

ANALISIS PERBANDINGAN BATERAI LITHIUM-POLYMER, NICKEL-METAL HYDRIDE, ULTRACAPASITOR, DAN NICKEL-CADMIUM PADA PENGGUNAAN MOBIL LISTRIK

Ni Putu Riska Kemala Ratnandayanti

Teknologi Otomotif
Politeknik Transportasi Darat Bali
Jl. Cemp. Putih, Samsam, Kec. Tabanan,
Kabupaten Tabanan, Bali
089616902171
riskakemala2004@gmail.com

Rasdi Okta Ramadhan Lubis

Teknologi Otomotif
Politeknik Transportasi Darat Bali
Jl. Cemp. Putih, Samsam, Kec. Tabanan,
Kabupaten Tabanan, Bali
088260342351
rasdioktaramadhan@gmail.com

Dzikri Rahmat Afrizah

Teknologi Otomotif
Politeknik Transportasi Darat Bali
Jl. Cemp. Putih, Samsam, Kec. Tabanan,
Kabupaten Tabanan, Bali
088238767521
dzikriafrizah@gmail.com

Arif Devi Dwipayana

Teknologi Otomotif
Politeknik Transportasi Darat Bali
Jl. Cemp. Putih, Samsam, Kec. Tabanan,
Kabupaten Tabanan, Bali
081999451046
arif.devi@poltradabali.ac.id.

Abstrak

A significant piece of an electric vehicle is the battery, which changes over compound energy into electrical energy. Batteries are separated into two sorts, in particular essential batteries and optional batteries and there are many kinds of auxiliary batteries accessible for electric vehicles like lithium-polymer, nickel-metal hydride, Ultracapacitor, and Nickel-cadmium. The similar analysis of the four sorts of batteries plans to dissect and analyze the batteries utilized in electric vehicles, to be specific Lithium-Polymer (Li-Po), Nickel-Metal Hydride (NiMH), Ultracapacitor, and Nickel-Cadmium (NiCd) batteries in view of a few boundaries utilized. The meta-investigation strategy utilized is a study method on information from a few existing examination reports. The consequences of the review show that every battery has various details, benefits, and drawbacks and the choice of the best battery for electric vehicles relies upon the particular necessities of the vehicle. So that manufacturers and users of electric vehicles can compare several batteries that will be used according to the specifications, advantages and disadvantages required for the vehicle.

Keywords: Battery, lithium-polymer, nickel-metal hydride, Ultracapacitor, Nickel-cadmium

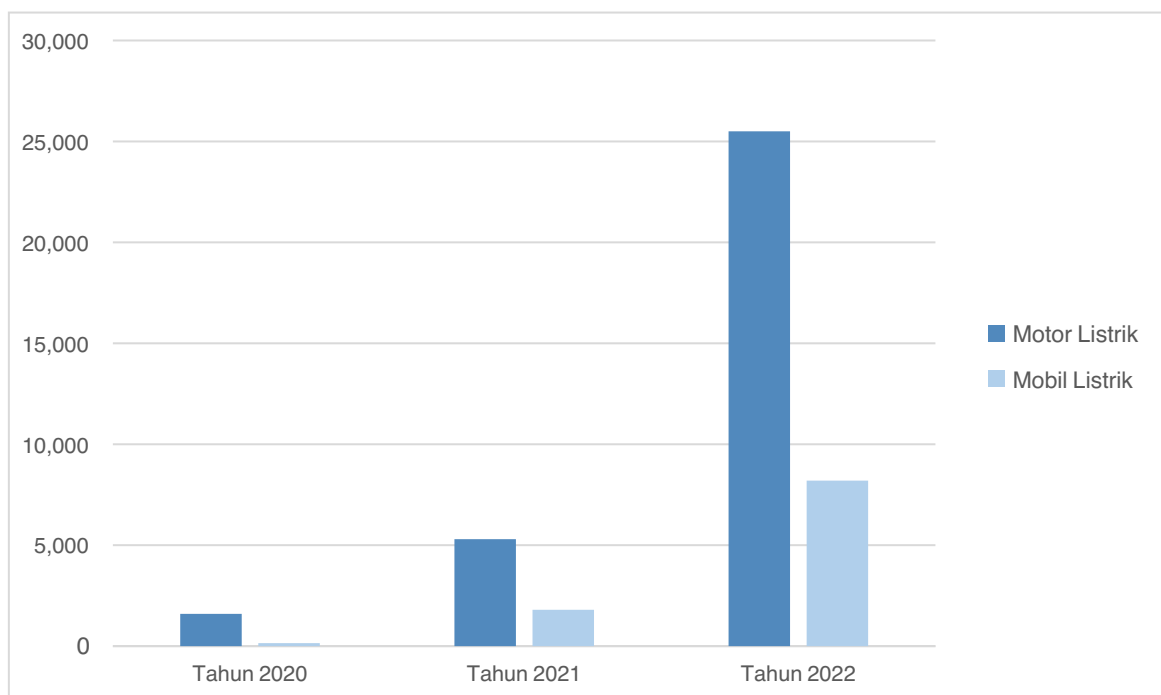
Abstrak

Bagian penting dari kendaraan listrik adalah baterai, yang mengubah energi majemuk menjadi energi listrik. Baterai dibagi menjadi dua jenis, yaitu baterai primer dan baterai sekunder. Terdapat banyak jenis baterai sekunder yang tersedia untuk kendaraan listrik seperti litium-polimer, nikel-metal hidrida, ultrakapasitor, dan nikel-kadmium. Analisis serupa terhadap keempat jenis baterai ini bertujuan untuk membedah dan menganalisis baterai yang digunakan dalam kendaraan listrik, yaitu baterai litium-polimer (Li-Po), nikel-metal hidrida (NiMH), ultrakapasitor, dan nikel-kadmium (NiCd) berdasarkan beberapa batasan yang digunakan. Strategi meta-investigasi yang digunakan adalah metode studi terhadap data dari beberapa laporan penelitian yang ada. Hasil tinjauan menunjukkan bahwa setiap baterai memiliki berbagai detail, kelebihan, dan kekurangan. Pemilihan baterai terbaik untuk kendaraan listrik bergantung pada kebutuhan khusus kendaraan. Sehingga produsen dan pengguna kendaraan listrik dapat membandingkan beberapa baterai yang akan digunakan sesuai spesifikasi, kelebihan, dan kekurangan yang dibutuhkan pada kendaraan tersebut.

Kata Kunci: Baterai, lithium-polymer, nickel-metal hydride , Ultracapacitor, Nickel-cadmium

PENDAHULUAN

Di Indonesia, sektor energi terbarukan sedang dibahas dan dikembangkan karena masih sangat awam bagi masyarakat umum (Zola et al., 2023). Baterai adalah sumber energi masa depan yang sangat populer. Perangkat ini sangat penting untuk sumber energi terutama bagi kendaraan berbasis listrik (Nasution, 2021). Berikut adalah Grafik peningkatan jumlah kendaraan listrik di Indonesia :



Sumber: (Zola et al., 2023)

Grafik 1. Peningkatan Jumlah Kendaraan Listrik di Indonesia

Sesuai data di atas (Databoks, 2023), pada kendaraan listrik di Indonesia sudah mengalami peningkatan. Bahkan, jumlah permintaan kendaraan listrik sangat meningkat pesat sampai 13 kali lipat. Artinya, peningkatan pada jumlah kendaraan listrik di Indonesia sangat diperhatikan. Istilah kendaraan listrik makin dikenal di masyarakat saat ini, seperti BEV (Battery Electric Vehicle), HEV (Microbus Electric Vehicle), PHEV (Module Crossover Electric Vehicle), dan FCEV (Energy Compound Electric Vehicle) (Iskandar dan Yulanto, 2021). Mobil listrik memiliki sistem baterai yang menyimpan energi untuk motor listrik.

Kendaraan listrik bergantung pada baterai untuk menggerakkan berbagai komponen listrik yaitu seperti motor starter, klakson, lampu penerangan, dan lainnya (Hamid et al., 2016). Karena menyediakan energi untuk seluruh komponen kelistrikan kendaraan listrik, baterai sangat penting sebagai sumber tenaga. Baterai dapat melakukan proses elektrokimia

reversibel dengan sangat baik. Siklus ini meliputi perubahan energi senyawa menjadi tenaga (pelepasan) dan juga sebaliknya, perubahan energi zat menjadi tenaga (muatan) dengan memulihkan anoda dengan mengalihkan aliran listrik. Banyak sekali jenis- jenis baterai yang digunakan pada kendaraan listrik seperti baterai lithium-polymer, nickel-logam hydride, Ultracapacitor, dan Nickel-cadmium.

Menurut Harjono, (2023), Baterai Lithium Polymer (Li-Po) menggunakan elektrolit polimer cair dan kering. elektrolit ini dapat digunakan untuk membuat baterai Li-Po dalam berbagai ukuran dan bentuk karena memungkinkan pertukaran partikel antara anoda dan katoda. Mobil Hyundai dengan nama IONIQ Electric dan KONA Electric dari Hyundai ini menggunakan baterai berbahan dasar Lithium Ion Polymer (Reza, 2021). Kapasitas baterai IONIQ Electric sebesar 38,3 kWh dan KONA Electric sebesar 39,2 kWh sehingga membutuhkan kapasitas energi yang besar. Namun, baterai Li-Po tidak memiliki aliran pertukaran partikel melintasi elektrolit polimer kering. Oleh karena itu, laju pengisian dan pelepasan pada baterai ini rendah. Untuk mengatasi masalah ini, dapat dengan mempercepat pertukaran partikel dengan memanaskan baterai (Thowil Afif dan Ayu Putri Pratiwi, 2015).

Menurut Harahap, (2019), Baterai Nickel-Metal Hydride (Ni-MH) dibuat dari bahan yang harganya relatif lebih mahal, tingkat self discharge yang tinggi, dan menghasilkan panas yang signifikan. Baterai Ni-MH menggunakan ion hidrogen untuk menyimpan energi dan mengandung logam seperti titanium, zirkonium, kobalt, mangan, dan vanadium (Wu, 2021). Logam ini mencegah ion hidrogen yang dilewatkan mencapai fase gas dengan meningkatkannya (Keshan et al., 2016). Baterai NiMH lebih banyak digunakan oleh kendaraan listrik hibrida (HEV). Baterai mobil listrik jenis ini tidak mendapatkan tenaga dari luar, seperti dari jaringan PLN. Pengisian ulang pada baterai ini tergantung pada kecepatan mesin, roda, dan pengereman regeneratif. Itulah mengapa baterai mobil listrik satu ini paling banyak diaplikasikan pada mobil hybrid seperti Toyota Prius generasi pertama tahun 1997 dan Toyota Prius generasi keempat tahun 2015, tetapi model terbaru telah menggunakan baterai lithium ion (Parwata, 2016).

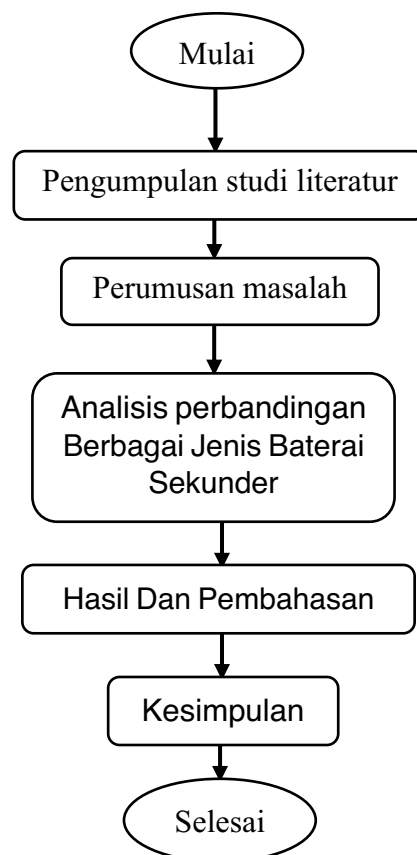
Menurut Hidayah & Wibowo, (2023). Baterai nikel-cadmium (Ni-Cd) lebih tahan terhadap pengisian daya yang berlebihan karena memiliki kemampuan untuk menghasilkan keluaran arus tinggi. Namun, perlu diingat bahwa baterai Ni-Cd harus dirawat saat diisi ulang untuk menghindari overcharging, yang dapat merusak baterai dan mempersingkat umur pakainya (Kaloko Bambang Sri, 2019). Selain itu, baterai Ni-Cd ini mengandung bahan kimia beracun seperti kadmium, yang dapat mencemari lingkungan jika didaur ulang secara tidak tepat (Kasim et al., 2016). kendaraan yang mengaplikasikan baterai ini adalah pada seri mobil EV dari MG Motor Indonesia (Prasetyo, 2024).

Menurut Putra, (2024) Baterai ultrapasitor berbeda dari sel elektrokimia lainnya karena baterai menyimpan cairan polar antara elektroda dan elektrolit. Seiring bertambahnya luas permukaan, kapasitas penyimpanan energinya juga meningkat. Baterai ultrapasitor membantu meningkatkan pengisian baterai elektrokimia sehingga ideal sebagai penyimpanan sekunder untuk kendaraan listrik (Saini et al., 2022). Selain itu, ultrapasitor dapat memberikan energi tambahan pada kendaraan listrik saat akselerasi dan pengereman ulang (AFANDI et al., 2022). Salah satu kendaraan yang menggunakan baterai jenis ini adalah Lamborghini Sian FKP 37 (Caldwell, 2019).

Berdasarkan perihal di atas, baterai adalah suatu hal yang penting bagi kendaraan listrik. Oleh karena itu, analisis harus dilakukan untuk menentukan diantara jenis baterai lithium-polymer, nickel-logam hydride, Ultracapacitor, dan Nickel-cadmium terkait penggunaan dan pengaruhnya terhadap kecocokan pada kendaraan listrik. Karena banyaknya jenis baterai sekunder yang tersedia untuk kendaraan listrik.

METODE

Penelitian ini menggunakan data studi literasi teknik pengumpulan serta sumber data dari tipe data sekunder. Diskusi dipenelitian ini dapat dijelaskan secara kualitatif berdasarkan hasil pengolahan data itu telah dikumpulkan sebelumnya. Literatur metodologi tinjauan memungkinkan peneliti untuk menerapkan analisis yang ketat dan andal sumber ilmiah. Mengingat kesenjangan penelitian, penulis menganggap bahwa metode penelitian dilakukan dengan menggunakan tinjauan literatur sistematis tipe data sekunder tepat digunakan untuk membandingkan baterai lithium polymer, nickel-logam hydride, Ultracapacitor, dan Nickel-cadmium dalam konteks penggunaannya pada kendaraan listrik. Skema Metodologi Penelitian ditunjukkan pada Gambar 1. di bawah ini :

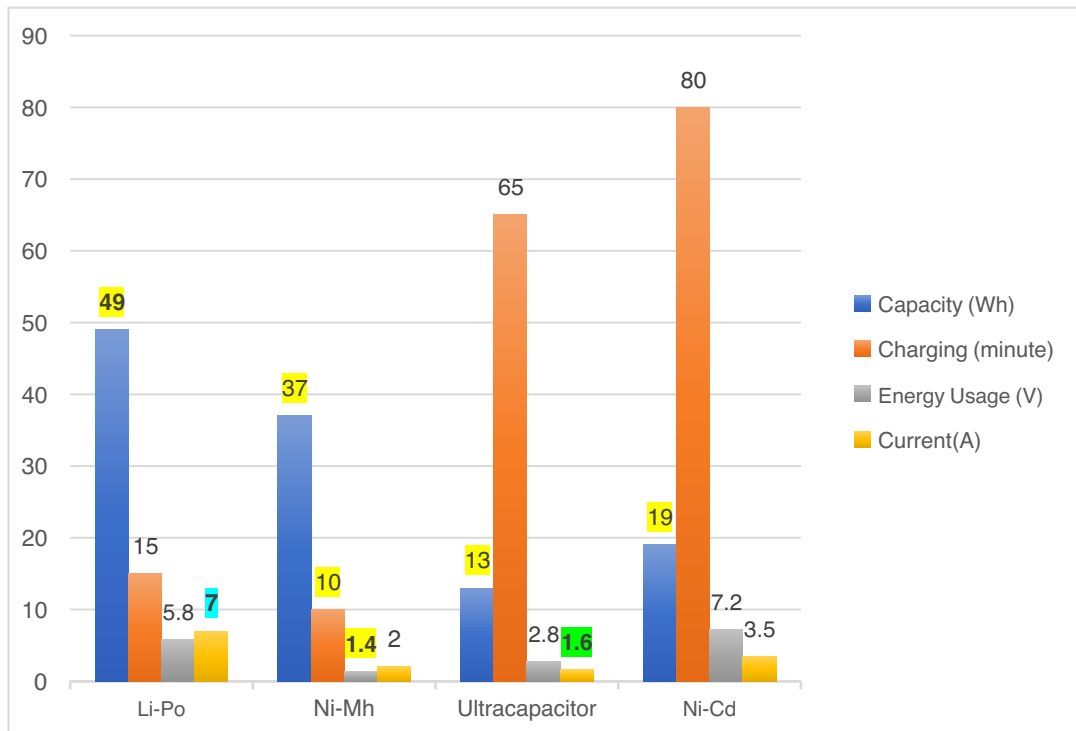


Gambar 1. Skema Metodologi Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan analisis ini berupa tabel yang berisikan spesifikasi, kekurangan serta kelebihan dari jenis-jenis baterai. Hasil analisis ini dapat dilihat pada grafik di bawah ini:

- Grafik 2. Perbandingan kapasitas, pengisian daya, penggunaan energi, dan tingkat arus pada masing – masing baterai.



Sumber: (Thowil Afif & Ayu Putri Pratiwi, 2015)

Grafik 2. Perbandingan kapasitas, pengisian daya, penggunaan energi, dan tingkat arus

Berdasarkan Grafik.1 Perbandingan antara Kapasitas, Pengisian Daya, Penggunaan Energi, dan Pemakaian Arus diatas, Baterai Nickel Metal Hydride (NiMH) unggul dibandingkan Lithium Polymer (LiPo), ultracapacitor, dan Nickel Cadmium (NiCd) dalam kapasitas, pengisian daya, efisiensi energi, dan pemakaian arus. NiMH memiliki kapasitas lebih besar dan lebih ramah lingkungan dibanding NiCd, serta siklus pengisian yang stabil dan aman meski tidak secepat LiPo atau ultracapacitor. Meskipun ultracapacitor memiliki arus tinggi, daya tahannya masih kalah dari NiMH. Dengan keseimbangan antara kapasitas, daya tahan, efisiensi, dan keselamatan, NiMH menjadi pilihan terbaik di antara keempat jenis baterai.

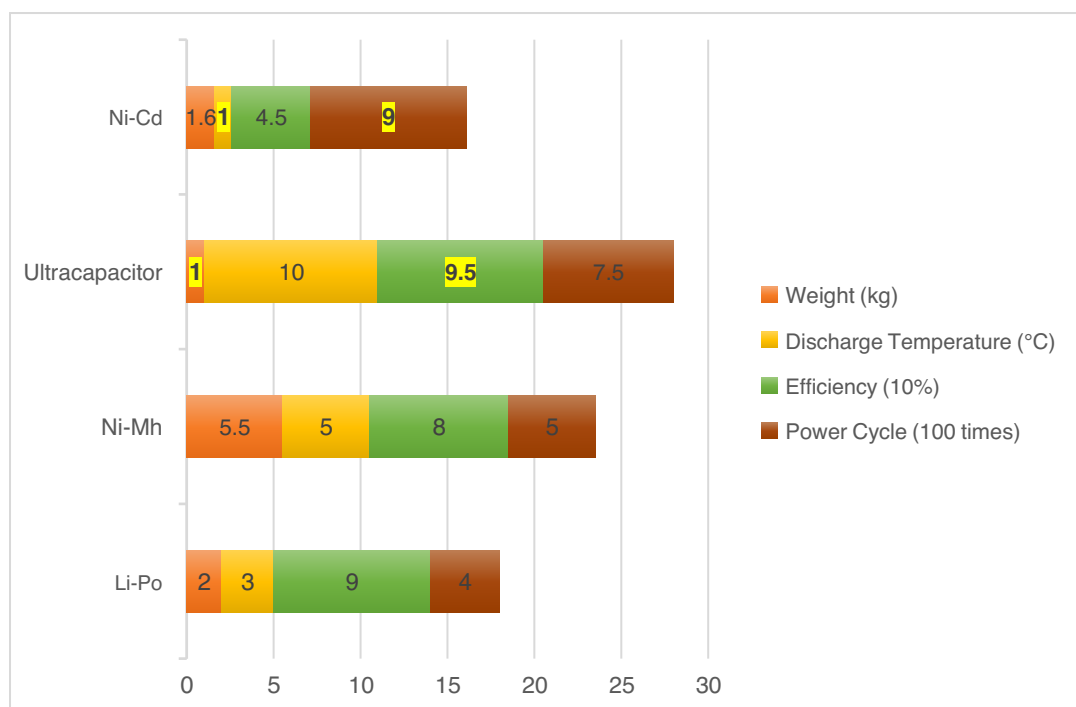
Terdapat 2 baterai yang memiliki tingkat pemakaian arus yang tertinggi dan terendah, yaitu Baterai Lithium Polymer dan Baterai Ultracapacitor. Meskipun memiliki tingkat perbedaan pemakaian arus yang berbeda, masing masing baterai memiliki kegunaan dan keunggulan tersendiri, yaitu:

- Baterai Lithium Polymer (LiPo) unggul dalam menghasilkan arus tinggi yang stabil, menjadikannya pilihan ideal untuk aplikasi yang membutuhkan lonjakan

daya instan seperti drone, mobil remote control, dan perangkat elektronik berkinerja tinggi. Desainnya yang fleksibel memungkinkan berbagai bentuk dan ukuran, cocok untuk perangkat portabel dengan ruang terbatas. Dengan densitas energi tinggi, LiPo memungkinkan perangkat bekerja lebih lama tanpa peningkatan ukuran. Meski memerlukan perhatian ekstra dalam pengisian dan penanganan, kombinasi performa tinggi dan fleksibilitas menjadikannya solusi tak tergantikan bagi kebutuhan daya besar dan efisiensi tinggi.

- Ultracapacitor, meski menghasilkan arus lebih rendah, memiliki keunggulan dalam menyimpan dan melepaskan energi dengan cepat, menjadikannya ideal untuk aplikasi seperti backup daya jangka pendek, stabilisasi tegangan, dan perangkat dengan siklus nyala-mati sering. Dengan umur siklus panjang dan toleransi suhu tinggi, ultracapacitor andal di kondisi ekstrem. Meskipun kapasitas energinya rendah, efisiensi pengisian ulang dan durabilitas tinggi membuatnya cocok untuk kebutuhan respons daya cepat dan daya tahan operasional jangka panjang tanpa penurunan kinerja.

b. Grafik 3. Perbandingan berat, suhu pembuangan , efisiensi dan siklus daya pada masing- masing baterai.



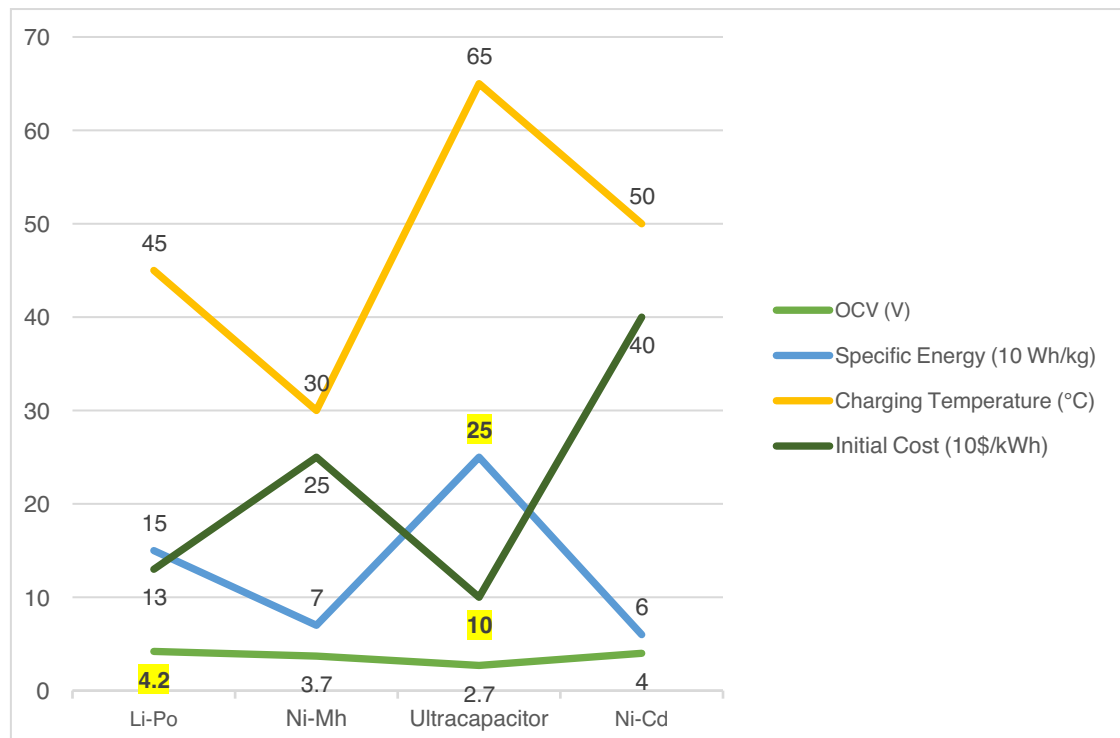
Sumber: (Thowil Afif & Ayu Putri Pratiwi, 2015)

Grafik 3. Perbandingan berat, suhu pembuangan , efisiensi dan siklus daya

Berdasarkan Grafik. 2 Perbandingan antara Berat, Suhu Pembuangan, Efisiensi, dan Siklus Daya Hidup diatas, dalam perbandingan berat, suhu pembuangan, efisiensi, dan siklus daya hidup, Ultracapacitor unggul dalam berat, suhu pembuangan, efisiensi, dan siklus daya hidup dibandingkan dengan baterai Lithium Polymer (LiPo), Nickel Metal Hydride (NiMH), dan Nickel Cadmium (NiCd). Ia lebih ringan,

tahan terhadap suhu ekstrem, mengisi dan melepaskan energi dengan cepat, dan memiliki siklus daya hidup yang sangat panjang. Keunggulan ini menjadikannya pilihan ideal untuk aplikasi yang memerlukan bobot ringan, ketahanan suhu, efisiensi tinggi, dan umur panjang.

- c. Grafik 4. Perbandingan *Open circuit voltage (OCV)*, spesifik energi, suhu pengisian, dan harga pada masing-masing baterai.



Sumber: (Thowil Afif & Ayu Putri Pratiwi, 2015)

Grafik 4. Perbandingan *Open circuit voltage (OCV)*, spesifik energi, suhu pengisian, dan harga

Berdasarkan Grafik.3 Perbandingan antara Tegangan Sirkuit Terbuka, Energi Spesifik, Suhu Pengisian Daya, dan Biaya Pembelian diatas, dalam perbandingan berat, suhu pembuangan, efisiensi, dan siklus daya hidup, Dalam perbandingan dengan baterai Lithium Polymer (LiPo), Nickel Metal Hydride (NiMH), dan Nickel Cadmium (NiCd), ultracapacitor unggul dalam tegangan sirkuit terbuka, suhu pengisian daya, dan biaya jangka panjang. Meskipun energi spesifiknya lebih rendah daripada LiPo, ultracapacitor tetap efisien dalam pengisian dan pembuangan energi serta tahan terhadap suhu ekstrem. Biaya pembelian awal mungkin lebih tinggi, tetapi umur panjang dan siklus daya hidup yang sangat panjang membuatnya ekonomis untuk penggunaan jangka panjang.

KESIMPULAN

Dari analisis ini, dapat disimpulkan bahwa pilihan baterai yang terbaik untuk mobil listrik bergantung pada kebutuhan spesifik kendaraan tersebut. Lithium-Polymer (Li-Po) merupakan bisa menjadi untuk kendaraan yang memerlukan jarak tempuh panjang dan performa tinggi karena kapasitas energi dan densitas daya yang tinggi. Nickel-Metal Hydride (Ni-MH) menawarkan keseimbangan antara kapasitas energi dan siklus hidup yang panjang dengan biaya yang moderat. Nickel-Cadmium (NiCd) kini kurang disukai karena kinerja yang lebih rendah dan dampak lingkungan negatif, meskipun biaya rendah bisa menjadi faktor dalam aplikasi tertentu. Ultracapacitor cocok untuk aplikasi yang memerlukan pengisian daya dan pelepasan energi yang cepat, meskipun biaya tinggi menjadi pertimbangan. Selain itu, mengenai spesifikasi baterai Lithium Polymer (LiPo), Nickel Metal Hydride (NiMH), Ultracapacitor, dan Nickel Cadmium (NiCd), baterai ultracapacitor terbukti sebagai pilihan terunggul untuk digunakan sebagai sumber daya baterai dalam mobil listrik. Ultracapacitor unggul dalam lima indikator spesifikasi utama: arus rendah sebesar 1,6 ampere, berat hanya 1 kg, efisiensi tinggi mencapai 95%, energi spesifik sebesar 250 Wh/kg, dan harga sebesar 100 \$/kWh. Keunggulan ini menjadikannya pilihan ideal karena arus rendah memungkinkan pengisian cepat dan pengoperasian yang stabil, sementara berat yang ringan dan efisiensi tinggi mendukung performa dan daya tahan. Energi spesifik yang tinggi memastikan kapasitas penyimpanan yang baik, dan harga yang kompetitif membuatnya lebih ekonomis dalam jangka panjang. Dengan kombinasi kelebihan ini, baterai ultracapacitor adalah solusi terbaik untuk kebutuhan mobil listrik. Setiap jenis baterai memiliki kelebihan dan kekurangan tersendiri, sehingga pemilihan harus disesuaikan dengan kebutuhan spesifik dari mobil listrik tersebut. Impak yang dihasilkan dari analisis ini adalah pengguna kendaraan listrik dapat membandingkan beberapa baterai yang akan digunakan sesuai spesifikasi, kelebihan, dan kekurangan yang dibutuhkan pada kendaraan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- AFANDI, A., WINDARKO, N. A., SUMANTRI, B., & FAKHRUDDIN, H. H. (2022). Estimasi State of Charge (SoC) Ultrakapasitor menggunakan Extended Kalman Filter Berbasis Ladder Equivalent Circuit Model. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, 10(1), 61. <https://doi.org/10.26760/elkomika.v10i1.61>
- Ashari, H. A. M., Rusdinar, A., & Pangaribuan, P. (2018). Sistem Monitoring Dan Manajemen Baterai Pada Mobil Listrik Electric Car Monitoring System and Battery Management. *E-Proceeding of Engineering*, 5(3), 4243–4248.
- Aziz, M., Marcellino, Y., Rizki, I. A., Ikhwanuddin, S. A., & Simatupang, J. W. (2020). Studi Analisis Perkembangan Teknologi Dan Dukungan Pemerintah Indonesia Terkait Mobil Listrik. *TESLA: Jurnal Teknik Elektro*, 22(1), 45. <https://doi.org/10.24912/tesla.v22i1.7898>
- Caldwell, A. (2019). *Why Lamborghini's new FKP 37 Sián hybrid is bad for the environment*. <https://www.businessinsider.com/lamborghini-sian-hybrid-electric-bad-for-environment-2019-10>
- Hamid, R. M., Rizky, R., Amin, M., & Dharmawan, I. B. (2016). Rancang Bangun Charger Baterai Untuk Kebutuhan UMKM. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 4(2), 130.

- <https://doi.org/10.32487/jtt.v4i2.175>
- Harahap, D. R. (2019). Pengujian Performa Baterai Nickel-Metal Hydride (NiMH) Untuk Mobil Listrik Satu Penumpang Pada Kompetisi Balap Mobil Listrik Ene1-Gp Jepang 2017. *Manutech: Jurnal Teknologi Manufaktur*, 9(01), 12–17. <https://doi.org/10.33504/manutech.v9i01.25>
- Harjono, D. (2023). Sistem Monitoring Baterai Lithium Polymer (Lipo) Secara Nirkabel Pada Mobil Listrik PonECar. *ELIT JOURNAL: Electrotechnics And Information Technology*, 4(2), 2721–5644. <https://ejurnal.polnep.ac.id/index.php/ELIT/article/view/613>
- Hidayah, M. R., & Wibowo, T. (2023). Pengembangan Modul Praktikum Baterai Pesawat Udara Berdasarkan Pengujian Low-Capacity Cell Baterai Ni-Cd pada Pesawat Eurocopter AS365 Dauphin. *Prosiding The 14th Industrial Research Workshop and National Seminar*, 6(3), 431–436.
- Iskandar, H., & Yulanto, D. (2021). Studi Analisis Perkembangan Teknologi Kendaraan Listrik Hibrida. *Journal of Automotive Technology Vocational ...*, 02(1), 31–44. <https://journal.upy.ac.id/index.php/jatve/article/view/1488>
- Kaloko Bambang Sri, L. K. D. (2019). Pengembangan Metode Voltametri Berbasis Neural Network Untuk Menentukan Kapasitas Baterai Nikel-Cadmium Bambang. *Efektifitas Penyuluhan Gizi Pada Kelompok 1000 HPK Dalam Meningkatkan Pengetahuan Dan Sikap Kesadaran Gizi*, Vol 3(3), Hal 1-5.
- Kasim, R., Abdullah, A. R., Selamat, N. A., Basir, M. S. S. M., & Ramli, M. Z. (2016). Nickel-Cadmium battery analysis using spectrogram. *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 11(6), 3975–3979.
- Keshan, H., Thornburg, J., & Ustun, T. S. (2016). Comparison of lead-Acid and lithium ion batteries for stationary storage in off-grid energy systems. *IET Conference Publications*, 2016(CP688). <https://doi.org/10.1049/cp.2016.1287>
- M. Brunner, I. M. I., & M. Brunner, S. (2021). Pemilihan Baterai Kendaraan Listrik dengan Metoda Weighted Objective. *Jurnal Serambi Engineering*, 6(1), 1563–1572. <https://doi.org/10.32672/jse.v6i1.2644>
- Nasrullah, E., Alam, S., & Arif, A. (2019). Perancangan Alat Ukur State Of Charge, Depth Of Distance Dan State Of Helath Baterai Lithium-Ion (LI-ION) Dan Baterai Nickel-Metal Hydride (NI-MH) Menggunakan Arduino Nano.
- Nasution, M. (2021). Karakteristik Baterai Sebagai Penyimpan Energi Listrik Secara Spesifik. *Cetak Journal of Electrical Technology*, 6(1), 35–40.
- Prasetyo, D. A. (2024). MG Tawarkan Paket Eksklusif buat Konsumen Mobil Listrik MG 4 EV & MG ZS EV. *DetikOto*. <https://oto.detik.com/mobil-listrik/d-7147569/mg-tawarkan-paket-eksklusif-buat-konsumen-mobil-listrik-mg-4-ev-mg-zs-ev>
- Parwata. (2016). *Evolusi Baterai Toyota Prius Empat Generasi, Lima Evolusi Baterai*. <https://otomotifnet.gridoto.com/read/231133056/evolusi-baterai-toyota-prius-empat-generasi-lima-evolusi-baterai>
- Putra, R. P., Kurniasih, N., Sari, D. P., & Syamsuddin, Z. (2024). Karakteristik Pengontrolan Torka Pengereman Regeneratif Pada Kendaraan Listrik Dengan Integrasi Ultrakapasitor. 12(2), 198–246.
- Rahayu, Karmiadi, D. W., & Firman, L. O. M. (2023). Studi Kelayakan Jenis Baterai Kendaraan Listrik Roda Empat Dengan Metode Weigthed Objective Untuk Program Kendaraan Listrik Di Indonesia. *Teknobiz: Jurnal Ilmiah Program Studi Magister Teknik Mesin*, 13(2), 123–129. <https://doi.org/10.35814/teknobiz.v13i2.5292>

- Reza. (2021). *Mengenal Kecanggihan Teknologi Baterai Mobil Hyundai IONIQ dan KONA Electric*. Liputan6.Com.
<https://www.liputan6.com/otomotif/read/4455531/mengenal-kecanggihan-teknologi-baterai-mobil-hyundai-ioniq-dan-kona-electric?page=3>
- Saini, M., Djalal, M. R., Rustang, R., Abbas, D. P. F., & Barlian, Y. H. (2022). Analisis Kinerja Pemasangan Baterai Lithium Ion dan Ultra Kapasitor Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya. *Jurnal Teknik Mesin Sinergi*, 20(2), 233.
<https://doi.org/10.31963/sinergi.v20i2.4116>
- Thowil Afif, M., & Ayu Putri Pratiwi, I. (2015). Analisis Perbandingan Baterai Lithium-Ion, Lithium-Polymer, Lead Acid dan Nickel-Metal Hydride pada Penggunaan Mobil Listrik - Review. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 6(2), 95–99.
<https://doi.org/10.21776/ub.jrm.2015.006.02.1>
- Wu, K. (2021). Development Status and Prospects of Lithium-ion Power Batteries for Electric Vehicles. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 12(4), 22–25. <https://doi.org/10.18178/ijcea.2021.12.4.791>
- Zola, G., Nugraheni, S. D., Rosiana, A. A., Pambudy, D. A., & Agustanta, N. (2023). Inovasi kendaraan listrik sebagai upaya meningkatkan kelestarian lingkungan dan mendorong pertumbuhan ekonomi hijau di Indonesia. *Journal of Public ...*, 11(3), 159–170.
<https://journal.student.uny.ac.id/index.php/joppar/article/view/20712%0Ahttps://journal.student.uny.ac.id/index.php/joppar/article/viewFile/20712/18383>