

Proyeksi Dekarbonisasi dan Limbah Baterai dari Transisi Moda Transportasi EV dalam Upaya Mencapai NZE 2060 berdasarkan Model Prediksi Hybrid ARIMA-GRU = Projection of Decarbonization and Battery Waste from the Transition to Electric Vehicle Transportation Modes Toward Achieving NZE 2060 Using a Hybrid ARIMA-GRU Predictive Model

Fatih Yahya Anindito, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=9999920570698&lokasi=lokal>

Abstrak

Peningkatan adopsi kendaraan listrik atau electric vehicle (EV) merupakan salah satu strategi utama dalam upaya dekarbonisasi sektor transportasi, yang saat ini menjadi kontributor emisi karbon terbesar kedua setelah sektor energi. Peralihan dari kendaraan berbasis mesin pembakaran dalam atau internal combustion engine (ICE) ke kendaraan listrik didorong oleh komitmen global maupun nasional untuk mencapai target Net Zero Emissions (NZE). Namun, kenaikan adopsi EV oleh masyarakat menimbulkan masalah baru berupa peningkatan jumlah limbah baterai yang apabila tidak dikelola dengan baik dapat mencemari lingkungan akibat sifat toksiknya, sehingga diperlukan upaya repurpose dan recycle baterai untuk mengatasi dampak lingkungan yang ditimbulkan. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai seberapa besar dampak dekarbonisasi dari adopsi EV dengan memprediksi populasi kendaraan listrik di Indonesia hingga tahun 2060 dan memproyeksikan total limbah baterai dari adopsi EV tersebut agar pemerintah dapat mempersiapkan fasilitas pengolahan limbah baterai dalam beberapa waktu ke depan. Untuk melakukan prediksi dan proyeksi, penelitian ini menggunakan model autoregressive integrated moving average (ARIMA) untuk menangkap pola linier pada data historis populasi EV, selain itu terdapat juga model hybrid ARIMA-GRU (Gated Recurrent Unit) yang diharapkan dapat meningkatkan akurasi prediksi dengan cara mengakomodasi pola nonlinier dan dinamis yang tidak dapat ditangani oleh pendekatan statistik konvensional. Hasil prediksi menunjukkan jumlah kumulatif EV hingga pada tahun 2060 sebesar 1.5 juta unit untuk HEV, 1,2 juta unit untuk BEV, dan 900 ribu unit untuk kendaraan Roda 2 elektrik. Hasil proyeksi menunjukkan bahwa emisi karbon kendaraan berhasil ditekan sebesar 3,5 kali lipat dengan penggunaan EV. Proyeksi limbah baterai pada penelitian ini yang dibangun berdasarkan studi literatur menunjukkan bahwa akan ada limbah baterai EV seberat 513 ribu ton yang habis masa pakainya dan dapat didaur ulang. Berdasarkan estimasi populasi EV, dilakukan proyeksi akumulasi limbah baterai dan evaluasi potensi pengurangan emisi karbon dari proses daur ulang dibandingkan produksi baterai baru berbasis material mentah. Hasil analisis menunjukkan transisi moda transportasi EV berkontribusi signifikan dalam dekarbonisasi. Selain itu pengadaan baterai dengan metode daur ulang dapat menjadi bagian integral dari strategi pengelolaan lingkungan dan pengembangan ekonomi sirkular di sektor transportasi.

.....The adoption of electric vehicles (EVs) is a primary strategy in the ongoing efforts to reduce carbon emissions from the transportation sector, which is the second largest contributor to carbon emissions after the energy sector. The transition from internal combustion engine (ICE) vehicles to electric vehicles is driven by global and national commitments to achieve NZE targets. However, the increasing adoption of EVs by the public has given rise to novel challenges, including an escalation in battery waste. If not managed properly, this waste can pollute the environment due to its toxic nature. Consequently, there is an

imperative for initiatives aimed at repurposing and recycling batteries, in order to address the environmental repercussions of their production and utilization. The objective of this study is to provide a comprehensive overview of the decarbonization impact of EV adoption. To this end, the study predicts the population of electric vehicles in Indonesia until 2060 and projects the total battery waste from EV adoption. This information will enable the government to prepare battery waste processing facilities in the coming years. To make predictions and projections, this study employs an ARIMA model to capture linear patterns in historical EV population data. Furthermore, a hybrid ARIMA-GRU model is employed, which is expected to enhance prediction accuracy by accommodating nonlinear and dynamic patterns that cannot be addressed by conventional statistical approaches. The prediction results indicate a cumulative EV population of 1.5 million units for HEVs, 1.2 million units for BEVs, and 900,000 units for electric two-wheeled vehicles by 2060. The projection results indicate that the utilization of EVs has the potential to reduce vehicle carbon emissions by 3.5 times. The battery waste projection in this study, based on a comprehensive review of the extant literature, shows that there will be a total 513 thousand metric tons of EV battery waste that have reached the end of their useful life and can be recycled. The study was conducted with the objective of assessing the environmental impact of EV battery waste accumulation and the potential for carbon emission reduction through recycling processes compared to the production of new batteries using raw materials. The findings of the analysis suggest that the transition to EV transportation plays a substantial role in the process of decarbonization. Moreover, the procurement of batteries through recycling methodologies has the potential to become an integral component of environmental management strategies and the development of a circular economy in the transportation sector.