

## **RANCANG BANGUN MEDIA PEMBELAJARAN *BATTERY MANAGEMENT SYSTEM* (BMS) UNTUK SMK KOMPETENSI KEAHLIAN TEKNIK KENDARAAN RINGAN**

**Wahyudi<sup>1\*</sup>, Rizki Setiadi<sup>2</sup>, Wirawan Sumbodo<sup>3</sup>, Febrian Arif Budiman<sup>4</sup>**

<sup>1,2,4</sup>Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif, Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia

<sup>3</sup>Program Studi Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia

\*Korespondensi Penulis. E-mail: wahyudi@mail.unnes.ac.id, Telp: +628156635267

### **Abstrak**

Perkembangan dan produksi kendaraan listrik saat ini semakin meningkat dengan pesat. Untuk menghadapi kondisi tersebut dibutuhkan sumber daya manusia (SDM) yang kompeten. SDM yang kompeten dapat dihasilkan dari lulusan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). Untuk itu diperlukan proses pembelajaran yang sesuai dengan kondisi dan tantangan yang ada. Salah satu caranya adalah melalui peningkatan kualitas pembelajaran yaitu dengan menggunakan media pembelajaran. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendesain dan membuat media pembelajaran *Battery Management System* (BMS) untuk SMK Kompetensi Keahlian Teknik Kendaraan Ringan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah 4D (*Define, Design, Development, and Disseminate*). Hasil penelitian menunjukkan media pembelajaran diperuntukan untuk mata pelajaran Teknologi Dasar Otomotif. Media pembelajaran yang dihasilkan dengan dimensi (p x l x t) 60 cm x 40 cm x 10 cm. Media pembelajaran memiliki baterai jenis *lead acid*, baterai lithium-ion, mikrokontroler, sensor tegangan, sensor arus, sensor arus, fan, potensiometer, relay 2 channel, lampu LED, modul bluetooth dan modul wifi. Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Inventor, Arduino IDE, dan Blynk. Media perangkat ini bertujuan agar dapat untuk meningkatkan hasil belajar pada kompetensi dasar memahami kelistrikan sederhana, membuat rangkaian listrik sederhana, memahami dasar-dasar elektronika sederhana, membuat rangkaian elektronika sederhana, memahami dasar-dasar kontrol, membuat rangkaian kontrol sederhana, memahami dasar-dasar sensor, menguji sensor, mengevaluasi kerja baterai, dan merawat baterai.

Kata kunci: Media pembelajaran, SMK, Otomotif, Teknologi Dasar Otomotif

### **Abstract**

*The development and production of electric vehicles are currently increasing rapidly. To deal with these conditions, competent human resources (HR) is needed. Competent human resources can be produced from graduates of Vocational High Schools (SMK). For this reason, a learning process is needed that is by the existing conditions and challenges. One way is through improving the quality of learning by using learning media. The purpose of this study was to design and create a Battery Management System (BMS) learning media for the Light Vehicle Engineering Competency Vocational High School. The method used in this research is 4D (Define, Design, Development, and Disseminate). The results of the study show that the learning media is intended for Basic Automotive Technology subjects. The resulting learning media with dimensions (length x width x height) 60 cm x 40 cm x 10 cm. The learning media has lead-acid batteries, lithium-ion batteries, microcontrollers, voltage sensors, current sensors, current sensors, fans, potentiometers, 2 channel relays, LED lights, Bluetooth modules, and wifi modules. The software used in this research is Inventor, Arduino IDE, and Blynk. This device media aims to be able to improve learning outcomes in basic competencies of understanding simple electricity, making simple electrical circuits, understanding simple electronics basics, making simple electronic circuits, understanding control basics, making simple control circuits, understanding sensor basics. , test sensors, evaluate battery performance, and maintain batteries.*

*Keyword: learning media, vocational high school, automotive, basic of automotive technology*

## **PENDAHULUAN**

Perkembangan alat transportasi terjadi sangat pesat seiring dengan kebutuhan mobilitas manusia yang tinggi. Hal ini ditandai dengan semakin banyak jumlah kendaraan baik roda empat maupun roda dua dengan teknologi yang semakin tinggi (Widjanarko, dkk., 2014). Salah satunya adalah kendaraan listrik. Pemerintah telah mengeluarkan Peraturan Presiden (PERPRES) No 55 tahun 2019 tentang percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai . Dalam

mendukung program pemerintah tersebut salah satu upaya yang dapat dilakukan adalah menyiapkan sumber daya manusia (SDM) yang berkompeten melalui proses belajar.

Belajar merupakan proses memperoleh pengalaman dan pengetahuan untuk mengubah perilaku. Proses pembelajaran adalah proses mentransfer pengetahuan dari guru ke siswa. Dalam proses pembelajaran kualitas pendidikan perlu ditingkatkan dengan pembaharuan pendidikan. Salah satu caranya adalah melalui peningkatan kualitas pembelajaran yaitu dengan memperbarui pendekatan atau meningkatkan relevansi metode pengajaran, pemilihan metode dan media pembelajaran yang tepat dapat mendukung materi yang disampaikan kepada siswa dengan baik. Pentingnya media yang membantu pembelajaran sudah mulai dirasakan oleh guru dan siswa.

Untuk menghasilkan SDM yang kompeten upaya yang dapat dilakukan adalah meningkatkan kualitas pembelajaran. SDM yang kompeten dapat dihasilkan dari lulusan Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) kompetensi keahlian Teknik Kendaraan Ringan. Oleh karena itu, dalam perlu adanya proses pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan dan tuntutan perkembangan kendaraan listrik. Salah satunya yaitu dengan menggunakan media pembelajaran *Battery Management System* (BMS).

Kendaraan listrik memiliki berbagai kelebihan (Kumara dkk, 2009). Komponen utama pada kendaraan listrik meliputi (1) *frame*, (2) baterai, (3) motor listrik, (4) *platform* (5) sistem rem (Matey, dkk. 2017). Secara lebih spesifik komponen kendaraan listrik dibagi menjadi tiga yaitu, baterai, sistem kontrol dan motor listrik (Mehrdad, 2004) (Un-Noor, dkk, 2017).

Baterai merupakan perangkat penyimpanan energi yang mampu merubah energi kimia menjadi energi listrik (Otong, 2019). Penggunaan teknologi yang rendah emisi menyebabkan penggunaan baterai semakin luas, salah satunya untuk kendaraan listrik (Astriani dkk, 2018) (Kivrak, 2020). Komponen yang dapat menyimpan energi listrik adalah baterai. Baterai digunakan sebagai sumber energi alternatif alat transportasi (Rahman, 2013). Baterai merupakan komponen yang sangat penting bagi kendaraan listrik.

*Battery Management System* (BMS) atau sistem manajemen baterai adalah sistem elektronik yang mengelola baterai. Sistem BMS sangat penting untuk memantau parameter seperti status pengisian daya, monitoring kondisi termal, penghitungan ampere jam, tegangan terminal dan arus yang mengalir. BMS juga membantu dalam mengontrol atau menyeimbangkan lingkungan baterai (Labade dkk, 2013) (Kulkarni, dkk., 2016) (Hariprasad, dkk., 2020). BMS digunakan untuk menjaga setiap sel pada battery pack tetap berada pada kondisi aman. BMS memiliki peran penting dalam peningkatan kinerja baterai dan mengoptimalkan pengoperasian kendaraan dengan cara yang aman dan andal (Liao dkk, 2011). BMS dapat digunakan untuk memonitoring kondisi baterai oleh pengemudi. Sehingga pengemudi dapat mengetahui perkiraan jarak tempuh pada kendaraan.

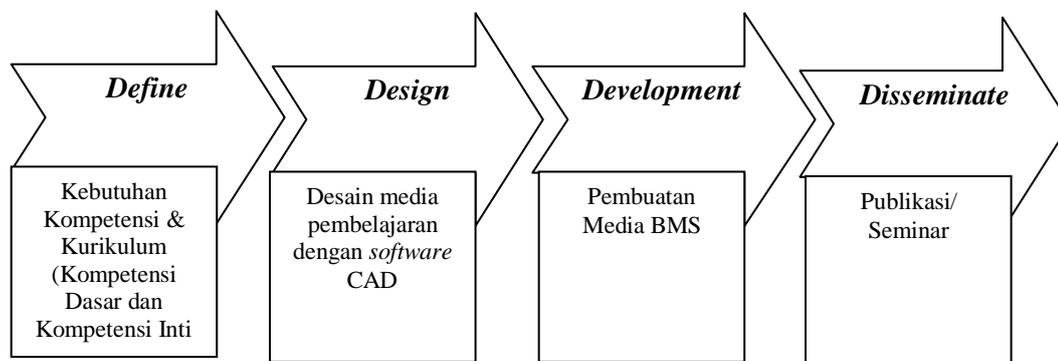
BMS memiliki fungsi yang mencakup: akuisisi data, perlindungan dan keamanan, kemampuan untuk menentukan dan memprediksi keadaan baterai, kemampuan untuk mengontrol pengisian dan pemakaian baterai, penyeimbangan sel, manajemen termal, pengiriman status baterai dan otentikasi ke antarmuka pengguna, komunikasi dengan semua komponen baterai, dan masa pakai baterai yang lama (Xing dkk, 2011). Fungsi utama dari *Battery Management System* (BMS) yaitu (Soehartono dkk., 2019): *Balance Charge* berfungsi untuk menyeimbangkan tegangan ketika pengisian atau ketika pengosongan atau penggunaan; *Overcharge Protect* berfungsi saat proses pengisian baterai. Ketika tegangan total mencapai nilai batas maksimum tertentu atau tegangan sel baterai sudah mencapai nilai maksimumnya maka arus pengisian akan dihentikan; *Overdischarge protect* berfungsi saat proses pengosongan baterai dengan beban. Ketika tegangan total mencapai nilai batas minimum yang ditentukan atau sel baterai mencapai nilai minimumnya maka arus yang mengalir ke beban akan dihentikan; *Thermal control* berfungsi ketika panas suhu baterai mencapai nilai batas yang ditentukan maka pendingin menggunakan udara akan diaktifkan untuk melindungi baterai dari suhu panas yang berlebihan.

Komponen BMS terdiri dari perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Komponen BMS terdiri dari perangkat keras (pengaman sirkuit, sistem sensor, data akuisisi, kontrol pengisian, komunikasi, manajemen termal/suhu) dan perangkat lunak (*SOC determination*, *SOH determination*, deteksi kerusakan, antarmuka pengguna) (Karkuzhali dkk., 2020) (Chang, 2013).

Berdasarkan latar belakang menunjukkan bahwa saat ini perkembangan kendaraan listrik semakin pesat. Untuk itu dibutuhkan SDM yang berkompeten di bidang kendaraan listrik yaitu baterai. Baterai pada kendaraan listrik perlu menggunakan BMS agar dapat digunakan secara optimal, sehingga dalam proses pembelajaran dibutuhkan sebuah media. Proses pembelajaran akan berjalan efektif dan efisien jika tersedia media pendukung (Supandi dan Senam, 2019). Media merupakan salah satu faktor untuk keberhasilan proses pembelajaran di sekolah dan membantu proses penyampaian informasi dari guru kepada siswa ataupun sebaliknya. Penggunaan media dapat memperlancar dan meningkatkan efisiensi pembelajaran sehingga tujuan pembelajaran dapat tercapai (Arda, dkk., 2015). Penelitian ini bertujuan untuk mendesain dan menghasilkan media pembelajaran *battery management system* (BMS) untuk SMK kompetensi keahlian Teknik Kendaraan Ringan.

## METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah 4D (*define, design, development, and disseminate*). Salah satu kelebihan 4D adalah sebagai dasar dalam untuk mengembangkan media pembelajaran bukan sistem pembelajaran. Diagram alir metode yang digunakan pada artikel ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain 4D rancang bangun media pembelajaran BMS

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus sampai dengan November 2021. Penelitian dilakukan di SMK kompetensi keahlian Teknik Kendaraan Ringan dan laboratorium Jurusan Teknik Mesin. Material yang digunakan antara lain: akrilik, baterai *lead acid*, baterai lithium-ion, mikrokontroler arduino mega, arduino uno, sensor tegangan 0-25V, sensor arus ACS712, sensor temperatur DHT11, sensor temperatur LM35, kabel jumper, papan proyek, modul Bluetooth HC-05, modul internet NodeMCU, kabel USB, dan AVOMeter. Perangkat lunak yang digunakan yaitu *software* CAD Inventor untuk membuat desain media pembelajaran dan *software* Arduino IDE untuk membuat sistem kontrol. Aplikasi Blynk digunakan untuk membuat sistem monitoring BMS.

Pengumpulan data yaitu observasi ke SMK, literatur review dari artikel ilmiah, dan uji coba media peraga. Analisis data yang digunakan yaitu statistika deskriptif. Analisis deskriptif digunakan untuk menggambarkan dengan jelas proses pendefinisian kebutuhan, desain media pembelajaran, pengembangan dan diseminasi media pembelajaran.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian, peneliti telah melakukan observasi ke SMK, salah satu SMK yang dengan kompetensi keahlian Teknik Kendaraan Ringan adalah SMK berbasis pesantren SMK Roudlotul Mubtadiin Balekambang Jepara. Pada SMK ini belum memiliki media pembelajaran BMS untuk mendukung proses pembelajaran untuk mendukung peningkatan SDM dibidang kendaraan listrik.

Komponen utama pada kendaraan listrik terdiri dari rangka, baterai, motor listrik, platform, dan sistem rem. Secara lebih spesifik komponen kendaraan listrik dibagi menjadi tiga yaitu, baterai, sistem kontrol dan motor listrik. Komponen baterai sangat penting bagi kendaraan listrik. Baterai digunakan sebagai sumber energi untuk menggerakkan motor listrik agar kendaraan listrik dapat dioperasikan. BMS memiliki fungsi yang mencakup: akuisisi data, perlindungan dan keamanan, kemampuan untuk menentukan dan memprediksi keadaan baterai, kemampuan untuk mengontrol pengisian dan pemakaian baterai, penyeimbangan sel, manajemen termal, pengiriman status baterai dan otentikasi ke antarmuka pengguna, komunikasi dengan semua komponen baterai, dan masa pakai baterai yang lama.

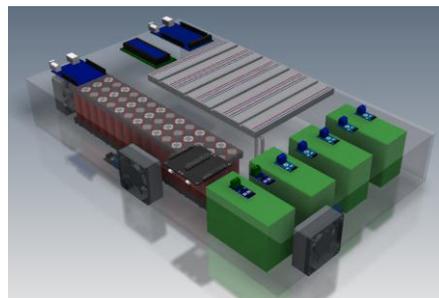
Tahap pertama dalam pengembangan media pembelajaran yaitu *define*. Pada tahap ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan kompetensi untuk kendaraan listrik. Setelah mengetahui fungsi dari komponen baterai manajemen sistem pada kendaraan listrik, tahap selanjutnya adalah menganalisis kompetensi dasar yang sesuai dengan kurikulum pada SMK kompetensi keahlian Teknik Kendaraan Ringan (TKR). Hasil kajian dan analisis kesesuaian kompetensi dasar yang dapat ditingkatkan kualitas pembelajaran dengan media pembelajaran yaitu pada mata pelajaran teknologi dasar otomotif. Secara rinci kompetensi dasar teknologi dasar otomotif untuk menunjang kebutuhan kompetensi SDM pada kendaraan listrik khususnya baterai ditunjukkan pada Tabel 1 (Direktorat Pembinaan SMK, 2017).

Tabel 1. Kompetensi Dasar Teknologi Dasar Otomotif

Kompetensi Dasar	Kompetensi Dasar
3.11 Memahami rangkaian kelistrikan sederhana	4.11 Membuat rangkaian listrik sederhana
3.12 Memahami dasar-dasar elektronika sederhana	4.12 Membuat rangkaian elektronika sederhana
3.13 Memahami dasar-dasar kontrol	4.13 Membuat rangkaian kontrol sederhana
3.14 Memahami dasar-dasar sensor	4.14 Menguji sensor
3.15 Mengevaluasi kerja baterai	4.15 Merawat baterai

Berdasarkan tabel 1, salah satu kompetensi dasar pada Teknik Kendaraan ringan pada mata pelajaran teknologi dasar otomotif terdiri dari memahami kelistrikan sederhana, membuat rangkaian listrik sederhana, memahami dasar-dasar elektronika sederhana, membuat rangkaian elektronika sederhana, memahami dasar-dasar kontrol, membuat rangkaian kontrol sederhana, memahami dasar-dasar sensor, menguji sensor, mengevaluasi kerja baterai, dan merawat baterai.

Dalam menunjang penyiapan SDM yang berkompeten dan sesuai dengan kebutuhan industri otomotif khususnya pada kendaraan listrik diperlukan media pembelajaran. Media pembelajaran baterai manajemen sistem di desain menggunakan bantuan *software* Inventor untuk memudahkan dalam tahap pengembangan media pembelajaran. Desain media pembelajaran BMS ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain Media Pembelajaran BMS

Tahap selanjutnya adalah *development* yaitu pengembangan. Pengembangan yang dilakukan adalah membuat media pembelajaran. Proses pembuatan media pembelajaran dimulai dengan pembuatan desain media dengan menggunakan *software* Inventor. Setelah didapatkan desain peneliti dapat dengan mudah menentukan material yang akan digunakan. Berdasarkan hasil penelitian media pembelajaran yang telah dibuat ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengembangan Media Pembelajaran BMS

Berdasarkan Tabel 1, kompetensi dasar yang dapat diberikan ke siswa saat pembelajaran dengan menggunakan media pembelajaran yang pertama adalah memahami rangkaian kelistrikan sederhana dan membuat rangkaian listrik sederhana, dengan media pembelajaran BMS peserta didik dapat membuat rangkaian sederhana rangkaian seri dan parallel. Pada kompetensi ini siswa dapat melakukan pekerjaan membuat rangkaian seri dan parallel kemudian menghitung tegangan total dan kapasitas baterai. Kemudian siswa juga dapat mencoba menghitung arus yang mengalir dengan menghidupkan fan yang ada. Sehingga siswa dapat menghitung penggunaan daya atau watt pada suatu peralatan. Lembar kerja yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 3.

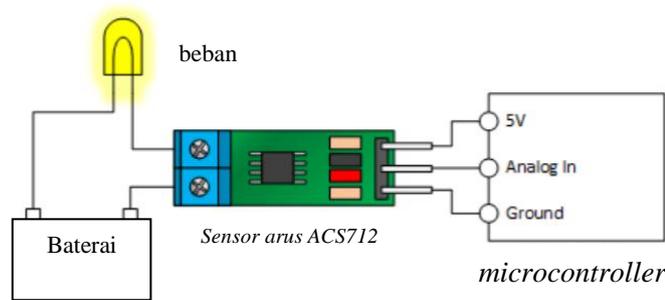
Gambar rangkaian seri	Gambar rangkaian parallel
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: 80%;">           Tegangan: ..... (V)            Kapasitas : ..... (wh)            Daya : ..... (watt)         </div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: 80%;">           Tegangan: ..... (V)            Kapasitas : ..... (wh)            Daya : ..... (watt)         </div>

Gambar 3. Lembar Kerja untuk memahami dan membuat rangkaian kelistrikan sederhana

Kompetensi berikutnya yang dapat ditingkatkan adalah pemahaman tentang dasar-dasar elektronika sederhana dan membuat rangkaian elektronika sederhana. Untuk meningkatkan pemahaman tentang dasar-dasar elektronika sederhana siswa dapat membuat rangkaian dengan baterai, potensiometer, dan *fan*. Dengan menggunakan potensiometer siswa dapat mengetahui perubahan kecepatan pada *fan*, sehingga diharapkan siswa mampu memahami dasar-dasar elektronika sederhana dan membuat rangkaian elektronika sederhana. Lembar kerja siswa ditunjukkan pada Gambar 4.

Kompetensi berikutnya yang dapat ditingkatkan dengan media pembelajaran BMS adalah memahami dasar-dasar kontrol dan membuat rangkaian kontrol sederhana. Dengan media pembelajaran yang ada siswa dapat membuat rangkaian kontrol on off sederhana dengan sensor temperatur LM35 sebagai input, arduino mega/uno sebagai kontrol, dan *fan* sebagai aktuator atau output. Siswa dapat menggunakan perangkat komputer yang terinstall *software* arduino IDE atau menggunakan perangkat *smartphone* yang telah terinstall ArduinoDroid-arduino IDE.





Gambar 7. Dasar sensor arus

Komptensi berikutnya yaitu mengevaluasi kerja baterai dan merawat baterai. Pada kompetensi mengevaluasi kerja baterai dan merawat baterai siswa dapat mempelajari pada materi di buku panduan penggunaan media pembelajaran BMS. Hal ini dapat meningkatkan pemahaman siswa tentang perbedaan dan cara perawatan dan penggunaan baterai jenis *lead acid* dan jenis lithium-ion.

Media pembelajaran merupakan salah satu komponen pembelajaran yang dapat membantu guru dalam proses pembelajaran. Penggunaan media menjadi bagian yang harus mendapat perhatian guru dalam setiap kegiatan pembelajaran. Pengajar perlu mempelajari cara membangun media pembelajaran agar dapat mengefektifkan pencapaian tujuan pembelajaran dalam proses pembelajaran.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian telah dihasilkan media pembelajaran *battery management system* (BMS) untuk Teknik Kendaraan Ringan pada mata pelajaran teknologi dasar otomotif. Media pembelajaran ini diharapkan mampu meningkatkan pemahaman siswa pada kompetensi dasar kelistrikan sederhana, membuat rangkaian listrik sederhana, memahami dasar-dasar elektronika sederhana, membuat rangkaian elektronika sederhana, memahami dasar-dasar kontrol, membuat rangkaian kontrol sederhana, memahami dasar-dasar sensor, menguji sensor, mengevaluasi kerja baterai, dan merawat baterai.

Saran untuk pengembangan media pembelajaran adalah perlu dilakukannya uji ahli, baik dari segi materi, kemudahan penggunaan, dan kelayakan untuk proses pembelajaran siswa SMK pada kompetensi Teknik Kendaraan Ringan. Dalam pengembangan buku panduan media pembelajaran sebaiknya terperinci dan detail agar mempermudah siswa dalam melaksanakan praktik secara mandiri.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arda, S. Saehana, dan Darsikin. (2015). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Komputer Untuk Siswa SMP Kelas VIII. *e-Jurnal Mitra Sains*, 3 (1), 69-77.
- Astriani, Yuli, A. Kurniasari, E. R. Priandana, N.A. Aryono. (2018). Penyeimbangan *State of Charge* Baterai Lead Acid Pada Prototipe *Battery Management System*. *Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan*, 17 (1), 43 – 52.
- Chang, W. (2013). The State of Charge Estimating Methods for Battery : A Review. *ISRN Applied Mathematics*. 2013, 1-7.
- Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan. (2017). *Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar SMK/MAK Kompetensi Keahlian Teknik Kendaraan Ringan Otomotif*. Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

- Hariprasada, A., I. Priyanka, R. Sandeep, V. Ravi, O. Shekar. (2020). Battery Management System in Electric Vehicles. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*. Vol. 9, No. 05, hal. 605–607.
- Karkuzhali, V., P. Rangarajan, V. Tamilselvi, P. Kavitha. (2020.) Analysis of battery management system issues in electric vehicles. *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. Pap.*, vol. 994 012013.
- Kivrak, S., T. Özer, Y. Oğuz, E.B. Erken. (2020). Battery management system implementation with the passive control method using MOSFET as a load. *Measurement and Control*, 53 (1-2), 205–21.
- Kulkarni, P., G.D. Kamalapur, G.S. Amritapura. (2016). Modelling of Battery Data Acquisition System for Vehicles. *European Journal of Advances in Engineering and Technology*, 3 (12), 43–50.
- Kumara, I.N. Sutantra dan I. W.Sukerayasa. (2009). Tinjauan Perkembangan Kendaraan Listrik Dunia Hingga Sekarang. *Teknologi Elektro*, 8 (1), 74-82.
- L. H. Soehartono, A.Musafa, Sujono. 2019. Perancangan Sistem Manajemen Baterai Pada Mobil Listrik Studi Kasus: Baterai Kapasitas 46Ah 12V Pada Neo Blits 2. *Jurnal Maestro*, 3 (1), 86–97.
- Labade, V. P., N. M. Kulkarni, A. D. Shaligram. 2013. Lead Acid Battery Management System For Electricalvehicles. *International Journal Of Electronics and Communication Engineering & Technology (IJECEET)*. Vol 4, Issue 3, hal. 97-107.
- Liao, Yuan, J.Huang, Q. Zeng. 2011. Distributed Battery Management System in Battery Electric Vehicle. *Advanced Materials Research*. Vols. 201-203, hal. 2427-2430.
- Matey, S., D.R. Prajapati, K. Shinde, A. Mhaske, A.Prabhu. (2017). Design and Fabrication of Electric Bike. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET)* 8 (3), 245–253.
- Mehrdad, E., Y. Gao, S. E. Gay, A. Emadi. (2004). *Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles*. CRC Press.
- Otong, M., D. Aribowo, R. Wahyudi. (2019). Perancangan Modular Baterai Lithium Ion (Li-Ion) Untuk Beban Lampu LED. *Jurnal Ilmiah Setrum*, 8 (2), 260-273.
- Peraturan Presiden. (2019). Peraturan Presiden No 55 tahun 2019 “Percepatan Program Kendaraan Bermotor Listrik Berbasis Baterai (Battery Electric Vehicle) untuk Transportasi Jalan” <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/116973/perpres-no-55-tahun-2019>.
- Rahman, M.A. (2013). Pembuatan Mobil Listrik untuk Solusi Transportasi Ramah Lingkungan (Mobil Baskara). *Jurnal Riset Daerah*, XII, 2, 1819- 1837.
- Supandi, M. dan , S. Senam. (2019). Development of science learning media-based local wisdom Batui to improve critical thinking ability. *Jurnal Pendidikan dan Pengajaran*, 52 (3), 163-171.
- Un-Noor, F., S. Padmanaban, L. Mihet-Popa, M.N. Mollah, E. Hossain, (2017). A Comprehensive Study of Key Electric Vehicle (EV) Components, Technologies, Challenges, Impacts, and Future Direction of Development. *Energies*, 10(8),1-84.
- Widjanarko, D., H. Sofyan, dan H.D. Surjono. (2014). Kebutuhan Media Pembelajaran Kelistrikan Otomotif di Lembaga Pendidikan Pencetak Calon Guru Teknik Otomotif. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 14 (1), 18-24.
- Xing, Y., E. W. M. Ma, K. L. Tsui, M. Pecht. (2011). Battery Management Systems in Electric and Hybrid Vehicles. *Energies*. 4, 1840-1857.