

RANCANG BANGUN SISTEM MANAJEMEN DAN PROTEKSI PADA BATERAI 48 VOLT 12 AH

Hadi Gunawan¹, Calvin Winata², Abdullah³

Teknik Listrik^{1,2}, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan

Teknik Rekayasa Instalasi Listrik³, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan
hadigunawan@students.polmed.ac.id¹, calvinwinata@students.polmed.ac.id²,
abdullah@polmed.ac.id³

ABSTRAK

Baterai, khususnya lithium-ion, adalah komponen kunci dalam penyimpanan energi listrik karena kepadatan energinya yang tinggi, umur panjang, dan kemampuan pengisian ulang yang cepat. Selain efisiensinya, kita harus memperhatikan faktor faktor yang dapat mempengaruhi umur dan masa pakai baterai. Untuk itu Penulis akan membuat sistem manajemen dan proteksi baterai agar dapat memperpanjang masa pakai itu sendiri. Agar dapat mendukung alat ini, diperlukan juga sistem monitoring yang akan dibuat berbasis IoT. Proteksi yang akan dibuat adalah berupa over voltage proteksi, low voltage proteksi, over current proteksi, dan juga over charge proteksi. Proteksi akan dibuat dengan melihat parameter yang ditampilkan oleh ESP32. ESP32 akan menggunakan sensor PZEM-017 dan resistor shunt sebagai sensor tegangan dan juga arus. Dalam hal ini, baterai yang dimaksud akan bertegangan 48 Volt dan bertujuan untuk baterai sepeda listrik.

Kata Kunci : Proteksi, Monitoring, Baterai, *Internet of Thing*

PENDAHULUAN

Baterai merupakan komponen kunci dalam penyimpanan energi listrik. Baterai bekerja dengan menyimpan energi dalam bentuk kimia dan mengubahnya kembali menjadi energi listrik saat dibutuhkan. Ada berbagai jenis baterai yang tersedia, lithium-ion adalah salah satunya. Di kutip dari jurnal (Puteri, 2019) Baterai lithium-ion, khususnya, telah menjadi pilihan utama untuk banyak aplikasi karena kepadatan energinya yang tinggi, umur panjang, dan kemampuan pengisian ulang yang cepat. Oleh karena itu penggunaan baterai ini juga digunakan pada penggunaan sepeda listrik. Pada sepeda listrik, baterai memegang peran vital sebagai sumber tenaga utama. Sepeda listrik menggunakan baterai untuk menggerakkan motor listrik yang membantu pengendara dalam perjalanan. Proses pengisian ulang daya baterai dapat dilakukan di rumah atau di stasiun pengisian khusus. Pemilihan dan pengelolaan sistem pengisian yang tepat sangat penting untuk memastikan kinerja optimal, umur panjang, dan keamanan baterai. Oleh karena itu, penulis mengusulkan pembuatan sistem pengisian baterai 48 Volt yang dilengkapi dengan proteksi berbasis ESP32. Diharapkan dengan adanya alat ini, penggunaan sepeda listrik sebagai alat transportasi alternatif dapat meningkat dan efisiensi baterai sepeda listrik dapat ditingkatkan. Selain itu, alat ini juga diharapkan dapat mendukung perekonomian masyarakat dengan mengurangi biaya operasional jangka panjang melalui perpanjangan masa pakai baterai.

TINJAUAN PUSTAKA

Kendaraan Listrik adalah salah satu kemajuan teknologi yang berhasil dikembangkan. penggunaan kendaraan listrik adalah dengan tujuan mengurangi penggunaan kendaraan konvensional dengan bahan bakar minyak bumi. Penggunaan kendaraan konvensional di dunia terlalu banyak sehingga menyebabkan beberapa dampak negatif. Dampak negatif yang dimaksud adalah seperti polusi udara, pemanasan global, dan juga kelangkaan bahan bakar itu sendiri (Diantari, 2018).

Kendaraan listrik sangat memerlukan baterai sebagai sistem penyimpanan energi. Karena memiliki baterai, diperlukanlah sistem pengecasan. Sistem pengecasan ini dapat dilakukan di rumah maupun stasiun pengecasan kendaran listrik. pemilihan sistem pengecasan harus cukup diperhatikan. Karena pemilihan tempat pengecasan yang tepat dapat meningkatkan efisiensi pengisian baterai dan juga dapat meningkatkan umur atau masa pakai dari baterai itu sendiri. Tempat pengecasan itu harus

memiliki sistem proteksi yang dapat melindungi manusia, alat di sekitar dan juga baterai yang akan diisi (Soehartono, 2020).

proteksi kendaraan Listrik dapat berupa proteksi arus lebih, proteksi tegangan lebih, dan juga dapat berupa batas pengisian baterai. Baterai 12 Volt pada umumnya memiliki batas bawah 10,5 Volt dan batas atas hingga 14.5 Volt (Kumar & lama, 2015). Dengan adanya batas batas tersebut, dapat memperpanjang masa pakai dari suatu baterai.

Karena melihat manfaat yang banyak dari kendaraan listrik serta pentingnya alat proteksi yang ada di stasiun atau tempat pengecasan, penulis membuat projek tugas akhir tentang rancang bangun proteksi pada pengecasan baterai 48volt sebagai sistem manajemen baterai.

Penulis akan membuat alat untuk sistem manajemen dan proteksi baterai menggunakan bantuan ESP32. ESP32 ini dimanfaatkan untuk memonitor beberapa parameter yang ada. Dengan parameter parameter tersebut, diharapkan dapat memonitor serta memberi batasan pada nilai nilai yang ada. Ketika suatu parameter melewati batasan yang ada. Alat tersebut akan secara otomatis memutus aliran listrik untuk mencegah suatu masalah terjadi. Dengan dibuatnya alat tersebut, diharapkan dapat meningkatkan penggunaan sepeda listrik sebagai alat transportasi alternatif, serta meningkatkan efisiensi dari suatu baterai sepeda listrik itu sendiri.

Definisi Sistem Manajemen dan Proteksi Baterai

Sistem Pengecasan Baterai adalah suatu alat yang mengubah listrik 220 volt AC menjadi listrik 48 Volt DC untuk disimpan dalam suatu baterai. Alat ini memungkinkan membuat stasiun pengecasan dimana saja selagi ada 220 volt. Namun ketika tidak adanya suatu proteksi untuk sistem manajemen baterai akan membuat kesehatan baterai menurun. Oleh karena itu, dibuatlah proteksi untuk manajemen sistem baterai yang akan mengatur kapan listrik harus diputus, kontrol temperatur, serta memonitor parameter parameter yang ada di baterai dan mencegah masalah masalah kelistrikan (Soehartono, 2020).

Prinsip Sistem Manajemen dan Proteksi Baterai

Prinsip kerja alat ini adalah memonitor dan mengatur arus, tegangan serta suhu yang diizinkan. Jika parameter di monitor melewati batas batas tersebut, maka rangkaian listrik akan diputus untuk menghindari masalah seperti overcurrent, over voltage dan short circuit (Makuvara, 2023).

Untuk meningkatkan umur baterai maka diperlukan juga batas atas dan batas bawah pada baterai tersebut. Baterai tidak boleh benar benar diisi full dan juga tidak boleh benar benar kosong atau tidak terisi. Karenanya, alat ini akan memberikan batas batas atas agar baterai tidak benar benar terisi penuh. Ketika batas atas yang diinginkan tercapai, arus listrik akan dihentikan oleh sebuah relai (Farizy & Asfani, 2016).

Fungsi Pemakaian Sistem Manajemen dan Proteksi Baterai 48 Volt

Perancangan sistem proteksi pada alat-alat kelistrikan merupakan hal yang wajib, terutama pada sistem pengecasan baterai. Tanpa adanya proteksi, banyak kerugian yang dapat terjadi, seperti over current dan over voltage yang dapat memperpendek masa pakai baterai. Sistem proteksi juga berfungsi untuk mencegah suhu melebihi batas yang aman, mencegah baterai terisi penuh secara berlebihan yang dapat menurunkan masa pakai baterai, serta mencegah terjadinya short circuit. Selain itu, sistem proteksi ini memungkinkan adanya beberapa mode pengisian, seperti mengisi baterai hanya hingga 70%, 80%, atau 90% kapasitas, guna menjaga keawetan baterai.

METODE PENELITIAN

Pada penelitian Rancang bangun proteksi sistem pengecasan baterai sebagai sistem manajemen baterai. Alat ini akan menggunakan baterai 48 volt sebagai beban uji coba. Untuk membuat alat ini, kita harus menentukan metode, material, dan komponen komponen yang akan digunakan. Untuk itu,

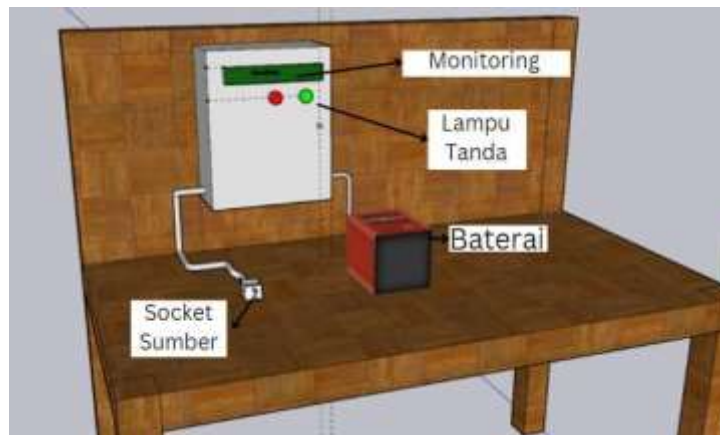
penulis telah membuat diagram fishbone untuk pengerjaan alat ini. Diagram fish bone yang dimaksud dapat dilihat seperti gambar berikut.



Gambar 1. Fishbone Diagram

Desain Rancangan Penelitian

Berikut adalah desain penelitian yang dirancang oleh penulis.



Gambar 2. Desain Alat

Didalam panel akan terdapat alat pengecasan, sistem monitoring dan juga sistem manajemen dan proteksi baterai.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Energi Listrik Politeknik Negeri Medan.

Teknik Pengumpulan Data

Dalam menjalankan penelitian ini, penulis mengikuti beberapa langkah untuk menghasilkan kesimpulan dari perancangan alat. Tahap pertama adalah studi pustaka, di mana data dikumpulkan dari berbagai sumber seperti jurnal ilmiah, buku, internet, dan laporan penelitian terdahulu sebagai acuan dalam penulisan dan pembahasan. Selanjutnya, dilakukan identifikasi dan perumusan masalah setelah studi pendahuluan, di mana konsultasi dengan dosen pembimbing dilakukan secara bertahap hingga ditemukan solusi berupa alat yang dapat melindungi dan memperpanjang umur baterai, yaitu sistem manajemen dan proteksi baterai. Setelah masalah dirumuskan, penulis mengumpulkan bahan dan komponen yang dibutuhkan berdasarkan teori serta referensi, kemudian mulai merancang alat tersebut. Setelah semua komponen terpasang, alat diuji sebanyak tiga kali bersama dosen pembimbing, dan data yang diperoleh dikelola untuk analisis lebih lanjut setelah pengujian selesai.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berisi hasil penelitian yaitu hasil analisis, perancangan dan keluaran dari penelitian (Aplikasi) yang dapat dilengkapi dengan tabel, grafik atau gambar. Bagian dari pembahasan memaparkan hasil pengolahan data dan interpretasi hasil penelitian yang diperoleh serta mengaitkan dengan sumber rujukan yang relevan.

Pengujian Monitoring

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah monitoring yang dilakukan ESP32 lewat aplikasi Blynk berkerja dengan baik. Maka dilakukan pengecekan parameter yang ditampilkan oleh aplikasi Blynk. Pengujian ini membandingkan nilai parameter antara Blynk dan Multimeter untuk melihat akurasi dari monitoring ini.



Gambar 3. Hasil Pengujian Monitoring

Pengujian Sistem manajemen dan Proteksi

Pengujian ini dilakukan untuk menguji apakah sistem manajemen dan *proteksi* berkerja sesuai program yang ditentukan atau tidak. Pengujian ini dilakukan dengan menguji apakah relai 4 channel berfungsi dengan baik atau tidak. Pengujian yang paling mudah dilakukan adalah dengan mencoba mengisi baterai hingga persentase baterai yang ditentukan.

Persentase yang ditentukan dapat dilihat dan dimodifikasi seperti gambar dibawah ini. Sehingga Ketika nilai `BATTERY_CUTOFF_PERCENTAGE` diubah maka nilai cut off akan mengikuti nilai yang ditetapkan.

```
8  bool isCharging = true;
9  #define RELAY_PIN 13
10 #define BATTERY_CUTOFF_PERCENTAGE 90.0
11
12
13 #define MAX_CURRENT 5.0 // batas arus yan
14 #define MAX_VOLTAGE 53.0 // batas atas te
15 #define MIN_VOLTAGE 46.5// batas bawah teg
16
```

Gambar 4. Program Batas Baterai

Dibawah ini adalah pengujian auto cutoff baterai saat disetting ke 70% dan 80%. Saat baterai sudah mencapai persentase cutoff maka akan muncul tulisan “Pengisian Cutoff” pada Blynk. Disaat yang sama relai akan memutuskan arus sehingga baterai tidak akan memiliki muatan yang lebih dari batas yang ditentukan.



Gambar 5. Pengujian Cutoff

Diatas adalah gambar pengujian dua kali yang dilakukan. Ketika relai berhasil cutoff maka tampilan monitor akan menampilkan kata “Pengisian Cutoff” saat relai dicapainya batas baterai dan relai berkerja.

Tabel 1. Pengujian Cutoff

Persentase cutoff yang disetting	Waktu relay berkerja (Second)
50	0.8
60	0.9
70	1.2
80	1.6
90	2.5

Dari data diatas diketahui bahwa waktu relay berkerja akan semakin lama Ketika persentase cutoff yang disetting semakin tinggi. Waktu relai berkerja dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti ketika semakin tinggi persentase baterai maka arus yang masuk akan semakin berkurang. Faktor lain seperti kecepatan internet yang terhubung ke ESP32 juga akan mempengaruhi hal ini.

Perhitungan Pemilihan Rating Arus MCB

Perhitungan arus MCB dibuat berdasarkan kapasitas baterai. Hal ini dikarenakan MCB sebagai pelindung arus lebih yang dialirkan ke beban. Oleh karena itu harus dilihat spesifikasi baterai terlebih dahulu. Dibawah ini adalah spesifikasi dari baterai yang dipakai.

Tabel 2. Spesifikasi Baterai yang Dipakai

Nama merk baterai	Solana
Tegangan nominal	12 Volt
Kapasitas	12 Ah - C2
Jenis baterai	Li-Ion
Nomor model	6-DZF-12

Berdasarkan spesifikasi baterai yang disajikan, kita dapat menentukan rating arus yang sesuai untuk MCB (*Miniature Circuit Breaker*). Baterai ini memiliki kapasitas 12 Ah dengan tingkat

pelepasan C2. Istilah C2 mengindikasikan bahwa kapasitas baterai diukur pada tingkat pelepasan maksimum 2 jam.

Untuk menghitung arus maksimal yang dapat diterima baterai dengan aman, kita membagi kapasitas baterai dengan waktu pelepasan:

$$\text{Arus nominal} = \frac{\text{Kapasitas baterai}}{\text{tingkat pelepasan maksimum}} \quad (1)$$

$$\text{Arus nominal} = \frac{12Ah}{6}$$

$$\text{Arus nominal} = 6 \text{ A}$$

Dengan demikian, baterai ini dapat menerima arus hingga 6A secara aman. Oleh karena itu, MCB yang ditetapkan adalah MCB C6 dengan rating arus 6A untuk masing-masing kontaktor. Selain itu, MCB utama yang berfungsi sebagai *proteksi* tambahan menggunakan MCB C10 dengan rating arus 10 Ampere.

Sistem Kerja Relai 4 Channel

Sistem manajemen dan *proteksi* baterai ini dirancang untuk melindungi baterai dari berbagai kondisi yang dapat merusak atau mengurangi masa pakainya, seperti *over voltage*, *over current*, dan *low voltage*. Juga dibatasi batas atas tegangan pada baterai hanya hingga 90%. Sistem ini menggabungkan beberapa komponen utama, termasuk ESP32 sebagai mikrokontroler, PZEM-017 sebagai sensor untuk mengukur arus dan tegangan, serta relai 4 channel untuk menjalankan *proteksi*. Dibawah ini adalah spesifikasi yang dimiliki oleh relai 4 channel yang digunakan dengan merk Songle :

- a. Tegangan sumber - 3,75V hingga 6V.
- b. Arus pemicu - 5mA.
- c. Arus saat relay aktif - ~70mA (satu relay), ~300mA (semua empat relay).
- d. Tegangan kontak maksimum relay - 250VAC, 30VDC.
- e. Arus maksimum relay - 10A.

```

3
4 #define BLYNK_TEMPLATE_ID "TMPL6zAFuY57x"
5 #define BLYNK_TEMPLATE_NAME "Monitoring Baterai 48V 12Ah"
6 #define BLYNK_AUTH_TOKEN "orMP204SJJwb2xpikQUKL2YLQeYFQqaa"
7
8
9 #define RELAY_PIN 13
10 #define BATTERY_CUTOFF_PERCENTAGE 90.0
11
12
13 #define MAX_CURRENT 5.0 // batas arus yang di setting
14 #define MAX_VOLTAGE 53.0 // batas atas tegangan yang disetting
15 #define MIN_VOLTAGE 46.5 // batas bawah tegangan yang dsetting
16
17 #include <WiFi.h>
18 #include <WiFiClient.h>
19 #include <BlynkSimpleEsp32.h>
20

```

Gambar 6. Setting Batas-Batas Pengaman pada Program

Diatas adalah batas arus dan tegangan yang ditetapkan penulis. Batas ini mengikuti dari jurnal dengan judul “*Design and Development of Cost Effective automatic cutoff PV Charge Controller with indicator*” (Kumar & lama, 2015). Batas bawah baterai 12 Volt adalah 10.5 dan batas atasnya hingga 14.5 Volt. Namun jika untuk 4 baterai 12 Volt yang dirangkai seri maka batas bawahnya adalah 42 Volt sedangkan batas atasnya adalah 58 Volt. Perlu diingat bahwa baterai tidak boleh benar benar mencapai batas yang ditentukan atau baterai akan menjadi cepat rusak. sehingga diharuskan menurunkan batas atas dan menaikkan batas bawah.

```

if (batteryPercentage >= BATTERY_CUTOFF_PERCENTAGE && !isPowerCutoff) {
  digitalWrite(RELAY_PIN, LOW); // Cut off power (aktif-low)
  isPowerCutoff = true;
  line2 = "Pengisian cutoff";
  Serial.println("Battery reached 90%. Cutting off power.");
} else if (batteryPercentage <= BATTERY_RESUME_PERCENTAGE && isPowerCutoff) {
  digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH); // Resume power (aktif-low)
  isPowerCutoff = false;
  line2 = "Pengisian dimulai";
  Serial.println("Battery dropped to 60%. Resuming power.");
} else if (current > MAX_CURRENT) {
  digitalWrite(RELAY_PIN, LOW); // Cut off power (aktif-low)
  line2 = "Overcurrent";
  Serial.println("Over-current detected. Cutting off power.");
} else if (voltage > MAX_VOLTAGE) {
  digitalWrite(RELAY_PIN, LOW); // Cut off power (aktif-low)
  line2 = "Overvoltage";
  Serial.println("Over-voltage detected. Cutting off power.");
} else if (voltage < MIN_VOLTAGE) {
  digitalWrite(RELAY_PIN, LOW); // Cut off power (aktif-low)
  line2 = "Undervoltage";
  Serial.println("Under-voltage detected. Cutting off power to prevent deep discharge.");
} else {
  digitalWrite(RELAY_PIN, HIGH); // Allow power (aktif-low)
}

```

Gambar 7. Program Penggerak Relai 4 Channel

Gambar diatas adalah program yang membuat relai 4 channel berkerja jika arus dan tegangan serta persentase baterai melebihi batas yang ditetapkan. Dikarenakan relai adalah aktif – low maka relai akan aktif saat “RELAY_PIN” dipasangkan dengan “LOW”.

1. Over Voltage protection

Over voltage *protection* bertujuan untuk mencegah tegangan baterai melebihi batas aman yang ditentukan. PZEM-017 mengukur tegangan baterai dan mengirimkan data tersebut ke ESP32. Jika tegangan yang terukur melebihi batas yang telah ditetapkan, ESP32 akan mengaktifkan salah satu relai pada relai 4 channel untuk memutus aliran listrik ke baterai, mencegah *overcharging* dan kerusakan potensial. Batas atas baterai yang dibuat adalah 53 Volt. Namun untuk pengujian, penulis membuat batas atas uji coba yaitu di 52 Volt.



Gambar 8. Pengujian Overvoltage saat Batas Dibuat 52 Volt

Untuk pengujian tegangan lebih, maka diharuskan menghilangkan auto cutoff *overcharging*. Tujuannya supaya baterai dapat mencapai batas atas dan diproteksi oleh relai.

2. *Over current protection*

Over current protection memastikan bahwa arus yang mengalir ke baterai tidak melebihi kapasitas yang aman. PZEM-017 juga mengukur arus yang mengalir dan mengirimkan informasi ini ke ESP32. Jika arus melebihi ambang batas yang telah ditentukan, ESP32 akan mengaktifkan relai yang sesuai untuk memutus aliran listrik, melindungi baterai dari kerusakan akibat arus berlebih.

Batas arus yang dibuat adalah 5A mengingat batas arus yang dapat diterima baterai adalah 6 A. Bataas arus dibuat lebih rendah agar menghindari lonjakan arus dan membuat baterai lebih aman.

3. *Low voltage protecton*

Low voltage protection bertujuan untuk mencegah baterai dari pengosongan yang berlebihan (*over discharging*), yang dapat merusak sel baterai dan mengurangi masa pakainya. Saat tegangan baterai turun di bawah batas minimum yang aman, PZEM-017 mengukur tegangan ini dan melaporkannya ke ESP32. ESP32 kemudian mengaktifkan relai untuk memutus aliran listrik, menghentikan pengosongan lebih lanjut. Batas bawah yang dibuat adalah 46,5 Volt.

4. *charge Limiting Protection*

charge Limiting protection bertujuan untuk membatasi baterai untuk tidak lebih dari batas yang diinginkan. Untuk alat ini dibatasi hingga 90% saja. Fungsi dari pembatas ini untuk menaikan masa pakai baterai sehingga baterai tidak cepat rusak dan dapat tahan lama (Xiong, 2020).

5. *Overload Protection*

Selain itu juga dibuat alat pengaman beban lebih berupa 2 buah MCB C6 untuk masing masing kontaktor yang menangani sumber pengecasan dan MCB utama C10 sebagai pengaman utama.

Alasan pemilihan MCB C6 dikarenakan spesifikasi baterai 12 Ah C2. Hal ini berarti arus maksimum yang dapat diterima atau dikeluarkan baterai adalah 6A.

SIMPULAN

Dari hasil pengujian sistem manajemen dan protection pada alat pengecasan, dapat diambil beberapa kesimpulan. Pertama, terdapat dua jenis proteksi, yaitu proteksi konvensional dan proteksi terprogram, di mana proteksi terprogram memiliki lebih banyak keunggulan karena mampu memproteksi lebih banyak parameter. Kedua, pengujian fitur auto cut off pada saat persentase baterai tertentu terbukti berjalan dengan baik, sehingga mampu mencegah *overcharging* yang dapat mengurangi masa pakai baterai. Ketiga, *over voltage*, *over current*, dan *low current* dapat dihindari dengan penerapan proteksi menggunakan relay 4 channel yang terkoneksi dengan ESP32.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Politeknik Negeri Medan melalui pusat penelitian dan pengabdian kepada Masyarakat (P3M) yang telah mendanai peneliti ini.

DAFTAR PUSTAKA

Arfianto, D. F., & Asfani, D. A. (2016). Pemantauan, *Protection*, dan Ekualisasi Baterai Lithium-Ion Tersusun Seri Menggunakan Konverter Buck-Boost dan LC Seri dengan Kontrol Synchronous Phase Shift. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), B122-B127. Shaw, J. 2003. *Epidemiology and prevention of type 3 diabetes and metabolic syndrome. Medical Journal of Australia*, 379-383.

- Wijaya, N. M., Kumara, I. N., & Divayana, Y. (2021). Perkembangan Baterai Dan *Charger* Untuk Mendukung pemasyarakatan sepeda listrik di Indonesia. *Jurnal SPEKTRUM*, 8(1), 15. <https://doi.org/10.24843/spektrum.2021.v08.i01.p3>.
- Makuvvara, T. M., Gill, A., Gupta, S., & Chauhan, S. (2023). *Proteksi circuits* for Optimal *Battery* Management of *Battery* Electric Vehicle Scooters. 2023 3rd Asian Conference on Innovation in Technology (ASIANCON). <https://doi.org/10.1109/asiancon58793.2023.10270028>.
- Nainggolan, B., Inaswara, F., Pratiwi, G., & Ramadhan, H. (2017a). Rancang Bangun sepeda Listrik Menggunakan panel Surya Sebagai pengisi baterai. *Jurnal Poli-Teknologi*, 15(3). <https://doi.org/10.32722/pt.v15i3.861>.
- Diantari, R.A., Erlina, Widyastuti, C. (2018). STUDI PENYIMPANAN ENERGI PADA BATERAI PLTS: Tim Redaksi Jurnal. *ENERGI & KELISTRIKAN*, 9(2), 120–125. <https://doi.org/10.33322/energi.v9i2.48>.
- Soehartono, L. H., Musafa, A., & Sujono, S. (2020). PERANCANGAN SISTEM MANAJEMEN BATERAI PADA MOBIL LISTRIK STUDI KASUS: BATERAI KAPASITAS 46Ah 12V PADA NEO BLITS 2. *MAESTRO*, 3(1), 86-97.
- Farizy, A. F., & Asfani, D. A. (2016). Desain Sistem Monitoring State Of *Charge* Baterai Pada *Charging* Station Mobil Listrik Berbasis Fuzzy Logic Dengan Mempertimbangkan Temperature. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), B278-B282.
- Fernandus, R. (2020). Perancangan Sistem Penggerak Pada Mobil Listrik Alogo Dengan Kapasitas Daya 3000 Watt/72 Volt.
- Puteri, C. A. (2019). Penggunaan Grafit dari Daur Ulang Baterai Ion Lithium dengan Perlakuan Panas sebagai Material Anoda Baru (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Naveen, G., Yip, T. H. T., & Xie, Y. (2014, December). Modeling and *protection* of electric vehicle *charging* station. In *2014 6th IEEE power india international conference (PIICON)* (pp. 1- 6). IEEE.
- Junaldy, M., Sompie, S. R., & Patras, L. S. (2019). Rancang Bangun Alat Pemantau Arus Dan Tegangan Di Sistem Panel Surya Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer*, 8(1), 9-14.
- Kumar, M., & Lama, D. (2015). Design and Development of Cost Effective automatic cutoff PV *Charge* Controller with indicator. *IOSR Journal of Electrical and Electronics Engineering*, *IOSR Journal of Electrical and Electronics Engineering*, 10(3), 18-22.
- Xiong, R., Li, L., Li, Z., Yu, Q., & Mu, H. (2020). An electrochemical model based degradation state identification method of Lithium-ion *battery* for all-climate electric vehicles application. *Applied Energy*, 219, 286-299. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.03.053>.