

ANALISIS EFFISIENSI PENGGUNAAN BAHAN BAKAR GAS “COMPRESSED NATURAL GAS” (CNG) DAN PERHITUNGAN PORTABLE (MOBILE REFUELING UNIT) UNTUK SEKTOR ANGKUTAN KOTA DI PONDOK LABU JAKARTA SELATAN

Lilik Zulaihah¹, Akalily Mardhiyya², dan Mohammad Rachman Waluyo³

^{1) 2) 3)} Fakultas Teknik, UPN Veteran Jakarta

Jalan RS. Fatmawati No.1, Pondok Labu, Jakarta Selatan, 12450

^{a)} lilikzulaihah@yahoo.com

^{b)} akalilymardhiyya2@gmail.com

^{c)} aanvicenzo@gmail.com

ABSTRAK

Bahan Bakar Minyak masih menjadi sumber energi utama di Indonesia hingga saat ini, baik untuk kendaraan bermotor maupun untuk bahan bakar industri, seiring dengan meningkatnya kebutuhan dan pertumbuhan industri otomotif di Jakarta. Bahan bakar gas jenis *compressed natural gas* (CNG) memiliki beberapa keuntungan diantaranya harga lebih murah, perawatan mesin lebih mudah dan ramah lingkungan dan dapat menjadi bahan bakar alternatif untuk kendaraan angkutan umum. Sejahter ini, kendala utamanya adalah ketersediaan infrastruktur stasiun pengisian bahan bakar gas (SPBG) yang belum banyak tersedia khususnya di area Pondok Labu Jakarta Selatan. Untuk mengatasi hal tersebut maka diperlukan suatu penelitian dengan judul “Analisis Efisiensi Bahan Bakar Gas *Compressed Natural Gas* Dan Perhitungan *Portable (Mobile Refueling Unit)*”. Penelitian ini memiliki beberapa tujuan yakni : 1). Analisis kebutuhan bahan bakar gas untuk angkutan kota (Angkot). 2). Mengetahui efisiensi dan kebutuhan MRU. Metode pelaksanaan meliputi penghitungan operasional angkutan kota masing-masing trayek dalam 15 jam perhari, kemudian dilakukan penghitungan jarak tempuh dan kebutuhan BBM per hari. Dengan menggunakan rumus dan penggunaan data pengamatan akan didapat jarak tempuh BBM dan jarak tempuh BBG, yang kemudian untuk menentukan efisiensi biaya hasil konversi BBM ke BBG. Untuk menentukan jumlah *Mobile Refueling Unit (MRU)* digunakan hasil perhitungan konsumsi BBG lalu dibagi dengan volume MRU. Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa konsumsi BBM sebesar 19067.92 liter per hari, jarak tempuh seluruh trayek sebesar 13.153 km, jarak tempuh BBM 3.060,11 dan jarak tempuh BBG sebesar 3.434,157. Efisiensi rata-rata untuk semua trayek sebesar 56,38125% serta jumlah MRU 10 unit perhari. Total kebutuhan CNG per tahun sebesar 258,07159 MMSCF.

Kata kunci: *Bahan bakar gas CNG, Konversi BBM ke BBG, Mobile Refueling Unit*

PENDAHULUAN

Konsumsi BBM untuk sektor transportasi adalah yang paling besar mencapai 52% dibandingkan untuk industri 19%, listrik 7% dan rumah tangga 22%. Oleh karena itu, pengalihan BBM ke BBG akan mengurangi konsumsi BBM secara signifikan. Polusi yang disebabkan oleh BBG relatif lebih rendah dibandingkan BBM. Hal ini disebabkan karena BBG dengan unsur utama metana dan etana mempunyai perbandingan jumlah atom Hidrogen terhadap atom karbon yang lebih tinggi. Dalam hal perawatan tidak banyak yang harus dilakukan pada mobil berbahan bakar gas.

Rancangan pembangunan stasiun pengisian bahan bakar gas (SPBG) yang menyebar di seluruh wilayah Jakarta, angkot merupakan salah satu moda transportasi perkotaan yang potensial untuk penggunaan CNG sebagai bahan bakarnya. Meskipun CNG telah digunakan secara luas sebagai sumber energi alternatif pengganti BBM, hingga saat ini pemanfaatannya masih belum optimal akibat terkendala ketersediaan infrastruktur Stasiun Pengisian Bahan Bakar Gas (SPBG) CNG yang belum tersedia. Faktor teknis dan

financial seringkali menjadi hambatan dalam pengembangan infrastruktur untuk pemanfaatan CNG.

CNG adalah alternatif bahan bakar selain bensin dan solar. Di Indonesia CNG dikenal sebagai bahan bakar gas (BBG). Bahan bakar ini di anggap lebih bersih bila dibandingkan dengan dua bahan bakar minyak karena emisi gas buangnya yang ramah lingkungan. CNG dibuat dengan melakukan kompresi metana (CH₄) yang di ekstrak dari gas alam. CNG disimpan dan didistribusikan dalam bejana tekan, biasanya berbentuk silinder.

A. *Compressed Natural Gas (CNG)*

Teknologi CNG dapat memanfaatkan sifat kompresibilitas dari gas bumi. CNG merupakan gas alam yang dimanfaatkan dan disimpan dalam tabung pada tekanan 200bar. Pada saat disimpan, CNG berada dalam fase gas. Gas hasil kompresi inilah yang kemudian akan disalurkan ke konsumen dengan menggunakan tabung silinder bertekanan tinggi yang diangkut dengan menggunakan trailer. CNG disimpan dan didistribusikan dalam bejana tekan yang berbentuk silinder. CNG memiliki tekanan 200 bar, dengan tangki yang lebih besar dari *Liquid Gas for Vehicle*. Tabung

gas bisa dipasang lebih dari satu atau dibuat parallel, sehingga kapasitasnya bisa lebih banyak dan bisa untuk mobil besar. Komponen penyusun natural gas adalah methane (CH₄). Natural gas dikompresi pada tangki bertekanan tinggi, yaitu 18-20 Mpa, dan lebih dikenal dengan sebutan Compressed Natural Gas (CNG).

Studi lapangan awal penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui kondisi operasi angkot yang terdiri dari: Jumlah angkot yang ada dan memiliki ijin trayek, angkot layak jalan, angkot yang sudah tidak operasi tetapi masih memiliki ijin trayek, Tahun keluaran mobil. Kemudian melakukan survei ke lokasi terminal angkutan kota Pondok Labu, Lebak Bulus, Pasar Minggu, Parung Bingung dan Depok. Pengambilan sampel dilakukan pada kendaraan angkutan kota yang melintas di area Pondok Labu dengan tujuan untuk mengetahui data yang akurat tentang kebutuhan BBM bagi angkot di area Pondok Labu.

Kapasitas dan kualitas kendaraan angkutan kota di area pondok labu, baik dari rute pondok labu ke ciputat, pondok labu ke depok, pondok labu ke parung bingung, pondok labu ke blok M, pondok labu ke lenteng agung maupun pondok labu ke pasar minggu. Melalui studi lapangan, dapat dilihat secara langsung data jumlah angkot yang beroperasi dan jumlah angkot yang tidak beroperasi, panjang rute, frekuensi operasi per hari dan kebutuhan BBM per hari. Hasil data tersebut dilakukan konversi BBM ke BBG berjenis CNG. Selanjutnya berdasarkan data real dibuat sebuah model perhitungan pembuatan *Potable Refueling Unit* dan perhitungan efisiensi penggunaan BBG.

METODE PENELITIAN

Kapasitas dan kualitas kendaraan angkutan kota di area pondok labu, baik yang rute pondok labu ke lebak bulus, pondok labu ke depok, pondok labu ke parung bingung maupun pondok labu ke pasar minggu. Melalui studi lapangan, dapat dilihat secara langsung data jumlah angkot yang beroperasi dan jumlah angkot yang tidak beroperasi, panjang rute, frekuensi operasi per hari dan kebutuhan BBM per hari. Hasil data tersebut akan dilakukan konversi BBM ke BBG berjenis CNG. Selanjutnya berdasarkan data real akan dibuat sebuah model perhitungan pembuatan *Potable Refueling Unit* dan perhitungan efisiensi penggunaan BBG. Melakukan survei ke lokasi terminal angkutan kota Pondok labu, Lebak Bulus, Pasar Minggu, parung bingung dan Depok. Pengambilan sampel dilakukan pada kendaraan angkutan kota yang melintas di area Pondok Labu.

A. Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan oleh tim peneliti yang dibantu oleh beberapa kelompok mahasiswa dengan jadwal pengambilan selama 13 jam. Masing - masing tim mendata jumlah rate dan mengukur jarak tempuh masing-masing angkot. Tim 1: Desa Limo ke Pasar Minggu PP, Tim 2: Rute Cinere ke Ciputat PP, Tim 3: Rute Ciputat ke Pondok Labu PP, Tim 4: Depok ke Pondok Labu PP, Tim 5: Pondok Labu ke Blok M PP, Tim 6: Depok ke Pondok Labu PP, Tim 7: Pondok Labu ke Lenteng agung, Tim 8: Parung Bingung ke Lebak Bulus.

B. Pengolahan Data

Pengolahan data meliputi menghitung jarak tempuh masing - masing angkot ke 8 rute, menghitung kebutuhan BBM dan biaya penggunaan BBM, menghitung konversi BBM ke BBG, menghitung biaya penggunaan BBG, menghitung konsumsi CNG dan kebutuhan MRU, serta menghitung efisiensi penggunaan BBG.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui kebutuhan BBM dan biaya penggunaan BBM, terlebih dahulu menghitung jarak tempuh masing-masing angkot per dua hari untuk ke 8 rute. Jarak tempuh masing-masing trayek angkot dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jarak Tempuh Angkutan Umum Perkotaan (Angkot) Di Area Pondok Labu - Jakarta Selatan

No Trayek	Rute Trayek	Jumlah Angkot	Angkot beroperasi	Jarak Tempuh
D-61	Pasar Minggu-Cinere	328	247	3.705
D-105	Lebak Bulus- Depok	250	146	2.190
D-114	Ciputat-Cinere	75	30	810
D-102	Lebak Bulus-Parung Bingung	178	171	2.052
D-02	Ciputat-Pondok Labu	127	127	2.159
S-16	Pondok Labu-Depok	30	35	525
S-02	Pondok Labu-Depok	88	88	880
S-01	Pondok Labu-Blok M	65	64	832
TOTAL		1.141	908	13.153

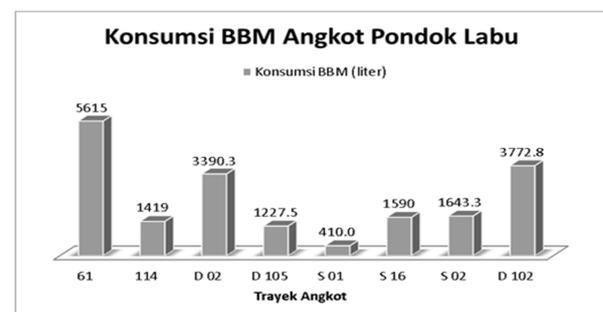
Setiap trayek angkot memiliki jarak tempuh yang berbeda-beda sehingga jumlah BBM yang dikonsumsi pun berbeda-beda. Jumlah konsumsi BBM beserta biaya penggunaan BBM untuk angkot area Pondok Labu dapat dilihat pada Tabel 2. Representasi Tabel 2 terdapat pada Gambar 1.

Tabel 2. Konsumsi dan Biaya BBM per Dua Hari Angkot Area Pondok Labu-Jakarta Selatan

No	Trayek	Konsumsi BBM (liter)	Biaya BBM Peralite (Rp)	Biaya BBM Premium (Rp)
1	61	5615	43,797,000	36,778,250
2	114	1419	11,068,200	9,294,450
3	D 02	3390.3	26,444,229	22,206,371
4	D 105	1227.5	9,574,500	8,040,125
5	S 01	410.0	3,198,000	2,685,500
6	S 16	1590	12,402,000	10,414,500
7	S 02	1643.3	12,818,000	10,763,833
8	D 102	3772.8	29,427,840	24,711,840
TOTAL		19067.92	148,729,769	124,894,870

Gambar 1. Interpretasi Tabel Konsumsi BBM

a. Efisiensi Penggunaan BBM ke BBG



Pada [19] terdapat formula untuk menghitung jarak tempuh CNG berdasarkan jarak tempuh BBM. Jarak tempuh BBM pada penelitian ini sebesar 13.153, maka

berdasarkan formula pada [19] didapat jarak tempuh CNG sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Jarak tempuh BBG} &= \frac{\text{Jarak tempuh BBM} \times \text{HHV CNG}}{\text{HHV BBM}} \quad (1) \\ &= \frac{13.153(\text{km}) \times 52.225(\text{MJ/Kg})}{46.536 (\text{MJ/Kg})} \\ &= 14,764 \text{ km} \end{aligned}$$

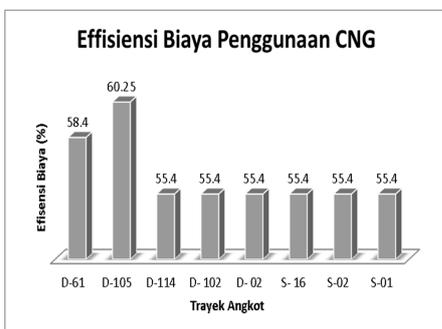
Dimana HHV (High Heating Value) adalah nilai kalor bahan bakar, untuk Pertalite sebesar 46.536 MJ/Kg, dan CNG sebesar 52.225 MJ/Kg [19].

Tabel 3. Perhitungan Efisiensi Biaya Penggunaan BBM ke BBG

No Trayek (1)	Rute Trayek (2)	Jarak Tempuh (3)	Jarak Tempuh BBM (4)	Jarak Tempuh BBG (5)	Biaya BBM (Rp) (6)	Biaya BBG (Rp) (7)	Efisiensi Biaya (%) (8)
D-61	Pasar Minggu-Cinere	3.705	1.235	1.385,98	10.335.000	4.296.532	58,4
D-105	Lebak Buhus-Depok	2.190	547,5	614,43	4.792.320	1.904.738	60,25
D-114	Ciputat-Cinere	810	162	181,8	1.263.600	563.593	55,4
D-102	Lebak Buhus-Parung-Bingung	2.052	410,4	460,57	3.201.120	1.427.770	55,4
D-02	Ciputat-Pondok Labu	2.159	308,4	346,1	2.405.743	1.073.015	55,4
S-16	Pondok Labu-Depok	525	131,25	147,29	1.023.750	456.589	55,4
S-02	Pondok Labu-Depok	880	146,7	164,6	1.144.000	510.249	55,4
S-01	Pondok Labu-Blok M	832	118,86	133.387	927.085	413.500,8	55,4
TOTAL		13.153	3.060,11	3.434,157	25.092.618	13.645.986,8	451,05
RATA-RATA							56,38125

Keterangan:

- Jarak tempuh diukur dari jarak antara terminal awal sampai terminal akhir lalu di kalikan jumlah rate dalam 2 hari.
- Jarak tempuh BBM adalah jarak tempuh pada kolom (1) dibagi dengan jarak tempuh per liter untuk masing-masing trayek
- Jarak tempuh BBG digunakan rumus pada pers. (1)
- Biaya BBM adalah jarak tempuh BBM dikalikan dengan harga pertalite
- Biaya BBG adalah jarak tempuh BBG dikalikan harga CNG
- Efisiensi biaya adalah persentase hasil konversi BBM ke BBG



Gambar 2. Interpretasi Tabel Efisiensi Biaya

b. Perhitungan Konsumsi CNG dan Kebutuhan MRU Per Hari

Konsumsi CNG pada angkot area Pondok Labu dapat diketahui dengan mengkonversi konsumsi BBM ke CNG dengan ketentuan seperti yang tertera pada Tabel 4. Diketahui konsumsi BBM angkot Pondok Labu sebesar 19067.92 liter.

Tabel 4. Ketentuan Konversi BBG Jenis CNG

MMSCFD	28316.877 m ³ /hari
1 M3	1.05 lsp
1 MMSCFD	26968.45429 lsp/hari

Keterangan tabel :

MMSCFD : Million Standard Cubic Feet Per Day

LSP : Liter Setara Premium

Perhitungan konsumsi CNG melalui konversi BBM ke BBG dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Kebutuhan BBG per hari} = \frac{\text{Kebutuhan BBM}}{26968.45 \text{ lsp/hari}} \quad (2)$$

$$= \frac{19067.92}{26968,45}$$

$$= 0,707045 \text{ MMSCFD}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan BBG per tahun} &= 0,707045 \times 365 \text{ hari} \\ &= 258,07159 \text{ MMSCF/tahun} \end{aligned}$$

SPBG MRU yang digunakan pada penelitian ini memiliki spesifikasi seperti yang tertera pada Tabel 5.

Tabel 5. Spesifikasi SPBG MRU[18]

No	Deskripsi	Jumlah
1	Jumlah Tabung MRU	16 unit
2	Volume tiap tabung	61.5 Liter Setara Premium (lsp)
3	Volume MRU	984 Liter Setara Premium (lsp)

Dari spesifikasi SPBG MRU maka didapat perhitungan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan MRU} &= \frac{19067,9077 \text{ lsp perhari}}{984 \text{ lsp}} \\ &= 19,38 \text{ MRU per 2 hari} \\ &= 10 \text{ MRU per hari} \end{aligned}$$

Dispenser memiliki dua buah selang (nozzle) dengan kecepatan pengisian sekitar 5-8 menit untuk mengisi 16 LSP (liter setara premium) BBG kedalam tanki kendaraan. Maka dapat dihitung waktu operasional SPBG per hari sebagai berikut.

Asumsi waktu pengisian 8 menit per unit kendaraan, maka didapat :

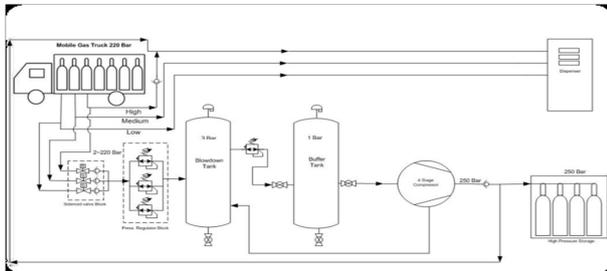
$$\begin{aligned} \text{Total kendaraan x waktu} &= 908 \text{ angkot} \times 8 \text{ menit} \\ &= 7.264 \text{ menit} \\ &= 121 \text{ jam per 2 hari} \\ &= 60,53 \\ &\approx 61 \text{ jam per hari} \end{aligned}$$

Tabel 6. Kebutuhan CNG Keseluruhan

1	Total angkot keseluruhan	1141	Unit angkot
2	Total angkot aktif	908	Unit angkot
3	Total Kebutuhan BBM semua unit kendaraan	19.067.92	Liter/hari
4	Konversi BBG jenis CNG	0,707045	mmscfd
5	Total Kebutuhan CNG	19.067,92	lsp/hari

Tabel 7. Kebutuhan MRU

No	Deskripsi	Jumlah
1	Jam kerja per hari	15 jam 4 lokasi
2	Jumlah Tabung MRU	16 unit
3	Volume tiap tabung	61.5 lsp
4	Volume MRU	984 lsp
5	Kebutuhan Gas jenis CNG	19.067,92 lsp/hari
6	Kebutuhan MRU Per Hari	10 unit



Gambar 3. Layout Aliran Gas MRU [18]

Berikut keterangan gambar pada layout aliran gas SPBG MRU:

- 1) Gas dari *Gas Cascade* (200 bar) diturunkan melalui regulator hingga tekanan 3 bar, kemudian gas dialirkan ke Blowdown tank.
- 2) Dari Buffer Tank gas diturunkan lagi hingga 1 bar dan dialirkan ke Buffer Tank.
- 3) Dari buffer tank gas sebagian dialirkan ke genset gas untuk menghasilkan listrik sebesar 80 KW, dan sebagian lagi dialirkan ke kompressor untuk selanjutnya ditekan hingga 200 bar.
- 4) Power Listrik sekitar 40 KW digunakan untuk menggerakkan motor listrik kompressor dan motor listrik untuk menggerakkan kompresor
- 5) Gas yang ditekan hingga 200 bar disalurkan ke tanki tekanan tinggi yang kemudian disalurkan ke dispenser.
- 6) Dispenser memiliki dua buah selang (nozzle) dengan kecepatan pengisian sekitar 5-8 menit untuk mengisi 16 LSP (liter setara premium) BBG kedalam tanki kendaraan.

KESIMPULAN

Perhitungan efisiensi penggunaan bahan bakar gas jenis CNG, yang merupakan konversi BBM ke BBG kendaraan umum jenis angkot di area pondok labu Jakarta selatan menunjukkan:

- a. Konsumsi BBM selama operasional dua hari sebesar 19067.92 liter dengan jarak tempuh seluruh trayek sebesar 13.153 km,
- b. Konsumsi BBM untuk masing-masing trayek tidak sama tergantung tingkat kemacetan rute yang dilalui angkot tersebut. Hasil perhitungan menunjukkan jarak tempuh BBM 3.060,11 dan jarak tempuh BBG sebesar 3.434,157,
- c. Total kebutuhan CNG per tahun sebesar 258,07159 MMSCF
- d. Efisiensi rata-rata untuk semua trayek sebesar 56,38125%

Perhitungan jumlah kebutuhan MRU untuk 8 trayek angkutan kota dengan asumsi waktu 8 menit untuk

pengisian 16 LSP BBG ke dalam kendaraan sebanyak 19.38 unit per dua hari atau 10 unit per hari.

REFERENSI

- Aharjo, F, 2007. *Ekonomi teknik Analisis Pengambilan Keputusan*, Andi, Yogyakarta.
- Bank Indonesia 2015, *Kenaikan Inflasi Tiap Bulan*, diakses 12 November 2015. <http://www.bi.go.id/kenaikaninflasi>
- Bank Sentral Republik Indonesia 2015, *Suku Bunga Dasar Kredit*, diakses 30 November 2011. <http://www.bi.go.id/sukubungadasarkredit>
- Direktorat Jendral Pajak, 2015, *Tarif Pajak penghasilan Untuk Badan Usaha*, Diakses 12 November 2015
- Hartanto A dkk 2015, *Program Konversi Dari BBM Ke BBG Untuk Kendaraan*, Pusat penelitian tenaga Listrik dan Mekatronik
- Harumasari, R 2012, *Perumusan Strategi Program Diversifikasi Energi Dari Bahan Bakar Minyak Ke Bahan Bakar Gas Di Provinsi Jawa Barat Dengan Pendekatan Analisis Swot Kuantitatif*, Universitas Indonesia
- Husnan, S & Muhammad, S 2000, *Studi Kelayakan Proyek*, UPP AMP YKPN, Yogyakarta
- Manurung PSC 2014, *Analisis Kelayakan Pengembangan Usaha Bengkel Kerja (Workshop) Pada PT. X*, Skripsi Program Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jakarta
- Masykur, LA & Widiastuti, P, 2011, *Potensi Pengembangan CNG Darat (Terrestrial CNG) Di Indonesia*, Diakses Februari 2011
- Prihastuti, Indah 2012, *Analisis Kelayakan Investasi Pembangunan CNG di Jakarta Pusat Dengan Skenario Percepatan*, Universitas Indonesia
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak Dan Gas Bumi Lemigas 2015, *Instruksi dan Pengoperasian Stasiun Pengisian Bahan Bakar Gas*
- Pusat Penelitian Dan Pengembangan Teknologi Minyak Dan Gas Bumi Lemigas 2014, *Business Plan (Rencana Bisnis) Pengembangan SPBG di Lingkungan Kementerian Dan lembaga Wilayah Jabodetabek*, Jakarta 72
- Pusat Penelitian Dan Pengembangan Teknologi Minyak Dan Gas Bumi Lemigas 2011, *Laporan Akhir Penentuan Lokasi, Front End Engineering Deign (Feed) Pembangunan SPBG CNG Di Surabaya, Gresik dan Sidoarjo*
- Pusat Penelitian Dan Pengembangan Teknologi Minyak Dan Gas Bumi Lemigas 2015, *Laporan Pertengahan Pekerjaan Pembuatan Feed SPBG Untuk Kendaraan Dinas Kementrian/ Lembaga Wilayah Surabaya*.
- Pusat Informasi Pasar Uang (PIPU) Bank Indonesia 2015, *Suku Bunga Deposito Rupiah*, diakses 2 Oktober 2015
- Soeharto, I 2002, *Studi Kelayakan Proyek Industri*, Erlangga, Jakarta
- PPPTMGB "Lemigas"
- Boundy, B., W.Diegel, S., Wright, L. & C.Davis, S., 2011. *Biomass Energy Data Book*. 4 ed. Tennessee: U.S Department of Energy.