

Analisis Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan Bermotor Bensin di atas *Chassis Dynamometer*

Oleh:

Pallawagau La Puppung

I. PENDAHULUAN

Dalam perjalanan, setiap pemakai kendaraan selalu menginginkan agar ia dapat berjalan dengan lancar di jalan raya. Kendaraannya dapat melaju dengan kecepatan tinggi sehingga dapat sampai ke tujuan dalam waktu yang singkat. Namun kenyataan berbeda dengan harapan, terutama di kota-kota besar kendaraan merayap pada jam-jam sibuk. Kondisi operasi mesin stop dan jalan terjadi, kendaraan berjalan sangat lambat pada kecepatan antara 0 sampai 20 km per jam dengan posisi gigi persneling 1 sampai 2.

Pada kondisi operasi mesin stop dan jalan ini, temperatur mesin dapat naik karena sirkulasi air pendingin rendah dan aliran udara pendingin radiator juga lebih rendah dibandingkan jika kendaraan melaju dengan kecepatan tinggi. Apalagi pada kondisi udara luar yang panas, AC dijalankan dan radio/tape dihidupkan, maka beban mesin bertambah dan ini juga menyebabkan kenaikan temperatur mesin.

Selain kenaikan temperatur mesin, konsumsi bahan bakar kendaraan juga akan meningkat. Memang telah diketahui secara umum pada jalan macet konsumsi bahan bakar kendaraan meningkat lebih tinggi dibandingkan dengan pada jalan lancar. Pada studi ini analisis konsumsi bahan bakar kendaraan dilakukan melalui pengukuran pemakaian bahan bakar di atas *Chassis Dynamometer* pada beberapa posisi gigi persneling dan kecepatan termasuk kecepatan rendah seperti pada jalan macet dan kecepatan tinggi seperti pada jalan lancar antarkota atau jalan bebas hambatan (jalan tol). Pengukuran konsumsi bahan bakar di atas *Chassis Dynamometer* ini merupakan simulasi operasi kendaraan bermotor di jalan raya.

Hasil-hasil pengukuran konsumsi bahan bakar yang telah dilakukan pada enam kendaraan penumpang dari enam merek yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan konsumsi bahan bakar antara berbagai kecepatan pada posisi gigi persneling rendah dan posisi

gigi persneling yang lebih tinggi. Perbedaan konsumsi pada posisi gigi persneling rendah yang sering digunakan pada jalan macet dan posisi gigi persneling tinggi yang sering digunakan pada jalan lancar adalah sangat tinggi. Hasil-hasil pengujian ini juga menunjukkan kemacetan lalu lintas menyebabkan pemborosan bahan bakar dan sebagai akibat dari meningkatnya jumlah bahan bakar yang terbakar pada mesin kendaraan, maka emisi gas buang juga akan meningkat.

II. PEMBATAAN KONSUMSI BAHAN BAKAR KENDARAAN BERMOTOR

Pembatasan konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor telah menjadi perhatian berbagai kalangan di seluruh penjuru dunia, terutama setelah terjadi embargo minyak bumi pada tahun 1973. Usaha-usaha yang dilakukan baik oleh pemerintah maupun pembuat mobil/mesin adalah mencari sumber energi alternatif dan menurunkan konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor.

Tingkat pengaturan konsumsi bahan bakar telah dilaksanakan oleh berbagai legislator di seluruh dunia. Di Amerika Serikat dan Jepang, penurunan konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor telah menjadi keharusan. Di Eropa, pemerintah mengontrol secara terbatas data publikasi resmi konsumsi bahan bakar kendaraan (Prancis dan Inggris) dan di beberapa negara telah dibuat komitmen sukarela oleh para pembuat mesin untuk memperbaiki konsumsi bahan bakar. Usaha lain yang telah dilakukan oleh banyak negara untuk menurunkan konsumsi bahan bakar adalah mengenakan pajak yang tinggi bagi kendaraan-kendaraan yang mempunyai konsumsi bahan bakar yang tinggi.

A. Konsumsi Bahan Bakar di Uni Eropa

Hingga saat ini tidak ada batasan resmi mengenai konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor di Eropa. Walaupun demikian, Uni Eropa (UE) melalui program kerja MVEG (*Motor Vehicle Emission Group of the*

Commission of the European Countries) mengenai emisi CO₂ dan konsumsi bahan bakar pada tahun 1992/1993 telah mengambil langkah-langkah sebagai berikut:

- Persetujuan metode pengukuran;
- Penetapan *base line* untuk mengevaluasi perkembangan;
- Mengevaluasi teknologi yang potensial (apakah yang tersedia atau sedang dikembangkan) untuk menurunkan emisi CO₂/konsumsi bahan bakar;
- Menetapkan nilai referensi yang digunakan pada sistem penilaian model kendaraan di masa depan, atau kategori kendaraan;
- Kemungkinan sanksi bagi yang tidak mencapai nilai referensi;
- Menetapkan kemungkinan kontribusi dari lalu lintas jalan terhadap keseluruhan tujuan pengontrolan CO₂ dan konsumsi bahan bakar.

Pada tahun 1994 disetujui pengukuran dilakukan dengan menggunakan metode Urban dan *Extra Urban Test Cycle*.

B. Konsumsi Bahan Bakar Negara Eropa Non-UE

Swiss

Menteri Transportasi dan Energi Swiss telah mendeklarasikan niatnya untuk melaksanakan regulasi untuk menurunkan konsumsi bahan bakar. Ada beberapa opsi yang dipertimbangkan untuk implementasi:

- Asuransi
- Menciptakan kondisi untuk mendorong pembuat/pengimpor kendaraan bermotor untuk menurunkan konsumsi bahan bakar armadanya.
- Sistem kredit untuk mencapai suatu level rata-rata konsumsi bahan bakar.

C. Regulasi Konsumsi Bahan Bakar di Amerika Serikat

Undang-undang kebijaksanaan energi dan konservasi disetujui pada bulan Desember 1975, kemudian diamandemen menjadi undang-undang *Motor Vehicle Information and Cost Saving* untuk

Tabel 1
Standar Konsumsi Bahan Bakar Amerika Serikat, dalam liter/100 km (mil/US galon)

Tahun Model	Kendaraan penumpang	Light truck combined	Light truck (2 WD)	Light truck (4 WD)
1978	13.07 (18.0)	-	-	-
1979	12.38 (19.0)	13.68 (17.2)	13.68 (17.2)	14.89 (15.8)
1980	11.76 (20.0)	16.80 (14.0)	14.70 (16.0)	16.80 (14.0)
1981	10.69 (22.0)	16.22 (14.5)	14.08 (16.7)	15.68 (15.0)
1982	9.80 (24.0)	13.45 (17.5)	13.07 (18.0)	14.70 (16.0)
1983	9.05 (26.0)	12.38 (19.0)	12.07 (19.5)	13.45 (17.5)
1984	8.71 (27.0)	11.76 (20.0)	11.59 (20.3)	12.72 (18.5)
1985	8.55 (27.5)	12.07 (19.5)	11.94 (19.7)	12.45 (18.9)
1986	9.05 (26.0)	11.76 (20.0)	11.47 (20.5)	12.06 (19.5)
1987	9.05 (26.0)	11.47 (20.5)	11.20 (21.0)	12.06 (19.5)
1988	9.05 (26.0)	11.47 (20.5)	11.20 (21.0)	12.06 (19.5)
1989	8.88 (26.5)	11.47 (20.5)	10.94 (21.5)	12.38 (19.0)
1990	8.55 (27.5)	11.76 (20.0)	11.47 (20.5)	12.38 (19.0)
1991	8.55 (27.5)	11.65 (20.2)	11.37 (20.7)	12.32 (19.1)

Tabel 2
Target keekonomian bahan bakar kendaraan penumpang untuk tahun 2000 di Jepang

Klasifikasi	Berat kotor kendaraan (kg)	Target keekonomian bahan bakar		Perbaikan <i>realtif</i> terhadap 1990
		(km/l)	(l/100 km)	
Kendaraan ringan	<872.5	19	5.26	7.30%
Kendaraan kecil	827.5 – 1515.5	13	7.69	8.30%
Kendaraan normal	>1515.5	9.1	10.99	11.00%
<i>Sub-Ranges</i> Berat Kendaraan				
Sub Klas-1	<702.5	19.2	5.21	6.50%
Sub Klas-2	702.5 – 827.5	18.2	5.49	7.00%
Sub Klas-3	827.5 – 1015.5	16.3	6.13	7.20%
Sub Klas-4	1015.5 – 1515.5	12.1	8.26	7.90%
Sub Klas-5	1515.5 – 2015.5	9.1	10.99	9.50%
Sub Klas-6	>2015.5	5.8	17.24	13.60%

peningkatan persyaratan pada konsumsi bahan bakar kendaraan penumpang menjadi 27.5 mil/US gallon (8.55 l/100 km), seperti disajikan dalam Tabel 1. Pembuat kendaraan disyaratkan untuk melakukan pengujian kendaraan secukupnya untuk mengetahui apakah setiap produk yang mereka produksi memenuhi persyaratan yang telah ditentukan atau tidak. Hasil pengujian ini harus lebih rendah dari level konsumsi bahan bakar yang disyaratkan sesuai dengan tahun model pembuatan. Pembuat kendaraan yang mempunyai armada kendaraan dengan konsumsi bahan bakar rata-rata tidak memenuhi standar ini dikenakan denda \$ 5 untuk setiap kendaraan yang dibuatnya, untuk setiap 0.1 mil/US gallon standar dilampaui. Walaupun demikian denda ini dapat ditutupi oleh pertumbuhan kredit pada tahun model pembuatan yang lain.

Standar didasarkan pada kombinasi konsumsi bahan bakar kota/bebas hambatan (*city/highway*) dan dikenal dengan standar CAFÉ (*Corporate Average Fuel Economy*). Sejak tahun 1979 program tahun model telah diperluas hingga mencakup *light-duty truck* sama seperti kendaraan penumpang. Walaupun demikian

sejak tahun 1986, karena harga minyak rendah dan industri mesin kembali membuat kendaraan besar, maka telah dijumpai kesulitan untuk memenuhi batasan standar ini. Oleh karena itu Departemen Transportasi Amerika Serikat melakukan *roll back* batasan untuk 1986-1988 ke 26 mil/US gallon (9.05 l/100 km) untuk kendaraan penumpang. Jadi pembuat kendaraan tidak dipaksakan membayar denda tersebut di atas. Untuk tahun 1989 batasan ditetapkan pada 26.5 mil/US gallon (8.88 l/100 km) dan pada 1990 kembali ke 27.5 mil/US gallon (8.55 l/100 km).

Ketentuan-ketentuan ini telah diperluas mencakup kendaraan "fleksibel bahan bakar" yang dapat beroperasi dengan bensin, metanol atau setiap campuran dari bahan bakar ini. Suatu kredit dari CAFÉ 1.2 mil/US gallon dikenakan pada standar 27.5 mil/US gallon

Pengetatan lebih lanjut batasan CAFÉ yang menaikkan standar hingga 40% pada 2001, memperbaiki keekonomian bahan bakar rata-rata untuk kendaraan baru dari 27.5 mil/US gallon menjadi 40.1 mil/US gallon (8.55 l/100 km menjadi 5.87 l/100 km).

D. Pedoman Konsumsi Bahan Bakar di Jepang

Pada bulan Januari 1993 target keekonomian bahan bakar untuk tahun 2000 telah diterbitkan secara resmi. Target ini dimunculkan oleh MITI (*Ministry of International Trade and Industry*) dan MOT (*Ministry of Transportation*) berdasarkan pada rekomendasi sebuah komite yang dibentuk pada 1990. Ini semacam pedoman (*guidelines*) sejak 1979 ketika pembatasan keekonomian bahan bakar ditentukan untuk tahun 1985. Sejak itu ada peningkatan secara tetap pada efisiensi bahan bakar, khususnya pada beberapa tahun terakhir. Target saat ini hanya dikenakan pada kendaraan penumpang bermotor bensin, tetapi pemerintah yakin untuk mempertimbangkan regulasi yang sama untuk truk.

Target keekonomian bahan bakar ditentukan melalui pengujian mode siklus 10.15 untuk tiga kategori berat kendaraan yang disajikan dalam Tabel 2. Untuk menghindari terjadinya kerugian atau keuntungan tidak adil terhadap produksi kendaraan OEM (*Original Equipment Manufacturer*) yang berada lebih tinggi atau lebih rendah dari ketiga kategori berat utama yang ditentukan, maka telah dibagi lebih jauh menjadi 6 *sub-ranges*.

E. Persyaratan Beberapa Negara di Timur Jauh

1. Australia

Pada tahun 1989 FCAI telah mengajukan proposal penurunan rata-rata konsumsi bahan bakar nasional untuk armada kendaraan baru dengan suatu target 5% dimulai pada 1995 dengan penurunan selanjutnya sebagai berikut:

Tahun	l/100 km
1995	8.7
2000	8.2
2005	8.0

2. Persyaratan Efisiensi Bahan Bakar Korea Selatan

Menteri *Energy and Resources* Korea Selatan menerbitkan nota yang didasarkan pada *Rationaliza-*

Tabel 3
Persyaratan efisiensi bahan bakar korea Selatan

Kelas kendaraan volume langkah mesin (cc)	Dari 1.1.1996		Dari 1.1.2000	
	(km/l)	(l/100 km)	(km/l)	(l/100 km)
<800	23.4	4.27	24.6	4.07
800 – 1100	20.3	4.93	21.3	4.69
1100 – 1400	17.3	5.78	18.1	5.52
1400 – 1700	15.4	6.49	16.1	6.21
1700 – 2000	11.4	8.77	12	8.33
2000 – 2500	9.9	10.1	10.4	9.62
2500 – 3000	8.5	11.76	8.9	11.24

tion of Energy Consumption Act tanggal 17 Agustus 1992. Mengisyaratkan pada manufaktur (tidak termasuk importir) untuk memenuhi standar efisiensi bahan bakar yang baru dari 1 Januari 1996. Kemudian standar yang lebih ketat diberlakukan 1 Januari 2000. Dari 1 September 1992 semua manufaktur, telah diisyaratkan untuk mendisplay level efisiensi bahan bakar pada kendaraannya menurut klasifikasi untuk setiap kelas volume langkah mesin. Yang tidak memenuhinya akan dikenakan denda 500 juta Won.

F. Indonesia

Indonesia hingga saat ini belum mempunyai pengaturan pembatasan konsumsi bahan bakar kendaraan. Karena Indonesia bukan negara pembuat kendaraan bermotor, maka kendaraan-kendaraan yang diimpor sebaiknya diberi batasan konsumsi bahan bakarnya, agar penggunaan bahan bakar dilakukan secara efisien.

III. PENGATURAN KECEPATAN KENDARAAN

Pengaturan kecepatan kendaraan dilakukan melalui dua mekanisme, pertama pengaturan posisi gigi persneling dan yang kedua pengaturan jumlah pemasukan bahan bakar ke dalam mesin kendaraan.

A. Pengaturan Posisi Gigi Persneling

Agar kendaraan dapat dikendalikan sesuai dengan kondisi jalanan, misalnya: jalan macet (jalan rusak dan lalu lintas padat), lancar, mendaki, menurun, menyalip kendaraan lain dan memperlambat kendaraan, maka pada kendaraan terdapat suatu mekanisme yang digunakan untuk mengatur kecepatan kendaraan, yaitu

transmisi roda gigi atau lebih umum dikenal dengan gigi persneling.

Pada kendaraan penumpang, gigi persneling memberikan tiga sampai lima perbandingan roda gigi antara poros engkol mesin dan roda-roda kendaraan. Pada posisi gigi rendah poros engkol berputar sekitar dua belas kali per satu kali putaran roda kendaraan, dengan demikian memungkinkan mesin kendaraan beroperasi pada kecepatan yang cukup tinggi ketika kendaraan mulai bergerak. Tanpa perbandingan roda gigi yang tinggi ini, mesin akan berputar sangat rendah dan hanya dapat memberikan daya yang kecil ke roda-roda kendaraan. Poros engkol mesin harus diputar sedemikian tinggi sebelum mesin membangkitkan tenaga yang cukup untuk memulai gerakan kendaraan. Setelah kendaraan mulai bergerak, diperlukan penurunan perbandingan roda gigi antara poros engkol mesin dan roda-roda kendaraan. Pada posisi gigi persneling rendah; kecepatan medium sampai maksimum mesin akan menyebabkan kendaraan bergerak hanya beberapa kilometer per jam. Memindahkan ke posisi gigi persneling sedang (*intermediate*) memberikan perbandingan roda gigi tingkat pertengahan antara poros engkol dan roda-roda kendaraan; kecepatan medium sampai maksimum mesin memberikan kecepatan kendaraan di atas 50 km per jam. Memindahkan ke posisi gigi persneling tinggi, ini memungkinkan kendaraan melaju dengan kecepatan tinggi pada kecepatan mesin yang tinggi dan juga memungkinkan mesin beroperasi pada kecepatan yang lebih rendah dan lebih efisien pada saat kendaraan melaju dengan kecepatan rendah dan sedang.

Pada saat kendaraan bergerak dengan posisi gigi persneling tinggi, secara normal tidak perlu memindahkan posisi gigi persneling, kecuali jika kendaraan akan berhenti atau jika diperlukan tambahan daya pada kecepatan rendah kendaraan. Tambahan daya dibutuhkan, misalnya ketika kendaraan mendaki lereng gunung atau jika diperlukan akselerasi yang cepat dari kecepatan rendah.

Pada jalan macet gigi persneling hanya berada pada posisi rendah, dan pada jalan lancar gigi persneling berada pada posisi tinggi, sedangkan posisi gigi persneling sedang hendaknya segera dilewati jika jalan lancar dan kondisi lalu lintas memungkinkan agar tidak terjadi pemborosan bahan bakar.

B. Pengaturan Pemasukan Bahan Bakar Bensin pada Mesin Kendaraan

Untuk merespons kondisi operasi mesin kendaraan pada saat diakselerasi atau dideselerasi, seperti pada

pengaturan kecepatan di atas maka diperlukan pengaturan jumlah bahan bakar yang disuplai ke dalam mesin sesuai dengan kebutuhan. Pada motor bensin ada dua sistem pengaturan jumlah bahan bakar yang digunakan untuk memasukkan bahan bakar ke dalam mesin, yaitu karburator dan injektor.

1. Karburator

Pengemudi menggunakan pedal akselerator (pedal gas) untuk menggerakkan katup percepatan (*throttle valve*), yang menentukan jumlah udara yang ditarik masuk ke dalam mesin melalui karburator. Karburator memasukkan bahan bakar sesuai dengan jumlah udara. Jadi *output* mesin adalah fungsi dari pembukaan katup percepatan. Pelampung dan katup jarum bekerja bersama-sama untuk mengatur aliran bahan bakar ke dalam karburator, sambil menjaga permukaan bahan bakar di dalam ruang pelampung. Gerakan tuas pelampung memberikan gaya pada katup jarum, sehingga katup jarum menutup atau membuka, gerakan katup jarum ini mengatur aliran bahan bakar ke dalam karburator.

Aliran udara diukur dengan menggunakan sebuah cerobong udara (*air funnel*) yang dirancang untuk menginduksi efek venturi. Pengurangan diameter pada venturi karburator menaikkan kecepatan udara dan menghasilkan kevakuman yang sesuai pada titik paling sempit. Perbedaan tekanan yang dihasilkan relatif terhadap ruang pelampung dapat diperbesar dengan menggunakan sebuah venturi pengatur untuk menarik bahan bakar dari ruang pelampung. Aliran kecepatan tinggi melalui venturi dan *throttle aperture* memberikan campuran udara bahan bakar yang sangat bagus sesuai dengan kebutuhan mesin.

2. Injektor

Pemasukan bahan bakar ke dalam mesin dengan menggunakan injektor merupakan salah satu alternatif terhadap karburasi yang pada saat ini mendominasi disain kendaraan. Cara ini mampu mengontrol campuran udara dan bahan bakar lebih baik dari pada karbuator. Waktu injeksi siap diubah-ubah untuk memenuhi semua kondisi operasi mesin. Menurut penggerakannya sistem ini dibagi atas dua jenis, yaitu mekanik dan elektronik. Yang banyak digunakan saat ini adalah sistem injeksi bahan bakar elektronik (*electronic fuel injection*, EFI). Injektor ini menggunakan elektromagnetik untuk menggerakkan injektor yang menyempotkan bahan bakar ke dalam *manifold* mesin atau langsung ke dalam ruang bakar mesin (*gasoline direct injection*, GDI).

Pada injeksi langsung ke dalam ruang bakar mesin, pengaturan jumlah bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam mesin sangat efisien, ketika kendaraan bergerak normal pada kecepatan jelajah yang tinggi pemasukan bahan bakar dikurangi sehingga terjadi campuran udara bahan bakar yang sangat miskin dan pada saat dibutuhkan tenaga, misalnya untuk menyalib kendaraan dan mendaki lereng gunung pemasukan bahan bakar bertambah.

IV. ANALISIS KONSUMSI BAHAN BAKAR

Pada pengujian ini telah diamati enam buah kendaraan penumpang dengan kapasitas mesin antara 970cc sampai 1597cc. Keenam kendaraan penumpang tersebut terdiri atas enam merek, tiga di antaranya menggunakan sistem injeksi bahan bakar elektronik (EFI) dan tiga kendaraan lainnya menggunakan sistem karburator sebagai pemasuk bahan bakar ke dalam mesin. Data teknik keenam kendaraan uji tersebut disajikan dalam Tabel 4.

A. Penyiapan Kendaraan Uji

Sebelum pengujian dimulai, dilakukan penyiapan kendaraan uji yang mencakup verifikasi data-data teknik dan penyetulan bagian-bagian mesin kendaraan sesuai dengan buku instruksi manual kendaraan. Pemeriksaan kondisi teknik dan karakteristik kendaraan untuk meyakinkan bahwa kendaraan memenuhi syarat dan

aman selama digunakan untuk pengujian. Pada pengujian ini digunakan bensin Premium sebagai bahan bakar kendaraan.

B. Metodologi

Pengukuran konsumsi bahan bakar kendaraan dilaksanakan di atas *Chassis Dynamometer*. Sebelum dilakukan pengujian di atas *Chassis Dynamometer* terlebih dahulu dilakukan pengujian percepatan kendaraan di jalan raya. Dari hasil-hasil pengujian percepatan ini dilakukan simulasi di atas *Chassis Dynamometer* untuk menentukan beban inersia yang diberikan pada setiap kendaraan uji sehingga kondisi operasi kendaraan di atas *Chassis Dynamometer* merupakan simulasi kondisi operasi di jalan raya.

Pengukuran konsumsi bahan bakar dilakukan pada kecepatan tertentu, pada posisi gigi persneling tertentu. Kecepatan terendah yang dipilih adalah 10 km/jam pada posisi gigi persneling 1, sedangkan untuk kecepatan tertinggi ditentukan sesuai dengan kemampuan *Chassis Dynamometer* dan kendaraan pada posisi gigi persneling 5, yaitu maksimum 120 km/jam.

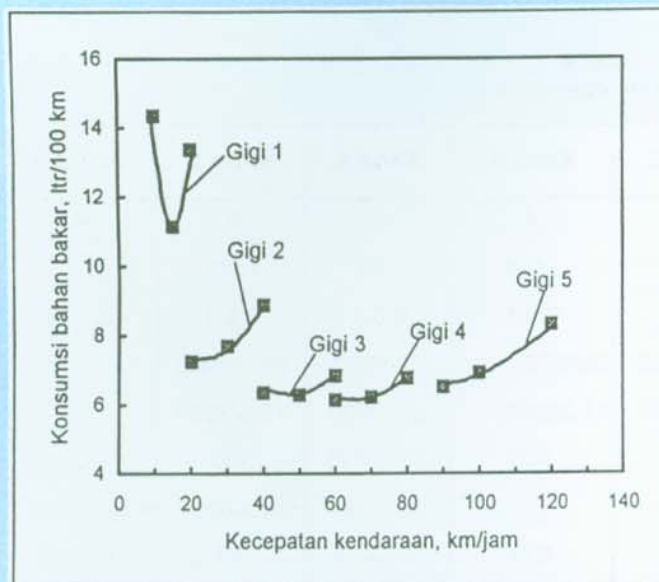
Evaluasi perbandingan antara jalan macet dan lancar dilakukan dengan membandingkan hasil-hasil pengukuran konsumsi bahan bakar antara kecepatan pada posisi gigi persneling yang rendah dengan kecepatan pada posisi gigi persneling yang lebih tinggi.

Tabel 4
Data teknik kendaraan uji

Karakteristik	Kend 1	Kend 2	Kend 3	Kend 4	Kend 5	Kend 6
Jumlah silinder	4	4	4	4	4	4
Volume langkah, cc	1587	1597	1498	1486	1589	970
Perbandingan kompresi	9.5:1	9.1:1	9.4:1	9.0:1	9.5:1	
Daya maks., HP/rpm	115/600	115/6000	82/5500	52/5600	85.7/6000	
Torsi maks, kgm/rpm	13.4/6000	15/4800	12.2/3500	9.0/3600	12.5/3500	
Putaran <i>idle</i> , rpm	700 – 900	750	800	675 – 725	800	800
Sistem pemasukan bahan bakar	EFI	EFI	EFI	Karburator 1-3-4-2	Karburator 1-3-4-2	Karburator 1-3-4-2
Urutan pengapian	1-3-4-2	1-3-4-2	1-3-4-2	1-5 manual	1-5 manual	1-5 manual
Posisi gigi persneling	1-5 manual	1-5 manual	1-5 manual			

Tabel 5
Hasil-hasil uji kinerja Kendaraan 1

Posisi Gigi	V (km/jam)	F (kg)	Nb (HP)	K100 (ltr/100 km)	KHJ (ltr/HP.jam)
1	10	4.5	0.29	14.34	4.87
	15	6.0	0.48	11.14	3.49
	20	7.5	0.80	13.38	3.35
2	20	7.5	0.80	7.24	1.81
	30	11.0	1.56	7.69	1.48
	40	14.5	2.62	8.86	1.35
3	40	14.5	2.62	6.35	0.97
	50	18.5	4.03	6.28	0.78
	60	22.5	5.78	6.84	0.71
4	60	22.5	5.78	6.14	0.64
	70	26.5	7.98	6.23	0.55
	80	31.5	10.76	6.77	0.50
5	90	37.0	13.71	6.52	0.43
	100	43.0	17.51	6.91	0.39
	120	57.0	27.09	8.30	0.37



Gambar 1
Konsumsi bahan bakar Kendaraan 1 pada berbagai posisi gigi persneling dan kecepatan

C. Pengukuran dan Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar

Pengukuran konsumsi bahan bakar dilakukan dengan mengukur waktu yang diperlukan untuk menghabiskan 100 ml bahan bakar pada kecepatan tetap tertentu dan posisi gigi persneling tertentu. Dari hasil pengukuran ini dapat dihitung pemakaian bahan bakar perjam dengan menggunakan rumus:

$$KPJ = \frac{G}{t} \text{ (liter/jam)}$$

di mana t adalah waktu yang diperlukan (dalam detik) untuk menghabiskan G (dalam liter) bahan bakar yang diukur. Dengan menentukan $G = 100$ ml, maka rumus di atas menjadi:

$$KPJ = \frac{360}{t} \text{ (liter/jam)}$$

Konsumsi bahan bakar per 100 km dihitung dengan rumus berikut ini:

$$K100 = \frac{KPJ}{v} \times 100 = \frac{36000}{tv} \text{ (liter/100 km)}$$

di mana v adalah kecepatan kendaraan, dalam km/jam.

Daya terpakai dihitung dari gaya tarik dan kecepatan kendaraan:

$$N_b = \frac{F \cdot v}{270} + N_v \text{ (HP)}$$

di mana N_b = daya terpakai, dalam HP

F = gaya tarik kendaraan yang diukur pada pengukuran konsumsi bahan bakar, dalam kg gaya,

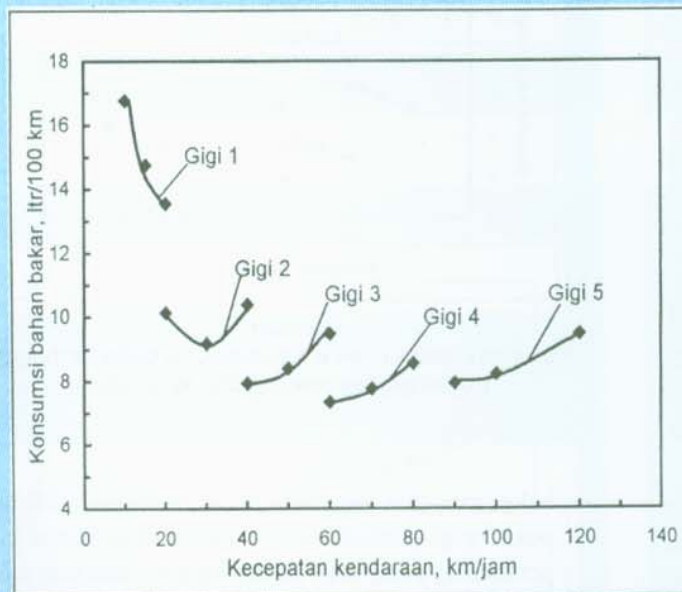
v = kecepatan kendaraan, dalam km/jam,

N_v = faktor koreksi daya yang diberikan oleh *Chassi Dynamometer* ditentukan berdasarkan kecepatan kendaraan, dalam HP.

Konsumsi bahan bakar per HP per jam dihitung dengan rumus:

Tabel 6
Hasil-hasil uji kinerja Kendaraan 2

Posisi Gigi	V (km/jam)	F (kp)	Nb (HP)	K100 (ltr/100 km)	KHJ (ltr/HP.jam)
1	10	3.0	0.24	18.82	7.85
	15	5.0	0.31	16.59	7.92
	20	7.0	0.54	15.63	5.76
2	20	7.0	0.69	10.78	3.13
	30	10.0	1.01	9.40	2.80
	40	14.0	2.55	10.44	1.64
3	40	14.0	2.55	7.93	1.25
	50	18.5	4.03	7.61	0.95
	60	22.5	5.78	8.27	0.86
4	60	22.5	5.78	6.57	0.68
	70	27.5	8.23	6.34	0.59
	80	32.5	11.05	6.59	0.55
5	90	32.5	11.05	6.85	0.50
	100	44.0	17.88	7.90	0.44
	120	59.0	27.97	9.69	0.42



Gambar 2
Konsumsi bahan bakar Kendaraan 2 pada berbagai posisi gigi persneling dan kecepatan

$$KHJ = \frac{KPJ}{Nt} \text{ (liter/HP jam)}$$

di mana KHJ = konsumsi bahan bakar spesifik, dalam liter per HP perjam.

KPJ = konsumsi bahan bakar perjam, dalam liter perjam.

Nt = daya terpakai, dalam HP.

V. HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

Seperti terlihat dalam Tabel 4 semua kendaraan uji menggunakan gigi persneling manual dengan posisi 1 sampai 5. Untuk melakukan analisis konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor bensin pada berbagai posisi gigi persneling dan kecepatan, maka pertama-tama harus ditentukan posisi gigi persneling 1 sebagai pembanding terhadap posisi gigi persneling yang lebih tinggi. Karena berdasarkan pengalaman di jalan raya, kecepatan pada jalan macet (stop dan jalan) adalah antara 0 sampai dengan 20 km/jam pada posisi gigi persneling 1 dan 2, kecepatan pada jalan lancar adalah antara 60 sampai 120 km/jam (atau lebih tinggi) pada posisi gigi persneling 4 dan 5. Sedangkan pada kecepatan 30 sampai dengan 60 km/jam pada posisi gigi persneling 2 dan 3 termasuk kecepatan sedang (peralihan) dari kecepatan rendah ke kecepatan tinggi, pada posisi gigi persneling ini kalau kondisi jalan dan lalu lintas lancar dan memungkinkan, maka sebaiknya dilewati dalam waktu yang singkat agar tidak terjadi pemborosan bahan bakar. Selanjutnya kendaraan dipacu pada kecepatan jelajah yang tinggi pada posisi gigi persneling tertinggi 4 terus ke 5.

Hasil-hasil uji kinerja dan perhitungan konsumsi bahan bakar keenam kendaraan uji disajikan dalam Tabel 5 sampai dengan Tabel 10. Hasil-hasil pengukuran ini akan dibahas pada uraian berikut ini.

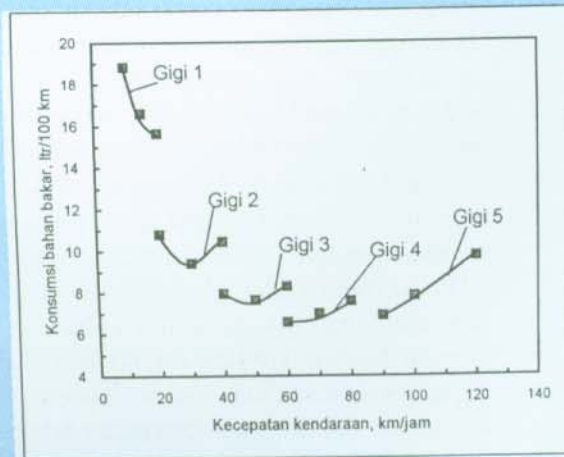
Pada saat gigi persneling dan kecepatan (v) kendaraan dinaikkan, gaya tarik (F) dan daya (Nb) yang diperlukan untuk menggerakkan kendaraan meningkat, tetapi konsumsi bahan bakar ($K100$ dan KHJ) menurun. Keenam kendaraan uji mempunyai

Tabel 7
Hasil-hasil uji kinerja Kendaraan 3

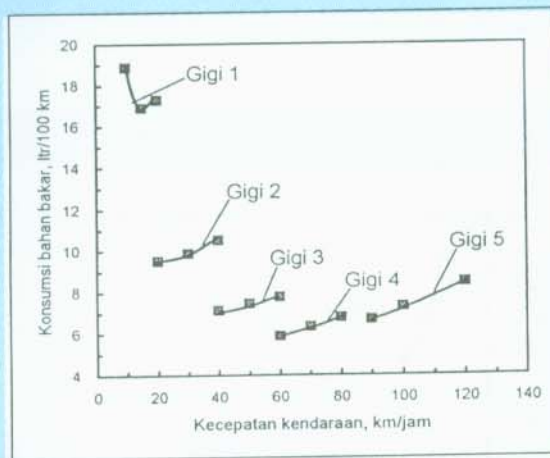
Posisi Gigi	V (km/jam)	F (kp)	Nb (HP)	K100 (ltr/100 km)	KHJ (ltr/HP.jam)
1	10	3.0	0.24	18.82	7.85
	15	5.0	0.31	16.59	7.92
	20	7.0	0.54	15.63	5.76
2	20	7.0	0.69	10.78	3.13
	30	10.0	1.01	9.40	2.80
	40	14.0	2.55	10.44	1.64
3	40	14.0	2.55	7.93	1.25
	50	18.5	4.03	7.61	0.95
	60	22.5	5.78	8.27	0.86
4	60	22.5	5.78	6.57	0.68
	70	27.5	8.23	6.34	0.59
	80	32.5	11.05	6.59	0.55
5	90	32.5	11.05	6.85	0.50
	100	44.0	17.88	7.90	0.44
	120	59.0	27.97	9.69	0.42

Tabel 8
Hasil-hasil uji kinerja Kendaraan 4

Posisi Gigi	V (km/jam)	F (kp)	Nb (HP)	K100 (ltr/100 km)	KHJ (ltr/HP.jam)
1	10	4.5	0.29	18.88	6.41
	15	6.0	0.48	16.91	5.30
	20	7.5	0.80	17.28	4.33
2	20	7.5	0.80	9.52	2.39
	30	12.0	1.67	9.88	1.78
	40	17.0	2.98	10.51	1.41
3	40	17.0	2.98	7.13	0.96
	50	21.0	4.49	7.45	0.83
	60	25.0	6.33	7.77	0.74
4	60	25.0	6.33	5.87	0.56
	70	29.5	8.74	6.34	0.51
	80	34.0	11.49	6.78	0.47
5	90	40.0	15.10	6.67	0.40
	100	46.0	19.15	7.29	0.38
	120	61.5	29.76	8.46	0.34



Gambar 3
Konsumsi bahan bakar Kendaraan 3 pada berbagai posisi gigi persneling dan kecepatan



Gambar 4
Konsumsi bahan bakar Kendaraan 4 pada berbagai posisi gigi persneling dan kecepatan

kecenderungan konsumsi bahan bakar yang mirip seperti disajikan pada Gambar 1 sampai dengan Gambar 6. Perbandingan konsumsi bahan bakar gigi persneling 1 dengan gigi persneling yang lebih tinggi adalah sebagai berikut:

- Konsumsi bahan bakar paling boros terjadi pada posisi gigi persneling 1 dengan konsumsi bahan

bakar rata-rata antara 12.95 – 20.16 liter/100 km, posisi gigi persneling ini merupakan posisi gigi persneling yang banyak digunakan pada saat jalan macet (stop dan jalan).

- Perbandingan konsumsi bahan bakar pada posisi gigi persneling 1 dan 2, konsumsi bahan bakar rata-rata pada gigi persneling 2 berada di antara 7.93 - 9.97

liter/100 km. Konsumsi ini jika dibandingkan dengan konsumsi bahan bakar pada posisi gigi persneling 1 menunjukkan penghematan bahan bakar rata-rata sebesar 96.15%.

- Perbandingan konsumsi bahan bakar pada posisi gigi persneling 1 dan 3, konsumsi bahan bakar rata-rata pada gigi persneling 3 adalah 6.49 – 9.96 liter/100 km. Jika dibandingkan konsumsi bahan bakar pada gigi persneling 1, maka terdapat penghematan bahan

bakar pada posisi gigi persneling 3 rata-rata sebesar 70.0%.

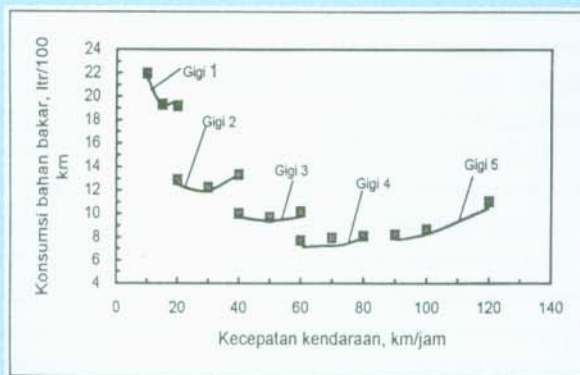
- Perbandingan konsumsi bahan bakar pada posisi gigi persneling 1 dan 4, konsumsi bahan bakar rata-rata pada gigi persneling 4 adalah 6.38 – 9.93 liter/100 km. Konsumsi bahan bakar pada gigi persneling 4 jika dibandingkan dengan konsumsi bahan bakar pada gigi persneling 1 terjadi penghematan bahan bakar rata-rata sebesar 128.28%.

Tabel 9
Hasil-hasil uji kinerja Kendaraan 5

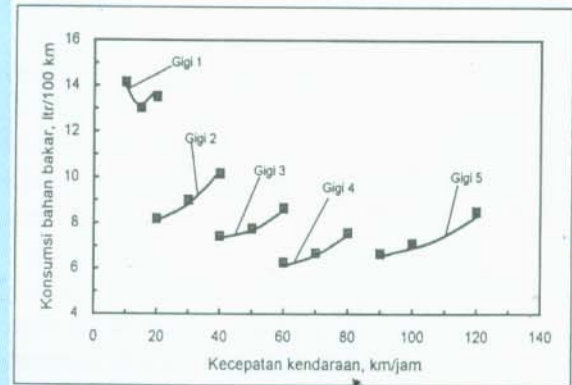
Posisi Gigi	V (km/jam)	F (kp)	Nb (HP)	K100 (ltr/100 km)	KHJ (ltr/HP.jam)
1	10	4.0	0.28	21.99	7.96
	15	6.0	0.48	19.30	6.05
	20	8.0	0.83	19.21	4.60
2	20	8.0	0.83	12.86	3.08
	30	12.0	1.67	12.23	2.20
	40	17.0	2.98	13.34	1.79
3	40	17.0	2.98	10.01	1.34
	50	21.0	4.49	9.71	1.08
	60	25.0	6.33	10.17	0.96
4	60	25.0	6.33	7.73	0.73
	70	29.0	8.62	7.96	0.65
	80	34.0	11.49	8.10	0.56
5	90	40.0	15.10	8.21	0.49
	100	46.5	19.34	8.68	0.45
	120	61.5	29.76	11.02	0.44

Tabel 10
Hasil-hasil uji kinerja Kendaraan 6

Posisi Gigi	V (km/jam)	F (kp)	Nb (HP)	K100 (ltr/100 km)	KHJ (ltr/HP.jam)
1	10	3.0	0.24	14.15	5.90
	15	5.0	0.42	13.03	4.61
	20	7.0	0.76	13.53	3.55
2	20	7.0	0.76	8.20	2.15
	30	10.5	1.50	9.29	1.86
	40	15.0	2.69	10.16	1.51
3	40	15.0	2.69	7.44	1.11
	50	18.5	4.03	7.77	0.96
	60	22.0	5.67	8.66	0.92
4	60	22.0	5.67	6.27	0.66
	70	30.0	8.87	6.68	0.53
	80	38.5	12.80	7.58	0.47
5	80	38.5	12.80	6.66	0.42
	90	45.0	16.59	7.72	0.42
	100	59.0	23.65	8.20	0.35



Gambar 5
Konsumsi bahan bakar kendaraan 5 pada berbagai posisi gigi persneling dan kecepatan



Gambar 6
Konsumsi bahan bakar kendaraan 6 pada berbagai posisi gigi persneling dan kecepatan

- Perbandingan konsumsi bahan bakar pada posisi gigi persneling 1 dan 5, konsumsi bahan bakar rata-rata pada gigi persneling 5 adalah 7.24 – 9.30 liter/100 km. Konsumsi bahan bakar pada gigi persneling 5 ini, jika dibandingkan dengan konsumsi bahan bakar pada gigi persneling 1 terjadi penghematan bahan bakar rata-rata sebesar 95.08%.

Posisi gigi persneling 4 dan 5 merupakan posisi gigi persneling yang banyak digunakan pada jalan lancar. Pada analisis konsumsi bahan bakar untuk berbagai posisi gigi persneling ternyata bahwa gigi persneling 4 memberikan konsumsi bahan bakar yang paling irit.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Analisis konsumsi bahan bakar pada beberapa posisi gigi persneling dan kecepatan dari enam kendaraan uji yang digunakan dalam pengujian ini dapat ditarik beberapa kesimpulan:

1. Pada kecepatan tertentu untuk posisi gigi persneling yang berbeda terdapat perbedaan konsumsi bahan bakar yang cukup memadai (*significant*).
2. Pada posisi gigi persneling 1 terjadi konsumsi bahan bakar yang paling boros, posisi gigi persneling ini banyak digunakan pada jalan macet (stop dan jalan), ini menunjukkan betapa borosnya pemakaian bahan jika terjadi kemacetan lalu lintas.
3. Konsumsi bahan bakar paling irit terjadi pada posisi gigi persneling 4 pada kecepatan 60 km/jam. Dibandingkan dengan posisi gigi persneling 1 terdapat penghematan rata-rata sebesar 128.28%.
4. Perbedaan konsumsi bahan bakar antara posisi gigi persneling 1 yang mewakili jalan macet dan posisi gigi persneling 5 yang mewakili jalan lancar adalah rata-rata sebesar 95.08%.

B. Saran

Agar penggunaan bahan bakar dapat dilakukan secara efisien, maka disarankan:

1. Pada saat menjalankan kendaraan, bila keadaan memungkinkan segera pindahkan gigi persneling ke posisi yang lebih tinggi (4 atau 5), karena menjalankan kendaraan pada posisi gigi persneling 1 atau 2 di samping tidak dapat melaju dengan kecepatan tinggi juga terjadi pemborosan bahan bakar.
2. Karena Indonesia bukan negara pembuat kendaraan bermotor, maka kendaraan-kendaraan yang diimpor sebaiknya ada batasan konsumsi bahan bakarnya.

KEPUSTAKAAN

1. Keith Owen dan Trevor Coley, 1995, *Automotive Fuels Reference Book*, Edisi kedua, Society of Automotive Engineers, Inc., Warrendale, Amerika Serikat.
2. Bosch, 1993, *Automotive Handbook*, Edisi Ketiga, Robert Bosch GmbH, Stuttgart, Jerman.
3. SAE Handbook, Jilid 3, 1986, *Engines, Fuels, Lubricants, Emission & Noise*, Society of Automotive Engineers, Inc., Warrendale, Amerika Serikat.
4. William H. Crouse, 1971, *Automotive Transmission and Power Trains*, Edisi Keempat, McGraw-Hill Book Company, New York, Amerika Serikat.
5. William H. Crouse dan Donald L. Anglin, 1976, *Automotive Engines*, Edisi Kelima, McGraw-Hill Book Company, New York, Amerika Serikat.