

Perancangan Sistem Pengukuran Konsumsi Bahan Bakar Kendaraan Bermotor Berbasis Arduino

Mirzazoni
Jurusan Teknik Elektro Universitas Bung Hatta
Padang, Indonesia
mirzazoni_ubh@yahoo.com

Zaini
Jurusan Teknik Elektro Universitas Bung Hatta
Padang, Indonesia
zaini@ft.unand.ac.id

Rilwano Raharjo
Jurusan Teknik Elektro Universitas Andalas
Padang, Indonesia
rilwanoraharjo@yahoo.com

Abstrak—Cadangan bahan bakar fosil semakin menipis, suatu waktu akan habis dan tidak akan diperbaharui, sementara itu kebutuhan Bahan Bakar Minyak tiap tahun meningkat. Di Indonesia rata-rata peningkatan konsumsi BBM adalah 6,1% setiap tahun. Salah satu cara untuk mengurangi konsumsi BBM adalah penghematan pemakaian BBM pada kendaraan bermotor. Salah satu langkah penghematan adalah mengetahui pola konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor. Konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM) kendaraan bermotor dipengaruhi oleh *rolling resistance* seperti karakteristik jalan, kepadatan lalu lintas dan *aerodynamic drag*. Maka perlu dilakukan kajian hubungan konsumsi BBM kendaraan *rolling resistance* dan *aerodynamic drag*. Sistem pengukuran konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor yang dirancang menggunakan *Low Current Sensor Breakout (LCSB)* dan *microprocessor arduino* Pada kondisi pagi hari dengan kondisi jalan ramai lancar didapatkan konsumsi BBM rata-rata adalah 45 km/liter dengan penurunan energi kinetik sebesar 68,56 kJ. Sementara pada siang hari konsumsi BBM mencapai 45 km/liter dengan penurunan energi kinetik 86,70 kJ, dengan kondisi lalu lintas lancar tapi banyak lampu merah. Sedangkan pada sore hari ketika lalu lintas padat dan tidak lancar serta lampu merah yang dilewati, sehingga konsumsi BBM mencapai 33,75 km/liter dan penurunan energi kinetiknya adalah 88,57 kJ. Dengan mengetahui pola konsumsi BBM terhadap karakteristik lalu lintas memberikan gambaran bagaimana berkendara agar hemat penggunaan BBM.

Katakunci—*komsumsi BBM; kendaran bermotor; low current sensor breakout (LCSB); arduino*

I. PENDAHULUAN

Konsumsi BBM kendaraan bermotor setiap tahun meningkat. Di Indonesia menurut data BPS dari tahun 1970-2012 konsumsi BBM meningkat 6,1% setiap tahun [1]. Seiring semakin mahal dan menipisnya cadangan minyak bumi, tentunya kita harus lebih bijak dalam pemakaian. Salah satu langkah penghematan adalah mengetahui pola konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor. Konsumsi BBM kendaraan bermotor dipengaruhi oleh *rolling resistance* seperti karakteristik jalan, kepadatan lalu lintas dan *aerodynamic drag*. Hubungan konsumsi BBM kendaraan dan *rolling resistance* dan *aerodynamic drag* perlu diketahui agar dapat menggunakan energi BBM dengan baik. Mengetahui konsumsi bahan bakar dari kendaraan sendiri adalah langkah pertama dalam penghematan. Dengan

mengetahui hal tersebut, kita akan dapat mengemudikan kendaraan dengan lebih baik. Selain itu perbedaan konsumsi bahan bakar pada waktu jalan ramai dan jalan sepi pun perlu diperhatikan. Karena berkendara disaat ramai akan mengakibatkan macet lalu lintas, sehingga akan berakibat kepada terbuangnya bahan bakar secara sia-sia.

Efisiensi pemakaian BBM pada kendaraan bermotor dapat dilihat dari titik operasi pada kurva efisiensi mesin (engine). Setiap engine mempunyai titik efisiensi kerja mesin. Disamping itu juga dipengaruhi oleh kondisi jalan yang disebut beban jalan, hambatan oleh permukaan jalan (*rolling resistance*) dan juga dinamika penahanan udara (*aerodynamic drag*) [4]

Energi yang ada pada BBM tidak semuanya juga dapat dikonversikan menjadi energi mekanik untuk menjalankan kendaraan. Diperkirakan 12 sampai 20 % dari energi itu yang dapat memutar roda [williwmsom et al, 2006]. Rendahnya efisiensi itu disebabkan oleh rendahnya efisiensi pembakaran pada mesin dan biasanya juga factor pengendalian dan jalan yang dilalui kendaraan.

Pada bagian lain banyaknya pengereman juga akan menyebabkan pemborosan konsumsi BBM kendaraan bermotor. Pengereman menyebabkan energi BBM tidak bisa dikonversikan menjadi kinergi semestara energi panas dari BBM tetap terus berubah. Akibatnya terjadi kekosongan (zero energy) konversi energi kinetik dari energi yang harus dikonversi BBM.

Menentukan konsumsi BBM engine setiap waktu, mengikuti beban jalan, *rolling resistansi* dan *aerodynamic drag* menjadi kendala, karena penyusutan BBM sangat kecil ketika motor dioperasikan. Penyusutan BBM itu tidak dapat diperkirakan dengan baik, yang ada hanya berapa BBM yang dikonsumsi sepanjang perjalanan kendaraan.

Maka tidak dapat dilihat hubungan antara konsumsi energi dengan pola berkendara. Dimana pola berkendara itu dipengaruhi oleh beban jalan, *rolling resistance* atau juga *aerodynamic drag*

Akan menjadi masalah mengukur penyusutan jumlah BBM dalam tangki kendaraan karena pengurangan relatif kecil ketika kendaraan digunakan. Penyusutan BBM itu mestinya terekam dalam setiap waktu sesuai dengan kondisi jalan kendaraan. Sehingga akan terlihat hubungan antara pengurangan BBM

dalam tangki dengan karakteristik jalannya kendaraan. Dengan memanfaatkan low current sensor breakout (LCSB) yang dirancang menggunakan microprocessor arduino, akan didapatkan data konsumsi bahan bakar secara lebih akurat setiap waktu perjalanan kendaraan bermotor. Data yang didapatkan dikonversikan dalam data analog sehingga terlihat hubungan pengurangan BBM dengan kondisi jalan. Mendapatkan data konsumsi bahan bakar secara lebih akurat menjadi penting dilakukan agar didapatkan hubungan konsumsi BBM terhadap pola pemakaian motor beban jalan dan juga rolling resistansi.

II. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap yaitu : perancangan hardware, perancangan software, pengujian dan pengambilan data serta perhitungan dan analisa

A. Perancangan hardware

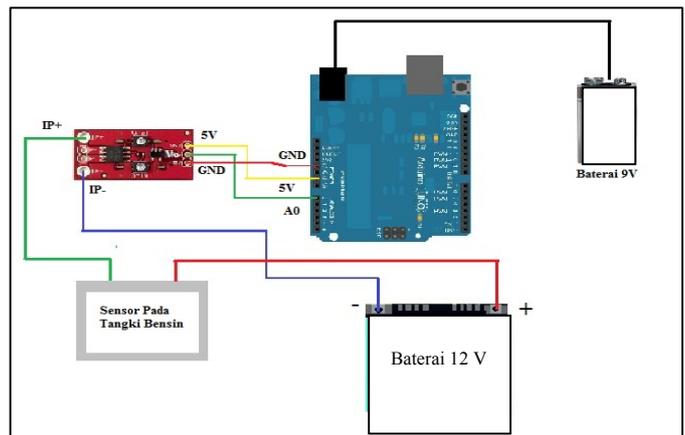
Di dalam tangki kendaraan bermotor, terdapat tangki bahan bakar. Pada tangki ini dipasang pelampung yang bergerak sesuai dengan level permukaan bahan bakar dalam tangki. Pelampung pada tangki terdiri dari dua bagian yaitu (1). Pelampung yang berada didalam tangki menyentuh permukaan bahan bakar, dan (2). Resistor variabel

Pelampung pada tangki motor akan naik ketika volume bahan bakar bertambah, dan akan turun ketika volume bahan bakar dalam tangki berkurang. Sementara itu resistensi variable atau potensiometer, dimana nilai hambatan akan berubah pada level tertentu sesuai dengan tinggi pelampung. Ketika pelampung bergerak ke atas, maka hambatan yang didapatkan akan semakin kecil, sebaliknya akan semakin besar jika pelampung bergerak ke bawah. Posisi pelampung akan menekan potensiometer, untuk kemudian diubah menjadi tegangan. Pembacaan tegangan akan sebanding dengan perubahan hambatan pada potensiometer. Namun karena perubahan permukaan BBM pada tangki relative kecil maka perlu sensor Low Current Sensor Breakout.

Low current sensor breakout adalah sensor yang dapat mengukur arus hingga 5A yang akurat untuk masukan AC maupun DC. Sensor ini sangat baik dalam pengukuran konsumsi daya keseluruhan sistem. Pada sensor low current sensor breakout kita dapat mengukur arus yang sangat kecil. Beberapa keuntungan dari low current sensor breakout:

- Error keluaran adalah 1,5 % pada suhu 25°C
- Dapat mengukur hingga 5 μ s
- Sensitifitas keluaran adalah 66 hingga 185 mV/A
- keluaran tegangan *offset* sangat stabil

Perancangan hardware sistem mendeteksi penurunan permukaan BBM pada tangki bahan bakar mobil dengan menggunakan Low Current Sensor Breakout berbasis Arduino. Pada perangkat sensor ini terdapat 5 kaki, dimana 3 dihubungkan ke Arduino yaitu GND, V0, dan +5V, dan 2 kaki lain yaitu IP+ dihubungkan ke pelampung bahan bakar pada tangki dan IP - di hubungkan menuju aki sepeda motor. Untuk sumber tegangan dari Arduino, diambilkan dari 9 V. Gambar rancangan LCSB dan arduino seperti pada Gambar 1.

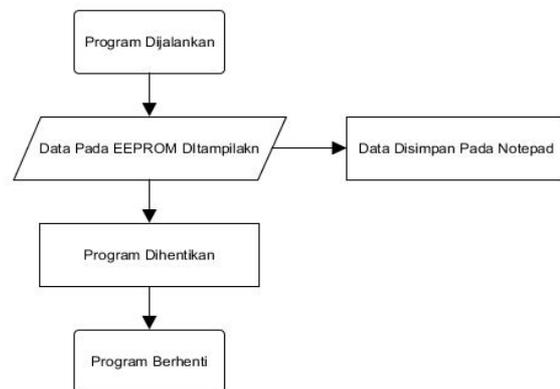


Gambar 1. Rancangan Hardware LCSB dan Arduino

B. Perancangan Software

Antar muka antara Arduino Uno dengan komputer/Central Processor Unit (CPU) menggunakan USB Connector. Papan board USB ini mengubah koneksi USB ke 5 volt Serial TX dan RX sinyal sehingga dapat terhubung antara CPU dengan Arduino dan dapat berkomunikasi. Hal ini didasarkan pada chip FTDI FT232RL dari driver disertakan dengan perangkat lunak Arduino

Program berjalan ketika baterai dipasang. Sistem berjalan dengan mengukur arus yang lewat pada sensor yang ada di tangki kendaraan bermotor. Untuk mendapatkan data konsumsi bahan bakar, data yang tersimpan di EEPROM di baca dengan menggunakan program Arduino. Diagram alir sistem penyimpanan data pada EEPROM seperti Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir EEPROM

Ketika program dijalankan baterai dipasang artinya motor sudah dihidupkan, maka perekaman data pengurangan energi dimulai saat itu. Sistem berjalan dengan mengukur arus yang lewat pada sensor yang ada di tangki kendaraan bermotor. Untuk mendapatkan data konsumsi bahan bakar, data yang tersimpan di EEPROM di read dengan menggunakan program Arduino.

Data arus yang terbaca dari sensor LCSB dikonversikan menjadi analog dan disimpan pada notepad.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran konsumsi bahan bakar kendaraan bermotor digunakan sepeda motor dengan spesifikasi sebagai berikut : motor jenis 4 tak, mesin 110 cc, matik dan data konsumsi BBM 50-55 km/jam. Jarak pengujian 13,7 km dari Bank Mandiri Jl. Bagindo Azizcan sampai ke Kampus Jurusan Teknik Universitas Andalas Padang. Keadaan jalan relatif lurus dengan melewati tiga trafir light. Gambar kondisi jalan seperti Gambar 3 berikut :



Gambar 3. Rute Pengujian

C. Pengukuran Kenaikan Nilai Low Current Sensor Breakout

LCSB dikalibrasi dengan penambahan bahan bakar sebanyak 200 ml terhadap hambatan sensor. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Table 1.

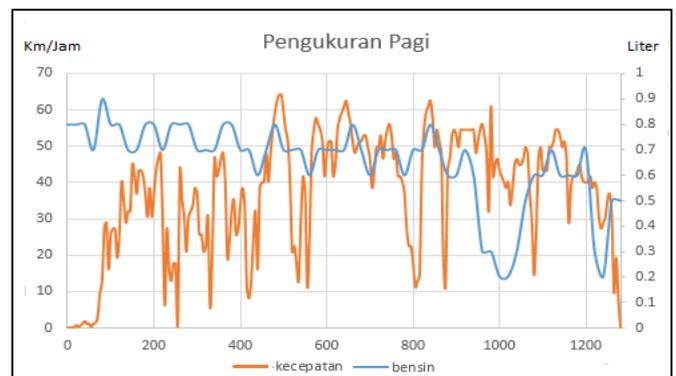
TABEL I. HASIL PENGKALIBRASIAN LCSB

No	Volume	Nilai Max	Nilai Min	Hambatan
1	0	615	611	120
2	100	610	606	120
3	200	605	601	110
4	300	600	596	110
5	400	595	591	100
6	500	590	586	100
7	600	585	581	100
8	700	580	576	95
9	800	575	571	95
10	900	570	566	95
11	1000	565	561	90
12	1100	560	556	90
13	1200	555	551	85
14	1300	550	546	85
15	1400	545	541	80
16	1500	540	536	80
17	1600	535	531	75
18	1700	530	526	75
19	1800	525	521	70
20	1900	520	516	70
21	2000	515	511	67

No	Volume	Nilai Max	Nilai Min	Hambatan
22	2100	510	506	64
23	2200	505	501	60
24	2300	500	496	60
25	2400	495	491	55
26	2500	490	486	52
27	2600	485	481	50
28	2700	480	476	46
29	2800	475	471	44
30	2900	470	466	41
31	3000	465	461	37
32	3100	460	456	35
33	3200	455	451	33
34	3300	450	446	30
35	3400	445	441	28
36	3500	440	436	25
37	3600	435	431	22
38	3700	430	426	19
39	3800	425	421	15
40	3900	420	416	12
41	4000	420	416	12
42	4100	420	416	12
43	4200	420	416	12
44	4300	420	416	12
45	4400	420	416	12

A. Hasil Pengukuran Konsumsi BBM

Dalam proses pengukuran konsumsi bahan bakar pada pagi hari, kondisi jalan tidak terlalu padat kendaraan berjalan lancar dan relatif cepat. Hasil pengukuran kecepatan dan konsumsi BBM didapatkan seperti pada grafik seperti Gambar 4.



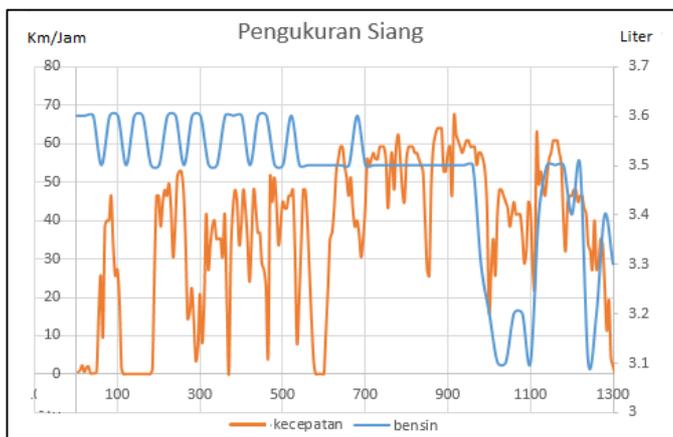
Gambar 4. Hasil Pengukuran Pagi

Dari grafik, bahwa kecepatan kendaraan yang telah diukur, yang memiliki kecepatan 0 km/jam yang sangat sedikit. Ini dikarenakan walaupun cukup ramai, akan tetapi, jalur yang dilewati tidak mengalami kemacetan, untuk konsumsi bahan bakar sendiri, terlihat pada grafik, bahwa, bahan bakar berkurang dari 0.8 liter menjadi 0.5 liter. Terlihat tiga kali kecepatan nol berarti hanya tiga kali terjadi pengereman. Dengan data ini dapat diperkirakan konsumsi bahan bakar motor mencapai adalah 45 km/liter. Sedangkan hasil perhitungan penurunan energi kinetik motor selama 1300 detik seperti pada Tabel 2.

TABEL II. HASIL PERHITUNGAN ENERGI KINETIK

No	Massa (kg)	Va (m/s)	Vb (m/s)	Energi Kinetik (kJ)
1	178	13.3	1.7	11.97584
2	178	17.7	5.7	12.816
3	178	11.5	3.1	6.27984
4	178	15.5	3.1	13.68464
5	178	14.2	3.1	10.96569
6	178	13.3	4.0	7.69761
7	178	10.2	2.6	5.14064
Ek total				68.56026

Untuk pengukuran konsumsi BBM motor pada saat siang hari dengan kondisi lalu lintas padat merayap, terjadi banyak pengereman dan kendaraan berjalan relatif lambat. Hasil pengukuran kecepatan dan konsumsi BBM didapatkan hasil seperti Gambar 5 berikut :



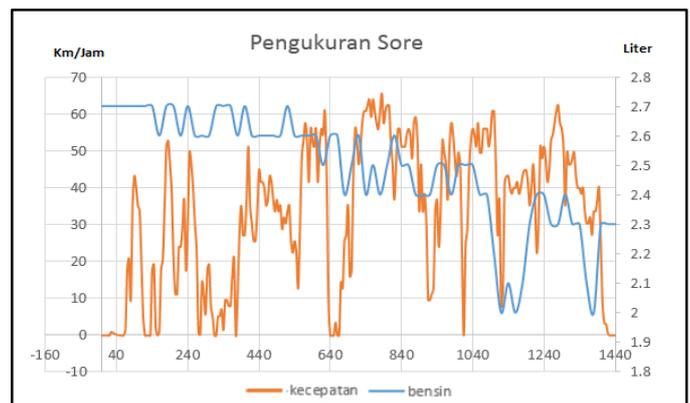
Gambar 5. Hasil Pengukuran Siang Hari

Pada siang hari terjadi lima kali pengereman dan motor berhenti pada detik 110 dan detik 598. Hasil perhitungan penurunan energi kinetik pada pengukuran siang hari seperti pada Tabel 3.

TABEL III. PERHITUNGAN ENERGI KINETIK

No	Massa (kg)	Va (m/s)	Vb (m/s)	Energi Kinetik (kJ)
1	178	12.8	0	14.58176
2	178	14.7	4	10.18961
3	178	11.5	0	11.77025
4	178	10.2	1.2	7.20900
5	178	13.3	2.2	10.96569
6	178	13.3	0	15.74321
7	178	14.7	7	5.27681
8	178	15.5	4.4	10.96569
Energi Kinetik Total				86.70202

Untuk pengukuran konsumsi BBM motor pada pengujian sore hari dengan kondisi jalan padat dan banyak pengereman didapatkan hasil seperti Gambar 6 berikut :



Gambar 6. Pengukuran Konsumsi BBM Sore Hari

Pada kondisi sore perhitungan penurunan energi kinetiknya seperti Tabel 4, berikut :

TABEL IV. PERHITUNGAN PENURUNAN ENERGI KINETIK

No	Massa (kg)	Va (m/s)	Vb (m/s)	Energi Kinetik (kJ)
1	178	12	0	12.816
2	178	14.6	3.1	11.77025
3	178	11.1	0.2	10.57409
4	178	16.8	2.6	17.94596
5	178	10.6	2.6	5.696
6	178	12.9	0	14.81049
7	178	10.2	2.2	5.696
8	178	11.1	0.9	9.25956
Ek Total				88.56835

B. Pengaruh Kemiringan Terhadap Hasil Pengukuran

Dalam proses pengukuran konsumsi bahan bakar ini, jalur yang dilewati bukanlah jalur datar, akan tetapi jalur yang terus menanjak, terutama ketika telah mencapai gerbang UNAND. Hal ini menyebabkan data pada saat menanjak memiliki jumlah bahan bakar lebih sedikit dibandingkan dengan kondisi akhir pengukuran. Kondisi ini membuat kita dapat berasumsi bahwa sudut kemiringan yang cukup besar dapat mempengaruhi pembacaan pada sensor.

Melencengnya pengukuran tidak lepas dari pelampung bahan bakar yang penulis gunakan. Ketika mendaki, bahan bakar akan berkumpul ke belakang, dan membuat pelampung bergerak ke bawah. Hal ini mengakibatkan sensor membaca dalam kondisi yang tidak ideal. Pengkalibrasian pada saat mendaki dapat dilihat pada table 4.

IV. KESIMPULAN

Pengukuran pada pagi hari adalah pengukuran yang tercepat, yaitu selama 1280 detik dibandingkan dengan siang hari yaitu 1300 detik dan sore hari selama 1460 detik. Energi kinetik pengereman paling sedikit 68,56 kJ pada pagi hari, kemudian pada siang hari 86.70202 kJ dan sore hari 88.56835 kJ. Sedangkan konsumsi bahan bakar pada pagi dan siang hari adalah 45 km/liter, sedangkan konsumsi bahan bakar pada sore hari adalah 33,75 km/liter.

Konsumsi BBM kendaraan dipengaruhi oleh kondisi hambatan (rolling resistance) jalan yaitu kepadatan lalu lintas,

kemacetan dan traffic light. Makin besar rolling resistance akan memperbesar konsumsi BBM kendaraan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Muhammad Nasir, “ Potret Kinerja Migas Indonesi”, Buletin Info Resiko Fiskal (IRF), Edisi 1, 2014
- [2] Williamson, S.S., Lukic, S.M & Emadi, A, “Modelling of a Battery Pack For Elektric Vehicles Using a Stochastic Fuzzy Neural Network”, Proseeding of Institute of Mechanical Engineering, Part D Jurnal of Automobile Engineering, vol 233, 27-35, 2009.
- [3] Wim van Dam, Peter Kleijewagt, Marnix Torreman and Gary Parsons, “The Lubricant Contribution to Improved Fuel Economy in Heavy Duty Diesel Engines”, SEA internasional by University of Leed, 2014
- [4] Zaini, “ Control Strategies for Blended Braking in Road Vehicles”, Disertasi, University of Bradford, 2012