

## **PENGEMBANGAN SISTEM KELISTRIKAN MOTOR BRUSHLESS DIRECT CURRENT SPEED UWP V2.2 KAPASITAS 2000 WATT**

Robertus Bayu Purnama<sup>1,a</sup>, Moh Aji Surya Pangestu<sup>2,b</sup>, Achmad Aji Pamungkas<sup>3,c</sup>, Muhammad Rizaldi Bukhori<sup>4,d</sup> dan Slamet Riyadi<sup>5,e</sup>

Program Studi Teknik Mesin Universitas Wijaya Putra<sup>1,2,3,4,5</sup>

Jl. Raya Benowo No. 1-3 Surabaya, Jawa Timur, Indonesia<sup>1,2,3,4,5</sup>

[e<sup>slametriyadi@uwp.ac.id</sup>](mailto:slametriyadi@uwp.ac.id)

### **Abstrak.**

Kebutuhan bahan bakar minyak yang semakin meningkat sehingga menyebabkan beberapa kendala terhadap pemakaian bahan minyak, untuk itu salah satu cara mengatasi keterbatasan dan ketergantungan terhadap BBM adalah penggunaan kendaraan dengan energi listrik. Tujuan dari tugas akhir ini adalah terwujudnya kendaraan yang ramah lingkungan dan hemat bahan bakar. Salah satu solusi adalah menggunakan energi listrik sebagai sumber energi listrik pada alat-alat transportasi seperti mobil listrik, sepeda motor listrik, kereta listrik dan masih banyak lagi lainnya. Sistem kelistrikan mempunyai peran penting untuk kenyamanan dan keselamatan pengendara penggerak motor DC, baterai lithium, dan kontroler sebagai komponen utama. Pada perhitungan mencari beban maksimum pengendara pada sepeda didapat 250 kg. Sepeda listrik dapat melaju dengan kecepatan maksimum 90 km/jam. Dan menempuh jarak maksimum dengan pengisian baterai penuh 40 km. Daya baterai 72V-30Ah mampu menggerakkan motor listrik dengan aman yang daya dari motor 2000 watt dan kecepatan putar 1000 rpm.

**Kata kunci:** *sepeda listrik, energi listrik, motor listrik, brushless direct current.*

### **Abstract.**

This final project aims to realize an environmentally friendly and fuel-efficient vehicle. The increasing need for fuel oil causes several obstacles to the use of oil; for that, one way to overcome the limitations and dependence on fuel is the use of vehicles with electric energy. One solution is to use electrical energy as a source of electrical energy in transportation such as electric cars, electric motorcycles, electric trains, and many others. The electrical system has an important role in the comfort and safety of the driver of the DC motor, lithium battery, and controller as the main components. In finding the maximum load for the rider on the bicycle, 250 kg is obtained. Electric bicycles can go up to a maximum speed of 90 km/h. Furthermore, cover the maximum distance with a full battery charge of 40 km. The 72V-30Ah battery can safely drive an electric motor powered by a 2000 watt motor and a rotational speed of 1000 rpm.

**Keywords:** *electric bicycle, electric energy, electric motor, brushless direct current.*

## **Pendahuluan.**

Energi listrik merupakan salah satu bentuk energi yang berperan penting dalam kemajuan peradaban manusia. Selama ini persediaan energi listrik umumnya dipasok oleh sumber-sumber energi fosil. Namun demikian, dengan terjadinya krisis minyak banyak pihak yang mencari alternatif baru dalam penyediaan sumber energi terutama berasal dari sumber energi terbarukan. Untuk mendukung penyedia energi tersebut, penyimpanan energi menjadi sangat penting untuk menyediakan pasokan yang handal dan kontinu dalam waktu yang relatif lama, salah satunya adalah baterai. Baterai adalah sebuah alat yang dapat menyimpan energi listrik untuk digunakan sesuai dengan keperluannya sewaktu-waktu serta dapat dengan mudah dipindahkan dari satu tempat ketempat lainnya. Sebagai contoh dalam skala kecil yaitu, penggunaan baterai untuk laptop dan telepon genggam. Selama ini sebagian besar masyarakat tidak mengetahui kualitas baterai yang digunakan sehingga pemantauan baterai sangat diperlukan untuk mengetahui bagaimana kinerja dari baterai. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kinerja baterai diantaranya adalah kapasitas dan energi keluaran. Sebagai contoh, jika dibandingkan dengan baterai baru, baterai yang disimpan kapasitasnya akan menurun, hal ini dikarenakan pengaruh dari suhu dan waktu penyimpanan yang lama [1][2].

Salah satu metode estimasi SOC yang cukup mudah diimplementasikan dan paling banyak digunakan adalah metode perhitungan coulomb. Prinsip dasar metode perhitungan coulomb adalah melakukan penjumlahan terhadap arus listrik yang masuk ataupun keluar dari baterai. Selain itu, suhu dan arus dapat mempengaruhi keakuratan kapasitas pada SOC. Dari data penelitian yang sudah ada, dengan menggunakan metode kalman filter membuktikan bahwa error pada SOC menggunakan baterai Lithium ion tidak melebihi 4% [3]. Generator atau alternator berfungsi untuk menghasilkan energi listrik, rectifer untuk menyearahkan arus bolak-balik (AC) yang dihasilkan alternator menjadi arus searah (DC), dan voltage regulator berfungsi untuk mengatur tegangan yang disuplai ke lampu dan mengontrol arus pengisian ke baterai sesuai dengan kondisi baterai. Listrik pada sepeda motor sangat penting manfaatnya, sebab tanpa adanya listrik sistem-sistem kelistrikan pada sepeda motor tidak dapat bekerja. Hal ini juga tentu mengakibatkan mesin tidak dapat hidup. Listrik pada sepeda motor disuplai dari baterai dan sistem pengisian, namun yang paling penting dan utama dalam suplai listrik adalah sistem pengisian, sebab suplai listrik yang dapat baterai berikan hanya beberapa jam saja, untuk itulah diperlukan sistem pengisian [4].

Saat mesin hidup sistem pengisian mengambil alih suplai listrik, sementara saat mesin mati atau mau distarter maka baterai yang memberikan suplai listrik. Sistem pengisian tak hanya sebagai suplai listrik tetapi mengisi kembali baterai yang telah kosong sehingga ketika mesin akan dinyalakan baterai siap mensuplai listrik. Untuk itu pada sepeda motor diperlukan sistem pengisian yang memproduksi tenaga listrik untuk mengisi kembali baterai sekaligus mendukung kinerja baterai mensuplai kebutuhan listrik ke sistem yang membutuhkannya pada saat sepeda motor dihidupkan [5]. Sumber listrik dalam baterai tersebut akan habis jika terus menerus dipakai untuk menjalankan (mensuplai) sistem kelistrikan pada sepeda motor tersebut. Untuk mengatasi hal-hal tadi, maka pada sepeda motor dilengkapi dengan sistem pengisian (*charging system*). Secara umum sistem pengisian berfungsi untuk menghasilkan energi listrik supaya bisa mengisi kembali dan mempertahankan kondisi energi listrik pada baterai tetap stabil. Disamping itu sistem pengisian juga berfungsi untuk menyuplai energi listrik secara langsung ke sistem-sistem kelistrikan, khususnya bagi sepeda motor yang menggunakan flywheel magneto (tidak dilengkapi dengan baterai). Komponen utama sistem pengisian adalah generator atau alternator, rectifier (dioda), dan voltage regulator [6].

## **Metodologi Penelitian**

### **Baterai Litthium**

Baterai atau akkumulator adalah sebuah sel listrik yang dimana didalamnya berlangsung proses elektrokimia yang reversible (dapat berkebalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan reaksi elektrokimia reversibel adalah didalam baterai dapat berlangsung proses perubahan

kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan) dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia (proses pengisian) dengan cara proses regenerasi dari elektroda - elektroda yang dipakai yaitu, dengan melewati arus listrik dalam arah polaritas yang berlawanan didalam sel. Baterai menghasilkan listrik melalui proses kimia di dalam baterai, Pada proses perakitan baterai, pertama tama baterai berspesifikasi 3.63V-4850 mAh disusun sebanyak 10 rangkaian seri dan 5 rangkaian parallel untuk mendapatkan kapasitas sebesar 72V 30Ah. Selanjutnya baterai disambungkan dengan battery management system (BMS). BMS disini berguna sebagai pengatur arus dan tegangan yang masuk dan keluar pada baterai. Selain itu BMS juga berguna sebagai pengatur agar saat kondisi charge dan discharge pun baterai tidak mengalami kerusakan. terakhir, baterai dipasang kedalam casing agar terlindung dari udara bebas [7].

### **Pengisian Slow and Fast Charging**

Metode pengisian slow charging membutuhkan arus pengisian minimal sebesar 10% dari kapasitas arus yang dimiliki baterai. Kapasitas arus baterai, maka minimal arus yang dibutuhkan pengisian metode slow charging adalah 2,5 Ampere, alat pengisian aki yang bisa mengalirkan arus minimal 5 Ampere atau lebih. Pengisian baterai dengan kapasitas dibutuhkan arus untuk pengisian normal adalah 10% [7]. Metode *fast charging* membutuhkan arus maksimal sebesar 40% dari kapasitas baterai yang digunakan. Dengan Kapasitas yang akan diisi maka butuh sebesar 10 ampere, yang didapat 40%. Dengan metode arus pengisian *fast charging* sebesar 10 ampere [8].

### **Rangkaian Kelistrikan Keseluruhan**

Rangkaian kelistrikan keseluruhan ini menyakuti semua komponen yang ada pada sistem kelistrikan sepeda listrik. pertama baterai sebagai sumber arus, kontak sebagai penghubung dan pemutus arus diteruskan ke kontroler sebagai otak pengatur dari penggerak BLDC dan diteruskan dan diturunkan oleh konverter menjadi 12 V dan diteruskan ke sistem kelistrikan 12 V yaitu sistem kelistrikan lampu utama, klakson horn, lampu tanda belok sein, lampu rem.

### **Rangkaian Kelistrikan Lampu Utama**

Lampu utama ditempatkan di depan kendaraan, berfungsi untuk menerangi jalan pada malam hari. Umumnya lampu utama dilengkapi lampu jarak jauh dan jarak dekat. Nyala lampu jarak jauh dan jarak dekat dikontrol oleh dimmer switch. Lampu utama menyala bersamaan dengan lampu belakang melalui saklar geser dan tekan. Lampu utama yang dipakai ada dua tipe, yaitu tipe Sealed Beam dan bola lampu. Jenis Sealed Beam banyak dipakai pada kendaraan yang konstruksinya filamen, kaca dan reflektornya menjadi satu kesatuan. berikut gambar rangkaian alur kelistrikan lampu depan dan senja. berikut gambar alur kelistrikan lampu depan dan senja.

### **Lampu Tanda Belok Sein**

Lampu tanda belok atau sein adalah Sistem tanda belok ini terdiri atas empat buah lampu berwarna kuning, yaitu: 2 bola lampu belakang dan 2 bola lampu depan masing-masing kanan dan kiri. Agar sistem tanda ini berfungsi dengan baik, lampu-lampu tersebut harus dapat menyala dan berkedip sempurna, yaitu selama 1 menit adalah 60 kali kedipan. Hal ini bisa terjadi bila arus yang masuk ke bola lampu berupa arus putus-hubung yang diperoleh dari alat pengedip (flasher). berikut gambar alur kelistrikan lampu tanda belok sein

### **Lampu rem stop**

Lampu rem stop pada kendaraan bermotor biasanya berwarna merah dan ditempatkan di bagian belakang yang menyatu dengan lampu kota atau posisi. Daya rem harus lebih besar dari pada lampu posisi. Misalnya bola lampu dobel filamen dengan tulisan 8/21 w 12V berarti daya lampu kota 8 w dan lampu rem 21 W dengan tujuan pada saat lampu kota atau posisi menyala dan mobil sedang direm, akan terjadi perubahan sinar lampu terlihat menyala lebih terang. Berikut gambar alur kelistrikan lampu rem.

### **Klakson Horn**

Klakson (horn) merupakan alat keamanan yang dapat memberikan isyarat yang berupa suara. Klakson ini dapat bermacam-macam jenisnya. Pada jaman dulu, klakson ini berupa bulatan besi yang digerakkan dengan tangan dengan pemukul nya, tetapi kini klakson jenis ini sudah tidak dipakai lagi yang mana umumnya sekarang mobil menggunakan klakson yang digerakkan secara elektrik. Untuk mobil-mobil ringan pada umumnya digunakan klakson Bosch. Klakson jenis ini menggunakan sebuah vibrator untuk membuat resonansi terhadap getaran-getaran suara yang ditimbulkan. Untuk mobil-mobil besar seperti truk atau bis besar biasanya menggunakan jenis klakson angin. Klakson angin (air horn) ini dapat membuat suara yang cukup keras dan jauh. berikut gambar alur kelistrikan kelakson horn.

### **Hasil Dan Pembahasan.**

Batrai lithuim ini memerlukan perakitan antara beberapa biji batrai yang satu batang batrai mempunyai kapasitas 3,6V-9ohm dengan kapasitas 2.500 mAh dengan prakitan sistem seri dengan batuan plat satau sel tipis untuk menyatukan sumber arus sehinga menghasilkan tegangan 60 Volt 25 Ah yang bisa menjalan suatu sisitem kelistrikan BLDC dengan kapasitas 1000 Watt dan sistem kelsitrikan bantuan penerangan. batrai mendapat sumber dari listrik PLN 220 dengan batuan sistem pengecesan khusus batrai litthium ini dengan output 60-72 Volt.

Metode pengisian *slow charging* membutuhkan arus pengisian minimal sebesar 10% dari kapasitas arus yang dimiliki baterai. Kapasitas arus baterai 25 Ah, maka minimal arus yang dibutuhkan pengisian metode *slow charging* adalah 2,5 Ampere, alat pengisian aki yang bisa meng-alirkan arus minimal 5 Ampere atau lebih. Pengisian baterai dengan kapasitas 25 Ah dibutuhkan arus untuk pengisian normal adalah 10% dari 25 Ah. Dengan kapasitas baterai 25 Ah maka dibutuhkan waktu pengisian selama 6 Jam dengan menggunakan metode *slow charging*.

Metode *fast charging* membutuhkan arus maksimal sebesar 40% dari kapasitas baterai yang digunakan. Dengan Kapasitas 25 Ah yang akan diisi maka butuh sebesar 10 ampere, yang didapat dari 25 Ah x 40%. Dengan metode arus pengisian *fast charging* sebesar 10 ampere, maka lama waktu yang dibutuhkan untuk mengisi baterai dengan kapasitas 25 Ah

Sistem kelistrikan lampu utama berfungsi sangat banyak untuk meneragan bagian depan dan berfungsi sebagai tanda kepada pengendara lain dan sistem kelistrikan lampu kepala ini mendapat arus dari batrai yang sudah dikontrol oleh konverter untuk mengeluarkan arus dengan daya meksimal dari bolam lampu, sistem kelistrikan ini meliputi banyak bagian dan bantuan untuk mengan arus dan sebagai pemutus dan penghubung dari arus, antaranya meliputi bagian batrai, konverter, fuse sekring, kunci kontak, saklar yang berfungsi untuk menruskan dan memtus arus dan ditruskan ke bolam lampu dan massa. Berikut perhitungan beban arus yang dibutuhkan lampu kepala. Sistem kelistrikan lampu rem dan kota berfungsi sebagai pentanda pengendara lain yang ada dibelakang bahwan pengendara depan sedah memperlambat kecepatan, sistem kelistrikan lampu kota ini memberitanda penegndara lain lampu kota ini biasanya sering diberlakukan dikota kota dan dijalan yang gelap. Sistem ini mendapat arus dari batrai yang suda dikontrol oleh konverter untuk mengeluarkan arus dengan daya meksimal dari bolam lampu, sistem kelistrikan ini meliputi banyak bagian dan bantuan untuk arus dan sebagai pemutus dan penghubung dari arus, antaranya meliputi bagian batrai, konverter, fuse sekrin, .kunci kontak. saklar bolam lampu yanga ada dipedal rem dan massa. Berikut perhitungan beban arus yang dibutuhkan lampu rem dan kota.

Sistem kelistrikaan tanda belok berperan sangat penting untuk petanda pengendara lain mengetahui kita mau berbelok ke kiri atau ke kanan, sitem tanda belok ini melibatkan 4 bolam lampu yaitu 2 bagian depan dan 2 bagian belakang dengan bantuan suatu sistem pangedip atau fliser dengan beban arus yang sama. Sistem ini mendapat arus dari batrai yang suda dikontrol oleh konverter untuk mengeluarkan arus dengan daya meksimal dari bolam lampu, sistem kelistrikan ini meliputi banyak bagian dan bantuan untuk arus dan sebagai pemutus dan penghubung dari arus, antaranya meliputi bagian batrai, konverter, fuse sekrin, .kunci kontak. Saklar yang berfungsi untuk membagi arus ke kiri atau ke kanan dari tanda belok dan diatur oleh fliser untuk pemutus dan penyambung arus supaya bisa berkedip dan diteruskan ke bolam lampu bagian masing- masing depan dan

belakang kiri dan kanan, berikut perhitungan beban arus yang dibutuhkan oleh bolam lampu tanda belo

Sistem kelistrikan kelakson berfungsi untuk memberi tanda kepada pengendara lain untuk mendahului dan memberi tanda bahaya sistem kelistrikan kelakson mendapat suplai arus dari baterai yang sudah dikontrol oleh konverter supaya mengeluarkan arus yang sesuai kapasitas dari kelakson, sistem ini meliputi banyak bagian yang berguna untuk alat bantu yang melibatkan baterai konverter fuse atau sekring, kunci kontak saklar yang berguna untuk memutus dan menghubungkan arus dan di lanjutkan ke sistem kelakson dan ke massa, berikut perhitungan beban arus yang dibutuhkan oleh kelakson.

Daya Total Kelistrikan  $P_{total}$  7 volt dengan menghitung daya tahan baterai untuk kelistrikan body Kapasitas baterai 25 Ah, sumber daya baterai 312,5 Wh. Diasumsikan seluruh kelistrikan body menyala dan membutuhkan 147,5 watt, maka daya tahan baterai 3 jam. Perhitungan tersebut diperoleh jika seluruh kelistrikan body dalam keadaan menyala secara bersamaan dan terus menerus, namun dalam operasinya sehari-hari tidak sedemikian rupa, sehingga baterai dapat bertahan lebih dari 3 jam operasional.

## **Kesimpulan**

Dari hasil pengujian dan pembahasan data yang diperoleh maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dengan menggunakan sistem penggerak BLDC atau disebut dinamo DC dengan bantuan baterai yang mensuplai arus sebesar 60 V 25 AH untuk menjalankan suatu sistem dari sepeda motor listrik berkapasitas 2000 watt.
2. Prinsip kerja dari kelistrikan sepeda motor listrik berkapasitas 2000 watt supaya bekerja dengan bagus, dengan sumber arus baterai lithium 60 v 25 ah dan sistem controller sebagai pengatur dari sistem pelengkap yaitu Bluetooth dan android yang bisa terhubung ke suatu aplikasi yang berfungsi untuk merubah mode dari segala medan. Dan sistem controller ini bisa mengatur dari kecepatan yang mempunyai 3 tipe kecepatan yaitu slow high dan turbo, dan mempunyai kapasitas jarak dan kecepatan tertentu slow dengan kecepatan 30-40 rpm dengan jarak 50 km, Tipe high dengan kecepatan 40-60 rpm dengan jarak 40-60 rpm dengan jarak 30 km, dan tipe turbo dengan kecepatan 60-80 rpm dengan jarak 20 km. Dan dibantu untuk mengatur percepatannya dengan sistem TPS (throttle position sensor) yang ada di pedal gas. Dan sistem kelistrikan diteruskan oleh konverter untuk menurunkan tegangan untuk mensuplai arus kelistrikan asesoris yaitu sistem penerangan, kelakson, riting, rem dan lampu kota (senja).
3. Baterai yang digunakan adalah baterai lithium dengan kapasitas 60 v 25 ah dengan perakitan tipe seri yang membutuhkan 16, baterai dengan masing-masing baterai mempunyai kapasitas 6,7 v 9 Ohm dan 2500 mah.
4. Teknik pengoperasian dari rancang bangun ulang sepeda motor listrik berkapasitas 2000 watt ini sangat muda yaitu seperti sepeda motor metik umumnya yang tinggal menyalakan kontak dan menarik pedal gasnya.

## **Daftar Pustaka.**

- [1] I. I. Farhan Farhan, "Sistem Switching Energi Listrik Turbin Angin Dan PIn Berbasis Arduino," *J. Skanika*, vol. 1, no. 2, pp. 635–641, 2018.
- [2] M. Nasution, "Karakteristik Baterai Sebagai Penyimpan Energi Listrik Secara Spesifik," *J. Electr. Technol.*, vol. 6, no. 1, pp. 35–40, 2021.
- [3] A. Afandi, A. Afandi, N. A. Windarko, B. Sumantri, and H. H. Fakhruddin, "Estimasi State of Charge (SoC) Ultrakapasitor menggunakan Extended Kalman Filter Berbasis Ladder Equivalent Circuit Model," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 10, no. 1, p. 61, Jan. 2022, doi: 10.26760/elkomika.v10i1.61.
- [4] M. G. Mirza Mirza, Rakhmad Syafutra Lubis, "Pemanfaatan Alternator Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Bayu (PLTB)," *J. Kitekro*, vol. 4, no. 4, pp. 19–24, 2019.

- [5] S. Reko Rivani, Ayong Hiendro, “Studi Perancangan Dan Analisis Sistem Pengisian Cerdas ( Smart Charge) Baterai,” *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*, vol. 2, no. 1, pp. 100–106, 2019, Accessed: Feb. 21, 2022. [Online]. Available: <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jteuntan/article/view/35374>.
- [6] R. A. Anugrah and F. B. A. Nugraha, “Analisis Sistem Kelistrikan Bodi pada Sepeda Motor Matik Yamaha Mio,” *J. Mech. Eng.*, vol. 5, no. 2, Sep. 2021, doi: 10.31002/JOM.V5I2.5274.
- [7] B. S. K. Thofiq Puji Cahyono, Triwahju Hardianto, “Pengujian Karakteristik Baterai Lithium-Ion Dengan Metode Fuzzy Dengan Beban Bervariasi,” *J. Arus Elektro Indones.*, vol. 6, no. 3, pp. 82–86, 2020, Accessed: Feb. 21, 2022. [Online]. Available: <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/E-JAEI/article/view/19708>.
- [8] S. Ahmed *et al.*, “Enabling fast charging – A battery technology gap assessment,” *J. Power Sources*, vol. 367, pp. 250–262, Nov. 2017, doi: 10.1016/J.JPOWSOUR.2017.06.055.