

## ABSTRACT

### COMPARATIVE ANALYSIS OF REMAINING USEFUL LIFE PREDICTION ON NASA LITHIUM-ION BATTERY DATASET USING SVR AND LSTM WITH STATISTICAL FEATURE EXTRACTION

Proposed by:

Ester Kayla Olivia

21/476559/PA/20582

Accurately predicting Remaining Useful Life (RUL) is essential to optimize battery usage before reaching End of Life (EoL). This research developed machine learning models using Support Vector Regression (SVR) and Long Short-Term Memory (LSTM) methods with statistical feature extraction to predict RUL of lithium-ion batteries using NASA dataset. The models were compared in terms of prediction accuracy, computational efficiency, and resource utilization.

The LSTM models significantly outperformed SVR, with maximum RUL prediction error of 1 cycle, and the best RUL prediction MAE and standard deviation value of 0. In contrast, the SVR models have higher error, with RUL error reaching up to 59 cycles, and best MAE value of 4.8636 and best standard deviation of 3.4252 for RUL prediction accuracy. The LSTM model also showed superior capacity prediction accuracy, with best MAE value of 0.0169, best MSE of 0.0005, best RMSE of 0.0217, and best  $R^2$  of 0.9870. For training time, the SVR models took less than 16 seconds, while LSTM models took minimum of 34 minutes. Memory usage is more efficient for SVR, consuming a minimum of 1.6 GB of RAM, while LSTM requires a minimum of 5.6 GB. The SVR model is efficient for limited resources, while LSTM benefits from GPU acceleration, reducing training time. LSTM is recommended for higher accuracy, while SVR is for faster, resource-constrained scenarios.

**Keywords** : Remaining Useful Life, End of Life, NASA, Lithium-Ion Battery, Support Vector Regression, Long Short-Term Memory, Prediction, Statistical Feature Extraction.

## INTISARI

### ***ANALISIS PERBANDINGAN PREDIKSI REMAINING USEFUL LIFE PADA DATASET BATERAI LITHIUM-ION NASA MENGGUNAKAN SVR DAN LSTM DENGAN EKSTRAKSI FITUR STATISTIK***

Oleh:

Ester Kayla Olivia  
21/476559/PA/20582

*Memprediksi Remaining Useful Life (RUL) dengan akurat sangat penting untuk mengoptimalkan penggunaan baterai sebelum mencapai End of Life (EoL). Penelitian ini mengembangkan model pembelajaran mesin menggunakan metode Support Vector Regression (SVR) dan Long Short-Term Memory (LSTM) dengan ekstraksi fitur statistik untuk memprediksi RUL baterai lithium-ion menggunakan dataset NASA. Model-model ini dibandingkan dalam hal akurasi prediksi, efisiensi komputasi, dan pemanfaatan sumber daya.*

*Model LSTM secara signifikan mengungguli SVR, dengan kesalahan prediksi RUL maksimum 1 siklus, serta nilai MAE dan deviasi standar terbaik untuk prediksi RUL sebesar 0. Sebaliknya, model SVR memiliki kesalahan yang lebih tinggi, dengan kesalahan RUL mencapai hingga 59 siklus, serta nilai MAE terbaik sebesar 4,8636 dan deviasi standar 3,4252 untuk akurasi prediksi RUL. Model LSTM juga menunjukkan akurasi prediksi kapasitas yang lebih baik, dengan nilai MAE terbaik sebesar 0,0169, MSE terbaik sebesar 0,0005, RMSE terbaik sebesar 0,0217, dan  $R^2$  terbaik sebesar 0,9870. Untuk waktu pelatihan, model SVR memerlukan waktu kurang dari 16 detik, sementara model LSTM memerlukan waktu minimum 34 menit. Penggunaan memori lebih efisien untuk SVR, yang mengonsumsi memori minimum 1,6 GB RAM, sementara LSTM memerlukan memori minimum 5,6 GB. Model SVR efisien untuk sumber daya terbatas, sementara LSTM mendapat keuntungan dari akselerasi GPU, yang mengurangi waktu pelatihan. LSTM disarankan untuk akurasi yang lebih tinggi, sementara SVR lebih cocok untuk skenario yang membutuhkan kecepatan dan sumber daya terbatas.*

***Kata kunci*** : Remaining Useful Life, End of Life, NASA, Baterai Litium-Ion, Support Vector Regression, Long Short-Term Memory, *Prediksi, Ekstraksi Fitur Statistik.*