

EFEKTIFITAS *COMSUMPTION METER* SEBAGAI MEDIA KONTROL BAHAN BAKAR DAN PENDETEKSI KONDISI KENDARAAN RODA EMPAT

Barry Nur Setyanto, Agus Irawan, Muhammad Hidayat
Mahasiswa FT Universitas Negeri Yogyakarta

Abstract

This research is aimed at finding the effectiveness of consumption meter which can monitor the fuel consumption of four wheeled vehicles, and also finding the relationship between the driving behavior with fuel consumption as well as finding the relationship between the wasteful fuel consumption and the car condition. Consumption meter is a means of monitoring the fuel consumption that drivers can use as one of the media to help them drive the cars with economical fuel consumption.

This research started with producing an instrument in the form of consumption meter and then accuracy test, precision test, range and response of consumption meter was initiated by doing the measurement and collection of data to program microcontroller ATMEGA8535. The next step is the effectiveness test conducted step by step. After this the data were collected. The data are in the form of the amount of fuel consumed by the car driven the driver who did not look at the tool while driving and the one consumed by the car driven by the driver who looked at the tool while driving. The data also include the amount of fuel consumption before and after tune up was done. After the data were complete, a statistic test was applied.

The result of testing Consumption Meter indicates that this tool shows a high level of effectiveness. In other words, it can be effectively used to control the fuel consumption. Furthermore, the behaviour of the drivers is closely related to the fuel consumption in that the better the driving is, the more economical the fuel consumption is. In addition, there is a close relationship between the wastefulness of the fuel consumption and the early detection of the four wheeled vehicles' condition. It can be said that the fuel consumption reflects the condition of the vehicles because the worse the condition of the vehicle is, the more wasteful the fuel consumption is.

Keyword: Effectiveness, consumption meter, fuel consumption control, car, condition

PENDAHULUAN

Perkembangan industri otomotif di Indonesia berkembang dengan sangat pesat dengan kecenderungan terhadap sebuah penemuan dan penciptaan suatu sistem pengendalian yang menjadikan arsitektur mekanisme yang terkendali dengan mudah dan efisien. Perkembangan otomasi kendaraan dan semakin meningkatnya kualitas tersebut tidak terlepas dari tuntutan masyarakat yang terus menerus berkembang sesuai dengan situasi dan kondisi. Berbagai tuntutan manusia yang ingin hidup serba enak, praktis dan cepat, mendorong terciptanya berbagai alat yang serba canggih yang mempermudah bagi kehidupan manusia.

Kendaraan roda empat di Indonesia telah berkembang dari sistem pengendalian manual menuju ke sistem pengendalian terkomputerisasi. Sistem pengendalian komputerisasi tersebut membuat kemampuan kendaraan semakin canggih dan modern.

Semakin canggih dan modernnya suatu sistem kendaraan, maka semakin hemat bahan bakar. Akan tetapi yang terjadi di Indonesia masih banyak kendaraan yang belum canggih dan modern sehingga pemakaian bahan bakar kendaraan roda empat tidak terkendali (boros). Hal tersebut bisa kita lihat pada tabel di bawah ini. Kijang Innova dapat lebih irit dengan menggunakan sistem injeksi dan teknologi lain yang lebih maju walaupun kapasitas ruang bakarnya lebih besar dibandingkan dengan kijang kapsul yang masih menggunakan sistem karburator.

	Kapsul (LGX)	Innova
Jakarta-Bandung	8,8 km/liter	9,8 km/liter
Bandung-Jakarta	10,3 km/liter	12,4 km/liter
Dalam Kota	7,1 km/liter	7,3 km/liter
Rata-Rata	8,7 km/liter	9,8 km/liter

(http://awi2000.blogspot.com/2009_04_01_archive.html)

Faktor yang menghambat perkembangan industri otomotif tersebut, yaitu BBM sebagai salah satu bahan bakar yang paling utama menjadi sangat mahal dan nantinya akan semakin habis. Penggunaan BBM sebagai bahan bakar utama untuk kendaraan tidak dapat dihindari tetapi dapat diminimalisir dan digunakan secara efektif.

Banyak pengendara yang tidak menyadari bahwa perilaku berkendara dapat menyebabkan meningkatnya konsumsi bahan bakar. Karena cara mengemudi adalah salah satu faktor penentu konsumsi kendaraan tersebut. Maka diperlukan suatu alat untuk melakukan kontrol atau memonitor konsumsi bahan bakar secara riil dan *valid* sehingga data yang diperoleh dari alat tersebut dapat digunakan oleh pengendara untuk mengoreksi cara berkendara sehingga cara pengendara yang hemat bahan bakar dapat dicapainya. Salah satu alat yang dapat digunakan untuk melakukan kontrol dan memonitor konsumsi bahan bakar adalah *Consumption meter*. Selain itu *Consumption meter* juga dapat digunakan sebagai alat untuk mendeteksi kondisi awal kendaraan. karena apabila kendaraan sedang dalam keadaan kondisi yang buruk maka jumlah konsumsi bahan bakar kendaraan tersebut akan semakin boros.

Untuk itu, diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai efektivitas penggunaan *consumption meter* sebagai media kontrol bahan bakar, bagaimana sebenarnya keterkaitan antara kondisi kendaraan dengan jumlah konsumsi bahan bakarnya,

bagaimana sebenarnya keterkaitan antara cara berkendara dengan konsumsi bahan bakar. Tetapi sebelum melakukan penelitian tersebut diperlukan pembuatan alat pengganti (*substitusi*) karena alat yang sejenis dengan *Consumption Meter* tersebut hanya terdapat pada tipe-tipe mobil yang mewah yang baru dikeluarkan pada akhir-akhir ini. Berdasarkan uraian latar belakang masalah serta di atas, maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut. 1) Seberapa efektif pemanfaatan *Consumption meter* dalam mendeteksi kondisi kendaraan roda empat? 2) Bagaimana hubungan antara perilaku berkendara dengan konsumsi bahan bakar? 3) Bagaimana hubungan antara borosnya konsumsi bahan bakar terhadap deteksi dini kondisi kendaraan roda empat?

KAJIAN TEORI

Consumption meter

Consumption meter adalah suatu alat untuk mengukur konsumsi bahan bakar dengan tampilan berupa nilai seberapa jauh jarak yang dapat ditempuh oleh kendaraan dengan konsumsi per satu liter bahan bakar. Hal ini dilakukan dengan memanfaatkan 2 buah sensor untuk mengetahui volume bahan bakar yang terpakai dan jarak tempuh kendaraan dan dioleh oleh mikrokontroller dan ditampilkan pada LCD. Alat pengukur (*Consumption meter*) tersebut hanya terdapat pada beberapa model kendaraan bermesin bensin, termasuk Lexus dan Scion yang akan menyusul menggunakan alat tersebut, dan model 4Runner SUV. (www.astraworld.com/act=news&id=2008010918520015).

Dari pernyataan di atas diketahui bahwa *Consumption meter* hanya terdapat pada mobil-mobil yang canggih, keluaran terbaru dan mahal. Arti penting dari alat ini adalah para pengguna kendaraan dapat memanfaatkan informasi dari *Consumption meter* tersebut untuk menjalankan kendaraan secara baik sehingga volume bahan bakar yang dikeluarkan lebih efisien dan tidak boros.

Cara Berkendara

Perilaku cara berkendara yang ekonomis itu ada beberapa seperti yang disebutkan di bawah ini.

1. Menjaga putaran mesin pada putaran yang konstan

Aturlah kecepatan kendaraan roda empat pada saat melaju pada jalan yang lurus dengan kecepatan yang konstan pula sekitar 60-70km/jam. Putaran mesin yang tetap konstan akan menghasilkan pemakaian bahan bakar yang efisien.

Jangan buka tutup gas yang tidak perlu seperti menarik-narik handle gas hanya untuk sekedar kelihatan gahar karena hal itu akan membuat putaran mesin yang tinggi tetapi tidak digunakan tenaganya sehingga tenaganya terbuang percuma. Tentunya dengan pemakaian putaran mesin tinggi dibutuhkan bahan bakar yang lebih banyak pula, itu artinya boros dan tidak ramah lingkungan.

Jika ingin menyalip kendaraan di depan, gunakan bukaan gas yang halus jangan menyentak-nyentak. Dengan sering menaikkan rpm secara mendadak membutuhkan tenaga yang besar daripada mengurut gas, alhasil konsumsi bensin lebih boros juga.

2. Gunakan pengereman dengan maksimal

Usahakan melakukan pengereman roda depan-belakang. Bilamana anda hanya menggunakan pengereman roda belakang, roda belakang sebagai penyalur tenaga akan menerima beban, begitu juga mesin yang terhubung dengan roda belakang. Lalu butuh tenaga yang lebih besar untuk bergerak lagi.

3. Pengoperasian Gigi sesuai keperluan

Segera lakukan perpindahan gigi saat mencapai torsi maksimum mobil sesuai pada tachometer agar lebih efisien penggunaan tenaga yang telah dihasilkan. Lakukan perpindahan perseneling sesuai dengan kondisi jalan: datar, menanjak, atau menurun. Torsi maksimum biasanya tertera pada buku manual mobil. Pada saat perpindahan perseneling, perhatikan putaran mesin agar jangan terlalu rendah yang membuat beban mesin menjadi berat atau terlalu tinggi yang mengakibatkan pemakaian bahan bakar tidak optimal.

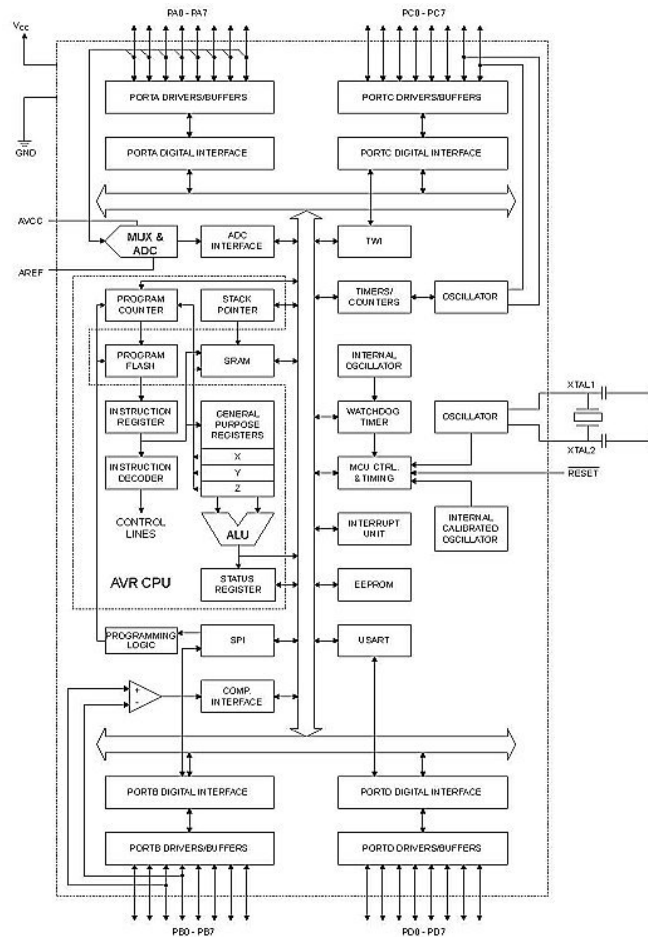
Mengurangi gigi secara bertahap jangan membiasakan mengurangi gigi terlalu cepat. Karena saat putaran mesin masih tinggi jika rasio gigi dipindah ke perbandingan yang lebih ringan (misal, dari 3 ke 2). Maka putaran mesin akan teriak makin tinggi. Hal seperti ini yang membuat konsumsi bahan bakar makin boros. (<http://www.manualbookmobil.com/news/22/Tip-dan-Trik-Berhemat-BBM>)

Kondisi kendaraan dan Mobil

Dalam hal ini kondisi dalam artian kondisi. Jadi, kondisi kendaraan adalah kondisi kendaraan apakah sedang normal (sehat) atau sedang terjadi rusak. Mobil (kependekan dari *otomobil* yang berasal dari bahasa Yunani 'autos' (sendiri) dan Latin 'movére' (bergerak) adalah kendaraan beroda empat atau lebih yang membawa mesin sendiri. Jenis mobil termasuk bus, van, truk. (<http://id.wikipedia.org/wiki/Mobil/2008/09/04>).

Mikrokontroler

Mikrokontroler AVR memiliki arsitektur RISC 8 bit, di mana semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit (16-bits word) dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 (satu) siklus clock, berbeda dengan instruksi MCS51 yang membutuhkan 12 siklus clock. Tentu saja itu terjadi karena kedua jenis mikrokontroler tersebut memiliki arsitektur yang berbeda. AVR berteknologi RISC (*Reduced Instruction Set Computing*).



Gambar 1. Blog Diagram ATMEGA 8535
(sumber : <http://www.atmel.com>)

Secara umum, AVR dapat dikelompokkan menjadi 4 kelas, yaitu keluarga Attiny, keluarga AT90SXX, keluarga ATMEga, dan AT86RFxx. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral, dan fungsinya. Dari segi arsitektur dan instruksi yang digunakan, mereka bisa dikatakan hampir sama.

Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa ATMEga 8535 memiliki bagian sebagai berikut :

1. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yaitu PortA, PortB, PortC, dan PortD
2. ADC 10 bit sebanyak 8 saluran
3. Tiga buah Timer/Counter dengan kemampuan perbandingan

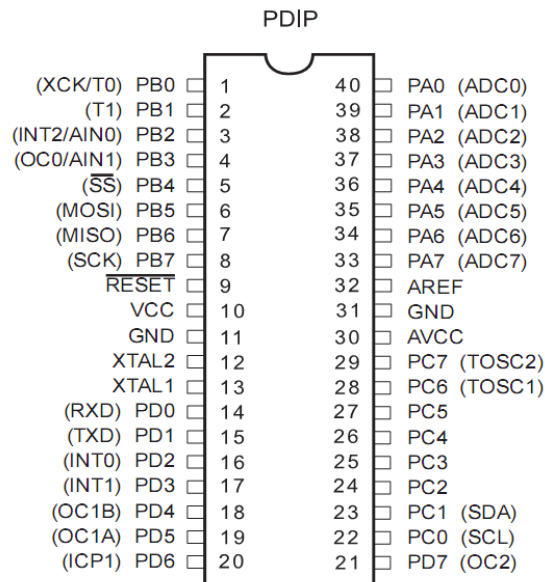
4. CPU yang terdiri atas 32 buah register
5. Watchdog Timer dengan osilator internal
6. SRAM sebesar 512 byte
7. Memori Flash sebesar 8 kb dengan kemampuan *Read While Write*
8. Unit interupsi internal dan eksternal
9. Port antarmuka SPI
10. EEPROM sebesar 512 byte yang dapat diprogram saat operasi
11. Antarmuka komparator analog
12. Port USART untuk komunikasi serial

Kapabilitas detail dari ATmega 8535 adalah sebagai berikut :

1. Sistem mikroprosesor 8 bit berbasis RISC dengan kecepatan maksimal 16 MHz
2. Kapabilitas memori flash 8 KB, SRAM sebesar 512 byte, dan EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 512 byte
3. ADC internal dengan *fidelitas* 10 bit sebanyak 8 *channel*
4. Portal komunikasi serial (USART) dengan kecepatan maksimal 2,5 Mbps
5. Enam pilihan mode sleep menghemat penggunaan daya listrik

Konfigurasi pin ATmega 8535 dapat dijelaskan secara fungsional sebagai berikut :

1. VCC merupakan pin yang berfungsi sebagai pin masukan catu daya
2. GND merupakan pin ground
3. Port A (PA0...PA7) merupakan pin I/O dua arah dan pin masukan ADC
4. Port B (PB0...PB7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu timer/counter, komparator analog, dan SPI
5. Port C (PC0...PC7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu TWI, komparator analog, dan timer oscilator
6. Port D (PD0...PD7) merupakan pin I/O dua arah dan pin fungsi khusus, yaitu komparator analog, interupsi eksternal, dan komunikasi serial
7. RESET merupakan pin yang digunakan untuk me-reset mikrokontroler
8. XTAL1 dan XTAL2 merupakan pin masukan clock eksternal
9. AVCC merupakan pin masukan tegangan untuk ADC
10. AREF merupakan pin masukan tegangan referensi ADC



Gambar 2. Konfigurasi pin ATMEGA 8535
(sumber : <http://www.atmel.com>)

Sensor *Infra Red ranger* GP2D12

Infra Red merupakan sensor yang bekerja mengirimkan dan menerima data melalui gelombang infra merah yang dapat membangkitkan tegangan dengan frekuensi 40 KHz. *Infra Red ranger* GP2D12 ini merupakan modul sensor optical pendeteksi obyek pada jarak tertentu.

Fitur Sensor *Infra Red* sebagai berikut :

1. Digital output, distance judgement type.
2. Judgement distance 24 cm (adjustable 10 - 80 cm).
3. Output : low @ $L > 24 + 3$ cm, high @ $L < 24 + 3$ cm.
4. Hampir tidak terpengaruh oleh warna



Gambar 3. Sensor *Infra Red ranger* GP2D12
(sumber : <http://www.mikron123.com>)

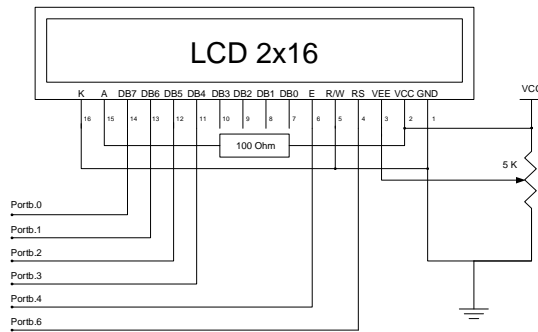
LCD (*Liquid Cristal Display*)

LCD (*Liquid Cristal Display*) merupakan salah satu hardware yang digunakan sebagai display pada rangkaian-rangkaian elektronik. LCD yang biasanya digunakan adalah LCD dengan ukuran 2x16 (2 baris x 16 kolom). Di dalam LCD 2x16 terdapat Chip HD44780 yang berfungsi sebagai pengendali LCD yang memiliki CGROM (*Character*

Generator Read Only Memory), CGRAM (Character Generator Random Access Memory), DDRAM (Display Data Random Access Memory).

Aplikasi sebuah LCD cukup digemari pecinta elektronik karena aplikasi pemrogramannya yang relatif lebih mudah dibandingkan dengan pemrograman seven segment.

Rangkaian LCD sebagai berikut :



Gambar 4. Rangkaian LCD

Keterangan :

1. Portb sebagai Output LCD
2. Resistor 100 Ohm sebagai penahan arus yang masuk ke Led LCD (Anoda)
3. Menggunakan Variabel Resistor 5 K, sebagai pengatur kontras LCD
4. Tegangan VCC 5 Volt DC

Tabel 1. Kongfigurasi Pin LCD

NO	NAMA PIN	DESKRIPSI
1	GND	0 Volt
2	VCC	5 Volt
3	VEE	LCD Contras Voltage
4	RS	Register Select: 1=Data Input,0=Instruksi
5	R/W	1=Read, 0=Write
6	E	Enable Clock
7	DB0	Data Bus 0
8	DB1	Data Bus 1
9	DB2	Data Bus 2
10	DB3	Data Bus 3
11	DB4	Data Bus 4
12	DB5	Data Bus 5
13	DB6	Data Bus 6
14	DB7	Data Bus 7
15	Anoda	Positif Backlight Voltage (4-4,2V;50-200mA)
16	Katoda	Negatif Backlight Voltage (0V;GND)

Odometer

Odometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur jarak yang sudah ditempuh oleh sepeda motor. Odometer terdapat dari 2 generasi, model mekanis (analog) dan digital.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Penelitian dilakukan beberapa tahapan pengujian, yaitu pengujian dengan perilaku tidak baik, pengujian dengan perilaku baik dan pengujian sebelum dan setelah perbaikan, berikut adalah hasil pengujian yang dilakukan.

Tabel 2. Pengujian dengan perlakuan tidak baik

NO	Pengendara	Jarak Tempuh (Km)	Konsumsi Bensin (L)	Rata-rata Konsumsi (Km/L)
1	Budi	10	1205	8,30
2	Kukuh	10	1300	7,69
3	Fajri	10	1130	8,85
4	Ardi	10	1255	7,97
5	Arep	10	1100	9,09

Tabel 3. Pengujian dengan perlakuan baik

NO	Pengendara	Jarak Tempuh (Km)	Konsumsi Bensin (mL)	Rata-rata Konsumsi (Km/L)
1	Budi	10	1070	9,35
2	Kukuh	10	1080	9,26
3	Fajri	10	1010	9,90
4	Ardi	10	1040	9,62
5	Arep	10	990	10,10

Tabel 4. Pengujian sebelum dan setelah perbaikan

No.	Type Mobil	Sebelum Perbaikan	Setelah Perbaikan
1	Kijang 1994	8,28	9,42
2	Kijang 1993	8,17	9,72
3	Kijang 1990	7,86	9,20
4	Kijang 1993	7,7	9,35
5	Kijang 1988	7,6	9,10

Pembahasan

1. Uji efektifitas pemanfaatan *consumption meter* sebagai media kontrol bahan bakar kendaraan roda empat

Ho : Koefisien arah regresi tidak berarti ($b = 0$)

Ha : koefisien itu berarti ($b \neq 0$)

Untuk menguji hipotesis nol, dipakai statistik sebagai berikut :

$$F = \frac{S^2_{reg}}{S^2_{sis}} \text{ (F hitung)} = 11,27145565$$

Untuk taraf kesalahan 5 %, F tabel = 10,13. F hitung > F tabel untuk taraf kesalahan 5% jadi kesimpulannya Efektif.

Persentase (%) efektifitas:

$$\begin{aligned} r &= \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{\sqrt{(n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2)(n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2)}} \\ &= \frac{5(2020,50) - (41,90)(48,22)}{\sqrt{(5(41,90^2) - (41,90)^2)(5(465,59) - (48,22)^2)}} \\ &= 0,8979 \end{aligned}$$

Harga r tabel untuk taraf kesalahan 5% dengan $n = 5$ diperoleh r tabel = 0,878. Karena harga r hitung lebih besar dari r tabel ($0,8979 > 0,878$), maka dapat disimpulkan terdapat hubungan positif dan signifikan sebesar 0,8979. Koefisien determinanya $r^2 = 0,8979^2 = 0,8063$, Sehingga di dapat efektifitas sebesar **80,63 %**, melalui persamaan regresi $\hat{Y} = 93,85 + 1,29 X$. Sisanya 19,37 ditentukan oleh faktor lain.

2. Uji hubungan perlakuan pengendara dengan konsumsi bahan bakar

Ho = $\rho = 0$ (tidak ada Hubungan)

Ha = $\rho \neq 0$ (ada Hubungan)

Diperoleh Korelasi:

$$r_{xy} = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}} = \frac{0,4096}{\sqrt{0,7 \cdot 0,2024}} = 0,8888$$

Taraf kesalahan ditetapkan 5% dan $N = 5$, maka harga r tabel = 0,878. Sehingga didapat $0,8888 > 0,878 = r \text{ hitung} > r \text{ tabel}$.

Ho ditolak, dan Ha Diterima

Ada hubungan positif dan nilai koefisien korelasi antara perlakuan berkendara dengan konsumsi bahan bakar sebesar 0,8888.

3. Uji hubungan konsumsi bahan bakar dengan kondisi kendaraan

$H_0 = \rho = 0$ (tidak ada Hubungan)

$H_a = \rho \neq 0$ (ada Hubungan)

Diperoleh Korelasi:

$$r_{xy} = \frac{\sum xy}{\sqrt{\sum x^2 \sum y^2}} = \frac{0,2066}{\sqrt{0,2428 \cdot 0,2265}} = 0,881122$$

Tarif kesalahan ditetapkan 5% dan $N = 5$, maka harga r tabel = 0,878. Sehingga didapat $0,8812 > 0,878 = r$ hitung $>$ r tabel.

H₀ ditolak, dan H_a Diterima

Ada hubungan positif dan nilai koefisien korelasi antara perlakuan berkendara dengan konsumsi bahan bakar sebesar 0,8812.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Dari hasil pembuatan alat diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. *Consumption Meter* efektif digunakan sebagai media kontrol bahan bakar kendaraan roda empat dengan nilai efektifitas nya mencapai 80,63%.
2. Hubungan antara perilaku berkendara dengan konsumsi bahan bakar sangat erat, ini terbukti secara statistik dengan nilai $r = 0,88$ karena range nilainya antara -1 hingga maksimal 1 maka bisa dikatakan mempunyai hubungan yang sangat erat, hubungan yang terjadi adalah semakin baik pengendalian maka konsumsi bahan bakar juga akan semakin irit.
3. Hubungan antara borosnya konsumsi bahan bakar terhadap deteksi dini kondisi kendaraan roda empat juga erat, ini terbukti secara statistik dengan nilai $r = 0,88$ karena range nilainya antara -1 hingga maksimal 1 maka bisa dikatakan mempunyai hubungan yang sangat erat, hubungan yang terjadi adalah konsumsi bahan bakar mencerminkan kondisi kendaraan tersebut karena semakin buruk kondisi kendaraan maka akan membuat boros konsumsi bahan bakar.

Saran

Untuk menyempurnakan hasil penelitian maka penulis memberikan saran sebagai berikut.

1. Penelitian ini masih bisa dikembangkan faktor-faktor lain apa saja yang mempengaruhi jumlah konsumsi bahan bakar pada kendaraan sehingga penelitian tersebut dapat digunakan untuk mengurangi konsumsi bahan bakar pada kendaraan

2. Sudah diketahui secara matematis adanya hubungan antara perilaku dan mengemudi jadi diharapkan para pengemudi menjaga cara pengemudinya agar konsumsi BBM semakin irit.
3. Penelitian ini hanya bersifat penelitian mendasar sehingga penelitian ini bisa jauh dikembangkan untuk manfaat-manfaat apa saja yang bisa digali lebih dalam
4. *Consumption Meter* dalam penelitian ini hanya berfungsi sebagai instrumen tetapi bila dikembangkan lagi mempunyai nilai ekonomis dan mempunyai manfaat yang cukup besar.
5. *Consumption Meter* dapat digunakan sebagai alat penguji produk penghemat bahan bakar.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmel. (2007). *ATMEGA8535*: www.atmel.com. Diakses pada 7 September 2008.
- Budiharto, Widodo. 2005. *Panduan Lengkap Belajar Mikrokontroller Perancangan dan Aplikasi Mikrokontroller*. Jakarta : Gramedia.
- [Http\\bbm-hemat.com/tips-agar-sepeda-motor-hemat-bbm-dengan-menggunakan-alat-hemat-bbm-bbg-car-fuel-consumption-diesel-consumption](http://bbm-hemat.com/tips-agar-sepeda-motor-hemat-bbm-dengan-menggunakan-alat-hemat-bbm-bbg-car-fuel-consumption-diesel-consumption). Diakses pada 17 Maret 2009.
- [Http://www.manualbookmobil.com/news/22/Tip-dan-Trik-Berhemat-BBM](http://www.manualbookmobil.com/news/22/Tip-dan-Trik-Berhemat-BBM). Diakses pada 5 Januari 2010.
- Power Suplay*. (2007). *Power Suplay* : www.elektroindonesia.com. Diakses pada 14 Mei 2008.
- Sensor *infra red* Sharp GP2D15 (2009). www.mikron123.com. Diakses pada 01 Maret 2009.
- Sudira, Putu. 2005. *Modul Bahan Ajar: Mikrokontroller*. hlm 82-156. Tim Lab. 2007. *Pemrograman Mikrokontroller AT89S51 dengan C/C++ dan Assembler*. Yogyakarta: Andi.
- Wardhana, Lingga. 2006. *Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR ATmega 8535*, Andi Offset, Yogyakarta.