

PEMODELAN DEGRADASI SISTEM BATERAI PADA KENDARAAN LISTRIK RODA DUA BERBASIS PEMBELAJARAN MESIN

TUGAS AKHIR



Oleh

Ammar Akila Azhar : 13316048

Faishal Rafi Elian : 13316078

**PROGRAM STUDI TEKNIK FISIKA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG
2020**

ABSTRAK

PEMODELAN DEGRADASI SISTEM BATERAI PADA KENDARAAN LISTRIK RODA DUA BERBASIS PEMBELAJARAN MESIN

Oleh

Ammar Akila Azhar : 13316048

Faishal Rafi Elian : 13316078

(Program Studi Teknik Fisika)

Saat ini dunia sudah mulai mengalami transformasi besar dalam bidang transportasi dengan meningkatnya jumlah kendaraan listrik yang terjual. Baterai sebagai komponen penyimpanan energi memainkan peran vital dalam hal keamanan hingga efisiensi kendaraan listrik. Namun, baterai tidak dapat digunakan secara terus menerus sehingga pemodelan degradasi baterai menjadi hal penting untuk diketahui. Untuk itu, Sistem Manajemen Baterai (SMB) yang baik harus dikembangkan agar degradasi baterai dapat dimodelkan.

Penelitian ini akan membahas integrasi Sistem Manajemen Baterai yang dapat memberikan cukup data agar Kondisi Kesehatan (KK) dari modul baterai pada kendaraan listrik dapat dimodelkan degradasinya. Pada penelitian ini dibuat SMB berbasis *Internet of Things* (IoT) pada kendaraan listrik roda dua dengan baterai pak Li-Ion jenis katoda LiNiCoMnO_2 (*Nickel-Manganese-Cobalt*, NMC) yang memiliki 5 *level assist* sebagai pembatas daya motor dengan *level* 5 sebagai *level* tertinggi, menggunakan ESP32 sebagai modul komunikasi dan mikrokontroler. Pengambilan data dilakukan dengan 3 skenario secara *real-time* dengan skenario 1 dan 2 dilakukan di dalam kampus ITB dengan *level assist* masing-masing 5 dan 3, dan skenario 3 dilakukan di rute menanjak ITB—Jl. Ir. H. Djuanda menuju Bukit Dago dengan *level assist* 5. Data ini akan dilatih bersama dengan data baterai Li-Ion jenis katoda LiFePO_4 (*Lithium-Ferro-Phosphat*, LFP) dan LiMn_2O_4 (*Lithium-Manganese Oxide*, LMO) yang berasal dari referensi dengan beberapa model pembelajaran mesin dan hasil permodelan terbaik yang telah dioptimasi akan dibandingkan dengan model degradasi baterai NMC.

Pada Penelitian ini, SMB yang telah dibuat berhasil menghasilkan data tegangan dan arus selama berkendara yang selanjutnya diolah untuk menghasilkan data kapasitas beberapa siklus awal dengan metode *Approximate Weighted Total Least Square* (AWTLS). Data ini berhasil dimodelkan dengan pembelajaran mesin Regresi Vektor Pendukung (RVP) menggunakan tambahan data baterai jenis LFP untuk skenario 1 dan 2, dan tambahan data LMO untuk skenario 3. Model Skenario 1 dan 2 tidak berhasil mencapai kapasitas degradasi sedangkan skenario 3 berhasil mencapai kapasitas degradasi pada siklus ke-490. Sehingga model skenario 3 dapat merepresentasikan model degradasi baterai NMC dengan $R^2=0,911$.

Kata kunci: Kendaraan listrik, Sistem Manajemen Baterai, Degradasi Baterai, Pembelajaran Mesin, *Internet of Things*

ABSTRACT

BATTERY SYSTEM DEGRADATION MODELLING FOR TWO-WHEEL ELECTRIC VEHICLE BASED ON MACHINE LEARNING

By

Ammar Akila Azhar : 13316048

Faishal Rafi Elian : 13316078

(Engineering Physics Study Program)

Today the world has begun to experience a major transformation in transportation, with the increasing number of electric vehicles sold. Batteries as energy storage, play a vital role in terms of electric vehicle efficiency. But, the battery cannot be used continuously so its degradation model becomes important to be known.. In order to model battery degradation, a suitable Battery Management System (BMS) needs to be developed.

This study will discuss the integration of a Battery Management System that can provide sufficient data so that the battery State-of-Health (SOH) degradation of the battery pack in electric vehicles can be modeled. In this study, an Internet of Things (IoT) based BMS will be made on a two-wheeled electric vehicle with a Li-Ion battery pack of the LiNiCoMnO₂ (Nickel-Manganese-Cobalt,NMC) cathode. This electric vehicle has 5 levels of assist as the motor power limit with level 5 as the highest level, using ESP32 as a communication module. and microcontroller. Data was collected using 3 scenarios in real-time, with scenarios 1 and 2 carried out on the ITB campus with assist levels 5 and 3 respectively, and scenario 3 carried out on the uphill route ITB-Jl. Ir. H. Djuanda to Bukit Dago with assist level 5, this data will be trained together with Li-Ion battery data of the LiFePO₄ (Lithium-Ferro-Phosphat,LFP) and LiMn₂O₄ (Lithium-Manganese Oxide,LMO) cathode types which come from references with several machine learning models and the best-optimized modeling results will be compared to the NMC battery degradation model.

In this study, the BMS that has been made has succeeded in producing voltage and current data during driving which is then processed to produce capacity data for several initial cycles using the Approximate Weighted Total Least Square (AWTLS) method. This data is successfully modeled by machine learning Supporting Vector Regression (SVR) using additional LFP type battery data for scenarios 1 and 2, and additional LMO battery type data for scenario 3. Scenario 1 and 2 models fail to achieve degradation capacity while scenario 3 succeeds in achieving degradation capacity on the 490th cycle. So the scenario 3 model can represent the NMC battery degradation model with $R^2=0.911$.

***Keywords: Electric Vehicle, Battery Management System, Battery Degradation,
Machine Learning, Internet of Things***

PEMODELAN DEGRADASI SISTEM BATERAI PADA KENDARAAN LISTRIK RODA DUA BERBASIS PEMBELAJARAN MESIN

HALAMAN PENGESAHAN

Oleh

Ammar Akila Azhar : 13316048

Faishal Rafi Elian : 13316078

(Program Studi Teknik Fisika)

Institut Teknologi Bandung

Menyetujui

Tim Pembimbing

6 September 2020

Pembimbing 1



Ir. Edi Leksono M.Eng., Ph.D.

NIP. 195912281984031002

Pembimbing 2



Dr. Irsyad Nashirul Haq S.T., M.T.

NIP. 119110107