

PERAMALAN VOLUME EKSPOR MIGAS INDONESIA DENGAN METODE MONTE CARLO

Silvana Maretha Br. Simbolon, Ichwanul Muslim Karo Karo

Ilmu Komputer, Universitas Negeri Medan

Jl. William Iskandar Ps. V, Indonesia

silvanasimbolon9@gmail.com

ABSTRAK

Perdagangan internasional, terutama ekspor minyak dan gas (migas), memainkan peran vital dalam mendukung stabilitas ekonomi Indonesia. Namun, fluktuasi data ekspor migas yang tinggi menimbulkan tantangan dalam meramalkan dan memahami tren di masa depan. Penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan metode Monte Carlo dalam meramalkan volume ekspor minyak dan gas bumi Indonesia. Metode Monte Carlo dipilih karena kemampuannya dalam mengatasi ketidakpastian pada data historis melalui simulasi berbasis probabilitas. Penelitian terdahulu telah menunjukkan efektivitas metode ini dalam memprediksi berbagai variabel dengan tingkat akurasi yang tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Monte Carlo efektif dalam memprediksi volume ekspor migas Indonesia untuk tahun 2024, dengan tingkat akurasi keseluruhan mencapai 95,59%. Simulasi prediksi mampu memperkirakan volume ekspor migas secara akurat untuk setiap bulan, dengan akurasi tertinggi 99,19% pada bulan Januari dan terendah 68,93% pada bulan Mei. Meskipun demikian, secara keseluruhan, model ini menunjukkan kinerja yang baik dan dapat dimanfaatkan sebagai alat bantu dalam perencanaan serta pengambilan keputusan strategis terkait ekspor migas di Indonesia. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan metode peramalan yang dapat diaplikasikan secara luas, serta menjadi dasar bagi kebijakan ekonomi yang lebih efektif dan berkelanjutan terkait ekspor migas Indonesia di masa depan.

Kata kunci : *Volume Ekspor, Metode Monte Carlo, Migas, Peramalan*

1. PENDAHULUAN

Perdagangan internasional memegang peranan penting dalam perekonomian suatu negara karena memiliki dampak signifikan terhadap stabilitas pasokan, harga, dan arus keuangan di masyarakat. Melalui ekspor dan impor, negara-negara dapat meningkatkan pendapatan mereka dan mendapatkan akses ke barang dan jasa dari pasar global. Indonesia, dengan kekayaan sumber daya alamnya, terutama di sektor pertambangan dan energi, memiliki potensi besar untuk mengembangkan perdagangan internasional[1]. Khususnya sektor minyak dan gas, memainkan peran penting dalam mendukung pendapatan devisa negara. Indonesia telah lama bergantung pada sektor minyak dan gas sebagai tulang punggung ekonominya. Sumber daya alam ini tidak hanya menyediakan energi untuk berbagai sektor industri dan rumah tangga, tetapi juga merupakan salah satu sumber utama pendapatan ekspor. Namun, fluktuasi data ekspor migas menimbulkan tantangan dalam meramalkan dan memahami tren di masa depan[2].

Badan Pusat Statistik (BPS) mencatat pada Oktober 2021, ekspor migas mencapai US\$1.025,3 juta, meningkat dari bulan sebelumnya yang mencapai US\$932,8 juta. Variabilitas ini menyoroti perlunya metode peramalan yang lebih canggih untuk mengantisipasi fluktuasi tersebut. Ekspor migas memegang peranan yang sangat penting dalam menentukan kekuatan ekonomi suatu negara. Sebagai sumber energi utama yang digunakan secara luas di seluruh dunia, ekspor minyak dan gas tidak hanya memberikan pendapatan yang cukup besar bagi negara

produsen, tetapi juga memainkan peran kunci dalam menjaga stabilitas ekonomi global[3]. Ketika nilai ekspor minyak dan gas meningkat, negara-negara menunjukkan kemampuan mereka untuk memenuhi permintaan energi global dan mendukung pertumbuhan ekonomi secara luas. Oleh karena itu, upaya peningkatan kuantitas dan kualitas ekspor migas tidak hanya penting untuk memperluas pangsa pasar, tetapi juga untuk memperkuat posisi ekonomi suatu negara di kancah global[4].

Dalam upaya meramalkan dan memahami perkembangan ekspor migas di masa depan, metode peramalan Monte Carlo muncul sebagai alat yang efektif dalam mengatasi ketidakpastian pada data historis[5]. Metode ini menggunakan simulasi berbasis probabilitas untuk meramalkan berbagai skenario di masa depan, sehingga membantu pengambilan keputusan yang lebih tepat. Penelitian terdahulu[6] menunjukkan bahwa metode Monte Carlo mampu memberikan tingkat akurasi yang tinggi dalam memprediksi berbagai variabel, seperti penjualan produk dan tingkat penerimaan lulusan di dunia industri. Penelitian [7] telah menerapkan metode Monte Carlo dalam peramalan permintaan produk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode ini efektif dalam mengurangi kesalahan prediksi dengan tingkat akurasi hingga 96% pada kasus pembelian aksesoris laptop. Pada kasus penjualan garam, akurasinya mencapai rata-rata 89%. Hal ini mengindikasikan bahwa metode Monte Carlo dapat membantu perusahaan dalam merencanakan produksi dan memenuhi permintaan dengan lebih baik.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengaplikasikan metode Monte Carlo dalam meramalkan volume ekspor minyak dan gas bumi Indonesia. Dengan menganalisis data historis dan menggunakan simulasi probabilistik, diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih dalam mengenai prospek ekspor migas Indonesia dan memberikan kontribusi dalam pengembangan metode peramalan yang dapat diaplikasikan secara luas. Dengan demikian, diharapkan dapat menjadi dasar bagi kebijakan ekonomi yang lebih efektif dan berkelanjutan di masa depan terkait ekspor migas Indonesia.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Peramalan

Peramalan atau prediksi adalah proses memperkirakan peristiwa yang akan terjadi di masa depan. Meskipun tidak memberikan kepastian mutlak, peramalan bertujuan untuk memperkirakan kemungkinan yang akan terjadi dengan menganalisis data historis dan memproyeksikannya ke masa depan menggunakan model matematika[8]. Peramalan probabilistik adalah pendekatan yang menggunakan data historis untuk memperkirakan distribusi probabilitas kejadian di masa depan, dengan tujuan mengoptimalkan operasi bisnis. Metode ini merupakan elemen kunci dalam pengambilan keputusan dan perencanaan, karena ketidakpastian di masa depan menimbulkan tantangan dan peluang bagi individu maupun organisasi untuk mengurangi risiko dan meningkatkan efisiensi [9].

Peramalan probabilistik menyajikan hasil dalam bentuk distribusi probabilitas, yang memberikan gambaran lebih komprehensif tentang kemungkinan hasil di masa depan dan tingkat kepastiannya. Kelebihan utama peramalan probabilistik terletak pada kemampuannya dalam menangani dan mengkuantifikasi ketidakpastian yang melekat dalam proses peramalan [10]. Dengan menyajikan distribusi probabilitas, metode ini memberikan informasi yang lebih lengkap tentang rentang kemungkinan hasil, serta peluang terjadinya masing-masing hasil. Hal ini memungkinkan pengambil keputusan untuk mengevaluasi risiko dan peluang secara lebih baik, serta mengembangkan strategi yang lebih efektif dalam menghadapi situasi yang tidak pasti [11].

2.2. Ekspor Migas

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2001, minyak dan gas bumi (migas) merupakan komoditas vital yang berperan penting sebagai penghasil devisa negara, pemenuhan kebutuhan energi dalam negeri, dan bahan baku industri[2]. Minyak bumi adalah hidrokarbon yang terbentuk dalam kondisi tekanan dan temperatur sangat tinggi berbentuk cair atau padat yang diperoleh dari aktivitas penambangan, sedangkan gas bumi adalah hidrokarbon yang terbentuk dalam kondisi tekanan dan temperatur sangat tinggi berbentuk gas

yang diperoleh dari aktivitas penambangan. Sebagai negara pengekspor migas, Indonesia bergantung pada pendapatan dari ekspor komoditas ini untuk mendukung pembangunan ekonomi dan anggaran negara[3].

Ekspor merupakan kegiatan perdagangan di mana barang dikirim keluar dari wilayah pabean Indonesia dengan memperhatikan ketentuan yang berlaku, terutama mengenai peraturan kepabeanan. Kegiatan ekspor diatur dalam Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2006 tentang Perubahan atas Undang-Undang Nomor 10 Tahun 1995 tentang Kepabeanan dan Undang-Undang Nomor 11 tentang Cukai. Ekspor migas memainkan peran penting dalam mendorong pembangunan ekonomi di negara-negara berkembang seperti Indonesia, dengan kemampuannya meningkatkan pendapatan, menyediakan lapangan kerja, dan meningkatkan pendapatan mata uang asing [2]. Ekspor migas meliputi berbagai produk minyak hasil manufaktur dan minyak mentah hasil pertambangan. Proses ekspor migas melibatkan transaksi jual beli antara eksportir dan importir berdasarkan kesepakatan bersama, dimulai dengan penawaran dari salah satu pihak dan diakhiri dengan kesepakatan[4].

2.3. Metode Monte Carlo

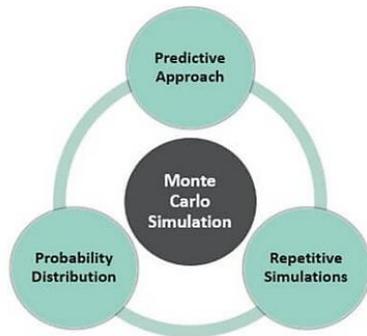
Metode Monte Carlo adalah metode yang melibatkan pengembangan eksperimen terstruktur dan penggunaan bilangan acak[13]. Metode Monte Carlo mensimulasikan sistem dengan memilih nilai acak untuk setiap variabel dari distribusi probabilitas yang tersedia. Pendekatan ini menghasilkan distribusi probabilitas dari keseluruhan nilai sistem yang digunakan [14].

Simulasi Monte Carlo didasarkan pada eksperimen elemen probabilitas dengan menggunakan sampel acak [15]. Konsep dasarnya adalah menghasilkan nilai untuk setiap variabel dalam model yang sedang dipelajari untuk memperkirakan karakteristik distribusi probabilitas yang lazim dalam aplikasi modern. Monte Carlo menggunakan angka acak untuk mengubah model deterministik menjadi model stokastik. Metode ini termasuk dalam kategori metode *sampling* karena nilai *input* dipilih secara acak dari berbagai kemungkinan [14].

Metode ini dipilih karena kemampuannya untuk menangani ketidakpastian pada data historis ekspor migas dan memberikan estimasi distribusi probabilitas untuk kejadian di masa depan. Langkah-langkah dalam metode Monte Carlo adalah sebagai berikut:

- Membangun distribusi probabilitas yang diketahui dengan pasti dari data yang diperoleh dari masa lalu.
- Membangun distribusi probabilitas kumulatif untuk setiap variabel, di mana batas-batas interval dari angka acak yang mewakili setiap hasil yang mungkin dibagi.
- Melakukan simulasi untuk menghasilkan angka acak.

- d. Menganalisis output simulasi sebagai input dan mengevaluasi kondisi saat ini dengan hasil simulasi[16].



Gambar 1. Simulasi Monte Carlo

Pada Gambar 1, ditunjukkan tiga komponen utama dari simulasi Monte Carlo: *Predictive Approach* (Pendekatan Prediktif), *Repetitive Simulations* (Simulasi Berulang), dan *Probability Distribution* (Distribusi Probabilitas)[16].

a. *Predictive Approach*

Ini mengacu pada penggunaan simulasi untuk membuat prediksi tentang hasil masa depan berdasarkan data historis dan asumsi model. Pendekatan ini penting untuk memahami bagaimana variabel yang berbeda dapat mempengaruhi hasil yang diinginkan.

b. *Repetitive Simulations*

Dalam langkah ini, simulasi dilakukan secara berulang dengan menggunakan sampel acak untuk menghasilkan berbagai skenario potensial. Pengulangan ini membantu dalam memahami variasi hasil dan meningkatkan akurasi prediksi.

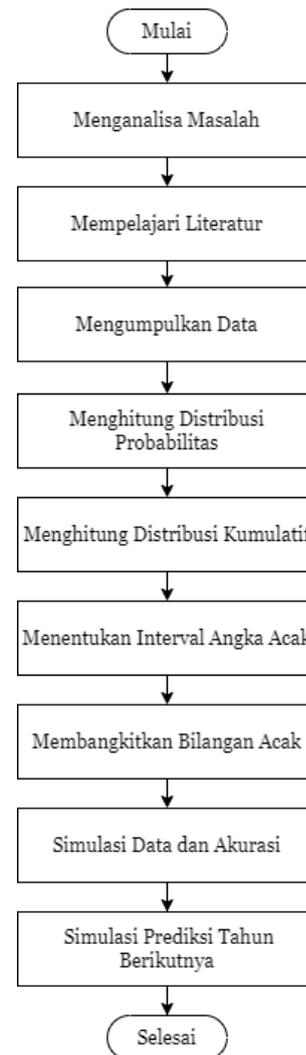
c. *Probability Distribution*

Komponen ini mencakup pembuatan distribusi probabilitas dari data historis yang digunakan sebagai input untuk simulasi. Distribusi ini mencerminkan berbagai kemungkinan hasil yang dapat terjadi berdasarkan data yang ada.

Metode Monte Carlo, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1, menyediakan pendekatan yang terstruktur dan sistematis untuk menangani ketidakpastian dalam data dan memberikan estimasi probabilistik yang lebih akurat untuk perencanaan dan pengambilan keputusan. Dengan mengaplikasikan metode ini, penelitian diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih dalam dan komprehensif mengenai prospek ekspor minyak dan gas bumi Indonesia [16].

3. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, terdapat serangkaian langkah yang dirancang untuk mengatasi masalah yang muncul. Langkah-langkah ini memberikan gambaran menyeluruh tentang bagaimana penelitian akan dilakukan [5].



Gambar 2. Alur Penelitian

Berdasarkan Gambar 2, berikut adalah penjelasan masing-masing alur dalam proses penelitian:

a. Menganalisis Masalah

Tahap ini melibatkan identifikasi dan pemahaman mendalam tentang masalah atau peluang yang akan diteliti terkait ekspor minyak dan gas bumi Indonesia.

b. Mempelajari Literatur

Peneliti melakukan tinjauan terhadap literatur yang relevan, seperti jurnal, buku, dan sumber lainnya yang berkaitan dengan topik ekspor migas di Indonesia.

c. Mengumpulkan Data

Peneliti mengumpulkan data ekspor minyak dan gas bumi Indonesia dari Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2022-2023. BPS merupakan sumber data resmi yang menyediakan data statistik valid dan terpercaya.

d. Menghitung Distribusi Probabilitas

Peneliti mengolah data ekspor migas yang diperoleh dari BPS untuk menghitung distribusi probabilitas yang akan digunakan dalam simulasi Monte Carlo.

Rumus yang digunakan adalah[7]:

$$DP = JP/TP \quad (1)$$

Keterangan:

DP = Distribusi Probabilitas

JP = Jumlah Volume Ekspor Per Periode

TP = Total Volume Ekspor Seluruh Periode

e. Menghitung Distribusi Kumulatif

Berdasarkan distribusi probabilitas yang telah dihitung, peneliti kemudian menghitung distribusi kumulatif dari data ekspor migas[7].

$$DPK = DP + DPK_{-1} \quad (2)$$

Keterangan:

DPK = Distribusi Probabilitas Kumulatif

DP = Distribusi Probabilitas

DPK₋₁ = Distribusi Probabilitas Kumulatif

f. Menentukan Interval Angka Acak

Dalam simulasi Monte Carlo, peneliti menetapkan rentang nilai acak untuk memperkirakan ekspor migas di masa depan. Rentang ini memiliki nilai awal dan nilai akhir yang menentukan batas variabel acak.

- Nilai awal (minimum) untuk variabel/periode pertama dimulai dari angka 0.
- Nilai akhir (maksimum) ditentukan dengan cara mengalikan nilai probabilitas kumulatif masing-masing variabel/periode dengan 100, kemudian dibulatkan ke bilangan bulat terdekat.
- Nilai awal untuk variabel/periode berikutnya diperoleh dengan menambahkan 1 pada nilai akhir variabel/periode sebelumnya [6].

g. Membangkitkan Bilangan Acak

Dengan menggunakan metode *Mixed Congruent Method*, peneliti membangkitkan bilangan acak dalam interval yang telah ditentukan sebelumnya[7].

$$z_i = (a * z_{i-1} + c) \text{ mod } m \quad (3)$$

Keterangan:

z_i = Nilai angka acak ke-ii

a = Konstanta Penggali $a < m$

c = Konstanta Aditif

m = Modulus

z_{i-1} = angka acak sebelumnya (Z0 adalah bilangan awal/seed yang menjadi kunci pembangkit, merupakan bilangan bulat dengan syarat $Z0 \geq 0$, dan $Z0 < m$)

h. Simulasi Data dan Akurasi

Peneliti menjalankan simulasi data ekspor migas dengan menggunakan bilangan acak yang telah dihasilkan dan distribusi kumulatif yang telah dihitung sebelumnya. Tujuan dari proses simulasi dan akurasi ini adalah untuk menilai seberapa akurat metode Monte Carlo dalam memprediksi volume ekspor minyak dan gas di masa depan.

- Untuk mengevaluasi keakuratan hasil simulasi, peneliti menghitung tingkat akurasi prediksi dengan membandingkan hasil simulasi dengan data aktual volume ekspor migas. Rumus yang digunakan adalah:

$$A = (Min/Max) * 100 \quad (4)$$

Keterangan:

A = Akurasi (dalam persentase)

Min = Nilai terkecil antara hasil simulasi (HS) dan jumlah volume ekspor migas aktual (DA)

Max = Nilai terbesar antara hasil simulasi (HS) dan jumlah volume ekspor migas aktual (DA)

- Untuk menghitung persentase keakuratan secara keseluruhan, peneliti menggunakan rumus berikut:

$$A = (Min/Max) * 100 \quad (5)$$

Keterangan:

A = Akurasi (dalam persentase)

Min = Nilai terkecil di antara total nilai (HS) dan total nilai (DA)

Max = Nilai terbesar di antara total nilai (HS) dan total nilai (DA)

- i. Hasil Simulasi Prediksi Tahun Berikutnya Setelah melakukan simulasi data, peneliti menganalisis hasil simulasi dan menggunakannya untuk memprediksi nilai ekspor minyak dan gas bumi Indonesia pada tahun berikutnya

j. Selesai

Tahap terakhir di mana peneliti memiliki hasil simulasi yang akurat atau representatif untuk digunakan dalam pengambilan keputusan atau perumusan strategi terkait ekspor migas Indonesia.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data dari sumber resmi Badan Pusat Statistik (BPS). Variabel yang dianalisis adalah jumlah ekspor migas per bulan.

Tabel 1. Data Ekspor Minyak Dan Gas Bulanan Untuk Tahun 2022 Dan 2023

No	Bulan	Volume Ekspor di 2022 (V22)	Volume Ekspor di 2023 (V23)
1	Januari	1637,3	2394,6
2	Februari	1683,6	1953,3
3	Maret	2184,7	2270,9
4	April	2092,9	2183,1
5	Mei	2278,8	2375,3
6	Juni	2069,3	2321
7	Juli	1865	2160,6
8	Agustus	2309,3	2170,5
9	September	2001,5	2353,9
10	Oktober	1973,1	2190,6
11	November	1771,7	2035,2
12	Desember	2375,1	2671,3

Data dalam Tabel 1, mencantumkan jumlah volume ekspor minyak dan gas bumi Indonesia yang tercatat untuk rentang waktu dari tahun 2022 hingga 2023.

4.2. Distribusi Probabilitas

Pada Tabel 2, digunakan persamaan (1) untuk mengetahui distribusi probabilitas (DP). Distribusi Probabilitas adalah sebuah fungsi yang menggambarkan peluang terjadinya setiap nilai dalam

suatu variabel acak. Dengan demikian, DP menjadi dasar untuk membuat prediksi, mengambil keputusan, dan merumuskan strategi berdasarkan pemahaman tentang probabilitas di dalam variabel acak tersebut.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Distribusi Probabilitas Tahun 2022

No	Bulan	V22	DP
1	Januari	1637,3	0,067538
2	Februari	1683,6	0,069448
3	Maret	2184,7	0,090119
4	April	2092,9	0,086332
5	Mei	2278,8	0,094000
6	Juni	2069,3	0,085359
7	Juli	1865	0,076931
8	Agustus	2309,3	0,095259
9	September	2001,5	0,082562
10	Oktober	1973,1	0,081390
11	November	1771,7	0,073083
12	Desember	2375,1	0,097973

4.3. Distribusi Probabilitas Kumulatif

Untuk mengetahui hasil perhitungan distribusi probabilitas digunakan persamaan (2). Distribusi probabilitas kumulatif (DPK) adalah representasi matematis yang menggambarkan jumlah kumulatif dari probabilitas yang berkaitan dengan setiap nilai dalam suatu variabel acak.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Distribusi Probabilitas Kumulatif Tahun 2022

No	V22	DP	DPK
1	1637,3	0,067538	0,067538
2	1683,6	0,069448	0,136987
3	2184,7	0,090119	0,227107
4	2092,9	0,086332	0,313439
5	2278,8	0,094000	0,407440
6	2069,3	0,085359	0,492799
7	1865	0,076931	0,56973
8	2309,3	0,095259	0,664990
9	2001,5	0,082562	0,747552
10	1973,1	0,081390	0,828943
11	1771,7	0,073083	0,902026
12	2375,1	0,097973	1

Berikut adalah Tabel 3, yang menunjukkan hasil perhitungan distribusi probabilitas dan distribusi probabilitas kumulatif (DPK) untuk tahun 2022.

4.4. Interval Angka Acak

Interval angka acak (IAA) ditentukan berdasarkan distribusi probabilitas kumulatif (DPK). IAA berfungsi sebagai batas antara nilai-nilai variabel acak, yang menjadi referensi penting dalam menentukan hasil simulasi.

Tabel 4. Hasil Interval Angka Acak Tahun 2022

No	DP	DPK	IAA
1	0,067538	0,067538	0-6
2	0,069448	0,136987	7 - 13
3	0,090119	0,227107	14 - 22
4	0,086332	0,313439	23-31

No	DP	DPK	IAA
5	0,094000	0,407440	32-40
6	0,085359	0,492799	41-49
7	0,076931	0,56973	50-56
8	0,095259	0,664990	57-66
9	0,082562	0,747552	67-74
10	0,081390	0,828943	75-82
11	0,073083	0,902026	83-90
12	0,097973	1	91-100

4.5. Hasil Pembangkitan Angka Acak

Untuk menentukan hasil simulasi, diperlukan pembuatan angka acak, digunakan persamaan (3). Dalam penelitian ini, nilai parameter yang digunakan adalah, $a = 11, c = 7, m = 100,$ dan $Z_0 = 17$. Pemilihan nilai konstanta penggali $a = 11$ dilakukan karena angka tersebut relatif prima terhadap modulus $m = 100,$ sehingga mampu menghasilkan barisan angka acak dengan periode siklus maksimal. Sementara itu, nilai konstanta aditif $c = 7$ dipilih untuk menghindari terjadinya siklus bilangan acak yang terlalu pendek atau bahkan konstan. Adapun nilai awal atau *seed* $Z_0 = 17$ dipilih secara acak atau dengan pertimbangan tertentu oleh peneliti, di mana pemilihan nilai *seed* yang berbeda akan menghasilkan barisan angka acak yang berbeda pula.

Tabel 5. Hasil Angka Acak Tahun 2022

No	DPK	IAA	Z ₁
1	0,067538	0-6	94
2	0,136987	7 - 13	41
3	0,227107	14 - 22	58
4	0,313439	23-31	45
5	0,407440	32-40	2
6	0,492799	41-49	29
7	0,56973	50-56	26
8	0,664990	57-66	93
9	0,747552	67-74	30
10	0,828943	75-82	37
11	0,902026	83-90	14
12	1	91-100	61

Berikut adalah Tabel 5 hasil dari interval angka acak (IAA). Data ini digunakan untuk mengarahkan simulasi dan membuat prediksi yang akurat berdasarkan angka acak yang telah ditetapkan.

4.6. Simulasi Data dan Akurasi

Bagian ini membahas simulasi data ekspor migas serta evaluasi akurasi. Dengan menggunakan angka acak dan interval yang telah dihitung sebelumnya, simulasi dilakukan untuk memprediksi volume ekspor migas di masa depan. Penilaian akurasi dilakukan dengan membandingkan hasil simulasi dengan data aktual, menggunakan berbagai metrik untuk mengukur seberapa baik model prediksi yang digunakan. Akurasi prediksi tiap periode dihitung menggunakan persamaan (4). Hasil simulasi (HS) ini kemudian digunakan sebagai nilai peramalan untuk setiap periode yang dianalisis.

Tabel 6. Hasil Simulasi dan Akurasi Tahun 2022 Terhadap Data Aktual (V23)

No	Z ₁	HS	V23	Akurasi (%)
1	94	2375,1	2394,6	99,19%
2	41	2069,3	1953,3	94,39%
3	58	2309,3	2270,9	98,34%
4	45	2069,3	2183,1	93,00%
5	2	1637,3	2375,3	68,93%
6	29	2092,9	2321	90,17%
7	26	2092,9	2160,6	96,87%
8	93	2375,1	2170,5	91,39%
9	30	2092,9	2353,9	88,91%
10	37	2278,8	2190,6	96,13%
11	14	2184,7	2035,2	93,13%
12	61	2309,3	2671,3	86,45%

Berdasarkan Tabel 6, akurasi tertinggi pada tahun 2022 terhadap data aktual (V23) terjadi pada Januari, dengan nilai 99,19%. Ini menunjukkan model simulasi sangat akurat untuk bulan tersebut. Sebaliknya, akurasi terendah terjadi pada Mei, dengan nilai hanya 68,93%, menunjukkan perbedaan signifikan antara hasil simulasi dan data aktual. Secara keseluruhan, model simulasi menunjukkan kinerja yang baik, namun perlu perbaikan untuk periode dengan akurasi lebih rendah.

Selanjutnya, dalam mengevaluasi model prediksi volume ekspor migas, penting untuk menghitung tingkat akurasi keseluruhan. Tingkat akurasi keseluruhan dihitung menggunakan persamaan (5) dan menunjukkan seberapa baik model memprediksi volume ekspor migas secara akurat untuk seluruh periode yang diamati. Berikut adalah akurasi keseluruhan:

$$A = (25886,9/27080,3) * 100$$

$$A = (0,9559) * 100$$

$$A = 95,59\%$$

Dari simulasi yang telah dilakukan, diperoleh persentase keakuratan secara keseluruhan sebesar 95,59%. Hal ini menunjukkan bahwa model dapat memprediksi volume ekspor minyak dan gas (migas) dengan baik.

4.7. Simulasi Prediksi Tahun Berikutnya

Mengetahui prediksi untuk tahun berikutnya sangat penting karena dapat memengaruhi kebijakan ekonomi, kontrak perdagangan, dan strategi investasi yang berhubungan dengan sektor migas, serta membantu mengantisipasi dan mengatasi potensi fluktuasi pasar.

Tabel 7. Simulasi Prediksi Volume Migas Tahun 2024

No	Bulan	Hasil Prediksi Volume Migas 2024
1	Januari	2394,6
2	Februari	1953,3
3	Maret	2270,9
4	April	2183,1
5	Mei	2375,3
6	Juni	2321

No	Bulan	Hasil Prediksi Volume Migas 2024
7	Juli	2160,6
8	Agustus	2170,5
9	September	2353,9
10	Oktober	2190,6
11	November	2035,2
12	Desember	2671,3

Berikut adalah Tabel 7 yang menggunakan persamaan (1,2,3) untuk mendapatkan hasil prediksi volume ekspor migas Indonesia untuk tahun 2024. Prediksi ini memberikan perkiraan volume ekspor migas untuk setiap bulan, yang diharapkan dapat membantu dalam perencanaan dan pengambilan keputusan strategis terkait ekspor migas di Indonesia.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini membuktikan bahwa metode Monte Carlo efektif dalam memprediksi volume ekspor minyak dan gas (migas) di Indonesia untuk tahun 2024. Tingkat akurasi keseluruhan yang dicapai sangat tinggi, mencapai 95,59%. Hasil simulasi prediksi menunjukkan bahwa model mampu memperkirakan volume ekspor migas secara akurat untuk setiap bulan di tahun 2024. Akurasi tertinggi diperoleh pada bulan Januari dengan nilai 99,19%, sementara akurasi terendah terjadi pada bulan Mei dengan nilai 68,93%. Meskipun demikian, secara keseluruhan, model ini menunjukkan kinerja yang baik dan dapat dimanfaatkan sebagai alat bantu dalam perencanaan serta pengambilan keputusan strategis terkait ekspor migas di Indonesia.

Untuk memaksimalkan manfaat metode ini, disarankan untuk memperbarui data historis secara berkala serta melakukan evaluasi dan validasi hasil prediksi secara rutin. Ini akan membantu mengidentifikasi potensi penyimpangan dan memungkinkan penyesuaian jika diperlukan. Berdasarkan hasil peramalan yang akurat, perlu dikembangkan strategi dan kebijakan komprehensif untuk ekspor migas, dengan mempertimbangkan faktor eksternal seperti fluktuasi harga minyak dunia, kondisi geopolitik, dan permintaan global. Disarankan juga untuk menggabungkan metode Monte Carlo dengan teknik analisis lain dan melibatkan para ahli serta pemangku kepentingan industri migas dalam proses peramalan dan pengembangan kebijakan untuk memastikan relevansi dan kepraktisan implementasi.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Pangestu, T. S., Stivani, T., Universitas, P., Jakarta, B., & Soesanto, R. E. (2023). ANALISIS STRATEGI INDONESIA UNTUK MENGHADAPI PASAR EKSPOR MIGAS. *Jurnal Mahasiswa Kreatif*, 1(4), 162–171. <https://doi.org/10.59581/jmk-widyakarya.v1i3>

[2] Tubagus, S. D., Rotinsulu, T. O., & Sumual, J. I. (2023). ANALISIS PENGARUH EKSPOR MIGAS, NON MIGAS, DAN INFLASI TERHADAP PERTUMBUHAN EKONOMI DI

- INDONESIA PERIODE 2001-2021. *Jurnal Berkala Ilmiah Efisien*, 23, 24.
- [3] Findy Wahongan, G., Kumaat, R., & Mandejj, D. (2022). Analisis Ekspor Migas, Ekspor Non-Migas dan Penanaman Modal Asing Terhadap Cadangan Devisa di Indonesia Periode 2001-2020. *Jurnal Berkala Ilmiah Efisiensi*, 22(4).
- [4] Daengs Gs, A., Dicky, M., Lubis, S., Mahjudin, M., & Kunci, K. (2024). Implementasi Algoritma Beale-Powell Restarts untuk Prediksi Perkembangan Ekspor Migas-NonMigas di Indonesia. In *Jurnal Sains Komputer & Informatika (J-SAKTI)* (Vol. 8, Issue 1).
- [5] Iftitah, H., & Yuhandri, Y. (2020). Prediksi Tingkat Penerimaan Lulusan Siswa Kejuruan dalam Dunia Usaha dan Industri Menggunakan Metode Monte Carlo. *Jurnal Sistim Informasi Dan Teknologi*, 84–89. <https://doi.org/10.37034/jsisfotek.v2i3.27>
- [6] Thoriq, M., Syaputra, A. E., & Eirlangga, Y. S. (2022). Model Simulasi untuk Memperkirakan Tingkat Penjualan Garam Menggunakan Metode Monte Carlo. *Jurnal Informasi Dan Teknologi*, 242–246. <https://doi.org/10.37034/jidt.v4i4.244>
- [7] Mulana, M. I., & Haryanto, E. V. (2022). Penerapan Metode Monte Carlo Untuk Peramalan Pembelian Aksesoris Laptop Pada Cv Gaharu Berbasis Android. *JUITIK*, 2(3). <http://journal.sinov.id/index.php/juitik/indexHalamanUTAMA>[Journal:https://journal.sinov.id/index.php](https://journal.sinov.id/index.php)
- [8] Hr, E. H., Jumadi, J., & Zulfiandry, R. (2023). IMPLEMENTASI METODE MONTE CARLO UNTUK MEMREDIKSI PENDONOR DARAH PADA UNIT TRANFUSI DARAH PALANG MERAH INDONESIA KOTA BENGKULU. In *Journal of Science and Social Research* (Issue 3). <http://jurnal.goretanpena.com/index.php/JSSR>
- [9] Hendra, Y., Eko Syaputra, A., & Putra Juledi, A. (2023). SIMULASI DALAM PENGOPTIMALAN PENINGKATAN PENJUALAN KUE KAREH-KAREH MENGGUNAKAN METODE MONTE CARLO. 107 |*Journal Computer Science and Information Technology(JCoInT) Program StudiTeknologiInformasi,FakultasSains&Teknologi, UniversitasLabuhanbatu*, 7(1), 107–118. <http://jurnal.ulb.ac.id/index.php/JCoInT/index>
- [10] Achmadin, W. N., & Hasanah, L. (2023). Peramalan nilai impor migas indonesia..., I(1) 2023 Hal. 12 ESTIMATOR. In *Journal of Applied Statistics, Mathematics, and Data Science* (Vol. 12).
- [11] Pangestu, I. E., Revia Oktaviani, & Lucia Litha Respati. (2023). Analisis Kestabilan Lereng dengan Metode Probabilistik Simulasi Monte Carlo pada Disposal PT. XYZ. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 77–86. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v3i2.2212>
- [12] Asril, A. P. (2022). Simulasi dalam Menganalisis Tingkat Pendapatan Penjualan Produk Bengkel Las menggunakan Metode Monte Carlo. *Jurnal Sistim Informasi Dan Teknologi*. <https://doi.org/10.37034/jsisfotek.v5i1.155>
- [13] Dari, R. W. (2022). Prediksi Tingkat Penjualan Pupuk Urea dengan Metode Monte Carlo. *Jurnal Informasi Dan Teknologi*, 271–275. <https://doi.org/10.37034/jidt.v4i4.251>
- [14] Simangunsong, A. (2023). Penerapan Metode Monte Carlo Dalam Simulasi Pengelolaan Persediaan Alat Tulis Kantor. *Jurnal SAINTIKOM (Jurnal Sains Manajemen Informatika Dan Komputer)*, 22, 280–289. <https://ojs.trigunadharma.ac.id/index.php/jis/index>
- [15] Muhammad, G. R., Tondatuon, A. Y., & Harmin, A. (2023). ANALISIS PERKIRAAN KEBUTUHAN PERSEDIAAN AIR BERSIH MENGGUNAKAN SIMULASI MONTE CARLO. *Jurnal Sains Dan Sistem Teknologi Informasi (SANDI)*, 5