

PERANCANGAN *ELECTRIC SYSTEM POWER SWITCH* PADA KENDARAAN *HYBRID* RODA DUA MENGUNAKAN MIKROKONTROLER ATMEGA 8535

Endi Permata¹, Alimuddin², Shandi Irawan³

¹ Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten

^{2,3} Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten
endipermata@untirta.ac.id¹, alimudyuntirta@yahoo.co.id², ndishandi@gmail.com³

Abstrak— Perkembangan teknologi dalam mencari energi alternatif saat ini telah banyak dilakukan dalam berbagai percobaan dan penelitian. Bidang otomotif menggunakan energi penggerak dari sumber bahan bakar fosil bumi yang menghasilkan polusi CO dan CO₂ dapat mempercepat pemanasan global. Negara-negara maju telah mengembangkan kendaraan yang mengurangi ketergantungan penggunaan bahan bakar dari bumi yang terbatas serta ramah lingkungan tanpa polusi dengan sumber utama yaitu energi listrik. Kendaraan listrik menyimpan energi listrik pada baterai sebagai sumber utama, sehingga memerlukan *monitoring* terhadap pemakaian tegangan dan arus baterai. Modul *power switch* berfungsi untuk mengatur kinerja pendistribusian pengisian baterai dari panel surya sebagai sumber tambahan pada kendaraan listrik dan menggunakan transistor 2N3904, relay sebagai switch. Sistem tersebut bekerja berdasarkan pengukuran tegangan dan arus dari baterai menggunakan mikrokontroler ATMEGA8535 sebagai pengendali dan pengolah data dengan hasil pengukuran ditampilkan pada LCD display. Batas aktif “switch ON” pada tegangan 46 Volt menghubungkan sumber dari panel surya ke baterai dan “switch OFF” pada tegangan baterai 48 Volt dengan % error rata-rata pengukuran sensor tegangan 0,22% dengan drop tegangan baterai 49–44 Volt. Pengukuran dengan sensor arus sebesar 28 Ampere dengan % error rata-rata pengukuran sebesar 8,85 % pada saat berjalan.

Kata kunci: *Power switch*, Sensor tegangan, Sensor arus, Mikrokontroler.

Abstrak—Technology development in looking for alternative energy recently had been done in various experiment and research. Automotive field used movement energy from fossil fuel source that was produced CO and CO₂ pollution can accelerate the process of global warming. Advanced

countries had been develop vehicle that reduce fuel dependence from the earth that was limited and friendly environment with no pollution by electrical energy as main source. Electric vehicle stored of electrical energy in batteries as primary source, so it needed monitoring battery of voltage and current consumption. The power switch module can be used to arrange distribution of battery charging performance from solar panel as additional sources in electric vehicle and using transistors 2N3904 and relays as switches. Those system worked based on measurement on voltage and current from the battery using microcontroller ATMEGA8535 as controller and data processor with measurement results will be displayed on the LCD display. Active limitation “switch ON” on Voltage 46Volt and connected the source from the solar panel to the battery and “switch OFF” on voltage 48 Volt with % error voltage sensor measurement average is 0,22% with batteries drop Voltage measurement is 49–44Volt. Measurement with current sensor is 28 ampere with % error measurement average is 8,85% on run.

Keywords : *Power switch, Voltage sensor, Current sensor, Microcontroller*

I. Pendahuluan

Perkembangan teknologi dalam mencari energi alternatif saat ini sangat banyak dilakukan dalam berbagai percobaan dan penelitian terutama kendaraan yaitu kendaraan listrik. Kendaraan listrik ini

menggunakan sumber tenaga listrik yang disimpan pada baterai untuk mensuplai ke bagian penggerak.

Saklar elektronika yang ideal dapat digambarkan seperti peralatan tiga terminal yaitu masukan, keluaran dan terminal kendali pada kondisi saklar ON/OFF. Konsep dari saklar (*switch*) terkontrol penuh yaitu dapat diaktifkan dan dinonaktifkan melalui terminal kontrol menggunakan karakteristik pensaklaran elektronika daya seperti BJT (*Bipolar Junction Transistor*) yang termasuk dalam klasifikasi jenis saklar elektronika yang disebut saklar daya (*Power Switch*).

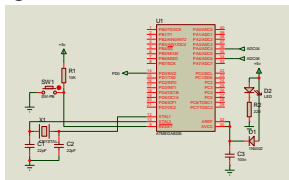
Perkembangan kendaraan listrik dan pemanfaatan karakteristik konsep pensaklaran elektronika daya dapat digunakan sebagai saklar otomatis yang menghubungkan sumber ke baterai. Dari permasalahan tersebut dibuat penelitian dan perancangan *power switch* berfungsi sebagai saklar daya yang menghubungkan sumber listrik dari panel surya ke baterai secara otomatis yang dikontrol oleh mikrokontroler sebagai kontrol terminal pensaklaran dan pengolah data dari sensor yang digunakan.

II. Metode Penelitian

A. Perangkat Keras (Hardware)

1. Sistem Minimum Mikrokontroler ATmega 8535

Sebagai dasar perancangan rangkaian dibuat sistem minimum sebagai pusat proses pengontrolan sistem *power switch*. Mikrokontroler, *running* dengan internal 1 MHz sebagai sumber detak (*clock*) dan eksternal 11.059200 MHz, *clock* mempengaruhi kecepatan mikrokontroler ATmega 8535 dalam mengeksekusi setiap perintah dalam program. Minimum sistem ini dibuat agar kompatibel dengan chip yang digunakan sebagai pengolah data yaitu dari produksi Atmel mikrokontroler atmega 8535.



Gambar 1. Sistem Minimum Mikrokontroler

2. Rangkaian Sensor Tegangan

Sensor tegangan ini dibuat dari beberapa resistor yang disusun secara seri terhadap tegangan sumber sehingga menjadi sebuah rangkaian pembagi tegangan. Besar nilai

pembagi tegangan ini tergantung dari nilai yang akan dijadikan sebagai input ke pin mikrokontroler.

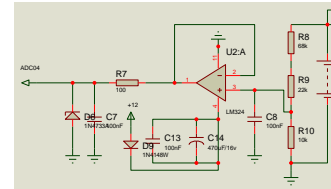
$$V_{out} = \frac{R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \times V_{in} \quad (1)$$

Dimana :

V_{out} : Tegangan keluaran pembagi (volt)

V_{in} : Tegangan masukan pembagi (volt)

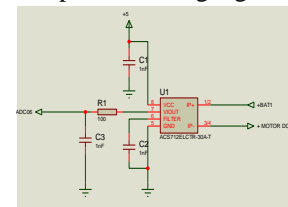
$R_{1,2,3}$: Nilai tahanan resistor (Ω)



Gambar 2. Rangkaian sensor tegangan

3. Rangkaian sensor arus

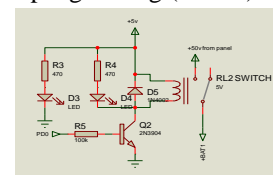
Sensor arus yang digunakan pada rangkaian *Power Switch* ini bertujuan untuk mengukur besar arus yang digunakan pada baterai. Sensor arus yang digunakan adalah jenis efek *hall* ACS712-30 A. ACS 712 ini memiliki prinsip kerja berdasarkan efek magnet akibat adanya arus yang mengalir, sehingga menghasilkan nilai arus yang tegak lurus dengan tegangan keluaran, sehingga besar arus yang terbaca pada sensor akan menghasilkan perubahan tegangan.



Gambar 3. Skematik sensor Arus

4. Rangkaian Driver Relay

Driver relay berfungsi sebagai pengontrol untuk menggerakkan relay yang dikontrol oleh mikrokontroler. Pada penelitian ini *driver* relay digunakan untuk menggerakkan relay sebagai saklar penghubung (*switch*).



Gambar 4. Rangkaian Driver Relay

B. Perangkat Lunak (Software)

1. CodeVision 2.05.3 Standard

CodeVision 2.05.3 Standard berfungsi untuk menuangkan algoritma-algoritma dalam bentuk *source code*

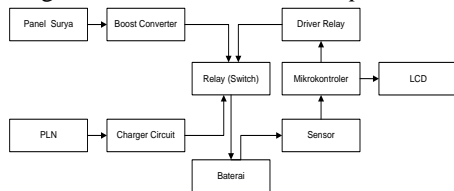
(kode-kode mesin), *CodeVision* ini umumnya menggunakan bahasa C untuk bahasa pemrogramannya dan *software* ini dilengkapi dengan berbagai menu yang membantu proses pembuatan listing program yang ditulis kemudian di *compile* dalam bentuk heksa (Hex) untuk kemudian dimasukkan ke dalam mikrokontroler dengan menggunakan downloader K-125 R, Dalam penelitian ini *CodeVision 2.05.3 standard* ini digunakan untuk menuliskan program pengolahan data pada sistem *power switch*.



Gambar 5. *CodeVision 2.05.3 Standard*

2. Perancangan Alat

Sub-bab ini membahas tentang perancangan *electric system power switch* pada kendaraan listrik roda dua. Berikut ini adalah diagram blok sistem kelistrikan *power switch* :



Gambar 6. Diagram blok sistem kelistrikan *power switch*

III. Hasil dan Pembahasan

A. Hasil perancangan Modul Electric System Power Switch

Perancangan *Electric Sistem Power Switch* pada penelitian ini terbagi menjadi dua bagian utama. Bagian pertama yaitu *hardware system power switch* dan bagian kedua adalah sistem *software* sebagai perancangan rangkaian dan pengolah data. Dalam perancangan ini terbagi dari beberapa bagian yang memiliki fungsi yang dijelaskan pada sub bab dibawah ini.



Gambar 7. Pengujian arus dengan *modul power switch*

Tabel 1. Hasil pengujian keputusan *switch* terhadap tegangan terukur

Tegangan terukur (Volt)	Status <i>switch</i> (NC)	Status <i>switch</i> (NO)
48.5	Off	Off
48.4	Off	Off
48.1	Off	Off
47.7	Off	On
47.4	Off	On
47	Off	On
46.3	Off	On
46	On	On
45.4	On	On
45.2	On	On
44.8	On	On
44.1	On	On

Tabel 1 menunjukkan pengujian terhadap keputusan *switch* terhadap tegangan terukur. Pengambilan data dengan cara tegangan dari baterai terhubung ke *variable resistor* 10kΩ, sehingga diperoleh perubahan tegangan Batas aktif *switch* kondisi NC (*normally close*) pada saat tegangan terukur 46 volt atau setara dengan 11,5 volt dan *switch* tidak aktif saat tegangan 48 volt atau setara 12 volt. Tegangan tersebut sesuai dengan logika pemrograman yang telah dibuat.

1. Pengujian Sensor Tegangan

Pengujian tegangan ini menggunakan sensor tegangan berfungsi mengukur tegangan pada baterai. Pengujian pada sensor tegangan berikut hasil pengukurannya :

a. Pengukuran tegangan secara perhitungan dan pengujian

Tabel 2. Pengukuran tegangan secara perhitungan dan pengujian

Perhitungan (Volt)	Pengujian (Volt)	% error
48.5	48.5	0.0
48.4	48.4	0.0
48.1	48.1	0.0
47.8	47.7	0.2
47.6	47.4	0.42
46.9	47	0.21
46.5	46.3	0.43
46.1	46	0.22
45.5	45.4	0.22
45.3	45.2	0.66
44.7	44.8	0.22

44.1	44.1	0.00
43.3	43.2	0.23
42.5	42.6	0
42.5	42.3	0.47
Rata-rata % error		0.22

623	3.01
630.2	3.11
691.2	3.33
815.7	4.07
899.9	4.33

b. Pengujian ADC terhadap tegangan Vout sensor

Tabel 3. Pengujian ADC terhadap tegangan Vout sensor

ADC	Vout sensor (Volt)	Tegangan Baterai (Volt)
992	4.86	48.5
990	4.85	48.4
983.9	4.82	48.1
975	4.79	47.7
970	4.75	47.4
961.5	4.7	47
948	4.66	46.3
941	4.62	46
929	4.56	45.4
924	4.54	45.2
911	4.48	44.8
902	4.42	44.1
883	4.34	43.2
867.6	4.26	42.6
866	4.26	42.3

Pada tabel 3 diperoleh hasil pengujian dan pengukuran nilai ADC terhadap tegangan Vout sensor. Tegangan Vout dari sensor adalah tegangan yang keluar nilai hasil keluaran pembagi tegangan masuk ke rangkaian penguatan tegangan dengan besar penguatan $A_v=1$ atau $V_{in}=V_{out}$ lalu masuk kedalam ADC mikrokontroler.

2. Pengujian Sensor Arus

Pengujian arus ini menggunakan sensor arus dengan tipe ACS712 dari *allegro* dengan kemampuan pengukuran maksimum ± 30 ampere dengan sensitivitas pengukuran sebesar 66mV/A.

• **Saat kendaraan berjalan**

Tabel 4. Pengujian nilai ADC terhadap Vout sensor

ADC	Vout Acs(V)
511.2	2.51
543.8	2.65
566.5	2.77
578.4	2.83
565.9	2.87
591.6	2.88
573.7	2.86
573.7	2.83
593.6	2.92

Hasil pengujian dan pengukuran pada tabel 4.4 nilai Vout dari sensor ketika bernilai 2,50 adalah ketika tidak ada arus yang terukur 0 Ampere sesuai *datasheet ACS712 Vcc/2* dengan nilai ADC.

Tabel 5. Pengukuran arus secara perhitungan dan pengujian terhadap Vout sensor

indikator Buzzer	Pengujian (Ampere)	Perhitungan (Ampere)	Vout Acs(Volt)	% error
Off	0.08	0.10	2.51	20.00
Off	2.43	2.22	2.65	9.46
Off	4.11	4.03	2.77	1.96
Off	4.99	4.93	2.83	1.22
Off	4.06	5.54	2.87	26.71
Off	5.97	5.69	2.88	4.92
Off	4.64	5.39	2.86	13.90
Off	4.64	5.39	2.83	13.90
Off	6.12	6.29	2.92	2.70
Off	8.29	7.62	3.01	8.79
Off	8.83	9.16	3.11	3.60
Off	13.3	12.48	3.33	6.57
Off	22.3	23.66	4.07	5.74
On	28.8	27.58	4.33	4.42
Total rata-rata % error				8.85

Dari hasil pengujian dan pengukuran yang didapat pada tabel 5 nilai Vout sensor dan di LCD dan teori secara pengujian memiliki nilai rata-rata error 8,85 %.

3. Pengujian keseluruhan modul power switch

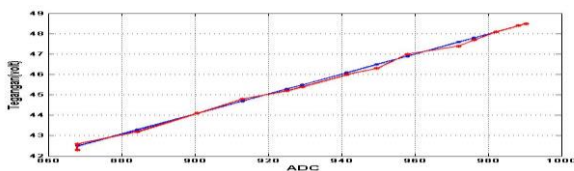
Tabel 6. Pengujian keseluruhan modul power switch jarak ± 200 meter

t(sekon)	% baterai	Teg. baterai (Volt)	Arus baterai (A)	Indikator Switch	Indikator buzzer
1	83	48.2	0.01	Off	Off
2	67	47	8.68	Off	Off
3	64	46.8	9.36	Off	Off
4	44	45.6	21.1	On	Off
5	30	44.8	25.1	On	Off
6	33	44.9	25.9	On	Off
7	40	45	25.4	On	Off
8	42	45	22.2	On	Off
9	45	45.5	19.5	On	Off
10	46	45.5	17.3	On	Off

11	77	47.7	0	On	Off
12	77	47.7	0	On	Off
13	78	47.8	0	On	Off
14	78	47.9	0	On	Off
15	30	44.9	26.9	On	Off
16	31	44.9	26.1	On	Off
17	33	44.9	26.7	On	Off
18	33	44.9	24.9	On	Off
19	32	44.9	24.3	On	Off
20	32	44.9	24.9	On	Off
21	27	44	23.6	On	Off
22	38	45	21.5	On	Off
23	33	44.9	23.3	On	Off
24	40	45	22.2	On	Off
25	43	45.6	16.9	On	Off
26	42	45.1	20.5	On	Off
27	72	47.2	0	On	Off
28	74	47.4	0	On	Off
29	74	47.4	0	On	Off
30	74	47.4	0	On	Off

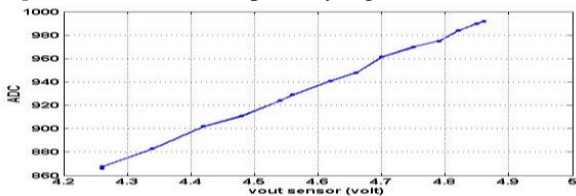
4. Grafik Pengujian Sensor Tegangan

Berikut ini adalah hasil pengukuran tegangan pada sensor.



Gambar 8. Grafik pengujian Tegangan terhadap nilai ADC

Pada gambar 8 adalah hasil grafik pengujian tegangan terukur terhadap hasil ADC. Pengukuran tegangan yang dilakukan adalah pengukuran secara teori dan menggunakan modul power switch. Dari hasil gambar 1 menunjukkan grafik perbedaan hasil pengukuran dengan garis grafik berwarna merah adalah Tegangan secara teori dan berwarna biru dengan modul power switch terhadap nilai yang dihasilkan ADC.



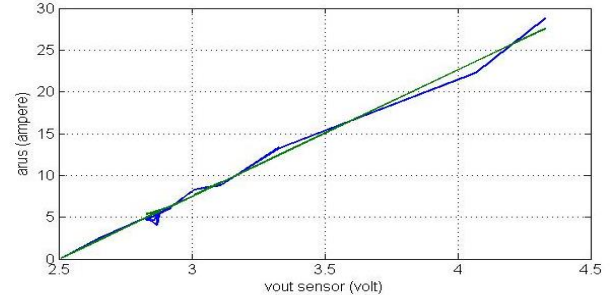
Gambar 9. Grafik pengukuran ADC di LCD terhadap Vout sensor

Pada gambar 9 adalah hasil grafik pengujian tegangan terukur Vout terhadap hasil ADC. Pengukuran tegangan yang dilakukan adalah pengukuran menggunakan multimeter pada

keluaran sensor dan menggunakan modul power switch untuk menampilkan nilai ADC.

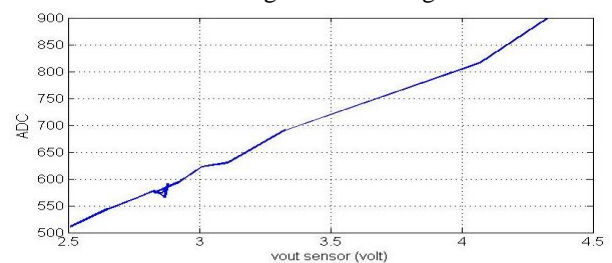
5. Grafik Pengujian Sensor Arus

• Pengujian saat kendaraan berjalan



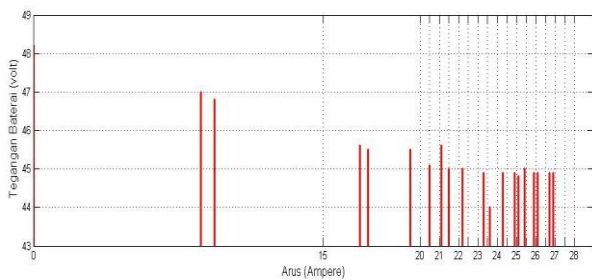
Gambar 10. Grafik Pengujian Arus terukur dan perhitungan terhadap Vout sensor

Pada Gambar 10 adalah grafik hasil pengujian antara arus terukur pada LCD dan multimeter. Dari hasil pengujian yang ditunjukkan pada (Tabel 5) terjadi perbedaan pengukuran antara nilai arus pada multimeter dengan grafik berwarna coklat dan arus terukur dengan modul dengan warna biru.



Gambar 11. Grafik Pengujian ADC terhadap Vout

Pada gambar 11 adalah hasil grafik pengujian nilai ADC tampilan di LCD 16 x 2 dan Vout sensor arus. Pengukuran tegangan yang dilakukan adalah pengukuran menggunakan multimeter pada keluaran sensor dan menggunakan modul power switch untuk menampilkan ADC. Dari hasil gambar 4.4 menunjukkan grafik hasil pengukuran dengan garis grafik berwarna biru adalah nilai ADC ditampilkan di LCD terhadap Vout sensor. perubahan nilai tegangan dari Vout sensor akan merubah nilai ADC, sehingga terjadi perubahan arus.



Gambar 12. Grafik Pengujian tegangan baterai terhadap arus dari baterai

Pada Gambar 12 adalah grafik pengujian tegangan dan arus yang digunakan oleh kendaraan saat berjalan dimana nilai tegangan pada baterai turun terhadap kenaikan arus.

iv. Kesimpulan

Hasil perancangan dan pembuatan sistem yang telah dilakukan pengujian, pengukuran dan analisa pada tugas akhir ini dapat memberikan suatu kesimpulan diantaranya adalah :

1. Perancangan *electric system power Switch* pada kendaraan listrik *hybrid* roda dua dapat *memonitoring* tegangan dan arus dari baterai pada LCD 16×2 saat kendaraan bergerak maupun keadaan diam dan status *switch* ON/OFF serta dapat menghubungkan antara sumber listrik dari panel surya dan *boost converter* sebagai tenaga *hybrid* ke baterai dengan memanfaatkan karakteristik komponen elektronika daya yaitu transistor BJT sebagai *power switch*/saklar daya serta *relay* sebagai *switch* penghubung menggunakan sistem pengolah data kontrol mikrokontroler ATmega 8535.
2. Sensor tegangan mampu mengukur tegangan baterai sebesar ± 49 volt pada kendaraan listrik *hybrid* roda dua dan memiliki nilai rata-rata kesalahan/*error* pembacaan dengan cara membandingkan pengukuran antara hasil sensor tegangan dan alat ukur sebesar 0,22 %.
3. Sensor arus mampu mengukur penggunaan arus sebesar ± 30 ampere dari baterai oleh motor listrik dan memiliki nilai rata-rata kesalahan/*error* pembacaan dengan cara membandingkan pengukuran antara hasil sensor arus dan alat ukur sebesar 14,84 % pada saat kendaraan tidak bergerak dan 8,85% pada saat kendaraan bergerak.

Daftar Pustaka

- [1] Hidayat, Taufik. 2012. *Rancang Bangun Sistem Power Control Pada Mobil Listrik ZEC-01 dengan*

Menggunakan Logic Solver. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

- [2] Aldino, B. A-S. 2011. *Purwarupa Power Control Pada Electronic Power System Untuk Monitoring Power Charging/Discharging Baterai*. Jurnal IJEIS.
- [3] Bejo, A. C dan AVR *Rahasia kemudahan Bahasa C Dalam Mikrokontroler 8535*. 2008, Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [4] Winoto, A. *Mikrokontroler AVR ATmega 8/32/16/8535 Dan Pemrogramannya Dengan Bahasa C Pada WnAVR.2008*. Bandung : Informatika.
- [5] Atmel. *ATmega 8535 Data sheet*. 2006, United State America : Orchard Parkway.
- [6] Agung Wahana, A. Grummy. 2013. *Rancang Bangun Sistem Kelistrikan Body pada Mobil Listrik Garuda UNESA*. Universitas Negeri Surabaya. Surabaya.
- [7] Malvino, A.P. *Prinsip-prinsip Elektronik edisi ke 2*. Alih bahasa Gunawan, Hanapi. Jakarta : Erlangga.
- [8] Jr, W H-H., & Kemmerly, J.E. (-). *Rangkaian Listrik Jilid 1 Edisi ke 4*. Alih bahasa Silaban, Pantur. Jakarta : Erlangga.
- [9] Honey well, Inc. 2004. "*Hall Effect Sensing and Application*". Illinois, USA.
- [10] Rohman, Y. A. Budikarso & H. Amran D.2009. *Rancang Bangun Sistem Pengukuran Arus Berbasis Mikrokontroler ATmega 8535*.
- [11] Ario Wibawa. 2012. *Analisis Konsumsi Energi Menggunakan Profil Kecepatan Pada Kendaraan Listrik*. Universitas Indonesia. Depok.
- [12] Jovendra, Heru. 2012. *Rancang Bangun Kendaraan Listrik Dengan Memanfaatkan Potensi Sel Surya*. Universitas Indonesia. Depok.