

PEMANFAATAN MINYAK JELANTAH SEBAGAI BIODIESEL UNTUK BAHAN BAKAR BUS KAMPUS UNAND DI PADANG

Yandri, V.R.

Teknik Elektro, Politeknik Universitas Andalas Limau Manis, Padang 25163, Indonesia
Surel: valdi_rizki@yahoo.com

ABSTRAK

Minyak jelantah atau *Waste Cooking Oil* (WCO) sebagai limbah dari rumah tangga, restoran dan pengusaha makanan dapat diolah menjadi biodiesel, dapat digunakan untuk bus kampus Universitas Andalas (Unand) di Padang, Sumatera Barat, Indonesia. Bahan bakar bus kampus ini berupa campuran bahan bakar dengan kandungan 5% biodiesel dan 95% solar. Unand memiliki empat jenis bus kampus, yaitu 27 unit mikrobis putih, 7 unit bus putih, 4 unit bus hijau dan 1 unit bus eksklusif dengan total konsumsi solar adalah 9.625 liter per minggu. Artinya, kita butuh 414 liter minyak jelantah untuk memproduksi biodiesel. Selain itu, pemanfaatan minyak jelantah ini dapat mendukung pemerintah Indonesia dalam program konservasi energi, yaitu mengurangi konsumsi solar dan meningkatkan pemanfaatan biodiesel sebagai sumber energi terbarukan.

Kata kunci: Minyak Jelantah, Biodiesel, Solar, Bahan Bakar, Konservasi Energi.

UTILIZATION OF WASTE COOKING OIL AS BIODIESEL FOR UNAND CAMPUSS BUS FUEL IN PADANG

ABSTRACT

Waste Cooking Oil (WCO) as the waste from household, restaurant and food entrepreneur can be processed to biodiesel. This has been used by campus buses of University of Andalas (Unand) in Padang, West Sumatera, Indonesia. Noticeably, the campus buses fuel does not only consist of biodiesel but also petrodiesel, i.e. 5% biodiesel and 95% petrodiesel. Unand has four types of campus bus. i.e. 27 white minibuses, 7 white buses, 4 green buses and 1 exclusive bus with the total weekly petrodiesel consumption is 9,625L. It means they need 414 L WCO to produce biodiesel. Furthermore, this utilization can support Indonesian government in energy conservation program, i.e. saving the petrodiesel consumption and increasing biodiesel utilization as renewable energy.

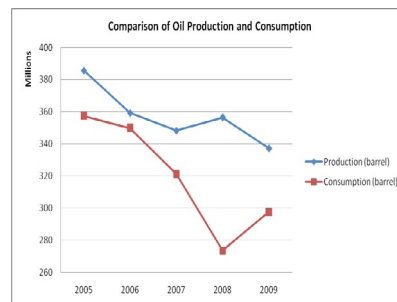
Key words: Waste Cooking Oil, Biodiesel, Petro diesel, Fuel, Energy Conservation.

PENDAHULUAN

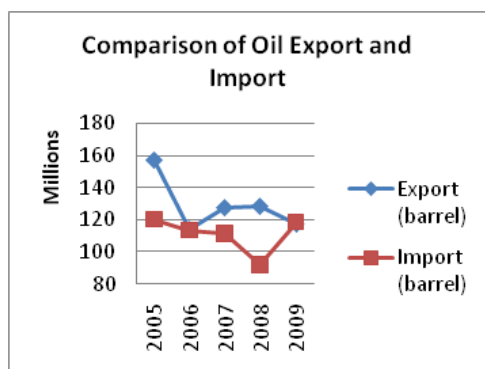
Krisis energi di Indonesia disebabkan oleh peningkatan konsumsi minyak bumi dalam kehidupan sehari-hari. Peningkatan ini disebabkan oleh bertambahnya jumlah kendaraan dan perusahaan industri. Selain itu, jumlah minyak bumi semakin menurun. Sumber energi lainnya harus ditemukan dan diberdayakan untuk menyelesaikan masalah ini.

Salah satu jenis produk minyak bumi adalah solar yang merupakan bagian penting karena digunakan di berbagai sektor. Berkurangnya jumlah produksi solar menyebabkan Indonesia harus mengimpor-nya dari negara lain. Langkah yang dapat dilakukan untuk mengurangi konsumsi

solar adalah menggunakan biodiesel. Produksi dan konsumsi solar di Indonesia ditunjukkan pada gambar 1. Oleh karena berkurangnya produksi minyak bumi, nilai ekspor Indonesia menjadi menurun. Nilai ekspor dan impor minyak bumi Indonesia ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 1. Produksi dan Konsumsi Minyak di Indonesia tahun 2005-2009 (ESDM, 2010)

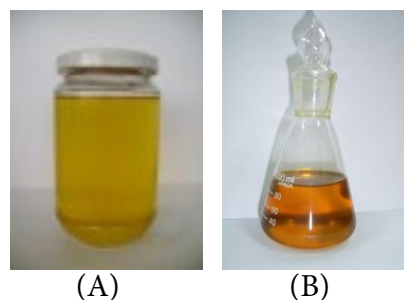


Gambar 2. Ekspor dan Impor Minyak di Indonesia tahun 2005-2009 (ESDM, 2010)

Pemerintah Indonesia telah membuat peraturan, yaitu Peraturan Pemerintah nomor 5 tahun 2006 yang mewajibkan pengurangan konsumsi solar (PP no. 5, 2006). Konsumsi solar dapat dikurangi dengan menggunakan biodiesel yang dapat diproduksi menggunakan minyak jelantah. Berdasarkan peraturan ini, salah satu langkah yang dapat dilakukan adalah pemanfaatan minyak jelantah sebagai bio-diesel untuk berbagai meda transportasi, seperti bus kampus di universitas sebagai institusi pemerintah. Evaluasi di berbagai aspek dalam penelitian ini meliputi aspek teknis, manajemen dan ekonomi.

METODOLOGI

Biodiesel bisa didapatkan dengan mengolah minyak kelapa, minyak kelapa sawit, minyak jelantah, dan *Jatropha curcas*. Biodiesel merupakan tipe bioenergi yang baru dan terbarukan. Karakteristik biodiesel menyerupai solar. Artinya, biodiesel dapat digunakan sebagai pengganti solar. Minyak jelantah dapat dihasilkan dari sisa pemakaian minyak goreng di pengusaha makanan, restoran dan rumah tangga. (Mittelbach, 2004). Dalam proses memasak, minyak jelantah tidak boleh digunakan secara berulang karena mengandung radikal bebas yang bisa menyebabkan kanker. Sampel minyak jelantah ditunjukkan pada gambar 3 dan sampel biodiesel ditunjukkan pada gambar 4. (Hambali, 2006)



Gambar 3. (a) Minyak Jelantah (b) Biodiesel (Hamid (2006))

Minyak jelantah merupakan sisa pemakaian *Crude Palm Oil (CPO)* yang digunakan untuk memasak. Produksi CPO di Indonesia pada tahun 2001 sampai dengan 2005 ditunjukkan pada Tabel 1.

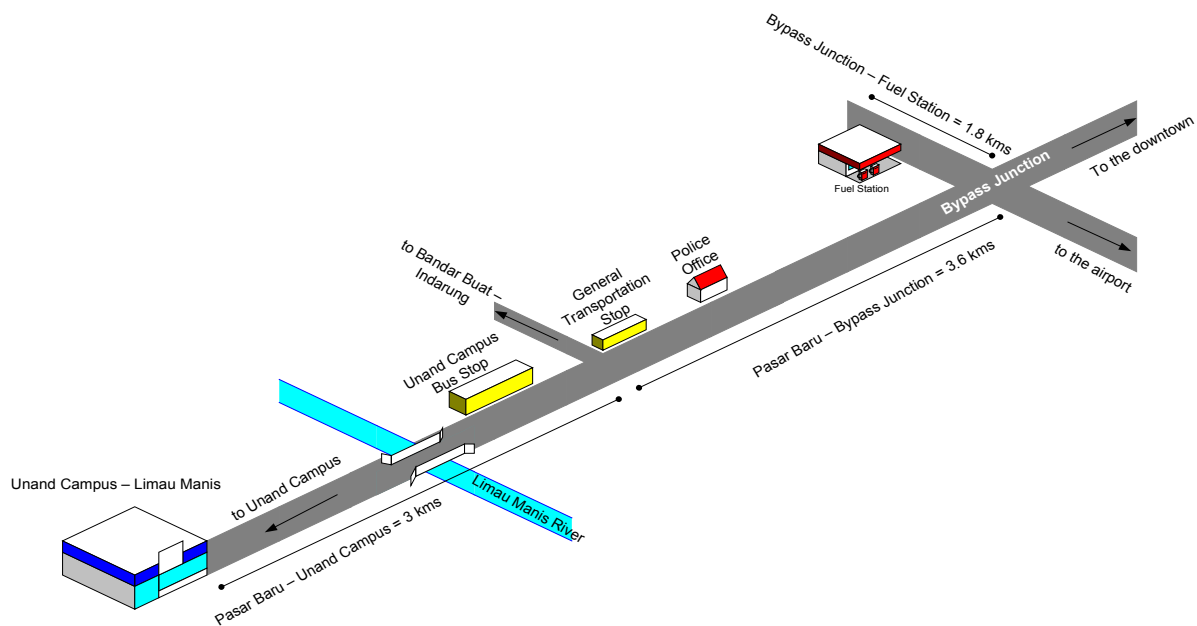
Tabel 1. Produksi CPO di Indonesia Tahun 2001-2005 (Hambali, 2008)

Tahun	Produksi (ton)	Peningkatan Produksi (%)	Konsumsi per Kapita (kg)
2001	3.89	-	14.90
2002	4.20	7.38	15.00
2003	4.22	0.47	15.40
2004	4.77	11.53	16.00
2005	5.39	11.50	16.50

Dalam Peraturan Pemerintah (PP) nomor 5 tahun 2006, konsumsi minyak bumi harus dikurangi menjadi 20% dari konsumsi energi nasional (PP no. 5, 2006). Salah satu langkah yang dapat dilakukan adalah konversi solar ke biodiesel. Biodiesel yang akan dikembangkan dalam penelitian ini adalah B5 yang terdiri dari 5% biodiesel dan 95% solar.

Universitas Andalas (Unand) merupakan salah satu perguruan tinggi di Padang, yang memiliki bus kampus untuk melayani mahasiswa dan masyarakat dari daerah Pasar Baru sampai ke dalam lingkungan kampus. Unand memiliki 27 bus kecil dan 7 bus besar yang melayani di hari kerja dan hari libur.

Riset ini dimulai dengan wawancara ke beberapa orang sopir dan koordinator bus kampus. Berdasarkan wawancara ini, didapatkan data rata-rata konsumsi solar adalah 45 liter per hari untuk bus kecil dan 90 liter per hari untuk bus besar. Perbandingan jarak tempuh dan kebutuhan solar untuk



Gambar 4. Peta Lokasi di sekitar Kampus Unand dan SPBU terdekat

ukuran bus kecil adalah bus 1:4, artinya dibutuhkan 1 liter solar untuk jarak tempuh 4 km. Untuk bus besar, perbandingan konsumsi solar untuk setiap bus adalah 1:2, artinya 1 liter solar untuk jarak tempuh 2 km.

Riset ini kemudian dilanjutkan dengan mencari data tentang lokasi responden. Data ini dapat diperoleh di Badan Pusat Statistik (BPS) Sumatera Barat dan dilanjutkan dengan jumlah minimum minyak jelantah yang bisa didapatkan dari responden setiap bulannya. Di setiap area, responden dapat diklasifikasikan menjadi 3 jenis, yaitu pengusaha makanan, restoran dan rumah tangga. Selain itu, minyak jelantah bisa dihasilkan rumah tangga, restoran, hotel, rumah sakit, kantin di pasar, universitas dan sekolah.

Pada gambar 4, ditunjukkan bahwa jarak ke SPBU terdekat dari Pasar Baru lebih dari 5 km. Sehingga konsumsi solar menjadi boros karena jarak yang cukup jauh ini. Dengan pemanfaatan biodiesel, konsumsi solar sebagai BBM bersubsidi dapat dikurangi,

Metoda Esterifikasi dan Transesterifikasi

Saat membandingkan biodiesel dengan solar, hal yang perlu diperhatikan adalah tingkat emisi bahan bakar. Biodiesel

menghasilkan tingkat emisi hidrokarbon yang lebih kecil, sekitar 30% dibanding dengan solar; Emisi CO juga lebih rendah, sekitar 18%, emisi particulate molecul lebih rendah 17%; sedang untuk emisi NO_x lebih tinggi sekitar 10%; sehingga secara keseluruhan, tingkat emisi biodiesel lebih rendah dibandingkan dengan solar, sehingga penggunaannya lebih ramah lingkungan. (Firdaus, 2009)

Proses pembuatan biodiesel dari minyak jelantah akan melewati tahap berikut (Firdaus, 2009):

- 1) proses pemurnian minyak jelantah dari pengotor dan water content
- 2) esterifikasi dari asam lemak bebas (*free fatty acids*) yang terdapat di dalam minyak jelantah,
- 3) trans-esterifikasi molekul trigliserida ke dalam bentuk metil ester, dan
- 4) pemisahan dan pemurnian

Metoda esterifikasi dan transesterifikasi digunakan untuk mengkonversi minyak jelantah menjadi biodiesel. Esterifikasi menggunakan katalis asam, seperti asam sulfat (H₂SO₄) atau asam klorida (HCl). Tahap-tahap dalam esterifikasi dan transesterifikasi ditunjukkan pada gambar 5. Esterifikasi terdiri dari 4 tahap (Suhartono, 2001), yaitu:

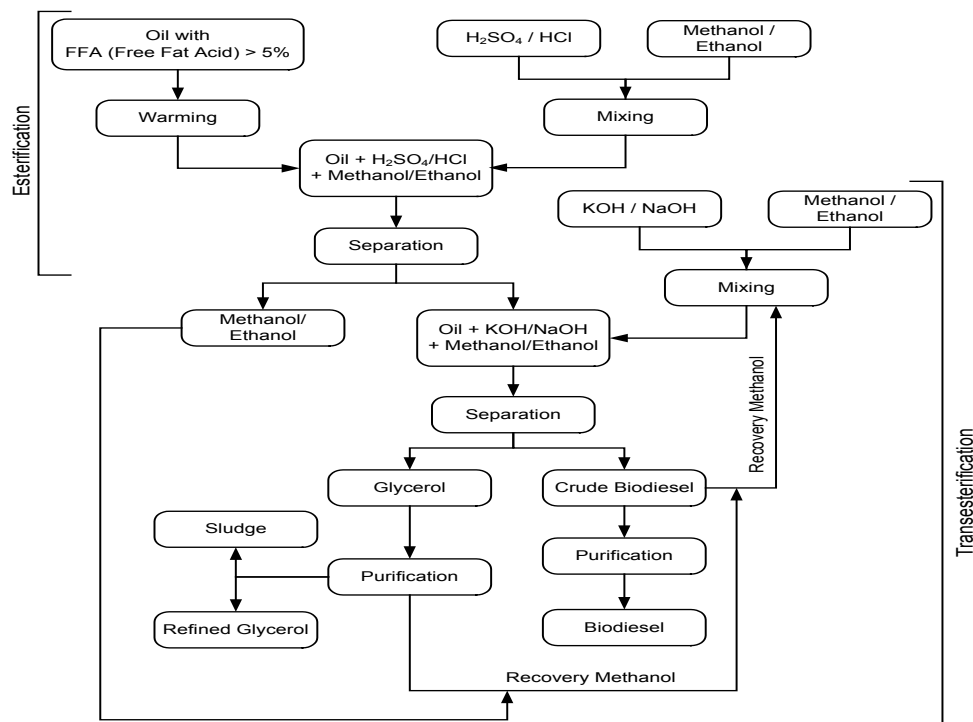
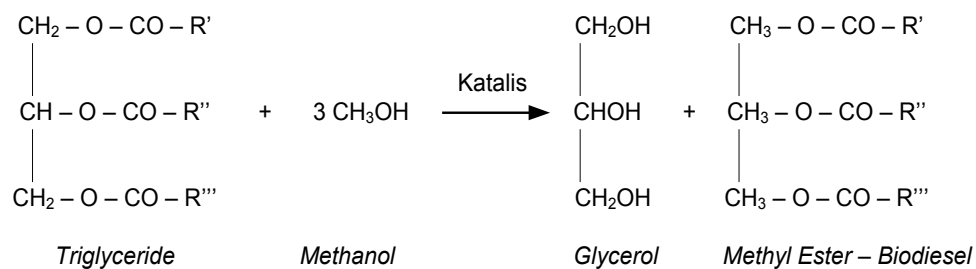
- 1) pencampuran asam kuat ($\text{H}_2\text{SO}_4/\text{HCl}$) dengan alkohol (methanol/etanol),
- 2) pemanasan minyak yang mengandung FFA di atas 5% (seperti minyak jelantah),
- 3) pencampuran asam kuat ($\text{H}_2\text{SO}_4/\text{HCl}$) dengan alkohol (methanol/etanol) dan minyak untuk mengurangi FFA menjadi di bawah 5%,
- 4) pemisahan minyak dengan methanol.

Setelah kadar FFA di bawah 5%, proses dilanjutkan dengan tahap transesterifikasi yang terdiri dari 4 tahap (Lesmana, 2006), yaitu:

- 1) pencampuran katalis alkaline (NaOH atau KOH) dengan alkohol (Methanol atau Ethanol). Konsentrasi katalis berkisar antara 0,5-1% dari massa minyak. Konsentrasi alkohol berkisar antara 10-20% dari massa minyak,

- 2) pencampuran alkohol, katalis dan minyak pada temperatur 55°C dengan kecepatan pengadukan yang konstan. Reaksi ini dilakukan dalam 30-45 menit,
- 3) Pemisahan campuran saat methyl ester terpisah dengan gliserol. Methyl ester yang terbentuk pada tahap ini disebut *crude biodiesel* karena mengandung substansi zat-zat pengotor seperti residu methanol, residu katalis alkalin dan sabun,
- 4) Pencucian methyl ester dengan menggunakan air hangat untuk memisahkan zat-zat pengotor dan kemudian dilanjutkan dengan menguapkan air yang terkandung dalam biodiesel

Persamaan reaksi kimia dalam produksi biodiesel adalah sebagai berikut:



Gambar 5. Tahap Produksi Biodiesel dengan Metoda Esterifikasi yang dilanjutkan dengan Transesterifikasi (Mursanti, 2007; Sujatmoko, 2004)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan Baku yang digunakan untuk pembuatan biodiesel dari minyak jelantah adalah:

- Minyak jelantah (bisa di dapat gratis dari restoran-restoran fast food) atau dihargai dengan Rp 500,00/liter
- Methanol Rp 5000,00/liter
- NaOH (s) Rp 12.500,00/kg

Konversi reaksi 93%, berarti setiap 1 liter minyak jelantah akan menghasilkan biodiesel sebesar 930 ml. Methanol yang digunakan setiap 1 liter minyak jelantah adalah 200 ml, sedangkan NaOH yang dipakai sebesar 5 gr setiap 1 liter minyak jelantah. Jadi biaya produksi total untuk menghasilkan 1 liter biodiesel yaitu:

- Minyak jelantah = $100/93 \times 500$ = Rp 537,65
- Methanol = $200/1000 \times 5000 \times 100/93$ = Rp 1075,27
- NaOH kira-kira dihargai Rp 100,00/liter biodiesel
- Utilitas (listrik dll) dihargai Rp 100,00/liter biodiesel

Jadi total untuk menghasilkan 1 liter biodiesel dibutuhkan biaya produksi = Rp 1812,90 (Harga ini dengan asumsi bahwa harga minyak jelantah Rp 500,00). Jika ternyata harganya bisa gratis, jadi total biaya produksi biodiesel hanya menjadi Rp 1312,90. Pada tabel 2, ditunjukkan data tentang bus kecil dan bus besar di Unand.

Tabel 2. Jumlah Bus kecil dan Bus Besar di Unand (Sub Bagian Peralatan dan Perlengkapan Unand, 2011)

No.	Jenis Bus	Ukuran Mesin (CC)	Jumlah (unit)
1	Bus besar	7,412	5
2	Bus besar	7,684	1
3	Bus besar	7,961	1
4	Bus kecil	3,298	24
5	Bus kecil	3,500	3

Tipe bus kecil adalah Mitsubishi FE 334E (24 unit) dan Mitsubishi FE 135 (3 unit). Tipe bus besar adalah Hino AK3HRKA

(5 unit), Hino RK1JKA (1 unit) dan Hino AK8JRKA (1 unit). Bus kecil dan bus besar ditunjukkan pada Gambar 6.



(A)



(B)

Gambar 6. (A) Bus Kecil di Unand, (B) Bus Besar di Unand (Sub Bagian Peralatan dan Perlengkapan Unand, 2011)

Selain itu, Unand memiliki dua jenis bus kampus lainnya yang melayani dosen, staf administrasi dan tamu universitas. Bus kampus yang melayani dosen dan staf administrasi disebut bus hijau berjumlah 4 unit. Bus kampus yang melayani tamu universitas disebut bus eksklusif berjumlah 1 unit. Data tentang kedua jenis bus ini ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Bus Hijau dan Bus Eksklusif di Unand (Sub Bagian Peralatan dan Perlengkapan Unand, 2011)

No.	Jenis Bus	Ukuran Mesin (CC)	Jumlah (unit)
1	Bus Hijau	3,298	4
2	Bus Eksklusif	7,961	1

Tipe bus hijau adalah Mitsubishi FE 334E (4 unit) dan tipe bus eksklusif adalah Hino RK1JKA. Konsumsi solar untuk sebuah bus hijau adalah 20 liter per hari. Bus hijau dan bus eksklusif ditunjukkan pada Gambar 7.



(A)



(B)

Gambar 7. (A) Bus Hijau, (B) Bus Eksklusif di Unand (Sub Bagian Peralatan dan Perlengkapan Unand, 2011)

Berdasarkan data yang didapat saat survey, kebutuhan solar bus kampus adalah 1.925 liter per hari yang terdiri dari 1.215 liter untuk 27 bus kecil dan 630 liter untuk 7 bus besar dan 80 liter untuk 4 bus hijau. Jadi, dibutuhkan 9.625 liter solar dalam seminggu (5 hari kerja). Data yang lebih detail tentang kebutuhan solar bus kampus ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kebutuhan Solar Bus Besar dan Bus Kecil di Unand (Sub Bagian Peralatan dan Perlengkapan Unand, 2011)

Jenis Bus	Kebutuhan Solar per hari (L)	Jumlah (unit)	Total (L)
Bus besar (7,412 cc)	90	5	450
Bus besar (7,684 cc)	90	1	90
Bus besar (7,961 cc)	90	1	90
Bus kecil (3,298 cc)	45	24	1.080
Bus kecils (3,500 cc)	45	3	135
Total kebutuhan solar untuk bus besar (L)			630
Total kebutuhan solar untuk bus kecil (L)			1.215
Total kebutuhan solar untuk semua bus (L)			1.925

Jika jumlah minimum minyak jelantah per minggu adalah 517,48 L, B5 dapat digunakan untuk bus kampus. Minyak jelantah dapat dikumpulkan dari responden di kota Padang. Berdasarkan data dari BPS Kota Padang, terdapat 819,740 penduduk (tahun 2009), 54 restoran, 27 rumah sakit, 17 hotel, 953 sekolah (TK, SD, SMP dan SMA), 51 universitas and 17 pasar. Minyak jelantah dapat dikumpulkan dari responden yang tersebar di berbagai lokasi di Kota Padang. Data tentang jumlah minimum minyak jelantah dikumpulkan untuk dianalisis. Jumlah responden yang terdapat di Kota Padang ditunjukkan di Tabel5.

Responden untuk prioritas pertama adalah restoran karena paling banyak mengknsumsi minyak goreng. Jadi, urutan prioritas responden adalah restoran, pasar, rumah sakit, sekolah universitas dan rumah

tangga. Berdasarkan data survey ini, jumlah minyak jelantah dikumpulkan untuk dibuat menjadi database. Kota Padang terbagi menjadi 11 kecamatan dengan jumlah penduduk yang bervariasi. Jumlah penduduk secara detail per kecamatan ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 5. Data Responden di Padang tahun 2009 (BPS Kota Padang)

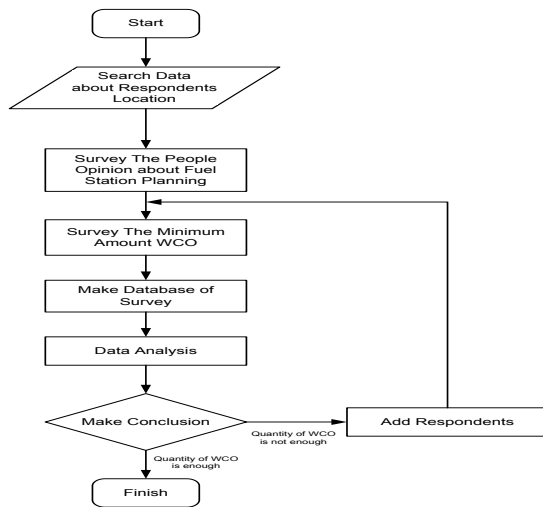
Location	Respondent Category	Estimation number
School	Food entrepreneur	953
Universities	Food entrepreneur	51
Market	Food entrepreneur and Restaurant	17
Hospital	Food entrepreneur and Restaurant	23
Hotel	Food entrepreneur and Restaurant	17
Restaurant	Restaurant	54
Household	Household	210,840

Tabel 6. Data Jumlah Penduduk di Kota Padang tahun 2009 (BPS Kota Padang)

No.	Kecamatan	Populasi
1.	Bungus Teluk Kabung	24,417
2.	Lubuk Kilangan	44,552
3.	Lubuk Begalung	109,793
4.	Padang Selatan	64,458
5.	Padang Timur	88,510
6.	Padang Barat	62,010
7.	Padang Utara	77,509
8.	Nanggalo	59,851
9.	Kuranji	123,771
10.	Pauh	54,846
11.	Koto Tangah	166,033

Pengumpulan minyak jelantah tidak akan dilakukan di seluruh kecamatan, seperti Teluk Kabung karena jumlah penduduk yang sedikit. Setelah itu, data dianalisis untuk mengetahui jumlah biodiesel B5 yang dapat diproduksi per bulan. Jika jumlah minimum biodiesel B5 sama atau melebihi jumlah bahan bakar yang dibutuhkan bus kampus, maka biodiesel B5 cocok digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Namun, jika

jumlah minimum biodiesel B5 lebih sedikit daripada kebutuhan solar, jumlah responden harus ditambah untuk mendapatkan lebih banyak biodiesel B5. Algoritma penelitian ini ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Algoritma Penelitian

SIMPULAN

Penerapan biodiesel ini dilakukan untuk mendukung langkah konservasi energi yang telah dideklarasikan oleh Pemerintah Indonesia pada konsumsi BBM. Pemanfaatan minyak jelantah dapat mendukung PP no. 5 tahun 2006 dimana konsumsi minyak harus dikurangi 20% dari konsumsi energi nasional. Langkah untuk penelitian selanjutnya adalah perhitungan jarak tempuh setiap bus kampus. Setelah itu, Volum biodiesel ($V_{\text{biodiesel}}$) yang dibutuhkan dapat diestimasi berdasarkan tipe mesin bus kampus. Perkiraan $V_{\text{biodiesel}}$ ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$V_{\text{minyak jelantah}} = \frac{V_{\text{biodiesel}}}{0.9} = \frac{0.6 \times V_{\text{solar}}}{0.9}$$

Keterangan :

$V_{\text{biodiesel}}$: Volum biodiesel B5 (liter)

V_{solar} : Volum solar (liter)

$V_{\text{minyak jelantah}}$: Volum minyak jelantah (liter)

DAFTAR PUSTAKA

BPS Kota Padang, Sumatera Barat.

Ulul, F.I. 2009. "Usulan Teknis Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Jelantah." Nawapanca Engineering.

Erliza, H. & Tatang, H.S. 2006. "Tanaman Jarak Pagar sebagai Penghasil Biodiesel." Jakarta. Swadaya.

Erzila, H. 2008. "Teknologi Bioenergi." Jakarta. Agromedia.

Ali, H. 2006. "Sintesis and Analisi Kualitas Biodiesel dari Minyak Jelantah (Tesis)." Bandung. ITB.

Amran, L. 2006. "Proses Synthesis Optimasi dari Minyak Jelantah di PT. Sido Muncul Semarang (Laporan Penelitian)." Bandung. ITB.

Martin, M. 2004 "Biodiesel: The Comprehensive Handbook." Vienna: Boersdruck Ges. m. b.H.

Erina, M. 2007. "Produksi dan Subsidi Biodiesel dalam mensubstitusi Solar untuk mengurangi Ketergantungan terhadap Solar." Jakarta. Universitas Indonesia.

Peraturan Pemerintah No. 5 tahun 2006. "Regulasi Energi Nasional." Jakarta.

Sub Bagian Peralatan dan Perlengkapan Universitas Andalas.

Suhartono. 2001. "Minyak Jelantah sebagai Biodiesel melalui Proses Transes-terifikasi (Jurnal Ilmiah)." Universitas Ahmad Yani.

Hendro, S. 2004. "Produksi dan Karakterisasi Sistem Adsorben untuk Pemurnian Minyak Jelantah (Laporan Penelitian)." Bandung. ITB, 2004. <http://dtwh2.esdm.go.id/dw2007/index.php?mode=1>