



UNIVERSITAS INDONESIA

**KAJIAN STABILITAS OKSIDASI CAMPURAN BIODIESEL
MINYAK JELANTAH-SOLAR DAN KINERJA
MESIN DIESEL**

TESIS

**ARMAND ARIEF RENALDI
0606002881**

**FAKULTAS TEKNIK
TEKNIK MESIN
DEPOK
DESEMBER 2009**



UNIVERSITAS INDONESIA

**KAJIAN STABILITAS OKSIDASI CAMPURAN BIODIESEL
MINYAK JELANTAH-SOLAR DAN KINERJA
MESIN DIESEL**

TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik

**ARMAND ARIEF RENALDI
0606002881**

**FAKULTAS TEKNIK
TEKNIK MESIN
KONVERSI ENERGI
DEPOK
DESEMBER 2009**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tesis ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : ARMAND ARIEF RENALDI
NPM : 0606002881
Tanda tangan :
Tanggal :

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini diajukan oleh :

Nama : Armand Arief Renaldi
NPM : 0606002881
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tesis : Kajian Stabilitas Oksidasi Campuran Biodiesel Minyak
Jelantah-Solar dan Kinerja Mesin Diesel

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Teknik pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Bambang Sugiarto M.Eng (.....)
Penguji : Prof. Ir. Yulianto Sulistyono Nugroho M.Sc, Ph.D (.....)
Penguji : Dr. Ir. Danardono AS (.....)
Penguji : Agus S. Pamitran, S.T, M.Eng, Ph.D. (.....)

Ditetapkan di :

Tanggal :

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan ke hadirat Allah SWT, Karena atas berkat rahmat dan hidayah-Nyalah laporan tesis ini dapat diselesaikan. Shalawat dan Salam untk Muhammad SAW, Nabi pembawa berita gembira.

Banyak pengalaman telah saya dapatkan dalam pengerjaan tesis ini, saya menyadari tanpa bantuan berbagai pihak tidaklah mungkin tesis ini dapat diselesaikan. Oleh karena itu saya mengucapkan terima kasih kepada :

- (1) Prof. Dr. Ir. Bambang Sugiarto M.Eng dosen pembimbing tesis dan pembimbing akademik yang telah dengan sabar membimbing saya dalam penelitian dan penyelesaian tesis ini.
- (2) Kedua orang tua saya yang kucinta, atas do'a dan dukunganmulah saya dapat menyelesaikan semua tugas studi saya.
- (3) Istriku Anne dan anak-anakku Zidan dan Cacha yang kucinta yang telah dengan sangat sabar mengikuti perjalanan studi saya.
- (4) Bude, om, tante dan pakdeku yang banyak mendukung selama ini.
- (5) Para dosen Departemen Teknik Mesin Universitas Indonesia yang telah mentransfer ilmunya dan memberi motivasi untuk terus belajar.
- (6) Kakak dan adikku terima kasih atas semua bantuannya dan dukungannya.

Saya berharap tesis ini dapat bermanfaat bagi kemajuan ilmu pegetahuan dan menambah pengetahuan bagi semua pembacanya.

Jakarta, 17 Desember 2009

Penulis

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademika Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : ARMAND ARIEF RENALDI

NPM : 0606002881

Program Studi : TEKNIK MESIN

Fakultas : TEKNIK

Jenis karya : Kajian Stabilitas Oksidasi Campuran Biodiesel Minyak Jelantah-Solar dan inerja Mesin Diesel

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalty Noneksklusif (Non-exclusive royalty free right) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Kajian Stabilitas Oksidasi Campuran Biodiesel Minyak Jelantah-Solar dan Kinerja Mesin Diesel.

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas royalty ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pengkalan data (data base), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di :

Pada tanggal :

Yang menyatakan

(.....)

ABSTRAK

Nama : Armand Arief Renaldi
Program Studi : Konversi Energi
Judul : Kajian Stabilitas Oksidasi Campuran Biodiesel Minyak Jelantah-Solar dan Kinerja Mesin Diesel

Penelitian ini mengkaji satu karakteristik biodiesel dan campuran biodiesel-solar yakni stabilitas oksidasi, bahan bakar dengan stabilitas oksidasi rendah dapat dengan mudah teroksidasi dengan udara, bila telah *rancid* atau tengik dapat mengakibatkan korosi dan kerusakan pada injektor, tangki dan elemen mesin lain. Metode 743 Rancimat (*modified*) round robin test khusus untuk menguji stabilitas oksidasi biodiesel, campuran biodiesel-solar dan solar melalui determinasi waktu induksi/*induction time*, hasilnya B100-UFO atau biodiesel minyak jelantah murni (*Used Frying Oil/UFO*) memiliki stabilitas oksidasi 1,6 jam (pada 110°C), B95-UFO 2,95 jam, B90-UFO 3,56 jam, B80-UFO 17,13 jam dan B30-UFO 98,24 jam. Dengan standar minimal stabilitas oksidasi 6 jam (EN 14112), Stabilitas oksidasi yang aman bagi mesin diesel dimulai B80 dan grafik trendline memperlihatkan B85 masih aman di kisaran 10 jam. Adapun kinerja mesin diperoleh hasil dibandingkan dengan solar, minyak jelantah sebagai campuran mengakibatkan kenaikan konsumsi bahan bakar untuk daya yang sama, mengakibatkan penurunan *Brake Horse Power/BHP* untuk semua campuran. Terdapat keunikan pada B15-UFO dibandingkan campuran biodiesel jelantah-solar yang lain yakni memiliki efisiensi thermal yang naik (0,26%) sedangkan campuran yang lain turun, pada kondisi putaran poros tetap memiliki kenaikan *SFC* yang paling rendah (2,34%) dan memiliki penurunan *BHP* yang paling rendah (9,38%).

Kata kunci :
Stabilitas Oksidasi, Metode 743 Rancimat (*modified*), *Induction time*, konsumsi bahan bakar, *Brake horse power*, Efisiensi thermal.

ABSTRACT

Name : Armand Arief Renaldi
Study Program: Energy Conversion
Title : Study of Oxidation Stability of Used Frying Oil Biodiesel-
Petrodiesel Blends and Performance of Diesel Engine

This research is studying oxidation stability of biodiesel and biodiesel-petrodiesel blends, fuel with low oxidative stability will be oxidized by atmosphere air easily, rancid fuel is corrosive and will damage the injector, tank and other elements. 743 Rancimat Method (modified) round robin test is only for determining the oxidative stability of biodiesel, biodiesel-petrodiesel and petrodiesel by determining induction time. The result : B100-UFO or the neat Used Frying Oil (UFO) Biodiesel has oxidation stability 1,6 hours (at 110°C), B95-UFO 2,95 hours, B90-UFO 3,56 hours, B80-UFO 17,13 hours and B30-UFO 98,24 hours. the minimum standard of oxidation stability is 6 hours (EN 14112), B80 is safe for diesel engine and graph trendline shows B85 is still safe as around 7 hours. The Diesel engine performance results are : w The Diesel engine performance results are : With petrodiesel as the standard, Used Frying Oil as blender make an increase of fuel consumption for the same power, make a decrease of Brake Horse Power/BHP for all blends. There are some uniqueness of the B15-UFO compared with other UFO biodiesel-petrodiesel such as it has an increase thermal efficiency (0,26%) as the other blends are decrease, at constant rotational speed (rpm) it has the lowest increase of SFC (2,34%) and the lowest decrease of BHP (9,38%).

With petrodiesel as the standard, Used Frying Oil as blender make an increase of fuel consumption for the same power, make a decrease of Brake Horse Power/BHP for all blends. There are some uniqueness of the B15-UFO compared with other UFO biodiesel-petrodiesel such as it has an increase thermal efficiency (0,26%) as the other blends are decrease, at constant rotational speed (rpm) it has the lowest increase of SFC (2,34%) and the lowest decrease of BHP (9,38%).

Key words :

Oxidation stability, 743 Rancimat Method (modified), Induction time, Specific fuel consumption, Brake horse power, Thermal efficiency.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	iv
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR & TABEL	ix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.1.1 Pemanasan Global dan Perubahan Iklim	1
1.1.2 Kondisi Perminyakan Indonesia	1
1.1.3 Biodiesel Sebagai Alternatif	3
1.1.4 Kebijakan dalam Pengembangan Biodiesel	4
1.1.5 Potensi Minyak Jelantah Indonesia	5
1.2 Perumusan Masalah	6
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Batasan Masalah	6
1.5 Metodologi Penelitian	6
1.5.1 Pendekatan Masalah	6
1.5.2 Sumber dan Metode Pengambilan data	7
1.5.3 Pengolahan Data	7
1.5.4 Analisis Data	7
1.6 Sistematika Penulisan	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Biodiesel (<i>Methyl Ester</i>)	9
2.1.1 Biodiesel Minyak Jelantah	10
2.1.2 Pembuatan Biodiesel Minyak Jelantah	11
2.1.3 Karakteristik Biodiesel Minyak Jelantah	12
2.2 Bahan Bakar Diesel	15
2.3 Karakteristik Bahan Bakar	16
2.3.1 Stabilitas Oksidasi	16
2.3.1.1 Faktor yang Mempengaruhi Kecepatan Oksidasi	18
2.3.2 Berat Spesifik (<i>specific gravity</i>)	18
2.3.3 Kekentalan (<i>viscosity</i>)	18
2.3.4 Angka Setana (<i>cetane number</i>)	18
2.3.5 Suhu Didih (<i>boiling temperature</i>)	19
2.3.6 Temperatur Penyalaan (<i>ignition temperature</i>)	19
2.3.7 Titik Nyala (<i>flash point</i>)	19
2.3.8 Kualitas Penyalaan (<i>ignition quality</i>)	19
2.3.9 Titik Tuang (<i>pour point</i>)	19
2.3.10 Kemudahan Menguap (<i>volatility</i>)	19
2.3.11 Kandungan Belerang (<i>sulfur content</i>)	20
2.3.12 Kandungan Air (<i>water content</i>)	20

2.4 Metode Rancimat	20
2.4.1 Penjelasan Instrumen	21
2.4.2 Bagian-Bagian Rancimat	22
2.4.3 Pengoperasian Rancimat	27
2.5 Mesin Diesel	28
2.5.1 Jenis Injeksi Mesin Diesel	28
2.5.2 Parameter Kinerja Mesin Diesel	28
2.5.2.1 Torsi dan Daya Rem (<i>Brake Horse Power</i>)	28
2.5.2.2 Konsumsi Bahan Bakar dan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik	29
2.5.2.3 Efisiensi Thermal	30
2.5.3 Pembakaran pada Mesin Diesel	30
BAB 3 METODE PENELITIAN	33
3.1 Tempat Penelitian	33
3.2 Bahan Baku	33
3.3 Rancangan Pengujian	33
3.3.1 Pencampuran (Blending Biodiesel-Solar)	33
3.3.2 Pengujian Stabilitas Oksidasi	34
3.3.3 Pengujian Kinerja Mesin Diesel	36
3.3.3.1 Spesifikasi Sistem Pengujian	36
3.3.3.2 Jangkauan Eksperimen	39
BAB 4 HASIL & ANALISIS	40
4.1 Analisis Stabilitas Oksidasi	40
4.1.1 Waktu Induksi	41
4.1.2 Analisis Stabilitas Oksidasi dengan Grafik	43
4.1.2.1 Analisis Grafik dengan Pembanding B30-UFO	44
4.1.2.2 Analisis Grafik dengan Pembanding B100-UFO	46
4.1.3 Analisis Stabilitas Oksidasi dengan Konduktifitas	48
4.2 Kinerja Mesin Diesel	55
4.2.1 Perhitungan Data	55
4.2.1.1 Perhitungan Torsi dan Daya Rem (<i>Brake Horse Power-BHP</i>)	55
4.2.1.2 Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar (<i>Fuel Consumption-FC</i>)& Konsumsi Spesifik Bahan Bakar (<i>Specific Fuel Consumption-SFC</i>)	56
4.2.1.3 Perhitungan Efisiensi Thermal	57
4.2.2 Analisis Kinerja Mesin Diesel	58
4.2.2.1 Analisis pada Putaran Poros Tetap	58
4.2.2.2 Analisis pada Buka-an Throttle Tetap	62
BAB 5 KESIMPULAN	68
5.1 Kesimpulan	68
5.2 Saran	69
DAFTAR REFERENSI	70

DAFTAR GAMBAR & TABEL

Gambar 1.1 Kondisi Perminyakan (Minyak Bumi) Indonesia	2
Gambar 2.1 Reaksi Transesterifikasi	11
Gambar 2.2 Flow Chart Pembuatan Biodiesel Jelantah	12
Tabel 2.1 Standar Biodiesel Eropa	13
Tabel 2.2 Standar Biodiesel Indonesia	14
2.3 Tabel Karakteristik Biodiesel Minyak Jelantah	15
2.4 Tabel Karakteristik Bahan Bakar Solar	16
Gambar 2.3 Akibat Penggunaan Tidak Sesuai Standar	17
Gambar 2.4 Skema Pengaturan Pengukuran	21
Gambar 2.5 Proses pada Tabung Reaksi	21
Gambar 2.6 Tampak Muka Rancimat	23
Gambar 2.7 Tampak Belakang Rancimat	24
Gambar 2.8 Asesoris untuk Suplai Udara (Panel Belakang Instrumen)	25
Gambar 2.9 Fitting Tabung Reaksi dan Tabung Ukur	26
Gambar 2.10 Flow Chart Pengoperasian Rancimat	27
Gambar 2.11 Siklus Mesin Diesel	31
Tabel 3.1 Pencampuran Tahap Pertama	33
Tabel 3.2 Pencampuran Tahap Kedua	34
Tabel 3.3 Parameter Round Robin Test	34
Gambar 3.1 Prinsip Kerja Rancimat	35
Gambar 3.2 Metode 743 Rancimat (dimodifikasi)	35
Tabel 4.1 Parameter Round Robin Test	40
Tabel 4.2 Waktu Induksi	42
Gambar 4.1 Rancimat Control	43
Gambar 4.2 Grafik Multiple B30,S100,B5,B10,B15	44
Gambar 4.3 Grafik Multiple B30,B20,B25	45
Gambar 4.4 Grafik Multiple B5,B10,B15,B20,B25,B30,S100	46
Gambar 4.5 Grafik Multiple B30 & B100	46
Gambar 4.6 Grafik Multiple B100 dengan B20,B25 dan B30	47

Gambar 4.7 Grafik Multiple B100 dengan B5,B10,B15 dan S100	48
Gambar 4.8 Grafik Multiple Konduktifitas B100-UFO	49
Gambar 4.9 Grafik Multiple Konduktifitas B30-UFO	49
Gambar 4.10 Grafik Multiple Konduktifitas S100	50
Gambar 4.11 Grafik Multiple Konduktifitas B5-UFO	50
Gambar 4.12 Grafik Multiple Konduktifitas B10-UFO	51
Gambar 4.13 Grafik Multiple Konduktifitas B15-UFO	51
Gambar 4.14 Grafik Multiple Konduktifitas B20-UFO	52
Gambar 4.15 Grafik Multiple Konduktifitas B25-UFO	52
Tabel 4.3 Konduktifitas	53
Gambar 4.16 Grafik Konduktifitas	53
Tabel 4.4 Hasil Induction Time	54
Gambar 4.17 Grafik Induction Time	54
Gambar 4.18 Grafik FC pada Poros Tetap 1500 rpm	58
Gambar 4.19 Grafik SFC pada Poros Tetap 1500 rpm	59
Gambar 4.20 Grafik BHP pada Poros Tetap 1500 rpm	60
Gambar 4.21 Grafik Efisiensi Thermal pada Poros Tetap 1500 rpm	61
Gambar 4.22 Grafik FC pada Bukaannya Throttle Tetap 40%	62
Gambar 4.23 Grafik SFC pada Bukaannya Throttle Tetap 40%	63
Gambar 4.24 Grafik Efisiensi Thermal pada Bukaannya Throttle Tetap 40%	64
Tabel 4.5 Hasil Kinerja Berbagai Campuran Biodiesel terhadap Solar	66