

# **STUDI ALTERNATIF PENGGUNAAN BBG GAS ELPIJI UNTUK BAHAN BAKAR MESIN BENSIN KONVENSIONAL**

**W. Djoko Yudisworo**

Dosen Teknik Mesin Universitas 17 Agustus 1945 Cirebon

**Kontak Person :**

W. Djoko Yudisworo

yudisworojoko@yahoo.co.id

## **Abstrak**

Studi ini dilakukan menggunakan metode kajian literatur yang diambil dari jurnal ilmiah, prosiding, laporan penelitian dan artikel cetak maupun elektronik yang terkait yang difokuskan di Kota Cirebon dan sekitarnya karena memiliki cukup banyak angkutan umum kota. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, jumlah angkutan umum yang ada di Kota Cirebon dan sekitarnya adalah +/- 10.774 kendaraan dengan bus besar (BB) berjumlah 463 unit, MPU 6.180 unit dan Taxi 4.131 unit. Penghematan yang dapat dilakukan jika BBM dikonversi ke BBG yaitu untuk BB Rp 137,305,480,087,-; MPU Rp 293,234,684,040,-; Rp 343,020,524,206,- dan total penghematan Rp 773,560,688,334,-. Sedangkan keuntungan yang diperoleh yaitu BB Rp 131,749,480,087,-/tahun ;Rp 219,074,684,040,-/tahun; Rp 293,448,524,206,-/tahun dengan total keuntungan Rp 644,272,688,334.00/tahun. Pengurangan emisi gas buang seluruh jenis angkutan umum yaitu untuk CO<sub>2</sub> 39.325,1 Kg/tahun; CO 849.422,2 Kg/tahun; NO<sub>x</sub> 672.459,20 Kg/tahun; HC 99.099,25 Kg/tahun; Partikel Berat 842.343,60 Kg/tahun. Total perhitungan CDM yang didapatkan Rp 250.264.935,-

**Kata Kunci:** bahan bakar gas , konversi, mesin konvensional

## LATAR BELAKANG

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dewasa ini sangat pesat, hal ini memberi tanda bahwa semakin majunya peradaban manusia. Salah satu wujudnya adalah kesibukan manusia yang kian meningkat, hal inilah yang menuntut para ilmuwan untuk berusaha menciptakan suatu alat atau mesin yang berfungsi membantu kinerja manusia.

Kendaraan bermotor merupakan salah satu alat transportasi yang memerlukan mesin sebagai penggerak mulanya, baik untuk kendaraan roda dua maupun untuk kendaraan roda empat. Motor bakar merupakan salah satu mesin yang digunakan sebagai penggerak mula-mula alat transportasi. Motor bakar merupakan suatu mesin konversi energi yang merubah energi kalor menjadi energi mekanik. Dengan adanya energi kalor sebagai suatu penghasil tenaga maka sudah semestinya mesin tersebut memerlukan bahan bakar dan sistem pembakaran yang digunakan sebagai sumber kalor. Motor bakar yang menggunakan bahan bakar bensin disebut dengan motor bensin dan motor bakar torak yang menggunakan bahan bakar solar disebut motor diesel.

Motor bensin memperoleh tenaga dari hasil pembakaran bahan bakar dan udara menghasilkan daya. Pada mobil sebagian besar masih menggunakan karburator yaitu alat yang digunakan untuk mencampur antara bahan bakar bensin dan udara supaya menjadi gas pada motor bensin disebut karburator. (Haryono, 1995) Dengan teknologi di bidang otomotif, khususnya kendaraan mobil perkembangannya semakin maju pesat, contohnya kapasitas mesin ditingkatkan, sistem pengabutan bahan bakar menggunakan injector dan sistem pengapiannya dikendalikan secara elektronik serta konversi bahan bakar bensin ke LPG. Ini semua diperuntukkan untuk meningkatkan performance mobil dan penghematan bahan bakar minyak yang sudah semakin langka dengan cara konversi bahan bakar dari bahan bakar minyak menjadi bahan bakar gas adalah salah satu alternatif dalam efisiensi bahan bakar. Semua pihak kini menyerukan penghematan energy terutama bahan bakar minyak (BBM), mengingat cadangan minyak mentah yang semakin menipis sementara kebutuhannya terus mengalami peningkatan. Banyak sumber yang sedang diteliti sebagai bahan bakar alternatif, salah satunya adalah bahan bakar gas berupa LPG (Liquid Petroleum Gas) yang merupakan gas bumi dengan cadangan cukup besar di Indonesia. Sehingga konversi penggunaan bahan bakar gas ini, menjadi agenda nasional dalam mengatasi krisis energi yang terjadi di Indonesia.

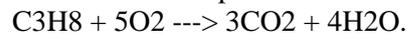
Salah satu langkah nyata untuk meningkatkan penggunaan bahan bakar gas adalah dengan pengembangan teknologi mesin konversi energi, misalnya melalui kajian modifikasi suatu mesin. Dalam pengoptimalan sumber daya potensial, penggunaan energi bahan bakar gas LPG (Liquid Petroleum Gas) pada motor bakar dirasa masih kurang. Umumnya motor bakar konvensional masih banyak menggunakan bahan bakar minyak (BBM), yakni menggunakan bahan bakar bensin. Oleh karena itu, perlu adanya penelitian mengenai motor bakar konvensional yang berbahan bakar bensin untuk dimodifikasi menggunakan bahan bakar LPG.

Penulis akan menjelaskan sedikit tentang perbandingan LPG dan bensin. Secara empiris pun LPG mendekati bensin.



Dari reaksi jelas terlihat kalau bensin membutuhkan 27 oksigen.

Dilihat secara empiris kesetaraan reaksi LPG juga dapat dilihat



LPG hanya membutuhkan 5 oksigen. jadi untuk intake menggunakan LPG bisa menutup penuh bagian karburator pada motor bakar. LPG memiliki bilangan angka oktan lebih tinggi dari bensin. LPG memiliki angka oktan di atas 100. Artinya cocok dengan mesin kompresi tinggi.

## Tujuan

1. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perbandingan unjuk kerja motor bakar konvensional antara menggunakan bahan bakar bensin dan menggunakan bahan bakar LPG dengan penambahan
2. converter kit sebagai mekanisme pencampuran udara dengan bahan bakar.
3. Mencari alternative lain penggunaan Bahan Bakar yang bertujuan bertujuan mengganti bahan bakar fosil yang semakin melambung harganya

## Batasan Masalah

Agar permasalahan yang dibahas tidak terlalu maka diberikan batasan-batasan sebagai berikut :

1. Yang dijadikan mesin atau obyek permasalahan adalah Konversi Motor Bakar Bensin Konvensional Kijang 4K Ke Gas LPG.
2. Modifikasi dilakukan pada motor bensin 4 silinder merk toyota seri 4K volume silinder 1300 CC menggunakan karburator sebagai penyalur bahan bakar udara dan converter kit sebagai alat percampuran bahan bakar gas dengan udara.
3. Bahan bakar gas yang digunakan adalah gas LPG yang diproduksi Pertamina.
4. Kondisi temperatur udara sekitar dianggap ideal.
5. Tidak melakukan analisa pelumasan.

Tidak membahas reaksi kimia pada penggunaan bahan bakar gas LPG

### **Elpiji**

Elpiji atau dalam bahasa Inggris disingkat LPG, adalah gas minyak bumi yang dicairkan. Elpiji adalah campuran dari berbagai unsure hidrokarbon yang berasal dari gas alam. Dengan menambah tekanan dan menurunkan suhunya, gas berubah menjadi cair.

Komponen-nya didominasi propana ( $C_3H_8$ ) dan butana ( $C_4H_{10}$ ). Elpiji juga mengandung hidrokarbon ringan lain dalam jumlah kecil, misalnya etana ( $C_2H_6$ ) dan pentana ( $C_5H_{12}$ ).

Dalam kondisi atmosfer, elpiji akan berbentuk gas. Volume elpiji dalam bentuk cair lebih kecil dibandingkan dalam bentuk gas untuk berat yang sama. Karena itu elpiji dipasarkan dalam bentuk cair dalam tabung-tabung logam bertekanan. Untuk memungkinkan terjadinya ekspansi panas (thermal expansion) dari cairan yang dikandungnya, tabung elpiji tidak diisi secara penuh, hanya sekitar 80-85% dari kapasitasnya. Rasio antara volume gas bila menguap dengan gas dalam keadaan cair bervariasi tergantung komposisi, tekanan, dan suhu, tetapi biasanya sekitar 250:1.

Tekanan di mana elpiji berbentuk cair atau dinamakan tekanan uap, bervariasi tergantung komposisi dan suhu. Sebagai contoh, dibutuhkan tekanan sekitar 220 kPa (2,2 bar) bagi butana murni pada 20° C (68° F) agar mencair, dan sekitar 2,2 MPa (22 bar) bagi propana murni pada 55° C (131° F). Menurut spesifikasinya, elpiji dibagi menjadi tiga jenis, yaitu

Elpiji campuran, elpiji propana, dan elpiji butana.

Elpiji mempunyai beberapa sifat yang antara lain adalah sebagai berikut.

- a) Cairan dan gasnya sangat mudah terbakar.
- b) Gas tidak beracun, tidak berwarna dan biasanya berbau menyengat karena terdapat tambahan zat pembau.
- c) Gas dikirimkan sebagai cairan yang bertekanan di dalam tangki atau silinder.
- d) Cairan dapat menguap jika dilepas dan menyebar dengan cepat.
- e) Gas ini lebih berat dibanding udara sehingga akan banyak menempati daerah yang rendah.

### **Definisi Converter kit.**

Converter kit adalah alat penambahan untuk kendaraan, untuk merubah bahan bakar bensin menjadi bahan bakar lpg. Fungsi dari konverter kit adalah Sebuah alat yang digunakan untuk melakukan perubahan sehingga bisa memanfaatkan bahan bakar yang berbeda dikenal sebagai ALAT KONVERSI (Converter) yang terdiri dari penggantian lubang gas/bahan bakar (main jet dan pilot jet) dan sebuah alat regulator. Alat kelengkapan pemanfaatan gas dirancang untuk bekerja dengan gas tertentu yang memiliki tekanan tertentu. Dengan alat konversi ini tekanan gas diatur sesuai dengan tekanan dan jumlah (flow) yang dibutuhkan untuk menjalankan mesin. Memungkinkan mobil untuk menggunakan 100% gas alam (LPG).



**Gambar 1.** Converter Kit

### Analisis Konversi BBM ke BBG

Diketahui:

Nilai Kalori Premium = 10500 Kcal/kg = 43953 Kj/Kg

Nilai Kalori LPG = 11245 Kcal/kg = 47081 Kj/Kg

Ket. 1 j = 0,2388 cal,

1 cal = 4,186 j

Efisiensi Premium = 25%

Efisiensi LP = 51%

(Howwel John R. And Buckius richard O. 1987, *Fundamentales Of Enggering Thermodinamik. Newyork, MicGraw-Hill*)

Pada motor bakar untuk mengetahui daya poros harus diketahui dulu torsinya.. Prinsip kerja dari alat ini adalah dengan memberi beban yang berlawanan terhadap arah putaran sampai putaran mendekati 0 rpm, Beban ini nilainya adalah sama dengan torsi poros. Dari data diatas dapat diketahui pengukuran torsi pada poros ( rotor) dengan prinsip pengereman yang dikenai beban sebesar w. Mesin dinyalakan kemudian pada poros. Untuk megukur torsi mesin pada poros mesin diberi rem yang disambungkan dengan w pengereman atau pembebanan. Pembebanan diteruskan sampai poros mesin hampir berhenti berputar. Beban maksimum yang terbaca adalah gaya pengereman yang besarnya sama dengan gaya putar poros mesin F. Dari definisi disebutkan bahwa perkalian antara gaya dengan jaraknya adalah sebuah torsi, dengan definisi tersebut Tosi pada poros dapat diketahui dengan rumus:

$$T = w \times d \text{ (Nm)}$$

dengan :

T = adalah torsi mesin (Nm)

w = adalah beban (N)

d= adalah jarak pembebanan dengan pusat perputaran (m)

Ingat w (beban/berat) disini kita bedakan dengan massa (m), kalau massa satuan kg, adapun beban disini adalah gaya berat dengan satuan N yang diturunkan dari

$$W = m \times g$$

Dengan :

W = Beban (N)

M = massa (kg)

G = grafitasi ( $m/s^2$ )

Dari tabel hasil pengujian di atas, dapat menghitung torsi pada masing – masing putaran mesin. Dengan perhitungan sebagai berikut :

1. Beban pada putaran 3000 rpm

$$W = m \times g$$

$$W = 4,1 \times 9,8$$

$$W = 40,1 \text{ N}$$

$$T = W \times d$$

$$T = 40,1 \text{ N} \times 1,05 \text{ m}$$

- $T = 42,07 \text{ Nm}$
2. Beban pada putaran 4000 rpm
    - $W = m \times g$
    - $W = 4,1 \times 9,8$
    - $W = 40,1 \text{ N}$
    - $T = W \times d$
    - $T = 40,1 \text{ N} \times 1,05 \text{ m}$
    - $T = 42,07 \text{ Nm}$
  3. Beban pada putaran 5000 rpm
    - $W = m \times g$
    - $W = 4,5 \times 9,8$
    - $W = 43,7 \text{ N}$
    - $T = W \times d$
    - $T = 43,7 \text{ N} \times 1,05 \text{ m}$
    - $T = 45,89 \text{ Nm}$
  4. Beban pada putaran 6000 rpm
    - $W = m \times g$
    - $W = 4,5 \times 9,8$
    - $W = 43,7 \text{ N}$
    - $T = W \times d$
    - $T = 43,7 \text{ N} \times 1,05 \text{ m}$
    - $T = 45,89 \text{ Nm}$

Dari hasil perhitungan torsi diatas pada setiap putaran mesin, maka di dapat tabel sebagai berikut :

Tabel Torsi Setiap RPM

RPM	TORSI
3000	42,07 Nm
4000	42,07 Nm
5000	45,89 Nm
6000	45,89 Nm

Setelah nilai torsi di ketahui, maka dapat menghitung Konsumsi Bahan Bakar Premium dalam 1liter / menit.

**Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Premium**

$$\begin{aligned}
 1. \quad P &= \frac{2 \cdot \pi \cdot X \cdot n \cdot T}{60000} \\
 &= \frac{2 \cdot \pi \cdot X \cdot 3000 \cdot 42,07}{60000} \\
 &= \frac{792598,8}{60000}
 \end{aligned}$$

$$P = 13,2 \text{ kw}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{bb} &= \frac{P}{N_{hv} \cdot x \cdot D_{th}} \\
 &= \frac{13,2}{43953 \cdot x \cdot 0,25} \\
 &= \frac{13,2}{10988,25}
 \end{aligned}$$

$$Q_{bb} = 0,001202 \text{ l/s} \quad 0,0721$$

$$1/60s$$

$$\begin{aligned}
2. \quad P &= \frac{2 \cdot \Pi \quad X \quad n \quad x \quad T}{60000} \\
&= \frac{2 \cdot \Pi \quad X \quad 4000 \quad x \quad 42,07}{60000} \\
&= \frac{1056798,4}{60000} \\
P &= 17,6 \quad \text{kw}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Q_{bb} &= \frac{P}{N_{hv} \quad x \quad D_{th}} \\
&= \frac{17,6}{43953 \quad x \quad 0,25} \\
&= \frac{17,6}{10988,25}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Q_{bb} &= 0,001603 \quad \text{l/s} && \text{1/60s} \\
&= 5,8 \quad \text{l/jam} \\
&= 0,0962
\end{aligned}$$

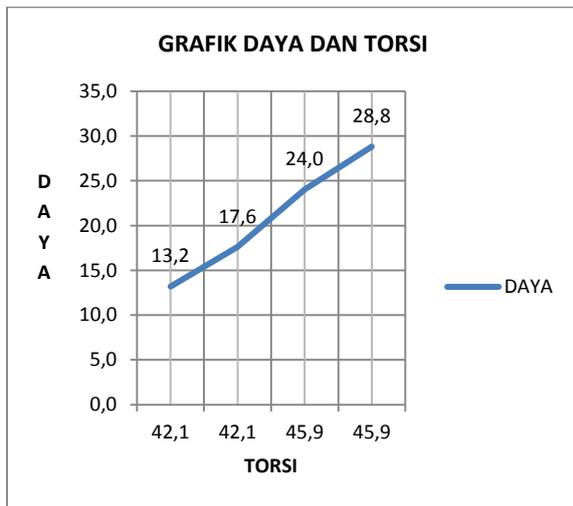
$$\begin{aligned}
3 \quad P &= \frac{2 \cdot \Pi \quad X \quad n \quad x \quad T}{60000} \\
&= \frac{2 \cdot \Pi \quad X \quad 5000 \quad x \quad 45,89}{60000} \\
&= \frac{1440946,0}{60000} \\
P &= 24,0 \quad \text{kw}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
Q_{bb} &= \frac{P}{N_{hv} \quad x \quad \eta_{th}} \\
&= \frac{24,0}{43953 \quad x \quad 0,25} \\
&= \frac{24,0}{10988,25}
\end{aligned}$$

$$Q_{bb} = 0,002186 \quad \text{l/s} = 7,9 \quad \text{l/jam} \quad \text{1/60s}$$

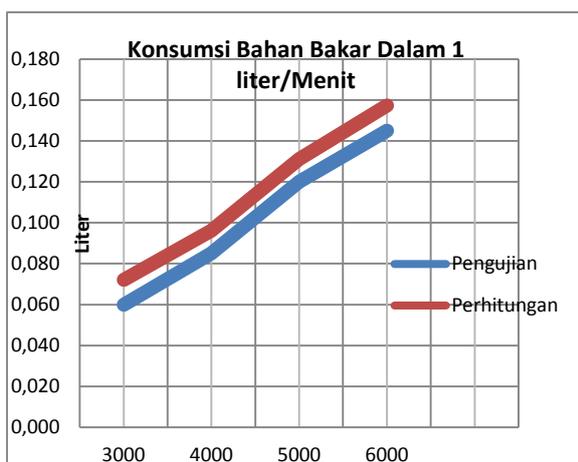
$$\begin{aligned}
4. \quad P &= \frac{2 \cdot \Pi \quad X \quad n \quad x \quad T}{60000} \\
&= \frac{2 \cdot \Pi \quad X \quad 6000 \quad x \quad 45,89}{60000} \\
&= \frac{1729135,2}{60000} \\
P &= 28,8 \quad \text{kw}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{bb} &= \frac{P}{N_{hv} \times \eta_{th}} \\
 &= \frac{28,8}{43953 \times 0,25} \\
 &= \frac{28,8}{10988,25} \\
 Q_{bb} &= 0,002623 \text{ l/s} = 9,4 \text{ l/jam} \quad 1/60s
 \end{aligned}$$



**Tabel. 1.** Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Premium Dalam 1 Menit

RPM	Konsumsi BB dalam 1liter/menit	
	Hsl Pengujian	Hsl Perhitungan
3000	0,060	0,072
4000	0,085	0,096
5000	0,120	0,131
6000	0,145	0,157



**Grafik. 1** Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar Premium Dalam 1 Menit

## **KESIMPULAN**

Penggunaan Bahan Bakar Eklpiji sebagai pengganti alternatif mesin Konvensional sangat mungkin lebih efisien dibandingkan dengan bahan bakar fosil seperti yang ada dalam table di atas.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Akbar, Faisal. 2008. "Makalah dasar-dasar otomotif kendaraan berbahan bakar gas alam".
- BF System Co., Ltd. "NGV Sequential Injection kit Product Introduction".
- Binaterajasindo. 2008. "Menggunakan BBG pada Kendaraan dengan ConversionKit-Jenis dan Komponen pada Conversion Kit".
- Catherine, M. O'Connor. 2008. "RFID Is the Key to Electric Vehicle Recharging Stations". (<http://www.rfidjournal.com/article/view/4464> ).
- Praditya, Danny. 2010. "Usulan Pola Pengembangan Program Penggunaan Bahan Bakar Gas (BBG) untuk Angkutan Umum DKI Jakarta". Bahan presentasi ANGVA, Jakarta.
- Soedarmo, Sugriwan dkk. "Konsep Pengembangan BBG sebagai Energi Substitusi BBM". Pertamina Divisi Gas Hulu dan DOH Karangampel.