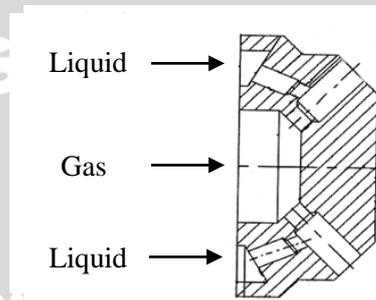


BAB II TINJAUAN PUSTAKA

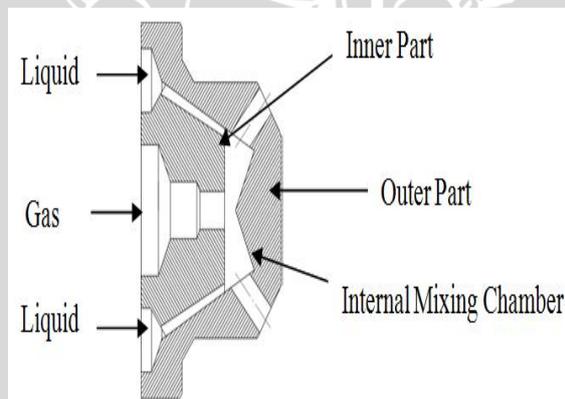
2.1 Penelitian Sebelumnya

Barerras, dkk (2004) melakukan penelitian tentang pengaruh penggunaan dan bentuk *mixing chamber* terhadap karakteristik *spray* pada *twin fluid atomizer*. Dalam penelitian tersebut divariasikan tiga jenis *twin fluid atomizer* dengan bentuk *mixing chamber* yang berbeda-beda, yaitu *atomizer* berprofil Y, *atomizer* dengan *internal mixing chamber*, dan *atomizer* dengan eksternal *mixing chamber* berprofil Y. Gambar dibawah ini menunjukkan *atomizer* berprofil Y.



Gambar 2.1 *Atomizer* berprofil Y.
Sumber :Barerras, dkk(2004:129).

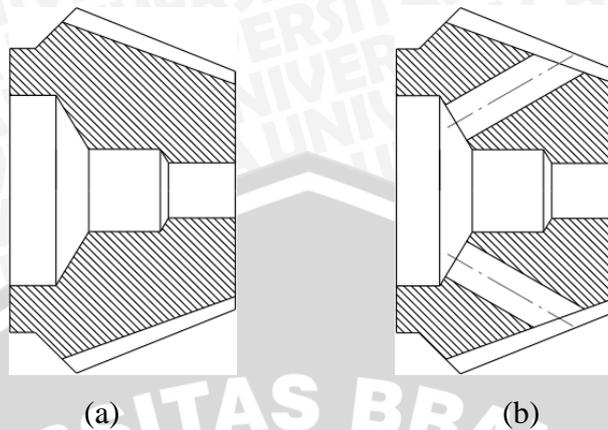
Twin Fluid Atomizer dengan *internal mixing chamber* ditunjukkan pada gambar dibawah ini:



Gambar 2.2 *Atomizer* dengan *internal mixing chamber*.
Sumber : Barerras, dkk(2004:131).

Pada gambar 2.2 dijelaskan bahwa *twin fluid atomizer* dengan *internal mixing chamber* dibagi menjadi dua bagian terpisah. Bagian pertama yaitu bagian luar atau *outer part* dan bagian kedua yaitu bagian dalam atau *inner part*, sedangkan *twin fluid atomizer* dengan *internal mixing chamber* berprofil Y ditunjukkan oleh gambar 2.3,

dimana *twin fluid atomizer* ini merupakan hasil modifikasi dari bagian dalam atau *inner part* dari atomizer dengan *internal mixing chamber*



Gambar 2.3 (a) *Inner part* tanpa profil Y,
(b) *Inner part* dengan profil Y.
Sumber : Barerras,dkk(2004:131)

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui karakteristik *spray* dari *twin fluid atomizer* dengan *mixing chamber* yang berbeda. Fluida yang digunakan adalah air dan udara. Debit air yang digunakan yaitu $0,5\text{m}^3/\text{h}$ - $1\text{m}^3/\text{h}$ dengan $0,1\text{ m}^3/\text{h}$ tiap kenaikannya. Debit udara yang digunakan yaitu $30\text{ Nm}^3/\text{h}$ - $60\text{ Nm}^3/\text{h}$ dengan kenaikan $10\text{ Nm}^3/\text{h}$. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa ketiga *twin fluid atomizer* tersebut memiliki nilai *air to liquid ratio* (ALR) yang hampir sama, sedangkan nilai *discharge coefficient* tertinggi dimiliki oleh atomizer berprofil Y. *Discharge coefficient* adalah rasio perbandingan antara nilai debit aktual dibagi dengan debit ideal. Dari hasil penelitian ini kinerja paling baik terdapat pada atomizer dengan *internal mixing chamber* tanpa profil Y, yang mana dapat menghasilkan *droplet* yang halus pada laju aliran yang rendah.

Arya, dkk (2012) meneliti tentang simulasi numerik pola semprotan bahan bakar *biodiesel* di ruang bakar *mexican hat*. *Biodiesel* yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak goreng bekas. Dari penelitian tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa peningkatan tekanan ruang bakar akan menghasilkan sudut semprotan lebih besar dan diameter droplet lebih kecil.

Dari hasil penelitian tersebut diperoleh karakteristik *spray* yang bervariasi, akan tetapi pada kedua penelitian tersebut tidak ditentukan viskositas atau kekentalan bahan bakar yang digunakan, oleh karena itu dalam penelitian ini akan diamati pengaruh variasi viskositas bahan bakar terhadap karakteristik *spray* pada *twin fluid atomizer*.

Diharapkan dari penelitian ini dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai pengembangan dari *twin fluid atomizer*, serta dapat membantu dalam pemilihan *twin fluid atomizer* yang sesuai dengan kebutuhan.

2.2 Fluida

2.2.1 Definisi Fluida

Fluida adalah suatu zat yang bisa mengalami perubahan-perubahan bentuknya secara *continue*/terus-menerus bila terkena tekanan/gaya geser walaupun relatif kecil atau bisa juga dikatakan suatu zat yang mengalir, kata fluida mencakup zat cair, gas, air, dan udara karena zat-zat ini dapat mengalir. Fluida memiliki berbagai sifat atau properties yang sangat penting dalam aplikasinya. Sifat-sifat yang dimiliki fluida diam yaitu kerapatan (ρ), berat jenis (γ), volume jenis (v), *specific gravity* (s) dan kompresibilitas. Sedangkan untuk fluida bergerak ada satu sifat yang penting yaitu viskositas.

Kerapatan suatu zat adalah perbandingan massa dan volume zat tersebut, sehingga nilai kerapatan dapat diukur melalui pengukuran massa dan volumenya. Satuannya adalah kg/m^3 . Berat jenis adalah berat zat tiap satuan volume, berat jenis bergantung pada wadah dimana zat tersebut memenuhinya serta besarnya gravitasi. Satuannya adalah N/m^3 . Volume jenis adalah volume yang ditempati oleh massa fluida tiap satu satuan massa. *Specific gravity* adalah perbandingan antara massa jenis dari suatu zat tertentu dengan massa jenis air. Kompresibilitas adalah ukuran perubahan volume suatu benda dikarenakan perubahan tekanan yang dialami benda tersebut.

Viskositas adalah sifat fluida yang menunjukkan kemampuan fluida tersebut menahan gaya geser. Viskositas terjadi karena adanya interaksi antara molekul-molekul cairan. Hukum viskositas Newton menyatakan bahwa untuk laju perubahan bentuk sudut fluida yang tertentu maka tegangan geser berbanding lurus dengan viskositas. Hukum viskositas Newton dirumuskan pada persamaan berikut :

$$\tau = \mu \frac{du}{dy} \quad (\text{Streeter, 1958:4}) \quad (2.1)$$

Dengan : τ = Tegangan geser ()

μ = Viskositas (Ns/m^2)

$\frac{du}{dy}$ = Laju perubahan fluida (m^2/s)

Viskositas (μ) disebut juga viskositas mutlak atau viskositas dinamik. Sedangkan viskositas kinematik merupakan perbandingan antara viskositas dinamik terhadap massa jenis fluida tersebut.

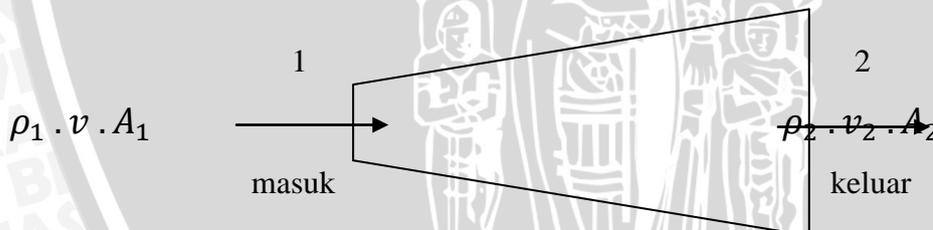
2.2.2 Persamaan Kontinuitas

$$\begin{aligned} \dot{m}_1 &= \dot{m}_2 \\ \rho_1 \cdot A_1 \cdot v_1 &= \rho_2 \cdot A_2 \cdot v_2 \\ A_1 \cdot v_1 &= A_2 \cdot v_2 \end{aligned} \quad (\text{Streeter, 1958}) \quad (2.2)$$

($\rho_{\text{bahan bakar}} = \text{konstan}$)

dimana : Q = debit aliran (m^3/s)
 v = kecepatan aliran (m/s)
 A = luas penampang saluran (m^2)

Persamaan kontinuitas merupakan bentuk turunan dari hukum kekekalan massa. Hukum kontinuitas menyatakan pada kondisi aliran *steady* massa bahan bakar yang melalui semua bagian dalam arus bahan bakar per satuan waktu adalah sama. Hal ini berarti massa bahan bakar per satuan waktu yang mengalir pada sembarang titik adalah konstan.



Debit bahan bakar merupakan besarnya volume bahan bakar yang mengalir tiap satuan waktu. Dapat dilihat pada persamaan kontinuitas bahwa semakin kecil luas penampang saluran, maka kecepatan bahan bakar akan meningkat.

2.2.3 Persamaan Bernoulli

Syarat-syarat berlakunya persamaan Bernoulli adalah:

- Aliran *steady*
- Aliran *incompressible*
- Aliran tanpa gesekan
- Aliran menurut garis arus (sepanjang *stream line*)

Suatu aliran fluida *incompressible* yang memiliki tekanan (P), kecepatan (v), dan beda ketinggian (z) mempunyai energi aliran fluida sebesar :

- Persamaan energi :

$$\text{Energi potensial} + \text{Energi tekan} + \text{Energi kinetik} = C$$

$$m \cdot g \cdot z + P \cdot V + \frac{1}{2} m v^2 = C$$

- Persamaan energi spesifik :

$$w = g \cdot z + \frac{P}{\rho} + \frac{v^2}{2} = c \quad (N.m/kg)$$

(dibagi dengan massa karena massa dianggap sama)

- Persamaan ketinggian :

$$H = z + \frac{P}{\rho \cdot g} + \frac{v}{2g} = c \quad (m)$$

(dibagi dengan massa dan gravitasi karena massa dan gravitasi dianggap sama)

Persamaan Bernoulli umumnya ditulis dalam bentuk :

$$z_1 + \frac{P_1}{\rho \cdot g} + \frac{v_1^2}{2g} = z_2 + \frac{P_2}{\rho \cdot g} + \frac{v_2^2}{2g} \quad (\text{Streeter, 1958}) \quad (2.3)$$

dimana $\frac{P}{\rho \cdot g}$ adalah head tekanan

$\frac{v^2}{2g}$ adalah head kecepatan

z adalah head elevasi

Sebagai permisalan adalah aliran air di dalam pipa, pada posisi 1 air mempunyai tekanan P_1 , luas penampang A_1 , dan kecepatan v_1 . Perubahan bentuk energi akan terjadi bila pada posisi 2 penampangnya diperkecil. Dengan demikian, kecepatan air akan naik menjadi v_2 dan tekanan P_2 akan berkurang. Hal ini dapat terlihat jelas apabila letak pipa dalam keadaan horizontal ($z_1=z_2$).

Jadi, persamaan Bernoulli dapat dinyatakan sebagai berikut :

“pada tiap saat dan tiap posisi yang ditinjau dari suatu aliran di dalam pipa tanpa gesekan yang tidak bergerak akan mempunyai jumlah energi ketinggian tempat, tekanan, dan kecepatan yang sama besarnya”.

2.3 Orifice

Orifice adalah salah satu alat yang digunakan untuk mengukur laju aliran volume atau massa fluida di dalam saluran yang tertutup (pipa) berdasarkan prinsip beda tekanan. Alat ini berupa plat tipis dengan gagang yang diapit diantara flens pipa. Fungsi dari gagang *orifice* adalah untuk memudahkan dalam proses pemasangan dan penggantian. *Orifice* termasuk alat ukur laju aliran dengan metode rintangan aliran (*Obstruction Device*). Karena geometrinya yang sederhana, biaya untuk membuatnya murah dan mudah dipasang atau diganti.

Fluida yang mengalir melalui pipa ketika sampai pada *orifice* akan dipaksa untuk melewati lubang pada *orifice*. Hal itu menyebabkan terjadinya perubahan kecepatan dan tekanan. Titik dimana terjadi kecepatan maksimum dan tekanan minimum disebut *vena contracta*. Setelah melewati *vena contracta* kecepatan dan tekanan akan mengalami perubahan lagi.

Akan tetapi nilai debit aktual berbeda dengan nilai debit ideal dimana pada debit aktual tidak diketahui diameter dari daerah *vena contracta*. Pada debit aktual, aliran fluida juga dipengaruhi oleh adanya gesekan fluida terhadap pipa, oleh karena itu dibutuhkan nilai *discharge coefficient* (C_d), nilai *contraction coefficient* (C_c) dan nilai rasio diameter orifice dan diameter dalam dari pipa (β).

2.4 Twin Fluid Atomizer

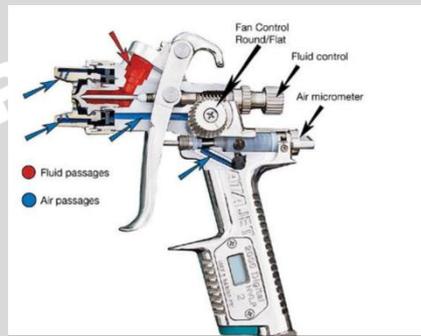
Twin fluid atomizer adalah alat yang berfungsi untuk menghasilkan atomisasi dengan menggunakan dua fluida, yaitu bahan bakar dan gas. Dalam *twin fluid atomizer* fluida gas digunakan sebagai pemecah stabilitas dari bahan bakar. Fluida gas akan menabrak bahan bakar sehingga saat bahan bakar keluar dari *twin fluid atomizer* bahan bakar menjadi ligamen-ligamen yang selanjutnya berubah menjadi droplet.

Hasil *spray* yang dihasilkan dari *twin fluid atomizer* memiliki karakteristik tertentu, dimana karakteristik itu meliputi debit aliran bahan bakar, sudut *spray*, dan distribusi ukuran *droplet*. Karakteristik tersebut dapat berubah-ubah karena berbagai faktor. Faktor – faktor yang mempengaruhi karakteristik itu antara lain meliputi fluida yang digunakan, bentuk *atomizer* (geometri dan dimensi) dan kondisi lingkungan sekitar yang ada pada saat itu.

Kelebihan dari *twin fluid atomizer* dengan *internal mixing chamber* adalah dapat menghasilkan *spray* yang lebih halus dan ukuran *droplet* yang lebih kecil, tetapi

kekurangannya yaitu apabila tekanan dari salah satu fluida lebih tinggi, maka akan menyebabkan aliran balik ke fluida yang tekanannya lebih kecil.

Pada penelitian ini digunakan *spraygun* yang merupakan salah satu jenis *twin fluid atomizer* sebagai penghasil *droplet*. Prinsip kerja *twin fluid atomizer* ditunjukkan pada gambar 2.6. Bila udara bertekanan berasal dari kompresor sedangkan bahan bakar dialirkan melalui pompa. Kedua jenis fluida tersebut bertemu di dalam *mixing chamber*. Di dalam *mixing chamber* udara memecah stabilitas bahan bakar sehingga bahan bakar keluar dari *twin fluid atomizer* berubah menjadi *ligamen-ligamen* yang kemudian terpecah menjadi *droplet* (gambar 2.4).



Gambar 2.4 Skema *Spray Gun*.
Sumber : Truckin (2007).

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemakaian *spray gun* adalah:

➤ **Pengatur cairan**

Kontrol ini berfungsi untuk mengatur jumlah suplai bahan bakar yang keluar dari nosel. Cara kerjanya adalah memutar knob tersebut ke kiri (berlawanan arah jarum jam) sehingga akan memperjauh jarak jarum nosel dengan *orifice* dan bahan bakar akan keluar ketika pelatuk *spray gun* ditekan. Jarak tersebut yang membuat udara bertekanan menarik cairan keluar. Pada penelitian ini knob diatur sesuai dengan masa alir cairan yang dibutuhkan dan dijaga tetap dengan cara menekan pelatuk *spray gun* secara permanen.

➤ **Pengatur jumlah udara keluar**

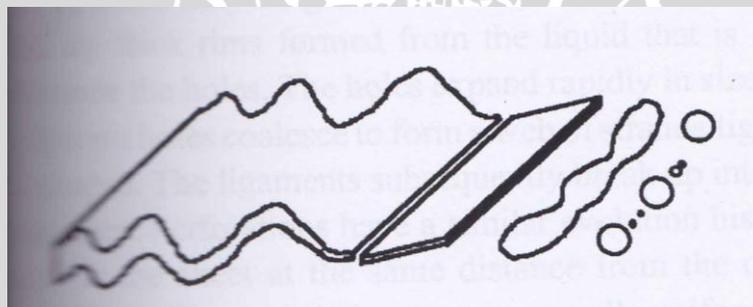
Pengatur jumlah udara ini terletak di samping *spray gun* dan berfungsi untuk mengatur jumlah udara yang keluar dalam sekali penekanan pelatuk. Udara bertekanan tersebut akan keluar melalui lubang di ujung *spray gun* dan segera bercampur dengan cairan menjadi partikel yang kecil (*atomized*). Arah dan ukuran cairan yang bercampur udara tadi diatur oleh lubang angin di ujung *spraygun* (*air horn*). Knob ini pula yang mengatur lebar dan arah semprotan. Dasar pengaturannya sama dengan pengatur cairan.

➤ Pengatur tekanan udara

Ini adalah kontrol terakhir yang digunakan untuk mengatur semprotan *finishing*. Kontrol ini mengatur besar kecilnya tekanan udara yang masuk melalui *spray gun*. Pengatur tekanan udara ini berpengaruh dengan ukuran *atomized* yang keluar. Semakin besar tekanan udara maka *atomized* yang dihasilkan semakin halus. Pada penelitian ini pengaturan tekanan udara dijaga konstan.

2.5 Pembentukan Droplet

Untuk memecahkan aliran fluida menjadi *droplet*, diperlukan energi. Dalam *twin fluid atomizer*, biasanya energi ini berbentuk energi tekanan dari pompa dan kompresor. Energi tekanan dikonversikan menjadi energi kecepatan dengan mengalirkan fluida melalui saluran masing-masing fluida. Dalam *twin fluid atomizer* proses pembentukan droplet dibagi menjadi beberapa tahap. Pada tahap awal, fluida cair yang berada pada *mixing chamber* akan kehilangan kestabilannya dan berubah bentuk menjadi lembaran zat cair (*spray sheet*) saat keluar dari *twin fluid atomizer*. Tahap berikutnya, *spray sheet* tersebut akan berkembang menjadi ligamen – ligamen fluida cair, kemudian ligamen tersebut akan pecah dan berubah bentuk menjadi *droplet* (gambar 2.5). Proses pembentukan *droplet* ini ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 2.5 Mekanisme pembentukan *droplet*.

Sumber : Liu(2000:152).

Proses pembentukan *droplet* ini dapat terjadi karena adanya tekanan dari fluida gas yang menabrak bahan bakar mengakibatkan stabilitas bahan bakar terganggu sehingga terjadi turbulensi yang mengakibatkan fluida cair pecah dan berubah bentuk menjadi *droplet*, yang mana *droplet* tersebut akan membentuk *spray*.

2.6 Karakteristik *Spray*

Aplikasi penggunaan *twin fluid atomizer* pada suatu alat memerlukan karakteristik *spray* tertentu agar tujuan yang diinginkan tercapai. Karakteristik *spray* dari *twin fluid atomizer* meliputi :

1. Ukuran *droplet*

Ukuran *droplet* dipengaruhi beberapa faktor diantaranya :

- Viskositas bahan bakar

Semakin tinggi viskositas bahan bakar mengakibatkan bahan bakar semakin sulit terganggu oleh udara sehingga ukuran *droplet* yang dihasilkan lebih besar

- Debit dan tekanan fluida

Semakin tinggi nilai debit dan tekanan yang digunakan dalam proses atomisasi, maka ukuran *droplet* yang dihasilkan akan semakin kecil.

2. Sudut *spray*

Pada dasarnya sudut *spray* merupakan sudut yang dibentuk oleh fluida yang keluar dari *orifice*. *Spray* dari *atomizer* mempunyai sudut dan lebar tertentu. Terdapat dua jenis lebar *spray* dari cara pengukurannya yaitu lebar *spray* aktual dan lebar *spray* teoritis. Lebar *spray* teoritis dihitung dengan menarik garis lurus dari tepi *spray* dengan *orifice*. Sedangkan lebar *spray* aktual dapat diamati secara langsung dari *spray* yang keluar dari *orifice* biasanya digunakan busur derajat untuk memudahkan pengamatan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat dari gambar berikut.

3. Distribusi ukurandroplet

Distribusi ukuran *droplet* diperlukan untuk mengetahui bagaimana karakteristik *spray* yang dihasilkan. Untuk mengetahui distribusi ukuran *droplet* dapat dengan mengolah data diameter rata-rata *droplet* menjadi skewness dan standar deviasi.

a) Median

Median atau nilai-tengah adalah salah satu ukuran pemusatan data, yaitu, jika segugus data diurutkan dari yang terkecil sampai yang terbesar, nilai pengamatan tepat berada di tengah gugusan data. Persamaan yang digunakan untuk mencari standar deviasi pada data berkelompok adalah sebagai berikut :

$$Me = L_o + \left(\frac{\frac{1}{2}n - f_k}{f_0} \right) \cdot c \quad (\text{Walpole, 1995})$$

Keterangan :

Me = median

L_o = tepi bawah kelas yang mengandung median

n = banyaknya data

f_k = frekuensi kumulatif sebelum kelas yang memuat median

f_0 = frekuensi kelas yang memuat median

c = panjang interval kelas

b) Standar Deviasi

Standar deviasi adalah simpangan baku data. Standar deviasi berasal dari keragaman ukuran dari suatu data. Semakin beragam data yang ada, maka nilai dari standar deviasi juga akan semakin meningkat. Persamaan yang digunakan untuk mencari standar deviasi pada data berkelompok adalah sebagai berikut :

$$\text{Standar Deviasi} = \frac{n \cdot \sum F_i \cdot m_i^2 - (\sum F_i \cdot m_i)^2}{n(n-1)} \quad (\text{Walpole, 1995})$$

Keterangan :

N = Jumlah data

F_i = Frekuensi kelas

m_i = Nilai tengah kelas

c) Skewness

Skewness adalah derajat ketidaksimetrisan suatu distribusi. Setelah mendapatkan standar deviasi, maka dapat dihitung *skewness*nya. Semakin banyak jumlah data yang lebih besar dari modus maka nilai dari *skewness* akan semakin positif atau semakin besar, begitu juga sebaliknya. Persamaan yang digunakan untuk menghitung *skewness* adalah :

$$\text{Skewness} = \frac{3(\text{mean} - \text{median})}{st.dev} \quad (\text{Walpole, 1995})$$

2.7 Bahan Bakar

Secara umum bahan bakar yang digunakan oleh manusia digolongkan kedalam dua kelompok besar, yaitu bahan bakar primer dan bahan bakar sekunder. Bahan bakar primer adalah bahan bakar yang dapat secara langsung digunakan seperti kayu dan gas alam. Sedangkan bahan bakar sekunder adalah bahan bakar yang diolah terlebih

dahulu dari bahan bakar primer sebelum digunakan, seperti misalnya bensin, minyak tanah, minyak diesel atau solar . (Wardana, 2008)

2.7.1 Biosolar

Biosolar adalah bahan bakar campuran untuk mesin diesel yang terdiri dari minyak hayati non fosil (bio fuel) – sebesar 5 (lima) persen minyak kelapa sawit atau CPO (Crude Palm Oil) yang telah dibentuk menjadi Fatty Acid Methyl Ester (FAME) dan 95 persen solar murni bersubsidi. Bahan bakar ini secara bertahap akan mengurangi peran solar. (PT. Pertamina, 2013)

Bio-Solar adalah bahan bakar yang terdiri dari 5 % FAME (Fatty Acid Methyl Ester) dan 95 % solar murni (yaitu solar yang biasa kita pakai).Jadi Bio-Solar ini adalah bahan bakar yang masih mengandung solar murninya yang berasal dari fosil tetapi telah dicampurkan sedikit dengan bahan hayati atau yang bersumber dari bahan alami yaitu FAME seperti pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Biosolar.
Sumber : Laksono (2012).

Biosolar memiliki jarak tempuh yang lebih rendah dibandingkan dengan solar murni. Dengan konsumsi 1 liter bahan bakar dan kecepatan putar poros 1800 rpm, solar murni menghasilkan torsi 30,175 Nm, sedangkan biosolar memiliki torsi 23,158 Nm. Daya poros yang dihasilkan solar murni 170,22 kW, sedangkan biosolar sebesar 122,92 kW. Sehingga jarak yang ditempuh solar murni dengan 1 liter bahan bakar sepanjang 11,33 km, sedangkan biosolar dapat menempuh 10,61 km dengan 1 liter bahan bakar. (Suhartanta dan arifin, 2008)

2.7.2 Minyak Jarak

Minyak jarak adalah minyak yang saat ini dilirik sebagai bahan bakar alternatif ramah lingkungan dan dapat diproduksi kembali. Namun sampai saat ini, industri dan perkebunan jarak tidak se-intensif kelapa dan kelapa sawit, selain adanya tekanan dari negara lain berupa kebijakan standarisasi yang mengacu kepada teknologi Eropa dan Amerika. Minyak jarak adalah minyak nabati yang diperoleh dari ekstraksi biji tanaman jarak (*Ricinus communis*). Dalam bidang farmasi dikenal pula sebagai *minyak kastroli*. Secara umum terdapat 2 jenis minyak jarak, yaitu minyak jarak pagar dan minyak jarak kepyar.

Jarak Pagar (*Jatropha curcas L*) merupakan tanaman tahunan yang belum banyak dibudidayakan secara komersial, namun masih sebatas sebagai tanaman pagar dan tanaman obat. *Jatropha curcas L* termasuk family *Curphorbiaccae*, genus *Jatropha*, spesies *Jatropha Curcas L* merupakan tanaman semak besar, berbentuk pohon kecil atau belukar dengan tingginya mencapai 5 meter, berubah terus menerus (tahunan) dan dapat hidup sampai dengan 50 tahun, berbatang kayu berbentuk silindris, cabang tidak teratur dan bergetah, bentuk daun menjari yang tersusun berselang seling.

Biji jarak pagar mengandung 30-35% minyak sebagai bahan baku pengganti minyak diesel, bungkil biji setelah melalui proses *detoksifikasi* dapat menjadi pakan ternak dan kulit biji melalui proses *piriolisis* dapat dikonversi menjadi *bio-oil* dan bahan bakar cair pengganti minyak tanah. Jarak pagar juga memiliki beberapa kegunaan, diantaranya,

1. Sebagai Sumber Energi

Minyak yang dihasilkan dari jarak pagar sangat potensial sebagai bahan bakar alternatif. Dengan diproses melalui *trans-esterifikasi* dengan campuran *methanol* dan dipanaskan dengan suhu yang tinggi, minyak jarak dapat menjadi bahan bakar alternatif sebagai solusi kelangkaan bahan bakar yang sedang terjadi. Tetapi perlu dilakukan penelitian lagi supaya minyak jarak dapat efektif digunakan sebagai bahan bakar alternatif.

2. Kegunaan Lain

Selain sebagai bahan bakar alternatif, minyak jarak juga dapat dijadikan minyak goreng (*edible oil*) sehingga pemanfaatannya tidak mengganggu penyediaan kebutuhan minyak goreng dan dapat dikembangkan di daerah kering dan lahan marginal. Disamping itu terdapat manfaat lain yang dapat dikembangkan yaitu sebagai bahan untuk pembuatan sabun, obat-obatan, bahan kimia dan bungkil/ampasnya

untuk pupuk organik karena mengandung Nitrogen (N) dan bahan-bahan organik lainnya.



Gambar 2.7 minyak jarak pagar.
Sumber : Purba (2013).

Tanaman jarak yang telah lebih dahulu dikenal secara luas dan dikembangkan secara komersial di beberapa provinsi di Indonesia adalah jarak Kepyar/Kaliki/Kastor (*Ricinus Communis. L*) yang digunakan sebagai bahan baku untuk memenuhi kebutuhan industri farmasi, kimia, kosmetik dan pelumas dalam negeri selain untuk ekspor. Dilihat dari viskositasnya, minyak jarak kepyar memenuhi syarat sebagai minyak pelumas mesin industri. Jarak kepyar memenuhi syarat sebagai minyak pelumas mesin industri. Jarak Kepyar (*Ricinus Communis. L*) merupakan tanaman semusim, termasuk *family Cuphorbiacae*, *genus Ricinus*, *spesies Ricinus communis* merupakan tanaman perdu yang batangnya halus, tegak, berbentuk bulat dan berongga, bercabang dengan tinggi antara 1-4 meter. Jarak Kepyar ada pula yang memberinama jarak hutan atau Jarak rumah, dan dibutuhkan sebagai bahan baku atau bahan tambahan industri seperti cat vernis, kosmetik, plastik dan farmasi.



Gambar 2.8 minyak jarak kepyar.
Sumber : Noer (2011).

2.7.3 Biodiesel (Biofuel)

Biodiesel dapat dibuat dari transesterifikasi asam lemak. Asam lemak dari minyak lemak nabati direaksikan dengan alkohol menghasilkan ester dan produk samping berupa gliserin yang juga bernilai ekonomis cukup tinggi.

Biodiesel telah banyak digunakan sebagai bahan bakar pengganti solar. Bahan baku biodiesel yang dikembangkan bergantung pada sumber daya alam yang dimiliki suatu negara, minyak kanola di Jerman dan Austria, minyak kedelai di Amerika Serikat, minyak sawit di Malaysia, dan minyak kelapa di Filipina. Indonesia mempunyai banyak sekali tanaman penghasil minyak lemak nabati, diantaranya adalah kelapa sawit, kelapa, jarak pagar, jarak, nyamplung, dan lain-lain.

Bahan bakar nabati dipilah menjadi dua bagian besar yakni biodiesel dan bioetanol. Biodiesel, lebih tepat disebut FAME (fatty acid methyl ester), merupakan bahan bakar nabati yang digunakan untuk menggerakkan mesin-mesin diesel sebagai pengganti solar. Bahan bakar nabati ini berasal dari minyak nabati yang dikonversi melalui reaksi fisika dan kimia sehingga secara kimia sifatnya sudah berubah dari sifat aslinya.

Bio-etanol adalah etanol yang diperoleh dari proses fermentasi bahan baku yang mengandung pati atau gula seperti tetes tebu dan singkong. Bahan bakar nabati ini digunakan sebagai pengganti premium (gasoline). Etanol yang dapat digunakan sebagai bahan bakar nabati adalah alkohol murni yang bebas air (*anhydrous alcohol*) dan berkadar lebih besar dari 99,5%, atau disebut fuel grade ethanol (FGE). Campuran premium dan FGE disebut gasohol.

Biofuel dapat diartikan juga sebagai berikut,

1. Bio-energi.

Kamus pertanian (1971) mengemukakan, "energy" adalah sumber daya pembangkit gerak kerja, sedangkan "bio" diartikan sebagai organism. Dengan kata lain, bio-energi adalah sumberdaya yang berasal dari organis, yakni tumbuhan, hewan dan fungi.

2. Energi hijau,

Sumber daya yang berasal dari tumbuhan yang dilambangkan dengan warna hijau.

3. Energi terbarukan,

Energi yang berasal dari bahan yang yang dibudidaya oleh manusia dan selanjutnya dipanen dan diolah menjadi bahan bakar secara berkesinambungan.

2.8 ImageJ

ImageJ adalah suatu program komputer yang dapat kita gunakan untuk mengetahui ukuran *mikrobubbles* dalam suatu penelitian. Untuk mengetahui luas area droplet secara langsung sangat sulit digunakan, oleh karena itu dibutuhkan software pembantu untuk mengetahui luas area droplet.

Dalam penelitian ini *ImageJ* digunakan untuk mengkuantifikasi luas area rata-rata *droplet* dari *spray* yang dihasilkan oleh bahan bakar. Pada *ImageJ* gambar *droplet* yang didapatkan dari hasil visualisasi diproses dengan merubah warna *droplet* dan sisi kaca sehingga hanya ada dua warna pada foto, yaitu hitam menandakan *droplet* yang tertangkap kamera dan putih adalah area yang tidak terdapat *droplet*. Kemudian digunakan skala yang diketahui untuk membandingkan ukuran *droplet* pada foto dan ukuran sebenarnya, sehingga didapatkan luas *droplet* rata-rata.

2.9 Hipotesa

Semakin besar viskositas bahan bakar mengakibatkan semakin sulit untuk terganggu stabilitas bahan bakar sehingga diameter bahan bakar yang dihasilkan besar dan sudut *spray* yang terbentuk kecil, ukuran diameter semakin beragam yang mengakibatkan nilai *skewness* semakin rendah dan standar deviasi tinggi