

SISTEM MONITORING DAN MANAJEMEN BATERAI PADA MOBIL LISTRIK

ELECTRIC CAR MONITORING SYSTEM AND BATTERY MANAGEMENT

M. Arya Harisa Ashari¹, Angga Rusdinar², Porman Pangaribuan³

^{1,2,3} Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹aryaharisa@telkomuniversity.ac.id ²anggarusdinar@telkomuniversity.ac.id ³porman@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Semakin meningkatnya jumlah kendaraan menyebabkan konsumsi bahan bakar juga meningkat. Oleh sebab itu, dibutuhkan kendaraan yang ramah lingkungan yaitu mobil listrik. Mobil listrik menggunakan motor listrik sebagai penggerak dengan baterai sebagai sumber energi. Baterai menjadi salah satu pembahasan pada mobil listrik. Baterai pada mobil listrik yang digunakan bermacam-macam. Dibutuhkan kontrol dan monitor secara tepat untuk menjadikan mobil listrik sebagai kendaraan yang efisien dengan manajemen baterai yang tepat.

Pada Tugas Akhir ini akan dirancang sistem monitoring dan manajemen baterai mobil listrik. Baterai pada mobil listrik akan diambil data. Data yang akan dimonitoring pada baterai adalah arus dan tegangan serta ditambah data dari sensor kecepatan. Data dari sensor lalu diolah dan dikirim menuju mikrokontroler. Lalu data tersebut ditampilkan pada LCD secara real-time. Dengan begitu, kondisi baterai mobil listrik dapat dengan mudah diamati dan dikontrol, serta dapat memprediksi jarak tempuh yang tersisa pada mobil listrik.

Hasil dari Tugas Akhir ini adalah telah dibuatnya sistem monitoring jarak tempuh dengan rata-rata error pada sensor tegangan yaitu 0.129 dan rata-rata error pada sensor kecepatan yaitu 0.583.

Kata Kunci: Baterai, Mobil Listrik, *Monitoring*

Abstract

The increasing number of vehicles has also increased fuel consumption. Therefore, an environmentally friendly vehicle is needed, namely an electric car. Electric cars use an electric motor as a drive with a battery as an energy source. Batteries become one of the discussions on electric cars. The battery in the electric car used varies. Controls and monitors are needed to make the electric car an efficient vehicle with proper battery management.

In this Final Project, I will be designed a monitoring system and management of electric car batteries. The battery in the electric car will be taken data. The data to be monitored on the battery is current and voltage and added data from the speed sensor. Data from the sensor is then processed and sent to the microcontroller. Then the data is displayed on the LCD in real-time. That way, the condition of the battery of an electric car can be easily observed and controlled, and can predict the distance left on the electric car.

The result of this Final Project is monitoring system for a milage estimation with an average voltage sensor reading of 0.129 and speed sensor reading error of 0.583.

Keywords: Battery, Electric Car, Monitoring

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi pada bidang transportasi di Indonesia mengalami kemajuan yang cukup pesat. Semakin meningkatnya jumlah kendaraan mengakibatkan konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM) meningkat juga. Hal ini memicu pengembangan penggunaan energi listrik pada sistem transportasi sebagai alternatif pengganti BBM, yaitu dengan diproduksinya mobil listrik.

Mobil listrik adalah mobil yang penggerak utamanya menggunakan motor listrik yang bersumber dari energi listrik yang tersimpan di dalam baterai. Penggunaan mobil listrik sangat efektif dan tidak menimbulkan polusi udara. Tidak dipungkiri, efisiensi menjadi hal yang sangat penting pada mobil listrik. Sistem pemantauan baterai yang digunakan mobil listrik pada umumnya hanya memperlihatkan berapa besar energi listrik yang

tersisa pada mobil listrik. Alangkah baiknya sistem pemantauan ini dikembangkan untuk dapat mengetahui tidak hanya energi yang tersisa, tetapi juga dapat memonitor dan mengelolah energi tersebut sehingga dapat mengetahui efisiensi dan jarak tempuh yang tersisa dari mobil listrik.

Oleh karena itu, penulis akan membuat sebuah sistem pemantauan dan pengelolaan baterai pada mobil listrik. Sistem ini menggunakan motor listrik sebagai penggerak utama mobil dan baterai sebagai tempat penyimpanan energi listrik. Dengan sistem yang akan dibuat ini, maka pengemudi dapat mengetahui berapa kecepatan, arus, tegangan, energi yang tersisa pada mobil listrik. Pengemudi juga dapat mengetahui berapa jarak perkiraan yang dapat ditempuh dengan energi yang tersisa pada baterai. Selain itu, sistem ini juga akan menampilkan seberapa besar tingkat efisiensi energi dari awal penggunaan energi hingga akhir penggunaan energi pada mobil listrik tersebut.

2. Dasar Teori

2.1 Sistem Monitoring dan Manajemen Baterai Pada Mobil Listrik

Pada kendaraan listrik khususnya pada motor penggerak maupun baterai sangat diperlukan untuk menggunakan sistem *monitoring* dan manajemen ini, karena dengan sistem ini maka seluruh penggunaan energi dari motor penggerak dapat diketahui maupun diolah dengan baik. *Monitoring* didefinisikan sebagai siklus kegiatan yang mencakup pengumpulan, peninjauan ulang, pelaporan, dan tindakan atas informasi suatu proses yang sedang diimplementasikan (Mercy, 2005). *Monitoring* ditinjau dari hubungan terhadap manajemen kinerja adalah proses terintegrasi untuk memastikan bahwa proses berjalan sesuai rencana (*on the track*) dan dapat memberikan informasi keberlangsungan proses untuk menetapkan langkah menuju ke arah perbaikan yang berkesinambungan. Pada pelaksanaannya, *monitoring* dilakukan ketika suatu proses sedang berlangsung.

Sistem *monitoring* dan manajemen baterai adalah perangkat elektronik yang dapat memantau keadaan baterai, menghitung data sekunder, melaporkan data baterai, menjaga kesehatan maupun keseimbangan baterai, serta memperkirakan energi tersisa yang dapat digunakan. Sebuah sistem *monitoring* dan manajemen baterai dapat memantau kondisi dari baterai melalui beberapa variabel, seperti:

- a. *Voltage* (tegangan), total tegangan, tegangan dari masing-masing baterai individu sel baterai.
- b. *Current* (arus), arus yang keluar dari baterai.
- c. *Temperature* (suhu), suhu rata-rata, suhu udara *intake*, atau suhu dari setiap individu sel baterai.
- d. *State Of Health* (SOH), didefinisikan sebagai penunjukan kondisi baterai melalui beberapa macam pengukuran terhadap baterai.
- e. *Air flow* (aliran udara), sebagai indikasi udara pendingin suhu baterai.

Selain itu, sistem *monitoring* dan estimasi baterai juga dapat memantau dan mengontrol berdasarkan variabel sebelumnya dan menghasilkan variabel baru, seperti:

- a. Daya baterai pada saat keadaan penuh.
- b. Daya baterai pada saat keadaan jenuh.
- c. Total energi yang dikirimkan sejak pertama kali dioperasikan.
- d. Total lamanya waktu operasi baterai sejak pertama kali operasi.
- e. Arus rata-rata ketika melaju dalam kecepatan konstan.

Pada tugas akhir ini, akan dirancang sistem *monitoring* dan manajemen baterai dengan menggunakan dua variabel, yaitu:

1. Tegangan.
2. Kecepatan.

Sistem *monitoring* baterai dirancang agar mampu melaporkan kapasitas baterai dengan grafis indikator, tegangan, arus, dan mengukur besarnya efisiensi pemakaian baterai pada akhir pemakaian. Sistem manajemen baterai dirancang agar mampu memperkirakan kondisi kesehatan tiap baterai, daya yang tersisa pada baterai, serta melaporkan jarak yang dapat ditempuh dengan kondisi dan daya baterai yang tersedia.

2.2 Kendaraan Listrik

Tujuan utama pembuatan sistem *monitoring* dan manajemen baterai ini adalah untuk mengukur dan mengelola semua energi yang digunakan pada kendaraan listrik khususnya mobil listrik. Kendaraan listrik adalah kendaraan yang menggunakan satu atau lebih motor listrik atau motor traksi sebagai tenaga penggerakannya. Ada 3 macam kendaraan listrik yang sekarang ada di pasaran, yaitu kendaraan listrik yang mendapatkan energi dari stasiun pengisian luar, kendaraan listrik yang mendapatkan energi dari listrik yang disimpan yang energi awalnya dari sumber luar, dan kendaraan listrik yang mendapatkan energi listriknya dari generator atau motor listrik, misalnya mesin pembakaran dalam (disebut juga kendaraan listrik hibrida), atau sel hidrogen. Kendaraan listrik mencakup mobil listrik, kereta listrik, truk listrik, pesawat listrik, perahu listrik, skuter dan sepeda motor listrik, dan pesawat luar angkasa listrik.



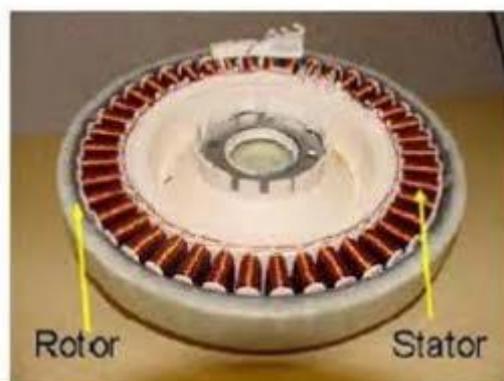
Gambar II- 1 Mobil Listrik INACOS

Pada Tugas Akhir ini, akan dirancang dan direalisasikan sistem monitoring dan estimasi jarak tempuh pada kendaraan listrik dengan motor 3-fasa yang menggunakan baterai sebagai sumber energi utamanya. Jenis sumber energi listrik ini mendapatkan energi listrik yang disimpan pada baterai yang energi awalnya dari luar. Pengukuran kecepatan dan torsi juga diintegrasikan pada sistem ini agar dapat mengetahui perhitungan perkiraan jarak tempuh tersisa. Dengan begitu kendaraan listrik menggunakan baterai sebagai media penyimpanan energi utamanya dengan sumber energi dari luar dan motor listrik.

2.3 Brushless DC Motor (BLDC)

Salah satu perangkat yang sangat penting dari sebuah kendaraan listrik yaitu aktuator. Aktuator pada kendaraan listrik umumnya menggunakan motor penggerak bernama *Brush Less DC Motor*. BLDC motor atau dapat disebut juga dengan BLAC motor merupakan motor listrik *synchronous* AC 3 fasa. Perbedaan pemberian nama ini terjadi karena BLDC memiliki BEMF berbentuk trapezoid sedangkan BLAC memiliki BEMF berbentuk sinusoidal. Walaupun demikian keduanya memiliki struktur yang sama dan dapat dikendalikan dengan metode *six-step* maupun metode PWM. Dibandingkan dengan motor DC jenis lainnya, BLDC memiliki biaya perawatan yang lebih rendah dan kecepatan yang lebih tinggi akibat tidak digunakannya brush. Dibandingkan dengan motor induksi, BLDC memiliki efisiensi yang lebih tinggi karena rotor dan torsi awal yang lebih tinggi karena rotor terbuat dari magnet permanen. Walaupun memiliki kelebihan dibandingkan dengan motor jenis lain, metode pengendalian motor BLDC jauh lebih rumit untuk kecepatan dan torsi yang konstan, karena tidak adanya brush yang menunjang proses komutasi dan harga untuk motor BLDC jauh lebih mahal.

Secara umum BLDC terdiri dari dua bagian, yakni rotor, bagian yang bergerak, yang terbuat dari permanen magnet dan stator, bagian yang tidak bergerak, yang terbuat dari kumparan 3 fasa. Walaupun merupakan motor listrik *synchronous* AC 3 fasa, motor ini tetap disebut dengan BLDC karena pada implementasinya BLDC menggunakan sumber DC sebagai sumber energi utama. Dapat dilihat pada Gambar II- 4 merupakan penampang dari motor BLDC.



Gambar II- 4 Penampang Motor BLDC

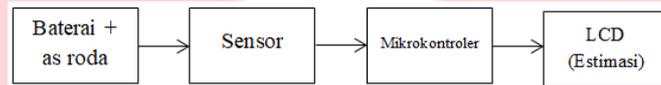
3. Perancangan Sistem

3.1 Rancangan Umum Sistem

Dalam rancangan umum sistem monitoring dan manajemen baterai pada mobil listrik ini bertujuan untuk menampilkan kondisi baterai secara real-time pada LCD yang akan dipasangkan pada mobil listrik tersebut. Rancangan umum sistem yang digunakan yaitu terdiri dari sistem monitoring baterai, kecepatan, dan estimasi jarak tempuh maksimal.

3.2 Diagram Blok Sistem

Pada bagian ini dijelaskan mengenai diagram blok utama yang berjalan pada sistem monitoring dan manajemen baterai pada mobil listrik

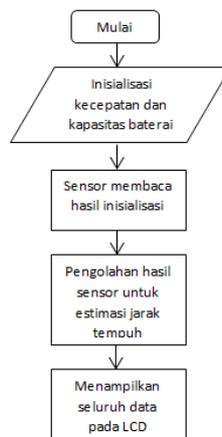


Gambar III- 1 Diagram Blok Sistem.

Pada Gambar (III-1) sistem monitoring dan manajemen baterai pertama akan dibaca kapasitas baterai dan juga kecepatan serta rpm pada as roda oleh sensor pembagi tegangan dan sensor kecepatan kemudian akan diproses pada mikrokontroler untuk mendapatkan info kapasitas baterai, kecepatan mobil, serta estimasi jarak tempuh maksimal, setelah mendapatkan informasi maka seluruh data akan ditampilkan pada LCD secara real-time.

3.3 Diagram Alir Sistem

Penjelasan mengenai urutan perintah yang akan dieksekusi pada sistem monitoring dan manajemen baterai pada mobil listrik akan dijelaskan pada Gambar III-2 dibawah ini:



Gambar III- 2 Diagram Alir Sistem

Gambar (III-2) adalah penjelasan mengenai diagram alir sistem monitoring pada mobil listrik. Ketika sistem dimulai, dibutuhkan referensi dari kapasitas baterai serta kecepatan agar sensor tegangan dan kecepatan dapat membaca referensi tersebut. Kemudian data dari hasil pembacaan sensor akan di proses pada mikrokontroler untuk memperoleh estimasi jarak tempuh maksimal yang dapat ditempuh. Jika sudah mendapatkan hasil estimasi, maka seluruh data yang telah diperoleh (kapasitas baterai, rpm, kecepatan, dan estimasi jarak tempuh) akan ditampilkan pada display yang terdapat pada bagian setir di mobil listrik.

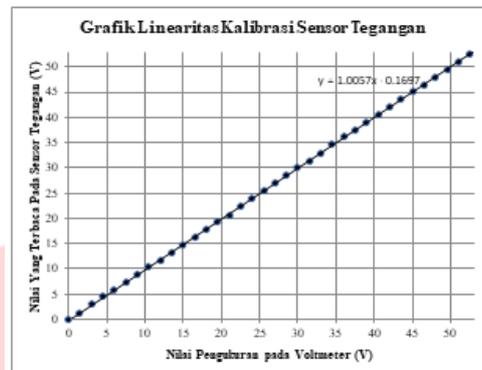
4. Hasil Pengujian

4.1. Pengujian Sensor Tegangan (Rangkaian Pembagi Tegangan)

Pengujian pada sensor tegangan atau rangkaian pembagi tegangan bertujuan untuk memastikan tegangan referensi kapasitas baterai yang terbaca pada rangkaian pembagi tegangan sesuai dengan tegangan masukan *power supply* dengan menggunakan pembandingan berupa *Voltmeter Digital*.

No.	Nilai Pengukuran pada Voltmeter (V)	Nilai Yang Terbaca Pada Sensor (V)	e
1	0	0	0
2	1.5	1.32	0.18
3	3	2.95	0.05
4	4.5	4.52	0.02
5	6	5.9	0.1
6	7.5	7.34	0.16
7	9	8.85	0.15
8	10.5	10.42	0.08
9	12	11.74	0.26
10	13.5	13.37	0.13
11	15	14.75	0.25
12	16.5	16.25	0.25
13	18	17.82	0.18
14	19.5	19.27	0.23
15	21	20.71	0.29
16	22.5	22.59	0.09
17	24	24.1	0.1
18	25.5	25.42	0.08
19	27	27.05	0.05
20	28.5	28.49	0.01
21	30	30.12	0.12
22	31.5	31.5	0
23	33	32.88	0.12
24	34.5	34.83	0.33
25	36	36.21	0.21
26	37.5	37.41	0.09
27	39	39.16	0.16
28	40.5	40.6	0.1
29	42	42.17	0.17
30	43.5	43.68	0.18
31	45	45.18	0.18
32	46.5	46.5	0
33	48	47.95	0.05
34	49.5	49.64	0.14
35	51	51.02	0.01
36	52.5	52.65	0.15
37	53	53.09	0.09
Rata-rata error			0.129

(a)



(b)

Gambar 4.1 (a) Pengujian Sensor Tegangan (b) Grafik Linearitas Kalibrasi Sensor Tegangan

Gambar 4.1(a) Pengujian untuk pembacaan sudut pada rangkaian pembagi tegangan dengan menggunakan pembanding berupa voltmeter digital memiliki nilai rata-rata error yang rendah pada nilai 0,129.

Gambar 4.1(b) Dapat dilihat bahwa nilai error pada kalibrasi sensor tegangan menghasilkan grafik yang kurang linier dengan persamaan:

$$y = 1.0057x - 0.1697 \tag{4.1}$$

Dimana:

y = Nilai yang Terbaca pada Sensor Tegangan (V)

x = Nilai pengukuran pada Voltmeter Digital (V)

4.2 Pengujian Sensor Kecepatan Line Tracking

Pengujian pada sensor kecepatan atau *line tracking module* bertujuan untuk memastikan kecepatan dan rpm yang terbaca pada *line tracking module* sesuai dengan rpm yang terbaca pada *tachometer*.

No.	Nilai Pengukuran pada Tachometer Digital (rpm)	Nilai Yang Terbaca Pada Sensor (rpm)	e
1	0	0	0
2	25	24.37	0.63
3	50	50.76	0.76
4	75	74.23	0.77
5	100	99.22	0.78
6	125	124.79	0.21
7	150	150.58	0.58
8	175	176.97	1.97
9	200	200.1	0.1
10	225	226.13	1.13
11	250	250.37	0.37
12	275	275.03	0.03
13	300	300	0
14	325	325	0
15	350	350.33	0.33
16	375	376.05	1.05
17	400	400.2	0.2
18	425	425.16	0.16
19	450	449.87	0.13
20	475	475.07	0.07
21	500	500.31	0.31
22	525	525.54	0.54
23	550	550.03	0.03
24	575	575	0
25	600	598.79	1.21
26	625	626.8	1.8
27	650	649.01	0.99
28	675	676.09	1.09
29	700	701.12	1.12
30	725	724.39	0.61
31	750	751.66	1.66
32	800	800.04	0.04
Rata-rata error			0.583

Gambar 4.2 Pengujian Sensor Kecepatan

5. Kesimpulan

1. Pengukuran untuk pembacaan referensi tegangan pada rangkaian pembagi tegangan dengan menggunakan pembanding berupa voltmeter digital memiliki nilai rata-rata error yang rendah pada nilai 0,129.
2. Pengujian untuk pembacaan nilai rpm pada sensor kecepatan line tracking module dengan menggunakan pembanding berupa tachometer memiliki nilai rata-rata error yang rendah pada nilai 0,583.

Daftar Pustaka

- [1] Y. Xing, E. W. M. Ma, K. L. Tsui, and M. Pecht, "Battery Management Systems in Electric and Hybrid Vehicles," *Energies*, vol. 4, no. 12, pp. 1840–1857, 2011.
- [2] N. Scharich, B. Schniter, A. Herbert, and M. S. Islam, "Battery management system using Arduino," 2017 IEEE Technol. Eng. Manag. Conf., pp. 384–387, 2017.
- [3] S. N. Patil, S. Kendre, and R. C. Prasad, "Battery Monitoring System using Microcontroller," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 28, no. 6, pp. 11–14, 2011.
- [4] C. Chen, K. Man, and T. Ting, "Design and Realization of a Smart Battery Management System," *Proc. Int. MultiConference Eng. Comput. Sci. Vol. II, vol. II*, pp. 14–17, 2012.