

MAKALAH ILMIAH

**KAJIAN APLIKASI PENCAMPURAN
BIODIESEL – MINYAK SOLAR
PADA KENDARAAN OPERASIONAL
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**



oleh

Leily Nurul Komariah, ST, MT
Dosen Tetap Jurusan Teknik Kimia
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

*disampaikan pada Seminar Kenaikan Pangkat dan Jabatan
Dosen Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya*

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDERALAYA 2009**

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
TIM PENILAI ANGKA KREDIT

LEMBAR PENGESAHAN
MAKALAH SEMINAR KENAIKAN PANGKAT/JABATAN

Makalah yang berjudul sebagai berikut :

“ Kajian Aplikasi Campuran Biodiesel-Solar (B-10)
Pada Kendaraan Operasional UNSRI”

Telah diseminarkan pada Seminar Kenaikan Pangkat/Jabatan yang dilaksanakan

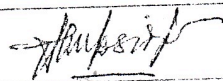


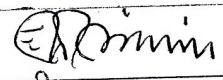
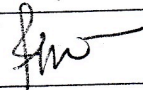
Pada hari/tanggal : Selasa, 17 Februari 2009
Bertempat di : Ruang Rapat Dekanat Fakultas Teknik UNSRI

Dan telah dilakukan perbaikan dan perubahan sesuai dengan sarab dan masukan yang disampaikan oleh para pembahas dan peserta yang hadir pada Seminar tersebut.


Inderalaya, 17 Februari 2009
Dosen Pengusul,

Leily Nurul Komariah, ST, MT
NIP. 132 231 660

Mengetahui :

No.	Fungsi	Nama/NIP	Tanda Tangan
1	Moderator Sidang	Dr. Mohammad Abu Bakar Scik, ST, M.Eng 132 231 466	
2	Pembahas I	Dr. Ir. H. Kaptawi Sahim DEA 131 967 176	
3	Pembahas II	Dr. Ir. H. M. Hatta DANI, M.Eng 131 756 200	
4	Wakil Peserta I	Dr. Ir. Endang Widi DH, MSc 131 789 999	
5	Wakil Peserta II	Amir Anfa, ST, M.Eng 132 303 103	

Fakultas Teknik Unsri
Dekan,


Prof. Dr. Ir. H. Hasan Basri
NIP. 131 416 216

KAJIAN APLIKASI PENCAMPURAN BIODIESEL – MINYAK SOLAR PADA KENDARAAN OPERASIONAL UNIVERSITAS SRIWIJAYA

Leily Nurul Komariah, ST, MT

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
e-mail : leilydiaz@yahoo.com atau rusnas.biodiesel@gmail.com

Abstrak

Biodiesel merupakan bahan bakar alternatif untuk kendaraan bermotor yang memiliki karakteristik sebaik minyak solar, ramah lingkungan, memiliki daya pelumas yang tinggi, aman dan tidak beracun. Aplikasi Biodiesel pada kendaraan sudah semakin meningkat. Universitas Sriwijaya telah memiliki Pilot Plant Biodiesel dengan kapasitas produksi 100 kg/siklus yang mampu beroperasi menggunakan multifeed stock dengan kualitas produk memenuhi standar nasional Biodiesel Indonesia. Uji coba penggunaan Biodiesel pada bus UNSRI telah dilakukan dan memberikan efek yang baik, terutama terhadap tarikan mesin (dirasakan pengemudi) dan kualitas gas buang. Uji emisi yang dilakukan setelah penggunaan selama 2 bulan menunjukkan bahwa kadar opasitas bus adalah 34,7 % (ambang batas 70%). Rencana penambahan jumlah armada Bus UNSRI yang mengaplikasi Biodiesel (B-10) perlu diimbangi dengan kalkulasi yang mempertimbangkan aspek kualitatif dan kuantitatif yang komprehensif, dari sektor hulu hingga hilir, serta utamanya adalah menghasilkan kajian tekno-ekonominya.

Pemilihan teknologi pencampuran Biodiesel (B-10) pada kendaraan UNSRI perlu memperhatikan jumlah pasokan, frekuensi injeksi, efektif dan efisiensi manufaktur pembangunan sistem pencampuran dan injeksi serta aspek biaya instalasi dan pemeliharaan.

Kata Kunci : *pilot plant, sistem injeksi, uji emisi, tekno-ekonomi*

1. PENDAHULUAN

Menghadapi desakan akan adanya bahan bakar pengganti guna mengurangi ketergantungan terhadap sumber energi fosil yang semakin menipis di Indonesia, maka penggunaan bahan bakar nabati sebagai sumber energi alternatif yang baru dan terbarukan, merupakan kebutuhan yang tidak dapat ditunda lagi. Pemerintah melalui Peraturan Presiden No. 5 tahun 2006 telah menetapkan kebijakan energi nasional yang memuat sasaran terwujudnya energi mix secara optimal di tahun 2025. Salah satu produk unggulan sebagai hasil pengolahan sumber daya nabati yang pesat dikembangkan dan prospektif sebagai energi alternatif adalah Biodiesel.

Biodiesel merupakan bahan bakar dari minyak nabati yang memiliki sifat menyerupai minyak diesel atau solar, bahan ini mengandung oksigen yang menyebabkan pembakaran menjadi sempurna. Biodiesel merupakan bahan bakar yang ramah lingkungan karena menghasilkan emisi gas buang yang lebih baik dibandingkan dengan petrosolar.

Aplikasi penggunaan Biodiesel pada industri otomotif sudah lama berkembang, terutama di negara-negara Eropa dan Amerika. Di Indonesia, sejak digulirkan tahun 2006, pemerintah telah mengeluarkan sejumlah perangkat peraturan untuk mendukung kebijakan pengembangan Biofuel, diantaranya Peraturan Presiden No. 5/2006 tentang Kebijakan Energi Nasional, disusul Inpres No. 1/2006 tentang Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati. Standar Biodiesel Nasional telah ditetapkan dengan SNI 04-182-2006, hingga dikeluarkannya Keputusan Dirjen Migas No. 3675K/24/DJM/2006 tentang ijin pencampuran Biodiesel pada solar maksimum 10%.

Secara umum, Biodiesel memiliki angka cetane yang lebih tinggi dibandingkan dengan solar. Biodiesel pada umumnya memiliki rentang angka cetane dari 46 - 70, sedangkan (bahan bakar) Diesel No. 2 memiliki angka cetane 47 - 55 (Bozbas, 2005). Karena memiliki keserupaan sifat fisik dan kimia dengan solar, Biodiesel dapat langsung dipakai sebagai bahan bakar kendaraan bermotor tanpa mekanisasi teknis modifikasi mesin yang kompleks, dan hasil pembakarannya mampu menurunkan emisi lebih baik dibandingkan dengan minyak diesel (solar). Pencampuran Biodiesel dengan minyak solar biasanya diberikan sistem penamaan tersendiri, seperti B2, B5, B10 atau B100 yang berarti rasio campuran Biodiesel dan minyak solar adalah 2 : 100, 5 : 100, 10 : 100 atau 100 : 100. Pada umumnya konsentrasi tertinggi yang sudah dioperasikan secara komersial adalah B20. [M. Sidik, 2007].

Universitas Sriwijaya termasuk lembaga perguruan tinggi yang terus melakukan pengembangan kajian dan penelitian terkait teknologi proses produksi Biodiesel dari berbagai jenis bahan baku, diversifikasi sumber daya hayati potensial penghasil minyak, dan standarisasi produk Biodiesel. Pada bulan Juli tahun 2008, melalui kegiatan Riset Unggulan Strategis Nasional (RUSNAS) Pengembangan Energi Baru dan Terbarukan yang dikelola UNSRI, aplikasi penggunaan Biodiesel sebagai campuran bahan bakar solar dengan Biodiesel, telah direalisasikan pada kendaraan dinas dan operasional yang menggunakan mesin diesel di lingkungan Universitas Sriwijaya. Uji coba dilakukan pada Bus No. 42 ber nomor plat BG 3861 AZ, pada hari kerja bus ini merupakan sarana transportasi pegawai dan mahasiswa UNSRI.

Biodiesel yang dipergunakan dalam aplikasi pada kendaraan di lingkungan UNSRI ini adalah produk Pilot Plant Biodiesel UNSRI dengan bahan baku CPO. Pilot Plant beroperasi di lingkungan Kampus UNSRI bertempat di Laboratorium Energi RUSNAS Kompleks Fakultas Teknik. Pilot Plant Biodiesel milik Universitas Sriwijaya berkapasitas 100 kg per batch. Tahapan aplikasi campuran Biodiesel-solar, dimulai dengan komposisi 5% hingga 10%, dan diterapkan secara manual.

Kampus utama Universitas Sriwijaya berlokasi di Inderalaya Kabupaten Ogan Ilir yang berjarak kurang lebih 32 km dari pusat kota Palembang. Dalam menunjang aktivitas dalam rata-rata lima hari kerja per minggu, bagi dosen dan karyawan yang sebagian besar berdomisili di Palembang, UNSRI menyediakan sarana transportasi khusus, termasuk diberikan kepada pejabat dinas. Kendaraan dinas dan operasional tersebut merupakan tipe bus dan minibus dengan mesin bervolume silinder 1300, 2500 hingga 4000 cc. Sebagian besar jenis kendaraan tersebut menggunakan solar sebagai bahan bakar.

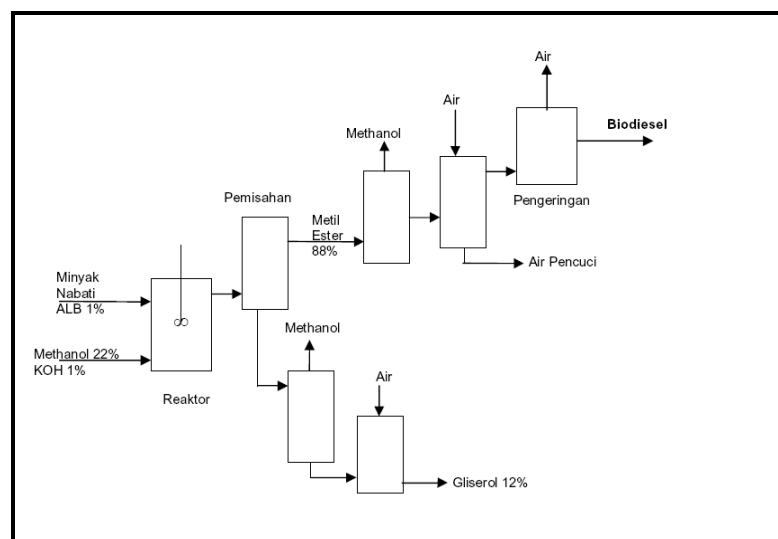
Khusus pada kendaraan uji coba Biodiesel (Bus UNSRI No.42), yang merupakan sarana transportasi pegawai dan mahasiswa UNSRI, dalam satu hari kerja mampu mencapai 3-4 kali putaran menempuh lintasan Palembang-Inderalaya-Palembang, dengan asumsi bahwa Bus menempuh total jarak 192-256 km per hari atau 960-1280 km per bulan. Observasi awal mengenai rasio konsumsi bahan bakar pada Bus tersebut adalah rata-rata 1:5 (1 liter solar per 5 km jarak tempuh).

2. PROSES PRODUKSI BIODIESEL

a. Teknologi Proses Produksi Biodiesel

Biodiesel dibuat melalui suatu proses kimia yang disebut transesterifikasi dimana gliserin dipisahkan dari minyak nabati. Proses ini menghasilkan dua produk yaitu metil esters (Biodiesel)/mono-alkyl esters dan gliserin yang merupakan produk samping. Bahan baku utama untuk pembuatan Biodiesel antara lain minyak nabati, lemak hewani, lemak bekas/lemak daur ulang. Semua bahan baku ini mengandung trigliserida, asam lemak bebas (free fatty acid, FFA) dan zat-pencemar dimana tergantung pada pengolahan pendahuluan dari bahan baku tersebut. Sedangkan sebagai bahan baku penunjang yaitu alkohol. Pembuatan Biodiesel dibutuhkan katalis untuk proses esterifikasi, katalis dibutuhkan karena alkohol larut dalam minyak. Produk Biodiesel tergantung pada minyak nabati yang digunakan sebagai bahan baku serta pengolahan pendahuluan dari bahan baku tersebut.

Alkohol yang digunakan sebagai pereaksi untuk minyak nabati adalah methanol, namun dapat pula digunakan ethanol, isopropanol atau butyl, tetapi perlu diperhatikan juga kandungan air dalam alkohol tersebut. Bila kandungan air tinggi akan mempengaruhi kualitas hasil Biodiesel, karena kandungan sabun, FFA dan trigliserida tinggi. Disamping itu hasil Biodiesel juga dipengaruhi oleh tingginya suhu operasi proses produksi, lamanya waktu pencampuran atau kecepatan pencampuran alkohol. Setelah reaksi selesai, katalis harus di netralkan dengan penambahan asam mineral kuat. Setelah Biodiesel dicuci proses netralisasi juga dapat dilakukan dengan penambahan air pencuci, HCl juga dapat dipakai untuk proses netralisasi katalis basa, bila digunakan asam phosphate akan menghasilkan pupuk phosphat(K_3PO_4). [Martini, 2005].



Gambar 1. Blok Diagram Produksi Biodiesel dari Minyak Nabati

b. Standar Produk Biodiesel

Biodiesel merupakan bahan bakar yang berwarna kekuningan yang viskositasnya tidak jauh berbeda dengan minyak solar, oleh karena itu campuran Biodiesel dengan minyak solar dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar kendaraan berbahan bakar minyak solar tanpa merusak atau memodifikasi mesin. Selain itu tenaga dan unjuk kerja mesin diesel dengan bahan bakar minyak solar juga tidak berubah. Meskipun demikian spesifikasi Biodiesel yang akan dicampur atau dimanfaatkan harus sesuai dengan standar yang telah ditetapkan, karena standar tersebut dapat memastikan bahwa Biodiesel yang dihasilkan dari reaksi pemrosesan bahan baku minyak nabati sempurna, artinya bebas gliserol, katalis, alkohol dan asam lemak bebas.

Meskipun penggunaan Biodiesel pada kendaraan bermotor dapat dilakukan tanpa memodifikasi mesin secara ekstrim, namun sebelum digunakan Biodiesel harus memiliki spesifikasi tertentu yang memastikan Biodiesel yang dihasilkan dari reaksi pemrosesan bahan baku minyak nabati berlangsung sempurna, bebas gliserol, katalis, alkohol dan asam lemak bebas.

Standar internasional untuk Biodiesel adalah ISO-14214, ASTM D 6751 dan DIN (standar Biodiesel yang digunakan di Jerman), dan saat ini di Indonesia telah disusun standar Biodiesel sesuai RSNI EB 020551. Secara prinsip standar bahan bakar tiap negara disesuaikan dengan iklim dan kondisi setempat.

Ditinjau dari aspek lingkungan pemakaian Biodiesel mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan pemakaian minyak solar, yaitu:

- Pengurangan emisi CO sebesar 50%, emisi CO₂ sebesar 78,45%;
- Biodiesel mengandung lebih sedikit hidrokarbon aromatik: pengurangan benzofluoranthene 56%, benzopyrenes 71%;
- Tidak menghasilkan emisi sulfur (SO₂);
- Pengurangan emisi partikulat sebesar 65%;
- Pengapian yang lebih sempurna karena angka cetane yang tinggi.
- Menghasilkan emisi NOX lebih kecil dibanding dengan penggunaan minyak diesel biasa disebabkan angka cetane yang tinggi.

Biodiesel yang memenuhi standar akan bersifat sangat tidak beracun dengan tingkat toksisitas (LD50) lebih kecil dari 50 ml/kg. Jika diartikan secara lebih sederhana, Biodiesel sepuluh kali lebih aman dan tidak berbahaya dibanding garam meja. [M. Siddik, 2007].

3. Parameter Biodiesel untuk Aplikasi pada Mesin Diesel

Sebelum diaplikasikan pada mesin diesel, perlu diperhatikan beberapa parameter Biodiesel antara lain : angka cetane, viskositas, sifat bahan bakar pada temperatur rendah (*cloud point*, *pour point*), angka iodine, penyimpanan dan stabilitas, serta efek pelumasan (*lubricant*).

a. Cetane Number

Angka cetane menunjukkan seberapa cepat bahan bakar mesin diesel yang diinjeksikan ke ruang bakar bisa terbakar secara spontan (setelah bercampur dengan udara). Angka cetane pada bahan bakar mesin diesel memiliki pengertian yang berkebalikan dengan angka oktan pada bahan bakar mesin bensin, karena angka oktan menunjukkan kemampuan campuran bensin-udara menunggu rambatan api dari busi (*spark ignition*). Semakin cepat suatu bahan bakar mesin diesel terbakar setelah diinjeksikan ke dalam ruang bakar, semakin baik (tinggi) angka cetane bahan bakar tersebut.

Cara pengukuran angka cetane yang umum digunakan, seperti standard dari ASTM D613 atau ISO 5165, adalah menggunakan hexadecane ($C_{16}H_{34}$, yang memiliki nama lain cetane) sebagai patokan tertinggi (angka cetane, CN=100), dan 2,2,4,4,6,8,8 heptamethylnonane (HMN yang juga memiliki komposisi $C_{16}H_{34}$) sebagai patokan terendah (CN=15) (Knothe, 2005). Dari standard tersebut bisa dilihat bahwa hidrokarbon dengan rantai lurus (*straight chain*) lebih mudah terbakar dibandingkan dengan hidrokarbon yang memiliki banyak cabang (*branch*). Angka cetane berkorelasi dengan tingkat kemudahan penyalaan pada temperatur rendah (*cold start*) dan rendahnya kebisingan pada kondisi *idle* (Environment Canada, 2006). Angka cetane yang tinggi juga diketahui berhubungan dengan rendahnya polutan NO_x (Knothe, 2005). Secara umum, Biodiesel memiliki angka cetane yang lebih tinggi dibandingkan dengan solar. Biodiesel pada umumnya memiliki rentang angka cetane dari 46 - 70, sedangkan (bahan bakar) Diesel No. 2 memiliki angka cetane 47 - 55 (Bozbas, 2005). Panjangnya rantai hidrokarbon yang terdapat pada ester (*fatty acid alkyl ester*, misalnya) menyebabkan tingginya angka cetane Biodiesel dibandingkan dengan solar (Knothe, 2005).

b. Viskositas

Viskositas merupakan sifat intrinsik fluida yang menunjukkan resistensi fluida terhadap aliran. Fluida dengan viskositas tinggi lebih sulit untuk dialirkan dibandingkan dengan fluida dengan viskositas rendah. Kecepatan alir bahan bakar melalui injektor akan mempengaruhi derajat atomisasi bahan bakar di dalam ruang bakar. Selain itu, viskositas bahan bakar juga berpengaruh secara langsung terhadap kemampuan bahan bakar tersebut bercampur dengan udara. Dengan demikian, viskositas bahan bakar yang tinggi, seperti yang terdapat pada SVO, tidak diharapkan pada bahan bakar mesin diesel. Oleh karena itulah penggunaan SVO secara langsung pada mesin diesel menuntut digunakannya mekanisme pemanas bahan bakar sebelum memasuki sistem pompa dan injeksi bahan bakar (Bernardo, 2003).

c. *Cloud point* dan *Pour point*

Cloud point adalah temperatur pada saat bahan bakar mulai tampak "berawan" (*cloudy*). Hal ini timbul karena munculnya kristal-kristal (padatan) di dalam bahan bakar. Meski bahan bakar masih bisa mengalir pada titik ini, keberadaan kristal di dalam bahan bakar bisa mempengaruhi kelancaran aliran bahan bakar di dalam filter, pompa, dan injektor. Sedangkan *pour point* adalah temperatur terendah yang masih memungkinkan terjadinya aliran bahan bakar; di bawah *pour point* bahan bakar tidak lagi bisa mengalir karena terbentuknya kristal/gel yang menyumbat aliran bahan bakar. Dilihat dari definisinya, *cloud point* terjadi pada temperatur yang lebih tinggi dibandingkan dengan *pour point*.

Secara umum, *cloud* dan *pour point* Biodiesel lebih tinggi dibandingkan dengan solar. Hal ini bisa menimbulkan masalah pada penggunaan Biodiesel, terutama, di negara-negara yang mengalami musim dingin. Untuk mengatasi hal ini, biasanya ditambahkan aditif tertentu pada Biodiesel untuk mencegah aglomerasi kristal-kristal yang terbentuk dalam Biodiesel pada temperatur rendah. Selain menggunakan aditif, bisa juga dilakukan pencampuran antara Biodiesel dan solar. Pencampuran (*blending*) antara Biodiesel dan solar terbukti dapat menurunkan *cloud* dan *pour point* bahan bakar (Environment Canada, 2006).

Namun demikian, karakteristik Biodiesel pada temperatur rendah ini tidak terlalu menjadi masalah untuk negara dengan temperatur tinggi sepanjang tahun, seperti India dan Indonesia.

d. Penyimpanan dan Stabilitas

Biodiesel bisa mengalami degradasi bila disimpan dalam waktu yang lama disertai dengan kondisi tertentu. Degradasi Biodiesel pada umumnya disebabkan oleh proses oksidasi. Beberapa faktor yang mempengaruhi degradasi Biodiesel antara lain keberadaan asam lemak tak jenuh, kondisi penyimpanan (tertutup/terbuka, temperatur, dsb.), unsur logam, dan peroksida. Leung dkk. (2006) menemukan bahwa temperatur tinggi (40°C) yang disertai dengan keberadaan udara terbuka menyebabkan degradasi yang sangat signifikan pada penyimpanan Biodiesel hingga 50 minggu. Konsentrasi asam meningkat pada Biodiesel yang telah terdegradasi; hal ini disebabkan oleh putusnya rantai asam lemak metil ester menjadi asam-asam lemak.

Kontak antara Biodiesel dengan logam dan elastomer selama proses penyimpanan juga bisa mempengaruhi stabilitas Biodiesel (Environment Canada, 2006). Oksidasi pada Biodiesel bisa menyebabkan terbentuknya hidroperoksida yang selanjutnya terpolimerisasi dan membentuk gum; hal ini bisa menyebabkan penyumbatan pada filter atau saluran bahan bakar mesin diesel (Environment Canada, 2006).

e. Angka Iodine

Angka iodine pada Biodiesel menunjukkan tingkat ketidakjenuhan senyawa penyusun Biodiesel. Di satu sisi, keberadaan senyawa lemak tak jenuh meningkatkan performansi Biodiesel pada temperatur rendah, karena senyawa ini memiliki titik leleh (*melting point*) yang lebih rendah (Knothe, 2005) sehingga berkorelasi pada *cloud* dan *pour point* yang juga rendah. Namun di sisi lain, banyaknya senyawa lemak tak jenuh di dalam Biodiesel memudahkan senyawa tersebut bereaksi dengan oksigen di atmosfer dan bisa terpolimerisasi membentuk material serupa plastik (Azam dkk., 2005). Oleh karena itu, terdapat batasan maksimal harga angka iodine yang diperbolehkan untuk Biodiesel, yakni 115 berdasar standard Eropa (EN 14214).

f. Efek Pelumasan Mesin

Sifat pelumasan yang inheren pada solar menjadi berkurang manakala dilakukan desulfurisasi (pengurangan kandungan sulfur) akibat tuntutan standard solar di berbagai negara. Karena memiliki sifat pelumasan yang baik, Biodiesel dapat digunakan sebagai aditif untuk meningkatkan sifat pelumasan solar berkadar sulfur rendah (*low-sulfur*

petrodiesel fuel). Penambahan 1 - 2% Biodiesel bisa mengembalikan sifat pelumasan solar berkadar sulfur rendah ke tingkat semula (yakni setara dengan solar berkadar sulfur normal) (Knothe, 2005). Penggunaan Biodiesel sebagai aditif pelumasan pada solar berkadar sulfur rendah memiliki keuntungan dibandingkan dengan aditif lain, karena Biodiesel sekaligus merupakan bahan bakar mesin diesel.

4. *Karakteristik Umum Kendaraan dengan Mesin Diesel*

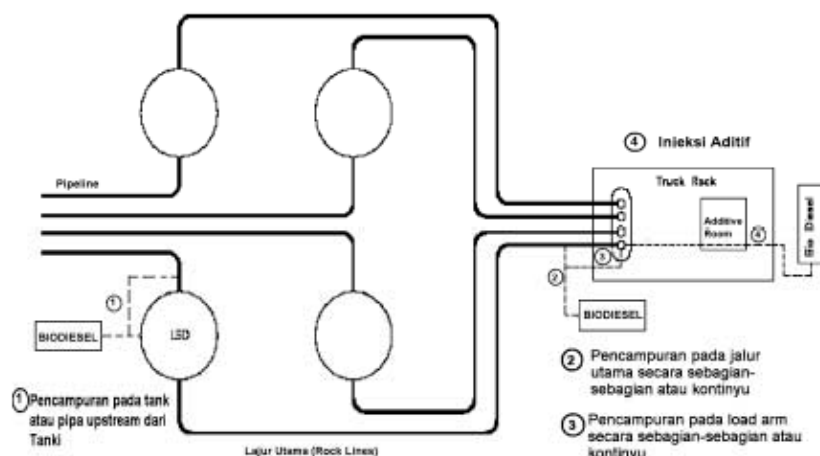
Penggunaan kendaraan bermesin diesel semakin berkembang dewasa ini. Secara umum, pemilihan kendaraan tipe ini adalah alasan konsumsi BBM yang irit, karena hingga saat ini harga solar lebih murah dibanding premium. Secara teknis keunggulan mesin diesel antara lain karena faktor kokohnya mesin, karena mesin diesel tidak menggunakan sistem pengapian seperti halnya mesin berbahan bakar premium. Pada mesin dengan bahan bakar bensin, tanpa sistem pengapian, mobil tidak mungkin dihidupkan. Mesin dengan bahan bakar bensin setiap saat membutuhkan letikan api agar bisa terjadinya pembakaran dalam silinder dan harus sesuai pula dengan aturan urutan pembakaran dalam silinder. Sebaliknya pada mesin diesel hal itu tidak perlu. Bagian-bagian mesin bensin seperti koil, distributor, platina, kondensator kabel busi dan busi tidak dijumpai pada mesin diesel. Pembakaran pada mesin diesel hanya dikarenakan oleh tingginya tekanan kompresi bukan karena busi seperti pada mesin bensin. Bahan bakar solar dengan pompa injektor (bosh-pam) pada tekanan antara 120 kg/cm² dikabutkan langsung ke ruang bakar. Sebelumnya mesin diesel masih ada yang menggunakan busi pemanas namun sekarang sudah direct injection, artinya tanpa perlu ada pemanasan terlebih dahulu, langsung *distarter* seperti pada mesin bensin. Hal ini dimungkinkan karena perbandingan kompresi yang semakin tinggi. Karena sisa ruangan yang semakin kecil maka bahan bakar solar yang terkompresi (tertekan) pada ruangan yang lebih kecil akan menyala dengan sendirinya tanpa busi pemijar.

Komponen yang krusial diperhatikan dalam penggunaan kendaraan mesin diesel adalah antara lain saringan udara. Debu adalah musuh utama dari mesin diesel. Debu yang masuk ke ruang mesin mempercepat keausan pada ruang bakar karena debu akan menjadi bahan pengasah antara silinder dengan ring piston. Saringan udara yang tersumbat debu menyebabkan jumlah udara yang diperlukan agar pembakaran sempurna tidak tercapai.

Seperti halnya saringan udara, filter solar merupakan komponen yang penting dijaga. Solar biasanya mengandung kotoran berupa partikel padat yang bila didiamkan dapat mengendap, solar juga dijaga agar tidak mengandung air, terlebih-lebih akibat kondensasi udara dalam tanki solar. Filter solar yang tersumbat menyebabkan mesin tidak bertenaga karena sejumlah solar yang dibutuhkan tidak terpenuhi, bahkan pada titik tertentu mesin mogok karena pipa saluran solar terisi udara. Penggantian saringan solar idealnya dilakukan setiap menempuh 16.000 km.[Suara Pembaruan, 1998].

5. Teknologi Pencampuran Biodiesel pada Minyak Solar

Pencampuran minyak solar dengan Biodiesel terkesan sederhana, karena dianggap secara teknis dapat dilakukan hanya dengan mengatur konsentrasi saja. Namun bila pencampuran dilakukan dalam jumlah yang besar akan menyebabkan masalah bila konsentrasi Biodiesel tidak sesuai dengan yang seharusnya. Teknologi pencampur Biodiesel dengan minyak solar ternyata ada enam jenis teknologi yang dapat diterapkan di Indonesia. Dari enam teknologi tersebut, empat diantaranya diimplementasikan pada terminal pengisian bahan bakar besar atau kecil dan sisanya satu diterapkan pada lokasi industri dan satunya lagi diterapkan di Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU). yaitu Pencampuran *Splash* Pada Tanki Terminal, Pencampuran Sekuensial Pada Rak Pipa Pengisian, Pencampuran Sekuensial Pada Loading Arm Pengisian, Pencampuran Injeksi Pada Rak Pipa, Pencampuran Pada Lokasi Industri, dan Pencampuran di Stasiun Pengisian bahan Bakar Umum (SPBU). Empat dari ke-enam jenis teknologi tersebut, diimplementasikan pada terminal pengisian bahan bakar besar atau kecil, sedangkan yang dua, dapat diterapkan pada lokasi industri dan di Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU).



Gambar 3. Sistem Pencampuran Biodiesel pada Terminal Bahan Bakar

Hal-hal yang perlu dipertimbangkan sebelum melakukan pencampuran Biodiesel dengan minyak solar adalah:

- menentukan sistem penyimpanan dan sistem injeksi yang disesuaikan dengan kondisi lokasi pencampuran seperti terminal besar, terminal yang lebih kecil, industri serta stasiun pengisian bahan bakar umum (SPBU);
- mengevaluasi sistem penanganan pencampuran untuk menjamin kelancaran operasi;
- menentukan konsentrasi pencampuran B10, B20 atau lainnya, dan
- koordinasi dengan pemasok Biodiesel mengenai cara, jumlah dan jadwal pengiriman.

a. Pencampuran *Splash* Pada Tanki Terminal

Teknologi Pencampuran *Splash* pada Tanki Terminal ini tidak begitu rumit yaitu hanya mencampur Biodiesel dengan minyak solar di dalam tanki. Pencampuran pada tanki terminal bisa sekuensial atau *splash batch*. Berat jenis (*specific gravity*) Biodiesel lebih berat daripada minyak solar, yaitu nilainya 0,88 untuk Biodiesel dan 0,85 untuk minyak solar. Oleh sebab itu untuk *splash batch*, diusahakan Biodiesel di campur di atas minyak solar dan penggunaan teknologi ini mempunyai keuntungan dan kerugian.

Keuntungan dari penggunaan teknologi ini antara lain:

- Pengoperasiannya mudah dan biayanya tidak mahal;
- Biodiesel bisa dicampur sebelum, pada saat atau setelah bahan bakar dikirim;
- Untuk pencampuran yang optimal, Biodiesel dapat diinjeksikan secara proporsional pada pipa sebelum masuk tangki penyimpanan;
- Dengan biaya investasi yang minimal diperoleh hasil yang mempunyai akuntabilitas akurat.

Sedangkan kerugian dari penggunaan teknologi ini adalah:

- Semua minyak solar di dalam tangki penyimpanan yang sudah dicampur dengan Biodiesel tidak lagi bisa diekspor sebagai minyak solar
- Campuran Biodiesel dan solar dalam tangki harus disirkulasi atau diaduk untuk mempertahankan suspensi dan homogenitas Biodiesel.

b. Pencampuran Sekuensial (sebagian-sebagian) Pada Rak Pipa Pengisian

Sistem Pencampuran Sekuensial pada Rak Pipa Pengisian ini beroperasi dengan mencampur Biodiesel pada jalur pengisian bahan bakar ke system transportasi bahan bakar

seperti truk. Debit dikendalikan dengan katup yang dikendalikan motor serta meter indikator. Pada peralatan untuk negara 4 musim dilengkapi dengan pemanas, dan pipa panas yang diisolasi yang memakan biaya yang cukup besar baik untuk investasi maupun operasi, tetapi di Indonesia sebagai negara tropis tidak diperlukan. Investasi alat set pemanas ini mencapai 15 % dari total nilai alat pencampur, sedangkan dalam biaya operasi akan memerlukan penyediaan listrik yang memakan biaya operasi cukup besar dalam biaya pencampuran.

c. Pencampuran Sekuensial Pada Loading Arm Pengisian

Pencampuran sekuensial pada loading arm pengisian ini mempunyai keuntungan yaitu tidak terlalu banyak merubah sistem pengisian di terminal seperti depo. Bahan bakar minyak solar dicampur dengan Biodiesel tepat pada saat mau dimasukkan kedalam sistem transportasi bahan bakar seperti truk. Kerugian dari sistem ini adalah biaya operasi dan perawatan serta instalasi cenderung lebih tinggi.



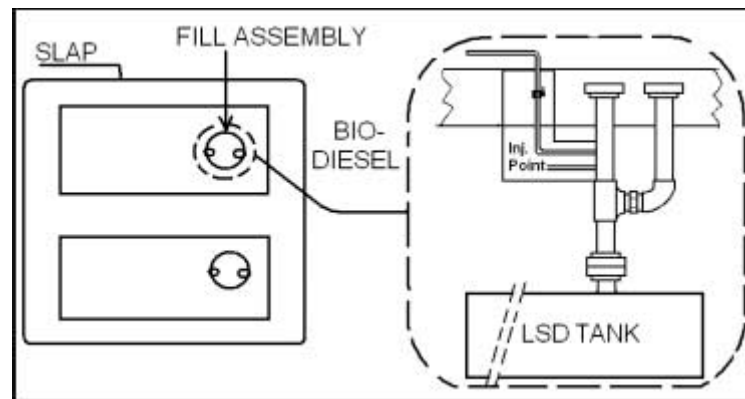
Gambar 3. Contoh Alat Pencampur Sekuensial

d. Pencampuran Injeksi Pada Rak Pipa

Biodiesel dicampur sebagai bahan bakar aditif secara proporsional dengan bahan bakar minyak solar yang akan diisikan ke sistem transportasi dengan pencampuran injeksi pada rak pipa. Sebagian besar operator terminal pengisian mengenal dengan baik sistem aditif ini, sedangkan cara operasinya sangat sederhana. Yang perlu diatur ialah distandarkan adalah alat yang secara otomatis mengatur harga dari campuran Biodiesel sesuai dengan konsentrasi campuran Biodiesel tersebut.

e. Pencampuran di Stasiun Pengisian bahan Bakar Umum (SPBU)

Teknologi pencampuran yang terakhir adalah pencampuran Biodiesel secara langsung di SPBU. Sistem ini menambah Biodiesel secara otomatis dan proporsional ketika bahan bakar solar dimasukkan ke tanki penyimpan yang ada di SPBU, pada saat yang sama juga menghitung biaya per liter yang harus dibayar konsumen sesuai dengan derajat pencampuran Biodiesel. Di negara maju dimana konsumen dapat memilih konsentrasi campuran B1–B20 maka diperlukan peralatan otomatis yang terintegrasi antara volume Biodiesel yang diinjeksikan dengan harga bahan bakar. Sedangkan untuk komposisi Biodiesel yang tetap Biodiesel diinjeksikan ke bahan bakar solar tanpa peralatan dengan sistem otomasi. SPBU Biosolar milik PERTAMINA yang ada di Jakarta dan Surabaya sebagian menerapkan metode ini.



Gambar 4. Sistem Pencampuran Biodiesel di SPBU (M.Siddik, 2005)

6. Pilot Plant Biodiesel dengan Teknologi RUSNAS UNSRI

Pilot Plant Biodiesel dibangun di Laboratorium Energi RUSNAS-UNSRI berlokasi di kompleks Fakultas Teknik UNSRI, dengan kapasitas bahan baku 100 kg minyak per batch atau siklus. Dalam satu hari, pilot plant ini mampu memproduksi 500 kg Biodiesel per hari. Pilot Plant ini mampu beroperasi dengan berbagai jenis bahan baku. Pembangunan dan Komisioning Pilot Plant Biodiesel rampung pada 7 Juli 2008, dan sudah melakukan trial produksi dari bahan baku CPO, minyak jelantah, minyak goreng dan CPO Offgrade.

Teknologi proses yang digunakan pada Pilot Plant Biodiesel adalah Teknologi RUSNAS PEBT yang diadopsi dari teknologi sebelumnya dengan pengayaan dan inovasi hasil penelitian tim RUSNAS yang bekerjasama dengan BPPT dengan masukan dari berbagai praktisi penelitian terkait dan industri.

Pilot Plant Biodiesel yang dimiliki RUSNAS PEBT i terdiri dari 3 (tiga) alat utama yaitu Reaktor (Mix Tank), Washing Column dan Dryer, dilengkapi dengan Boiler.

Kelengkapan peralatan Pilot Plant diakhir tahun 2008, ditingkatkan dengan menambah perangkat peralatan Methanol Recovery, Tanki Penampungan produk, Bubble Column (sebagai inovasi teknologi pemisahan).

Kesinambungan produk Biodiesel dari Pilot Plant dipertahankan dalam jumlah mencukupi untuk memenuhi kebutuhan kegiatan uji coba penggunaan Biodiesel pada BUS UNSRI, setidaknya hingga Agustus 2008. Penambahan kapasitas produksi dilakukan seiring dengan perkembangan kebutuhan penggunaan, terutama dalam rangkaian kegiatan sosialisasi dan kajian pendahuluan aplikasi Biodiesel pada *static engine* dan *road test* (LKP-Tim RUSNAS Bidoiesel, 2008).



Gambar 2. Pilot Plant Biodiesel RUSNAS UNSRI

7. *Proyeksi Aplikasi Biodiesel (B-10) pada Bus UNSRI*

Tahap awal uji coba penggunaan Biodiesel pada BUS UNSRI ber nomor 42, digunakan komposisi 5% Biodiesel dalam campuran, lalu ditingkatan menjadi 10%. Dalam rentang waktu tertentu diketahui efek penggunaan campuran Biodiesel terhadap performa mesin, memberikan efek positif terutama terhadap tarikan mesin yang menjadi lebih ringan, gas buang knalpot menjadi lebih jernih, bebas asap, dan asil uji emisi yang dilakukan Kemeterian Negara Lingkungan Hidup dan Bappedalda Kota Palembang, menunjukkan kadar opasitas mesin 34,7 %. (Ambang batas emisi 70%).

Setelah masa ujicoba terhadap bus pegawai/mahasiswa UNSRI dalam penggunaan Biodiesel dalam campuran minyak solar (B10), mengisyaratkan beberapa hal positif, namun tetap perlunya pengembangan baik kajian lanjutan yang lebih komprehensif mengenai aspek teknis lain akibat penggunaan Biodiesel, baik terhadap aspek pemeliharaan seperti masa penggantian oli, filter solar, kebisingan dan penurunan kualitas spare part yang terbuat dari bahan sintetis (karet) yang resistensi terhadap bahan kimianya rendah. Selain itu lebih perlu dilakukan *static engine test* untuk mempertegas efek penggunaan Biodiesel (B-10) pada bus tipe sejenis dan yang merupakan mayoritas Bus UNSRI terkait rasio konsumsi bahan bakar minyak.

Bila Universitas Sriwijaya berencana meningkatkan jumlah armada Bus yang menggunakan B-10 dalam operasional hari kerja maka dilakukan perhitungan pendahuluan untuk menyiapkan berbagai hal terkait baik dari aspek penyediaan bahan baku, operasional pilot plant, teknis penyimpanan/storasi produk Biodiesel, hingga teknis pencampuran dan injeksi pada kendaraan. Hal ini harus memperhitungkan pembiayaan dan mekanisasi engineering yang berkaitan satu sama-lain.

Untuk asumsi bila ke-42 Bus milik UNSRI (diluar jumlah Bus pegawai Fakultas, Operasional Dosen dan lain-lain) diproyeksikan akan menggunakan B-10, dengan asumsi 3 kali putaran/rute per hari, 5 hari kerja per minggu dan asumsi 45 minggu per tahun, maka total kebutuhan Biodiesel per tahun adalah sekitar 45 ribu liter pertahun. Untuk memproduksi Biodiesel sejumlah tersebut, maka UNSRI perlu memperhitungkan banyak hal antara lain ketersediaan bahan baku (CPO) dan jaminan keberlanjutannya, bahan baku proses seperti metanol dan katalis, utilitas, sdm pelaksana operasional Pilot Plant, Standarisasi Kualitas Produk Biodiesel, Teknologi Penyimpanan dan Stabilitas Biodiesel, Mekanisme pencampuran dan sistem injeksi, evaluasi kinerja mesin terhadap kendaraan dan pengembangan iptek terkait, dan yang utama adalah keekonomian penggunaan Biodiesel tersebut dalam skala UNSRI. Kajian komprehensif yang lebih *feasible* perlu dilakukan meneruskan pokok pemikiran ini.

8. Kesimpulan

- a. Penggunaan Biodiesel dalam campuran minyak solar pada BUS UNSRI dapat dilakukan dengan mekanisme yang mudah dan tanpa memodifikasi mesin. Efek positif sejauh ini diperoleh dari ujicoba terhadap salah satu angkutan pegawai/mahasiswa UNSRI. Komposisi yang terbaik telah diujicobakan adalah 10% Biodiesel (B-10).

- b. Kebutuhan UNSRI di sektor transportasi cukup tinggi sehingga substitusi 10% dari total konsumsi bahan bakar minyak dapat direduksi dengan optimasi Pilot Plant Biodiesel yang ada di lingkungan kampus UNSRI. Proyeksi Peningkatan jumlah armada yang menggunakan B-10 secara bertahap untuk menindaklanjuti hasil uji coba tersebut memungkinkan dengan memenuhi berbagai pertimbangan penting seperti ketersediaan bahan baku proses, utilitas, kualitas produk, stabilitas penyimpanan produk dan teknologi pencampuran.
- c. Enam jenis teknologi pencampuran yang secara tekno-ekonomi layak untuk diterapkan dimana, empat dari ke-enam jenis teknologi tersebut, bias diimplementasikan pada terminal pengisian bahan bakar besar atau kecil yaitu Pencampuran *Splash* Pada Tanki Terminal, Pencampuran Sekuensial pada Rak Pipa Pengisian, Pencampuran Sekuensial Pada Loading Arm Pengisian, dan Pencampuran Injeksi Pada Rak Pipa, kemudian 2 teknologi pencampur lainnya ialah, Pencampuran langsung pada lokasi Industri, serta Pencampuran dengan injeksi di Stasiun Pengisian bahan Bakar Umum (SPBU).
- d. Hal yang perlu diperhitungkan ialah pencampuran Biodiesel dengan minyak solar juga memerlukan biaya yang cukup tinggi, terutama bila Biodiesel dicampur di terminal pengisian karena memerlukan ketelitian dan kontinuitas yang tinggi agar konsentrasi dan kualitas campuran tepat dengan yang diharapkan. Demikian juga untuk pencampuran di SPBU memerlukan sistem injeksi yang kontinu dengan volume pencampuran yang tepat.

9. *Daftar Pustaka*

- Boedoyo, M. Sidik., 2005, “ *Teknologi Proses Pencampuran Biodiesel dan Minyak Solar di Indonesia*”. *Prospek Pengembangan Bio-fuel sebagai Substitusi Bahan Bakar Minyak*
- Bozbas, K., "Biodiesel as an alternative motor fuel: Production and policies in the European Union", *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 1 - 12 (2005)
- Budiman, Bambang Tri., 2004, “ Penggunaan Biodiesel Sebagai Bahan Bakar Alternatif”, *Prosiding Seminar Prospek Biodiesel di Indonesia*,
- Hu, J., Du, Z., Li, C., Min, E., "Study on the lubrication properties of Biodiesel as fuel lubricity enhancers", *Fuel*, 84, 1601 - 1606 (2005)
- Indartono, Yuli Setyo, “Mengetahui Biodiesel: Karakteristik, Produksi, hingga Performansi Mesin Artikel Iptek - Bidang Energi dan Sumber Daya Alam”, *www.indeni.org*

Knothe, G., "Dependence of Biodiesel fuel properties on the structure of fatty acid alkyl esters", *Fuel Processing Technology*, 86, 1059 - 1070 (2005)

Rahayu, Martini, "Teknologi Proses Produksi Biodiesel", *Prospek Pengembangan Bio-fuel sebagai Substitusi BBM*, 2006

Riset Unggulan Strategis Nasional, 2008, "Laporan Akhir Pekerjaan Kegiatan Sub Bidang Biodiesel Tahun 2007, Universitas Sriwijaya

Riset Unggulan Strategis Nasional, 2009, "Laporan Akhir Pekerjaan Kegiatan Sub Bidang Biodiesel Tahun 2008, Universitas Sriwijaya