

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

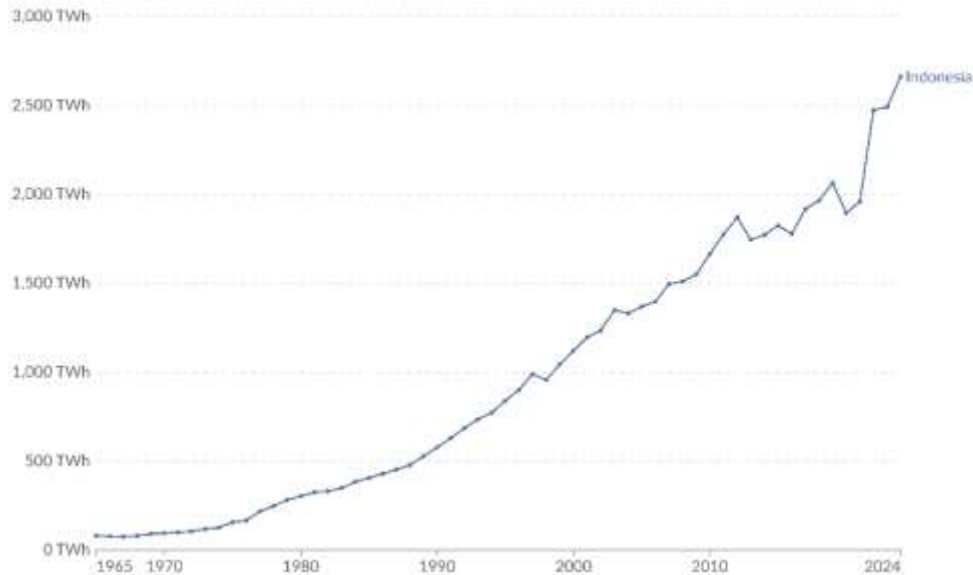
Energi dalam ilmu fisika merupakan suatu kapasitas untuk melakukan pekerjaan atau usaha. Energi dapat berbentuk berbagai macam, seperti energi kinetik, energi potensial, panas, listrik, hingga kimia. Dalam konteks teknik dan rekayasa, energi menjadi elemen vital dalam menjalankan sistem mekanik, elektronik, dan termal. Hampir seluruh aktivitas di sektor industri, transportasi, hingga rumah tangga, membutuhkan sumber energi sebagai penggerak utama.

Secara umum, energi diklasifikasikan menjadi dua kelompok, yaitu energi terbarukan dan tidak terbarukan. Menurut *International Renewable Energy Agency* (IRENA), energi terbarukan adalah energi yang berasal dari sumber daya alam yang secara alami dapat diperbarui dalam waktu yang relatif singkat, seperti energi matahari, angin, air (hidro), panas bumi, dan biomassa (Afifah, 2024). Sumber energi ini dianggap lebih ramah lingkungan karena menghasilkan emisi gas rumah kaca yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan energi tidak terbarukan. Sebaliknya, energi tidak terbarukan berasal dari sumber yang tidak dapat diperbarui secara cepat karena tingkat konsumsinya melebihi kecepatan regenerasinya. Contohnya adalah bahan bakar fosil dan bahan nuklir (Wage, 2023).

Di Indonesia, energi fosil masih mendominasi bauran energi nasional. Data dari Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) menunjukkan bahwa pada tahun 2022, sekitar 87% konsumsi energi primer nasional masih berasal dari bahan bakar fosil (Arini, 2022).

Fossil fuel consumption

Measured in terawatt-hours¹.



Data source: Energy Institute - Statistical Review of World Energy (2025)

OurWorldinData.org/energy | CC BY

Gambar 1.1 Grafik Data Konsumsi Energi Fosil di Indonesia Tahun 1965 - 2024

Gambar 1.1 menunjukkan tren konsumsi energi fosil di Indonesia dalam beberapa tahun terakhir. Berdasarkan grafik tersebut terlihat bahwa konsumsi energi fosil mengalami peningkatan yang cukup signifikan dari tahun ke tahun. Pada awal tahun 2000-an konsumsi energi fosil berada pada kisaran sekitar 1.000 TWh, kemudian terus meningkat hingga mencapai lebih dari 2.500 TWh pada tahun 2022. Tren peningkatan ini menunjukkan bahwa ketergantungan Indonesia terhadap energi fosil masih sangat tinggi meskipun berbagai upaya transisi energi telah mulai dilakukan.

Ketergantungan ini menghambat proses transisi menuju energi bersih dan menimbulkan risiko jangka panjang. Konsumsi energi fosil yang tinggi turut menyumbang emisi karbon dioksida dalam jumlah besar, yang menjadi penyebab utama pemanasan global dan krisis iklim. Berdasarkan data dari *Global Carbon Project (2023)*, emisi karbon global dari pembakaran bahan bakar fosil terus meningkat setiap tahun, bahkan mencapai rekor tertinggi sebesar 36,8 miliar ton CO₂ pada tahun 2023 (Bagaskara, n.d.). Kondisi ini tidak hanya memperburuk krisis iklim, tetapi juga menimbulkan berbagai tantangan lain seperti volatilitas

harga energi global, keterbatasan pasokan, serta menurunnya daya saing industri nasional. Jika tidak segera ditangani, dampaknya dapat mengganggu pertumbuhan ekonomi dan meningkatkan beban biaya produksi dalam negeri (Muhammad dkk., 2022).

Menghadapi hal tersebut, pemerintah Indonesia telah mengambil langkah konkret melalui Peraturan Presiden No.112 Tahun 2022 tentang Percepatan Pengembangan Energi Terbarukan untuk Penyediaan Tenaga Listrik, yang menetapkan percepatan pembangunan pembangkit listrik ramah lingkungan dan penghentian pembangunan PLTU baru guna mendukung transisi energi nasional. Meskipun peraturan ini menandai komitmen, implementasinya di lapangan masih menghadapi banyak kendala — seperti infrastruktur energi fosil yang sudah mapan, tingginya biaya transformasi, dan resistensi kebijakan dari sektor industri (Zelsadila, 2023).

Selain itu, Indonesia juga telah menetapkan target untuk mencapai *Net Zero Emissions* (NZE) pada tahun 2060. Untuk mewujudkan hal ini, diperlukan perencanaan dan pengambilan kebijakan energi yang didasarkan pada data dan proyeksi yang akurat. Oleh karena itu, pemantauan dan peramalan konsumsi energi fosil menjadi sangat penting sebagai dasar pengambilan keputusan strategis. Dengan adanya prediksi yang tepat, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas), serta pemerintah daerah dapat menyusun roadmap transisi energi, merancang target penurunan emisi, mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil, dan meningkatkan kontribusi energi terbarukan.

Salah satu pendekatan yang banyak digunakan dalam peramalan deret waktu adalah metode *Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA), yang juga dikenal sebagai metode Box-Jenkins. Metode ini diperkenalkan oleh George Box dan Gwilym Jenkins, dan dirancang untuk memodelkan data deret waktu yang bersifat non-musiman serta menunjukkan tren. Metode ini merupakan gabungan dari tiga komponen utama, yaitu *Autoregressive*(AR) yang memodelkan ketergantungan nilai sekarang terhadap nilai masa lalu, *Moving Average* (MA) yang

memodelkan ketergantungan terhadap kesalahan atau residual masa lalu, serta *Integrated* (I) yang mengacu pada proses diferensiasi data agar menjadi stasioner. Metode ini dianggap efektif dalam menghasilkan prediksi jangka pendek hingga menengah untuk data deret waktu non-musiman (Dwi dkk., 2021).

Keunggulan ARIMA terletak pada fleksibilitasnya, karena mampu menyesuaikan bentuk model berdasarkan pola data yang diamati. Namun, sebelum diterapkan, data perlu melalui proses stasioneritas untuk menghilangkan tren atau fluktuasi yang tidak stabil. Menurut penelitian yang dilakukan oleh (Jamila dkk., 2021) metode ini memiliki tingkat akurasi yang cukup tinggi yaitu sebesar 93% dan dinilai cepat, sederhana, serta efisien dalam melakukan proses peramalan deret waktu.

Pada penelitian yang dilakukan oleh (Firmayasari dkk., 2024) menunjukkan bahwa metode ARIMA efektif digunakan dalam memodelkan data deret waktu tahunan yang tidak mengandung pola musiman serta mampu memberikan hasil peramalan jangka pendek yang cukup baik. Model ARIMA (1,2,2) yang digunakan dalam penelitian tersebut berhasil memprediksi jumlah pengangguran di Provinsi Aceh dengan nilai MAPE sebesar 34,341%. Hasil peramalan juga mengindikasikan adanya tren penurunan jumlah pengangguran. Penelitian serupa juga dilakukan oleh (Mardiyah dkk., 2021) yang memodelkan jumlah penduduk di Kota Pasuruan menggunakan data tahun 1983 hingga 2019 menunjukkan bahwa model ARIMA (1,1,1) mampu menghasilkan nilai MAPE sebesar 1,52%. Kedua studi ini menguatkan bahwa ARIMA tetap relevan untuk data tahunan dan tidak musiman.

Dengan merujuk pada hasil penelitian tersebut, maka penggunaan ARIMA dalam penelitian ini dianggap sesuai untuk meramalkan konsumsi energi fosil di Indonesia. Data yang digunakan bersifat tahunan dan tidak menunjukkan pola musiman yang kuat, sehingga memenuhi syarat penerapan model ini. Hasil prediksi diharapkan dapat menjadi dasar perumusan kebijakan energi nasional yang lebih terukur, serta mendukung strategi transisi energi, penetapan target bauran energi, dan pengelolaan infrastruktur secara lebih adaptif terhadap tantangan perubahan iklim.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana penerapan model ARIMA dan ARIMAX untuk memprediksi konsumsi energi fosil di Indonesia pada tahun-tahun berikutnya?
2. Bagaimana hasil evaluasi akurasi model ARIMAX terbaik dalam melakukan peramalan konsumsi energi fosil di Indonesia?
3. Bagaimana hasil peramalan konsumsi energi fosil Indonesia untuk periode 2025-2027 menggunakan model ARIMAX terbaik?
4. Bagaimana pengembangan dan tingkat kelayakan website FossilTrack sebagai media visualisasi hasil prediksi konsumsi energi fosil Indonesia?

1.3 Tujuan Penelitian

1.4 Manfaat Penelitian