

Analisa Performa Bahan Bakar Minyak Premium dan Bahan Bakar Gas CNG pada Mesin Toyota Limo

Moh Arif Batutah¹, Ahmat Muhaimin²

^{1,2}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya

email : arifbatutah@ft-umsurabaya.ac.id

Diterima (Agustus, 2019), direvisi (Agustus, 2019), diterbitkan (September, 2019)

Abstract

This research aims to obtain performance of premium fuel (BBM) and gas fuel or Compressed Natural Gas (CNG) on the Toyota Limo engine by adding a converter and testing using dynotest equipment to calculate torque, torque effective and fuel consumption. The test results were use of CNG fuels produces power and torque better than premium fuel, power has increased by 5.88% while torque has increased by 6.97%, minimum specific fuel consumption at 4500 rpm for premium fuel is 0.165 kg / kWh while for CNG fuel is 0.024 kg / kWh.

Keyword :CNG, performance, Toyota Limo

1. PENDAHULUAN

Motor bakar digunakan sebagai penggerak mula alat transportasi, suatu mesin konversi energi yang merubah energi panas menjadi energi mekanik sehingga dengan demikian mesin tersebut memerlukan bahan bakar dan sistem pembakaran dengan performa yang baik. Teknologi motor bakar khususnya pada kendaraan roda empat perkembangannya sangat pesat, peningkatan kapasitas mesin, sistem pengabutan bahan bakar menggunakan injector dan sistem pengapiannya dikendalikan secara elektronik, semua ini bertujuan untuk meningkatkan performa mesin dan penghematan bahan bakar yang dewasa ini sudah semakin langka. [1] Banyak sumber daya alam lain yang diteliti sebagai bahan bakar alternatif, salah satunya adalah bahan bakar gas fuel atau disebut juga Compressed Natural Gas (CNG) [2], beberapa kelebihan CNG dibandingkan dengan bahan bakar minyak diantaranya emisi gas buangnya yang ramah lingkungan, polusi yang dihasilkan lebih kecil karena memiliki hidrogen yang lebih tinggi untuk rasio karbonnya sehingga menghasilkan lebih sedikit CO₂ per unit energi, dan cadangannya masih banyak di alam. CNG dibuat dengan melakukan kompresi metana (CH₄) yang diekstrak dari gas alam [3], disimpan dan didistribusikan dalam bejana tekan, biasanya berbentuk silinder [4]. Selain itu CNG harganya lebih murah dibandingkan dengan bahan bakar minyak, yaitu 2/3 dari harga bahan bakar minyak atau sekitar 1/3 dari bahan bakar minyak non subsidi. Berdasarkan beberapa kelebihan diatas maka CNG perlu dipertimbangkan pemerintah sebagai bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar minyak [5].

Umumnya motor bakar konvensional masih menggunakan bahan bakar minyak yakni bensin dan sejenisnya. Beberapa penelitian telah dilakukan terkait penggunaan bahan bakar alternatif untuk pengujian performa, Wiratmaja, 2010 telah melakukan analisa tentang peningkatan performa motor bensin dengan menggunakan biogasoline sebagai bahan bakarnya, dari penelitiannya menunjukkan bahwa biogasoline menghasilkan daya dan torsi yang lebih besar jika dibandingkan dengan bahan bakar bensin, namun masih lebih boros dalam hal

konsumsi bahan bakarnya [7]. Sementara itu Yudisworo, 2014 melakukan studi alternatif tentang penggunaan *liquid petroleum gas* (LPG) untuk bahan bakar mesin bensin konvensional, hasil studinya menunjukkan bahwa penggunaan LPG sebagai pengganti alternatif bahan bakar mesin konvensional sangat mungkin lebih efisien [8]. Oleh karena itu masih diperlukan adanya penelitian mengenai motor bakar konvensional yang berbahan bakar bensin untuk dimodifikasi menggunakan bahan bakar gas [6].

Pada penelitian ini ingin mengetahui perbandingan performa antara bahan bakar bensin dan CNG yang diujicobakan pada mesin Toyota Lima yang sudah termodifikasi sistem pembakarannya dengan konverter.

2. MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui proses kerja mesin motor bensin yang berbahan bakar gas CNG dan mengetahui rancangan konverter yang terpasang pada unit mobil Toyota Limo. Studi literatur dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan konsep serta metode yang berhubungan dengan tujuan penelitian yang akan dicapai. Observasi awal dan studi literatur berjalan bersamaan dalam menyelesaikan permasalahan yang diangkat, berikut mesin mobil Toyota Limo type 1.5 STD NCP 150 tahun 2013 yang dianalisa memiliki spesifikasi sebagai berikut:

Spesifikasi Mesin :

Type Mesin	: 2NR-FE, 4 Cylinders in line, 16 valve, DOHC Dual VVT-i
Kapasitas Silinder	: 1496 cc
Suplay bahan bakar	: Port Injection
Daya Maksimum	: 107 Ps / 6000rpm
Torsi Maksimum	: 14,4 Kgm / 4200rpm

Spesifikasi Dimensi :

PxLxT	: 4,410 x 1,700 x 1,475 mm
Jarak Poros Roda	: 2,550
Kapasitas Tangki	: 45 L

Beberapa parameter yang menunjukkan *performance* atau unjuk kerja dari suatu mesin torsi, daya dan konsumsi bahan bakar. Proses pembakaran di dalam silinder akan menghasilkan tekanan untuk torak, tekanan ini akan mengubahnya menjadi gaya yang akan menyebabkan poros engkol berputar sehingga menyebabkan timbulnya tenaga putar atau torsi [9], besarnya torsi dirumuskan sebagai berikut:

$$T = F \cdot r \quad (1)$$

Dimana T torsi (N.m), F gaya yang bekerja pada torak (N) dan r panjang lengan poros (m). Poros akan menggerakkan beban sehingga daya yang digunakan pada mesin pembakaran dalam adalah daya poros. Besarnya daya poros [9] dapat dirumuskan sebagai berikut.

$$Ne = \frac{2\pi \cdot n \cdot T}{60000} \quad (2)$$

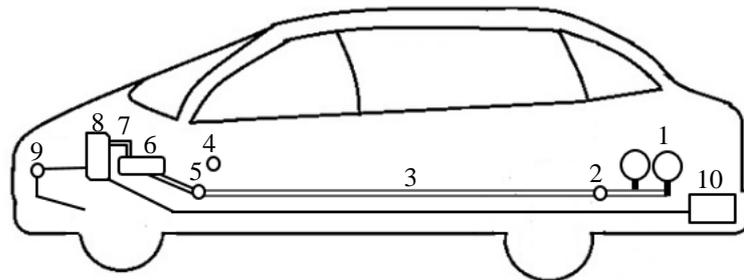
Dimana Ne daya efektif (kW), T torsi (kg.m), n putaran mesin (rpm), 1 Kw = 0,7457 HP, 1PS = 75 kg.m/s = 0,9863 Hp dan 1 kg.m = 9,807 Nm. Banyaknya bahan bakar untuk menghasilkan daya efektif 1 hp disebut konsumsi bahan bakar spesifik (*Sfc*) [9], nilai *Sfc* adalah:

$$mf = \frac{b}{t} \cdot \frac{3600}{1000} \cdot \rho \quad (3)$$

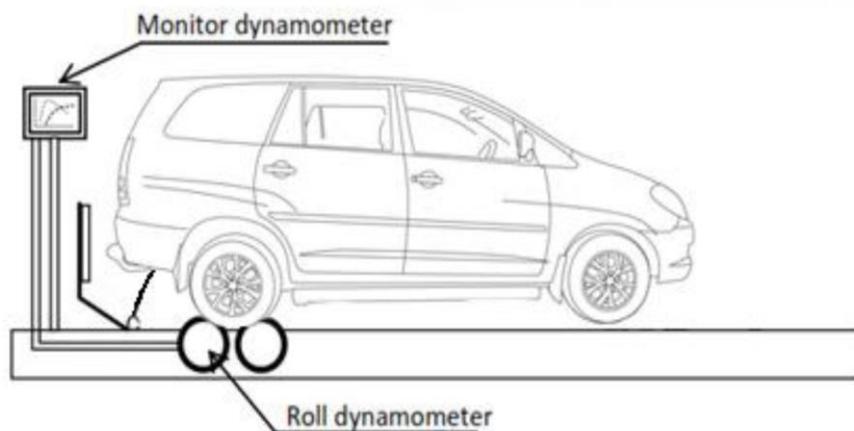
Dimana mf adalah jumlah pemakaian bahan bakar (kg/jam), b volume buret yang dipakai selama pengujian (cc), t waktu (detik) dan ρ massa jenis bahan bakar (kg/l) [9], maka nilai Sfc adalah :

$$Sfc = \frac{\text{jumlah bahan bakar (kg/jam)}}{\text{Daya (kW)}} = \frac{mf}{Ne} \quad (4)$$

Berikut skema converter yang dipasang di mesin Toyota Limo, CNG dimasukkan ke tabung CNG (1) melalui suatu katup pengisian CNG (5) pada tekanan tinggi melalui pipa (3), CNG disalurkan ke mesin, tekanan gas diturunkan ke kondisi atmosfer (10) oleh penurun tekanan (6), kemudian direaksikan dengan udara oleh pencampur udara dan CNG (8) dan selanjutnya masuk ke mesin untuk dibakar, pengaturan operasinya diatur oleh sakelar pemilih (4) yang menutup atau membuka katup otomatis (7) dan (9) untuk CNG atau atau BBM.



Gambar 1. Skema converter pada mesin Toyota Limo



Gambar 2. Skemapengujian torsi dandaya

Pengujian dilakukan dengan Chasis dynamometer yang diukur pada roda penggerak, berikut langkah-langkah yang dilakukan saat pengujian dengan alat dynotest:

- Memastikan mesin mobil Toyota Limo dalam kondisi baik.
- Melakukan *running dynotest* yaitu meletakkan mobil pada chasis dynamometer dan melakukan pemanasan *run* layaknya dijalanan dengan berbagai kecepatan gigi.
- Melakukan *run record* pada putaran mesin (rpm) terendah sampai rpm tertinggi yang dapat dicapai dengan menekan gas secara penuh.
- Setelah tercapai putaran mesin maksimum menutup gas dan menurunkan gigi secara bertahap hingga posisi netral.

- Melakukan pencatatan data yang diperoleh dari percobaan setidaknya tiga kali percobaan, catat data yang diperoleh pada monitor *diynamometer*.

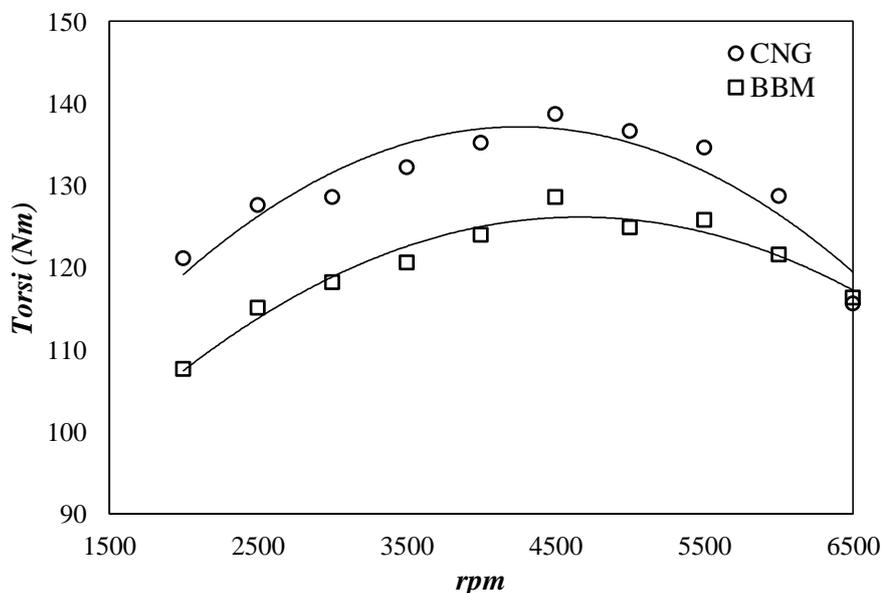
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian performance mesin mobil Toyota Limo diperoleh data berupa torsi (Nm) dan daya (HP) pada tiap perubahan putaran (rpm) dan besarnya konsumsi bahan bakar mf (kg/jam), dan nilai *Sfc* (kg/kWh), hasil pengujian dyno test untuk bahan bakar premium didapat data konsumsi bahan bakar tiap perubahan volume 75ml pada skala buret dan massa jenis premium yang di gunakan adalah 0,75 kg/l sedangkan pengujian untuk bahan bakar CNG didapat data konsumsi bahan bakar tiap perubahan volume 75 ml dan massa jenis CNG yang adalah 0,15 kg/l seperti yang table 1 berikut :

Tabel 1. Hasil data pengujian dan perhitungan untuk BBM dan CNG

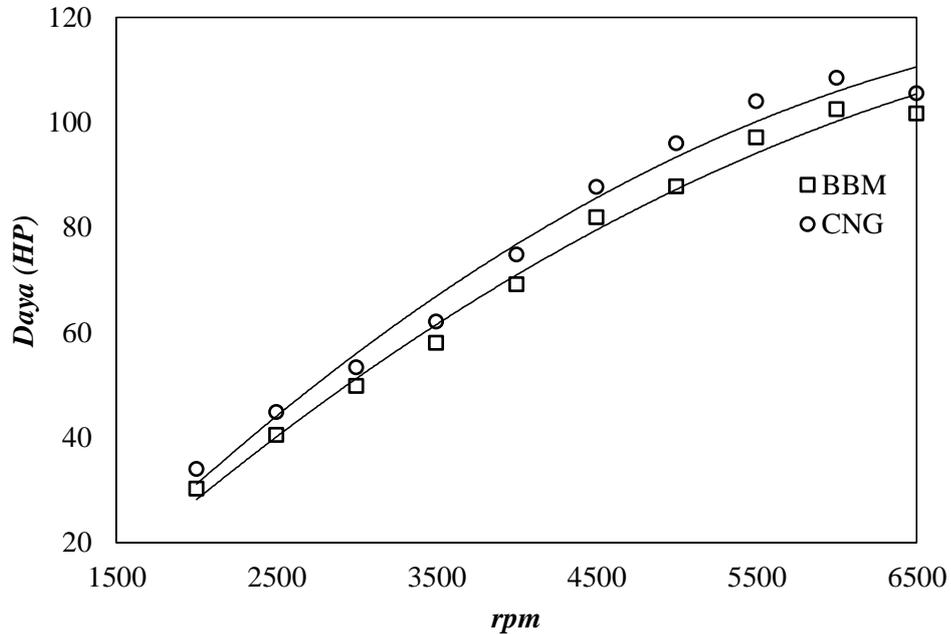
rpm	BBM			CNG		
	torsi Nm	daya HP	<i>Sfc</i> kg/kWh	torsi Nm	daya HP	<i>sfc</i> kg/kWh
2000	107.6	30.2	0.299	121.1	34	0.0399
2500	115.1	40.4	0.240	127.6	44.8	0.0327
3000	118.2	49.8	0.209	126.6	53.3	0.0299
3500	118.0	58.0	0.195	126.2	62	0.0282
4000	123.0	69.1	0.178	133.2	74.8	0.0259
4500	129.6	81.9	0.165	138.7	87.6	0.024
5000	124.9	87.7	0.172	136.6	95.9	0.0257
5500	125.8	97.1	0.174	134.6	103.9	0.0275
6000	121.6	102.4	0.189	128.7	108.4	0.0313
6500	111.3	101.6	0.223	115.6	105.5	0.0396

Pengujian performance yang dilakukan dengan bahan bakar yang berbeda antara bahan bakar premium dengan bahan bakar CNG, dapat dibandingkan masing masing nilai torsi (T), daya (Ne), dan konsumsi bahan bakar spesifik (*Sfc*) dalam gambar berikut:



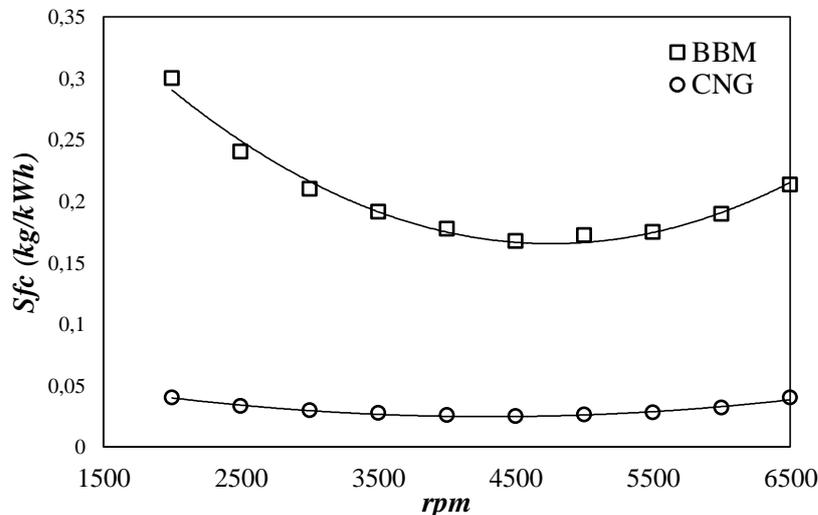
Gambar 3. Grafik perbandingan torsi antara bahan bakar premium dengan CNG

Grafik diatas memperlihatkan perbedaan torsi antara kedua bahan bakar dimana perbedaan hasil torsi yang disebabkan perbedaan kandungan angka oktan masing-masing bahan bakar, spesifikasi bahan bakar CNG memiliki nilai oktan sebesar 120, sedangkan premium memiliki nilai oktan 88, penggunaan bahan bakar yang memiliki angka oktan yang lebih tinggi akan lebih tahan terhadap temperatur yang diakibatkan oleh tekanan pada ruang bakar. Daya poros yang dihasilkan dari kedua jenis bahan bakar dapat di bandingkan dari grafik berikut:



Gambar 4. Grafik perbandingan daya poros antara bahan bakar premium dengan CNG

Grafik diatas menunjukkan perbandingan daya yang dihasilkan dari bahan bakar premium dan CNG, dimana pada putaran 5000rpm hingga 6000rpm, sedangkan pada putaran 6000 rpm sampai 6500 rpm daya yang dihasilkan menurun, ini terjadi karena daya poros ini dipengaruhi oleh nilai torsi dan putarannya. Jumlah konsumsi Bahan Bakar Spesifik (Sfc) dari data pengujian seperti pada grafik dibawah ini:



Gambar 5. Grafik perbandingan konsumsi bahan bakar spesifik (Sfc)

Perbandingan yang cukup signifikan antara bahan bakar premium dengan CNG dikarenakan jumlah konsumsi bahan bakar CNG lebih sedikit untuk memperoleh daya maksimum, dibandingkan dengan premium yang membutuhkan banyak bahan bakar untuk mencapai daya maksimum, konsumsi bahan bakar spesifik minimum untuk bahan bakar CNG sebesar 0,024 kg/kWh pada 4500 rpm dan bahan bakar premium sebesar 0,165 kg/kWh pada 4500 rpm, besarnya konsumsi bahan bakar juga dipengaruhi oleh massa jenis bahan bakar itu sendiri, dimana bahan bakar gas memiliki massa jenis yang lebih ringan dibandingkan dengan massa jenis premium sehingga jumlah konsumsi bahan bakar CNG lebih sedikit dibanding dengan bahan bakar premium.

4. KESIMPULAN

Penggunaan bahan bakar gas CNG menghasilkan daya dan torsi yang lebih baik disbanding bahan bakar premium, torsi maksimum kedua bahan bakar tercapai pada saat putaran 4500 rpm, dimana bahan bakar premium sebesar 129.6 Nm sedangkan bahan bakar CNG sebesar 138,7 Nm dan torsi mengalami kenaikan sebesar 6,97 %, sedangkan daya maksimum tercapai pada saat putaran 6000 rpm dimana bahan bakar premium sebesar 102,4 HP dan untuk bahan bakar CNG sebesar 108,4 HP, sehingga daya mengalami kenaikan sebesar 5,88 %, jumlah konsumsi bahan bakar spesifik (S_{fc}) mengalami perbedaan yang signifikan dimana bahan bakar premium sebesar 0,165 kg/kWh, sedangkan bahan bakar CNG sebesar 0,024 kg/kWh, selain beberapa hal diatas terdapat banyak keuntungan dalam konversi pemakaian bahan bakar minyak ke bahan bakar gas yakni selain harganya yang murah, performa mobil yang dihasilkan oleh CNG sedikit cukup besar dibandingkan dengan premium. Sehingga penggunaan bahan bakar gas (CNG) dinilai lebih efisien dibanding menggunakan bahan bakar minyak (Premium), maka diperlukan dukungan dari pemerintah untuk program konversi BBM ke BGG dalam skala nasional.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Haryono, G. 1995. *Uraian Praktis Mengenal Motor Bakar*. Aneka ilmu, Semarang
- [2] Agus Hartanto dkk., 2012. *Jurnal Program Konversi Dari BBM Ke BGG Untuk Kendaraan*, Pusat Penelitian Tenaga Listrik dan Mekatronik – LIPI, Bandung
- [3] Zaini, S. 2013. *Program Konversi dari BBM ke BGG untuk Kendaraan di Propinsi Jawa Barat*. Journal of Mechatronics, Electrical Power, and Vehicular Technology, Vol. 01, No 2. Bandung: Puslit Telimek
- [4] Kirk. J.L, Bristow. A.L and Zanni. A.M, 2014. *Exploring the market for Compressed Natural Gas light commercial vehicles in the United Kingdom*. Transportation Research Part D: Transport and Environment, vol. 29, pp. 22-31
- [5] I Dewa Gede Ari Suwira Putra, I.G.B Wijaya Kusuma, dan Anak Agung Adhi Suryawan. 2016. *Unjuk Kerja Mobil Bertanah Manual Menggunakan Bahan Bakar Liquefied Gas for Vehicle (LGV)*. Jurnal METTEK Volume 2 No 2 (2016) pp 75 – 82. Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana, Bali
- [6] Praditya, Danny. 2010. *Usulan Pola Pengembangan Program Penggunaan Bahan Bakar Gas (BGG) untuk Angkutan Umum DKI Jakarta*. Bahan presentasi ANGVA, Jakarta.
- [7] I Gede Wiratmaja. 2010. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Vol. 4 No.1*, Bali MP3EI (Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Indonesia)



- [8] W. DjokoYudisworo,. 2014, *StudiAlternatifPenggunaan BBG Gas ElpijiUntukBahanBakarMesinBensinKonvesional*, DosenTeknikMesinUniversitas 17 Agustus 1945 Cirebon
- [9] Ferguson, C.R., 1986. *Internal Combustion Engines*. Applied Thermosciences. Jhon Wiley & Sons, New York