

Jurnal *Rekayasa Elektrika*

VOLUME 14 NOMOR 3

Desember 2018

Sistem Portable Dashboard Berbasis Android untuk Mobil Listrik

167-173

Bambang Sumantri, Anggita Abimayu, dan Ni'am Tamami

JRE	Vol. 14	No. 3	Hal 145–220	Banda Aceh, Desember 2018	ISSN. 1412-4785 e-ISSN. 2252-620X
-----	---------	-------	-------------	------------------------------	--------------------------------------

Sistem Portable Dashboard Berbasis Android untuk Mobil Listrik

Bambang Sumantri, Anggita Abimayu, dan Ni'am Tamami
Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Kampus PENS Jl. Raya ITS Sukolilo, Surabaya 60111
e-mail: bambang@pens.ac.id

Abstrak—Dalam pengembangannya, banyak hal yang harus diperhatikan agar mobil listrik dapat menjadi kendaraan ramah lingkungan yang layak dipakai oleh publik, salah satunya adalah sistem antarmuka. Panel instrumen kendaraan bermotor (*dashboard*) adalah perangkat antarmuka yang menghubungkan pengemudi dengan sistem kelistrikan dan mekanik kendaraan. Dalam penelitian ini dikembangkan sebuah sistem *dashboard* untuk menampilkan informasi mengenai aspek kelistrikan pada mobil listrik. Sistem dashboard dikemas dalam smartphone berbasis Android yang diletakkan pada bagian *steering* mobil menggunakan transmisi *bluetooth*. Sistem yang dibuat bersifat *portable* dan *universal* pada semua smartphone Android, sehingga dengan adanya sistem ini pengemudi dapat memantau kondisi kelistrikan secara mudah dan nyaman. Parameter yang ditampilkan berupa tegangan dan kapasitas baterai, konsumsi arus, kecepatan putar motor BLDC, suhu motor, suhu baterai, kecepatan mobil, dan konsumsi energi. Sistem yang dibuat ini menghasilkan nilai pembacaan tiap parameter, dan telah dibandingkan dengan alat ukur terstandar dengan error rata-rata 0,38% untuk sensor tegangan, 1,06% untuk sensor arus, 1,21% dan 2,98% untuk sensor suhu, 0,07% untuk sensor kecepatan dan penggunaan metode *coulomb counting* untuk pembacaan nilai *state of charge* (SoC) menghasilkan rata-rata error 1,57%. Pengujian nilai akhir konsumsi energi pembacaan alat terhadap wattmeter buatan pabrik memiliki selisih error rata-rata 1,69 %.

Kata kunci: *mobil listrik, instrumentasi, dashboard portabel, state of charge baterai, Android*

Abstract— In the development of an electric car, many things should be considered for making it an environmentally friendly vehicle and therefore it is suitable for public use, one of them is the dashboard system. A dashboard is an interface device that connects the driver with the electrical and mechanical systems of the vehicle. In this study a dashboard system was developed to display information about electrical aspects of electric cars. The dashboard system is packaged in an Android-based smartphone that is placed on the steering wheel of the car using Bluetooth transmission. The system that is made is portable and universal on all Android smartphones so that with this system the driver can monitor the electrical condition easily and conveniently. The parameters displayed are battery voltage and capacity, current consumption, BLDC motor rotational speed, motor temperature, battery temperature, car speed and energy consumption. This system creates a reading value for each parameter that corresponds to the ratio of the standardized measuring instrument with an average error of 0.38% for the voltage sensor, 1.06% for the current sensor, 1.21% and 2.98% for the temperature sensor, 0.07% for the speed sensor and the use of the coulomb counting method for reading the state of charge (SoC) value produces an average error of 1.57%. By comparing the value of energy consumption reading with a standard wattmeter, we obtained an average difference of 1.69%.

Keywords: *electric cars, instrumentation, portable dashboards, state of battery charge, Android*

Copyright © 2018 Jurnal Rekayasa Elektrika. All right reserved

I. PENDAHULUAN

Ketersediaan fosil sebagai sumber bahan baku utama bahan bakar mesin *gasoline* semakin lama semakin menipis. Peningkatan jumlah manusia akan meningkatkan mobilisasi dengan menggunakan kendaraan. Peningkatan volume kendaraan yang semakin meningkat akan menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan sekitar yaitu semakin tercemarnya udara dan meningkatkan pemanasan global akibat dari penggunaan bahan bakar fosil pada mesin *gasoline* [1]. Transformasi kendaraan dengan mesin *gasoline* menjadi kendaraan dengan mesin

listrik merupakan langkah yang tepat untuk mengurangi pencemaran udara dan pemanasan global yang semakin meningkat. Salah satu yang menjadi concern saat ini adalah pengembangan mobil listrik. Terdapat banyak hal yang perlu dikembangkan agar mobil listrik dapat menjadi kendaraan ramah lingkungan yang layak dipakai oleh publik salah satunya adalah sistem interface.

Agar sebuah mobil listrik dapat bekerja dengan baik, maka dibutuhkan suatu sistem untuk memonitoring kinerja sebuah mobil listrik (*dashboard*). Namun dalam perkembangannya, sistem *dashboard* konvensional saat ini mayoritas masih bersifat mekanis dan analog. Hal

ini menyebabkan tingkat fleksibilitasnya rendah, sulit untuk mengubah dan meng-*upgrade* ulang panel-panel instrumennya [2]. Migrasi penggunaan berbasis analog menjadi digital sangat diperlukan. Dalam penelitian ini, dirancang sebuah sistem *dashboard* digital berbasis mikrokontroler dan Android. Sistem yang dibuat dapat memantau tegangan dan kapasitas baterai, arus, daya, kecepatan, dan konsumsi energi. *Interface* atau tampilan dari sistem yang dirancang ditampilkan pada sebuah smartphone yang dipasang pada *dashboard* mobil. Maka dari itu sistem ini dibuat untuk memudahkan dalam hal monitoring dan dapat diaplikasikan di berbagai jenis kontrol dan kelistrikan mobil listrik. Sistem *dashboard* ini telah diuji-cobakan pada purwarupa mobil listrik CHAPENS.

II. STUDI PUSTAKA

A. Battery Monitoring System (BMS)

Baterai berjenis Lithium Ion notabene digunakan di hampir setiap mobil listrik [3]. Karakteristik baterai Lithium-Ion mengharuskan adanya sebuah sistem manajemen dan monitoring serta pengaman sehingga jika terjadi hal-hal yang tidak diinginkan tidak membahayakan dari mobil listrik tersebut [3], [4]. *Driver* juga harus mengerti karakteristik alamiah dari *battery* yang digunakan pada mobil listrik tersebut. Tanpa konfigurasi dan pemahaman yang baik, sistem BMS tidak bisa mengkondisikan baterai dengan baik pada daerah kerja amannya [4]. Artinya, BMS tidak bisa melakukan manajemen dan monitoring baterai secara baik dengan parameter-parameter yang salah. Maka, perancangan sistem BMS harus memperhatikan seluruh aspek kelistrikan pada mobil listrik. Kemajuan teknologi terkini dan perbaikan dalam proses pembuatan baterai telah mengubah pendapat umum tentang kendaraan listrik dan saat ini kemungkinan untuk menggunakan mobil menjadi sangat menarik bagi konsumen dan perusahaan produsen mobil [5].

B. Dashboard System

Perancangan sistem *dashboard* mengacu pada empat step secara berurutan [6], yaitu: mengidentifikasi permasalahan pada *dashboard*, menyusun rancangan meliputi masalah klarifikasi dan faktor internal external, menentukan dimensi dari *dashboard* itu sendiri, dan memilih rancangan konsep *dashboard*. Pengembangan sistem *dashboard* mobil listrik yang dilakukan oleh Jia dan Chien menghasilkan sebuah sistem untuk memantau aspek mekanik dari mobil seperti, kecepatan, pengereman, jarak, status baterai, dan sistem kemudi [7]. Tujuan dari pengembangan ini adalah fokus pada aspek mekanik sehingga pengendara dapat mengantisipasi hal yang tidak diinginkan dan agar selamat dalam berkendara dan konsep dari smart and safe vehicle dapat tercapai [7], [8].

Fokus lain yang juga dikembangkan yaitu tampilan pengguna dan transmisi data untuk dapat memantau hal

Tabel 1. Estimasi nilai SOC dan AH Baterai Li-Ion [13]

Tegangan (V)	SOC(%)	AH
11,	0	0
12	6	0,25
12,5	38	1,5
13	69	2,75
13,5	100	4

atau parameter yang penting dalam sebuah mobil listrik [9]. Hal yang umum dan telah dilakukan adalah mengirimkan data sensor ke *Personal Computer* (PC) [9], [10]. Data yang dikirimkan harus bersifat *real-time* sehingga *user* dapat mengetahui apa yang terjadi pada mobil listrik tersebut. Sistem telemeteri merupakan salah satu metode yang dipakai untuk mengirimkan data dari mobil listrik kepada pengguna di sisi lain dari mobil [10]. Untuk menjadikan sistem ini *portable*, penggunaan protokol bluetooth dan aplikasi berbasis Android menjadi solusi agar driver dapat dengan mudah memantau kondisi yang terjadi pada mobil listrik. Penggunaan aplikasi *dashboard* berbasis Android dirancang untuk dapat menggantikan peran *dashboard* konvensional dan menyediakan interaksi yang lebih interaktif kepada pengemudi [2]. Selain itu, melalui aplikasi *dashboard* ini, akan lebih mudah untuk dikembangkan sebagai sistem monitoring jarak jauh dari mobil listrik melalui jaringan internet atau sistem cloud seperti yang dikembangkan pada referensi [5], [11], [12].

C. State of Charge Baterai Li-Ion

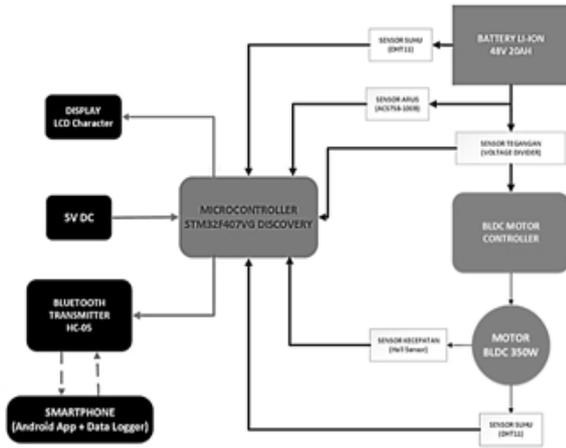
1. Open Circuit Voltage

Baterai Li-Ion membutuhkan nilai SOC (*State of Charge*) sebagai manajemen untuk memperpanjang *lifetime* dari baterai [13], [14], [15], [16]. Untuk menentukan nilai kapasitas (*State of Charge*) dari baterai, ada banyak metode untuk menentukannya salah satunya adalah metode *Open Circuit Voltage* (OCV). OCV merupakan cara untuk menentukan SOC baterai dengan berdasarkan nilai tegangan baterai dan kondisi terbuka atau tanpa beban [14], [15], [17].

Keluaran dari metode OCV adalah berupa nilai estimasi *state of charge* baterai Li-Ion yang dapat digunakan sebagai acuan untuk pengukuran kapasitas baterai. Tabel 1 merupakan estimasi SOC dan AH untuk baterai Li-Ion 12V.

2. Coulomb Counting

Metode coulomb counting merupakan salah satu metode yang banyak dipakai untuk mendapatkan nilai SOC pada baterai. Kelebihan metode ini adalah presisi, mudah diterapkan, akurasi dan *error* hanya dari faktor sensor yang digunakan [14]. Metode ini memanfaatkan nilai dari konsumsi arus dan kapasitas total dari baterai [13], [14], [17]. Persamaan coulomb counting untuk menentukan nilai SOC pada saat kondisi charging ditunjukkan oleh persamaan (1). dimana merepresentasikan nilai SOC awal, adalah konsumsi arus dari baterai dan adalah kapasitas nominal baterai.



Gambar 1. Blok diagram sistem

$$SOC = SOC(t_0) + \frac{\int_{t_0}^{t_0+\tau} I_{bat} \Delta \tau}{Q_{rate}} * 100. \tag{1}$$

Sedangkan untuk kondisi discharging ditunjukkan dengan persamaan (2).

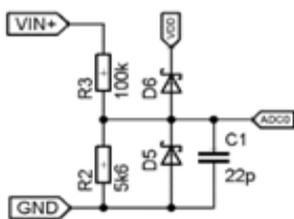
$$SOC = SOC(t_0) - \frac{\int_{t_0}^{t_0+\tau} I_{bat} \Delta \tau}{Q_{rate}} * 100. \tag{2}$$

III. DESAIN SISTEM

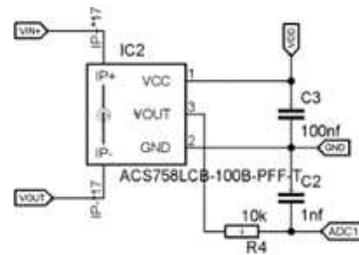
Sistem yang dirancang pada penelitian ini menggunakan mikrokontroler ARM-Cortex based yaitu STM32F407VG. Mikrokontroler menerima data dari sensor-sensor yang digunakan yang meliputi pembagi tegangan untuk sensor tegangan, ACS758-100B untuk sensor arus, DHT11 untuk sensor suhu yang diletakkan pada baterai dan motor, dan memanfaatkan Hall Effect Sensor internal motor BLDC untuk sensor kecepatan. Selanjutnya data yang didapat akan ditampilkan pada LCD character dan dikirimkan ke perangkat smartphone dengan bluetooth sebagai media trasmisinya. Aplikasi Android yang dirancang memiliki user interface yang informatif dan memiliki fitur data logger untuk menyimpan hasil monitoring. Gambar 1 merupakan blok diagram keseluruhan sistem.

A. Sensor Tegangan

Sensor tegangan menggunakan rangkaian pembagi tegangan. Gambar 2 merupakan skematik rangkaian pembagi tegangan.



Gambar 2. Rangkaian sensor tegangan



Gambar 3. Rangkaian sensor arus

Keluaran dari sensor tegangan ini akan dibaca ADC yang memiliki resolusi 12-bit. Tegangan referensi ADC Mikrokontroler STM32F407VG adalah 3,3V, maka output sensor pembagi tegangan tidak lebih dari 3,3V. Persamaan (3) menunjukkan perhitungan nilai resistor dan tegangan keluaran sensor.

$$V_{adc} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} * V_{input}. \tag{3}$$

Jika tegangan yang dikehendaki adalah 54V dan nilai resistor pada R2 adalah 5k6 ohm dan R1 adalah 100k ohm, maka:

$$V_{adc} = \frac{5k6}{100k + 5k6} * 54 = 2,86 \text{ Volt}$$

B. Sensor Arus

Sensor arus menggunakan IC ACS758-100B yang kemudian nilai ADC dibaca oleh mikrokontroler. Gambar 3 adalah rangkaian sensor arus.

ACS758-100B merupakan tipe Bidirectional dimana untuk menentukan nilai tegangan keluaran IC ketika arus yang mengalir adalah sama dengan nol (Quiescent output voltage) adalah berdasarkan persamaan (4) yaitu:

$$V_{out(Q)} = \frac{V_{cc}}{2}. \tag{4}$$

Jika Vcc yang dipakai adalah 3,3V, maka:

$$V_{out(Q)} = 1,65 \text{ Volt}.$$

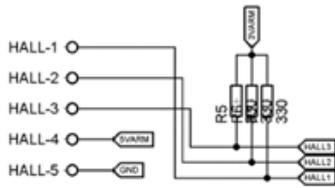
Dapat diketahui nilai zero offset dari ACS758-100B dengan menggunakan persamaan (5).

$$Zero \text{ Offset} = \frac{2^n}{V_{ref}} * V_{out(Q)}. \tag{5}$$

Sebagaimana diketahui bahwa 2ⁿ adalah nilai resolusi ADC yaitu 12bit, V_{ref} merupakan tegangan referensi yang dipakai yaitu 3,3V dan V_{out(Q)} adalah Quiescent Output Voltage yang didapatkan dari persamaan (4). Dapat dihitung nilai zero offset dari sensor arus sebagai berikut:

$$Zero \text{ Offset} = \frac{4096}{3,3} * 1,65 = 2048.$$

ACS758-100B mempunyai nilai sensitifitas 20mV/A, sehingga kalibrasi pembacaan nilai arus dapat dilakukan dengan menggunakan persamaan (6) dimana I_m adalah arus yang terukur oleh sensor, Zero Offset didapatkan dari



Gambar 4. Rangkaian pull-up pembacaan hall effect sensor

persamaan (5) dan *Sensitivity* adalah 20mV/A.

$$I_m = \frac{(ADC - ZeroOffset) * \left(\frac{V_{ref}}{2^n}\right)}{\left(\frac{V_{cc}}{5}\right) * Sensitivity} \tag{6}$$

C. Sensor Kecepatan

Sensor kecepatan didesain dengan memanfaatkan *hall effect sensor* internal dari motor BLDC. Dibutuhkan rangkaian *pull-up* untuk membaca sinyal masukan dari *hall effect sensor*. Gambar 4 merupakan rangkaian *pull-up hall effect sensor* menggunakan resistor 330 ohm.

Untuk masukan ke mikrokontroler melalui pin *External Interrupt* (EXTI) berupa sinyal dari hall effect sensor internal motor BLDC. Jumlah *pole* dalam motor BLDC 1KW berjumlah 23, sehingga rumus untuk mendapatkan kecepatan dari metode perhitungan *hall effect* menggunakan persamaan (7) dimana N_{count} , pembacaan *hall effect* dan N_{pole} adalah jumlah kutub.

$$RPM = \frac{N_{count} * 60}{N_{pole}} \tag{7}$$

D. Sensor Suhu

Sensor suhu dipakai untuk mengukur suhu baterai dan suhu motor BLDC. Sensor suhu yang dipakai adalah DHT11. Jenis komunikasi yang digunakan untuk mengakses DHT11 dengan mikrokontroler adalah *OneWire*. Gambar 5 merupakan sensor DHT11 untuk baterai (a) dan motor BLDC (b).

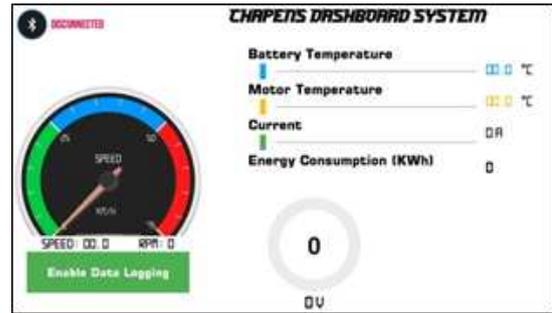
E. User Interface

Untuk menampilkan semua hasil pembacaan sensor mobil listrik yang ditransmisikan melalui *bluetooth*, dibuat aplikasi Android dengan menggunakan *web-based android programming* yaitu APP Inventor. Bagian aplikasi terdiri dari 8 bagian utama yang ditunjukkan Gambar 6.



(a) (b)

Gambar 5. (a) DHT11 pada baterai, (b) DHT11 pada motor BLDC



Gambar 6. User interface aplikasi Android

- Bluetooth Setting untuk menghubungkan aplikasi dengan *hardware*
- Speedometer Gauge untuk menampilkan kecepatan putar motor BLDC dan kecepatan mobil
- Indikator suhu baterai
- Indikator suhu motor BLDC
- Indikator arus yang dikonsumsi
- Indikator konsumsi energi mobil listrik
- Indikator kapasitas & tegangan baterai
- Fitur data logger untuk menyimpan hasil monitoring

IV. HASIL PENGUJIAN SISTEM

Pengujian sistem dilakukan dengan mengintegrasikan *hardware* pada mobil listrik dan *smartphone* pada *steering* mobil listrik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7. Sistem *hardware* diujikan untuk mengetahui karakteristik sensor yang digunakan. Hasil pengujian dibandingkan dengan alat ukur standar sehingga dapat dilihat nilai *error* dari pembacaan sensor. Alat yang digunakan sebagai pembanding adalah:

Alat ukur arus, tegangan dan energi digunakan ScopeCorder Yokogawa tipe DSO DL850.

Alat ukur kecepatan putar motor digunakan photo/contact tachometer Lutron Model: DT-2268.

Alat ukur temperature digunakan thermometer infrared Fluke tipe 62-Max.

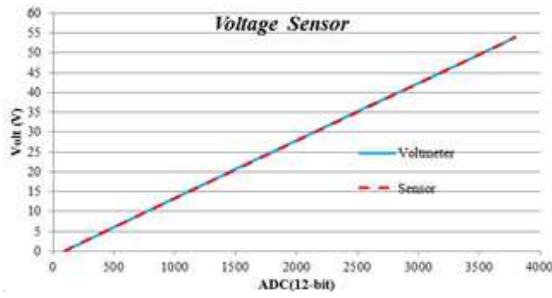
A. Sensor Tegangan

Nilai ADC 12 bit yang terbaca di-sampling sebanyak 1000 kali per detik agar pembacaan lebih stabil dan presisi. Gambar 8 merupakan kurva perbandingan pembacaan nilai tegangan antara sistem dengan multimeter digital. Sistem memiliki *error* terbesar sekitar 3,5% dan tidak melebihi 5% seperti ditunjukkan pada Gambar 9 dan *error*

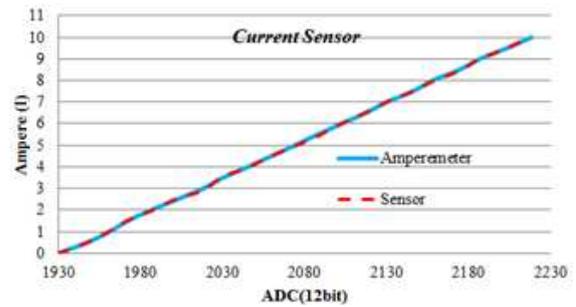


(a) (b)

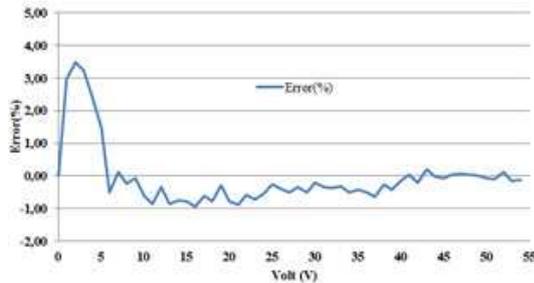
Gambar 7. (a) Integrasi hardware pada mobil listrik, (b) Penempatan smartphone pada steering mobil



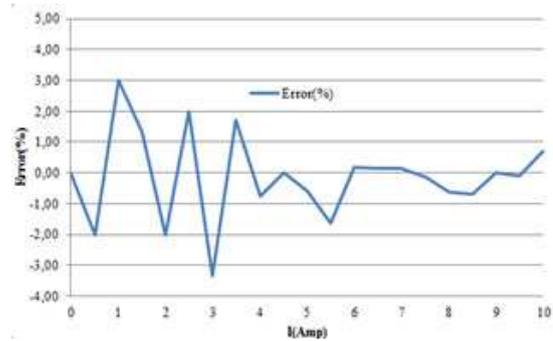
Gambar 8. Grafik perbandingan sensor tegangan



Gambar 12. Grafik perbandingan sensor arus



Gambar 9. Grafik error pembacaan sensor tegangan

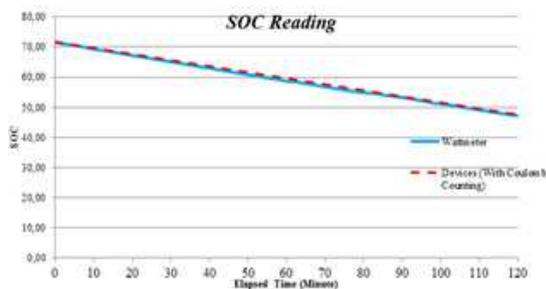


Gambar 13. Grafik error pembacaan sensor arus

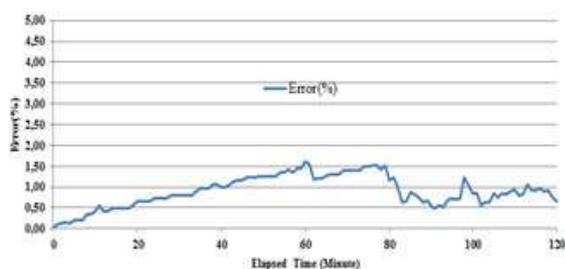
rata-rata dari keseluruhan percobaan adalah sebesar 0,38% sehingga disimpulkan bahwa sensor tegangan berfungsi dengan baik untuk mendeteksi tegangan baterai dari mobil listrik.

B. SOC Baterai

Sistem ini dibangun dengan menerapkan persamaan (1) dan (2), serta diujikan dengan penggunaan beban motor BLDC selama 120 menit. Gambar 10 merupakan perbandingan hasil pembacaan nilai SOC antara wattmeter buatan pabrik dan sistem yang dibuat. Gambar 11 menunjukkan error dari sistem. Sistem memiliki error rata-rata sebesar 1,57%. Nilai error disebabkan karena nilai SOC pada baterai didapatkan dari tabel estimasi serta



Gambar 10. Grafik perbandingan pembacaan SOC baterai



Gambar 11. Grafik error pembacaan SOC baterai

wattmeter melakukan pembacaan setiap 12 detik.

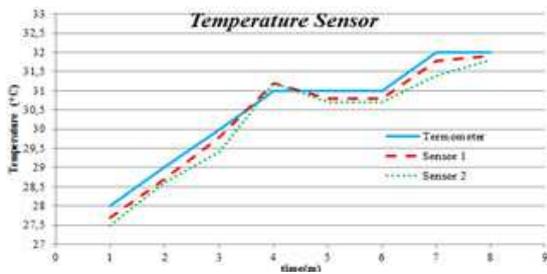
C. Sensor Arus

Keluaran dari sensor arus dibaca oleh ADC 12 bit yang di-sampling sebanyak 1000 kali per detik agar pembacaan lebih stabil dan presisi. Gambar 12 merupakan kurva perbandingan pembacaan nilai arus antara sistem dengan amperemeter. Sistem memiliki error tidak melebihi 5% seperti ditunjukkan pada Gambar 13 yaitu rata-rata error dari keseluruhan percobaan adalah sebesar 1,06%. Hal ini disebabkan oleh sensor arus yang dipakai memiliki sensitivitas yang kecil yaitu 20mV/A. Semakin tinggi nilai ampere yang terbaca, semakin kecil error yang didapat karena sensor arus ACS758-100B dirancang dan digunakan untuk mendeteksi arus besar.

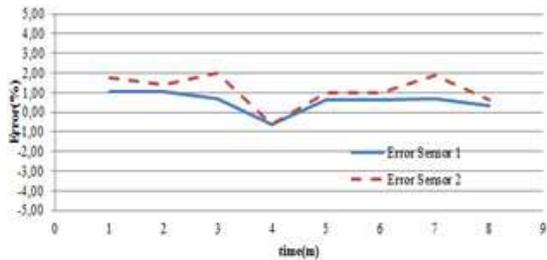
D. Sensor Suhu

Pengujian sensor suhu dilakukan dengan cara mengukur suhu pada ruangan yang sama untuk kedua sensor kemudian membandingkan hasil pembacaannya dengan termometer. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik sensor yang digunakan agar dapat berfungsi dengan baik untuk mengukur suhu pada motor BLDC dan baterai mobil listrik.

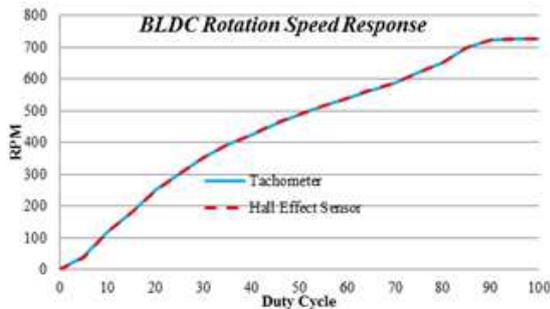
Gambar 14 merupakan perbandingan hasil pembacaan suhu antara DHT11 dan termometer. Gambar 15 menunjukkan error dari masing-masing sensor dengan error tidak melebihi 2% yang artinya kedua sensor suhu dapat mengukur suhu dengan baik. Sensor suhu akan digunakan untuk mengukur suhu pada motor BLDC dan baterai.



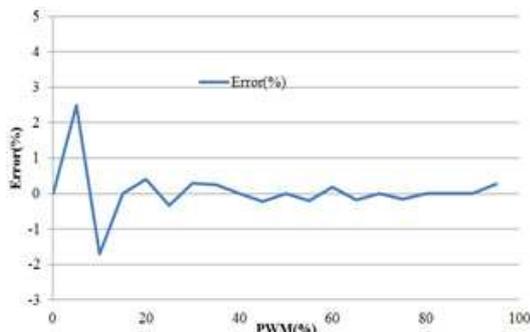
Gambar 14. Grafik perbandingan sensor suhu



Gambar 15. Grafik error pembacaan sensor suhu



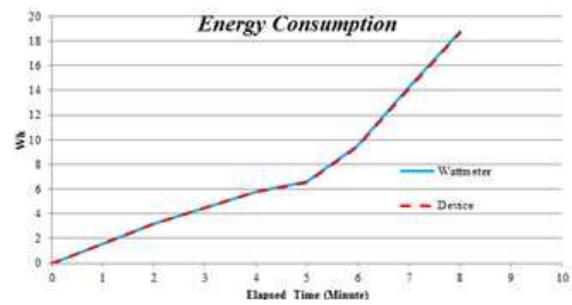
Gambar 16. Grafik perbandingan sensor kecepatan



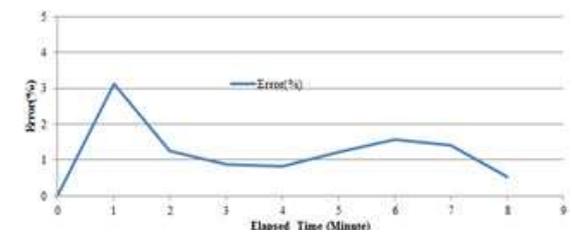
Gambar 17. Grafik error pembacaan sensor kecepatan

E. Sensor Kecepatan

Gambar 16 merupakan grafik perbandingan hasil pembacaan kecepatan putar motor BLDC antara sistem tachometer. Dapat terlihat bahwa nilai kecepatan putar motor BLDC berbanding lurus dengan besar perubahan duty cycle. Data pembacaan nilai RPM yang ditampilkan pada alat/smartphone memiliki selisih *error* yang sangat kecil tidak melebihi 3% seperti yang ditunjukkan pada Gambar 17. Rata-rata *error* dari keseluruhan pengujian senilai 0,07%.



Gambar 18. Grafik perbandingan pembacaan konsumsi energi



Gambar 19. Grafik error pembacaan konsumsi energi

F. Konsumsi Energi

Pengujian yang dilakukan adalah dengan memasang seri antara wattmeter buatan pabrik dan sistem yang dibuat. Kemudian mobil listrik dijalankan dengan kecepatan konstan. Gambar 18 merupakan grafik perbandingan hasil pembacaan konsumsi energi mobil listrik selama 8 menit antara sistem dengan wattmeter buatan pabrik. Hasil pembacaan nilai konsumsi energi antara alat dan wattmeter memiliki rata-rata *error* sebesar 1,69%, seperti ditunjukkan pada Gambar 19. *Error* yang terjadi karena pembacaan wattmeter pabrik memiliki jeda 12 detik untuk menampilkan hasil pembacaan konsumsi energi.

V. KESIMPULAN

Sistem yang dibuat ini menghasilkan nilai pembacaan tiap parameter yang sesuai dengan perbandingan terhadap alat ukur terstandar dengan *error* rata-rata 0,38% untuk sensor tegangan; 1,06% untuk sensor arus; 1,21% dan 2,98% untuk sensor suhu; 0,07% untuk sensor kecepatan; dan penggunaan metode coulomb counting untuk pembacaan nilai kapasitas baterai (state of charge) menghasilkan rata-rata *error* 1,57%. Pengujian nilai akhir konsumsi energi pembacaan alat terhadap wattmeter buatan pabrik memiliki selisih *error* yang kecil dengan rata-rata *error* 1,69 %.

Alat ini telah diintegrasikan dan diuji-cobakan pada sistem prototipe mobil listrik CHAPENS. Perangkat lunak interface dengan sistem Android yang diletakkan pada steering memudahkan pengemudi untuk memonitor kondisi kelistrikan pada mobil listrik saat sedang berjalan secara realtime.

REFERENSI

- [1] CHAPENS Team, "Laporan Desain Kendaraan Kontes Mobil Hemat Energi 2017 CHAPENS Tim," Surabaya, 2017.
- [2] A. Nugraha, "Rancang Bangun Aplikasi Dashboard Mobil Listrik Menggunakan Protokol Bluetooth Berbasis Android," Yogyakarta, 2014.
- [3] A. Scherer, "A Smart Battery Management System for Electric Vehicles using Powerline Communication,"
- [4] J. Sainio, "Battery Management System Design and Implementation in Electric Raceabout - Electric Sportscar," Helsinki, 2013.
- [5] G. Hristov, P. Zahariev, S. Borisov and D. Kyuchukova, "An educational system for real-time monitoring and evaluation of the parameters of electric vehicles," in
- [6] S. R. Ardiansyah, I. Iftadi and D. Danardono, "Designing dashboard of national electric cars Smart EV.2 regarding to the ergonomic aspects," in
- [7] J.-S. Hu and C.-C. Yeh, "System Design and Implementation of Smart Dashboard for Electric Vehicles,"
- [8] P. Sivakumar, J. Varadhan, N. Ponnusamy and R. Reginald, "Driver's intelligent dashboard and vision system for modern armoured fighting vehicles,"
- [9] J. M. G. Valle, J. C. C. García and E. R. Cadaval, "Electric vehicle monitoring system by using MATLAB/App Designer," in
- [10] S. Sonti and S. Khan, "Data acquisition system for a 600cc formula SAE race car," in
- [11] P. D. U. Coronado, H. Ahuett-Garza, R. Morales-Menendez, P. O. Castanˆo'n, L. D. Da'vila and M. R. F. Escalera, "Connectivity of a modular electric vehicle by the use of a mobile device,"
- [12] L. Ionescu, A. Mazare, G. Serban and S. Ionita, "Real time monitoring system used in route planning for the electric vehicle,"
- [13] J.-S. Hu and C.-C. Yeh, "System Design and Implementation of Smart Dashboard for Electric Vehicles,"
- [14] A. Faiz Farizy, D. Anton Asfani and Soedibjo, "Desain Sistem Monitoring State of Charge Baterai pada Charging Station Mobil Listrik Berbasis Fuzzy Logic Dengan Mempertimbangkan Temperature,"
- [15] I. Bacchouce, S. Jemmali, A. Mlaya, B. Manai and N. E. B. Amara, "Implementation of an Improved Coulomb-Counting Algorithm Based on a Piecewise SOC-OCV Relationship for SOC Estimation of Li-Ion Battery,"
- [16] S. Cheon and S.-J. Kang, "An Electric Power Consumption Analysis System for the Installation of Electric Vehicle Charging Stations,"
- [17] N. D. Setyo, "Battery Management System (BMS)," Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Surabaya, 2017.

Penerbit:

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Syiah Kuala

Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7, Banda Aceh 23111

website: <http://jurnal.unsyiah.ac.id/JRE>

email: rekayasa.elektrika@unsyiah.net

Telp/Fax: (0651) 7554336

