



**ANALISIS DAN PENGGUNAAN SIMULASI MONTE CARLO DALAM  
PENGAMBILAN KEPUTUSAN**

***THE ANALYSIS AND USE OF  
MONTE CARLO SIMULATION IN DECISION MAKING***

**Fransiska Anastasia Hutabarat**

[fransiska.anastasia.hutabarat@gmail.com](mailto:fransiska.anastasia.hutabarat@gmail.com)

**Sary Nurcahaya Simamora**

[sary.nurcahaya.simamora@gmail.com](mailto:sary.nurcahaya.simamora@gmail.com)

**Rouli Keysha Molita**

[roulikesaaah@gmail.com](mailto:roulikesaaah@gmail.com)

**Rutman Lumbantoruan**

[rutman.toruan@uki.ac.id](mailto:rutman.toruan@uki.ac.id)

Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Kristen Indonesia  
Jakarta, Indonesia

***Abstract***

*A Monte Carlo simulation is a tool to predict different outcomes and probabilities using random variables. This method is often used to solve complex problems that have a lot of risks and uncertainties. This article uses qualitative descriptive research that integrates past significant studies in order to provide an understanding in the effectiveness during a decision-making process. The Monte Carlo simulation has four stages, where it creates a distribution for the variables needed, then each variable has their own cumulative probability range, then determines the random number interval for each variable and generates random numbers, and finally analyzes the outputs to identify the range of possible outcomes and possibilities. Ultimately, this simulation can assess risks, predict forecasts based on uncertain factors, optimize models by simulating different scenarios, as well as conduct complex analysis. Due to its capability, the Monte Carlo simulation is often used by many when making a decision about investment, business, or when optimizing supply chains and logistics. Therefore, the goal of this article is to explain when to appropriately use the Monte Carlo simulation based on the complexity and characteristics of the problem at hand.*

**Keywords:** *Monte Carlo simulation, decision making, probability*

**I. Pendahuluan**

Di tengah dinamika zaman yang serba cepat dan penuh ketidakpastian, kemampuan untuk membuat keputusan yang tepat menjadi aspek penting, terutama dalam dunia manajemen dan bisnis. Ada beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan ketika melatih diri untuk mengambil keputusan, antara lain mengidentifikasi inti permasalahan, menganalisis kemampuan dan keterbatasan yang dimiliki, serta tujuan dan hasil yang diinginkan ketika selesai mengambil keputusan. Untuk mengambil keputusan yang tepat, informasi menjadi hal yang paling penting. Informasi yang dimaksud dalam hal ini adalah probabilitas skenario yang akan terjadi beserta risiko dan outputnya masing-masing. Salah satu pendekatan yang banyak dimanfaatkan untuk mendukung proses pengambilan keputusan, khususnya dalam kondisi yang kompleks, adalah penggunaan simulasi.

Dengan simulasi, kita dapat membangun model representatif dari suatu sistem nyata, lalu mengujinya secara virtual untuk memahami cara kerjanya, memprediksi kemungkinan yang muncul, serta menilai dampak dari perubahan yang mungkin terjadi. Simulasi menjadi mekanisme yang sangat berguna bagi orang yang perlu mengambil keputusan karena alat ini mampu memprediksi banyak kemungkinan tanpa orang tersebut melakukannya di dunia nyata. Alat ini sering digunakan bagi orang-orang yang ingin mengetahui terlebih dahulu apa yang akan terjadi jika mereka mengambil suatu keputusan sehingga di masa depan mereka dapat mempersiapkan diri untuk menghadapi risiko-risikonya.

Salah satu metode simulasi yang cukup populer dan luas diterapkan di berbagai sektor adalah simulasi Monte Carlo. Pendekatan ini menggunakan proses pengacakan dan pengulangan numerik untuk menyelesaikan persoalan yang rumit dan mengandung ketidakpastian. Dalam konteks manajemen risiko maupun analisis keuangan, metode ini kerap digunakan untuk memproyeksikan potensi kerugian atau keuntungan dengan mempertimbangkan berbagai kemungkinan hasil yang bisa terjadi.

Artikel ini bertujuan untuk memberikan pemahaman mengenai metode Monte Carlo. Diharapkan, pembaca khususnya kalangan mahasiswa dan praktisi manajemen bisa memahami peran penting simulasi dalam proses pengambilan keputusan yang efektif, serta dapat menentukan jenis simulasi yang paling sesuai berdasarkan kompleksitas dan karakteristik masalah yang dihadapi. Artikel ini akan menjelaskan rumus yang digunakan ketika membangun simulasi Monte Carlo serta kelebihan dan kekurangan dalam penggunaan simulasi ini dalam kehidupan nyata. Selain itu, artikel ini akan melampirkan berbagai implikasi manajerial bagi pembaca khususnya bagi orang yang memegang wewenang dan jabatan sebagai pemimpin dimana kuasa pengambilan keputusan paling besar di posisi tersebut. Diharapkan artikel ini dapat menambah wawasan betapa pentingnya mempelajari simulasi Monte Carlo sebagai bentuk alternatif ketika membutuhkan bantuan saat keadaan darurat atau penuh dengan risiko dan ketidakpastian.

## **II. Uraian Teoritis**

Simulasi merupakan salah satu metode yang cukup sering digunakan untuk memahami atau memprediksi perilaku suatu sistem, terutama jika sistem tersebut cukup kompleks atau tidak memungkinkan untuk dianalisis secara langsung. Dalam kondisi seperti ini, simulasi bisa menjadi cara yang efisien untuk mengeksplorasi berbagai kemungkinan yang bisa terjadi. Salah satu metode simulasi yang cukup dikenal dan banyak dipakai dalam berbagai bidang adalah simulasi Monte Carlo. Teknik ini menggunakan pendekatan pengambilan sampel secara acak untuk memperkirakan berbagai kemungkinan hasil yang mungkin muncul dari suatu sistem.

Menurut Kroese dkk. (2015), simulasi Monte Carlo sangat cocok diterapkan ketika kita berhadapan dengan sistem yang punya banyak variabel acak dan hubungan antar variabelnya tidak bisa dijelaskan secara matematis biasa. Teknik ini dinilai fleksibel dan cukup kuat karena bisa digunakan dalam berbagai bidang, mulai dari fisika hingga ekonomi. Misalnya, dalam penelitian Sutrisno dan Hartono (2016), Monte Carlo dipakai untuk memperkirakan hasil akhir dari sebuah proyek konstruksi. Mereka mensimulasikan banyak kemungkinan berdasarkan data historis seperti biaya, waktu pelaksanaan, dan risiko tak terduga. Hasilnya menunjukkan bahwa teknik ini bisa membantu manajer proyek dalam mengantisipasi kemungkinan terburuk dan menyusun strategi yang lebih matang.

Zhang dkk. (2019) juga menggunakan metode ini dalam perencanaan keuangan proyek besar. Mereka mensimulasikan berbagai skenario ekonomi seperti perubahan nilai tukar, inflasi, dan suku bunga untuk melihat bagaimana pengaruhnya terhadap hasil akhir proyek. Dari hasil penelitian mereka, terbukti bahwa Monte Carlo bisa memberikan prediksi yang lebih mendekati kenyataan karena mempertimbangkan banyak ketidakpastian. Dalam konteks rantai pasok, Rahman dan Dewi (2022) memanfaatkan metode ini untuk memperkirakan potensi keterlambatan pengiriman. Mereka membandingkan pendekatan Monte Carlo dengan metode perhitungan tradisional dan menemukan bahwa simulasi acak ini memberikan hasil yang lebih akurat, terutama dalam situasi yang penuh ketidakpastian seperti gangguan logistik atau permintaan pasar yang berubah-ubah.

Di bidang keuangan, penelitian dari Handayani dkk. (2018) menunjukkan bahwa Monte Carlo dapat digunakan untuk menghitung Value at Risk (VaR), yaitu seberapa besar potensi kerugian dari sebuah portofolio investasi dalam kondisi pasar yang tidak stabil. Mereka membuat ribuan skenario simulasi terhadap perubahan harga saham, dan dari sana bisa terlihat batas maksimal kerugian dengan tingkat keyakinan tertentu. Ini tentu sangat membantu bagi investor dalam mengukur risiko secara lebih realistis. Begitu juga dengan Arif dan Rahmawati (2021), yang mengaplikasikan simulasi Monte Carlo pada studi kelayakan investasi properti. Dengan mempertimbangkan fluktuasi harga tanah, biaya pembangunan, dan permintaan pasar, mereka menunjukkan bahwa hasil dari metode ini

lebih mampu menggambarkan potensi keuntungan ataupun kerugian dalam jangka panjang jika dibandingkan perhitungan biasa.

Dalam bidang teknik dan industri, penelitian oleh Wijaya dan Nugroho (2019) membahas penerapan Monte Carlo dalam memperkirakan keandalan mesin produksi. Mereka membuat simulasi untuk melihat kapan kira-kira mesin akan mengalami kerusakan dan bagaimana pengaruhnya terhadap produktivitas. Hasilnya, perusahaan bisa menyusun jadwal perawatan yang lebih efisien dan menghindari downtime produksi yang merugikan. Lalu, Mulyani dkk. (2022) menggunakan Monte Carlo untuk meramalkan kebutuhan energi listrik nasional hingga tahun 2030. Mereka mempertimbangkan berbagai faktor seperti pertumbuhan ekonomi, populasi, dan cuaca ekstrem. Hasil proyeksinya cukup fleksibel dan bisa digunakan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan oleh pemerintah terkait kebijakan energi.

Di bidang kesehatan, Dewi dan Kurniawan (2020) menggunakan simulasi Monte Carlo untuk memodelkan penyebaran penyakit menular. Mereka mempertimbangkan variabel seperti tingkat penularan dan kepatuhan masyarakat terhadap protokol kesehatan. Simulasi ini menunjukkan prediksi yang lebih adaptif terhadap kenyataan dibanding model konvensional. Sementara itu, Prasetya dan Utami (2025) mencoba menggabungkan pendekatan Monte Carlo dengan teknologi machine learning dalam diagnosis penyakit. Kombinasi ini berhasil meningkatkan tingkat akurasi diagnosis dini hingga 15% lebih baik dibanding metode sebelumnya. Masalah muncul ketika sistem yang ingin dianalisis ternyata punya variabel-variabel yang tidak bisa diukur secara langsung. Kasus seperti ini dikenal sebagai sistem tak terukur atau unobservable systems. Untuk mengatasi hal ini, para peneliti menggabungkan simulasi Monte Carlo dengan teknik estimasi seperti Kalman Filter atau particle filter yang bisa memperkirakan kondisi variabel tersembunyi dari data tidak langsung.

Ahmad dan Nugroho (2020), misalnya, menggunakan kombinasi Monte Carlo dan Kalman Filter untuk mensimulasikan sistem industri yang hanya memiliki sebagian kecil data sensor. Hasilnya menunjukkan bahwa kombinasi dua metode ini bisa memperkirakan kondisi sistem secara cukup akurat dan tetap bisa diandalkan dalam pengambilan keputusan. Kemudian, Wibowo dan Hidayat (2023) mengembangkan pendekatan yang lebih kompleks dengan menambahkan logika fuzzy ke dalam simulasi Monte Carlo, khususnya untuk sistem transportasi cerdas. Dalam penelitian mereka, data dari lalu lintas, cuaca, dan sensor kendaraan digunakan untuk mensimulasikan kondisi lalu lintas kota. Pendekatan ini ternyata bisa meningkatkan efisiensi pengaturan lalu lintas dan mengurangi kemacetan di jam-jam sibuk.

Penelitian terbaru dari Chang dkk. (2025) mengangkat persoalan simulasi pada sistem yang sama sekali tidak bisa diobservasi secara langsung, misalnya sistem dalam mesin tertutup. Mereka menggunakan sensor tidak langsung seperti getaran dan tekanan

untuk mengumpulkan data, lalu membuat simulasi berbasis Monte Carlo. Meskipun informasi yang didapat terbatas, hasil simulasinya tetap cukup valid untuk digunakan dalam pengawasan dan pemeliharaan sistem. Tak kalah menarik, penelitian oleh Lee dan Park (2024) menunjukkan bahwa simulasi Monte Carlo bisa diperkuat dengan teknologi machine learning. Dalam penelitian mereka, data historis digunakan untuk melatih model yang kemudian dipakai dalam simulasi Monte Carlo, sehingga proses simulasi jadi lebih cepat dan efisien tanpa mengorbankan akurasi. Pendekatan ini dinilai sangat cocok untuk sistem yang berubah-ubah dan punya banyak faktor tak pasti, seperti sistem pengawasan lingkungan atau otomasi industri.

### **III. Metode Penelitian**

Jenis penelitian yang diterapkan dalam kajian ini adalah penelitian kualitatif yang bersifat deskriptif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjelaskan secara terperinci dan terstruktur tentang konsep, penerapan, dan keuntungan dari metode simulasi Monte Carlo dalam proses pengambilan keputusan, terutama pada kondisi yang penuh dengan ketidakpastian dan kompleksitas yang tinggi. Penelitian ini tidak menggunakan analisis statistik inferensial, tetapi lebih mengutamakan pemahaman mengenai proses, tahap-tahap, serta penafsiran dari hasil simulasi.

Untuk meraih tujuan itu, peneliti merancang sebuah skema penelitian yang menunjukkan langkah-langkah kegiatan dari awal sampai akhir proses penelitian. Langkah pertama diawali dengan meneliti sumber-sumber yang relevan, untuk mendapatkan dasar teori serta pemahaman tentang konsep simulasi Monte Carlo dan penggunaannya di berbagai bidang. Berdasarkan kajian literatur tersebut, peneliti kemudian menemukan masalah yang akan menjadi pusat perhatian dalam penelitian ini.

Setelah masalah dirumuskan, langkah berikutnya adalah mengumpulkan informasi yang dibutuhkan untuk menyusun distribusi probabilitas dalam simulasi. Informasi yang dikumpulkan dapat berasal dari sumber utama atau sekunder sesuai dengan konteks studi kasus yang diangkat. Selanjutnya, analisis dan perancangan model simulasi dilakukan berdasarkan informasi yang telah dikumpulkan. Fokus utama dari studi ini adalah proses pelaksanaan metode Monte Carlo, yang terdiri dari beberapa langkah teknis, yaitu:

1. Membuat distribusi probabilitas berdasar data sebenarnya.
2. Membentuk distribusi probabilitas kumulatif dalam menetapkan peluang.
3. Menetapkan rentang angka acak sesuai dengan distribusi kumulatif.
4. Menghasilkan angka acak dengan bantuan metode tertentu.
5. Melaksanakan simulasi dan merancang eksperimen berdasarkan angka acak.

Setelah simulasi dibuat dan diuji coba, tahap berikutnya adalah penerapan dan pengujian. Pada tahap ini, hasil dari simulasi akan dibandingkan atau dianalisis untuk mengecek apakah hasilnya sejalan dengan kenyataan atau tidak. Langkah terakhir

mencakup hasil dan keterkaitannya dengan Secara keseluruhan,



an dari temuan penelitian, s pengambilan keputusan. a Gambar 1.

**Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian**

Kerangka Kerja Penelitian, yang menggambarkan alur proses secara visual dari awal hingga akhir. Kerangka kerja berfungsi sebagai panduan terstruktur dalam pelaksanaan penelitian ini, sehingga tiap langkah yang diambil memiliki landasan yang jelas dan logis. Melalui pendekatan kualitatif deskriptif, peneliti dapat menjelaskan setiap tahap dengan rinci dan menganalisis bagaimana metode Monte Carlo diterapkan dalam konteks pengambilan keputusan. Pendekatan ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang menyeluruh mengenai efektivitas simulasi dalam menghadapi masalah yang rumit dan penuh ketidakpastian. Tahapan yang diuraikan dalam kerangka kerja ini juga menjadi acuan dalam melakukan analisis serta penafsiran hasil yang akan dibahas pada bagian selanjutnya dalam artikel ini.

#### IV. Pembahasan

##### a. Rumus Simulasi Monte Carlo

Simulasi Monte Carlo adalah metode yang digunakan untuk memperkirakan hasil dari suatu sistem yang mengandung ketidakpastian. Teknik ini mengandalkan angka acak dan distribusi probabilitas. Nama “Monte Carlo” sendiri diambil dari nama kasino terkenal di Monaco, karena metode ini memang melibatkan “keberuntungan” lewat angka acak. Tahapan Simulasi Monte Carlo, antara lain:

- Menentukan model probabilitas sistem.
- Menghasilkan angka acak (biasanya antara 0 sampai 1).
- Menentukan nilai variabel acak menggunakan tabel distribusi.
- Menghitung rata-rata estimasi berdasarkan hasil simulasi.

$$\text{Rata-rata estimasi} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

Keterangan:

- $X_i$  = hasil simulasi ke- $i$
- $n$  = jumlah simulasi yang dilakukan

##### b. Contoh Simulasi Monte Carlo

Sebuah toko ingin mensimulasikan permintaan harian selama 5 hari berdasarkan data berikut:

Permintaan (unit)	Peluang
10	0.2
20	0.3
30	0.3
40	0.2

Angka acak yang digunakan: 12, 34, 67, 85, 22

Langkah pertama adalah membuat interval: Lalu, cocokkan angka acak dengan interval:

Permintaan	Interval Acak
10	00–19
20	20–49
30	50–79
40	80–99

- 12 → 10 unit
- 34 → 20 unit
- 67 → 30 unit
- 85 → 40 unit
- 22 → 20 unit

Hasil simulasi permintaan selama 5 hari: 10, 20, 30, 40, 20 unit.

### c. Kelebihan Simulasi Monte Carlo

Simulasi Monte Carlo memiliki banyak manfaat yang membuatnya menjadi metode yang sangat efektif dalam pengambilan keputusan yang didasarkan pada data, terutama dalam situasi yang rumit, berubah-ubah, dan penuh ketidakpastian.

Salah satu keunggulan utama dari metode ini adalah kemampuannya dalam menggambarkan ketidakpastian dan variasi dengan cara yang nyata. Dalam kehidupan sehari-hari, sering kali keputusan harus diambil tanpa kepastian tentang bagaimana keadaan di masa depan akan berkembang. Simulasi Monte Carlo menangani masalah ini dengan menghasilkan banyak skenario acak berdasarkan distribusi probabilitas yang telah ditetapkan, sehingga hasil yang diperoleh tidak hanya mencakup satu prediksi, melainkan serangkaian kemungkinan yang mencerminkan realitas yang lebih luas (Kroese et al. , 2016).

Kelebihan lain dari metode ini adalah kemampuannya untuk diterapkan dalam berbagai konteks dan bidang. Metode Monte Carlo dapat dipakai dalam keuangan untuk menganalisis risiko dalam portofolio, dalam manajemen proyek untuk menilai ketidakpastian waktu atau biaya, dalam rekayasa untuk memperkirakan keandalan, hingga di bidang kesehatan untuk memprediksi penyebaran penyakit atau efektivitas tindakan medis. Kemampuan ini ada karena metode Monte Carlo tidak tergantung pada model matematis yang kaku, yang seringkali hanya berlaku di kondisi ideal. Sebaliknya, metode ini dapat menggunakan model berbasis data dan informasi nyata, sehingga hasil yang diperoleh lebih sesuai dengan konteks dan lebih aplikatif (Metropolis dan Ulam, 2015; Cao et al., 2015).

Dari segi pelaksanaan, Simulasi Monte Carlo cukup gampang untuk diterapkan dan dapat disesuaikan dengan berbagai program perangkat lunak dan alat bantu teknologi. Kehadiran perangkat lunak open-source seperti R dan Python, beserta fitur simulasi yang terdapat di Excel, membuat metode ini menjadi lebih terjangkau dan praktis untuk digunakan. Para pengambil keputusan yang tidak memiliki latar belakang statistik kini juga dapat memanfaatkan metode ini untuk mensimulasikan situasi tertentu, dengan catatan mereka memahami prinsip dasar dari distribusi probabilitas yang diterapkan (Douillet et al. , 2020). Kemudahan dalam pelaksanaan ini semakin meningkatkan manfaat metode ini di bidang industri maupun pemerintahan.

Keunggulan lainnya adalah bahwa metode simulasi Monte Carlo mampu menghasilkan distribusi output, bukan sekadar satu perkiraan tunggal. Ini berarti, pengguna tidak hanya memperoleh nilai harapan (expected value), tetapi juga bisa mengevaluasi seberapa besar variasi, standar deviasi, serta kemungkinan terjadinya kejadian luar biasa (seperti potensi kerugian besar atau keuntungan maksimum). Dalam hal pengambilan keputusan strategis, informasi seperti ini sangat krusial karena memberikan analisis risiko yang lebih komprehensif, sehingga keputusan yang dibuat tidak hanya berdasarkan pada hasil paling baik, tetapi juga memperhitungkan kemungkinan hasil terburuk (Kenton et al., 2020).

Metode ini juga sangat efektif dalam menangani sistem nonlinier yang memiliki banyak variabel independen, di mana analisis tradisional seperti regresi linier atau pendekatan deterministik tidak dapat mengatasi kompleksitas interaksi antara variabel. Sebagai contoh, dalam menganalisis risiko pada proyek konstruksi, terdapat hubungan antara waktu, biaya, dan sumber daya yang tidak bisa diuraikan secara linier. Monte Carlo, dengan kemampuannya untuk melakukan simulasi berulang kali dalam jumlah ribuan berdasarkan parameter yang acak, memungkinkan pengguna untuk memahami berbagai skenario kombinasi yang sangat beragam dan tidak terduga (Bankes, 2010; Law, 2015).

Dalam jangka panjang, penggunaan cara ini juga bisa memperbaiki kualitas perencanaan dan prediksi. Dengan memahami kemungkinan penyimpangan dari rencana awal, organisasi dapat menyiapkan rencana cadangan yang lebih baik. Bahkan dalam proses pembelajaran suatu organisasi, Monte Carlo sering dimanfaatkan sebagai alat untuk memperdalam pemahaman mengenai sistem yang dikelola, yang pada gilirannya mendorong munculnya inovasi dalam manajemen risiko dan distribusi sumber daya (Savic, 2017).

Secara umum, Simulasi Monte Carlo lebih dari sekadar metode statistik, melainkan juga berfungsi sebagai alat strategis yang menekankan pendekatan yang didasarkan pada data, situasi, dan kemungkinan. Jika diterapkan dengan benar, teknik ini dapat mendukung para pengambil keputusan dalam menghasilkan keputusan yang lebih logis, terukur, dan responsif terhadap perubahan lingkungan yang tidak pasti.

#### **d. Kekurangan Simulasi Monte Carlo**

Meskipun metode simulasi Monte Carlo memiliki banyak keunggulan, seperti fleksibilitas, kemampuan untuk menangani ketidakpastian, serta kemudahan dalam pelaksanaannya, pendekatan ini juga memiliki beberapa kekurangan dan batasan yang harus dipertimbangkan dengan serius saat diterapkan. Salah satu kelemahan yang paling signifikan adalah ketergantungan yang besar terhadap kualitas data yang digunakan. Model Monte Carlo membutuhkan data berupa distribusi probabilitas yang akurat dan sesuai dengan keadaan yang sebenarnya. Apabila asumsi distribusi yang diambil tidak tepat atau data historis yang digunakan tidak mewakili kondisi yang sesungguhnya, hasil dari simulasi tersebut bisa menjadi tidak akurat dan menyesatkan, sehingga dapat menyebabkan pengambil keputusan menarik kesimpulan yang salah (Rubinstein dan Kroese, 2016). Oleh karena itu, proses validasi dan pengujian terhadap data input merupakan langkah penting sebelum model dijalankan.

Kelemahan selanjutnya berhubungan dengan kebutuhan komputasi yang sangat tinggi. Untuk mendapatkan hasil yang konsisten, simulasi Monte Carlo biasanya memerlukan ribuan hingga jutaan pengulangan. Dalam kasus model yang rumit, seperti simulasi dengan banyak variabel atau simulasi yang berlangsung secara *real-time*, hal ini akan memerlukan kekuatan komputasi yang besar serta waktu pemrosesan yang cukup lama. Pada sistem yang memiliki batasan perangkat keras atau dalam situasi dengan tekanan waktu yang tinggi, proses ini dapat menjadi masalah yang signifikan dan mengganggu efisiensi analisis (Glasserman, 2013). Selain itu, semakin rumit simulasi yang dilakukan, semakin tinggi pula risiko terjadinya kesalahan teknis atau ketidakakuratan dalam perhitungan numerik jika tidak dikelola dengan baik.

Masalah lain yang kerap terjadi adalah kesulitan dalam memahami hasil simulasi, terutama bagi para pengambil keputusan yang tidak memiliki pengetahuan di bidang statistik atau komputasi. Walaupun Monte Carlo dapat menghasilkan output seperti distribusi peluang, deviasi standar, dan interval kepercayaan, tidak semua pihak yang terlibat dapat dengan mudah memaknai hasil-hasil tersebut. Ketidapahaman dalam membaca nilai-nilai ini dapat mengarah pada kesalahan dalam memahami risiko yang ditunjukkan oleh model (Chan dan Kroese, 2012). Bahkan, dalam beberapa situasi, hasil simulasi yang sangat rinci dapat menjadi membingungkan dan menyebabkan ketidakpastian baru jika tidak disertai dengan analisis yang tepat dan komunikasi yang jelas.

Selanjutnya, terdapat pula hambatan terkait validitas model dan ketergantungan pada argumen tertentu. Meskipun simulasi Monte Carlo menawarkan fleksibilitas, model yang dikembangkan tetap memiliki sejumlah argumen, seperti ketidakbergantungan antar variabel atau distribusi probabilitas tertentu. Jika argumen-argumen ini tidak sesuai dengan kondisi yang sebenarnya, maka hasil simulasi mungkin terlihat akurat secara statistik, namun tidak memiliki relevansi praktis (L'Ecuyer, 2018). Menggunakan metode ini tanpa pemahaman yang lebih dalam tentang sistem yang dianalisis justru berisiko mengarah pada keputusan yang keliru.

Akhirnya, kelemahan lainnya yang harus diperhatikan adalah batasan dari pendekatan ini dalam menjelaskan hubungan sebab-akibat dengan jelas. Walaupun Monte Carlo dapat memberikan gambaran tentang kemungkinan dan variasi dalam hasil, metode ini tidak memperlihatkan secara langsung hubungan kausal antara variabel yang ada. Ini membuatnya berbeda dari teknik analisis lain seperti regresi atau pemodelan struktural yang bisa menelusuri jalur sebab akibat. Oleh karena itu, hasil dari Monte Carlo sebaiknya dipakai sebagai tambahan, bukan sebagai satu-satunya acuan dalam membuat keputusan.

Dengan memperhatikan semua kelemahan yang ada, penerapan simulasi Monte Carlo perlu dilakukan dengan penuh kehati-hatian dan disertai pemahaman metode yang cukup, baik dalam hal perancangan model, penentuan parameter input, pengolahan data, serta analisis hasil akhir. Integrasi dengan pendekatan lainnya serta sinergi antara analisis teknis dan pengambil keputusan sangatlah penting agar hasil simulasi dapat dimanfaatkan dengan sebaik-baiknya dan tidak disalahartikan.

#### **e. Praktik Penggunaan Simulasi Monte Carlo**

Simulasi Monte Carlo sangat berguna ketika menganalisa permasalahan kompleks. Simulasi ini memiliki kemampuan untuk memperhitungkan berbagai variabel acak yang berguna bagi orang-orang yang bekerja di dunia teknologi. Banyak lembaga iklim menggunakan simulasi Monte Carlo untuk memproyeksikan estimasi probabilitas kejadian cuaca ekstrem. Simulasi ini sangat bermanfaat bagi daerah yang sering mengalami bencana alam seperti banjir dan gempa bumi karena dapat menyajikan data bagi lembaga untuk memitigasi risiko. Selain itu, para investor dan analis keuangan sering menggunakan simulasi Monte Carlo untuk mengevaluasi kemungkinan keberhasilan investasi yang mereka pertimbangkan. Contohnya, dalam penetapan harga opsi saham, penilaian portofolio, serta pergerakan suku bunga jangka pendek pada investasi pendapatan tetap, seperti obligasi.

Simulasi Monte Carlo juga diterapkan dalam manajemen rantai pasokan dan logistik untuk mengoptimalkan inventaris, menganalisis perkiraan permintaan, dan menilai risiko rantai pasokan. Hal ini meningkatkan efisiensi rantai pasokan dan biaya operasional suatu perusahaan. Tidak hanya di dunia ekonomi, simulasi Monte Carlo juga penting dalam sektor perawatan kesehatan dan farmasi. Teknik ini digunakan dalam pengembangan obat untuk memodelkan kemanjuran dan keamanan pengobatan baru, memprediksi hasil uji klinis, dan mengoptimalkan strategi pemberian dosis.

#### **f. Implikasi Manajerial**

Berdasarkan penjelasan di atas, simulasi Monte Carlo terbukti sangat bermanfaat ketika seseorang ingin mengambil keputusan. Setelah dijelaskan bahwa simulasi Monte Carlo memiliki beberapa kekurangan dalam memodelkan suatu peristiwa, orang yang ingin menggunakan simulasi ini di dunia nyata dapat menyesuaikan dengan keadaan. Dalam konteks pengambilan keputusan, seseorang harus memiliki kemampuan untuk mengevaluasi peristiwa, menentukan permasalahan, lalu menggunakan metode penyelesaian yang tepat. Jika, seseorang

ingin mengetahui berbagai pilihan dan risiko yang akan dihadapi karena kondisi peristiwa yang tidak pasti, mereka dapat menggunakan simulasi Monte Carlo untuk mengambil suatu keputusan.

Orang-orang yang mampu memanfaatkan simulasi Monte Carlo dapat lebih mempersiapkan apa yang akan terjadi di masa depan. Persiapan menjadi hal yang penting karena biasanya orang-orang yang memiliki wewenang untuk mengambil keputusan adalah seorang pemimpin. Jika, keputusan yang diambil tidak dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai skenario dan risiko, maka dapat mempengaruhi orang lain secara negatif. Jika konteksnya adalah seorang pemimpin harus mengambil suatu keputusan untuk perusahaannya dan pemimpin tersebut mengambil keputusan yang salah atau keputusan yang terburu-buru, maka hal ini dapat mengakibatkan kerugian perusahaan atau kehilangan pelanggan loyal. Konsekuensi ini harus dipikirkan oleh seorang pemimpin terlebih dahulu. Maka, implikasi manajerial yang pertama adalah seseorang harus mengidentifikasi dan mempersiapkan berbagai risiko yang akan dihadapi jika mengambil suatu keputusan.

Selain itu, orang yang mempelajari penggunaan simulasi ini dapat memiliki terampil dalam menganalisa berbagai skenario serta dampaknya terhadap perusahaan mereka. Hal ini penting untuk dimiliki seorang pemimpin karena mereka harus mengerti bagaimana pegawainya dapat memanfaatkan peluang dan meminimalisir risiko dari keputusan yang akan diambil. Kemampuan menganalisa suatu peristiwa menjadi prasyarat bagi pemimpin ketika ingin membandingkan pilihan keputusan yang akan diambil untuk menyelesaikan suatu permasalahan. Pemimpin mampu membandingkan keuntungan yang diperoleh dan kerugian yang perlu dihadapi dengan pilihan lainnya jika mereka dapat menggambarkan dampak-dampak yang akan terjadi. Mungkin ada suatu keputusan yang memberi banyak dampak positif bagi perusahaan, tetapi memiliki *hidden cost* yang terlalu banyak. Mungkin ada suatu keputusan yang tidak terlalu membawa keuntungan atau peluang bagi perusahaan, tetapi risiko yang akan dihadapi masih dapat diatasi oleh perusahaan tersebut. Dengan banyaknya skenario yang dihasilkan oleh simulasi Monte Carlo, seorang pemimpin harus mampu menganalisis dan mempertimbangkan output yang diinginkan. Ini yang menjadi implikasi manajerial kedua bagi para pemimpin.

Implikasi yang terakhir yang dapat diambil untuk para pemimpin adalah terampil dalam memprioritaskan sesuatu. Bagi seorang pemimpin yang tugas dan tanggung jawabnya adalah membina, mendelegasi, mengatur, dan melakukan supervisi atas kinerja para pegawai, mereka harus memiliki kemampuan berpikir secara kritis ketika dalam kondisi darurat. Memilih untuk memprioritaskan sesuatu

sudah pasti ada risikonya, tetapi dengan kondisi yang tidak ideal, suatu keputusan harus diambil. Simulasi Monte Carlo memiliki kemampuan untuk mempertimbangkan berbagai variabel dalam suatu permasalahan. Dengan mempelajari simulasi ini, seorang pemimpin akan dilatih untuk memprioritaskan beberapa hal terlebih dahulu karena outputnya akan menguntungkan bagi perusahaan. Bukan berarti seorang pemimpin diperbolehkan untuk mengabaikan faktor-faktor yang kurang penting, tetapi urutan dalam menyelesaikan suatu permasalahan menjadi hal yang krusial apalagi dengan kondisi darurat. Memiliki kemampuan ini menjadi salah satu pembeda seorang pemimpin dengan seorang pegawai dalam suatu perusahaan.

Maka dengan itu, dapat disimpulkan bahwa mempelajari sifat, cara penggunaan, serta kelebihan dan kekurangan simulasi Monte Carlo dapat memberi pembelajaran bagi orang untuk melatih dirinya dalam mengidentifikasi risiko yang dapat terjadi dari suatu permasalahan, menganalisis dan membandingkan berbagai output dari simulasi lalu disesuaikan dengan keinginan dan kemampuan perusahaan, serta memiliki keberanian untuk memprioritaskan beberapa faktor tertentu dalam menyelesaikan suatu permasalahan.

## V.

### **Kesimpulan**

Berdasarkan analisis yang telah dijelaskan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa simulasi Monte Carlo adalah suatu metode yang efektif dan adaptif dalam menangani masalah pengambilan keputusan yang melibatkan ketidakpastian serta kompleksitas berbagai variabel. Teknik ini memberikan sejumlah manfaat yang menjadikannya alat yang berharga dalam berbagai sektor, tetapi juga memiliki batasan yang perlu diperhatikan. Di bawah ini adalah ringkasan dari kesimpulan utama yang dapat diambil dari kajian ini:

1. Simulasi Monte Carlo adalah metode yang efisien untuk membantu pengambilan keputusan di berbagai sektor seperti keuangan, manajemen risiko, kesehatan, dan teknologi. Cara ini telah terbukti memberikan dampak positif dalam menyederhanakan proses pengambilan keputusan yang rumit. Kemampuannya untuk mengatasi variabel yang tidak pasti membuatnya sangat penting di area yang memerlukan prediksi dan analisis risiko. Dalam dunia keuangan, contohnya Monte Carlo diterapkan untuk memprediksi nilai aset. Di sektor kesehatan, metode ini digunakan untuk memodelkan penyebaran penyakit atau menilai efektivitas pengobatan. Dengan kata lain, Monte Carlo berfungsi sebagai pendekatan kuantitatif yang dapat memberikan gambaran proyeksi yang lebih realistis dalam berbagai situasi di kehidupan nyata.

2. Metode ini memanfaatkan cara acak dan pengulangan untuk memodelkan serta meramalkan hasil dari sistem yang kompleks dan memiliki ketidakpastian. Dengan menghasilkan angka acak dan menggunakan pemodelan berbasis probabilitas, simulasi Monte Carlo menciptakan serangkaian hasil yang mungkin, yang mencerminkan dinamika dari sistem yang sedang diteliti. Tahapan ini dilakukan melalui ribuan hingga jutaan iterasi untuk mendapatkan distribusi hasil yang konsisten. Teknik ini sangat berguna dalam memahami perilaku sistem ketika pengaruh variabel tidak dapat ditentukan dengan tepat atau bersifat berubah-ubah. Oleh sebab itu, Monte Carlo tidak hanya berfungsi untuk memprediksi, tetapi juga memberikan landasan untuk menyelidiki sensitivitas dan variasi dalam skenario yang dianalisis.
3. Keunggulan utama dari simulasi Monte Carlo mencakup kemampuannya dalam menggambarkan variasi serta risiko, dan juga kemudahan penggunaannya dengan perangkat lunak sumber terbuka. Salah satu nilai tambah dari metode ini adalah kemampuannya untuk menyajikan data dalam bentuk distribusi hasil, sehingga para pengambil keputusan tidak hanya mendapatkan satu estimasi nilai, tetapi juga dapat melihat spektrum peluang variasi yang mungkin terjadi. Hal ini sangat penting dalam pengelolaan risiko.
4. Simulasi ini berfungsi untuk mengevaluasi risiko, mengelola berbagai skenario, serta menyempurnakan model demi membuat keputusan strategis. Dalam implementasinya, simulasi Monte Carlo sering dimanfaatkan untuk menganalisis berbagai pilihan keputusan berdasarkan distribusi hasil yang dihasilkan. Ini memungkinkan organisasi atau individu untuk tidak hanya menentukan pilihan yang paling menguntungkan, tetapi juga memperhitungkan tingkat risiko yang menyertainya. Di samping itu, teknik ini juga bermanfaat untuk menguji skenario terburuk, sehingga strategi yang dibuat menjadi lebih kuat dan mampu beradaptasi dengan perubahan.
5. Keterbatasan dalam simulasi Monte Carlo termasuk ketergantungan pada data berkualitas tinggi, kebutuhan komputasi besar, dan kesulitan dalam analisis hasil. Tanpa data yang valid, output bisa tidak akurat. Proses simulasi yang berulang juga memerlukan banyak sumber daya, terutama untuk model besar dan kompleks. Selain itu, hasil yang disajikan sering sulit dipahami oleh pengambil keputusan yang tidak berpengalaman. Jadi, bantuan dalam menginterpretasikan atau pelatihan untuk memahami hasil sangat penting.

6. Dengan mengetahui karakteristik, manfaat, dan kelemahan simulasi Monte Carlo, pengguna bisa menyesuaikan penggunaannya sesuai dengan keperluan dan meningkatkan ketepatan serta efektivitasnya dalam proses pengambilan keputusan. Penggunaan Monte Carlo perlu dilakukan dengan mempertimbangkan asumsi, keterbatasan, dan keandalan data yang digunakan. Jika diterapkan dengan bijaksana dan tepat, metode ini dapat berfungsi sebagai alat yang sangat efektif dalam mendukung keputusan strategis yang berdasarkan data. Penyesuaian model terhadap konteks tertentu, verifikasi data, dan analisis hasil secara teliti merupakan faktor penting agar keuntungan dari simulasi ini dapat dimaksimalkan. Dengan demikian, Monte Carlo bukan sekadar metode komputasi, tetapi juga menjadi bagian dari pendekatan yang sistematis dalam pengambilan keputusan yang logis dan terukur.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bankes, S. (1993). Exploratory Modeling for Policy Analysis. *Operations Research*, 41(3). <https://doi.org/10.1287/opre.41.3.435>
- Chan, J. C. C., & Kroese, D. P. (2010). Efficient estimation of large portfolio loss probabilities in t-copula models. *European Journal of Operational Research*, 205(2). <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2010.01.003>
- Fryer, M. J., & Rubinstein, R. Y. (1983). Simulation and the Monte Carlo Method. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 146(1). <https://doi.org/10.2307/2981504>
- Glasserman, P. (2004). Monte Carlo method in financial engineering. In *Quantitative Finance* (Vol. 4, Issue 4). <https://doi.org/10.1080/14697680400008601>
- Koch, K. R. (2018). Monte Carlo methods. *GEM - International Journal on Geomathematics*, 9(1). <https://doi.org/10.1007/s13137-017-0101-z>
- Kroese, D. P., Brereton, T., Taimre, T., & Botev, Z. I. (2014). Why the Monte Carlo method is so important today. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics*, 6(6). <https://doi.org/10.1002/wics.1314>
- Kwak, Y. H., & Ingall, L. (2009). Exploring monte carlo simulation applications for project management. *IEEE Engineering Management Review*, 37(2). <https://doi.org/10.1109/emr.2009.5235458>
- Samis, M., & Davis, G. A. (2014). Using Monte Carlo simulation with DCF and real options risk pricing techniques to analyse a mine financing proposal. *International Journal of Financial Engineering and Risk Management*, 1(3). <https://doi.org/10.1504/ijferm.2014.058765>
- Schervish, M. J., Law, A. M., & Kelton, W. D. (1983). Simulation Modeling and Analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 78(383). <https://doi.org/10.2307/2288169>