

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan kendaraan listrik menjadi salah satu solusi utama dalam mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil serta menekan emisi gas rumah kaca di sektor transportasi. Namun, keterbatasan kapasitas baterai dan jarak tempuh masih menjadi tantangan utama dalam pengembangan kendaraan listrik, termasuk sepeda motor listrik. Upaya peningkatan performa sepeda motor listrik tidak hanya dilakukan pada peningkatan kapasitas baterai, tetapi juga pada efisiensi pemanfaatan energi selama kendaraan beroperasi. Oleh karena itu, diperlukan inovasi teknologi yang mampu meningkatkan atau memperpanjang jarak tempuh kendaraan tanpa bergantung sepenuhnya pada proses pengisian daya eksternal. Maka dengan diusulkannya ide konversi energi kinetik menjadi listrik yang bisa dimanfaatkan langsung oleh kendaraan (*harvesting energy*) dapat mendukung untuk menangani hal tersebut.

Namun, Energi yang timbul saat kendaraan bergerak sebenarnya tidak seluruhnya dimanfaatkan secara optimal. Salah satu bentuk energi yang muncul adalah aliran udara akibat pergerakan kendaraan. Energi tersebut berpotensi dimanfaatkan kembali sebagai energi tambahan melalui konsep *energy harvesting*. Penelitian mengenai pembangkitan listrik menggunakan turbin angin pada kendaraan bergerak menunjukkan bahwa energi angin dapat digunakan untuk membantu proses pengisian baterai selama kendaraan beroperasi, sehingga berpotensi meningkatkan efisiensi energi dan memperpanjang jarak tempuh kendaraan listrik (Gürbüz & Akgün, 2025).

Untuk menganalisis performa dan efisiensi sistem secara komprehensif dan simulasi, MATLAB/Simulink banyak digunakan dalam penelitian energi terbarukan. Simulasi memungkinkan evaluasi karakteristik turbin, sistem konversi energi, serta pengaruh variasi kecepatan angin terhadap output daya tanpa harus melakukan pengujian langsung pada prototipe fisik. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa model sistem turbin angin berbasis Simulink mampu digunakan untuk mengevaluasi performa energi dan efisiensi sistem pada berbagai kondisi operasi (Mauludin dkk., 2025).

Berdasarkan perkembangan tersebut, analisis efisiensi *energy harvesting* menggunakan turbin angin pada kendaraan listrik menjadi topik yang relevan untuk dikaji, khususnya pada bidang teknik mesin otomotif. Fokus kajian tidak hanya pada kemampuan sistem menghasilkan energi listrik tambahan, tetapi juga pada seberapa besar efisiensi konversi energi yang dihasilkan terhadap kondisi operasi kendaraan, seperti variasi kecepatan kendaraan.

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana memodelkan sistem *energy harvesting* menggunakan turbin angin pada sistem pengisian tambahan untuk baterai kendaraan listrik melalui MATLAB/Simulink?
2. Bagaimana karakteristik daya listrik yang dihasilkan turbin angin pada variasi kecepatan kendaraan?
3. Bagaimana efisiensi daya dari turbin hingga penyimpanan ke baterai?

1.3. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Membuat model simulasi sistem *energy harvesting* berbasis turbin angin pada sistem pengisian tambahan untuk baterai kendaraan listrik.
2. Menganalisis daya listrik yang dihasilkan turbin pada berbagai kondisi kecepatan kendaraan.
3. Menghitung efisiensi daya turbin terhadap daya listrik yang masuk ke baterai.

1.4. Batasan Penelitian

Agar penelitian lebih terarah, maka batasan yang digunakan adalah:

1. Sistem *energy harvesting* dan parameter yang digunakan untuk turbin angin skala kecil.
2. Kecepatan angin diasumsikan setara dengan kecepatan kendaraan.

3. Dengan jenis aliran angin yang digunakan yaitu aliran *incompressible* dan *steady flow*, sehingga tidak mempertimbangkan pengaruh turbulensi, arah angin, maupun faktor lingkungan lainnya.
4. Parameter yang dianalisis dalam penelitian ini meliputi daya angin, daya keluaran sistem, tegangan, arus, serta efisiensi sistem, tanpa membahas secara rinci aspek termal, keausan komponen, dan umur sistem.
5. Variasi kecepatan kendaraan yang digunakan dalam simulasi dibatasi pada 50 km/jam, 60 km/jam, dan 70 km/jam.
6. Penelitian difokuskan pada analisis efisiensi daya dan performa sistem sebagai pengisian tambahan (*auxiliary charging*), bukan sebagai sumber pengisian utama kendaraan listrik.
7. Penelitian hanya dilakukan melalui simulasi MATLAB/Simulink.
8. Penelitian difokuskan pada analisis efisiensi daya dan tidak membahas perancangan fisik turbin.