

Penggunaan *Electric Vehicle* (EV) yang semakin meningkat menimbulkan tantangan baru bagi sistem distribusi listrik, terutama pada level rumah tangga. Salah satu permasalahan yang muncul adalah potensi terjadinya lonjakan beban yang dapat melebihi kapasitas transformator distribusi, sehingga berisiko mengganggu kestabilan pasokan listrik. Penelitian ini bertujuan untuk merancang strategi penjadwalan pengisian daya EV yang optimal berdasarkan tarif listrik berbasis *Time-of-Use* (ToU) dengan mempertimbangkan keterbatasan kapasitas trafo dan daya maksimum rumah tangga. Metode yang digunakan adalah simulasi berbasis optimasi matematis menggunakan pendekatan *Mixed-Integer Linear Programming* (MILP).

Model simulasi dirancang untuk menganalisis perilaku pengisian daya EV dalam dua skenario utama, yaitu skenario tanpa mempertimbangkan batasan kapasitas, yang merepresentasikan kondisi ideal, dan skenario dengan mempertimbangkan batasan kapasitas, yang mencerminkan kondisi realistis jaringan distribusi. Simulasi dilakukan dengan dua target pengisian baterai, yaitu hingga 80% dan 90% *State-of-Charge* (SoC). Hasil penelitian menunjukkan bahwa strategi pengisian berbasis ToU mampu mengurangi beban puncak pada trafo, menurunkan biaya pengisian daya, dan membantu menjaga efisiensi sistem distribusi listrik. Perbedaan antar skenario menunjukkan bahwa pembatasan kapasitas jaringan memiliki pengaruh terhadap hasil penjadwalan, baik dari sisi teknis maupun biaya. Meskipun hasilnya menunjukkan potensi yang positif, penelitian ini masih bersifat teoritis karena belum divalidasi secara langsung di lapangan. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lanjutan untuk menguji efektivitas strategi ini dalam kondisi nyata. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengembangan kebijakan dan perencanaan pengisian daya EV di masa depan yang lebih efisien dan sesuai dengan kemampuan infrastruktur distribusi listrik yang ada.

Kata kunci : Kendaraan Listrik, Pengisian Daya, *Time-of-Use*, Optimasi MILP, Jaringan Distribusi

ABSTRACT

The increasing adoption of electric vehicles (EVs) poses new challenges to the electrical distribution system, particularly at the household level. One of the main issues is the potential surge in load that may exceed the capacity of distribution transformers, potentially disrupting the stability of power supply. This study aims to design an optimal EV charging schedule strategy based on Time-of-Use (ToU) electricity tariffs, while taking into account the limitations of transformer capacity and the maximum household power. The method used is simulation based on mathematical optimization through a Mixed-Integer Linear Programming (MILP) approach.

The simulation model is designed to analyze EV charging behavior under two main scenarios, one without considering transformer and household capacity constraints, representing an ideal condition, and another that includes such constraints to reflect realistic conditions of the distribution network. The simulation is carried out using two target battery charging levels, 80% and 90% State-of-Charge (SoC). The results show that a ToU-based charging strategy can reduce transformer peak load, lower charging costs, and help maintain the efficiency of the distribution system. The differences between scenarios indicate that network capacity constraints significantly influence scheduling outcomes in terms of both technical and economic aspects. Although the results are promising, this study remains theoretical and has not yet been validated in real-world conditions. Further research is needed to test the effectiveness of the proposed strategy in practice. This study is expected to serve as a foundation for future policy and planning in EV charging systems that are cost-efficient and compatible with existing distribution infrastructure.

Keywords : *Electric Vehicles, Charging Schedule, Time-of-Use, MILP Optimization, Distribution Network*