

Pengembangan Model Persamaan Konsumsi Bahan Bakar Efisien Untuk Mobil Penumpang Berbahan Bakar Bensin Sistem Injeksi Elektronik (EFI)

by Nazaruddin Sinaga

Submission date: 15-Jan-2020 11:34AM (UTC+0700)

Submission ID: 1242106731

File name: 19.pdf (570.37K)

Word count: 2383

Character count: 13004

Pengembangan Model Persamaan Konsumsi Bahan Bakar Efisien Untuk Mobil Penumpang Berbahan Bakar Bensin Sistem Injeksi Elektronik (EFI)

Nazaruddin Sinaga¹, S. J. Purnomo² dan A. Dewangga¹

Pendahuluan

Penggunaan bahan bakar minyak (BBM) pada kendaraan bermotor di Indonesia dihadapkan pada masalah makin tingginya volume impor serta tingginya beban biaya subsidi bahan bakar ini, yang kian memberatkan Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara. Pada tahun 2011, peranan bahan bakar minyak dalam konsumsi energi final di Indonesia mencapai 47,6% dari seluruh konsumsi energi. Adapun sektor transportasi menyerap 37,68% dari seluruh konsumsi energi final. Sektor transportasi mengkonsumsi bahan bakar minyak sebesar 45,77 juta kilo liter atau 72,7% dari seluruh konsumsi BBM di Indonesia. Adapun sektor transportasi darat menyerap 91% dari seluruh

konsumsi BBM sektor transportasi, atau 66,2 % dari seluruh konsumsi BBM di Indonesia (Kementerian ESDM, 2013). Adapun realisasi subsidi BBM pada tahun 2011 sebesar 41,8 juta kilo liter dengan nilai subsidi 142,92 triliun rupiah (E. Legowo, 2012). Dengan demikian sektor transportasi jalan menjadi salah satu pemakai anggaran negara terbesar.

Salah satu upaya yang relatif mudah dilakukan untuk menurunkan tingkat konsumsi bahan bakar pada kendaraan bermotor adalah dengan mengoperasikan kendaraan secara efisien. Pendekatan efisiensi ini sebenarnya dapat dilakukan dari dua sisi, yaitu dari sisi karakter kendaraan dan dari sisi cara berkendara atau mengemudi. Salah satu masalah yang timbul

untuk dapat mengemudi secara efisien adalah bahwa pengemudi sulit untuk mengetahui kondisi operasi kendaraan yang memberikan tingkat konsumsi bahan bakar yang minimum. Pada beberapa mobil ada yang dilengkapi dengan indicator konsumsi bahan bakar dalam satuan km/liter. Tapi pada kebanyakan mobil, peralatan tersebut tidak tersedia, apalagi pada mobil dengan system karburator. Sebagai alternative solusi maka perlu dikembangkan suatu model persamaan yang dapat digunakan dengan mudah untuk memperkirakan kondisi operasi yang efisien ini.

Tingkat konsumsi bahan bakar sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya kecepatan, putaran mesin, posisi gigi, beban mesin, setting mesin (engine map), beban mesin (Heywood, 1988 dan Kroon, 2006). Penelitian yang dilakukan oleh Sinaga dkk (2011) menunjukkan bahwa pada berbagai posisi gigi terdapat nilai kecepatan yang memberikan konsumsi bahan bakar minimum. Selanjutnya Sinaga (2011) menunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar minimum terjadi pada posisi gigi tertinggi dan pada kisaran putaran mesin 2000 rpm. M. G. Lee et. al (2011) mengusulkan model persamaan untuk memprediksi konsumsi bahan bakar berdasarkan parameter putaran mesin dan output dari throttle position sensor (TPS) dengan menggunakan auto scanner OBD II. Mereka mengusulkan model persamaan berikut :

$$FC = p00 + p10x + p01y + p20x^2 + p11xy + p02y^2 \quad (1)$$

Dimana x dan y adalah variable input rpm dan TPS dengan nilai $p00 = 1,5248 e^4$; $p10 = 1,9195 e^{-7}$; $p01 = -1,0673 e^{-5}$; $p20 = 1,2693 e^{-10}$; $p11 = -9,6700 e^{-10}$ dan $p02 = 6,0900 e^{-7}$ dan koefisien determinasi sebesar 71%.

Persamaan yang diusulkan oleh M. G. Lee et. al (2011) ini memang bentuknya sudah sederhana, akan tetapi memerlukan parameter TPS yang sulit diukur, kecuali dengan menggunakan *engine scanner*. Oleh karena saat ini masyarakat Indonesia belum terbiasa menggunakan *engine scanner*, maka masih diperlukan upaya untuk mencari persamaan yang dapat digunakan untuk memprediksi kondisi yang memberikan konsumsi bahan bakar yang terendah (paling hemat), tetapi mudah diaplikasikan. Oleh karena itu dalam makalah ini akan diuraikan tentang penelitian yang dilakukan oleh Penulis dan kawan-kawan dalam upaya mencari persamaan tersebut.

Metoda dan Peralatan yang Digunakan

Penelitian ini diawali dengan studi literatur tentang berbagai aspek yang terkait dengan kinerja motor bakar bensin dengan system injeksi bahan bakar elektronik (EFI), dan juga aspek kinerja kendaraan yang sedang bergerak. Tujuan studi literature ini untuk

menentukan parameter kondisi operasi kendaraan yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar. Selanjutnya dipelajari model-model persamaan untuk menentukan konsumsi bahan bakar yang pernah diusulkan oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Untuk memverifikasi jenis parameter yang berpengaruh dominan terhadap konsumsi bahan bakar maka dilakukan pengukuran konsumsi bahan bakar dan berbagai parameter operasi lainnya dengan menggunakan *engine scanner*. Pengujian dilakukan di atas dinamometer chassis dan di jalan raya.

Pada penelitian ini digunakan 7 (tujuh) unit mobil penumpang berbahan bakar bensin premium dengan berbagai merek dan tipe kendaraan. Dalam penelitian ini masing-masing mobil diidentifikasi dengan nama kendaraan A, B, C, D, E, F dan G dengan spesifikasi kendaraan seperti ditunjukkan pada Tabel 1. Sebelum melakukan pengujian seluruh kendaraan dikembalikan ke kondisi standar (dilakukan tune-up). Data yang diperoleh selanjutnya dianalisis secara statistik untuk dicari korelasinya. Untuk keperluan analisis maka seluruh data diverifikasi dengan cara melakukan pengujian beberapa kali. Dari analisis ini kemudian ditetapkan beberapa parameter utama yang memiliki pengaruh kuat terhadap nilai konsumsi bahan bakar. Berdasarkan parameter terpilih tersebut selanjutnya dicari persamaan regresi yang memiliki kesalahan terkecil dengan menggunakan metoda Least Square.

Tabel 1 Spesifikasi kendaraan penelitian

Kendaraan	A	B	C
Tipe	3ZR-FE DOHC Dual VVT-i	K3-VE DOHC VVT-i	SOHC
Kapasitas silinder	1.987	1.298	1.497
Jumlah silinder	4 silinder segaris	4 silinder segaris	4 silinder segaris
Jumlah katup	16	16	16
Diameter x langkah	80,5 x 97,6	72,0 x 79,7	73 x 89,4
Tenaga maksimum	PS/rpm 153 / 5.600	92 / 6.000	88 (120) / 6600
Torsi maksimum	kg.m/rpm 21,3 / 4.400	12,2 / 4.400	14,8 (145) / 4800
Sistem bahan bakar	EFI	EFI	PGM - FI
Bahan bakar	Bensin tanpa timbal	Bensin tanpa timbal	bensin tanpa timbal
Kapasitas tangki bahan bakar	liter 55	45	42

Kendaraan	D	E	F
Tipe	HBSMT	K 12M DOHC	1N2-FE DOHC VVT-i
Kapasitas silinder	1.498	1.197	1.497
Jumlah silinder	4 silinder segaris	4 silinder segaris	4 silinder segaris
Jumlah katup	16	16	16
Diameter x langkah	78,0 x 78,4	73,0 x 71,5	75,0 x 84,7
Tenaga maksimum	PS/rpm 76 (103) / 6000	85 / 6.000	109 / 6.000
Torsi maksimum	kg.m/rpm 135 (13,76) / 4000		14,5 / 4.200
Sistem bahan bakar	ECFI	Injection	EFI
Bahan bakar	Bensin tanpa timbal		Bensin tanpa timbal
Kapasitas tangki bahan bakar	liter 42,8	43	42

Kendaraan	G
Tipe	1N2-FE
Kapasitas silinder	1.497
Jumlah silinder	4 silinder segaris
Jumlah katup	16
Diameter x langkah	75,0 x 84,7
Tenaga maksimum	PS/rpm 109 / 6.000
Torsi maksimum	kg.m/rpm 14,4 / 4.200
Sistem bahan bakar	EFI
Bahan bakar	Bensin tanpa timbal
Kapasitas tangki bahan bakar	liter 42

Peralatan yang Digunakan

Alat ukur utama yang digunakan dalam penitian ini adalah engine scanner **OBD II merk Palmer dan Launch X431**. Engine scanner Palmer sebenarnya lebih mudah digunakan karena langsung terhubung secara real time dengan computer laptop, seperti diperlihatkan pada Gambar 1 di bawah. Alat ini dihubungkan ke mobil melalui soket OBD II yang terdapat di bawah *dash board*. Adapaun penggunaan engine scanner Launch X431, seperti ditunjukkan pada Gambar 2, disebabkan karena tidak semua mobil yang diukur kompatibel dengan engine scanner Palmer. Scanner Launch X431 ini tidak terhubung secara real time ke komputer laptop. Data hasil pengukuran disimpan di dalam sebuah kartu memori (SD Card) yang dapat dibaca oleh komputer. Pengujian di laboratorium dilakukan di atas sebuah chassis rol, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Chassis roll



Gambar 1 Auto scanner OBD II Palmer



Gambar 2 Engine scanner Launch X431

Hasil dan Pembahasan

Data yang diperoleh dari pengujian setiap kendaraan diolah dan dianalisis untuk mencari kecenderungan hubungan suatu parameter terhadap konsumsi bahan bakar. Berdasarkan hasil studi literature dan analisis data secara statistik ditetapkan bahwa parameter utama yang mempengaruhi konsumsi bahan bakar adalah posisi gigi, putaran mesin, kecepatan kendaraan, posisi throttle, dan beban mesin. Dengan memilih data-data pada beban mesin yang sama maka jumlah parameter yang berpengaruh dapat direduksi menjadi 4 yaitu posisi gigi, putaran mesin, kecepatan kendaraan dan posisi throttle. Data kondisi yang memberikan konsumsi bahan bakar minimum untuk masing-masing kendaraan ditunjukkan pada Tabel 2 hingga Tabel 8.

Tabel 2 Kondisi optimum pada mobil-A

KONDISI OPTIMUM					
Posisi gigi	1	2	3	4	5
Konsumsi bahan bakar (km/l)	8.80	16.95	18.66	23.71	25.11
Putaran mesin (rpm)	1420.93	2195.15	2651.38	2546.63	1863.16
Posisi throttle (%)	14.71	16.47	17.65	17.75	16.47
Kecepatan (km/jam)	12	30	52	69	60

Tabel 3 Kondisi optimum pada mobil-B

KONDISI OPTIMUM					
Posisi gigi	1	2	3	4	5
Konsumsi bahan bakar (km/l)	9.58	17.43	24.08	26.05	31.67
Putaran mesin (rpm)	2352.54	1805.26	2314.51	2224.04	2129.26
Posisi throttle (%)	28.33	20.33	23.30	23.72	22.49
Kecepatan (km/jam)	14	20	38	50	57

Tabel 4 Kondisi optimum pada mobil-C

KONDISI OPTIMUM					
Posisi gigi	1	2	3	4	5
Konsumsi bahan bakar (km/l)	8.70	15.62	20.17	24.53	27.79
Putaran mesin (rpm)	2389	2281	2611	2396	2376
Posisi throttle (%)	15.30	16.90	16.90	16.50	20.40
Kecepatan (km/jam)	20	35	54	64	80

Tabel 5 Kondisi optimum pada mobil-D

KONDISI OPTIMUM					
Posisi gigi	1	2	3	4	5
Konsumsi bahan bakar (km/l)	10.50	18.35	19.60	26.51	32.15
Putaran mesin (rpm)	1252.5	1402.75	2091.5	1686.5	1789.75
Posisi throttle (%)	14.12	14.90	18.04	16.86	16.86
Kecepatan (km/jam)	10	20	42	45	60

Tabel 6 Kondisi optimum pada mobil-E

KONDISI OPTIMUM					
Posisi gigi	1	2	3	4	5
Konsumsi bahan bakar (km/l)	11.75	20.59	27.39	34.98	36.20
Putaran mesin (rpm)	1943	1696	2062	2480	2334
Posisi throttle (%)	23.40	19.10	20.76	26.45	24.66
Kecepatan (km/jam)	14	23	42	70	80

Tabel 7 Kondisi optimum pada mobil-F

KONDISI OPTIMUM					
Posisi gigi	1	2	3	4	5
Konsumsi bahan bakar (km/l)	13.96	21.48	25.36	31.30	33.55
Putaran mesin (rpm)	2058.5	1496.75	2403	2497.5	2258.5
Posisi throttle (%)	20.00	18.82	21.18	21.57	35.00
Kecepatan (km/jam)	16	20	50	69	75

Tabel 8 Kondisi optimum pada mobil-G

KONDISI OPTIMUM					
Posisi gigi	1	2	3	4	5
Konsumsi bahan bakar (km/l)	11.88	15.66	25.36	29.21	35.89
Putaran mesin (rpm)	1465.5	1978	2543.75	2670.25	2094.5
Posisi throttle (%)	17.65	19.22	20.39	21.18	20.78
Kecepatan (km/jam)	12	26	50	69	65

Pada aplikasi praktis berkendara, dalam situasi normal, terdapat hubungan khusus antara posisi gigi, kecepatan dan putaran mesin. Dalam keadaan normal, pemindahan gigi dilakukan pada putaran mesin yang sesuai, yaitu pada kondisi dimana mesin tidak mengalami knockin dan tidak menderu. Berdasarkan anggapan ini maka terdapat korelasi antara kecepatan

kendaraan dengan putaran mesin. Dengan demikian, pengaruh parameter putaran mesin dapat dimasukkan ke dalam parameter kecepatan kendaraan. Adapun analisis terhadap relasi antara konsumsi bahan bakar terhadap posisi throttle menunjukkan hubungan yang tidak konsisten untuk kendaraan yang berbeda. Oleh karena itu parameter yang dipilih untuk membentuk model persamaan konsumsi bahan bakar dalam penelitian ini adalah posisi gigi dan kecepatan kendaraan. Untuk mengeliminasi pengaruh parameter posisi gigi maka model ini diasumsikan berlaku pada pengendaraan yang normal, dimana terdapat hubungan yang unik antara kecepatan kendaraan optimum terhadap posisi gigi. Dengan demikian jumlah parameter independen dalam penelitian ini dapat direduksi lagi menjadi hanya kecepatan kendaraan.

Pada Gambar 3 ditunjukkan plotting data kecepatan pada tingkat konsumsi bahan bakar minimum. Penggabungan seluruh data kondisi optimum ini menghasilkan persamaan regresi berikut:

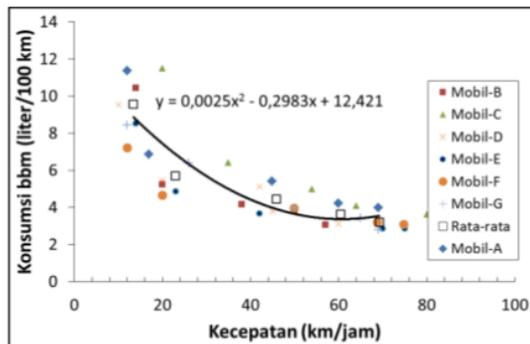
$$FC = 0,0025 V - 0,2983 V + 12,4210 \quad (2)$$

Dimana FC = konsumsi bahan bakar (liter/100 km) dan V = kecepatan kendaraan (km/jam). Pada persamaan regresi tersebut factor korelasi $R^2 = 91,05\%$.

Model persamaan ini selanjutnya diuji dengan melakukan pengujian terhadap sebuah kendaraan yang berjalan secara normal. Perbandingan antara hasil pengukuran dan perhitungan dengan menggunakan persamaan di atas ditunjukkan pada Tabel 9 di bawah. Dari table tersebut terlihat bahwa model persamaan yang diusulkan ini memiliki rentang kesalahan $\pm 7,9\%$. Hasil ini cukup baik mengingat manfaat persamaan untuk memprediksi kecepatan kendaraan optimal, yang memberikan konsumsi bahan bakar terendah. Pada pengujian tersebut diperoleh tingkat konsumsi bahan bakar minimum adalah pada posisi gigi-5 pada kecepatan 65 km/jam. Adapun hasil perhitungan kecepatan yang memberikan konsumsi bahan bakar minimum, dengan menggunakan persamaan (2) di atas, adalah 59,7 km/jam. Berarti terdapat perbedaan sebesar 14,7%.

Hal yang perlu diperhatikan disini adalah bahwa model persamaan yang diusulkan ini belum dapat diberlakukan secara umum pada setiap kendaraan. Pada penelitian ini hanya digunakan 7 unit mobil penumpang berbahan bakar bensin premium, dengan kapasitas silinder 1500 – 2000 CC dengan yang bekerja berdasarkan sistem EFI yang dikendalikan oleh electronic control unit (ECU). Selain itu pengambilan data dilakukan dengan mengemudikan kendaraan secara normal dan halus. Adapun jalan yang digunakan adalah jalan tol dalam kota Semarang. Bentuk persamaan yang diusulkan ini relative lebih

sederhana dibandingkan dengan persamaan yang diusulkan oleh M. G. Lee et. al, karena hanya melibatkan parameter kecepatan kendaraan saja. Meski demikian, keberlakuan persamaan ini harus diuji untuk berbagai jenis kendaraan lainnya yang memiliki manajemen mesin yang bervariasi dan juga dengan kapasitas silinder yang lebih bervariasi. Karena setiap kendaraan memiliki karakter yang berbeda, dapat diduga bahwa persamaan korelasi ini sebaiknya diterapkan secara terpisah untuk setiap kendaraan, yaitu dengan mencari nilai koefisien/konstanta pembentuk persamaan kuadrat.



Gambar 3 Regresi linier persamaan korelasi

Tabel 9 Hasil pengujian model persamaan

V (km/j)	FCU l/100 km)	FCH (l/100 km)	Selisih
20	7	7,455	-6,50%
30	5,4	5,722	-5,96%
40	4,2	4,489	-6,88%
50	3,9	3,756	3,69%
60	3,4	3,523	-3,62%
70	3,5	3,79	-8,29%
80	4,7	4,557	3,04%
90	6,3	5,824	7,56%
100	7,3	7,591	-3,99%

Kesimpulan

Pada penelitian ini telah didapatkan korelasi yang sederhana untuk memprediksi kecepatan optimum kendaraan. Persamaan ini berlaku untuk kendaraan berbahan bakar bensin premium dengan sistem EFI yang dikendalikan oleh ECU. Faktor korelasi persamaan yang diusulkan ini adalah 91,5% yang merupakan korelasi data gabungan 7 jenis mobil penumpang. Untuk pengembangan lebih lanjut perlu diteliti kendaraan-kendaraan lainnya dengan variasi kapasitas silinder yang lebih luas.

Pengembangan Model Persamaan Konsumsi Bahan Bakar Efisien Untuk Mobil Penumpang Berbahan Bakar Bensin Sistem Injeksi Elektronik (EFI)

ORIGINALITY REPORT

7%

SIMILARITY INDEX

7%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

0%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

www.astradaihatsu-solo.com

Internet Source

4%

2

id.scribd.com

Internet Source

1%

3

astradaihatsusidoarjo.com

Internet Source

1%

4

belajar-agamahindu.blogspot.com

Internet Source

<1%

5

eprints.ums.ac.id

Internet Source

<1%

6

mansjur-mj.blogspot.com

Internet Source

<1%

7

de.scribd.com

Internet Source

<1%

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off

Pengembangan Model Persamaan Konsumsi Bahan Bakar Efisien Untuk Mobil Penumpang Berbahan Bakar Bensin Sistem Injeksi Elektronik (EFI)

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/0

GENERAL COMMENTS

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5
