



PENGEMBANGAN SISTEM MANAJEMEN BATERAI BERBASIS DIGITAL TWIN UNTUK ESTIMASI KONDISI MUATAN BATERAI PADA KENDARAAN LISTRIK



Oleh: Teguh Solavide Gulo (23321002)

Pembimbing 1: Ir. Edi Leksono, M.Eng., Ph.D, Pembimbing 2: Dr. Irsyad Nashirul Haq, S.T., M.T.

LATAR BELAKANG

Pertumbuhan kendaraan bermotor menimbulkan polusi udara dan masalah lingkungan. Kendaraan listrik solusi yang terbaik, namun masih memiliki banyak tantangan. Baterai perlu ditingkatkan keselamatan, keandalan, dan kinerja. Estimasi kondisi muatan (SOC) baterai sangat dibutuhkan untuk menunjukkan status baterai, pemeliharaan, dan memaksimalkan masa pakai. Sistem Manajemen Baterai (BMS) merupakan elemen penting dalam baterai kendaraan listrik yang berfungsi untuk monitoring, proteksi dan penyetimbang sel.

RUMUSAN MASALAH

- Belum adanya estimasi kondisi muatan sistem baterai kendaraan listrik (*etrike*).
- Estimasi kondisi muatan sistem baterai sulit karena kompleksitas elektrokimia.
- Tantangan estimasi kondisi muatan baterai kendaraan listrik seperti model baterai, ketidakseimbangan sel, suhu, kondisi beban.
- Maka perlu BMS yang andal dan akurat untuk estimasi kondisi muatan baterai berbasis digital twin.

TUJUAN PENELITIAN

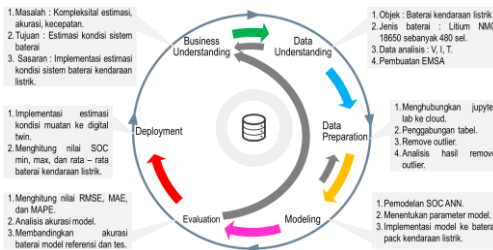
- Mengembangkan BMS berbasis digital twin pada kendaraan listrik untuk estimasi kondisi muatan sistem baterai.
- Menganalisis pengaruh tegangan, suhu dan arus baterai terhadap estimasi kondisi muatan saat kendaraan listrik beroperasi.

HIPOTESIS

- Apabila sistem manajemen baterai berbasis *digital twin* maka estimasi kondisi muatan operasional dan kinerja sistem baterai dapat ditingkatkan kecepatan dan akurasi pemrosesan data.

METODOLOGI PENELITIAN

Pengembangan pemodelan pada penelitian ini menggunakan alur CRISP-DM



Business understanding

Pemahaman tentang substansi kegiatan *data mining* yang dilakukan dan kebutuhan dari perspektif penelitian.

Data understanding

Mendeskripsikan objek penelitian, skema pengujian, pengumpulan data awal dan dilanjutkan dengan aktivitas untuk mengenal data dll.



Data preparation

Persiapan data berupa *data cleaning*, *feature selection*, dan *feature engineering*.

Pemodelan

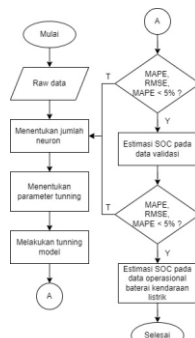
Pada penelitian ini pemodelan dilakukan menggunakan algoritma *Artificial Neural Network* (ANN).

Evaluasi

Mengevaluasi semua pemodelan dengan MAE, RMSE, MAPE.

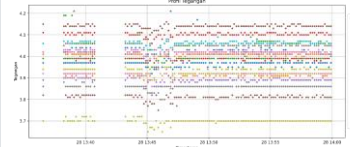
Deployment

Implementasi model terbaik yang untuk estimasi kondisi muatan baterai *pack* kendaraan listrik saat beroperasi.

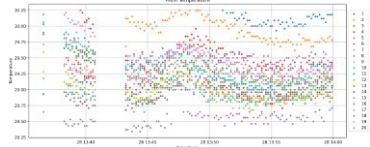


HASIL PENELITIAN

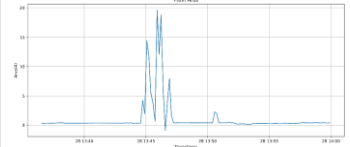
Profil Tegangan



Profil Temperature



Profil Arus



- Saat arus meningkat tegangan menurun, karena sensor arus mengalami saturasi.
- Arus bisa negatif karena kendaraan listrik menghasilkan energi regeneratif saat pengereman atau *deceleration*.
- *Temperature* awal beroperasi lebih tinggi karena saat awal, arus listrik tinggi mengalir ke motor listrik dan kapasitor.

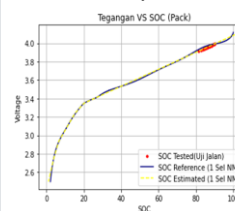
Profil SOC per modul



Profil SOC baterai pack



Profil V VS SOC pack



Implementasi digital twin



KESIMPULAN

- Telah dikembangkan dan diimplementasikan estimasi SOC dengan pemodelan ANN saat kendaraan listrik beroperasi, memiliki nilai RMSE sebesar 1,43, MAE 1,17 dan MAPE 1,35.
- Waktu yang dibutuhkan untuk estimasi SOC dengan jumlah baris 1934 adalah 0,24 detik.
- Analisis SOC saat beroperasi sekitar 81,47-90,34%, yang dipengaruhi oleh variabel arus, tegangan dan temperature. Berbagai temuan yang didapatkan saat analisis seperti arus kendaraan listrik negatif dan ketidaksetimbangannya tegangan.