak semakin kecil. Selain itu nosel yang digunakan harus dibersihkan setiap akan menguji suatu percobaan atau diganti dengan nosel yang baru setelah beberapa kali pemakaian nosel.

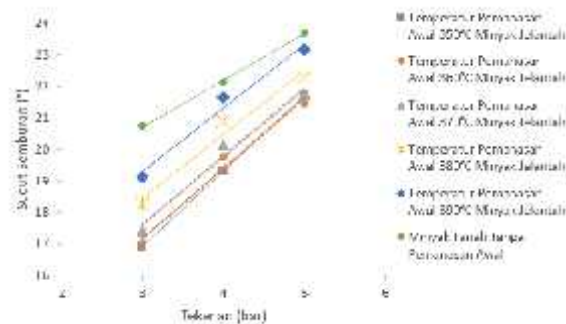
4.3 Perbandingan Sudut Semburan Minyak Jelantah dengan Minyak Tanah



Gambar 9. Sudut Semburan Minyak Tanah Pada Tekanan (a) 3 bar, (b) 4 bar dan (c) 5 bar

Pada Gambar 9 menunjukkan pengukuran sudut semburan minyak tanah pada temperatur ruangan dengan variasi tekanan 3 bar, 4 bar dan 5 bar pada *set-up* alat yang sama pada saat pengujian sudut

semburan minyak jelantah. Peningkatan sudut semburan terjadi ketika tekanan dinaikkan, ketika tekanan 3 bar terbentuk sudut semburan sebesar 20,74°. Setelah tekanan ditingkatkan menjadi 4 bar sudut semburan minyak tanah meningkat sebesar 1.38° menjadi 22,12° dan saat tekanan bahan bakar ditingkatkan menjadi 5 bar sudut semburan minyak tanah meningkat sebesar 1.58° menjadi 23,70°.



Gambar 10. Grafik Perbandingan Sudut Semburan Minyak Jelantah dan Minyak Tanah Pada Tekanan 3 bar, 4 bar dan 5 bar

Gambar 10 menunjukkan perbandingan sudut semburan minyak jelantah dengan minyak tanah pada tekanan 3 bar, 4 bar dan 5 bar. Terlihat jelas perbedaan sudut dimana sudut semburan dari minyak tanah lebih besar dari pada sudut semburan minyak jelantah pada tekanan yang sama, hal ini disebabkan oleh viskositas dari minyak tanah pada temperatur ruangan sebesar 1.64 cP yang lebih rendah dibandingkan dengan viskositas minyak jelantah pada temperatur minyak 27°C sebesar 75 cP dan temperatur minyak 100°C sebesar 8 cP. Selain itu asam lemak bebas yang terkandung pada minyak jelantah menyebabkan endapan sehingga dapat menyumbat lubang nosel sedangkan pada minyak tanah tidak terdapat kandungan asam lemak bebas.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai analisis sudut semburan minyak jelantah terhadap sudut semburan pada ujung dapat disimpulkan beberapa hal antara lain:

1. Temperatur pemanasan awal (*preheat*) berpengaruh terhadap sudut semburan minyak jelantah. Setiap kenaikan temperatur *preheat* sebesar 10°C terjadi peningkatan sudut semburan. Rata-rata selisih sudut semburan minyak jelantah dari temperatur 350°C ke 390°C pada masing-masing tekanan sebesar 2°. Hal ini terjadi karena pada saat pemberian *preheat* viskositas dari minyak jelantah mengalami penurunan, penurunan viskositas terjadi dari 75 cP sampai 8 cP pada temperatur 27°C hingga temperatur minyak 100°C. Penurunan nilai viskositas tersebut berpengaruh terhadap sudut semburan yang dihasilkan pada ujung nosel.

2. Tekanan yang diberikan pada bahan bakar berpengaruh terhadap sudut semburan minyak jelantah. Ketika tekanan dinaikan dari 3 bar sampai 5 bar terjadi peningkatan sudut semburan, setiap kenaikan tekanan 1 bar pada masing-masing temperatur preheat rata-rata peningkatan sudut semburan sebesar 2°. Jika dibandingkan dengan minyak tanah tanpa preheat sudut semburan minyak tanah lebih besar 3.82° daripada minyak jelantah pada temperatur 350°C tekanan 3 bar dan menjadi 1.62° ketika temperatur preheat minyak jelantah ditingkatkan menjadi 390°C dengan tekanan yang sama.

Kompor Tekanan, Bogor Agricultural University.

- [10]. Zakaria, R., 2011, *Jet Fuel Spray Characterisation Using Optical Methods: An Experimental Study of High Speed Fuel Injection.*
- [11]. Olson, E. O., 1999, *Fuel Nozzles for Oil Burners*, Bamberg, South Carolina.
- [12] Kratzeisen. M. and Muller. J., 2009, *Influence of Free Fatty Acid Content of Coconut Oil on Deposit and Performance of Oil Pressure Stove*, Hohenheim University.

Daftar Pustaka

- [1] Imam. T., dan Sulistiana. 2011. *Uji Kalor Bahan Bakar Campuran Bioetanol dan Minyak Goreng Bekas*. Jurnal Neutrino.
- [2] Tamrin. 2013. *Gasifikasi Minyak Jelantah Pada Kompor Bertekanan*. Jurnal Teknik Pertanian Lampung-Vol.2 No.2 115-122, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
- [3] Wiarsita, A., 2012, *Pengaruh Putaran Mesin dan Prosentase Campuran Minyak Diesel dengan Bahan Bakar Diesel Terhadap Karakteristik Mesin dan Emisi Gas Buang*.
- [4] Vinikumar, K., 2012, *Experimental Evaluation on Different Viscous Fluids Spray Characteristics in Injector Using Constant Volume Chamber*. IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering. Technology Journal.
- [5] Alamu, O. J., Dehinbo, O. and Sulaiman, A.M., 2010, *Production and Testing of Coconut Oil Biodiesel Fuel and its Blend*, Leonardo Journal of Sciences (Issue 16).
- [6]. Ketaren. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- [7] Karna, W. 2011. *Biodiesel Dari Minyak Goreng Bekas*. Manajer Biofuel, Katalis dan Hidrogen, PSE-UGM
- [8]. Mahreni. 2010. *Peluang dan Tantangan Komersialisasi Biodiesel-Review*. Jurnal Eksergi Volume X nomor 2. Yogyakarta: Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Pembangunan Nasional Veteran.
- [9] Pardede, M. H., 2012, *Uji Karakteristik Minyak Nyamplung dan Aplikasinya Pada*