

## ABSTRACT

BMS is a device to properly condition the battery and prevent the battery from being damaged due to overcharge and overdischarge when the battery is operated so the battery has a longer life cycle. One function of the BMS is to monitor the state of charge (SoC) of the battery. SoC is a battery parameter that defined the ratio of remaining battery capacity to nominal capacity. SoC cannot be measured directly on the battery so to obtain the value of SoC can be done using the estimation method. The easiest method to implement is coulomb counting, but the drawback of this method is the difficulty in determining the initial SoC conditions so the estimation results are not accurate. To solve this problem a battery modeling based estimation method can be used.

This study aims to design battery-based estimation models using extended Kalman filters. The battery model used in this study is the Thevenin battery model. In the Thevenin model the battery is represented as an electrical circuit consisting of a battery resistance in ( $R_0$ ), polarization resistance ( $R_p$ ) and polarization capacitance ( $C_p$ ), the value of this parameter is identified using the Recursive Least Square (RLS) method. The non-linear SoC-OCV relationship curve on the battery is approximated by a logarithmic, linear and exponential combination function.

The test results show that the estimation results of SoC using SoC-OCV curves that shaped linear, logarithmic and exponential combinations based on EKF are more accurate when compared to Kalman filters, with an estimated error of 0.0104 for Mean Absolute Error (MAE) and Root Mean Square Error (RMSE) = 0.0135.

**Keywords :** Battery Management System (BMS), state of charge, Extended Kalman Filter, coulomb counting, Recursive Least Square (RLS), Lithium Polymer Battery.

## INTISARI

BMS merupakan suatu piranti untuk mengondisikan baterai secara tepat dan mencegah baterai dari kerusakan akibat *overcharge* dan *overdischarge* ketika baterai dioperasikan, sehingga baterai memiliki siklus hidup yang lebih lama. Salah satu fungsi dari BMS adalah memantau *State of charge* (SoC) baterai. SoC adalah salah satu parameter baterai yang menyatakan rasio sisa kapasitas baterai terhadap kapasitas nominalnya. SoC tidak bisa diukur langsung pada baterai maka untuk memperoleh nilai SoC dapat dilakukan dengan menggunakan metode estimasi. Salah satu metode yang paling mudah untuk diimplementasikan adalah *couloumb counting*, akan tetapi kekurangan metode ini adalah kesulitan dalam menentukan kondisi awal SoC sehingga hasil estimasi tidak akurat. Untuk menyelesaikan masalah tersebut dapat digunakan metode estimasi berbasis permodelan baterai.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang estimasi berbasis permodelan baterai menggunakan *extended Kalman filter*. Model baterai yang digunakan dalam penelitian ini adalah model baterai Thevenin. Pada model Thevenin baterai direpresentasikan menjadi rangkaian listrik yang terdiri dari resistansi dalam baterai ( $R_0$ ), resistansi polarisasi ( $R_p$ ) dan kapasitansi polarisasi ( $C_p$ ), nilai parameter ini diidentifikasi menggunakan metode *Recursive Least Square* (RLS). Kurva hubungan SoC-OCV yang nonlinier pada baterai didekati dengan fungsi kombinasi logaritmik, linier dan eksponensial.

Pada hasil pengujian menunjukkan bahwa hasil estimasi SoC dengan menggunakan kurva SoC-OCV kombinasi linier, logaritmik dan eksponensial berbasis EKF lebih akurat jika dibandingkan dengan KF, dengan eror estimasi sebesar 0,0104 untuk Mean Absolut Error (MAE) dan *Root Mean Square Error* (RMSE) = 0,0135.

**Kata kunci** – *Battery Management System* (BMS), *State of Charge*, *Extended Kalman Filter*, *Coloumb counting*, *Recursive Least Square* (RLS), Baterai Lithium Polymer.