

# Studi Pengaruh Beberapa Variabel Operasi Kendaraan Bermotor Diesel terhadap Konsumsi Bahan Bakarnya

Oleh :

Ir. Subiyanto

Bambang Widodo

## S A R I

Konsumsi bahan bakar suatu kendaraan bermotor bisa dipengaruhi oleh beberapa faktor, baik dari luar maupun dari dalam kendaraan bermotor itu sendiri.

Faktor-faktor atau variabel operasi yang mungkin berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor diesel telah diteliti di atas peralatan chassis dynamometer dengan kondisi uji sama seperti di jalan raya.

Beberapa variabel yang diteliti, ialah

- . Posisi gigi versneling
- . Tingkat kecepatan mobil
- . Kondisi injektor (lama dan baru)
- . Pemakaian dua buah mobil dengan merek dan tahun yang sama.

Dari hasil percobaan, ternyata bahwa variabel gigi versneling berpengaruh paling besar terhadap penurunan konsumsi bahan bakar, dan variabel kecepatan sedikit berpengaruh terhadap kenaikan konsumsi bahan bakar tersebut. Sedangkan kedua variabel yang lain dianggap tidak berpengaruh atau kecil sekali.

## ABSTRACT

Fuel consumption of cars can be influenced by a variety of factors both inside or outside the cars themselves.

Some factors which may influence fuel consumption in diesel cars were tested on the chassis dynamometer with the same condition on the road test.

Some variables observed were as follows :

- . Gear-box position of the cars
- . Cruising speed of the cars
- . The condition of the injector (old & new)
- . Using 2 cars with the same make and year.

The test results indicate that the variable of gear-box position was the most influential factor in decreasing fuel consumption and the variable of speed was less influential on the increase of fuel consumption. The two other variables had very little or no significant influence.

## I. PENDAHULUAN

Pada waktu kendaraan bermotor dioperasikan, terdapat banyak variabel operasi yang selalu diubah-ubah oleh karena keinginan dari pengemudi kendaraan itu sendiri, dengan maksud untuk mencapai kepuasan atau kenyamanan yang diharapkan datang dari kendaraan itu seperti gigi versneling, kecepatan dan lain-lainnya.

Timbul usaha untuk membandingkan kenyamanan dan ekonomi dari kendaraan yang satu dengan yang lain, bisa dari satu merek dan satu jenis ataupun lain merek dan lain jenis. Kemudian timbul lagi usaha yang lain untuk memperbaiki unjuk kerja kendaraan tersebut dengan memperbaiki mutu bahan bakarnya dengan jalan menambahkan bahan bakar kimia tertentu yang disebut aditif pada bahan bakarnya.

Jadi kalau diperhatikan maka banyak variabel operasi yang dapat mempengaruhi kenyamanan pengoperasian kendaraan bermotor tersebut.

Di antara variabel operasi yang ada dan yang akan dilihat dan dipelajari sejauh mana dapat mempengaruhi konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor (diesel) adalah gigi verneling, kecepatan, injektor, mobil.

Masing-masing variabel operasi tersebut dapat ditinjau sebagai berikut.

### A. Gigi versneling.

Gigi verneling merupakan variabel operasi kendaraan bermotor. Hal ini dapat dimengerti oleh karena gigi versneling selalu di ubah-ubah pada waktu operasi kendaraan bermotor tersebut.

Gigi versnelling adalah merupakan alat pengubah putaran yang dihasilkan oleh mesin dari putaran tinggi menjadi putaran lebih rendah atau sama pada poros output versnelingnya. Artinya dengan menginjak pedal gas yang sama dalamnya, pada gigi 3 (rendah) kendaraan bermotor berjalan lebih lambat dari pada gigi 4 (tinggi). Jadi seharusnya pada gigi versneling yang rendah dengan penekanan pedal gas yang sama, tentu lebih boros konsumsi bahan bakarnya dari pada versneling yang tinggi, untuk jarak tempuh yang sama pula tentunya. Sampai

seberapa besar pengaruhnya terhadap konsumsi bahan bakar yang terjadi apabila gigi diubah-ubah dari posisi kecil ke besar akan dicari dalam studi ini.

### B. Kecepatan

Kecepatan merupakan variabel kedua yang akan dipelajari pengaruhnya terhadap konsumsi bahan bakar. Apabila pedal gas ditekan lebih dalam maka akibatnya udara dan bahan bakar yang masuk dan kecepatan kendaraan menjadi lebih besar oleh karena panas yang dihasilkan dari pembakaran bahan bakar juga lebih besar sehingga panas yang diubah menjadi tenaga mekanis menjadi lebih besar pula. Jadi konsumsi bahan bakar lebih besar juga. Untuk itu perlu diketahui sejauh mana pengaruh perubahan kecepatan dari rendah ke besar terhadap konsumsi bahan bakar.

### C. Injektor

Seperti diketahui apabila injektor telah digunakan untuk suatu jarak tempuh, tentu akan mengalami penyempitan atau pembesaran *nozzle*. Hal ini dapat disebabkan oleh kerja mekanis dari injektor itu sendiri sehingga lubang *nozzle* menjadi lebih besar dari semula atau oleh bahan bakar yang digunakan, misalnya dapat terjadinya deposit atau kotoran yang dapat mempersempit lubang *nozzle* sehingga akan mempengaruhi konsumsi bahan bakar. Oleh karena itu akan dicari sampai sejauh mana pengaruh injektor terhadap konsumsi bahan bakar.

### D. Mobil

Seperti diketahui bahwa pabrik memproduksi kendaraan bermotor dalam jumlah yang besar. Seharusnya apabila masing-masing kendaraan tersebut dijalankan, konsumsi bahan bakarnya haruslah sama untuk jarak tempuh yang sama pula. Tetapi betulkah sedemikian? Oleh karena itu dalam studi ini akan dipelajari sejauh mana perbedaan mobil yang satu dengan yang lainnya untuk merek dan jenis yang sama, perihal konsumsi bahan bakarnya. Masih ada variabel operasi yang lain yang mempunyai arti yang cukup besar terhadap konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor yaitu beban, pengemudi atau jalanan.

Dalam penelitian ini pengujian dilaksanakan dalam ruang tertutup di atas chassis dynamo-

meter. Penelitian ini dapat dilakukan pula terhadap variabel operasi yang lain selain kelima variabel tersebut di atas.

Adapun rancangan penelitian dan pengolahan datanya dilakukan dengan rancangan faktorial dengan dasar 2.

Mobil atau kendaraan yang digunakan sebanyak dua buah, merek Chevrolet Luv Diesel Pick-up, 1951 cc Tahun 1987.

## II. METODE PENELITIAN

Sebelum melakukan percobaan pengujian perlu dipersiapkan rancangan percobaan yaitu rancangan yang menunjukkan bagaimana percobaan itu dapat dilaksanakan dan berapa kali percobaan itu dilakukan.

Untuk penelitian ini dipersiapkan rancangan percobaan yang data hasil percobaannya akan diolah menurut metode statistika.

Adapun rancangan percobaan ini disebut dengan nama rancangan faktorial dengan level atau dasar bawah dan atas. Oleh karena dalam penelitian ini jumlah variabel yang akan dipelajari sebanyak empat macam maka jumlah percobaan yang harus dilakukan adalah sebanyak  $2^4 = 16$  kali percobaan pengujian.

Bagaimana kondisi percobaan dilakukan untuk 16 percobaan pengujian tersebut dapat dilihat pada *matrix* rancangan percobaan faktorial seperti pada Tabel 1. Di sana secara umum ditunjukkan notasi untuk dasar bawah dan atas dari variabel operasi dengan tanda - dan +; notasi variabel yang diuji, dengan angka I sampai dengan IV; sedangkan  $H_1$  sampai dengan  $H_{16}$  menunjukkan konsumsi bahan bakar yang tercatat.

Apakah yang terjadi terhadap konsumsi bahan bakar apabila salah satu variabelnya diubah-ubah harganya dari dasar atau level bawah ke atas, sementara variabel yang lain tetap?

Demikian pula apabila variabel yang lain ganti diubah-ubah harganya dari dasar bawah ke atas sedangkan yang lainnya tetap.

Setelah data hasil percobaan pengujian didapat maka data tersebut dapat diolah dengan metode statistik 2 faktorial dengan 4 variabel menggunakan metoda *Yates's Algorithm*.

Cara perhitungannya dapat dilihat pada Tabel 2.

Di sana terdapat angka romawi I sampai dengan IV yang masing-masing mempunyai indeks 1-16. Contoh perhitungan adalah sebagai berikut :

$$I_1 = H_1 + H_2 \quad I_9 = H_2 - H_1$$

$$I_2 = H_3 + H_4 \quad I_{10} = H_4 - H_3$$

$$I_3 = H_5 + H_6 \quad I_{11} = H_6 - H_5$$

$$I_4 = H_7 + H_8 \quad I_{12} = H_8 - H_7$$

dan seterusnya s/d dan seterusnya s/d

$$I_8 = H_{15} + H_{16} \quad I_{16} = H_{16} - H_{15}$$

Untuk angka  $II_{1-16}$ ;  $III_{1-16}$ ;  $IV_{1-16}$  caranya sama dengan perhitungan untuk angka romawi  $I_{1-16}$  (angka romawi II dihitung dari I dan seterusnya).

Tabel 1.

Matrix Rancangan Percobaan Faktorial,  $2^4$

No.	1	2	3	4	Hasil (H)
1.	-	-	-	-	$H_1$
2.	+	-	-	-	$H_2$
3.	-	+	-	-	$H_3$
4.	+	+	-	-	$H_4$
5.	-	-	+	-	$H_5$
6.	+	-	+	-	$H_6$
7.	-	+	+	-	$H_7$
8.	+	+	+	-	$H_8$
9.	-	-	-	+	$H_9$
10.	+	-	-	+	$H_{10}$
11.	-	+	-	+	$H_{11}$
12.	+	+	-	+	$H_{12}$
13.	-	-	+	+	$H_{13}$
14.	+	-	+	+	$H_{14}$
15.	-	+	+	+	$H_{15}$
16.	+	+	+	+	$H_{16}$

Keterangan : Notasi : 1, 2, 3, 4 untuk variabel operasi  
 - untuk batasan bawah  
 + untuk batasan atas  
 H untuk hasil percobaan

Tabel 2

Cara perhitungan rancangan percobaan faktorial  $2^4$ , menurut Yates's Algorithm.

No.	1	2	3	4	H	I	II	III	IV	P	RP	Id
1.	-	-	-	-	H <sub>1</sub>	I <sub>1</sub>	II <sub>1</sub>	III <sub>1</sub>	IV <sub>1</sub>	16		Rata-rata
2.	+	-	-	-	H <sub>2</sub>	I <sub>1</sub>	II <sub>2</sub>	III <sub>2</sub>	IV <sub>2</sub>	8		1
3.	-	+	-	-	H <sub>3</sub>	I <sub>3</sub>	II <sub>3</sub>	III <sub>3</sub>	IV <sub>3</sub>	8		2
4.	+	+	-	-	H <sub>4</sub>	I <sub>4</sub>	II <sub>4</sub>	III <sub>4</sub>	IV <sub>4</sub>	8		3
5.	-	-	+	-	H <sub>5</sub>	I <sub>5</sub>	II <sub>5</sub>	III <sub>5</sub>		8		4
6.	+	-	+	-	H <sub>6</sub>	I <sub>6</sub>	II <sub>6</sub>			8		12
7.	-	+	+	-	H <sub>7</sub>	I <sub>7</sub>				8		13
8.	+	+	+	-	H <sub>8</sub>					8		14
9.	-	-	-	+	H <sub>9</sub>					8		23
10.	+	-	-	+	H <sub>10</sub>					8		24
11.	-	+	-	+	H <sub>11</sub>					8		34
12.	+	+	-	+	H <sub>12</sub>					8		123
13.	-	-	+	+	H <sub>13</sub>					8		124
14.	+	-	+	+	H <sub>14</sub>	dst	dst	dst	sdt	8		134
15.	-	+	+	+	H <sub>15</sub>					8		234
16.	+	+	+	+	H <sub>16</sub>	I <sub>16</sub>	II <sub>16</sub>	III <sub>16</sub>	IV <sub>16</sub>	8		1234

Estimasi pengaruh dari masing-masing variabel dan interaksi di antara variabel operasi dapat dihitung dengan membagi hasil pada angka romawi IV dengan 8. Sedangkan untuk rata-rata hasil untuk konsumsi bahan bakarnya, pembagiannya adalah 16.

Setelah semua hasil penjumlahan dan pengurangan yang terdapat pada kolom angka romawi IV<sub>2-16</sub> dibagi 8, maka estimasi pengaruh dari masing-masing variabel operasi dan interaksinya dapat diketahui.

Untuk dapat menginterpretasikan estimasi pengaruh dari masing-masing variabel operasi diperlukan batasan sebagai berikut. Apabila tidak terdapat interaksi di antara variabel operasi tersebut atau harga interaksi kecil sekali maka interpretasi dari masing-masing variabel dapat dilakukan. Sedangkan apabila terdapat interaksi di antara variabel operasi maka estimasi atau interpretasi terhadap pengaruh masing-masing variabel tak dapat dilakukan.

### III. PERCOBAAN

Percobaan pengujian dilakukan di atas chassis dynamometer dalam ruangan tertutup. Sedang-

kan kondisi di mana percobaan pengujian dilakukan ialah sebagai berikut :

Variabel	Dasar (batasan)	
	Bawah	Atas
- Gigi versneling (G)	3	4
- Kecepatan (K)	50 km/j	70 km/j
- Kendaraan (M)	I	II
- Injektor (I)	R	J

Mobil atau kendaraan yang digunakan dalam percobaan pengujian ini ialah mobil pick-up merek Chevrolet Luv bermesin diesel dengan ukuran 1951 cc tahun 1987.

Pencatatan terhadap konsumsi bahan bakar dilakukan sebanyak 16 kali percobaan pengujian dan dicatat dalam satuan kg/100 km.

Hasil pencatatan konsumsi bahan bakar tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

### IV. PENGOLAHAN DATA

Setelah dilakukan perhitungan data percobaan pengujian yang terdapat dalam Tabel 3 dengan cara Yates's Algorithm, didapatkan hasil seperti tertera dalam Tabel 4.

### V. PEMBAHASAN

Apabila dilihat dari Tabel 4 ternyata bahwa tidak ada interaksi antara variabel operasi, terbukti dengan estimasi pengaruh untuk interaksi antara dua variabel, tiga variabel, empat variabel harganya kecil sekali, dapat dianggap tidak ada. Hal ini dapat dimaklumi karena memang parameter operasi yang bervariasi atau berubah tersebut bukan zat kimia yang kemungkinan bereaksi satu sama lain sehingga menimbulkan pengaruh terhadap konsumsi bahan bakar.

Dengan demikian penaksiran pengaruh dari variabel operasi terhadap konsumsi bahan bakar dapat dilakukan.

1. Untuk variabel gigi versneling menurut hasil perhitungan di atas menurunkan konsumsi bahan bakar sebanyak 4,10 unit apabila gigi versneling diubah-ubah dari 3 ke 4. Hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut. Dengan pembukaan *throttle* atau penekanan pedal gas yang tetap

sama tentu tenaga yang dihasilkan oleh mesin yang sama, tetap sama pula karena bahan bakar yang diinjeksikan beserta udaranya tetap sama pula. Hanya pada gigi versneling tiga mobil akan lari lebih lambat karena perbandingan gigi versnelingnya lebih besar sehingga putaran yang dihasilkan atau disalurkan ke roda juga kecil dan mobil berjalan lambat. Sedangkan untuk gigi versneling empat putaran yang disampaikan dari mesin ke roda lebih besar karena perbandingan giginya lebih kecil sehingga mobil berjalan lebih cepat. Jadi dalam waktu yang sama pada gigi versneling tiga mobil menempuh jarak yang lebih pendek dari pada gigi versneling empat. Dengan kata lain pada posisi gigi versneling empat untuk kecepatan yang sama konsumsi bahan bakarnya lebih sedikit dari pada posisi gigi versneling tiga.

2. Untuk variabel kecepatan ternyata kecepatan tinggi lebih besar konsumsinya dari pada kecepatan rendah. Hal ini dapat dimengerti sebagai berikut. Pada posisi gigi versneling yang tetap sama apabila ingin menambah kecepatan berarti menginjak pedal gas yang berarti

**Tabel 3**  
Data hasil percobaan pengujian konsumsi bahan bakar

No.	Variabel				
	G	K	M	I	
1.	3	50	I	R	8,14
2.	4	50	I	R	5,00
3.	3	70	I	R	11,23
4.	4	70	I	R	5,96
5.	3	50	II	R	8,06
6.	4	50	II	R	5,49
7.	3	70	II	R	11,56
8.	4	70	II	R	6,50
9.	3	50	I	J	8,18
10.	4	50	I	J	4,97
11.	3	70	I	J	11,16
12.	4	70	I	J	5,93
13.	3	50	II	J	8,71
14.	4	50	II	J	5,58
15.	3	70	II	J	12,19
16.	4	70	II	J	6,99

**Tabel 4**  
Hasil perhitungan/pengolahan data hasil percobaan pengujian faktorial 2<sup>4</sup> menurut cara Yates's Algorithm

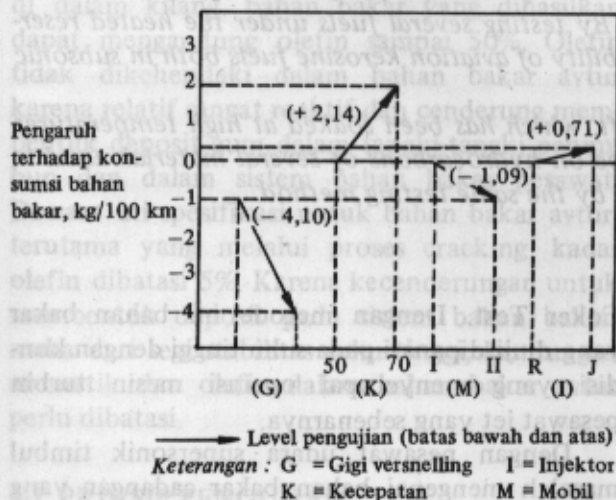
No. Test	G	K	M	I	Konsumsi kg/100 km	I	II	III	IV	Pembagi	Estimasi pengaruh	Identifikasi
1	3	50	I	R	8,14	13,14	20,33	61,94	124,52	16	7,78	Rata-rata
2	4	50	I	R	5,00	17,19	31,61	62,58	-32,18	8	-4,10	G
3	3	70	I	R	11,23	13,55	29,11	-16,04	17,08	8	2,14	K
4	4	70	I	R	5,96	18,06	33,47	-16,77	-8,71	8	-1,09	M
5	3	50	II	R	8,06	12,74	-8,41	8,56	5,64	8	0,71	I
6	4	50	II	R	5,49	16,37	-7,63	8,52	0,89	8	0,11	GK
7	3	70	II	R	11,56	14,29	-8,44	-4,62	1,72	8	0,22	GM
8	4	70	II	R	6,50	19,18	-8,33	-4,09	-0,41	8	-0,05	GI
9	3	50	I	J	8,18	-3,14	4,05	1,28	00,64	8	0,08	KM
10	4	50	I	J	4,97	-5,27	4,51	4,36	-0,73	8	-0,09	KI
11	3	70	I	J	11,16	-2,57	3,63	0,78	-0,04	8	-0,005	MI
12	4	70	I	J	5,93	-5,06	4,89	0,11	0,53	8	00,066	GKM
13	3	50	II	J	8,71	-3,21	-2,13	0,46	3,08	8	0,39	GKI
14	4	50	II	J	5,58	-5,23	-2,49	1,26	-0,67	8	0,084	GMI
15	3	70	II	J	12,19	-3,13	-2,02	-0,36	0,80	8	0,1	KMI
16	4	70	II	J	6,99	-5,20	-2,07	-0,05	0,31	8	0,039	GKMI

pula memperbesar pembukaan *throttle* atau injeksi bahan bakar. Jadi menggunakan bahan bakar lebih banyak. Dari hasil perhitungan apabila kecepatan dinaikkan dari 50–70 km per jam akan menambah konsumsi bahan bakar sebanyak 2,14 unit.

3. Komponen mesin yang disebut injektor ternyata mempunyai pengaruh yang kecil sekali terhadap konsumsi bahan bakar. Terbukti dari perhitungan di atas, di mana injektor yang dibandingkan adalah injektor referensi dan injektor yang telah digunakan di jalanan. Pengaruhnya atau perbedaan konsumsi bahan bakarnya sebesar 0,71 unit. Hal ini kemungkinan injektor uji jalannya telah mengalami pengotoran sedikit.

D. Variabel yang keempat adalah mobil. Dengan menggunakan kendaraan Chevrolet Luv Pick-up sebanyak dua buah, dari perhitungan didapatkan bahwa konsumsi bahan bakar dari dua buah mobil uji tersebut tidak jauh berbeda yaitu menurunkan (–) 1,09 unit (dalam kg/100 km). Dengan perkataan lain kedua mobil tersebut mengkonsumsi bahan bakar hampir sama jumlahnya. Apabila pengaruh masing-masing variabel tersebut digambarkan dalam bentuk grafik maka didapatkan Gambar 1.

Gambar 1. Grafik pengaruh variabel operasi terhadap konsumsi bahan bakar



## VI. KESIMPULAN

Dari pengujian konsumsi bahan bakar terhadap empat variabel yaitu gigi versneling, kecepatan, injektor dan mobil dieselnnya, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut .

1. Variabel gigi versneling mempunyai pengaruh yang paling besar terhadap konsumsi bahan bakar kendaraan diesel Chevrolet Luv Pick-up tersebut.
2. Variabel kecepatan yang merupakan variabel uji yang kedua mempunyai pengaruh terhadap konsumsi bahan bakar "kedua terbesar" sesudah variabel gigi versneling.
3. Variabel injektor tidak mempunyai pengaruh terhadap konsumsi bahan bakar atau pengaruhnya kecil sekali.
4. Variabel yang terakhir yaitu mobil. Dengan mobil yang berbeda dari jenis yang sama yaitu Chevrolet Luv Diesel Pick-up, ada sedikit perbedaan pemakaian bahan bakar. Artinya, antara kedua mobil tersebut perbedaan penggunaan atau konsumsi bahan bakarnya kecil sekali. Untuk kendaraan bermotor yang lain kemungkinan mempunyai kecenderungan yang sama dengan mobil untuk percobaan ini (Chevrolet Luv Diesel Pick-up, tahun 1987, 1951 cc).

Agar hasil penelitian ini lebih berguna lagi, maka penelitian dapat dilanjutkan dengan contoh kendaraan yang lain atau lebih dari satu jenis/merek ataupun besarnya cc dan bahan bakarnya.

## KEPUSTAKAAN

1. Arthur W. Judge, 1965, *Modern Smaller Diesel Engine*, Robert Bentley Inc., Massachusetts.
2. Charles C. Colyer, 1976, *Automotive Fuel Economy*, S.A.E. Inc., U.S.A.
3. Garmak Motor PT, 1987, *Buku Pedoman untuk Pemilik dan Pengendara Kendaraan Bermotor Chevrolet Luv*, Jakarta.
4. George EP. Box, Willian G. Hunter I., Stuart Hunter, 1978, *Statistic for Experimenters*, John Wiley & Sons, N.Y., Toronto.
5. Judge, Arthur W., 1962, *Motor Manual: Modern Transmission System*, Chapman & Hall, London.
6. Perry O. Black, 1970, *Diesel Engine Manual*, Taraporevala Sons & Co. Ltd., Bombay.
7. V.L. Maleev, ME., DR., 1975, *Diesel Engine Operation*, McGraw-Hill Book Co., N.Y.
8. Weissman J., DR., 1972, *Fuel for Internal Combustion Engine and Furnaces*, Jakarta.