

Analisa *Smart Battery Management System* (sbms) Mobil Listrik Universitas Mataram

Ilham Muhammad , I Ketut Wiryajati.², I Made Budi Sukmadana³

Jurusan Teknik Elektro Universitas Mataram

ilhamgicom@gmail.com,³

ABSTRAK

Bahan bakar fosil digunakan untuk membangkitkan listrik dan bahan bakar untuk kendaraan, namun seiring berjalannya waktu bahan bakar fosil semakin langka. Sumber energi terbarukan adalah pengganti menjanjikan untuk bahan bakar fosil. Baterai LiFePO₄ adalah terobosan lanjutan dari Li-Ion yang memiliki banyak kelebihan. Dengan kelebihan tersebut tetap dibutuhkan konfigurasi dari Manajemen Sistem Baterai agar tidak terjadinya kerusakan pada baterai. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui bagaimana kinerja dari *Smart Battery Management System* terhadap mobil listrik. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan variasi terhadap kecepatan rata – rata mobil listrik sebesar 10, 15, dan 20 kmph dengan jarak tempuh 2,27 km. Kenaikan arus dan daya pada penggunaan mobil listrik dapat menurunkan SOC, dan variasi kecepatan mobil listrik yang berbeda – beda menghasilkan penurunan SOC bervariasi.

Kata kunci : LiFePO₄, BMS, Mobil Listrik, SOC.

ABSTRACT

Fossil fuels are used to generate electricity and fuel for vehicles, but over time fossil fuels are becoming scarcer. Renewable energy sources are promising substitutes for fossil fuels. LiFePO₄ battery is an advanced breakthrough from Li-Ion which has many advantages. With these advantages, configuration of the Battery System Management is still needed so that no damage to the battery occurs. The purpose of this study is to find out how the performance of the Smart Battery Management System is for electric cars. This research was conducted by varying the average speed of an electric car of 10, 15 and 20 kmph with a distance of 2.27 km. The increase in current and power in the use of electric cars can reduce SOC, and variations in the speed of different electric cars result in varying SOC decreases.

Keywords : LiFePO₄, BMS, Electric Vehicle, SOC

PENDAHULUAN

Bahan bakar fosil saat ini digunakan untuk membangkitkan listrik dan juga sebagai bahan bakar untuk kendaraan, namun seiring berjalannya waktu bahan bakar fosil semakin langka. Sumber energi terbarukan adalah pengganti yang menjanjikan untuk bahan bakar fosil, karena tidak ada efek rumah kaca yang dihasilkan selama proses pembangkitan energi.

Teknologi baterai yang biasa digunakan secara umum adalah baterai *Lithium Ion* (Li-Ion), karena menawarkan hasil yang paling menjanjikan dari segi kepadatan energi, kepadatan daya, serta siklus masa penggunaan. Namun baterai *Lithium Ion* (Li-Ion) juga memiliki kekurangan yaitu kurang toleran, sehingga memerlukan pemantauan dan prosedur proteksi yang akurat untuk memastikan tidak *overcharge* pada salah satu sel baterai serta memastikan baterai tidak *overheat* yang dapat mengurangi umur baterai..

Iron Phosphate Battery atau sering disebut dengan LiFePO₄ (Lithium Ferro Phosphate) adalah

terobosan lanjutan dari *Lithium Ion* (Li-Ion) yang menggunakan fosfat sebagai bahan katodanya, dan memiliki kelebihan berupa arus yang tinggi, stabilitas pada thermal yang baik, dan tingkat toleransi jika terjadi *overdischarging* atau *overcharging*. Walaupun terdapat kelebihan yang banyak namun tetap dibutuhkan konfigurasi dari Manajemen Sistem Baterai agar tidak terjadinya kerusakan pada baterai.

DASAR TEORI

Baterai

Baterai adalah sumber energi yang dapat merubah energi kimia yang disimpannya menjadi energi listrik yang dapat digunakan seperti perangkat elektronik. Hampir semua perangkat elektronik portabel seperti handphone, laptop, dan mainan remote control menggunakan baterai sebagai sumber listriknya. Dengan adanya baterai, sehingga tidak perlu menyambungkan kabel listrik ke terminal untuk dapat mengaktifkan perangkat elektronik , sehingga dapat dengan

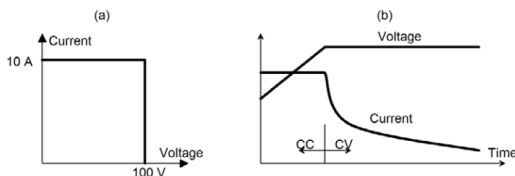
mudah dibawa kemana-mana. Setiap baterai terdiri dari terminal positif (Katoda) dan terminal negatif (Anoda) serta elektrolit yang berfungsi sebagai penghantar. Output arus listrik dari baterai adalah arus searah atau disebut juga dengan arus DC (*Direct Current*).

Battery Management System

Definisi BMS bervariasi dari penggunaannya. Secara umum, BMS mengacu pada skema manajemen yang memantau, mengontrol, dan mengoptimalkan kinerja individu atau beberapa modul baterai dalam sistem penyimpanan energi. BMS dapat mengontrol pemutusan sambungan modul dari sistem jika terjadi kondisi abnormal. Ini digunakan untuk meningkatkan kinerja baterai dengan langkah-langkah keamanan yang tepat dalam suatu sistem. Pada penggunaan sistem tenaga, BMS diperkenalkan untuk memantau, mengontrol, dan menyalurkan daya baterai pada efisiensi maksimumnya (masa pakai baterai juga dipertimbangkan di sini). Dalam penggunaan pada mobil, BMS digunakan untuk manajemen energi di antarmuka sistem yang berbeda dan memastikan keamanan sistem dari berbagai bahaya. BMS terdiri dari blok fungsional yang berbeda. Blok fungsional BMS terhubung ke baterai dan semua unit lain yang terkait dengan sistem terstruktur sebagai pengontrol, kisi, atau sumber daya terdistribusi lainnya. Arsitektur yang tepat, blok fungsional, dan sirkuit canggih dapat memperpanjang masa pakai baterai sistem. Beberapa BMS komersial tersedia di pasar. Misalnya, NUVATION Energy menyediakan BMS yang fleksibel, modul, andal, dan diakui UL 1973 (*Batteries for Use in Light Electric Rail and Stationary Applications*) untuk aplikasi penyimpanan energi bergerak dan stasioner.

CCCV (Constant Current – Constant Voltage)

Pengisi daya CCCV sangat standar, mengatur power supply (catu daya), yang digunakan untuk mengisi daya baterai. Pengisi daya CCCV dibatasi dalam dua cara (Gambar 2.1), sesuai dengan dua tahap pengisian:



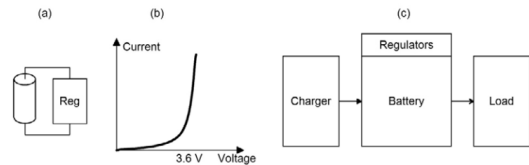
Gambar 1. (a) Karakteristik CCCV dan (b) plot tegangan dan arus muatan

CC (Constant Current) : Saat pertama kali mengisi daya rangkaian baterai, charger menghasilkan arus konstan yang tetap dan memungkinkan tegangan rangkaian baterai naik saat diisi.

CV (Constant Voltage) : Ketika rangkaian baterai hampir penuh, dan voltasenya mencapai tegangan konstan, pengisi daya mempertahankan tegangan tersebut dan arus rangkaian baterai berkurang secara eksponensial saat rangkaian baterai mendapat muatan akhir hingga rangkaian baterai penuh.

Regulator (Alat Pengatur)

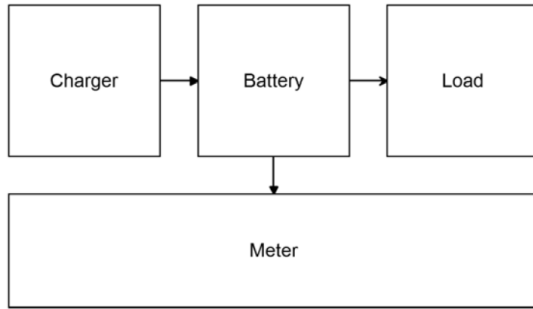
Beberapa pengguna mengandalkan regulator untuk menyeimbangkan rangkaian baterai Li-Ion. Meskipun itu adalah fungsi yang berguna, dengan sendirinya regulator tidak memberikan perlindungan. Regulator tidak mahal, mudah dipahami, sehingga banyak diminati oleh pengguna. Regulator adalah shunt yang ditempatkan di sel untuk memotong sebagian atau semua arus pengisian saat sel terisi penuh. Dalam bentuknya yang paling sederhana, regulator adalah penjepit tegangan (Gambar 2.2), yang mengalirkan arus sedikit atau tidak sama sekali pada sel yang terisi penuh (seperti 3.6 V untuk LiFePO4 atau 4.2 V untuk LiPo dan Li-Ion standar), pada saat digunakan regulator menarik arus agar tegangan bertahan pada kapasitas maksimalnya.



Gambar 2. (a) Regulator tiap sel (b) Karakteristik regulator (c) Blok diagram penggunaan regulator

Meter (Alat Ukur)

Meter (Alat Ukur) seperti gambar hanya memantau parameter tetapi tidak secara aktif mengontrol pengisian atau pengosongan baterai. Meter (Alat Ukur) mungkin memenuhi kebutuhan peneliti, yang mungkin puas hanya dengan mengetahui voltase sel individu dan melakukan sesuatu secara manual jika ada yang salah.



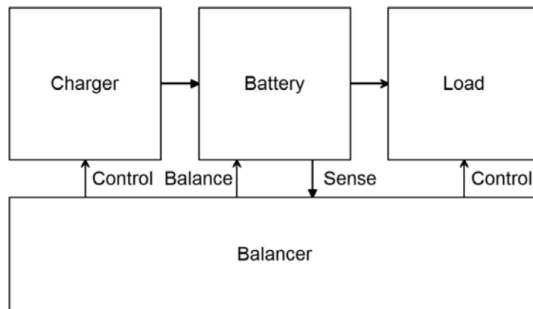
Gambar 3. Blok diagram penggunaan meter

Monitor

Monitor sama seperti meter dalam arti bahwa mereka mengukur setiap tegangan sel, tetapi mereka menutup loop kontrol. Jika ada yang salah, mereka tidak bergantung pada pengguna yang berada di dekatnya dan mengambil tindakan korektif, tetapi mengambil tindakan sendiri, dengan mengontrol secara tidak langsung pengisi daya dan muatan. Monitor mungkin tidak mengoptimalkan kinerja baterai (tidak dapat menyeimbangkannya), tetapi akan melindunginya dari pengoperasian di luar area amannya, dan melakukannya secara mandiri. Monitor sering dipilih oleh para peneliti untuk menguji baterai Li-Ion mereka.

Balancer (Penyeimbang)

Penyeimbang (Gambar 2.4) sama seperti monitor, tetapi juga dapat memaksimalkan kinerja rangkaian baterai dengan menyeimbangkan sel. Juga, jarang merupakan perangkat yang berdiri sendiri, karena hampir selalu menyertakan tautan komunikasi untuk melaporkan data rangkaian baterai ke seluruh sistem. Penyeimbang sejauh ini merupakan pilihan yang disukai oleh para profesional untuk rangkaian besar baterai Li-Ion.

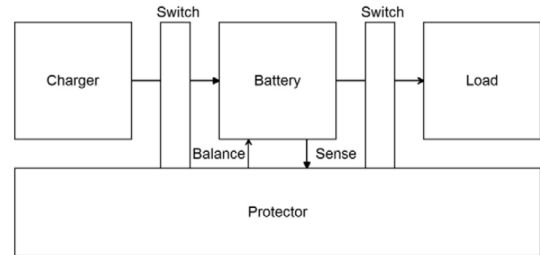


Gambar 4. Blok diagram penyeimbang

Pelindung

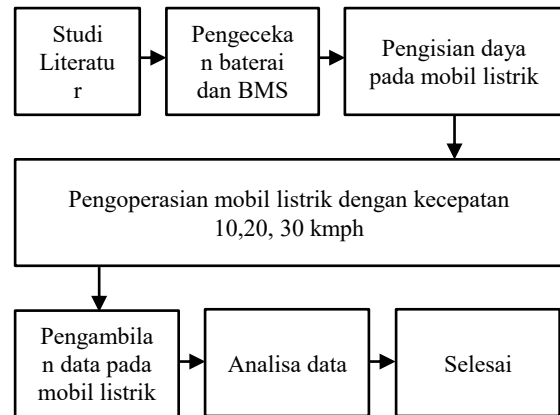
Sebuah pelindung biasanya merupakan bagian integral dari baterai, secara fisik terletak di

dalam selungkup yang sama, hanya menyisakan dua terminal daya yang keluar dari selungkupnya (Gambar 2.5). Pelindung merupakan solusi standar industri baterai kecil untuk konsumen, dan jarang digunakan pada kemasan Li-Ion profesional yang besar, karena sakelarnya kemungkinan tidak mampu menangani beban daya tinggi. Untuk rangkaian baterai besar, penyeimbang biasanya dipilih sebagai gantinya.



Gambar 5. Blok diagram penggunaan pengaman

METODOLOGI



Gambar 6. Diagram blok penelitian

Penelitian dimulai dengan melakukan studi literatur. Penulis mengkaji penelitian-penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik yang diambil dalam penelitian ini. Kemudian dilanjutkan ke tahap pemeriksaan mobil listrik, dimulai dari mengaktifkan bms dan menghubungkan dengan smartphone, setelah itu melakukan pemeriksaan pada aplikasi *Smart BMS* dan melakukan pencatatan.

Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk mengetahui apakah alat *battery management system* sudah bekerja dengan semestinya atau tidak. Pengujian dilakukan dengan melakukan pemeriksaan terhadap

mobil listrik, dan pengisian daya dan pengujian *battery management system*.

Pemeriksaan Mobil Listrik

Pemeriksaan terhadap rangkaian baterai dan *battery management system*, sebelum dilakukan pengoperasian dengan kecepatan bervariasi. Setelah terhubung dengan *battery management system* melalui bluetooth, dapat dilihat kondisi dari rangkaian baterai pada aplikasi *Smart BMS* seperti pada gambar



Gambar 7. Kondisi mobil listrik ditinjau dari *Smart BMS*

Pengisian Daya Pada Mobil Listrik

Pengisian daya pada rangkaian baterai menggunakan *LiFePO4 Battery Charger KP1800C-90* untuk mendapatkan kapasitas baterai maksimum atau SOC 100%



Gambar 8. Proses pengisian daya pada mobil listrik

Pengujian Pada *Battery Management System*

Pengujian terhadap *Battery Management system* dengan mengukur secara manual tegangan total pada rangkaian baterai. Gambar 4.5 menunjukkan nilai tegangan total yang didapatkan pada alat ukur manual sebesar 80,3 V dan nilai *Sum Volt* (tegangan total) yang didapatkan pada aplikasi

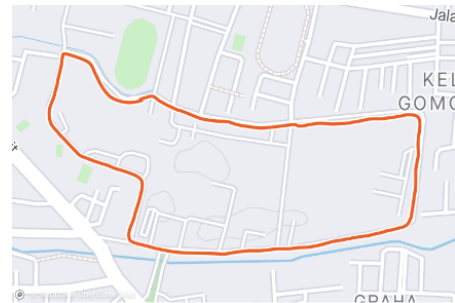
Smart BMS sebesar 80,2 V. Perbedaan nilai tegangan dari pengukuran secara manual dengan aplikasi *Smart BMS* yang didapatkan adalah sebesar 0,1 V.



Gambar 9. Pengujian *Battery Management System*

Pengambilan data

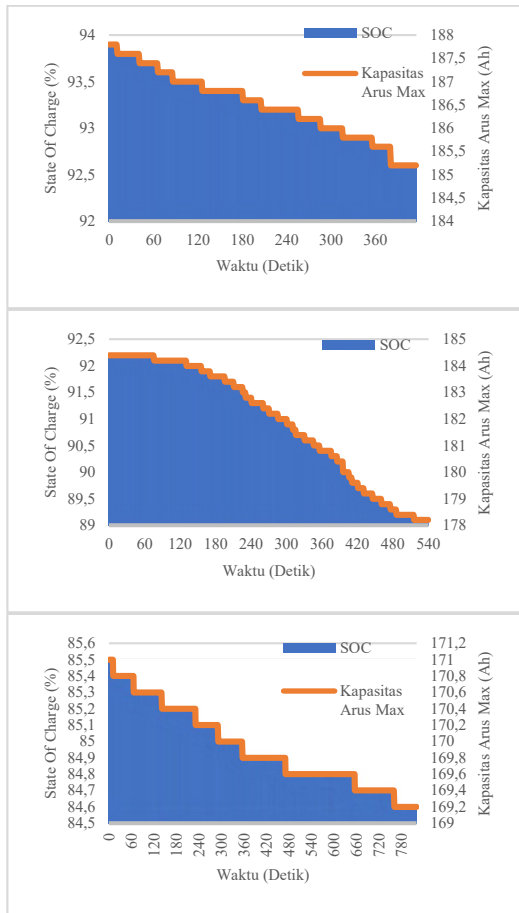
Melakukan pengambilan data pada lintasan sejauh 2,27 km dan meninjau melalui *smart battery management system*



Gambar 10. Lintasan pengambilan data

HASIL DAN PEMBAHASAN

SOC dan Kapasitas Arus Maksimum pada kecepatan rata – rata 10, 15, 20 kmph

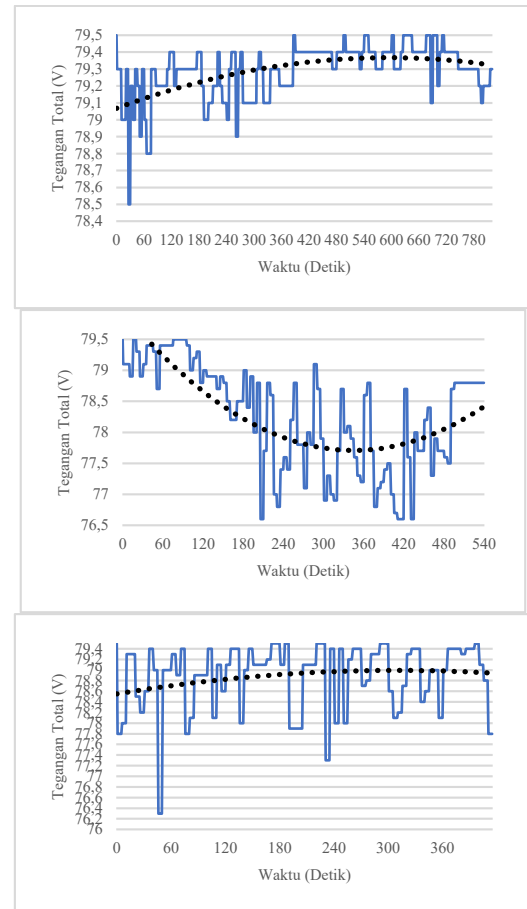


Gambar 11 Grafik SOC pada setiap kecepatan

Gambar 11 menunjukkan perbandingan SOC terhadap kecepatan rata – rata 10, 15, 20 kmph. Pada pengujian dengan kecepatan 20 kmph didapatkan nilai SOC awal sebesar 93,9% dan SOC akhir sebesar 92,6% setelah menempuh jarak 2,27 km dengan waktu 6 menit 55 detik, penurunan yang didapatkan pada kecepatan 20 kmph adalah sebesar 1,3%. Pada pengujian dengan kecepatan 15 kmph didapatkan nilai SOC awal sebesar 92,2% dan SOC akhir sebesar 89,1% setelah menempuh jarak 2,27 km dengan waktu 9 menit, penurunan yang didapatkan pada kecepatan 15 kmph adalah sebesar 3,1%. Pada pengujian dengan kecepatan 10 kmph didapatkan nilai SOC awal sebesar 85,5% dan SOC akhir sebesar 84,6% setelah menempuh jarak 2,27 km dengan waktu 13 menit 40 detik, penurunan

yang didapatkan pada kecepatan 10 kmph adalah sebesar 0,9%. Perbedaan terjadi akibat waktu tempuh yang berbeda, semakin lambat kecepatan yang digunakan maka semakin besar waktu tempuh yang digunakan. Penurunan SOC tertinggi terjadi pada kecepatan 15 kmph sebesar 3,1%.

Tegangan Total Pada Kecepatan rata – rata 10, 15, 20 kmph

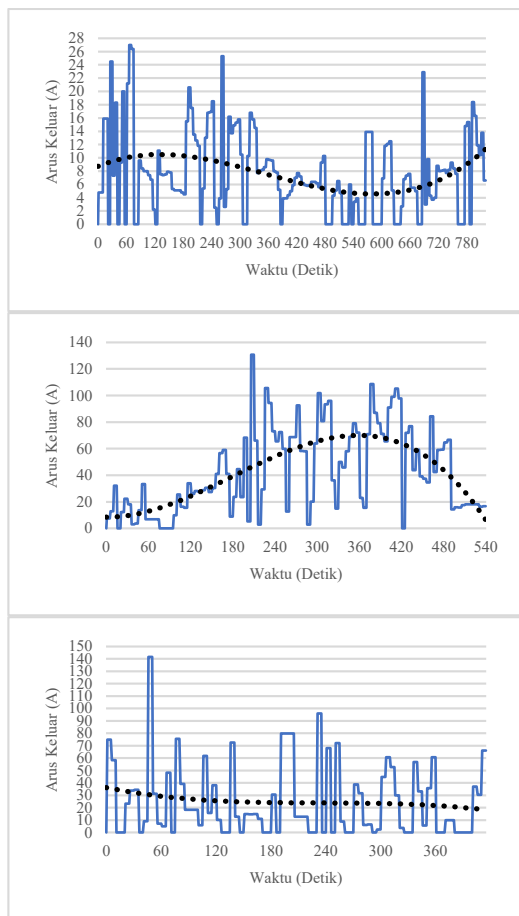


Gambar 12 Grafik tegangan total pada setiap kecepatan

Gambar 12 menunjukkan perbandingan tegangan total terhadap kecepatan rata – rata 10, 15, 20 kmph. Pada pengujian dengan kecepatan rata – rata 10 kmph dengan jarak tempuh 2,27 km selama 13 menit 40 detik didapatkan nilai tegangan total tertinggi sebesar 79,5 V dan nilai tegangan total terendah sebesar 78,5 V dengan tegangan total rata – rata sebesar 79,29 V. Pada pengujian dengan kecepatan rata – rata 15 kmph dengan jarak tempuh 2,27 km selama 9 menit didapatkan nilai tegangan total tertinggi sebesar 79,5 V dan nilai tegangan

total terendah sebesar 76,6 V dengan tegangan total rata – rata sebesar 78,29 V. Pada pengujian dengan kecepatan rata – rata 20 kmph dengan jarak tempuh 2,27 km selama 6 menit 55 detik didapatkan nilai tegangan total tertinggi sebesar 79,5 V dan nilai tegangan total terendah sebesar 76,3 V dengan tegangan total rata – rata sebesar 78,87 V. Perbedaan yang terjadi akibat waktu tempuh yang berbeda, semakin tinggi kecepatan rata – rata yang digunakan maka semakin kecil nilai tegangan terendah yang didapatkan hal tersebut disebabkan oleh besarnya arus keluar yang semakin tinggi.

Arus Keluar Pada Kecepatan rata – rata 10, 15, 20 kmph

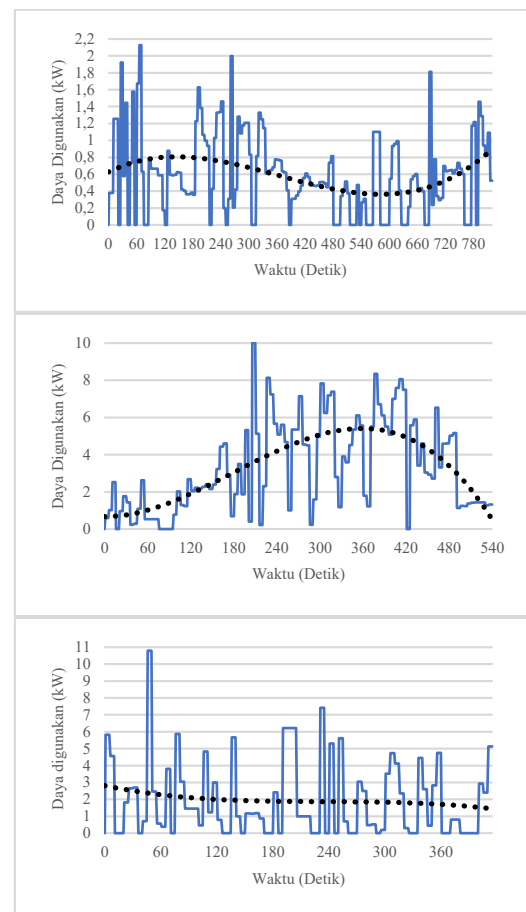


Gambar 13 Grafik arus keluar pada tiap kecepatan

Gambar 13 menunjukkan perbandingan pemakaian arus terhadap kecepatan rata –rata 10, 15, 20 kmph. Pada pengujian dengan kecepatan rata – rata 10 kmph selama 13 menit 40 detik dengan jarak tempuh 2,27 km didapatkan nilai arus keluar tertinggi sebesar 27 A, nilai arus keluar terendah

sebesar 0 A, arus keluar total sebesar 6300 A. Pada pengujian dengan kecepatan rata – rata 15 kmph selama 9 menit dengan jarak tempuh 2,27 km didapatkan nilai arus keluar tertinggi sebesar 184,4 A, nilai arus keluar terendah sebesar 0 A, arus keluar total sebesar 23123 A. Pada pengujian dengan kecepatan rata – rata 20 kmph selama 6 menit 55 detik dengan jarak tempuh 2,27 km didapatkan nilai arus keluar tertinggi sebesar 187,8 A, nilai arus keluar terendah sebesar 0 A, arus keluar total sebesar 10425 A. Nilai rata – rata arus keluar yang didapatkan pada kecepatan rata – rata 10, 15, 20 kmph berbeda sebesar 7,68 A, 42,2 A dan 24,1 A. Penggunaan total dan rata – rata arus keluar terbesar berada pada kecepatan 15 kmph dengan nilai sebesar 23123 A dan 42,2 A.

Daya Keluar Pada Kecepatan rata – rata 10, 15, 20 kmph



Gambar 14 Grafik daya digunakan pada tiap kecepatan

Gambar 14 menunjukkan perbandingan penggunaan daya terhadap kecepatan rata – rata 10, 15, 20 kmph. Pada pengujian dengan kecepatan rata – rata 10 kmph selama 13 menit 40 detik dengan jarak tempuh 2,27 km didapatkan nilai daya digunakan tertinggi sebesar 2,217 kW, nilai daya digunakan terendah sebesar 0 kW, nilai daya digunakan total sebesar 491,36 kW. Pada pengujian dengan kecepatan rata – rata 15 kmph selama 9 menit dengan jarak tempuh 2,27 km didapatkan nilai daya digunakan tertinggi sebesar 10,011 kW, nilai daya digunakan terendah sebesar 0 kW, nilai daya digunakan total sebesar 1794,26 kW. Pada pengujian dengan kecepatan rata – rata 20 kmph selama 6 menit 55 detik dengan jarak tempuh 2,27 km didapatkan nilai daya digunakan tertinggi sebesar 10,795 kW, nilai daya digunakan terendah sebesar 0 kW, nilai daya digunakan total sebesar 815,01 kW. Nilai rata – rata daya digunakan yang didapatkan pada kecepatan rata – rata 10, 15, 20 kmph berbeda sebesar 0,599 kW, 3,322 kW dan 1,964 kW. Daya digunakan total dan daya digunakan rata – rata terbesar berada pada kecepatan 15 kmph dengan nilai sebesar 1794,26 kW dan 3,322 kW.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa yang dilakukan dapat diperoleh beberapa kesimpulan berupa :

1. Kenaikan arus dan daya pada penggunaan mobil listrik dapat menurunkan SOC
2. Variasi kecepatan mobil listrik yang berbeda – beda menghasilkan penurunan SOC yang bervariasi

SARAN

Dengan mempertimbangkan kekurangan dan potensi yang dapat dikembangkan dari perancangan ini, saran dari penulis antara lain:

1. Untuk pengambilan data dilakukan pada lintasan yang sepi agar agar lebih stabil dalam pengoperasian mobil listrik
2. Saat melakukan monitoring pada *Smart BMS* menggunakan *Smartphone* dengan layar yang besar agar lebih leluasa

DAFTAR PUSTAKA

- Andrea, Davide. 2010. *Battery Management Systems for Large Lithium-Ion battery Packs*. Artech House. Boston.
- Bell, Dah-ve. 2000. *A battery management system*. Master's thesis, School Eng., Univ. Queensland, St. Lucia. Australia.
- Brandl, M., Gall, H., Wenger, M., Lorentz, V., Giegerich, M., Baronti, F., Fantechi, G., Fanucci, L., Roncella, R., Saletti, R., Saponara, S., Thaler, A., Cifrain, M., and Proschazka, W. 2012. *Batteries and Battery Management Systems for Electric Vehicles*. dalam Design, Automation & Test in Europe Conference & Exhibition (DATE). Dresden.
- Chen, W., Liang, J., Yang, Z., and Li, G. 2011. *A Review of Lithium Ion Battery for Electric Vehicle Applications and Beyond*. dalam International Conference on Applied Energy (ICAE2018). Hong Kong
- Fujita, Y., Hirose, Y., Kato, Y., Watanabe, Y. 2016. *Development of battery Management System*. Fujitsu Ten Tech, J No 42. Japan.
- Hu, Rui. 2011. *Battery Management System for Electric Vehicel Application*. Electronic Theses and Dissertations. Winsdor.
- Jocom, Neki. 2013. *Peran Smartphone Dalam Menunjang Kinerja Karyawan Bank Prismadana (Studi Pada Karyawan Bank Prismadana Cabang Airmadidi)*. Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Liu, K., Li, K., Peng, Q., Zhang, C. 2019. *A brief review on key technologies in the battery management system of electric vehicle*. Frontiers of Mechanical Engineering.
- Liu, W., Placke, T., Chau, K.T. 2022. *Overview of batteries and battery management for electric vehicle*. Energi Report Vol 8. Hongkong.
- Menghua, W., and Bing, X. 2017. *A Real Time Android Based Monitoring System for the Power Lithium Ion Battery Used on Evs*. dalam 10th International Conference on

Intelligent Computation Technology and Automation (ICICTA). Changsa.

- Sollu, Tan S. 2006. *Aplikasi Dan Tinjauan Teknis Bluetooth Untuk Komunikasi Tanpa Kabel*. Jurnal SMARTek, Volume 4, No 4. Universitas Tadulako. Palu.
- Xu, J., Mei, X., Wang, H., Shi, H., Sun, Z., Zou, Z. 2022. *A model based balancing system for battery energy storage systems*. Journal of Energy Storage, Volume 49. <https://doi.org/10.1016/j.est.2022.104114>.
- Zhang, F., Rehman, M. M. U., Zane, R., and D. Maksimović. 2017. *Hybrid balancing in a modular battery management system for electric-drive vehicles*. IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE), Cincinnati, OH, USA