

# PENGUJIAN PERFORMA BATERAI NICKEL-METAL HYDRIDE (NiMH) UNTUK MOBIL LISTRIK SATU PENUMPANG PADA KOMPETISI BALAP MOBIL LISTRIK ENE1-GP JEPANG 2017

Dedy Ramdhani Harahap<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung  
Kawasan Industri Air Kantung, Sungailiat-Bangka, 33211  
Tel: 0717-93586, Fax: 0717-93585  
[rdhanie84@gmail.com](mailto:rdhanie84@gmail.com)

## Abstract

*The use of electric vehicles (EVs) is viewed as an attractive solution to reduce CO<sub>2</sub> emissions and fuel consumption resulted from transport sector, but the EVs implementation is limited to driving distance and and the charging process that inconvenience. The analysis of energy consumption characteristics of Nickel-Metal Hydride (NiMH) battery that commonly used as the energy source for EVs become an important foundation to study the durability and performance of the battery when applied in addition to increase the driving range from this EVs. This research aims to test the durability and the performance of the Eneloop type of Nickel-Metal Hydride (NiMH) battery that used for the racing car competed on ENE1-GP Japan at Suzuka Circuit Japan. From this experiment will be achieve the energy consumption estimation systematically, based on this data the parameters can be decided accurately for the EVs that attend the competition. The battery will be test under room temperature and the load given during the test from 0.1A to 10A. The average temperature during the performance test were observed using thermal camera. The best result from this experiment is on 5A, the battery will effectively use and can fit the requirement to complete the race in 18 minutes and 49 seconds for 3 cycles (laps). On the other hand, this data also can become the foundation to develop the electric vehicle which has similar specification.*

**Keywords:** Electric vehicle, Nickel-Metal Hydride (NiMH), battery.

## Abstrak

*Penggunaan mobil listrik dipandang sebagai sebuah pilihan menarik untuk mengurangi emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan konsumsi bahan bakar yang dihasilkan dari sektor transportasi, namun penggunaan mobil listrik saat ini masih terkendala pada jarak tempuh dan proses pengisian baterai. Analisa terhadap karakteristik konsumsi energi seperti pada baterai Nickel-Metal Hydride (NiMH) yang umum digunakan sebagai sumber energi pada mobil listrik menjadi landasan yang sangat penting untuk mempelajari ketahanan baterai ketika digunakan, yang nantinya akan berguna untuk meningkatkan jarak tempuh dari mobil listrik tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk menguji ketahanan serta performansi dari baterai Nickel-Metal Hydride (NiMH) jenis Eneloop yang digunakan pada mobil balap yang berkompetisi pada ajang ENE1-GP Jepang di Sirkuit Suzuka Jepang. Dari hasil penelitian ini akan diperoleh estimasi konsumsi energi mobil listrik secara sistematis sehingga berdasarkan data tersebut dapat ditentukan parameter yang tepat untuk kompetisi tersebut. Pengujian baterai dilakukan pada temperatur ruangan dan beban yang diberikan selama pengujian dimulai dari 0.1A hingga 10 A. Temperatur rata-rata dari pengujian performansi ini diamati menggunakan kamera pengukur panas. Hasil terbaik dari eksperimen ini pada 5A, baterai dapat digunakan dengan efektif dan sesuai dengan persyaratan untuk menyelesaikan lomba selama 18 menit 49 detik 3 putaran (laps). Disamping itu data ini juga dapat dijadikan acuan untuk pengembangan mobil listrik dengan spesifikasi yang sama.*

**Kata kunci:** Mobil listrik, Nickel-Metal Hydride (NiMH), baterai.

## 1. PENDAHULUAN

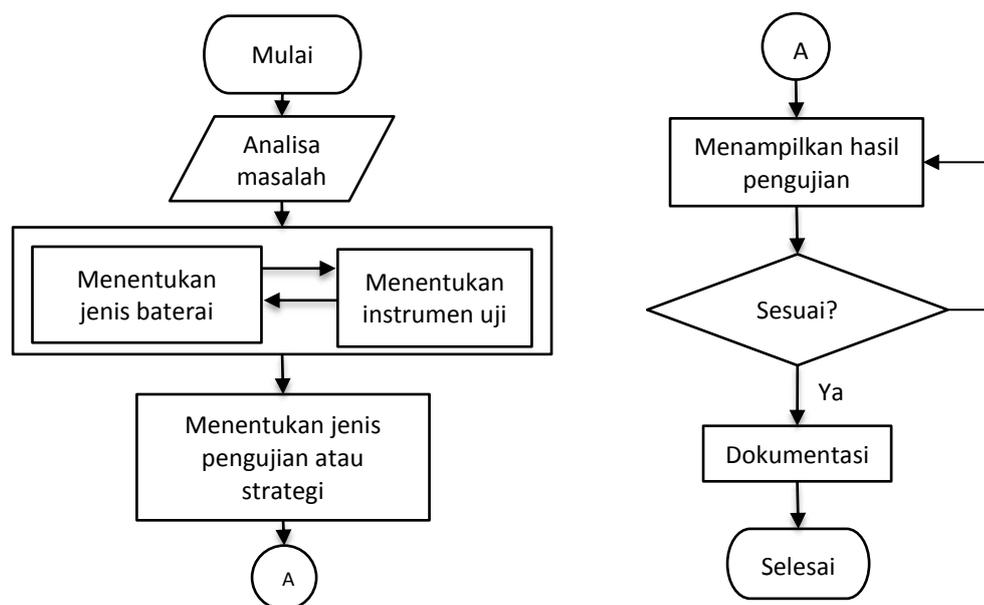
Perkembangan teknologi saat ini berkembang sangat pesat seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan energi khususnya yang ramah lingkungan. Hal ini didorong karena tingginya harga minyak dunia sehingga membuat banyak industri manufaktur mencari alternatif energi sebagai solusi untuk menekan ketergantungan pada energi fosil seperti bensin. Beberapa diantaranya berhasil menerapkan energi terbarukan seperti pemanfaatan sinar matahari (*solar energy*), tenaga angin (*wind energy*), dan baterai yang juga diaplikasikan pada peralatan-peralatan elektronik seperti laptop, UAV, televisi. Dibidang transportasi, banyak industri otomotif turut mengembangkan sistem pembangkit energi yang lebih efisien, bersih, dan ramah lingkungan dengan tujuan untuk mengurangi emisi gas buang dari kendaraan serta untuk melindungi ozon serta menurunkan efek rumah kaca[1].

Perkembangan mobil listrik juga telah menunjukkan potensi yang sangat besar sebagai solusi yang tepat untuk masalah global yang dihadapi dunia saat ini terkait dengan penggunaan energi, keamanannya, dan pengaruhnya terhadap polusi lingkungan. Namun demikian, penerapannya masih sangat terbatas dikarenakan jumlahnya kendaraannya masih sedikit, jarak tempuh yang masih pendek, dan prosedur pengecasan baterai yang belum memadai[1, 2]. Hal ini juga berbanding lurus dengan harga unit kendaraannya yang masih relatif mahal. Salah satu penelitian yang sering dilakukan terkait permasalahan tersebut diantaranya dengan meningkatkan optimasi kapasitas baterai yang digunakan pada mobil listrik khususnya mobil listrik yang sumber energinya dihasilkan dari baterai *Nickel-Metal Hydride* (NiMH).

Penggunaan baterai jenis *Nickel-Metal Hydride* (NiMH) pada umumnya digunakan karena jenis baterai ini memiliki ketahanan yang lebih baik dibandingkan dengan jenis baterai lainnya seperti *Nickel Cadmium* (NiCd) dan *Lithium-Ion* (Li-On)[3]. Baterai *Nickel-Metal Hydride* (NiMH) dapat menghasilkan energi dengan cara melepas dan menyerap elektron hidrogen (OH-) melalui anoda *nickel oxide* dan katoda *metal-hydride* sebesar 50-70 Wh.kg<sup>-1</sup> [4-6]. Baterai NiMH dipertimbangkan sebagai solusi pengganti terbaik dari baterai *Lithium* yang juga sering digunakan di mobil listrik. Baterai ini cocok digunakan karena memiliki densitas energi yang dua kali lebih besar dibandingkan baterai NiCd. Disamping itu penggunaan jenis baterai ini juga telah diterapkan pada mobil listrik konvensional sehingga menjadi salah satu alasan dipilihnya jenis baterai ini sebagai energi utama mobil listrik ENE1-GP Jepang. Untuk itu perlu dilakukan serangkaian tes untuk mengetahui ketahanan dan performa baterai ketika digunakan untuk berkompetisi pada ajang balap mobil listrik tersebut.

## 2. METODE PENELITIAN

Untuk mendapatkan hasil yang optimal dari pengujian baterai *Nickel-Metal Hydride* ini, maka dirumuskan langkah-langkah eksperimen yang tepat, dimulai dengan melakukan analisa terhadap masalah yang ada pada baterai serta parameter-parameter yang mempengaruhi pada saat pengujian dilakukan seperti suhu atau temperatur baik ruang atau baterai, instrumen atau alat uji yang digunakan, dan jenis pengujiannya. Langkah-langkah dibuat secara sistematis agar setiap kegiatan mampu ditelusuri ketika ditemui kesalahan atau hasil yang diperoleh belum sesuai dengan diinginkan. Berikut ini akan diuraikan tahapan pengujian baterai NiMH dengan menerapkan metode *experimental kuantitatif*.



Gambar 2. Diagram Metode Eksperimental Kuantitatif

### 2.1. Analisa Masalah

Pada tahap ini dianalisa tegangan ideal yang dibutuhkan oleh mobil listrik, berapa arus yang harus dibebankan pada baterai agar kemampuan baterai dapat digunakan semaksimal mungkin pada mobil listrik. Disamping itu perubahan temperatur yang mungkin terjadi juga menjadi perhatian dalam tahapan pengujian baterai tersebut.

### 2.2. Menentukan jenis baterai dan instrumen pengujian

Jenis baterai yang akan digunakan adalah baterai Eneloop NiMH dengan kapasitas 1800 mAh. Baterai jenis ini dipilih karena memiliki kemampuan menyimpan energi lebih baik dibandingkan baterai jenis lain. Disamping itu jenis baterai ini adalah jenis yang disyaratkan untuk digunakan pada saat lomba. Untuk mengetahui berapa lama baterai bisa gunakan maka baterai harus di-*discharge* dengan alat uji *electronic load*. Alat uji ini akan menampilkan diagram polarisasi baterai sehingga dapat dianalisa pada tegangan dan arus berapa baterai mencapai performa terbaiknya.

### 2.3. Menentukan jenis pengujian dan strategi

Pada tahap ini pengujian baterai dilakukan menggunakan metode *kelvin contact* dimana pada baterai dipasang pelat untuk mengurangi resistensi baterai dan hambatannya. Pengujian dilakukan pada suhu ruangan agar baterai tidak mudah panas ketika dilakukan proses *discharge*.

### 2.4. Menampilkan Hasil Pengujian

Hasil uji performa baterai ditampilkan secara otomatis kemudian data tersebut dikumpulkan dan diolah menggunakan software Matlab untuk mendapatkan hasil pengujian yang optimal. Dari serangkaian pengujian ini, baterai yang memiliki performa ideal terhadap aturan lomba dipilih sebagai acuan dalam perencanaan manajemen energi mobil listrik.

### 2.5. Dokumentasi

Setiap data yang diperoleh dari pengujian ini direkam dan disimpan untuk digunakan pada tahap pengujian lainnya terkait dengan penerapannya pada mobil listrik.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Baterai *Nickel-Metal Hydride* (NiMH)

Baterai jenis NiMH yang digunakan pada mobil listrik ini berjumlah 40 buah dan dirangkai dengan rangkaian seri. Baterai ini dapat menyimpan energi listrik meskipun kondisi bebannya rendah. Ada empat jenis pengujian yang dapat dilakukan diantaranya pengujian berdasarkan *resistive-capacity model*, *internal resistance model*, *basic lead-acid model*, dan *neural network model* [7]. Baterai yang akan diuji didefinisikan dengan *open circuit voltage* (OCV), *internal resistance* terhadap *temperature* dan *State-of-Charge* (SoC). Data tersebut diambil dari baterai Eneloop tipe AA dengan kapasitas 1.9 Ah.

Terdapat dua jenis baterai Eneloop yang dipasarkan di dunia yaitu baterai Eneloop BK-3MCE (pasar global) dan Eneloop BK-3MCC (hanya di Jepang). Pada pengujian ini baterai yang digunakan adalah tipe BK-3MCC dikarenakan jenis baterai inilah yang nantinya akan digunakan pada saat kompetisi berlangsung.



Gambar 2. NiMH Eneloop BK-3MCE (A) and BK-3MCC (B)

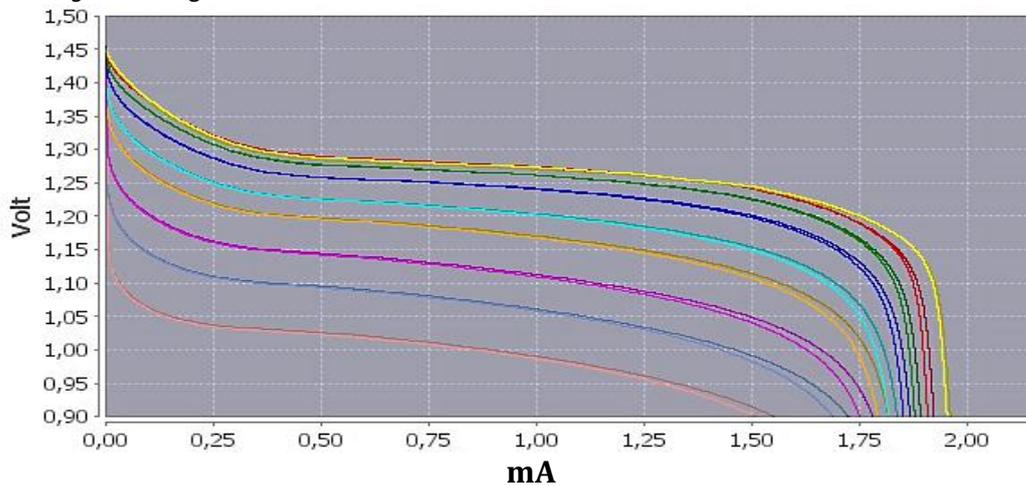
Sedangkan alat uji yang digunakan untuk melihat ketahanan dan performansi dari baterai ini adalah *Maynuo Electronic Load 0-150V/ 300W*. Data yang dapat ditampilkan dari alat uji ini adalah tegangan (V), Arus (I), Daya (P), serta temperatur (T). Pada praktiknya, baterai akan diberi beban dari arus 1 A hingga 10 A untuk memonitor kapasitas baterai serta berapa lama baterai tersebut dapat digunakan selama kompetisi berlangsung.



Gambar 3. Maynuo DC Electronic Load

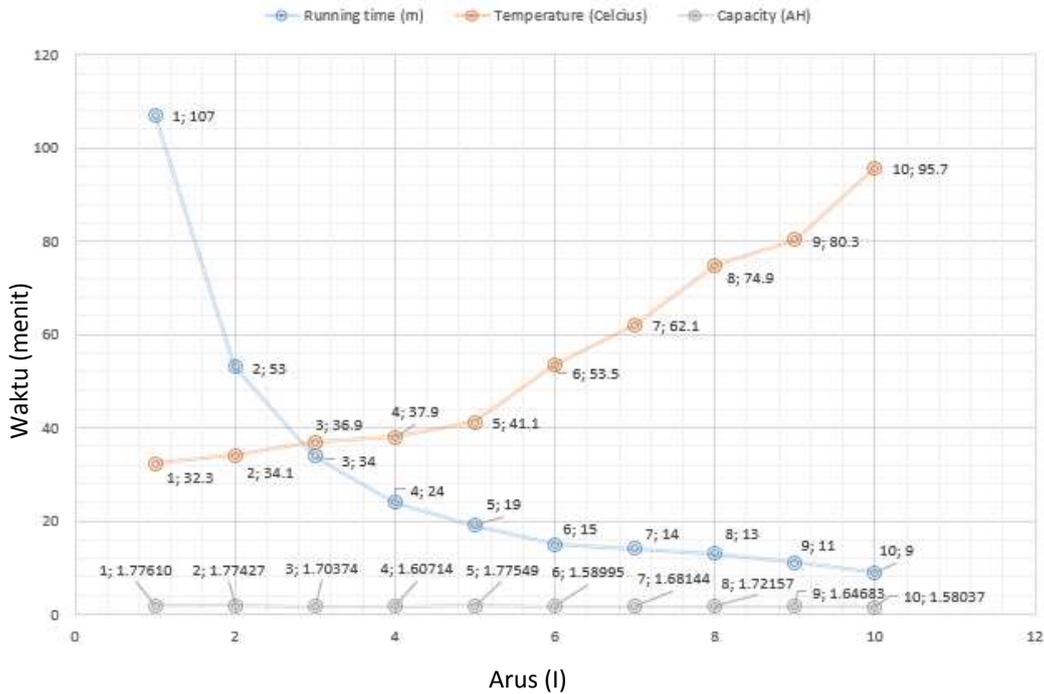
**3.2. Hasil Pengujian**

Baterai harus dicas pada temperatur antara 0°C hingga 40°C menggunakan arus yang konstan. Pada banyak kasus, untuk efisiensi pengecasan baterai yang baik antara 10°C hingga 30°C. Mengulang pengecasan pada temperatur tinggi atau rendah akan mempengaruhi kualitas baterai. Lebih lanjut, *overcharge* berulang harus dihindari karena hal tersebut akan menurunkan kualitas dari baterai.



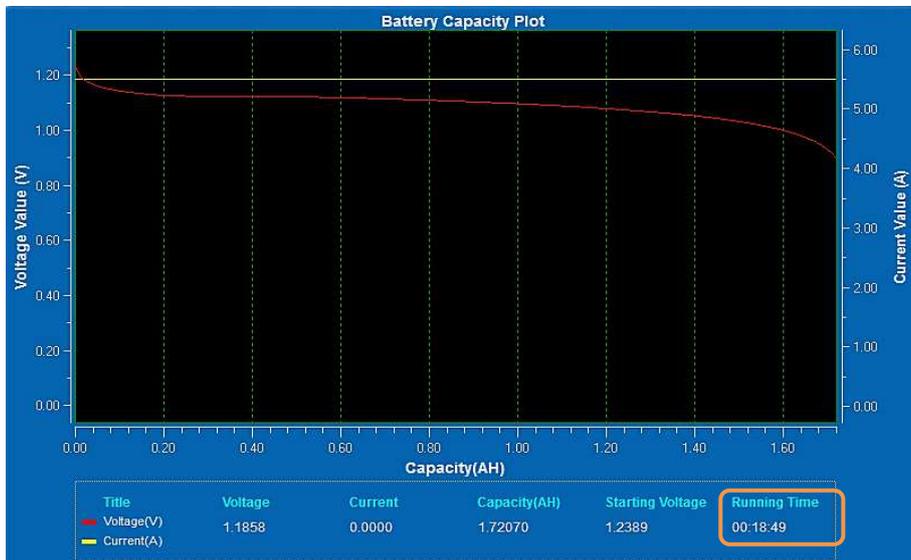
Gambar 4. Kurva discharge baterai NiMH Eneloop tipe AA

Gambar 4 menunjukkan hasil pengujian dari alat *electronic load* yang digunakan untuk mengukur energi pada baterai secara komputerisasi. Dari hasil pengukuran yang dilakukan dari 0.1A hingga 10A terhadap 2 (dua) jenis baterai tersebut menunjukkan bahwa baterai BK-3MCC memiliki performa yang lebih baik namun demikian perbedaan energi yang dapat disimpan oleh kedua jenis baterai ini sangat kecil sehingga perbedaan tersebut dapat diabaikan. Sehingga untuk menyimpan energi bagi mobil listrik dapat dipilih diantara keduanya.



Gambar 5. Kurva discharge baterai Eneloop AA BK-3MCC dari 1A-10A

Dari grafik diatas dapat diketahui perbandingan yang terjadi antara temperatur (oC), kapasitas baterai (AH), lama pemakaian (menit) terhadap perubahan arus yang diberikan pada baterai. Dari grafik tersebut dipilihlah arus 5A untuk menyelesaikan lomba dengan waktu tempuh rata 19 menit dengan waktu tempuh masing-masing lap adalah 6.3 menit.



Gambar 5. Kurva discharge baterai Eneloop AA BK-3MCC pada 5A

#### 4. SIMPULAN

Kompetisi balap mobil listrik ENE1-GP merupakan ajang kontes teknologi bagi mahasiswa dan merupakan kesempatan bagi penggiat teknologi untuk mengasah pengetahuan dalam pengembangan mobil listrik. Mobil listrik yang dikompetisikan menggunakan baterai *Nickel-Metal Hydride* (NiMH) sebagai sumber energi utama dan dapat menempuh jarak 5.807 km (panjang sirkuit Suzuka Jepang).

Dari hasil pengujian baterai NiMH tersebut dapat disimpulkan bahwa rata-rata waktu tempuh yang dapat diraih oleh mobil listrik adalah 18 menit/ 3 lap, dengan masing-masing lap dapat diselesaikan dengan waktu rata-rata 6 menit dengan temperatur baterai yang dihasilkan adalah 41.1 °C dimana kondisi ini masih ideal untuk diterapkan pada mobil listrik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. C. W. T. Siang Fui Tie, "A review of energy sources and energy management system in electric vehicles," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 20, pp. 82-102, 2013.
- [2]. L. C. Rosario, "Power and Energy Management of Multiple Energy Storage Systems in Electric Vehicles," Ph.D. Electric Vehicle, Department of Aerospace Power & Sensors, Cranfield University, United Kingdom, 2007.
- [3]. C. E. Kristian Larsson, Arvid Ødegaard-Jensen, "Dissolution and characterization of HEV NiMH batteries," *Waste Management*, vol. 33, pp. 689-698, 2013.
- [4]. X.-P. G. T.-K.Ying, W.-K. Hu, F.Wu, D. Noréus, "Studies on rechargeable NiMH batteries," *International Journal of Hydrogen Energy*, vol. 31, pp. 525-530, 2006.
- [5]. M. Y. Peyman Taheri, Majid Bahrami, "Analytical assesment of the thermal behaviour of Nickel-Metal Hydride battery during fast charging," *Journal of Power Source*, vol. 245, pp. 712-720, 2014.
- [6]. A. P. C. F. Sarah J. Gerssen-Gondelach, "Performance of batteries for electric vehicles on short
- [7]. P. M. Hien, "A Simulation and Experiment Study of Small Fuel Cell/ Battery Hybrid Vehicle," Master Thesis, Department of Mechanical Engineering, Southern Taiwan University of Science and Technology, Taiwan - R.O.C., 2009.