

# Pengaturan Kondisi Idle dan Akselerasi pada Motor Berbahan Bakar Gas

**Philip Kristanto**

Dosen Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Mesin – Universitas Kristen Petra

**Jemy Gunawan**

Alumnus Fakultas Teknologi Industri Jurusan Teknik Mesin – Universitas Kristen Petra

## Abstrak

Pemakaian bahan bakar gas untuk motor bensin dapat dilakukan dengan menambahkan peralatan yang disebut dengan *conversion kit*. Namun penggunaannya masih terbatas karena adanya kendala terhadap performa dari motor, yaitu terlalu tingginya putaran pada kondisi idle dan rendahnya akselerasi jika dibandingkan dengan motor yang menggunakan bahan bakar bensin. Salah satu penyebab dari tingginya putaran idle adalah terlalu sedikitnya bahan bakar gas yang masuk ke *intake manifold* dan specific gravity dari bahan bakar gas ( $0.562 \text{ kg/m}^3$ ) lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar bensin, hal ini berakibat kondisi idle dimana katup gas hanya terbuka sedikit, udara yang masuk bersama-sama dengan bahan bakar gas tidak dapat melakukan pembakaran secara sempurna. Salah satu cara untuk memecahkan permasalahannya adalah dengan memberikan suplai BBG melalui sistim injeksi yang dikontrol secara elektronik baik pada kondisi idle maupun pada saat akselerasi.

Kata kunci: sistim injeksi untuk BBG

## Abstract

*Using fuel gas for gasoline engine can be made with additional equipment which is called Conversion Kit. However is still limited because there is a problem about the engine performance, that is too high idle rotation and low acceleration if compared to engine with gasoline. One at the cause of too high idle rotation is too a little fuel gas enter to intake manifold and specific gravity fuel gas ( $0,562 \text{ kg/m}^3$ ) lower than gasoline, that cause the idle condition where the intake gas valve opened just a little, air that enter together with fuel gas cannot doing completely combustion. The way to improve this problem are by supply fuel gas with injection system control by electronic in idle and aceleration condition.*

*Keywords: injection system for fuel gas*

## 1. Pendahuluan

Permasalahan umum yang dihadapi dunia pada dewasa ini adalah semakin menipisnya cadangan bahan bakar minyak, disamping dampak negatif yang ditimbulkan dari penggunaan bahan bakar minyak tersebut. Fenomena ini mendorong manusia untuk berusaha mencari bahan bakar alternatif yang diharapkan mampu mengatasi kedua permasalahan di atas secara serentak. Salah satu jenis bahan bakar alternatif yang dimungkinkan untuk menggantikan bahan bakar minyak terutama yang digunakan untuk kendaraan bermotor adalah bahan bakar gas (BBG).

BBG merupakan gas alam dengan komponen utamanya metana, jenis bahan bakar ini banyak ditemukan di hampir semua ladang minyak di Indonesia baik di daratan maupun di lepas pantai.

Penggunaan BBG untuk kendaraan bermotor membutuhkan perangkat tambahan yang disebut dengan *conversion kit*. Tetapi kendala yang dijumpai pada perangkat konversi ini untuk kendaraan bermotor masih belum memberikan fungsi yang optimal, yaitu motor cenderung memiliki putaran tinggi pada kondisi idle, selain itu untuk melakukan akselerasi selalu akan terjadi keterlambatan dalam suplai bahan bakar ke ruang bakar sehingga menurunkan kinerja dari motor. Untuk mengatasi permasalahan tersebut ditambahkan suatu perangkat sistim injeksi BBG yang dikendalikan secara elektronik.

---

**Catatan :** Diskusi untuk makalah ini diterima sebelum tanggal 1 Juli 2001. Diskusi yang layak muat akan diterbitkan pada Jurnal Teknik Mesin Volume 3 Nomor 2 Oktober 2001.

## 2. Landasan Teori

### 2.1 Bahan Bakar Gas

Komposisi utama dari BBG adalah unsur methana ( $\text{CH}_4$ ) sebesar 95,03%; ethana ( $\text{C}_2\text{H}_6$ ) sebesar 2,23%; karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) sebesar 1,75%; Nitrogen ( $\text{N}_2$ ) 0,68 % dan propana ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) sebesar 0,29%. Dari komposisi ini terlihat bahwa komponen utama dari BBG adalah gas methana. Berat jenis BBG lebih kecil dari berat jenis udara, sehingga jika terjadi kebocoran baik pada tangki penyimpanan maupun saluran bahan bakar akan segera naik ke atas. BBG karena wujudnya berupa gas, tidak perlu diuapkan terlebih dahulu sebagaimana pada bahan bakar minyak (gasoline), sehingga permasalahan pada saat start pada suhu rendah dan emisi yang berlebihan karena terlalu kayanya campuran bahan bakar - udara pada saat start dapat diperkecil.

Nilai oktan BBG lebih tinggi dibandingkan gasoline, yaitu antara 120 sampai 130. Dengan tingginya nilai oktan tersebut maka pada rasio kompresi yang lebih tinggi tidak akan terjadi knocking pada motor. Keunggulan BBG ditinjau dari proses pembakarannya di dalam ruang bakar adalah karena BBG memiliki perbandingan atom karbon terhadap atom hidrogen yang rendah, sehingga pembakaran menjadi lebih sempurna. Mengingat BBG sudah berada pada fase gas, maka dengan mudah dapat bercampur dengan udara dalam ruang bakar, sehingga oksigen dapat dengan mudah bergabung dengan karbon dan memberikan reaksi pembentukan  $\text{CO}_2$  bukan  $\text{CO}$ . Disamping itu karena jumlah atom karbon molekul BBG lebih sedikit dibandingkan BBM, maka  $\text{CO}$  yang terbentuk dari proses pembakaran juga lebih sedikit.

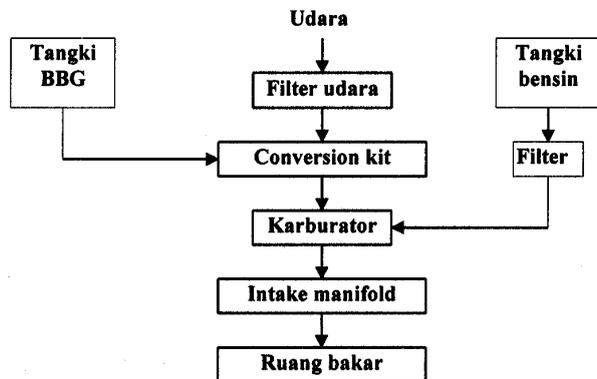
### 2.2 Perangkat Konversi BBG

Agar dapat menggunakan BBG sebagai bahan bakar untuk kendaraan bermotor dibutuhkan suatu perangkat konversi BBG yang disebut dengan *conversion kit*. Penggunaan conversion kit didasarkan pada tiga pilihan sebagai berikut:

- Hanya bekerja dengan gas saja
- Dapat bekerja dengan gas saja atau gasoline saja (dual fuel)
- Dapat bekerja dengan dua bahan bakar bersama-sama (khusus diesel, mixed fuel).

Komponen-komponen perangkat konversi BBG tersebut terdiri dari tangki penyimpan BBG, regulator (pengatur tinggi rendahnya

tekanan), mixer (pencampur udara-bahan bakar). Pada gambar 1 ditunjukkan skema sistim perangkat konversi berbahan bakar ganda (dual fuel) pada kendaraan bermotor.



Gambar 1. Skema Sistim Perangkat Konversi Bahan Bakar Ganda

Mixer yang dipasang didepan throttle memasok BBG ke dalam aliran udara yang masuk ke dalam silinder dan bereaksi terhadap tekanan dalam manifold untuk menakar jumlah bahan bakar yang disuplai ke motor. Pemilihan mixer didasarkan pada kapasitas udara yang dibutuhkan oleh motor. Jika terlalu kecil maka daya maksimum motor tidak akan tercapai, sedangkan jika terlalu besar maka unjuk kerja motor pada putaran rendah akan turun secara drastis bahkan motor sulit untuk dihidupkan. Kebutuhan jumlah udara dapat diestimasi dengan persamaan 1.

$$V_a = \frac{\eta_v N_d D}{2 \times 1728} \frac{ft^3}{min} \quad (1)$$

dengan:

$V_a$  = laju aliran udara ( $ft^3/min$ )

$\eta_v$  = efisiensi volumetris motor

$N_d$  = putaran motor

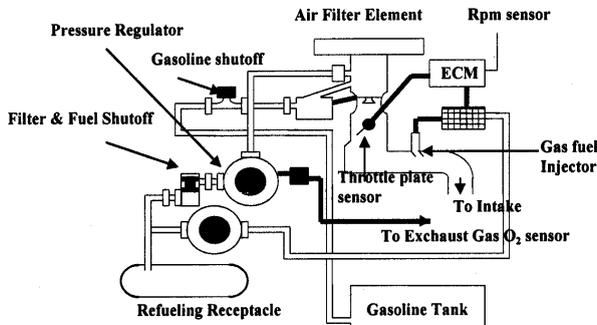
$D$  = volume silinder

Katup penutup aliran bensin (pada sistim dual fuel) digerakkan oleh solenoid dari saklar pemilih bahan bakar yang terpasang pada kendaraan bermotor. Ketika BBG dipilih sebagai bahan bakar, katup ini akan menutup aliran bensin ke silinder.

Untuk BBG regulator terdiri dari dua buah regulator yang terpisah, dimana regulator pertama mengurangi tekanan dari tangki gas sampai 100 psi kemudian regulator kedua mengurangi tekanan sampai beberapa inci kolom air guna mendorong bahan bakar melalui mixer dan bercampur dengan aliran udara.

### 2.3 Sistim Injeksi BBG

Sistim ini digunakan untuk mengatasi permasalahan pada saat idle dan akselerasi pada motor berbahan bakar gas. Secara skematik prinsip dari sistim perangkat konversi dual fuel dengan tambahan sistim injeksi tersebut pada gambar 2.

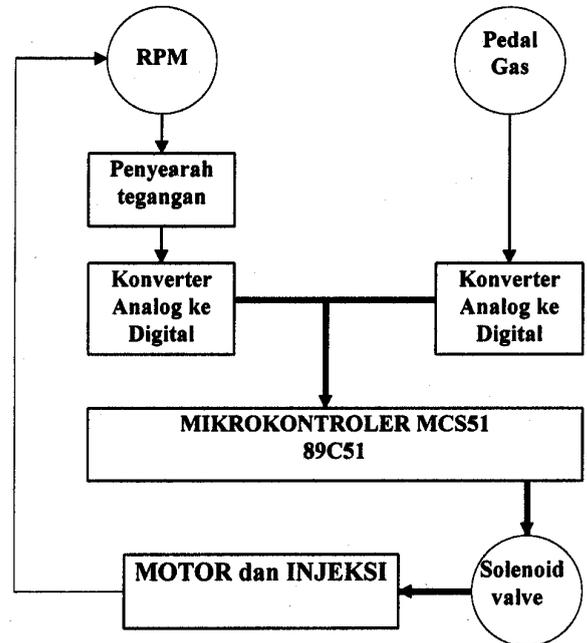


Gambar 2. Skema Sistim Perangkat Konversi Dual Fuel dengan Sistim Injeksi

Pengaturan jumlah bahan bakar yang harus diinjeksikan ke intake manifold dikendalikan oleh perangkat elektronik yang disebut *Electronic Control Module (ECM)*. ECM berfungsi untuk mengendalikan laju aliran BBG yang diinjeksikan dengan menganalisa percepatan dan besarnya bukaan katup gas (throttle) untuk kondisi idle dan akselerasi. Pada saat idle tersebut ECM akan memberikan suplai tegangan ke solenoid valve untuk menginjeksikan sejumlah BBG agar tercapai putaran idle 800 rpm (setting awal). Sedangkan pada kondisi akselerasi dimana dibutuhkan bukaan katup gas lebih cepat, maka sensor yang terdapat pada ECM akan menerima perubahan posisi throttle gas dan mengolahnya untuk selanjutnya memberikan sinyal keluaran ke solenoid valve dari injektor. Komponen-komponen utama dari Electronic Control Module tersebut adalah:

- Processor 89C51 Flash EEPROM yang berfungsi untuk melakukan pengendalian, dengan bahasa program MCS-51™ INTEL®.
- *Analog to Digital Converter (ADC)*, berfungsi untuk mengubah masukan yang berupa sinyal tegangan listrik menjadi kode digital yang akan diproses lanjut.
- *Random Access Memory (RAM)*, berfungsi untuk menyimpan data sementara saat melakukan perhitungan.
- *Read Only Memory (ROM)*, berfungsi untuk menyimpan program yang akan dijalankan oleh processor. RAM dan ROM menjadi satu dengan processor 89C51 EEPROM.

Input bukaan throttle, menggunakan potensio tahanan tipe linier yang dipasang pada poros throttle karburator. Blok diagram sistim injeksi tersebut ditunjukkan dalam gambar 3.



Gambar 3. Blok Diagram Sistim Injeksi

### 2.4 Kinerja Motor

Beberapa parameter yang dapat digunakan sebagai acuan dasar untuk dapat menentukan kinerja dari motor adalah:

- Daya Motor (*Brake Horse Power = BHP*).

Menyatakan daya yang diberikan ke poros penggerak oleh motor (kerja per satuan waktu) dan biasanya dinyatakan dengan daya kuda (HP).

$$N = BHP = \frac{2 \pi N_d P R}{60} \text{ Watt} \quad (2)$$

dimana :

$N = BHP = \text{Brake Horse Power (Watt)}$ .

$P = \text{Gaya aksi dinamometer (Newton)}$

$R = 0,9549 = \text{Panjang lengan dinamometer (meter)}$

$N_d = \text{Putaran motor (Rpm)}$ .

Atau dapat juga dinyatakan dengan :

$$N = BHP = \frac{N_d P}{10000} \text{ Kwatt} \quad (3)$$

karena 1 HP = 746 Watt, maka :

$$N = BHP = \frac{N_d P}{7460} \text{ HP} \quad (4)$$

□ Torsi (momen Puntir).

Torsi yang dihasilkan oleh motor dinyatakan dengan:

$$T = P R \text{ (N-m)} \quad (5)$$

### 3. Pengujian

#### 3.1 Peralatan Uji

Pengujian dilaksanakan di Laboratorium Motor Bakar, Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin, dengan beberapa peralatan sebagai berikut:

- Motor
  - Merk : Daihatsu petrol engine, 4 stroke
  - Jumlah silinder : 3 in-line
  - Kapasitas silinder : 1000 cc
- Dinamometer
  - Merk : ZOLLNER Water Brake
  - Tipe : 3n19A
  - Daya maksimum : 120 kW
  - Putaran maksimum: 7500 rpm
- Perangkat BBG

#### 3.2 Prosedur Pengujian

1. Motor dihidupkan pada putaran idle dalam kondisi posisi saklar untuk BBM setelah sebelumnya ECM diaktifkan selama beberapa menit agar mencapai suhu kerja.
2. Memasang perangkat BBG dengan Conversion Kit konvensional.
3. Posisi pengapian diatur 20° sebelum TMA dalam kondisi pengereman 0% (tanpa beban)
4. Memindah saklar pemilih bahan bakar dari posisi BBM ke posisi BBG
5. Mengaktifkan dinamometer dengan tekanan air masuk 2 bar
6. Melakukan setting tekanan awal regulator untuk menghasilkan putaran 800 rpm (pada putaran tersebut getaran pada motor sangat terasa)
7. Dilakukan pengereman (pembebanan) yang dimulai dari posisi pengereman 0 % sampai 7,5 % dengan selang pengereman 2,5 % .
8. Dilakukan akselerasi mulai dari putaran 800 rpm dan dicatat waktu yang dibutuhkan untuk perubahan tingkat kecepatan ke 1500 dan 3000 rpm.
9. Langkah 3 sampai 8 diulang kembali dengan memasang perangkat konversi BBG yang dilengkapi sistim injeksi.

### 3.3 Data Pengukuran

Pengereman 0 %

Standar		Injeksi	
Putaran (rpm)	Waktu (det)	Putaran (rpm)	Waktu (det)
800	0	800	0
1500	1.3	1500	0.9
3000	3.8	3000	2.2

Pengereman 2.5 %

Standar		Injeksi	
Putaran (rpm)	Waktu (det)	Putaran (rpm)	Waktu (det)
800	0	800	0
1500	2.1	1500	1.2
3000	5.2	3000	3.4

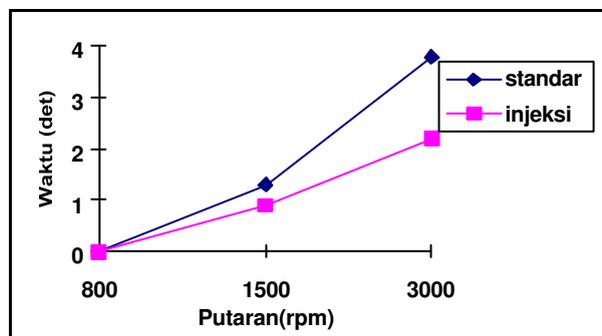
Pengereman 5 %

Standar		Injeksi	
Putaran (rpm)	Waktu (det)	Putaran (rpm)	Waktu (det)
800	0	800	0
1500	3.1	1500	1.4
3000	9	3000	3.8

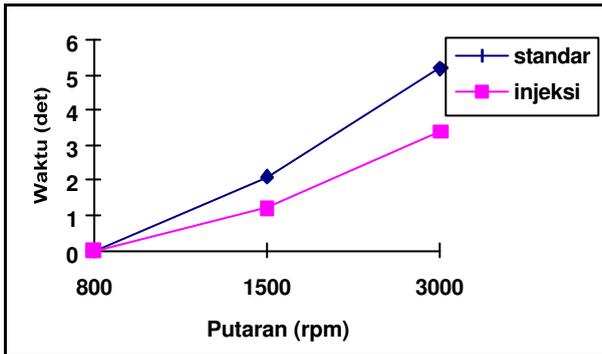
Pengereman 7.5 %

Standar		Injeksi	
Putaran (rpm)	Waktu (det)	Putaran (rpm)	Waktu (det)
800	0	800	0
1500	3.5	1500	1.6
3000	11.7	3000	4.4

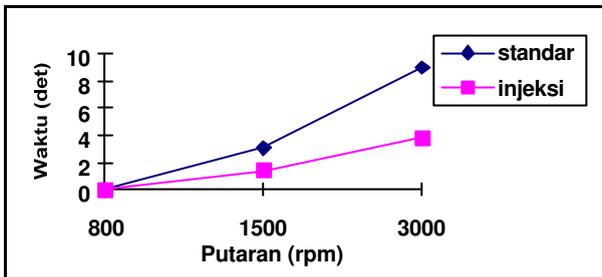
### 4. Analisa Data



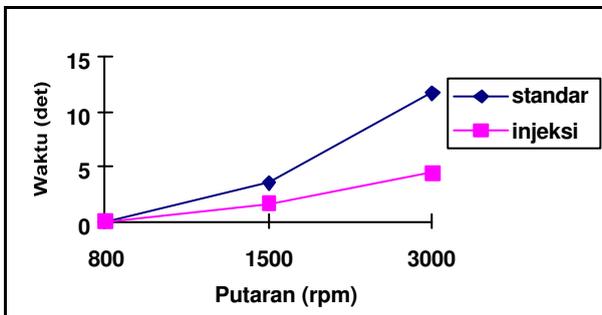
Gambar 4. Grafik Waktu Sebagai Fungsi Putaran pada Posisi Pengereman 0 %.



Gambar 5. Grafik Waktu Sebagai Fungsi Putaran pada Posisi Pengereman 2.5%.



Gambar 6. Grafik waktu sebagai fungsi putaran pada posisi pengereman 5%.



Gambar 7. Grafik waktu Sebagai Fungsi Putaran pada Posisi Pengereman 7.5%.

- Dari grafik yang ditunjukkan pada gambar 4. sampai dengan 7, nampak bahwa dengan menambahkan sistim injeksi, waktu yang digunakan untuk melakukan akselerasi pada berbagai tingkat pengereman (pembebanan) lebih singkat. Hal ini disebabkan karena pada Conversion kit standar terjadi hambatan aliran yang cukup besar pada mixer atau terlambatnya mixer untuk melakukan respon pada kondisi akselerasi. Disamping itu penambahan sistim injeksi yang dikendalikan secara elektronik serta penggunaan blower untuk suplai udara menghasilkan suatu kondisi campuran udara-bahan bakar yang tepat.

- Penambahan beban melalui pengereman pada dinamometer baik pada conversion kit standar maupun dengan menggunakan sistim injeksi meningkatkan waktu untuk akselerasi hal ini diakibatkan karena dengan meningkatnya pembebanan maka dibutuhkan waktu respon (*respon time*) yang lebih besar untuk melakukan suplai campuran udara-bahan bakar sesuai dengan putaran yang diharapkan.
- Dengan menambahkan perangkat injeksi yang dikendalikan oleh ECM pada conversion kit, putaran idle motor yang berbahan bakar gas dapat diturunkan sampai 800 rpm (sebagaimana pada motor yang berbahan bakar bensin). Hal ini didasarkan pada pengamatan pada saat percobaan dilakukan, dimana motor berputar secara stasioner tanpa getaran yang berarti.

## 5. Kesimpulan

1. Dengan menambahkan sistim injeksi pada perangkat conversion kit standar yang dikendalikan secara elektronik, putaran motor yang berbahan bakar gas sebesar 800 rpm dapat dicapai.
2. Waktu yang dibutuhkan untuk melakukan akselerasi dengan penambahan sistim injeksi pada conversion kit standar lebih singkat.
3. Pada penggunaan sistim injeksi yang dilengkapi ECM, tekanan kerja regulator gas perlu disetting pada 100 kPa karena diatas 100 kPa, ECM tidak mampu untuk mengendalikan kerja dari solenoid valve untuk injector, sehingga suplai BBG akan berlebihan dan akan menghalangi masuknya udara ke intake manifold, sehingga motor akan cenderung mati.

## Daftar Pustaka

1. Dinas Pemasaran LPG & BBG, *Pemanfaatan Bahan Bakar Gas Untuk Sektor Transportasi*. Seminar Teknologi BBG, Malang, ITN, 1995.
2. Ferguson, Collin. R., *Internal Combustion Engines*. John Wiley & Sons, Inc. Kanada, 1986.
3. Heywood, John B. *Internal Combustion Engines Fundamental*. Mc Graw-Hill, Singapore 1988.