

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perdagangan internasional khususnya ekspor adalah pilar penting bagi pertumbuhan ekonomi suatu negara yang berperan strategis dalam peningkatan devisa, penciptaan lapangan kerja, serta stabilitas neraca perdagangan. Di Indonesia ekspor nonmigas menjadi salah satu sektor yang penting bagi negara berkembang yang ingin mencapai pembangunan (Krugman et al., 2017). Namun, volume ekspor nonmigas Indonesia dari tahun 2017 hingga 2022 mengalami fluktuasi yang cukup signifikan. Rata-rata volume mencapai sekitar 15 juta ton per bulan (BPS, 2022). Meskipun komoditas seperti nikel dan *Crude Palm Oil* (CPO) menunjukkan tren peningkatan volume ekspor seiring dengan meningkatnya permintaan global dan kebijakan hilirisasi pemerintah, pertumbuhan volume ekspor nonmigas secara agregat tidak selalu sejalan dengan target yang ditetapkan. Contohnya, pada tahun 2024 meskipun pemerintah menargetkan pertumbuhan ekspor nonmigas sebesar 2,5% hingga 4,5%, realisasi volume ekspor justru mengalami stagnasi, terutama pada beberapa komoditas strategis seperti logam dasar dan hasil pertanian olahan. Dominasi komoditas utama seperti bahan bakar mineral, lemak dan minyak nabati (termasuk CPO), serta besi dan baja, belum cukup untuk mendorong kenaikan volume ekspor secara keseluruhan, mengindikasikan tantangan dalam daya saing dan efisiensi logistik nasional. (BPS, 2024).

Salah satu faktor kunci penyebab ketidakcapaian target ini adalah ketergantungan Indonesia pada komoditas tertentu seperti nikel dan CPO. Ketergantungan ini membuat ekspor rentan terhadap perubahan harga dan permintaan global, sebagaimana diindikasikan oleh skenario *stress test* yang memperkirakan bahwa defisit neraca berjalan bisa mencapai 1,2% jika harga CPO turun 20% (East Asia Forum, 2023). Pada penelitian yang dilakukan Sayekti (2022) juga mencatat bahwa peningkatan produksi domestik tidak selalu diikuti oleh peningkatan volume ekspor, mencerminkan ketidaksesuaian antara kapasitas produksi dan kemampuan pasar internasional dalam menyerap output domestik. Berbagai faktor eksternal seperti permintaan global yang berfluktuasi, hambatan perdagangan, serta persyaratan dan standar kualitas yang ditetapkan oleh negara tujuan ekspor dapat menyebabkan sebagian hasil produksi tidak terserap oleh pasar global.

Penelitian Hendrati & Yunita (2009) menyampaikan bahwa peningkatan Produk Domestik Bruto (PDB) sebesar Rp1 miliar hanya meningkatkan ekspor 54 ton, yang mengindikasikan tidak adanya hubungan linear antara kapasitas

produksi dan volume ekspor. Lubis (2010) mencatat bahwa pada tahun 2009, proyeksi ekspor produk industri Indonesia mengalami penurunan sebesar 62,6% meskipun kapasitas produksi dalam negeri tetap stabil. Kondisi ini menunjukkan bahwa permasalahan utama bukan terletak pada sisi produksi, melainkan pada sisi eksternal seperti kontraksi permintaan global dan pembatalan kontrak pembelian di sektor manufaktur. Dengan kata lain, meskipun industri dalam negeri mampu mempertahankan *output* produksinya, penurunan daya serap pasar internasional menyebabkan ekspor tetap mengalami penurunan tajam.

Data ekspor nonmigas Indonesia bersifat acak dan tidak dapat diprediksi secara pasti (Azzahra, 2023). Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (2024), volume ekspor nonmigas mengalami fluktuasi signifikan akibat faktor eksternal seperti gejolak ekonomi global, nilai tukar, dan gangguan rantai pasok. Ketidakpastian yang tinggi dan sifat stokastik data ini membuat metode peramalan konvensional, seperti ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*), *Fuzzy Time Series*, dan *Exponential Smoothing*, menjadi kurang efektif karena hanya menghasilkan satu nilai prediksi tunggal (deterministik) (Ross, 2020). Tantangan utamanya adalah bagaimana memahami seluruh spektrum kemungkinan nilai ekspor di masa depan, beserta seberapa besar peluang setiap nilai dalam rentang tersebut akan terjadi. Sebagai upaya mengatasi kendala ini, Simulasi *Monte Carlo* muncul sebagai metode yang adaptif. Keunggulan *Monte Carlo* dibandingkan metode deterministik tersebut terletak pada kemampuannya untuk memodelkan ketidakpastian melalui pembangkitan bilangan acak secara berulang, sehingga menghasilkan distribusi probabilitas dari prediksi (Law, 2015). Pendekatan probabilistik ini memungkinkan prediksi yang lebih realistis dan berbasis risiko, menjadikannya pilihan yang paling sesuai untuk memprediksi volume ekspor yang sangat bergantung pada kompleksitas variabel eksternal yang fluktuatif (Bratley, Fox, & Schrage, 2011).

Prosesnya dilakukan dengan menganalisis data historis volume ekspor, dengan menghitung probabilitas kemunculan setiap volume yaitu seberapa sering suatu volume ekspor tertentu terjadi relatif terhadap keseluruhan data yang ada. Probabilitas individual ini kemudian diakumulasikan untuk membentuk probabilitas kumulatif, yang menunjukkan total peluang terjadinya suatu volume ekspor hingga titik tertentu. Berdasarkan probabilitas kumulatif inilah dibangun kerangka kerja prediksi dengan menetapkan rentang atau interval angka acak untuk setiap kemungkinan volume ekspor. Selanjutnya, angka-angka acak dalam jumlah besar dibangkitkan menggunakan metode sistematis seperti *Linear Congruential Generator* (LCG), yang menghasilkan

urutan angka yang tampak acak namun dapat direproduksi. Setiap angka acak yang dihasilkan ini kemudian dicocokkan dengan interval yang telah ditetapkan. Letak jatuhnya angka acak pada suatu interval akan menentukan volume ekspor yang diprediksi untuk satu skenario. Melalui pengulangan proses ini, akan dihasilkan beragam skenario prediksi volume ekspor di masa depan. Prediksi ekspor dapat memberikan informasi yang berguna dalam merencanakan dan menentukan langkah yang tepat dalam menghadapi perkembangan ekspor nonmigas di pasar internasional (Savira et al., 2022).

Simulasi *Monte Carlo* muncul sebagai metode yang unggul. Pendekatan berbasis probablistik ini tidak hanya mengandalkan satu nilai prediksi, melainkan membangun distribusi probabilitas dari data historis melalui langkah-langkah di atas untuk menghasilkan ribuan skenario simulasi yang mencerminkan kemungkinan realistis di masa depan (Hamali, 2017). Keunggulan simulasi *Monte Carlo* terletak pada kemampuannya dalam menangani ketidakpastian tinggi serta fluktuasi permintaan dan harga global melalui pengambilan sampel acak berulang yang menjadikannya relevan untuk sistem ekspor yang bersifat stokastik.

Simulasi *Monte Carlo* memiliki keunggulan operasional karena tidak menuntut persyaratan khusus mengenai jumlah data atau pola tertentu, selama data historis yang tersedia cukup untuk mereplikasi variabilitas yang diamati (Law, 2015). Penelitian Hutahaean (2019) menjelaskan bahwa distribusi probabilitas dapat dibangun dari data historis yang terbatas dan simulasi dijalankan berulang kali (ratusan hingga ribuan), walaupun data awalnya tidak besar, dengan fokus pada pembentukan distribusi probabilitas yang valid. Keunggulan ini sangat relevan mengingat data volume ekspor nonmigas Indonesia menunjukkan fluktuasi yang signifikan dan tidak beraturan, dengan nilai yang naik turun dari bulan ke bulan. Fluktuasi tersebut adalah akibat langsung dari faktor-faktor eksternal yang bersifat stokastik seperti gejolak ekonomi global, fluktuasi nilai tukar, kebijakan perdagangan internasional, serta gangguan pada rantai pasok. Fenomena ini diakui dalam literatur ekonometrik sebagai ciri khas data makroekonomi yang rentan dipengaruhi oleh variabel eksogen yang acak (Gujarati & Porter, 2009). Oleh karena itu, kemampuan *Monte Carlo* untuk memodelkan variabilitas alami data ekspor menjadikannya alat prediksi yang efektif.

Beberapa penelitian di Indonesia telah membuktikan efektivitas metode ini dalam kondisi ketidakpastian. Seperti pemodelan kebutuhan BBM dengan *Monte Carlo* (Agustini, 2022) dan prediksi jumlah produksi minyak mentah

dengan *Monte Carlo* (Rozi, 2024) membuktikan keunggulan metode ini dalam menangani data fluktuatif. Sebagai perbandingan, studi Ratnasari (2023) menunjukkan bahwa meskipun metode *Fuzzy Time Series Lee* menghasilkan MAPE lebih rendah (2,66%), simulasi *Monte Carlo* lebih unggul dalam memodelkan kompleksitas variabel eksternal seperti kebijakan perdagangan atau gejolak geopolitik.

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi permasalahan mengenai ketidakpastian dalam memprediksi volume ekspor nonmigas Indonesia dan potensi signifikan simulasi *Monte Carlo* dalam mengatasi tantangan ini, maka penelitian ini bertujuan untuk menerapkan simulasi *Monte Carlo* untuk memprediksi volume ekspor nonmigas Indonesia guna memberikan gambaran yang lebih akurat dan fleksibel dalam menghadapi ketidakpastian pasar ekspor global. Oleh karena itu, penelitian ini akan dilakukan dengan judul “Simulasi *Monte Carlo* dalam Prediksi Volume Ekspor Nonmigas Indonesia”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan pada latar belakang, rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini, antara lain:

1. Bagaimana prediksi volume ekspor nonmigas Indonesia dengan simulasi *Monte Carlo*?
2. Bagaimana menganalisis dan menginterpretasikan hasil prediksi volume ekspor nonmigas Indonesia yang dihasilkan dari simulasi *Monte Carlo*?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin peneliti capai, yaitu:

1. Mengetahui hasil prediksi volume ekspor nonmigas Indonesia dengan simulasi *Monte Carlo*.
2. Menganalisis dan menginterpretasikan hasil prediksi volume ekspor nonmigas Indonesia yang diperoleh dari simulasi *Monte Carlo*.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Bagi Penulis

Sebagai wujud partisipasi mahasiswa, yang dapat menggunakan ilmu pengetahuan dan menerapkannya dalam penelitian yang relevan dengan bidang keilmuannya di statistika.

2. Bagi Pemerintah

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai dasar dalam merumuskan kebijakan perdagangan yang lebih efektif dan responsif terhadap dinamika pasar global, sehingga dapat meningkatkan daya saing ekspor nonmigas Indonesia.

3. Bagi Fakultas Sains & Teknologi

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi positif bagi Fakultas Sains dan Teknologi dengan meningkatkan reputasi akademik melalui publikasi hasil penelitian yang berkualitas.

1.5 Batasan Masalah

Pada penelitian ini, penulis membatasi materi dan pembahasan agar tidak meluas sehingga digunakan batasan masalah sebagai berikut:

1. Peramalan dilakukan dengan menggunakan data periode Januari 2023 hingga Maret 2025, yang diperoleh dari BPS (Badan Pusat Statistik).
2. Penelitian ini fokus pada prediksi volume ekspor nonmigas Indonesia.