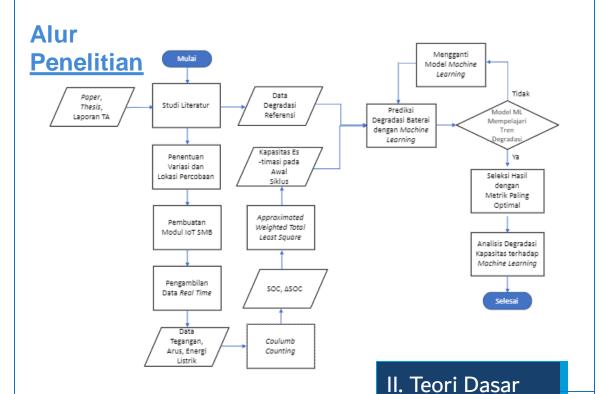


I. Pendahuluan

Dengan semakin meningkatnya jumlah kendaraan listrik di dunia, performa dan keamanan berkendara merupakan suatu faktor yang harus cukup diperhatikan. Baterai sebagai komponen utama penyedia energi cukup berpotensi mengakibatkan failure apabila degradasinya telah mencapai nilai ambang

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memodelkan degradasi sistem baterai pada kendaraan listrik roda dua berbasis pembelajaran mesin. Adapun beberapa sasaran dari penelitian tugas akhir ini adalah

- Mengembangkan **sistem data** logging yang dapat membaca parameter operasional kendaraan listrik roda dua.
- Membuat algoritma pembelajaran mesin yang dapat memodelkan waktu dua berdasarkan parameter berkendara kendaraan listrik roda dua.
- Menentukan optimasi hasil model prakiraan degradasi kapasitas baterai pada kendaraan listrik roda dua.



Tujuan dari Sistem Manajemen Baterai adalah :

- Melindungi sel baterai dan pengguna dari risiko
- "Memperpanjang" usia baterai
- · Mempertahankan kondisi baterai sesuai ketentuan
- Mengkomunikasikan parameter baterai saat digunakan

Faktor pemengaruh degradasi baterai:

- Pembentukan Lapisan SEI berlebihan
- Kointerkalasi solven [17] Pembentukan Gas [17]
- Pelapisan Logam Lithium [17]
- Korosi current collector [6]

Keretakan

Model Pembelajaran Mesin yang kami gunakan pada penelitian ini adalah :

- Decision Tree, membangun pohon regresi dengan memisah data ke dalam beberapa partisi dan mencari garis regresi di tiap partisinya dengan varians terkecil.
- Random Forest, belerja dengan prinsip ensemble learning, yang memanfaatkan banyak model decision tree untuk bekerja dalam satu waktu pelatihan data.
- XGBoost, melakukan gradient boosting dengan membuat beberapa pohon biner yang akan meminimalisasi nilai residu dari prediksi untuk setiap pengulangan iterasi.
- Regresi Vektor Pendukung, memproyeksikan data latih ke dimensi yang lebih tinggi sehingga akan dihasilkan bidang linear yang meng-generalisasikan data
- RNN (LSTM), merupakan salah satu metode dari RNN yang dapat mempelajari pembobotan antara tiap input berdasarkan kesesuaiannya dengan sekuens yang sedang dilatih

## Pemodelan Degradasi Sistem Baterai Pada Kendaraan Listrik Roda Dua Berbasis Pembelajaran Mesin

APPROXIMATE WEIGHTED TOTAL

degradasi

baterai

LEAST SQUARE

Penyusun: Ammar Akila Azhar 13316048 Faishal Rafi Elian 13316078

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

baterai objek penelitian.

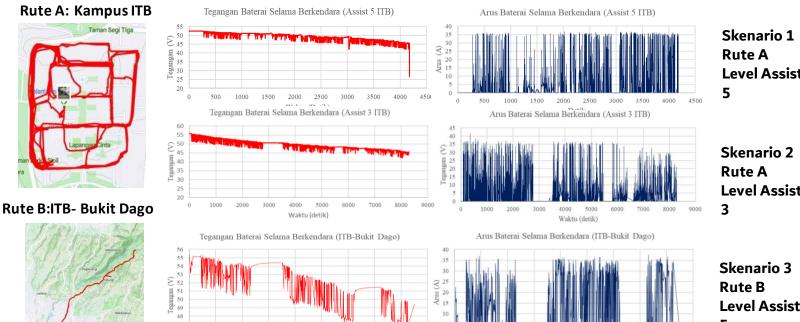
III. Metodologi Penambahan DATA LATIH Data Degradasi Data latih dari referensi direkonstruksi Ditambahkan Data referensi yang sebagai *feature* dengan digunakan sebagai telah diberi Set Data Latih X orde yang dicari dengan tambahan data tambahan Augmented Dickeyuntuk prediksi kapasitas

DATA KOMPARASI

Model Baterai LMC

Hasil Prediksi dibandingkan dengan model degradasi Baterai dengan tipe katoda NMC sama seperti obiek penelitian. Dengan parameter indeks performansi Root Mean Square Error (RMSE), Mean Absolute Error (MAE) dan  $R^2$ .

## Fuller (ADF) Test Null value ng nantinya yang digunakan akan berisi untuk mengha mengestimasi data hasil -silkan prediksi prediksi kapasitas Set Data Set Data Uji Prediksi **Baterai NMC**



Loss Function dapat konvergen ke

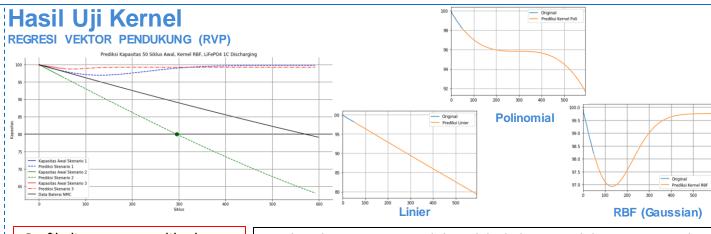
nilai O. LSTM bias terhadap data

Alur Komunikasi

SISTEM MANAJEMEN BATERAI

**Level Assist Level Assist Level Assist** 

> Algoritma pohon hanya cabang terakhir (gambar atas), sehingga prediksi dan XGBoost menghasilkan nilai konstan (gambar kiri).

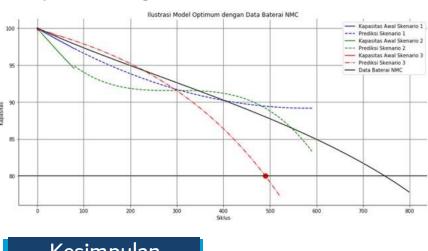


Grafik di atas memperlihatkan pada satu kasus RBF dapat digunakan namun tidak pada kasus lain

Berdasarkan Pengujian didapatlah bahwa model RVP yang dapat memodelkan degradasi baterai dengan tepat. Lalu diuji berbagai kernel RVP. Didapat bahwa kernel linier dan polinomial yang merupakan kernel global berhasil memodelkan namun kernel RBF yang merupakan kernel lokal tidak berhasil memodelkan degradasi.

## Hasil Pemodelan

Dan Optimasi Model Degradasi Sistem Baterai



Polinomial 1,932 1,715 0,338 LFP 1C 1,312 1,025 0,911 Setelah melalui berbagai tes dilakukanlah pemodelan menggunakan variasi Data Eksperimen + AWTLS, Data Latih referensi, dan kernel terpilih pada tiga skenario. Hasil ini

dipilih tiga variasi dengan indeks performansi

paling tinggi lalu dilakukan optimasi & validasi

pilihan optimum dengan metode Gridsearch.

## Kesimpulan

- Pemodelan telah **berhasil** dilakukan dengan menggunakan data hasil **modul akuisisi** data yang menggunakan ESP32 sebagai modul komunikasi. Data berkendara tiap skenario terdiri atas satu siklus pemakaian yang diolah dengan AWTLS agar rentang siklus dapat ditambah menjadi 50 atau 80 siklus sebelum masuk ke pembelajaran
- Dari pengujian antara beberapa model pembelajaran mesin antara lain Decision Tree, Random Forest. XGBoost. dan LSTM, diperoleh RVP sebagai model yang dapat memperlihatkan tren penurunan dengan nilai R<sup>2</sup> berkisar antara 0,991-0,995 dengan data latih baterai LMO dan LFP.
- Hasil Skenario 3 yang dimodelkan dengan 50 siklus awal data percobaan, data referensi LFP 1C, dengan menggunakan model pembelajaran mesin RVP dengan kernel linier memiliki nilai performansi paling baik dan berhasil mencapai kapasitas degradasi pada 490 siklus dengan nilai R<sup>2</sup> 0,911, sehingga variasi optimal model ini dapat merepresentasikan degradasi baterai NMC.

Saran

- Mempertimbangkan faktor charging pada siklus baterai dan pengaruh temperatur terhadap performa degradasi sistem baterai.
- Mengimplementasikan algoritma AWTLS dan model pembelajaran mesin di sistem tertanam pada sepeda listrik untuk prediksi degradasi.

