



Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran
<http://journal.universitaspahlawan.ac.id/index.php/jrpp>
 Volume 7 Nomor 2, 2024
 P-2655-710X e-ISSN 2655-6022

Submitted : 28/02/2024
 Reviewed : 27/02/2024
 Accepted : 24/03/2024
 Published : 27/03/2024

Sundoro¹
 Rb Budi Kartika W²
 Nurhedhi Desryanto³

PROTOTYPE LISTRIK TENAGA SURYA SEBAGAI SUMBER DAYA MOTOR PENGGERAK AWAL

Abstrak

Penelitian ini mengusulkan dan menguji prototype kendaraan listrik roda tiga yang menggunakan energi surya sebagai sumber daya utama. Dalam menghadapi penipisan sumber energi fosil, kendaraan ini dimodifikasi dari sepeda motor bekas dengan motor listrik DC dan tambahan panel surya sebagai sumber daya tambahan. Keunggulan utama adalah kemampuan pengisian baterai mandiri dan langsung menggerakkan motor listrik, mengatasi kendala daya baterai habis yang umumnya dialami oleh kendaraan listrik. Penggunaan panel surya yang ringan dan multifungsi juga diharapkan dapat meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi ketergantungan pada pengisian eksternal. Dalam pengujian, kendaraan ini dapat diubah menjadi Baggage Towing Tractor (BTT) di area bandara, menunjukkan potensi implementasi di sektor transportasi bandara. Hasil penelitian memberikan kontribusi pada pengembangan kendaraan listrik yang efisien, hemat biaya, dan ramah lingkungan.

Kata Kunci: Kendaraan Listrik, Panel Surya, Energi Mandiri, Baggage Towing Tractor, Inovasi Transportasi.

Abstract

This research proposes and tests a prototype of a three-wheeled electric vehicle utilizing solar energy as the primary power source. Adapting from a refurbished three-wheeled motorcycle with a DC electric motor, the vehicle incorporates additional solar panels to serve as an auxiliary power source. The primary advantage lies in the ability to autonomously charge the battery and directly drive the electric motor, addressing the common issue of depleted electric vehicle batteries. The use of lightweight and multifunctional solar panels aims to enhance energy efficiency while reducing reliance on external charging. In testing, the vehicle proves adaptable to becoming a Baggage Towing Tractor (BTT) within airport aprons, showcasing potential implementation in the airport transportation sector. The research outcomes contribute to the development of efficient, cost-effective, and environmentally friendly electric vehicles.

Keywords: Electric Vehicle, Solar Panel, Autonomous Energy, Baggage Towing Tractor, Transportation Innovation..

PENDAHULUAN

Pada saat ini mulai banyak yang berupaya mengembangkan atau mencoba berinovasi kendaraan yang digerakkan oleh tenaga listrik. Hal ini disebabkan pasokan sumber energi utama fosil yang semakin menipis, oleh karena itu diperlukan inovasi untuk mencari energi alternatif (energi baru terbarukan/EBT) untuk mengatasi hal tersebut, oleh karena itu penulis akan melakukan riset merancang prototype kendaraan listrik dengan merubah kendaraan sepeda motor menjadi kendaraan listrik yang penggerak utamanya menggunakan motor listrik DC sebagai penggerak utama dan motor DC tersebut disuplay daya baterey/aki. (Zulhaj Ismail Nasaruddin, Muhammad Ikhsan Nur) (2019) sehingga nantinya dapat digunakan/difungsikan sebagai kendaraan angkut, penulis akan memanfaatkan sepeda motor roda tiga bekas.

Berdasarkan pengalaman, para peneliti yang sudah terlebih dahulu mengembangkan kendaraan listrik, energi/daya baterey/aki pada kendaraan tersebut lebih cepat habis, kendaraan tersebut terhenti dan harus melakukan pengisian energi pada baterey/aki. Jika ingin menggunakan kendaraan listrik untuk jarak jauh atau waktu yang lama hal ini memerlukan

^{1,2,3}Politeknik Penerbangan Indonesia Curug

email: sundoro@ppicurug.ac.id, nurhedhi.desriyanto@ppicurug.ac.id

Corresponding author: nurhedhi.desriyanto@ppicurug.ac.id

baterai yang dapat menyimpan energi listrik yang besar, sehingga mengurangi efisiensi penggunaan listrik. Menurunnya energi yang tersimpan akan berimbas pada kecepatan (speed) maupun kemampuan torsi yang menurun. Daya tahan baterai umumnya 50 AH 72 volt hanya mampu bertahan 2 jam pemakaian dan tidak lebih dari 50 km pemakaian sejak baterai terisi 100% (Contoh motor Gesit). Kondisi rancangan sistem pengisian (charge) dan pemakaian (discharge) baterai pada kendaraan listrik ini berjalan bersamaan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut diperlukan inovasi seperti penyediaan sumber tenaga listrik kedua pada sistem pengisian baterai, yang juga berfungsi sebagai penggerak motor listrik, peneliti memodifikasi kendaraan tersebut dengan cara menambahkan atau memasang panel surya. Pemasangan panel surya pada kendaraan listrik, agar energi panas matahari dirubah menjadi energi listrik selanjutnya energi listrik tersebut bertindak sebagai sistem pengisian daya baterai maupun sistem penggerak langsung motor listrik.

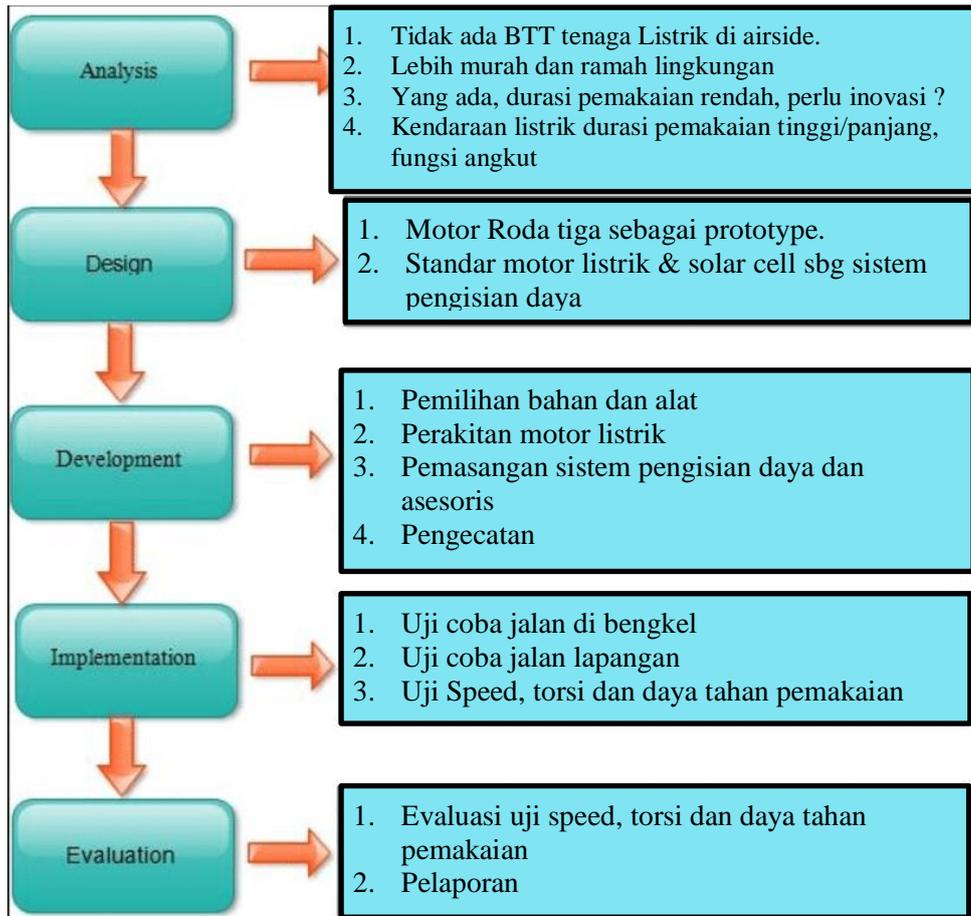
METODE

Pada kesempatan ini, kami akan menggunakan metode pengembangan prototype kendaraan listrik menggunakan baterai dan sistem pengisian daya baterai mandiri (Self Charging) dengan memanfaatkan panel surya sebagai penghasil listrik mandiri dari sinar matahari. Penelitian dan Pengembangan atau Research and Development (R&D) merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan kendaraan listrik, dan menguji keefektifan, kehandalan dan daya tahan baterai menggerakkan motor kendaraan listrik. (Sugiyono, 2016:407).

Metode penelitian dan pengembangan atau Research and Development (R&D) dalam bidang rancang bangun merupakan penelitian yang ditujukan untuk pembuatan atau perancangan kendaraan listrik secara efektif dan efisien serta menguji keandalannya. Model perancangan atau design yang efektif memerlukan kesesuaian antara pendekatan yang digunakan dengan kendaraan listrik yang akan diproduksi. Model R and D yang akan direncanakan ini mengikuti kerangka pikir model ADDIE yang dikembangkan oleh Robert Maribe Branch, The ADDIE Aproach, Robert Maribe Branch (2009 :2).

Metode ADDIE merupakan alur pikir mulai dari menganalisa masalah di lapangan, dilanjutkan dengan men-disain/konsep prototype, pemilihan bahan dan perlengkapan sampai merancang bangun prototype, jika perancangan selesai di implementasikan di lapangan dengan diuji coba, baik ditempat maupun uji jalan dan terakhir pengampilan data, serta mengevaluasi produk kendaraan listrik prototype.

Tahap analysis merupakan kegiatan analisis peraturan dan realitas dilapangan (Apron) untuk memperoleh gambaran peralatan GSE apa yang harus dikembangkan. Tahap design merupakan kegiatan mendesign atau merancang suatu peralatan GSE sesuai yang diharapkan (dalam bentuk konsep). Tahap development atau pengembangan meliputi kegiatan pembuatan dan perakitan serta pengujian peralatan GSE yang dihasilkan. Tahap Implementation adalah kegiatan pengambilan data peralatan yang telah diuji. Dan evaluation adalah kegiatan menyimpulkan dan mengevaluasi peralatan GSE yang telah dibuat. Serangkaian kegiatan tersebut merupakan alur langkah – langkah penelitian dan pengembangan (r&d) menurut Robert Maribe Branch (2009) dalam bukunya Sugiyono (2016:39),



Gambar 1. Desain ADDIE

1. Analisis, peneliti mengobservasi dan menganalisa permasalahan dilapangan, mengapa tidak ada kendaraan listrik GSE di Apron.
2. Design, peneliti membuat desain awal di media poster, kendaraan listrik yang cocok buat di apron, prototype roda tiga dan punya fungsi angkut.
3. Develop, peneliti merancang dan merakit kendaraan listrik dimaksud, menjadi prototype yang sebenarnya, diuji coba bengkel dan lapangan, diambil datanya dan diolah.
4. Implementasi, kendaraan listrik penelitian dievaluasi selanjutnya dapat dipergunakan dan diterapkan di apron.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan Perancangan

Rangka

Perancangan prototipe motor listrik bertenaga surya ini, dari awal mempunyai target, yaitu sebagai alat angkut bagasi dunia penerbangan. Kendaraan angkut bagasi penumpang (yang biasa beroperasi di bandar udara. Biasa disebut Baggage Towing Tractor (BTT).

Sebagai awal penelitian, kami memilih rangka sepeda motor roda tiga, yang di belakang berfungsi sebagai gerobak angkut. Kami membeli Rangka kendaraan motor bensin konvensional, kemudian dimodifikasi gerobaknya sehingga seperti layaknya BTT yang beroperasi di apron bandar udara.



Gambar 2. Rangka

Dinamo/Motor Listrik

Pada kendaraan listrik, pemasangan dynamo/motor DC merupakan komponen terpenting dalam sistem penggerak roda. Dinamo pada kendaraan listrik berfungsi sebagai merubah energi listrik menjadi energi mekanis, dengan bantuan belt/rantai memutar as gardan dan selanjutnya memutar roda,

Pemilihan dinamo sebagai motor penggerak sangat penting karena harus disesuaikan dengan tujuan akhir penerapan kendaraan listrik. Ada dua tipe motor listrik yang beredar di komponen motor listrik, yaitu “Tipe Hub dan tipe Middrive”. Kami putuskan memilih Tipe Middrive, karena nantinya dipakai untuk kendaraan listrik model gerobak pengangkut (BTT) yang mempunyai beban berat mengangkut bagasi/barang bawaan penumpang pesawat udara.



Gambar 3. Dinamo

Spesifikasi Umum

1.QSMOTOR 2000W 120 70H Motor Mid Drive

- Jenis Motor: Motor Rotor bagian dalam Magnet permanen PMSM dengan Sensor Hall
- Merek: QS Motor, QSMOTOR
- Desain Motor: poros tunggal
- Roda yang cocok: 12 inci atau lebih.
- Tinggi Magnet: 70mm, 40pcs, 5 pasang tiang

Diameter stator: 120mm

- Daya terukur: 2000W
- Tegangan terukur: 72V sebagai default

Kecepatan: 70KPH

Rpm tanpa beban: 2800rpm tanpa melemahnya fluks, 4400RPM dengan melemahnya fluks.

- Torsi maks: sekitar 45,4n. m tanpa rasio reduksi

Efisiensi maks: 88%

- Arus baterai terus menerus: tertunda (72V)
- Arus baterai puncak: 60A (72V)
- Sarankan arus fase puncak: 250A
- Pemeriksaan termal: Tidak ada sebagai default (KTY83/122 tersedia, jika Anda perlu, silakan beritahu petugas penjualan).

Suhu kerja: tertunda

- Pelat aila tunggal dengan konektor tahan air
- 8mm² penampang kawat fase (tidak termasuk lapisan isolasi)
- Sudut pentahapan Sensor aila: 120 derajat
- Tingkat tahan air: IP67
- Warna: Hitam
- N.W./G.W. : 10.8kg/11,5 kg
- Dimensi Paket: 34cm * 34cm * 33cm
- Poros cocok dengan sabuk sebagai default, opsional dapat sproket poros.

Dikutib dari website pabrikasi www.qsmotor.com tanggal 2 Agustus 2022 pukul 1345 WIB.

Baterey/Aki

Baterey adalah tempat penyimpanan (storage) energi listrik dengan spesifikasi tertentu, sesuai dengan yang dibutuhkan oleh dinamo (voltase dan ampernya). Oleh karena itu, baterey merupakan pendukung utama kendaraan listrik, tidak ada baterey, motor listrik tidak bisa bergerak. Ibarat manusia, baterey merupakan sumber tenaga agar motor bisa bergerak secara mekanis. Kemudian melalui pully, gerak mekanis motor akan menggerakkan gardan, sehingga roda belakang bisa berputar dan motor bisa melaju ke depan atau ke belakang.

Banyak pilihan dalam penggunaan baterai untuk kendaraan listrik, tetapi pilihan kami adalah Lithium Phospat (LFP) Prismatik 70 Amper. Sebuah cell baterey ini mempunyai tegangan 3,2 V. Dikarenakan spesifikasi standart motor adalah 72 V, kami akan menrakit ulang baterey LFP menjadi 72 V melalui rangkaian seri. Harapannya, 24 buah baterey yang berbentuk prismatik tersebut setelah dirangkai seri menjadi 72 V dan 70 Amper. Dimensi baterey menjadi 50 x 30 Cm.



Gambar 4. Aki

Agar terjadi keseimbangan voltase di setiap cell baterey saat pengisian daya dan pemakaian beban (charge and discharge), kami menggunakan Baterey Managemen System (BMS) dengan spesifikasi 24 S 50 AH. BMS ini mempunyai keunggulan mampu mem-balance setiap cell baterey sehingga membuat keseimbangan voltase di setiap cell baterey.



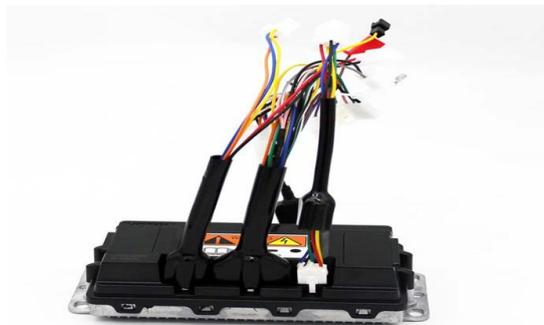
Gambar 5. Baterey Managemen System (BMS)

Controller Motor

Selain membutuhkan baterai dan dinamo, controller juga diperlukan untuk mengkonversi motor bensin menjadi motor listrik. Fungsionalitas pengontrol ini bisa dikatakan mirip dengan CDI pada motor karburator atau ECU pada motor injeksi. Controller ini digunakan untuk mengatur kecepatan. Batas daya dan kecepatan dapat diatur, mirip dengan unit kendali CDI atau ECU, bahkan ada soket lain yang berfungsi sebagai asesoris lainnya.

Pilihannya sangat beragam, ada yang bisa diatur melalui smartphone, ada pula yang bisa digunakan dengan laptop. Kebutuhan controller kembali disesuaikan dengan keinginan. Untuk penggunaan sehari-hari dapat menggunakan bawaan/standar dengan output sekitar 20 A. namun jika ingin lebih bagus bisa menggunakan barang buatan spesialis controller. Ada beberapa merek seperti Votol, Yuyangking dan Kelly controller.

Pada perancangan kali ini, kami memilih kontrol dinamo merek Votol-Em50n dengan spesifikasi 80 ampere. Lebih dari standar, karena mengingat hasil perancangan ini peruntukannya mengangkut beban berat layaknya gerobak pengangkut barang yang ada di bandar udara.



Gambar 6. Controller Motor

Sistem Pengisian Daya Baterey (Charger)

Sistem pengisian daya baterai tidak kalah pentingnya dalam merancang kendaraan listrik. Ada dua cara pengisian daya baterai pada perancangan kendaraan listrik ini, yaitu :

Menggunakan adaptor 10 ampere yang sudah jadi, disuplay dengan listrik PLN. Sistem pengisian daya baterai ini perlu ada, jika kondisi cuaca mendung atau hujan. Atau jika kendaraan listrik ini sedang parkir/tidak beroperasi di dekat sumber listrik PLN. Atau jika melakukan pengisian daya baterai di malam hari.



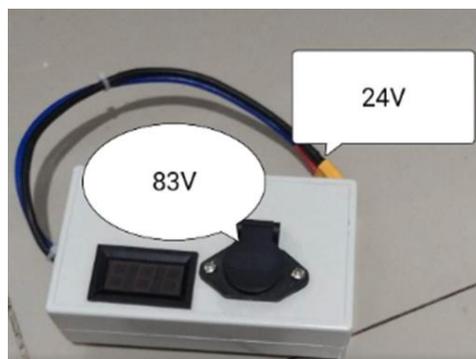
Gambar 7. Charger

Menggunakan dua buah modul panel surya yang sudah di pasang dan berfungsi sebagai atap/kanopi gerobak. Jika cuaca hujan, panel surya bisa berfungsi sebagai atap/kanopi pelindung hujan. Jika cuaca terik matahari/panas, atak atau kanopi ini akan mengasilkan listrik DC, sekitar 24 V atau mungkin lebih. Daya listrik dc ini bisa dimanfaatkan nntuk pengisian daya baterey.



Gambar 8. Panel

Mengingat keluaran (out put) dari panel surya cuma 24 volt sedangkan kebutuhan dinamo 72 volt, maka diperlukan suatu alat yang fungsinya pe-naik tegangan (step up), karena tegangan baterey adalah 72 volt. Step-up yang sudah disiapkan dilengkapi dengan pembatas (limit) atas voltase, yakni 83 v. Jika voltase baterey sudah mencapai 83 v maka sistem pengisian daya dari modul panel surya akan berhenti (auto cut-of). Artinya peralatan yang sudah disiapkan ini bisa berfungsi sebagai solar charge control (SCC). Pada alat ini juga dilengkapi dengan display volt meter baterey. Sehingga V baterey selalu termonitor, dalam kondisi low, mid atau hi.



Gambar 9. V Monitor

Switch atau Asesoris Lain

1. Throtel

Throtel adalah suatu alat pengatur kecepatan untuk dinamo/motor dc. Fungsinya mirip dengan handle gas pada motor konvensional. Throtel merupakan bagian yang berfungsi mengatur kecepatan laju agar kendaraan dapat berjalan pada kecepatan yang diinginkan. Komponen ini penting dalam suatu kendaraan listrik. Komponen ini juga bukanlah merupakan komponen yang kokoh tidak bisa rusak. Pada throtel yang kami rancang juga dilengkapi dengan indikator voltase baterai, sehingga pengendara bisa mengontrol kondisi voltase baterai.



Gambar 10. Throtel

2. Switch maju mundur

Switch ini hanya ada dua pilihan, switch utamanya untuk menggerakkan kendaraan listrik untuk maju, sedangkan pilihan lainnya jika kendaraan listrik tersebut ingin bergerak mundur. Switch ini mengontrol putaran mesin dinamo, akan berputar ke arah kanan atau ke kiri.



Gambar 11. Switch Maju Mundur

3. Switch Low – Mid – Hi

Asesoris ini berfungsi untuk pemilihan daya output dinamo/motor listrik. Jika di motor konvensional, mesin digerakkan pada gigi persneling 1 atau 2 atau 3. Memanfaatkan gigi gearbox sebelum tenaga beralih ke roda. Sehingga mempengaruhi torsi kendaraan. Jika di kendaraan listrik merubah daya dinamo/motor listrik menjadi lebih kecil atau lebih besar (pilihan daya/Amper dinamo/motor listrik).



Gambar 12. Switch Low Mid Hi

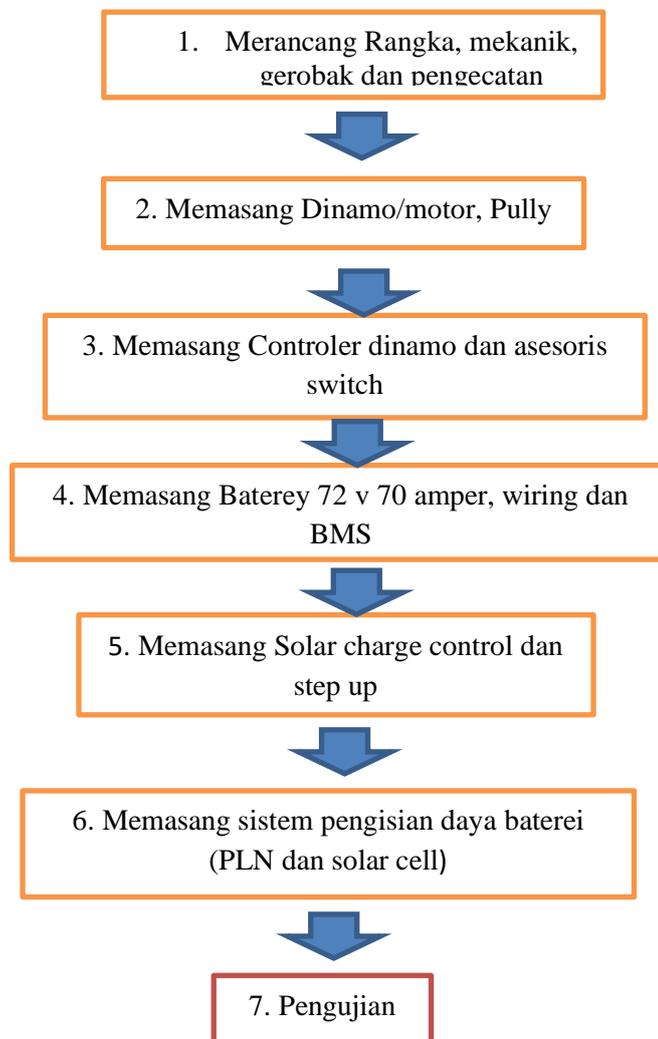
4. Engine Break switch/Limit Switch

Meskipun sistem pengereman kendaraan listrik ini sudah dilengkapi dengan sistem pengereman konvensional, yang menggunakan tromol dan kampas rem. Kendaraan listrik ini juga dilengkapi dengan engine break. Dengan bantuan limit switch, pengereman melalui kontrol dinamo juga membantu sistem pengereman kendaraan listrik ini. Pengendara cukup melakukan pengereman pedal rem yang ada, maka limit switch ini juga ikut tertarik, sehingga throtel/gas dah berfungsi sama sekali.



Gambar 13. Limit Switch

Prosedur Perancangan



Proses Perancangan

Merancang Rangka, mekanik, gerobak dan pengecatan

Kami memilih rangka sepeda motor roda tiga, yang di belakang berfungsi sebagai gerobak angkut. Kami membeli Rangka kendaraan motor bensin konvensional, kemudian dimodifikasi gerobaknya sehingga seperti layaknya BTT yang beroperasi di apron bandar udara.



Gambar 14. Merancang Rangka

Memasang Dinamo/motor, Pully dan belt

Kami putuskan memilih Tipe Middrive, karena nantinya dipakai untuk kendaraan listrik model gerobak pengangkut (BTT) yang mempunyai beban berat 300 kg, untuk mengangkut bagasi/barang bawaan penumpang pesawat udara.

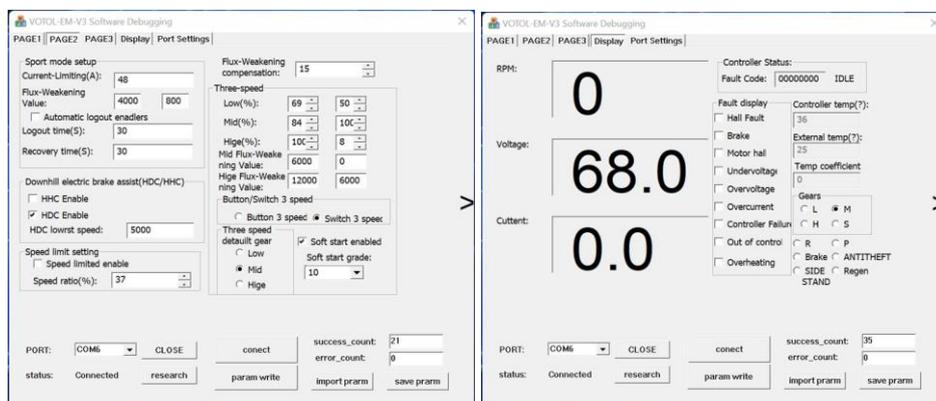


Gambar 15. Pemasangan Dinamo

Memasang Controller dinamo dan asesoris switch

Cara Setting Controller Votol EM50-4

Untuk memulai setting controller, kita harus mempunyai software/aplikasi votol, yang bisa di download di website pabrik votol. Setelah ter-download instal di komputer/laptop kita. Running sampai muncul gambar seperti ini, lanjutkan dengan setting controller sesuai dengan kondisi yg ada dan keinginan kita.



Gambar 16. Tampilan Gambar Software Votol

Memasang Baterey 60 v 70 amper, wiring dan BMS



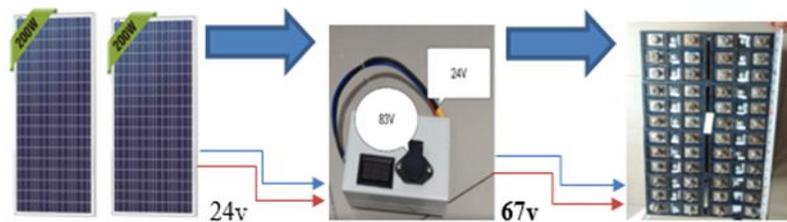
Gambar 17. Pemasangan Battery

Memasang Solar charge control dan step up



Gambar 18. Pemasangan Solar Charge

Memasang sistem pengisian daya baterei (PLN dan solar cell)



Dirangkai paralel 24 V Step up 24 to 67 V Charge baterey 60 V 70 Ah

Gambar 19. Pemasangan Sistem Pengisian Daya

Memasang Throttlet



Gambar 20. Pemasangan Throttlet

No	Waktu	Km	SOC	V awal	V akhir	Berhenti 5 mnt
1	10mn 35 dtk	3,3 km	70 A	65,9 v	65,2 v	65,9 v
2	10mn.36 dtk	3,3 km	70 A	65,9 v	65,3 v	65,9 v
3	10mn 36 dt	3,3 km	70 A	65,9 v	65,3 v	65,9 v

2. Hasil Jadi



Gambar 21. Hasil Jadi

Pengujian

Daya tahan baterey

Hasil Pengujian prototype yang berkaian dengan daya tahan baterey adalah sebagai berikut :

Daya angkut

No.	Uji	Keterangan
1	436 Kg (6 Taruna)	Mampu berjalan
2	566 Kg (8 Taruna)	Mampu berjalan
3	616 Kg (9 Taruna)	Mampu berjalan (berat)

Kecepatan

No.	Waktu	Km	kecepatan	Keterangan
1	70 dtk	600 m	34 km/jam	Layak di Apron
2	70 dtk	600 m	35 km/jam	Layak di Apron
3	70 dtk	600 m	35 km/jam	Layak di Apron

SIMPULAN

Durasi pemakaian baterey prototype BTT layak dipergunakan di apron sebagai pengangkut bagasi penumpang dari Kompartemen pesawat Udara ke Make up/Break Down atau sebaliknya. Daya angkut prototype BTT maksimum 616 Kg, layak dipergunakan di Apron sebagai pengangkut bagasi penumpang dari Kompartemen pesawat Udara ke Make up/Break Down atau sebaliknya.

Kecepatan maksimum prototype BTT adalah 5 km/jam, sehingga layak dipergunakan di apron sebagai pengangkut bagasi penumpang dari Kompartemen pesawat Udara ke Make up/Break Down atau sebaliknya. (tidak boleh lebih dari 15km/jam).

DAFTAR PUSTAKA

Anisah, S., Ginting, J., Hamdani, Kusuma, B. S., & Tharo, Z. (2020). Rancang Bangun Simulator Kapal Motor Menggunakan Panel Surya. Teknik Elektro Universitas Pembangunan Pancabudi.

- Branch, R. M. (2009). *The ADDIE Approach* (Vol. 2).
- Charisma, A., Elysees, C. B., Iskandar, H. R., Ridwanulloh, R., & Yuliana, H. (2020). Analisis Performa Baterai Jenis Valve Regulated Lead Acid Pada PLTS OFF-GRID 1 KWP. Jurusan Teknik Elektro, Falkutas Teknik, Universitas Jenderal Achmad Yani Cimahi.
- Desrianty, A., Permana, E., & Rispianda. (2015, Oktober). Rancangan Alat Pengisi Daya Dengan Panel Surya (Solar Charging Bag) Menggunakan Quality Function Deployment (QFD) Reka Integra ISSN: 2338-5081 Jurusan Teknik Industri Itenas. Jurnal Online Institut Teknologi Nasional .
- Hidayanti, F. (2022). *Aplikasi Sel Surya*. LP Unas ISBN 978-623-7376-53-8.
- Iskandar, C. S., & Latief, N. (2018). *Sistem Listrik Tenaga Surya Disain, dan Operasi Instalasi: Ikhtisar Untuk Membangun Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia*. Deepublish. hlm. 7. ISBN 978-602-475-497-6.
- Ismail, N. Z., & Nur, M. I. (2019). *Perancangan Perahu Listrik Bertenaga Surya . Teknik Elektro Falkutas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar*.
- Jamaluddin, Multazam , M. T., & Sartika, S. B. (2021). *Buku Petunjuk Pengoprasian Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS)*. UMSIDA Press. ISBN 978-623-6292-10-5.
- Keputusan Pemerintah Kementerian Perhubungan. (2015). No, KP 635.
- Lindri, F. (2017). *Uji Kinerja Panel Surya Silikon Tipe Polikristal Dan Monokristal*. Program Studi Teknik Pertanian Falkutas Pertanian Universitas Brawijaya.
- Luthfi , P., & Taufik, P. (2018). *Kontribusi Konversi Mobil Konvensional Ke Mobil Listrik Dalam Penanggulangan Pemanasan Global*. In *Journal of Electric Technology* (pp. Vol.3, No.2). ISSN : 2598 – 1099 (Online) ISSN : 2502 – 3624 (Cetak) .
- Nursanto, J. (2016). *Perancangan Perahu Listrik Bertenaga Surya Di Kota Pontianak*. Universitas Tanjung Pontianak. Peraturan Menteri Perhubungan . (2020). No. PM 65 .
- Rachmawati, Y., & Sujito. (2019). *Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Universitas Negeri Malang.
- Setyaningrum, Y. (2017). *Tugas Akhir "Pengukuran Efisiensi Panel Surya Tipe Monokristalin Dan karakterisasi Struktur Material Penyusunnya"*. Departemen Fisika Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sinaga, S. (2020). *Analisis Kebutuhan Energi Motor Listrik Pada Mobil Hybrid*. Cited by 1, *Jurnal Teknik Mesin*, Vol.09, No.3.
- Sugiyono. (2016). *Metode Penelitian Kuantatif, Kualitatif dan R&D*. PT. Alfabet.Surat Keputusan Dirjaen Perhubungan Udara. (1999). No. SKEP 140.
- Tesla. (Maret 2020). *Studi Analisis Perkembangan Teknologi Dan Dukungan Pemerintah Indonesia Terkait Mobil Listrik* (Vols. Vol.22, No.1).
- walisiewicz . (2003). *Energi Alternatif*. Indonesia: Erlangga.