

SISTEM *ELECTRIC SMART SOLAR CAR* BERBASIS ANDROID

Dimas Nugroho¹, Ahmad Ubaidillah², Koko Joni³

^{1,2,3}Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Trunojoyo Madura

E-mail: *¹dmsblnk@gmail.com, ²ubaidillah.ms@trunojoyo.ac.id, ³kokojoni@trunojoyo.ac.id

Abstrak – Seiring meningkatnya jumlah kendaraan bermotor yang mengakibatkan tingginya polusi, maka dibutuhkan mobil yang hemat energi. Mobil listrik tenaga surya adalah salah satu solusi mobil berbahan bakar hemat energi. Penggunaan mobil listrik dirasa lebih efektif, selain mengurangi penggunaan bahan bakar minyak bumi juga tidak menimbulkan polusi. Penelitian ini membuat mobil listrik tenaga surya menggunakan modul *photovoltaic*, mobil listrik dan baterai. *Solar cell* merupakan sumber energi listrik untuk menggerakkan motor DC yang di *supply* dari baterai/*accu*. Sedangkan baterai merupakan tempat penyimpanan energi listrik. *Charge controller* merupakan alat yang berfungsi mengontrol proses penyimpanan daya listrik pada baterai, proses penggunaan baterai menjadi sumber mencatu beban listrik dan memantau kondisi level baterai pada saat proses pengisian dan pemakaian. Untuk pengoperasian mobil listrik sudah dilengkapi android sebagai inputan sistem yang dilengkapi fingerprint, display informasi mobil listrik dan sebagai kendali otomatis perintah suara. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah model mobil listrik bertenaga surya yang memanfaatkan perintah suara sebagai kemudi.

Kata Kunci — Energi Terbarukan, Mobil Listrik, Solar Cell, Charge Controller, Android.

Abstract – Along with the increasing number of motorized vehicles resulting in high pollution, energy efficient cars are needed. solar electric car is one of the car solutions fueled by henamt energy. the use of electric cars is considered more effective, in addition to reducing the use of petroleum fuels, it also does not cause pollution. This research makes solar electric cars using photovoltaic modules, electric cars and batteries. solar cell is a source of electrical energy to drive a DC motor supplied from batteries / batteries. while the battery is a storage place for electrical energy. The charge controller is a tool that functions to control the process of storing electrical power in the battery, the process of using the battery as a source of supplying electrical loads and monitoring the condition of the battery level during the charging and discharging process. for the operation of electric cars, android is equipped with automatic control of voice commands. The result of this research is a solar-powered electric car model that uses voice commands as a steering wheel.

Keywords — Renewable Energy, Electric Car, Solar Cell, Charge Controller, Android.

1. PENDAHULUAN

Kendaraan bermotor khususnya mobil sangat dibutuhkan setiap manusia. Tak sedikit orang-orang saat ini hampir memiliki mobil. Seiring banyaknya kendaraan bermotor khususnya mobil maka mengakibatkan tingginya polusi udara bahkan krisis energi. Dalam perkembangannya, teknologi kendaraan bermotor telah menempatkan mobil listrik menjadi salah satu solusi dalam mengantisipasi timbulnya dampak dari krisis energi. Dengan menggunakan mobil listrik, tentunya juga akan dapat menciptakan teknologi yang ramah lingkungan karena polusi udara akan dapat dikurangi.[1]

Pada mobil listrik agar dapat digunakan semestinya maka diperlukan sumber energi sebagai penggerak motor. Salah satu sumber energi pada mobil listrik yaitu memanfaatkan sinar matahari sebagai alternatif pengganti bahan bakar fosil. Pemanfaatan panas/sinar matahari sangat cocok digunakan di Indonesia, karena selain beriklim tropis Indonesia terletak di daerah khatulistiwa yang setiap tahunnya mendapatkan sinar matahari. Sinar matahari diterima oleh panel surya atau *solar cell* yang daya masuknya dikontrol oleh *solar charge controller*. Kemudian daya dari panel surya

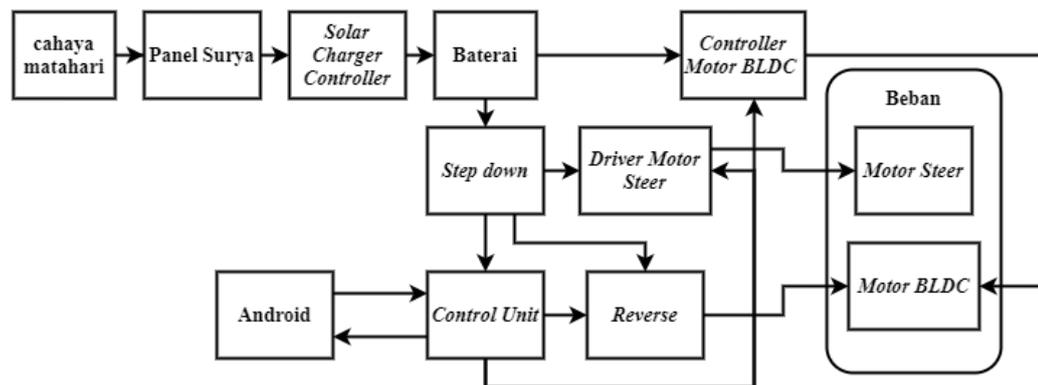
disimpan pada baterai atau accu untuk menggerakkan motor DC. Motor DC memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Dalam motor dc terdapat dua kumparan yaitu kumparan medan yang berfungsi untuk menghasilkan medan magnet dan kumparan jangkar yang berfungsi sebagai tempat terbentuknya gaya gerak listrik (ggl E). Jika arus dalam kumparan jangkar berinteraksi dengan medan magnet, akan timbul torsi (T) yang akan memutar motor.[2]

Baterai merupakan parameter utama dalam sebuah mobil listrik, dikarenakan motor akan bergerak ketika memperoleh daya dari baterai. Jenis baterai yang digunakan pada mobil listrik bermacam-macam, seperti baterai lead acid, lithium ion, nikel cadmium, nikel metal hydride dan lain-lain. Namun, karakteristik pada setiap jenis baterai berpengaruh pada kapasitas energi yang akan digunakan mobil listrik. Maka diperlukan display kontrol daya baterai agar tidak terjadi kehabisan daya baterai.

Pada skripsi ini mengerjakan mobil listrik bertenaga surya yang pada pusat kemudinya menggunakan inputan suara atau *voice*. Dimana skema yang ada yaitu memanfaatkan energi sinar matahari yang disimpan pada baterai, dari baterai ke pusat kontrol mobil listrik yang nanti akan menggerakkan motor BLDC.

2. METODE PENELITIAN

Pada sistem *electric smart solar car* ini terdapat blok diagram dimana blok diagram tersebut memiliki *input* dan *output* berdasarkan perangkat yang akan digunakan. Fungsi blok diagram ini adalah sebagai konsep untuk mempermudah pengerjaan alat.

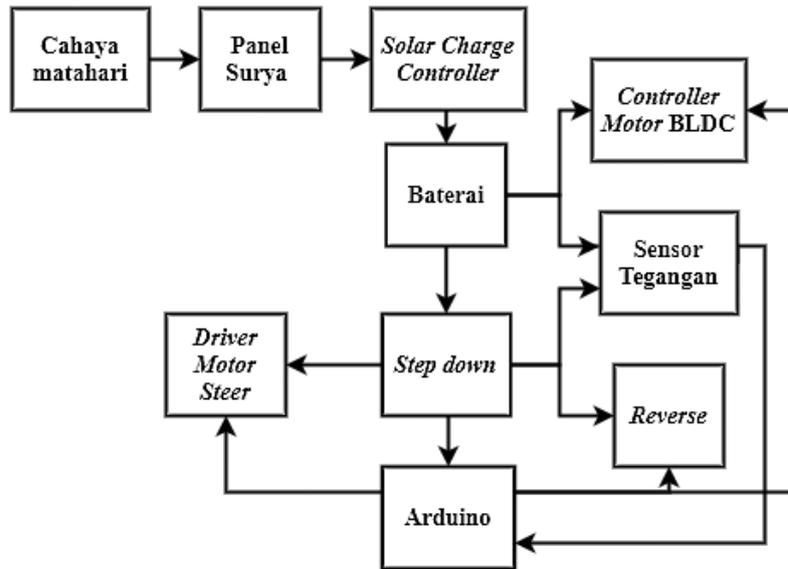


Gambar 1. Blok Diagram Sistem Keseluruhan

Pada diagram blok di atas terdapat tiga sistem. Pertama sistem *Control Unit*, artinya apabila sistem dinyalakan maka *control unit* akan mengontrol data yang masuk dari mulai mengontrol sensor tegangan yang masuk, gerak motor BLDC maupun mengontrol gerak *motor steer*. Kedua yaitu sistem sensor tegangan, dimana daya yang masuk melewati rangkaian pembagi tegangan, dan tegangan serta arus pada sistem akan dimasukkan *control unit* dan ditampilkan pada android. Ketiga yaitu sistem *reverse*, artinya apabila sistem ini dinyalakan maka gerak motor BLDC dapat di jalankan mundur.

2.1. Sistem Control Unit

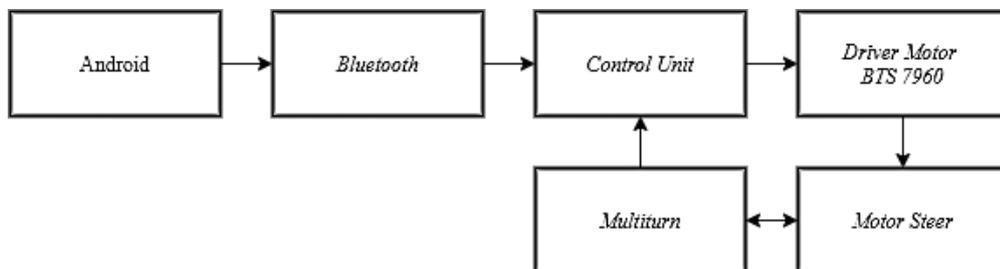
Sistem *Control Unit* merupakan sistem yang mengontrol semua unit, yang terpapar pada Gambar 2. Sistem ini dimulai dengan masuknya daya dari panel, kemudian disimpan pada baterai. Terdapat Arduino, reverse, serta driver motor didalamnya, yang selanjutnya ditampilkan pada android. Pada kontrol unit terdapat *mainboard* yang terpasang beberapa komponen diantaranya Arduino Nano, *Driver motor* BTS 7960, *stepdown*, sensor tegangan.



Gambar 2. Blok Diagram Sistem Control Unit

2.2. Sistem Control Steer

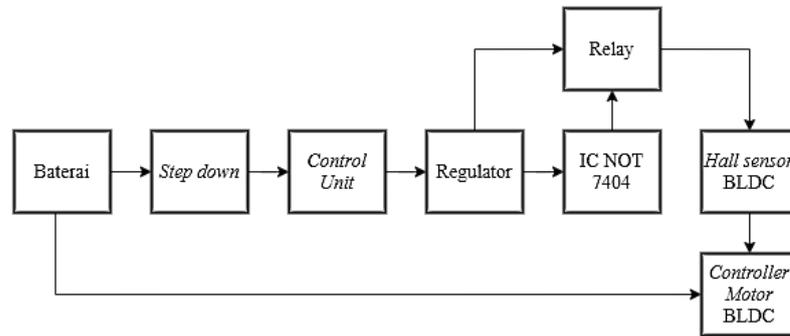
Sistem *Control Steer* merupakan sistem yang mengontrol pergerakan stir ke kiri dan kanan. Terdapat *Dirver motor* BTS 7960 yang berfungsi sebagai kontrol motor stir, dimana *driver motor* tersebut tersambung dengan *control unit*. Untuk mengatur gerak PWM pada motor stir dikontrol dengan *multiturn*, yang dimana berfungsi agar ketika belok ke kiri atau ke kanan tidak berlebihan. Gambar 3 merupakan gambar alur yang terdapat pada sistem *control steer* yang tersedia dalam blog diagram.



Gambar 3. Blok Diagram Sistem Control Steer

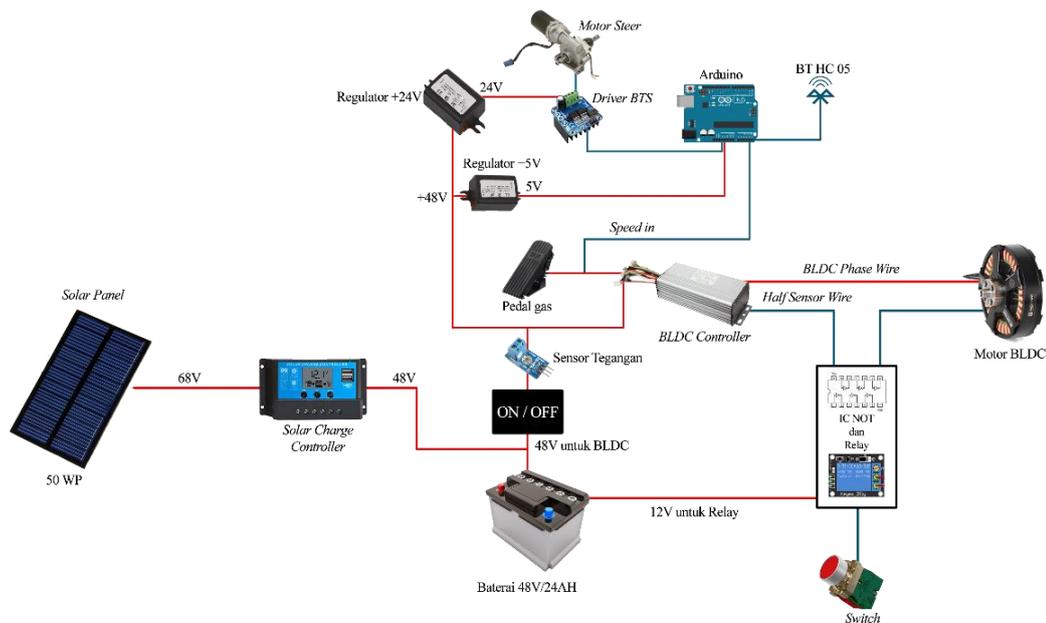
2.3. Sistem Reverse

Sistem *Reverse* merupakan sistem yang terhubung dari motor BLDC *controller* dimana terdapat rangkaian ic not, regulator dan relay. Sistem *reverse* mengatur motor BLDC untuk maju dan mundur. Input dari sistem ini adalah *control unit* yang memberi tegangan pada regulator yang nantinya mengaktifkan relay dan ic NOT 7404. Kemudian roses dilakukan oleh ic NOT 7404 yang sebagai mana fungsinya adalah pembalik (*inverter*). Apabila *control unit* memberi perintah *on* (mundur) maka regulator akan memberi tegangan, sehingga ic NOT 7404 akan aktif. Ketika ic NOT 7404 aktif maka relay akan mengontak *hall sensor* BLDC yang kemudian diteruskan pada *controller motor* BLDC. Gambar 4 merupakan gambar alur yang terdapat pada sistem *reverse* yang tersedia dalam blog diagram.



Gambar 4. Blog Diagram Sistem Reverse

Dari diagram system yang ada, didapatkan skema sisten dimana terdapat 4 panel surya 50WP yang di rangkai secara seri. Dimana setiap panel 50WP mempunyai tegangan 18V sehingga menghasilkan tegangan 72V. Kemudian dikonversikan oleh *solar charge controller* menjadi 48V agar dapat men-charge baterai. Sedangkan untuk baterai menggunakan 4 baterai *accu* 12V/12Ah yang di seri 4 dan paralel 2 sehingga menghasilkan *output* baterai 48V/24Ah. Tegangan arduino yang diinputkan oleh baterai dikonversikan terlebih dahulu menjadi 5V oleh regulator. Arduino terkoneksi dengan tablet/android dengan menggunakan Bluetooth. Untuk *driver motor* BTS berfungsi sebagai control pwm pada motor stir (gerak ke kiri dan kanan). Sedangkan fungsi *switch* pada skema diatas adalah sebagai *reversing rotation* atau pembalik rotasi pada motor BLDC.



Gambar 5. Skema Sistem Elektronika Mobil List

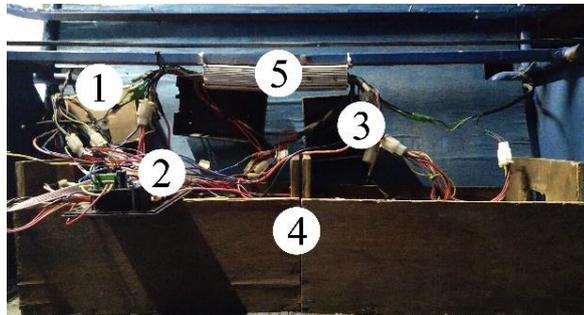
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian sistem ini membahas tentang pengujian secara keseluruhan dari proses pengoperasian panel surya hingga motor BLDC yang bertujuan untuk mengetahui kesesuaian hasil. Didapatkan hasil perancangan panel surya 50 wp \times 4 terhubung seri menjadi 200 wp. Panel surya tersebut 200 wp pada besi yang terdapat di atas mobil listrik dengan diameter 1,35 \times 1,09 meter digunakan sebagai pengubah energi panas matahari menjadi energi listrik serta berfungsi sebagai atap mobil listrik.



Gambar 7. Hasil Perancangan Mobil Listrik

Kemudian didapatkan juga gambar rangkaian komponen elektronika yang terbentuk sesuai dengan perancangan.



Gambar 8. Hasil Perancangan Rangkaian Elektronika Mobil Listrik

Pada Gambar 8. merupakan gambar hasil dari perancangan yang terletak di bawah tempat duduk belakang mobil listrik. Pertama yaitu *Solar Charger Controller* yang digunakan sebagai pengontrol pengisian dari panel surya agar pengisian pada baterai maksimal. Kemudian *Control Unit* digunakan sebagai pengontrol sistem dan proses yang terdapat dalam mobil listrik. Baik sistem elektronika maupun sistem aplikasi. Ketiga *reverse* berisi rangkaian reverse yang berfungsi sebagai kontrol catu daya untuk maju atau mundur motor BLDC. Kemudian keempat baterai digunakan sebagai sumber daya motor listrik dan sistem elektronika yang terdapat pada mobil listrik. Dan yang kelima adalah *BLDC Controller* digunakan sebagai kendali putaran motor BLDC yang terhubung dengan *Control Unit*.

Setelah keseluruhan komponen yang dibutuhkan terpasang, selanjutnya dilakukan pengujian guna untuk mengetahui kesesuaian hasil dan kelayakan alat. Pengujian meliputi tegangan baterai, kecepatan, waktu penggunaan baterai dan lama pengisian baterai.

Pengujian baterai dilakukan dengan beberapa cara, antara lain dengan perhitungan pembagi tegangan, dan pengukuran sensor pembagi tegangan. Pengujian tegangan baterai dilakukan untuk mengetahui nilai dari sensor pembagi tegangan sesuai dengan alat ukur dan perhitungan pembagi tegangan menggunakan persamaan dibawah ini.

$$V_{out} = V_{in} \times \frac{R_{bottom}}{R_{top} + R_{bottom}} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana diketahui

- V_{in} : nilai tegangan yang akan diukur
- R_{top} : nilai resistor bagian atas
- R_{bottom} : nilai resistor bagian bawah

Dan hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Pengujian Sensor Tegangan

No	Tegangan input (Volt)	Perhitungan (Volt)	Pengukuran sensor (Volt)
1	43,8	$V_{out} = 43,8 \frac{10000}{220000 + 10000} = 1,90$	2,12
2	45,8	$V_{out} = 45,8 \frac{10000}{220000 + 10000} = 1,99$	2,27
3	48,6	$V_{out} = 48,6 \frac{10000}{220000 + 10000} = 2,11$	2,43
4	52,4	$V_{out} = 52,4 \frac{10000}{220000 + 10000} = 2,27$	2,64
5	54,2	$V_{out} = 54,2 \frac{10000}{220000 + 10000} = 2,35$	3,01

Dari tabel diatas didapatkan hasil pengujian sensor tegangan untuk mengetahui nilai tegangan baterai. Terdapat perbedaan nilai antara perhitungan pembagi tegangan dan pengukuran sensor.

Pada tegangan input sebesar 43,8 Volt dilakukan perhitungan pembagi tegangan didapatkan hasil 1,90 Volt sedangkan pada saat dilakukan pengukuran pada sensor didapatkan hasil sebesar 2,12 Volt. Antara hasil perhitungan dan pengukuran didapatkan selisih sebesar 0,22 Volt.

Pada tegangan input sebesar 45,8 Volt dilakukan perhitungan pembagi tegangan didapatkan hasil 1,99 Volt sedangkan pada saat dilakukan pengukuran pada sensor didapatkan hasil sebesar 2,27 Volt. Antara hasil perhitungan dan pengukuran didapatkan selisih sebesar 0,28 Volt.

Pada tegangan input sebesar 48,6 Volt dilakukan perhitungan pembagi tegangan didapatkan hasil 2,11 Volt sedangkan pada saat dilakukan pengukuran pada sensor didapatkan hasil sebesar 2,43 Volt. Antara hasil perhitungan dan pengukuran didapatkan selisih sebesar 0,32 Volt.

Pada tegangan input sebesar 52,4 Volt dilakukan perhitungan pembagi tegangan didapatkan hasil 2,27 Volt sedangkan pada saat dilakukan pengukuran pada sensor didapatkan hasil sebesar 2,64 Volt. Antara hasil perhitungan dan pengukuran didapatkan selisih sebesar 0,37 Volt.

Pada tegangan input sebesar 54,2 Volt dilakukan perhitungan pembagi tegangan didapatkan hasil 2,35 Volt sedangkan pada saat dilakukan pengukuran pada sensor didapatkan hasil sebesar 3,01 Volt. Antara hasil perhitungan dan pengukuran didapatkan selisih sebesar 0,66 Volt.

Dari data tersebut didapatkan nilai simpangan terkecil antara perhitungan pembagi tegangan dengan pengukuran sensor sebesar 0,22 Volt. Dan nilai simpangan terbesar antara perhitungan pembagi tegangan dengan pengukuran sensor sebesar 0,66 Volt.

Pada pengujian kecepatan mobil dilakukan dengan menggunakan sensor inframerah. Pengujian kecepatan mobil dilakukan untuk mengetahui kecepatan maksimal yang dapat dicapai oleh mobil dengan beban yang berbeda. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2. Pengujian kecepatan mobil

No	Beban (Kg)	Kecepatan (Km/h)
1	46	36,5
2	93	34,3
3	141	28,7
4	196	21,9
5	210	19,4

Dari tabel diatas didapatkan hasil pengujian kecepatan mobil. Kecepatan tertinggi didapat saat mengangkat beban sebesar 46 kg dengan nilai kecepatan sebesar 36,5 km/h. Kecepatan terendah didapat saat mengangkat beban sebesar 210 kg dengan nilai kecepatan sebesar 19,4 km/h. Didapatkan kesimpulan dari pengujian kecepatan mobil yaitu, semakin ringan beban yang diangkat maka semakin tinggi kecepatan yang didapat. Untuk menghitung waktu pemakaian baterai diperlukan nilai daya baterai (Wh) dan banyak pemakaian energi. Dengan parameter baterai dan konsumsi energi seperti berikut.

Tabel 3. Kapasitas Baterai

Parameter baterai	Baterai (Accu)	
	1 buah	8 buah (4 terhubung seri, dan diparalel)
I (kuat arus per jam atau Ah)	12 Ah	24 Ah
V (tegangan baterai atau V)	12 V	48 V
P (daya per jam atau Wh)	144 Wh	1152 Wh
P (daya 80% daya max)	115,2 Wh	921,6 Wh

Tabel 4. Spesifikasi Motor BLDC

Parameter	Nilai
Tegangan	48 V
Power watt	350 W
Arus	7 A

Dari baterai yang digunakan, dan dua buah motor BLDC yang digunakan dapat dilakukan perhitungan pemakaian baterai untuk motor BLDC menggunakan persamaan berikut.

$$pemakaian\ baterai = \frac{kapasitas\ baterai\ (Ah)}{Arus\ kerja\ Ah} \dots\dots\dots(2)$$

$$pemakaian\ baterai = \frac{24Ah}{14Ah}$$

$$dieffisiensi\ baterai\ 20\% = 0,34\ jam$$

$$total\ pemakaian = 1,71\ jam - 0,34\ jam$$

$$= 1,37\ jam$$

Dari perhitungan diatas didapatkan hasil waktu pemakaian mobil listrik selama 1,37 jam.

Untuk menentukan berapa lama pengisian baterai, harus mengetahui terlebih dahulu kapasitas baterai (Ah), dan besar arus pengisian (Ah). Kemudian dilakukan perhitungan lama pengisian baterai dari persamaan sebagai berikut.

$$pengisian(jam) = \frac{kapasitas\ baterai\ (Ah)}{arus\ charging\ (Ah)} + \left(20\% \times \frac{kapasitas\ baterai\ (Ah)}{arus\ charging\ (Ah)}\right) \dots\dots\dots(3)$$

$$pengisian\ (jam) = \frac{24Ah}{2.8\ Ah} + \left(20\% \times \frac{24Ah}{2.8Ah}\right)$$

$$pengisian\ (jam) = 8,57 + 1,71$$

$$pengisian\ (jam) = 10,28\ jam$$

Dari perhitungan diatas didapatkan hasil waktu pengisian baterai selama 10,28 jam.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian hasil perancangan, implementasi dan hasil pengujian hasil alat dan sistem yang telah dibuat dapat disimpulkan :

- a. Pada penggunaan daya, baterai dengan kapasitas 54.2VDC mampu mencukupi kebutuhan suplai mobil listrik dengan beban berupa dua buah motor BLDC 48 VDC 350 Watt, motor *steer* 24 VDC, *reverse* 12VDC.
- b. Pada estimasi waktu pemakaian baterai, baterai dengan total arus 24Ah digunakan untuk menggerakkan dua motor BLDC dengan total arus 14Ah mampu digunakan selama 1,37 jam.

- c. Setelah dilakukan beberapa kali pengujian kecepatan mobil, hasil yang didapatkan yaitu semakin ringan beban yang diangkut maka semakin tinggi kecepatan yang didapat. Kecepatan tertinggi yang didapat adalah 36,5km/h dengan besaran beban 46kg.
- d. Didapatkan lama pengisian baterai mobil listrik dengan kapasitas baterai sebesar 24Ah dan arus pengisian sebesar 2.8Ah. Didapatkan waktu pengisian selama 10.28 jam

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. J. Purnomo, B. H. Pratama, L. Hakim, Nurofik, and S. Pambudi, "Uji Eksperimental Kinerja Mobil Listrik," *Pros. STANIF*, vol. 4, pp. 679–686, 2017.
- [2] N. Nugroho and S. Agustina, "Analisa Motor Dc (Direct Current) Sebagai Penggerak Mobil Listrik," *Mikrotiga*, vol. 2, 2015.
- [3] H. Putra, S. Jie, and A. Djohar, "Perancangan Sepeda Listrik Dengan Menggunakan Motor Dc Seri," *J. Fokus Elektroda Energi List. Telekomun. Komputer, Elektron. dan Kendali*, 2019.
- [4] D. W. Nugroho and Rahmawati, "Studi Desain Power Bank dengan Menggunakan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif," *J. Teknol. dan Inf.*, 2015.
- [5] Hartono, W. Utomo, S. Hariyadi, and R. Irianto, "Rancangan Smart Charger untuk Berbagai Variasi Cahaya Matahari," *J. Teknol. Penerbangan*, 2018.
- [6] H. Jovendra, "Rancang Bangun Kendaraan Listrik Dengan Memanfaatkan Potensi Sel Surya," 2012.
- [7] S. Sali, "Robot Control using Android Mobile with Solar Panel," *Int. J. Sci. Technol. Eng.*, vol. 2, no. 11, pp. 239–244, 2016.
- [8] K. D. Sharma, S. Sharma, P. Sharma, and A. Saxena, "Solar Based Electric Fence for Smart Farming," *Int. J. Electr. Power Syst. Technol.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–5, 2016.
- [9] A. Raharjdo, Herlina, and H. Safruddin, *Optimalisasi pemanfaatan Sel Surya pada Bangunan Komersial secara Terintegrasi sebagai Bangunan Hemat Energi*. 2008.
- [10] R. A. S. F. P. F. P. M. I. M. Imron, "Uji Coba Pemanfaatan Energi Surya Sebagai Energi Alternatif Sistem Kelistrikan Lampu Navigasi Pada Kapal Ikan," *Bul. PSP*, 2012.
- [11] B. Anto, E. Hamdani, and R. Abdullah, "Portable Battery Charger Berbasis Sel Surya," *J. Rekayasa Elektr.*, 2014.
- [12] I. Arsie and a Di Domenico, "A Parametric Study of the Design Variables for a Hybrid Electric Car with Solar Cells," *Proc. METIME ...*, no. Viking 23, 2005.
- [13] R. A. Subekti, A. Hartanto, and V. Susanti, "Direction and Policies Needed to Support Hybrid Electric Car Research," *J. Mechatronics, Electr. Power, Veh. Technol.*, vol. 3, no. 1, p. 1, 2012.
- [14] M. C. Buwono, W. Budiman, and N. Hariyanto, "Arus Sel Surya Dengan Rekonfigurasi Seri-Paralel Arus Sel Surya Dengan Rekonfigurasi Seri-Paralel," *Bandung Inst. Teknol. Nas.*, 2010.
- [15] M. Udin, B. S. Kaloko, and T. Hardianto, "Peramalan Kapasitas Baterai Lead Acid pada Mobil Listrik Berbasis Levenberg Marquardt Neural Network," *Berk. Sainstek*, vol. 5, no. 2, p. 112, 2017.
- [16] D. Bishoyi and K. Sudhakar, "Modeling and performance simulation of 100 MW PTC based solar thermal power plant in Udaipur India," *Case Stud. Therm. Eng.*, 2017.
- [17] Technologies, *BTS 7960 High Current PN Half Bridge*, 2004th-12th-07 ed. Munchen: Infineon Technologies AG, 2004.

- [18] F. Rohman, N. Nurhadi, G. Gumono, M. E. Martawati, M. Z. Fanani, and D. S. Hormansyah, "Design and implementation of a 350-watt BLDC motor driver using an Insulated Gate Bipolar Transistor (IGBT)," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 732, no. 1, pp. 1–7, 2020.
- [19] A. F. Silvana, *Pengaruh Proses Pengosongan (Discharging) Terhadap Kapasitas Efisiensi Baterai 110 VDC di Gardu Induk Sungai Kedukan Palembang*. Palembang: Universitas Sriwijaya, 2019.

