

Sistem Mekanik *Smart Electric Solar Car* Berbasis Android

Koko Joni¹, Muhammad Zain², Riza Alfita³, Miftachul Ulum⁴

Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Trunojoyo Madura
Kamal Bangkalan Madura

E-mail: kokojoni@trunojoyo.ac.id, smartzain1996@gmail.com, riza.alfita@trunojoyo.ac.id, miftachul.ulum@trunojoyo.ac.id

Abstrak

Penggunaan energi alternatif merupakan salah satu cara untuk mengurangi dampak dari konsumsi energi fosil. Seiring bertambah majunya teknologi maka pengaplikasian energi alternatif juga semakin luas. Salah satunya pembuatan mobil listrik dengan menggunakan sel surya. Prinsip dari kendaraan listrik ini adalah penggunaan energi yang disimpan ke baterai dari hasil konversi sel surya ke energi listrik, dan untuk pengoperasiannya kita menggunakan android. Pada mobil listrik dipasang solar cell sebagai sumber energi listrik untuk dapat menggerakkan motor bldc yang di supply dari aki atau tempat penyimpanan energi listrik dari solar cell. Rangkaian charge controller ini dibuat dengan menggunakan suatu rangkaian elektronika analog. Alat ini mempunyai fungsi utama sebagai pengontrol aliran listrik antara panel sel surya dengan baterai dan juga beban dengan menggunakan saklar otomatis. Sehingga pengoperasian dan penggunaan sistem pembangkit listrik tenaga surya 200 watt ini dapat beroperasi dan dimanfaatkan lebih baik. Untuk cara menyalakan mobil listrik ini sudah dilengkapi android sebagai inputan pada sistem dan juga sebagai kendali otomatis menggunakan perintah suara.

Kata kunci : Energi alternatif, Mobil listrik, *Solar cell*, Android, Perintah Suara.

Abstract

The use of alternative energy is one way to reduce the impact of fossil energy consumption. As technology advances, the application of alternative energy is also increasingly widespread. One of them is making electric cars using solar cells. The principle of this electric vehicle is the use of energy stored into batteries from the conversion of solar cells to electrical energy, and for its operation we use android. In electric cars installed solar cell as an electric energy source to be able to drive the motor bldc that is supplied from the battery or the storage of electrical energy from the solar cell. This series of charge controllers is made using a series of analog electronics. This tool has the main function as an electric flow controller between the solar cell panel and the battery and also the load using an automatic switch. So that the operation and use of this 200 watt solar power plant system can operate and be utilized better. For how to turn on this electric car is equipped with android as input on the system and also as an automatic control using voice commands.

Keyword: Alternative energy, Electric car, *Solar cell*, Android, Voice Commands.

I. PENDAHULUAN

Sumber energi yang paling banyak digunakan di dunia adalah energi fosil yang berupa bahan bakar minyak. Indonesia sendiri saat ini masih sangat tergantung pada energi fosil. Hampir 95% dari kebutuhan energi Indonesia masih disuplai oleh energi fosil. Sekitar 50% dari energi fosil tersebut adalah minyak bumi dan sisanya adalah gas dan batubara. Energi fosil adalah energi yang tak terbarukan dan akan habis pada beberapa tahun yang akan datang. Diprediksi tidak lebih dari 50 tahun lagi energi fosil di dunia akan habis. Selain karena akan habis, energi fosil juga berdampak negatif terhadap lingkungan. Emisi gas rumah kaca dari pembakaran energi fosil berdampak pada pemanasan global yang menyebabkan perubahan iklim. Energi utama yang dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia sebagian besar juga berasal dari energi fosil. Energi fosil tersebut sering kita sebut BBM (Bahan Bakar Minyak).

Indonesia merupakan daerah yang dilalui garis khatulistiwa, maka Indonesia memiliki iklim tropis dan intensitas cahaya matahari yang baik. Berdasarkan data penyinaran matahari yang dihimpun dari 18 lokasi di Indonesia, radiasi matahari di Indonesia dapat diklasifikasikan berturut-turut sebagai berikut: untuk kawasan barat dan timur Indonesia dengan distribusi penyinaran di Kawasan Barat Indonesia sekitar 4,5 KWH/m²/hari dengan variasi bulanan sekitar 10%, dan di Kawasan Timur Indonesia sekitar 5,1 KWH/m²/hari dengan variasi bulanan sekitar 9%. Sehingga potensi radiasi

matahari rata-rata Indonesia sekitar 4,8 KWH/m²/hari dengan variasi bulanan sekitar 9%. Beberapa alternatif untuk mengatasi kelangkaan bahan bakar fosil, mengurangi polusi udara, dan memanfaatkan potensi radiasi matahari yang dimiliki Indonesia khususnya dalam bidang transportasi, salah satunya diciptakanlah mobil bertenaga matahari.

Mobil listrik pada saat ini menjadi pembicaraan banyak orang dan sangat populer. Hal ini dikarenakan mobil listrik mempunyai beberapa keuntungan seperti efisiensi yang tinggi, tingkat pencemaran lingkungan yang rendah, tingkat kebisingan yang rendah, energinya tersedia dari berbagai sumber energi alternatif, mudah perawatannya, dan regeneratif. Mobil listrik lebih hemat energi dibandingkan dengan mobil berbahan bakar fosil konvensional. Mobil tersebut menggunakan panel surya untuk menangkap radiasi matahari yang digunakan sebagai penggerak motor listrik dan dihubungkan keroda. Panel surya ini menggunakan sel surya untuk mengubah radiasi matahari menjadi energi listrik. Mobil surya terdiri dari empat bagian utama, yaitu: sistem sel surya, sistem transmisi, bodi, dan rangka.

II. METODE PENELITIAN

1. Dasar Teori

A. Mobil Listrik

Mobil Listrik adalah mobil yang digerakkan dengan motor listrik DC, menggunakan energi listrik yang disimpan dalam baterai atau tempat penyimpanan energi. Mobil listrik memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan mobil berbahan bakar BBM secara umum. Hal yang paling utama adalah mobil listrik tidak menghasilkan polusi udara, selain itu mobil listrik juga mengurangi efek rumah kaca karena tidak membutuhkan bahan bakar fosil sebagai penggerak utamanya

Mobil listrik populer pada pertengahan abad ke-19 dan awal abad ke-20, ketika listrik masih dipilih sebagai penggerak utama pada kendaraan. Hal ini disebabkan karena mobil listrik menawarkan kenyamanan dan pengoperasian yang mudah dan tidak dapat dicapai oleh kendaraan-kendaraan berbahan bakar bensin. Perkembangan teknologi dalam pembakaran yang semakin maju, terutama di Power yang mengurangi popularitas mobil listrik. Hal ini ditambah dengan kemampuan mobil bensin dapat menempuh jarak yang lebih jauh, pengisian bensin yang lebih cepat, dan infrastruktur pengisian semakin bertambah, ditambah dengan sistem produksi massal yang diterapkan oleh Ford Motor Company, membuat harga mobil bensin turun drastis sampai setengah harga mobil listrik. Mobil listrik juga menjadi semakin tidak populer, dan secara total menghilang, terutama di pasar ilegal seperti Amerika Serikat, pada tahun 1930-an. tetapi pada tahun sekarang ini, semakin banyak orang yang sadar akan dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh mobil berbahan bakar bensin, ditambah harga bensin yang mahal dan terus naik, membuat mobil listrik kembali diminati. Mobil listrik jauh lebih ramah lingkungan dari mobil bensin, biaya perawatan lebih murah, ditambah teknologi baterai yang semakin maju.

B. Solar Cell

Solar Cell atau panel surya adalah komponen elektronika dengan mengkonversi tenaga matahari menjadi energi listrik. Photovoltaic (PV) adalah teknologi yang berfungsi untuk mengubah atau mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik. PV biasanya dikemas dalam sebuah unit yang disebut modul. Dalam sebuah modul surya terdiri dari banyak Solar Cell yang bisa disusun secara seri maupun paralel. Sedangkan yang dimaksud dengan surya adalah sebuah elemen semikonduktor yang dapat mengkonversi energi surya menjadi energi listrik atas dasar efek Potovoltaic. Solar Cell mulai populer akhir-akhir ini, selain mulai menipisnya cadangan energi fosil dan isu Global Warming. Energi yang dihasilkan juga sangat murah karena sumber energi (matahari) bisa didapatkan secara gratis.

C. Solar Charge Controller

Solar Charge Controller merupakan komponen elektronika yang digunakan untuk mengatur *Current Regulator* atau arus listrik yang masuk dan keluar pada panel surya. Solar Charge Controller bekerja sebagai kontrol dan menjaga pemuatan baterai agar tidak overcharge. Selain menjaga pemuatan baterai, Solar Charge Controller juga berfungsi untuk mengatur keluar masuknya tegangan dan arus dari panel surya ke baterai.

Pada umumnya panel surya 12 Volt menghasilkan output tegangan sekitar 16 sampai 20 volt DC, maka dengan ini dibutuhkan alat sebagai kontrol agar baterai tidak rusak akibat pengisian yang berlebihan. Kapasitas maksimal tegangan baterai 12volt pada umumnya memiliki ukuran lebih sekitar 13-14,8volt. Pada umumnya Solar Charge Controller terdapat 1 input dan 2 output, dimana 1 input dengan 2 terminal terhubung dengan output solar cell, sedangkan 1 output terhubung dengan baterai / accu dan 1 output terhubung dengan beban. Pada Solar Charge Controller terdapat Diode Protection yang berfungsi sebagai pengaman agar arus listrik DC di masuk kembali ke panel surya, dan hanya melewatkan arus DC dari panel surya ke baterai.

D. Power Steering

Power steering merupakan peralatan pada sistem kemudi kendaraan agar gaya untuk membelokkan roda menjadi lebih ringan. Fungsi power steering yaitu meringankan beban pengemudian dan menstabilkan steer saat kecepatan tinggi.

Sistem power steering bekerja dengan memberikan assist atau kekuatan tambahan pada steering rack yang langsung menggerakkan roda depan kendaraan. Disini, pengemudi akan membelokkan kemudi lalu dari kemudi akan ada mekanisme steering sistem sampai ke rack. Pada rack, terdapat lagi mekanisme power assist yang memberi tenaga lebih pada rack steer saat bergerak. Sehingga, pengemudi akan terasa lebih ringan saat memutar roda kemudi.

E. Accu

Accumulator atau sering disebut Accu, adalah salah satu komponen utama dalam kendaraan bermotor, baik mobil atau motor, semua memerlukan Accu untuk dapat menghidupkan mesin mobil (mencatu arus pada dinamo stater kendaraan). Accu mampu mengubah tenaga kimia menjadi tenaga listrik. Di pasaran saat ini sangat beragam jumlah dan jenis Accu yang dapat ditemui. Accu untuk mobil biasanya mempunyai tegangan sebesar 12 Volt, sedangkan untuk motor ada tiga jenis tegangan. 12 Volt, 9 volt dan ada juga yang bertegangan 6 Volt. Selain itu juga dapat ditemukan pula Accu yang khusus untuk menyalakan Tape atau radio dengan tegangan juga yang dapat diatur dengan rentang 3, 6, 9, dan 12 Volt. Tentu saja Accu jenis ini dapat dimuati kembali (Recharge) apabila muatannya telah berkurang atau habis. Dikenal dua jenis elemen yang merupakan sumber arus searah (DC) dari proses kimiawi, yaitu elemen primer dan elemen sekunder. Elemen primer terdiri dari elemen basah dan elemen kering. Reaksi kimia pada elemen primer yang menyebabkan elektron mengalir dari elektroda negatif (Katoda) ke elektroda positif (Anoda) tidak dapat dibalik arahnya. Maka jika muatannya habis, maka elemen primer tidak dapat dimuati kembali dan memerlukan penggantian bahan pereaksinya (elemen kering). Sehingga dilihat dari sisi ekonomis elemen primer dapat dikatakan cukup boros. Contoh elemen primer adalah batu baterai (Dry Cells).

F. Arduino Nano

Arduino merupakan platform prototype elektronik yang bersifat open-source hardware berdasarkan pada perangkat keras dan perangkat lunak yang fleksibel dan mudah digunakan. Arduino ditujukan bagi para seniman, desainer, dan siapapun yang tertarik dalam menciptakan objek atau lingkungan yang interaktif. Pada awalnya Arduino merupakan sebuah nama yang diartikan teman yang kuat, hal ini ditemukan di Ivrea Italia. Terdapat beberapa platform pada Arduino yaitu Arduino board, shield, Bahasa pemrograman Arduino, dan Arduino development environment.

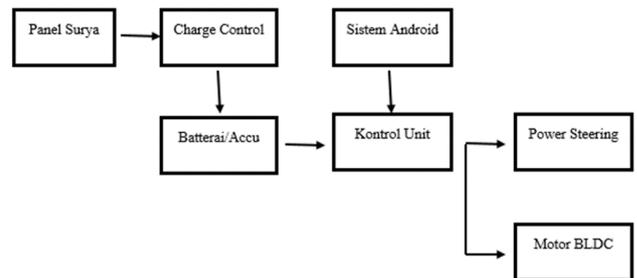
Arduino nano merupakan Arduino yang berukuran lebih kecil yang hanya dikoneksikan melalui USB Mini-B. Ukuran dari Arduino nano adalah 1.85cm x 4.3cm. Arduino nano menggunakan mikrokontroler ATmega328 (untuk Arduino versi 3.x) atau ATmega168 (untuk Arduino 2.x) dengan input tegangan 7-12V, Pin digital I/O 14 pin (6 pin sebagai PWM), Pin Input Analog 8 pin. Flash Memory yang digunakan adalah 16KB untuk ATmega168 atau 32KB untuk ATmega328 2KB digunakan oleh Bootloader. Memory SRAM yang digunakan 1 KB dan EEPROM 512 byte pada ATmega168, Sedangkan 2 KB memory SRAM dan EEPROM 1 KB pada ATmega328.

G. Motor BLDC

BLDC Motor (Brush Less Direct Current Motor) adalah suatu jenis motor sinkron, artinya medan magnet yang dihasilkan oleh stator dan medan magnet yang dihasilkan oleh rotor berputar di frekuensi yang sama. BLDC motor tidak mengalami slip, tidak seperti yang terjadi pada motor induksi biasa. Motor jenis ini mempunyai permanen magnet pada bagian rotor sedangkan elektromagnet pada bagian statornya. Setelah itu, dengan menggunakan sebuah rangkaian sederhana (Simpel Computer System), maka kita dapat merubah arus di elektro-magnet ketika bagian rotornya berputar.

Dalam hal ini, motor BLDC setara dengan motor DC dengan komutator terbalik, di mana magnet berputar sedangkan konduktor tetap diam. Dalam komutator motor DC, polaritas ini diubah oleh komutator dan sikat. Namun, dalam Brushless motor DC, pembalikan polaritas dilakukan oleh transistor Switching untuk mensinkronkan dengan posisi rotor. Oleh karena itu, BLDC motor sering menggabungkan baik posisi sensor internal atau eksternal untuk merasakan posisi rotor yang sebenarnya, atau posisi dapat dideteksi tanpa sensor.

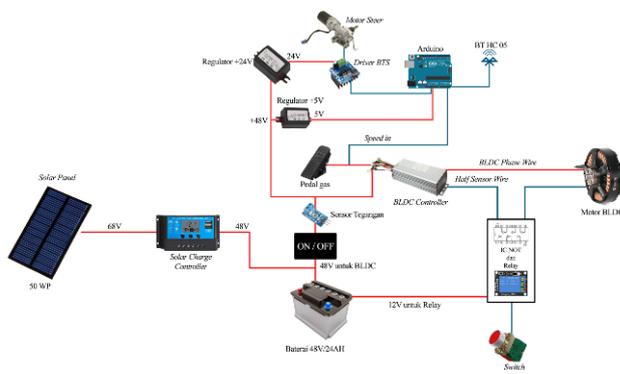
2. Alur Diagram Alat Keseluruhan



Gambar 1. Blok Diagram Mobil Listrik

Sistem kerja dari mobil listrik berbasis android yaitu panel surya yang berfungsi untuk mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik yang akan disimpan dalam baterai. Kemudian, energi listrik yang masuk dari panel surya ke baterai masih melalui *charge control* sebelum masuk ke *accu*, sehingga tidak terjadi overcharging atau overvoltage yang dapat mengurangi umur baterai. Energi yang disimpan pada *accu* akan dialirkan pada *control unit* yang akan menggerakkan power steering dan motor BLDC. Untuk kontrol unit sendiri bisa menggunakan sistem manual maupun android.

3. Skema Rangkaian Keseluruhan



Gambar 2. Skema Rangkaian Keseluruhan Sistem

Pada skema rangkaian 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.

4. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam perancangan sistem mekanik mobil listrik berbasis android ini disesuaikan dengan kebutuhan yang ada, diantaranya adalah :

- a. Tablet 7 inci
 Tablet yang digunakan adalah tablet merek Advan tipe EIC pro dengan spesifikasi Android 4.4 KitKat, dan ukuran layar & inci. Fungsi dari Android disini sebagai pengganti kontrol kemudi otomatis yang diperintahkan dengan suara.
- b. Panel surya (solar cell)
 Panel surya yang digunakan 4 panel surya GH solar dengan kapasitas 50 Wp yang fungsinya mengubah energi dari cahaya matahari menjadi listrik.
- c. Solar Charge Controller
 Solar Charge Controller yang digunakan adalah rangkaian charger untuk mengisi baterai Lead-Acid dengan daya 48V/24Ah yang berfungsi sebagai pengaman baterai jika kelebihan tegangan.
- d. Accumulator / baterai
 Baterai yang digunakan yaitu baterai jenis Lead-Acid dengan spesifikasi 12V/12 Ah yang dirangkai paralel sehingga menghasilkan daya 48V/24Ah. Fungsinya adalah menyimpan daya.
- e. Step down
 Step down yang digunakan yaitu modul XL7015. Fungsinya adalah menurunkan tegangan dari 48VDC ke 8VDC untuk daya arduino dan 12VDC untuk daya pada sistem reverse.
- f. Driver Motor BTS
 Driver Motor yang digunakan yaitu Driver Motor BTS 7960, digunakan sebagai kendali motor steer (kiri dan kanan) pada roda depan ketika mode otomatis.
- g. Mutiturn
 Multiturn atau potensiometer pada alat ini berfungsi sebagai control pwm pada motor stir, agar stir ketika berbelok ke kiri atau ke kanan tidak terlalu berlebihan.
- h. Relay
 Pada penggunaan relay digunakan untuk sistem reverse yang mengubah arah dari maju ke mundur dan sebaliknya.
- i. Bluetooth
 Menggunakan modul Bluetooth HC05. Pada penggunaannya Bluetooth digunakan sebagai penghubung komunikasi antara Android dan Arduino.
- j. Arduino

Menggunakan Arduino Nano. Arduino yang digunakan sebagai pusat control unit pada sistem pada mobil listrik.

k. Motor BLDC

Penggunaan motor BLDC yaitu sebagai penggerak roda mobil listrik yang dialiri tegangan 48VDC

5. Rancang Bentuk Mobil Listrik



Gambar 3. Blok Diagram Mobil Listrik

Konsep rancangan mobil listrik ini adalah mobil listrik yang mempunyai dimensi 200 cm x 90 cm x 175 cm (P x L x T). Mobil yang dirancang mempunyai 4 roda dimana roda belakang dipasang motor bldc dan power steering akan ditempatkan dibawah stir. Untuk panel surya pada mobil listrik ini ditempatkan diatas sebagai atap yang mempunyai dimensi 135 x 107 cm (P x L)

Secara umum mobil listrik yang kami rancang terdiri dari 4 tahap, yaitu :

- a. Pembuatan Chasis Mobil Listrik
 Dalam pembuatan chasis mobil ini tidak memprioritaskan kecepatan, namun lebih memprioritaskan kekokohan dari chasis mobil dan juga stabilitas dari mobil saat dikendarai, karena mobil akan melintasi medan- medan yang sulit. Suspense didesain sebaik mungkin agar menunjang kinerja mobil saat dikendarai. Ban mobil listrik dirancang untuk menggunakan ban yang mampu melintasi segala medan.
- b. Pembuatan Charger Aki Dari Solar Cell
 Terik matahari yang ditangkap oleh solar cell akan dikonversikan menjadi energi listrik dan digunakan untuk mencharger aki. Yang energinya akan dipakai untuk menggerakkan mobil listrik.
- c. Instalasi Elektrik
 Setelah semua sistem sudah dirancang maka akan dilakukan finishing dengan melakukan instalasi elektrik. Instalasi elektrik ini dilakukan untuk mengintegrasikan keseluruhan sistem dari mobil listrik dapat dikendarai.
- d. Instalasi Aplikasi
 Pada tahap ini akan dilakukan pengujian aplikasi pada alat yang telah dirancang , untuk menguji sistem menggunakan aplikasi yang telah dibuat. Pengujian tersebut dilakukan dengan cara mengendarai mobil listrik pada medan yang telah direncanakan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Perancangan Mobil Listrik



Gambar 4. Hasil Perancangan Mobil Listrik

Gambar 4. diatas menunjukkan hasil perancangan dan pembuatan Mobil Listrik tenaga Surya. Pada gambar diatas terlihat panel surya diletakkan melintang diatas. Kemudian tombol on/off,tombol pengatur maju-mundur diletakkan di dekat stir (kemudi) untuk memudahkan driver ketika mengopersikan mobil sel surya, sebagaimana terlihat pada gambar 2 diatas.

Kendaraan mobil listrik menggunakan sumber energi listrik dari 8 buah baterai 12 volt/ 12 Ah yang dihubungkan secara 4 secara seri kemudian diparalelkan, sehingga menghasilkan tegangan 48 volt/ 12 Ah. Kendaraan listrik ini menggunakan motor bldc sebagai tenaga penggerak dan controller sebagai pengendali kecepatan motor. Komponen baterai diletakkan di sebelah belakang dari kendaraan mobil listrik.

Mesin / Engine

Tabel 1. Spesifikasi Mesin / Engine

Tipe mesin	Motor bldc
Daya maksimum	350 Watt / 345 rpm
Torsi maksimum	15,2 N.m
Sumber Energi	Baterai 8 x 12 V/ 12 Ah

Dimensi / Dimension

Tabel 2. Spesifikasi Dimensi / Dimension

Panjang / Overall length	200 cm
Lebar / Overall width	90 cm
Tinggi / Overall Height	175 cm
Jarak Sumbu Roda / Wheelbase	150 cm
Jarak Terendah / Ground Clearance	18 cm

Rangka / Chasis

Tabel 3. Spesifikasi Rangka / Chasis

Rangka dasar	Hollow 4x2 dan 3x3
--------------	--------------------

Rangka pembentuk	Besi siku dan Pipa
Ban depan dan belakang	Ban sepeda diameter 48 cm
Rem	Cakram sepeda motor

Kelistrikan

Tabel 4. Spesifikasi Kelistrikan

Sumber tegangan motor	Baterai 8 x 12 V/ 12 AH
Sumber tegangan baterai	Panel sel surya 50 Wp
Pengontrol kecepatan	Controller motor 350 watt

Panel Surya

Tabel 5. Spesifikasi Panel Surya

Tenaga Maksimal(Wp)	50 Watt
Toleransi	$\pm 3\%$
Tegangan Maksimal (Vmp)	17,5 Volt
Arus Maksimal(Imp)	2,87 Ampere
Tegangan Sirkuit terbuka (Vop)	21,6 Volt
Arus Pendek Sirkuit (Isc)	3,25 Ampere
P x L x T	670 x 535 x 30 mm
Berat	± 3 kg

2. Hasil Perancangan Rangkaian Elektronika Mobil Listrik



Gambar 5. Hasil Perancangan Rangkaian Mobil Listrik

Pada gambar 5 merupakan gambar hasil dari perancangan yang terletak di bawah tempat duduk belakang mobil listrik. Adapun penjelasannya dibawah ini:

- a. Solar Charger Controller digunakan sebagai pengontrol pengecasan dari panel surya agar pengecasan pada baterai maksimal.
- b. Control Unit digunakan sebagai pengontrol sistem dan proses yang terdapat dalam mobil listrik. Baik sistem elektronika maupun sistem aplikasi.
- c. Reverse berisi rangkaian reverse yang berfungsi sebagai kontrol catu daya untuk maju atau mundur motor BLDC.
- d. Baterai digunakan sebagai sumber daya motor listrik dan sistem elektronika yang terdapat pada mobil listrik.

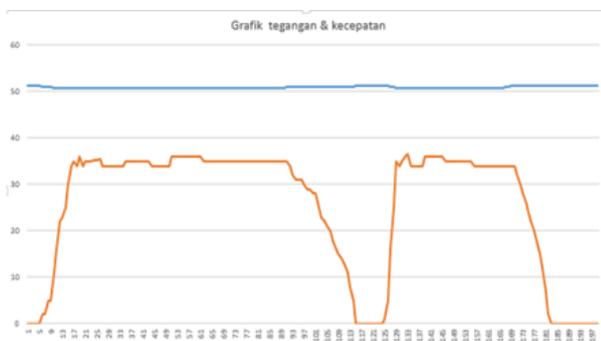
3. Pengujian Kecepatan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui kecepatan laju mobil ketika ketika dinaiki dengan bobot yang berbeda-beda. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel berikut.

Table 6. Pengujian Kecepatan Mobil Listrik

No	Berat Badan (Kg)	Kecepatan (Km/Jam)
1.	46 Kg	36,5
2.	39 kg	34,3
3.	141 Kg	28,7
4.	196 Kg	21,9
5.	210 Kg	19,4

Pada tabel di atas dapat dilihat bahwa terdapat 5 kolom percobaan yang terbagi atas 2 variabel yaitu berat badan, dan kecepatan mobil listrik. Dan dapat disimpulkan bahwa semakin berat badan yang dibawa, maka kecepatan maksimal semakin kecil, dan begitupun sebaliknya semakin kecil berat badan yang dibawa, maka kecepatan maksimal semakin besar.



Gambar 6. Grafik tegangan dan kecepatan

Pada gambar 6 di atas dapat di lihat semakin meningkat berat badan maka waktu tempuh yang di perlukan semakin lama. Dimana tegangan di simbolkan dengan warna biru sedangkan waktu tempuh di simbolkan dengan warna kuning. mobil listrik ini juga dapat mencapai kecepatan maksimal hingga 35,4 km/jam pada saat tegangan 50,75 volt.

4. Analisa Hasil Pengukuran dengan hasil perhitungan

Berdasarkan proses pengukuran yang telah dilakukan, maka didapatkan panjang diameter ban adalah 48 cm. = 0,48 m. Karena roda ban berbentuk lingkaran, maka kita dapat menghitung keliling roda dengan persamaan berikut :

$$Keliling\ roda\ ban = \pi \times diameter\ ban \tag{1}$$

Sehingga melalui rumus di atas maka besar dari keliling roda adalah

$$Keliling\ roda\ ban = 3,14 \times 0,48\ m = 1,5072\ m$$

Artinya setiap roda ban melakukan putaran 1 kali, maka jarak yang ditempuhnya sejauh 1,5072 meter.

Untuk mencari RPM roda ban, yaitu :

$$RPM = \frac{Kecepatan \times 60}{Diameter\ ban} \tag{2}$$

Dimana :

$$Kecepatan\ max = 36,5\ Km/Jam = 10,139\ m/s$$

Diameter Ban = 0,48 m

Sehingga melalui rumus diatas maka didapatkan RPM pada roda ban yaitu sebesar 1.267,375 RPM

Apabila roda ban melakukan 1.267,375 kali putaran dalam satu menit, maka jarak yang ditempuhnya adalah :

$$Jarak\ tempuh\ per\ menit = Keliling\ roda \times Besar\ rpm\ max \tag{3}$$

Melalui rumus di atas maka jarak tempuh untuk setiap menit pada kecepatan maksimal adalah 1.910,1876 meter atau kalau dibulatkan yaitu 1,9 Km.

Dari hasil pengukuran dan perhitungan, maka kendaraan listrik ini dapat menempuh jarak sejauh 1,9 Km dalam waktu satu menit pada kecepatan maksimum

IV. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa pada data hasil pengukuran, maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

1. Prototipe mobil listrik dibangun menggunakan kerangka, panel surya, powersteering, motor BLDC dll. Dan dapat bekerja seperti yang diharapkan.
2. Mobil listrik dengan menggunakan sel surya dapat menempuh jarak 1,9 Km selama 1 menit pada kecepatan maksimum (36,5 Km/Jam).
3. Tegangan berada diangka 50,75 V ~ 51,26 V dengan kecepatan maksimum motor BLDC-nya yaitu 36,5 Km/Jam.

B. Saran

Dari hasil perancangan serta percobaan yang telah dilakukan, penulis memiliki beberapa saran untuk penelitian selanjutnya, yaitu :

1. Accu diganti dengan Baterai lithium-ion yang diharapkan penggunaan daya lebih tahan lama.
2. Pengembangan Baterai Management System (BMS) pada bagian baterai agar penggunaan konsumsi baterai dapat diatur.
3. Ditambahkan indikator kecepatan, jumlah baterai pada mobil listrik sehingga mempermudah analisa

REFERENSI

[1] 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.

[2] S. J. Purnomo, B. H. Pratama, L. N. Hakim, Nurofik, and S. Pambudi, "UJI EKSPERIMENTAL KINERJA MOBIL LISTRIK," Pros. SNATIF, vol. 4, pp. 679-686, 2017.

[3] P. S. Sahu, A. Kumar, and C. M. Bajpai, "Design Analysis and Theoretical Study of Solar Energy Conversion in an Electric Car," pp. 1146-1150, 2016.

[4] S. Gaikwad, S. Sanas, P. Kalwankar, and D. Harale, "Virtual Smart Car," pp. 2998-3002, 2017.

[5] P. I. Purboputro, M. A. H, M. A. Saputro, and W. Setiyadi, "Uji Kemampuan Rancangan Sistem Kemudi , Transmisi , dan Pengereman pada Mobil Listrik Prototype ' Ababil ,'" no. i, pp. 118-127, 2018.

[6] S. Sali, "Robot Control using Android Mobile with Solar Panel," vol. 2, no. 11, pp. 239-244, 2016.

[7] A. Surapati and I. Priyadi, "RANCANG BANGUN MOBIL HYBRID (TENAGA ANGIN DAN TENAGA SURYA) ZERO POLLUTION," no. November, pp. 1-2, 2017.

[8] P. Jatmiko, D. Prasetio, and N. Wulandari, "RANCANG BANGUN MOBIL SURYA V-1CTORY - POLINERI (BAGIAN: SISTEM SEL SURYA)," J. Tek. Mesin, vol. 5, pp. 1-15, 2016.

[9] H. Susanto, "Desain Dasar Dan Pembuatan Mobil Listrik," vol. 2, no. 1, pp. 91-96, 2016.

[10] M. S. D.RAJKUMAR, C.GOKUL, K.SABAREESHWARI, "DESIGN AND DEVELOPMENT OF HYBRID VEHICLE SMART CONTROL SYSTEM WITH SOLAR CHARGING," Int. Res. J. Eng. Technol., no. July, pp. 5-10, 2018.

- [11] A. Shetgaonkar, T. Shirodkar, R. Yadavade, and S. Raykar, "Smart Car," pp. 1875–1881, 2017.
- [12] R. R. R.S.Karthic, S.Saravanan, "A SURVEY OF IMPLEMENTING SMART SOLAR POWER SYSTEM USING ANDROID WITH ARDUINO," *Int. Res. J. Eng. Technol. (IRJET)*, pp. 1361–1363, 2016.
- [13] M. K. Ahmed, M. G. B. Reddy, and S. A. Kumar, "Solar Electric Powered Car with Manual Five Speed Gearbox," vol. 3, no. 2, pp. 348–352, 2017.
- [14] N. M. Khade, R. Kumari, T. Wahane, and A. Gudadhe, "Multi-featured Android Controlled Smart Car," pp. 2579–2581, 2019.
- [15] N. Nugroho and S. Agustina, "Perancangan Setting Rele Proteksi Arus Lebih Pada Motor Listrik Industri," vol. 15, no. 1, pp. 40–46, 2013.
- [16] A. Julisman, I. D. Sara, and R. H. Siregar, "Prototipe Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Otomasi Stadion Bola," *Karya Ilm. Tek. Elektro*, vol. 2, no. 1, pp. 35–42, 2017.
- [17] A. Kurniawan, M. A. Murti, and J. Halomoan, "Electric Car Power Supply System Using Solar Cell," 2011.
- [18] N. A. Vinnichenko, A. V. Uvarov, I. A. Znamenskaya, H. Ay, and T. H. Wang, "Solar car aerodynamic design for optimal cooling and high efficiency," *Sol. Energy*, 2014.