

ANALISIS PREDIKSI JUMLAH PENUMPANG KERETA API MENGUNAKAN METODE MONTE CARLO (STUDI KASUS : PT.KAI WILAYAH SUMATERA BARAT)

Tasya Ade Amelia, Ichwanul Muslim Karo Karo

Ilmu Komputer, Universitas Negeri Medan

Jl. W. Iskandar Psr V Medan Esatate Kab. Deli Serdang, Indonesia

Tasyaadeamelia03@gmail.com

ABSTRAK

Transportasi kereta api merupakan salah satu transportasi populer untuk memenuhi kebutuhan mobilitas masyarakat. Namun, sering timbul permasalahan terkait lonjakan jumlah penumpang yang melebihi kapasitas layanan, mengakibatkan ketidaknyamanan dan ketidakpuasan pengguna. Penelitian ini bertujuan memberikan solusi bagi pengelola dalam menghadapi tantangan tersebut, dengan memanfaatkan simulasi Monte Carlo untuk memprediksi tren jumlah penumpang. Tahapan simulasi mencakup pengumpulan data, penentuan distribusi probabilitas, perhitungan distribusi kumulatif, penentuan interval angka acak, pembangkitan bilangan acak, pelaksanaan simulasi, serta evaluasi hasil berdasarkan kecocokan dengan data aktual dan tingkat akurasi prediksi. Analisis dilakukan terhadap data historis penumpang dari 2021-2023, untuk membangun model prediksi yang akurat. Hasil penelitian menunjukkan simulasi Monte Carlo mampu menghasilkan proyeksi penumpang kereta api di Sumatera Barat 2024 dengan keakuratan rata-rata 98% pada tiga tahun sebelumnya. Informasi ini diharapkan menjadi masukan berharga bagi manajemen dalam merencanakan dan mengalokasikan sumber daya secara efektif, mengantisipasi fluktuasi permintaan, serta meningkatkan kualitas layanan. Penelitian ini tidak hanya memberikan kontribusi praktis bagi penyedia layanan kereta api, tetapi juga dapat diadaptasi untuk menyelesaikan tantangan serupa di sektor transportasi lain.

Kata kunci : Transportasi kereta api, Penumpang, Simulasi Monte Carlo, Prediksi, Efisiensi layanan

1. PENDAHULUAN

PT. Kereta Api Indonesia (Persero) merupakan salah satu bagian integral dari sistem transportasi nasional yang memiliki peran penting dalam mobilitas masyarakat. Perusahaan ini berkomitmen untuk menjadi advokat dan mesin pembangunan yang bertujuan meningkatkan kebahagiaan masyarakat. Sebagai perusahaan penyedia layanan transportasi kereta api, PT. Kereta Api Indonesia (Persero) memiliki tanggung jawab untuk menyediakan pelayanan yang berkualitas dan memuaskan bagi para pengguna jasanya. Hal ini didasarkan pada prinsip bahwa setiap warga negara berhak mendapatkan pelayanan yang baik dari lembaga pemerintahan. Hak ini berlaku untuk semua orang, baik mereka yang merupakan anggota suatu organisasi yang dilayani maupun mereka yang bukan anggota organisasi tersebut. Dengan demikian, hak untuk mendapatkan pelayanan yang baik ini bersifat universal dan berlaku untuk siapa saja yang memiliki kepentingan terkait hak tersebut [1].

Simulasi digunakan Melakukan eksperimen dengan model yang mewakili sistem nyata memungkinkan kita untuk mengevaluasi solusi dan memantau perkembangannya dalam jangka waktu tertentu melalui simulasi. Simulasi memungkinkan kita untuk menguji berbagai skenario dan alternatif pemecahan masalah tanpa harus menanggung risiko dan biaya yang terkait dengan menerapkannya langsung pada sistem nyata. Dengan demikian, simulasi menjadi alat yang efektif untuk menganalisis

dan memahami dinamika sistem kompleks sebelum mengimplementasikan solusi di dunia nyata. [2]. Simulasi merupakan alat yang berguna dalam memprediksi keadaan masa depan suatu barang atau situasi tertentu. Simulasi ini digunakan untuk mengimplementasikan perilaku dan model perangkat lunak yang dapat dieksekusi. Dengan menggunakan metode simulasi, kita dapat menganalisis potensi jumlah penumpang di masa depan. Melalui simulasi, keputusan yang tepat dapat dihasilkan dalam waktu singkat [3].

Prediksi merupakan proses ilmiah yang menggunakan informasi yang ada untuk memperkirakan kemungkinan peristiwa di masa mendatang. Dalam proses ini, fakta-fakta yang diperoleh dari masa lampau digunakan sebagai dasar untuk mencari pola dan hubungan yang dapat digunakan dalam membangun model prediksi. Informasi yang relevan dan sesuai dengan kebutuhan dipilih secara cermat untuk memberikan wawasan yang akurat. Melalui analisis yang sistematis dan metode ilmiah, model prediksi matematis atau statistik dikembangkan dan diuji untuk meningkatkan keakuratan. Prediksi memberikan pemahaman yang lebih baik tentang masa depan, membantu dalam pengambilan keputusan dan perencanaan di berbagai bidang [4].

Salah satu metode yang digunakan adalah simulasi Monte Carlo. Simulasi Monte Carlo merupakan jenis simulasi probabilistik yang memanfaatkan sampel proses acak untuk memperoleh

solusi dari permasalahan yang memiliki karakteristik probabilistik. Metode ini menggunakan pembangkitan bilangan acak sebagai dasar untuk melakukan eksperimen dan analisis terhadap sistem yang sedang dipelajari. Dengan pendekatan ini, peneliti dapat mengevaluasi berbagai skenario dan memperkirakan perilaku sistem tanpa harus mengimplementasikannya secara langsung pada sistem nyata. Metode ini banyak digunakan dalam menyelesaikan persoalan yang melibatkan probabilitas, dan hasil probabilitas dari simulasi Monte Carlo dianggap sangat akurat. Contohnya, dalam penelitian ini, Monte Carlo digunakan untuk memprediksi jumlah penumpang dan penjualan kuliner di Radja Minas Padang, serta penjualan produk cat. Dalam kedua kasus tersebut, simulasi Monte Carlo memberikan hasil prediksi dengan akurasi yang baik, yaitu 92,66% dan 89% secara berturut-turut [5].

Metode Monte Carlo didasarkan pada konsep pemecahan masalah di mana hasil yang akurat dapat dicapai dengan memberikan nilai acak untuk meningkatkan presisi). Keuntungan metode ini adalah kemudahan pemahaman dan intuitif sebagai metode yang termasuk dalam uji statistik. Metode ini juga menggunakan komputasi untuk mengidentifikasi dan mengatasi masalah seperti dampak risiko dan ketidakpastian dalam model prediksi di berbagai bidang seperti manajemen proyek, keuangan, dan pengambilan Keputusan [6]. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memprediksi jumlah penumpang dan penjualan yang akan dijadikan rekomendasi dalam pengembangan strategi manajemen.

2. TINJAUAN PUSTAKA

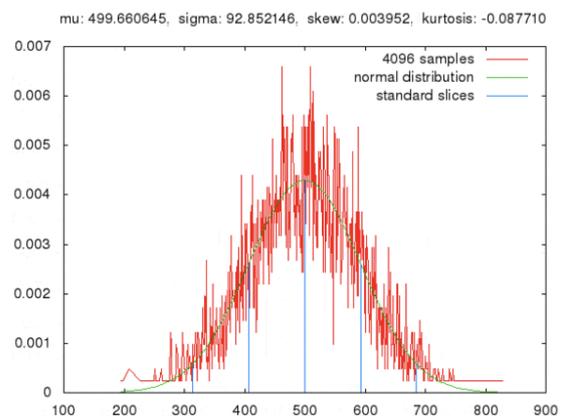
2.1. Penelitian Terdahulu

Menurut Ahmad Muhazir dalam penelitiannya berjudul “Penerapan Metode Monte Carlo Dalam Memprediksi Jumlah Penumpang Kereta Api (Studi Kasus : PT.KAI Wilayah Sumatera)” Penelitian ini bertujuan untuk memprediksi jumlah penumpang kereta api di masa mendatang menggunakan metode Monte Carlo, dilatarbelakangi oleh adanya lonjakan penumpang pada waktu-waktu tertentu yang tidak diimbangi dengan kesiapan PT. KAI dalam menyediakan layanan yang memadai, mengakibatkan banyak penumpang tidak dapat naik dan memberikan citra negatif terhadap layanan transportasi kereta api. Penelitian ini menggunakan data jumlah penumpang tahun 2017-2019 dari BPS, dan hasil menunjukkan prediksi jumlah penumpang dengan tingkat akurasi rata-rata 98%, informasi ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi PT. KAI wilayah Sumatera untuk mengambil tindakan dan kebijakan dalam meningkatkan kualitas layanan, seperti menyediakan jumlah gerbong sesuai prediksi, sehingga metode Monte Carlo terbukti efektif untuk memprediksi jumlah penumpang demi peningkatan layanan transportasi kereta api [1].

Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Anggraini membahas tentang prediksi peningkatan jumlah

pelanggan pada CV. Tomi Advertising. Untuk mengatasi masalah ini, peneliti menggunakan metode simulasi Monte Carlo dengan memanfaatkan data jumlah pelanggan dari Januari 2018 hingga Desember 2020. Selain itu, pengolahan data jumlah pelanggan juga diaplikasikan ke dalam sistem dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP. Hasil simulasi menunjukkan rata-rata peningkatan jumlah pelanggan sebesar 72%, informasi ini diharapkan dapat membantu pihak manajemen dalam mengambil keputusan untuk mengembangkan bisnis. Kesimpulan dari penelitian ini adalah metode simulasi Monte Carlo terbukti efektif untuk memprediksi peningkatan jumlah pelanggan pada CV. Tomi Advertising [7].

2.2. Metode Monte Carlo



Gambar 1. Perkiraan distribusi normal dengan metode monte carlo

Metode simulasi Monte Carlo adalah pendekatan statistik yang menggunakan bilangan acak dan konsep probabilitas untuk memecahkan masalah-masalah kuantitatif. Sifat dasar metode ini adalah stokastik, artinya menggunakan bilangan acak (random number) dan peluang dalam mengidentifikasi permasalahan. Metode ini efektif untuk menyelesaikan masalah-masalah kuantitatif secara nyata (fisik). Bilangan acak yang digunakan dalam simulasi dapat dikembangkan dengan pola-pola atau nilai-nilai tertentu, sehingga sulit untuk diprediksi. Jumlah bilangan acak yang digunakan akan mempengaruhi tingkat akurasi prediksi yang dihasilkan oleh metode simulasi Monte Carlo[8].

2.2.1. Menetapkan Distribusi Probabilitas

Model simulasi Monte Carlo di dasarkan pada probabilitas yang diperoleh data historis sebuah kejadian dan frekuensinya, dimana:

$$P_i = f_i/n \tag{1}$$

- P_i = Probabilitas kejadian i
- f_i = Frekuensi kejadian i
- n = Jumlah frekuensi semua kejadian

2.2.2. Membangkitkan Bilangan Acak

Pembangkitan bilangan acak menggunakan perhitungan LCG (Linear Congruential Generator), dengan menetapkan nilai a, m, dan c.

$$Z_{i+1} = (a * Z_i + c) \text{ mod } m \tag{2}$$

Dimana :

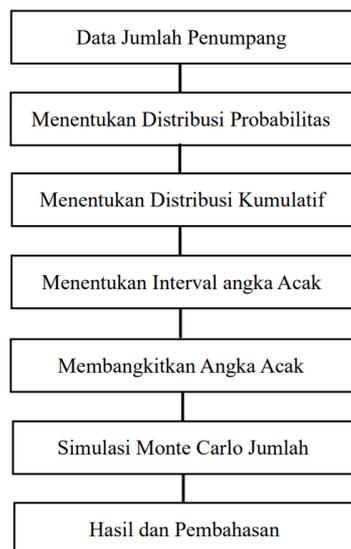
- Z_i = bilangan acak ke-i dalam barisan tersebut
- Z_{i-1} = bilangan acak sebelumnya
- a = faktor pengali
- c = increment
- m = modulus yang digunakan

Dengan syarat $a, c < M, Z_0 > 0$. Dalam pembangkitan bilangan acak, terdapat rumus dengan variabel-variabel berikut: Z_i , yang merupakan bilangan awal yang telah ditentukan; a, yang merupakan konstanta perkalian; c, yang merupakan konstanta penambahan; Mod, yang merupakan modulus; dan m, yang merupakan batasan nilai bilangan acak yang akan dibangkitkan [9].

2.3. Google Colaboratory

Google Colaboratory adalah layanan cloud komputasi yang menyediakan layanan komputasi GPU gratis selama 12 jam, memungkinkan pengguna yang memiliki keterbatasan perangkat untuk melakukan komputasi machine learning dan deep learning tanpa harus menyediakan perangkat keras sendiri [10].

3. METODE PENELITIAN



Gambar 2. Tahapan simulasi metode monte carlo

Metodologi penelitian yang digunakan dalam studi ini mencakup beberapa langkah terstruktur untuk memecahkan permasalahan yang ada. Langkah-langkah ini menunjukkan adanya kerangka penelitian yang terorganisir secara sistematis. Kerangka ini menggambarkan tahapan-tahapan yang diterapkan untuk menyelesaikan masalah yang sedang dibahas.

Melalui struktur penelitian yang terdefinisi dengan baik, peneliti dapat mengikuti alur yang jelas dalam upaya memecahkan permasalahan yang menjadi fokus kajian. Dengan demikian, metode penelitian ini memberikan gambaran yang jelas tentang alur dan proses yang akan dilalui dalam upaya mencari solusi terkait isu yang diangkat. Melalui pendekatan yang sistematis ini, diharapkan penelitian dapat berjalan dengan baik dan menghasilkan temuan yang akurat dan dapat diandalkan.

Pada Gambar 1 menggambarkan tahapan-tahapan dari pemodelan dan simulasi Monte Carlo. Di bawah ini adalah penjelasan mengenai tahapan-tahapan Monte Carlo:

3.1. Data Jumlah Penumpang Kereta Api

Data yang digunakan dalam memprediksi adalah data jumlah penumpang kereta api dari Januari 2021 hingga Desember 2023, yang dapat diakses melalui laman resmi Badan Pusat Statistik Indonesia (<https://www.bps.go.id/>). Sebagai lembaga penyedia data statistik yang berkualitas untuk kemajuan Indonesia, BPS memiliki berbagai informasi, produk, dan layanan yang dapat dimanfaatkan untuk mendukung kebutuhan analisis dan perencanaan, termasuk data terkait transportasi.

3.2. Distribusi Probabilitas Jumlah Penumpang Kereta Api

Distribusi probabilitas adalah distribusi yang menggambarkan probabilitas sekumpulan variabel sebagai proksi frekuensi. Distribusi probabilitas ditentukan setiap bulan untuk setiap jumlah penumpang. Fungsi distribusi probabilitas adalah untuk menghitung probabilitas setiap jumlah pelanggan. Rumus yang digunakan adalah dengan membagi frekuensi suatu jumlah pelanggan dengan total jumlah pelanggan. Dengan demikian, distribusi probabilitas dapat menunjukkan peluang atau kemungkinan dari setiap jumlah pelanggan yang terjadi setiap bulannya.

3.3. Distribusi Kumulatif Jumlah Penumpang Kereta Api

Distribusi kumulatif digunakan untuk menentukan interval dan menghasilkan angka acak. Jika distribusi kumulatif frekuensi pertama sama dengan distribusi probabilitas frekuensi pertama. Untuk distribusi kumulatif berikut, distribusi kumulatif sebelumnya ditambahkan ke distribusi probabilitas frekuensi [11].

3.4. Interval Angka Acak Jumlah Penumpang Kereta Api

Metode simulasi yang digunakan untuk menentukan jumlah penumpang kereta api adalah dengan membangkitkan bilangan acak menggunakan perhitungan Linear Congruential Generator (LCG). Dalam metode LCG, terdapat beberapa parameter yang ditetapkan, seperti nilai awal, konstanta perkalian,

konstanta penambahan, dan batasan nilai bilangan acak. Proses pembangkitan bilangan acak dilakukan dengan mengoperasikan nilai-nilai parameter tersebut menggunakan rumus tertentu, dan hasil akhirnya akan menjadi bilangan acak baru yang mewakili jumlah penumpang kereta api.

3.5. Bilangan Acak

Pada tahapan "Bilangan Acak", dilakukan pembangkitan sebanyak 12 bilangan acak. Bilangan acak ini digunakan sebagai input dalam proses simulasi Monte Carlo untuk memprediksi jumlah penumpang kereta api. Dalam simulasi ini, bilangan acak tersebut dapat mempengaruhi variasi dan variasi hasil prediksi. Penggunaan bilangan acak yang dibangkitkan melalui distribusi kumulatif memungkinkan simulasi untuk mewakili berbagai skenario yang mungkin terjadi dalam fluktuasi jumlah penumpang kereta api [12].

3.6. Simulasi Monte Carlo Jumlah Penumpang Kereta Api

Selanjutnya, pada tahapan "Simulasi Monte Carlo Jumlah Penumpang Kereta Api", dilakukan proses simulasi Monte Carlo yang menggunakan bilangan acak yang telah dibangkitkan sebelumnya. Simulasi ini bertujuan untuk memodelkan variasi dan ketidakpastian dalam jumlah penumpang kereta api. Dengan menggunakan distribusi probabilitas dan distribusi kumulatif yang telah ditentukan sebelumnya, simulasi Monte Carlo dapat menghasilkan berbagai skenario atau prediksi jumlah penumpang yang mungkin terjadi.

3.7. Hasil Simulasi Monte Carlo

Hasil dari simulasi Monte Carlo dievaluasi berdasarkan kecocokan dengan data yang ada dan tingkat akurasi prediksi. Hasil ini dapat memberikan informasi tentang sejauh mana prediksi jumlah penumpang kereta api dapat dipercaya dan berguna dalam pengambilan keputusan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode Monte Carlo digunakan sebagai alat simulasi untuk memperkirakan jumlah penumpang tahunan dengan mengikuti prosedur penelitian yang telah ditetapkan. Data yang digunakan dalam prediksi jumlah penumpang dari tahun 2021 hingga 2023. Dengan memanfaatkan metode Monte Carlo, kita dapat menghasilkan skenario-skenario yang mungkin terjadi berdasarkan variasi yang ada dalam data tersebut.

Tabel 1. Data jumlah penumpang

Bulan	Penumpang (Orang/Person)		
	2021	2022	2023
Januari	90609	95662	113198
Februari	77977	98012	98458
Maret	84770	99012	115987
April	92052	109144	132545
Mei	100888	121982	95221
Juni	80273	149549	172538

Bulan	Penumpang (Orang/Person)		
	2021	2022	2023
Juli	103906	114412	140771
Agustus	81720	107015	103608
September	81861	116717	100762
Oktober	87709	111557	110187
November	88471	111250	116531
Desember	118000	154859	175128
Tahunan	1088236	1389171	1474934

Tabel 1 berisi data jumlah penumpang per bulan dari Januari hingga Desember, dengan data yang mencakup tahun 2021, 2022, dan 2023. Data tahun 2021 digunakan dalam simulasi menggunakan metode Monte Carlo untuk memprediksi jumlah penumpang untuk tahun 2022 dan seterusnya. Selanjutnya, dilakukan perhitungan distribusi probabilitas dan nilai probabilitas data tahun 2022 berdasarkan data yang tercantum dalam Tabel 1, menggunakan rumus yang diberikan dalam Persamaan (1) yang terdapat dalam Tabel 2.

Tabel 2. Distribusi probabilitas jumlah penumpang

Bulan	Penumpang (Org.)	Probabilitas
Januari	90609	0,08
Februari	77977	0,07
Maret	84770	0,08
April	92052	0,08
Mei	100888	0,09
Juni	80273	0,07
Juli	103906	0,10
Agustus	81720	0,08
September	81861	0,08
Oktober	87709	0,08
November	88471	0,08
Desember	118000	0,11
Total	1088236	1,00

Tabel 2 berisi Perhitungan distribusi probabilitas dilakukan dengan membagi total jumlah penumpang per bulan dengan total jumlah penumpang per tahun. Selanjutnya, dilakukan perhitungan distribusi kumulatif dengan menjumlahkan nilai distribusi kumulatif sebelumnya dengan nilai distribusi probabilitas untuk setiap variabel.

Tabel 3. Distribusi kumulatif pada data 2021

Bulan	Penumpang (Org.)	Distribusi Kumulatif
Januari	90609	0,08
Februari	77977	0,15
Maret	84770	0,23
April	92052	0,32
Mei	100888	0,41
Juni	80273	0,48
Juli	103906	0,58
Agustus	81720	0,65
September	81861	0,73
Oktober	87709	0,81
November	88471	0,89
Desember	118000	1,00
Total	1088236	

Berdasarkan Tabel 3, distribusi kumulatif pada bulan Januari dihitung berdasarkan nilai distribusi probabilitas pada bulan Januari itu sendiri. Distribusi kumulatif pada bulan Februari diperoleh dengan menjumlahkan distribusi kumulatif bulan Januari dengan distribusi probabilitas bulan Februari. Proses ini dilanjutkan dari bulan Maret hingga Desember dengan cara yang sama. Untuk menentukan interval angka acak, digunakan nilai distribusi probabilitas kumulatif dari tahap sebelumnya.

Tabel 4. Interval angka acak pada data 2022

Bulan	Jumlah Penumpang (Org.)	Int. Acak
Januari	90609	00-08
Februari	77977	09-15
Maret	84770	16-23
April	92052	24-32
Mei	100888	33-41
Juni	80273	42-48
Juli	103906	49-58
Agustus	81720	59-65
September	81861	66-73
Oktober	87709	74-81
November	88471	82-89
Desember	118000	90-100
Total	1088236	

Tabel 4 berisi penentuan interval angka acak yang dilakukan dalam proses ini. Tabel menampilkan data jumlah penumpang bulanan pada tahun 2022, serta interval angka acak yang ditetapkan untuk masing-masing bulan. Setiap bulan memiliki rentang angka acak yang berbeda, dengan Januari memiliki interval 00-08, Februari 09-15, Maret 16-23, dan seterusnya hingga Desember yang memiliki interval 90-100. Dengan pembagian interval angka acak ini, diharapkan proses seleksi sampel secara acak dari data jumlah penumpang bulanan dapat dilakukan dengan tepat dan proporsional, sehingga menghasilkan data sampel yang representatif dari keseluruhan data.

Tabel 5. Pembangkitan bilangan acak

Bulan	Ji	(y*Ji+z)	Ji+1 = (y*Ji+z) mod m
Januari	85	175	77
Februari	77	159	61
Maret	61	127	29
April	29	63	63
Mei	63	131	33
Juni	33	71	71
Juli	71	147	49
Agustus	49	103	5
September	5	15	15
Oktober	15	35	35
November	35	75	75
Desember	75	155	57

Tabel 5 menyajikan daftar bilangan acak yang dibangkitkan melalui proses simulasi. Nilai-nilai input yang digunakan dalam pembangkitan acak ini adalah

$y=2, z=5, Ji=85,$ dan $m=98,$ dengan ketentuan bahwa y dan z harus lebih kecil dari $m,$ serta Ji harus lebih besar dari $0.$ Bilangan-bilangan acak ini digunakan untuk mewakili perkiraan jumlah penumpang kereta api, dengan perhitungan yang sesuai.

- J01 = (2 . 85+5) mod 98 = 77
- J02 = (2 . 77+5) mod 98 = 61
- J03 = (2 . 61+5) mod 98 = 29
- J04 = (2 . 29+5) mod 98 = 63
- J05 = (2 . 63+5) mod 98 = 33
- J06 = (2 . 33+5) mod 98 = 71
- J07 = (2 . 71+5) mod 98 = 49
- J08 = (2 . 49+5) mod 98 = 5
- J09 = (2 . 5+5) mod 98 = 15
- J010 = (2 . 15+5) mod 98 = 35
- J011 = (2 . 35+5) mod 98 = 75
- J012 = (2 . 75+5) mod 98 = 57

Berdasarkan perhitungan ini didapatlah bahwa angka acak sebanyak 12. Daftar angka acak yang dihasilkan adalah 77, 61, 29, 63, 33, 71, 49, 5, 15, 35, 75, dan 57.

Percobaan Simulasi Data 2021

$$TA = \frac{TRD}{TDT} \times 100\% = \frac{106857}{1088236} \times 100 = 98.19\%$$

Percobaan Simulasi Data 2022

$$TA = \frac{TRD}{TDT} \times 100\% = \frac{1388662}{1389171} \times 100 = 99,96\%$$

Percobaan Simulasi Data 2023

$$TA = \frac{TRD}{TDT} \times 100\% = \frac{1458291}{1474934} \times 100 = 98.87\%$$

Tabel 6. Hasil dan simulasi tahun 2021

Bulan	2021 (Orang)	
	Data Real	Simulasi
Januari	90609	83394
Februari	77977	80384
Maret	84770	87956
April	92052	83297
Mei	100888	102490
Juni	80273	75062
Juli	103906	103814
Agustus	81720	82853
September	81861	76212
Oktober	87709	95293
November	88471	89717
Desember	118000	108101
Total	1088236	1068573
Akurasi	98,19%	

Tabel 6 ini membandingkan data riil jumlah penumpang kereta api tahun 2021 dengan hasil simulasi. Secara keseluruhan, simulasi mampu memperkirakan total penumpang dengan akurasi 98,19%.

Tabel 7. Hasil dan simulasi tahun 2022

Bulan	2022 (Orang)	
	Data Real	Simulasi
Januari	95662	91118
Februari	98012	92397
Maret	99012	98682
April	109144	105435
Mei	121982	123596
Juni	149549	140260
Juli	114412	124414
Agustus	107015	106409
September	116717	112111
Oktober	111557	117654
November	111250	122096
Desember	154859	145912
Total	1389171	1388662
Akurasi	99,96%	

Tabel 7 ini membandingkan data riil jumlah penumpang kereta api tahun 2022 dengan hasil simulasi. Secara keseluruhan, simulasi mampu memperkirakan total penumpang dengan akurasi yang sangat tinggi, yaitu 99,96%. Hal ini menunjukkan metode simulasi yang digunakan dapat diandalkan sebagai alat prediksi jumlah penumpang yang sangat efektif.

Tabel 8. Hasil dan simulasi tahun 2023

Bulan	2021 (Orang)	
	Data Real	Simulasi
Januari	113198	110550
Februari	98458	89493
Maret	115987	110660
April	132545	137706
Mei	95221	90896
Juni	172538	172293
Juli	140771	148145
Agustus	103608	104509
September	100762	109089
Oktober	110187	120478
November	116531	105272
Desember	175128	159200
Total	1474934	1458291
Akurasi	99,87%	

Tabel 8 ini membandingkan data riil jumlah penumpang kereta api tahun 2023 dengan hasil simulasi. Secara keseluruhan, simulasi mampu memperkirakan total penumpang dengan akurasi yang sangat tinggi, yaitu 99,37%. Hal ini menunjukkan metode simulasi yang digunakan dapat diandalkan sebagai alat prediksi jumlah penumpang yang sangat efektif.

Pada tahun 2021, jumlah penumpang sebenarnya mencapai 90609 orang, sedangkan melalui simulasi metode Monte Carlo, jumlah penumpang diperkirakan sekitar 83394 orang. Pada tahun 2022, jumlah penumpang meningkat menjadi 95662 orang secara aktual dan sekitar 91118 orang melalui simulasi. Kemudian, pada tahun 2022, jumlah penumpang mencapai 113198 orang secara aktual dan sekitar 110550 orang melalui simulasi.

Selain itu, akurasi simulasi juga diperhitungkan dalam analisis ini. Tabel tersebut menunjukkan tingkat kecocokan antara data aktual dan hasil simulasi dengan metode Monte Carlo. Akurasi simulasi pada tahun 2021 mencapai 98,19%, pada tahun 2022 mencapai 99,96%, dan pada tahun 2023 mencapai 98,87%.

Tabel 9. Hasil dan simulasi tahun 2024

Tahun 2024		
Bulan	Angka Acak	Hasil Simulasi
Januari	77	110595
Februari	61	92905
Maret	29	119990
April	63	138529
Mei	33	92287
Juni	71	159514
Juli	49	147892
Agustus	5	101540
September	15	105596
Oktober	35	101467
November	75	118149
Desember	57	163610

Pada hasil penelitian ini memperlihatkan data hasil simulasi jumlah penumpang kereta api di wilayah Sumatera Barat untuk tahun 2024 dengan menggunakan metode Monte Carlo. Kolom "Angka Acak" menunjukkan nilai-nilai random yang dibangkitkan, sedangkan kolom "Hasil Simulasi" menampilkan estimasi jumlah penumpang yang diperoleh dengan menerapkan angka-angka acak tersebut pada data historis. Hasil ini dapat menjadi referensi bagi pihak terkait dalam perencanaan dan pengambilan keputusan yang lebih baik.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis prakiraan jumlah penumpang kereta api di Sumatera Barat menggunakan metode simulasi Monte Carlo untuk periode 2021-2023, dapat disimpulkan bahwa metode ini memberikan perkiraan yang sangat akurat. Pada tahun 2021, hasil simulasi menunjukkan akurasi 98,19% dibandingkan data aktual. Di tahun 2022, akurasi simulasi meningkat menjadi 99,96%. Kemudian pada tahun 2023, akurasi tetap tinggi yaitu 98,87%. Dengan tingkat akurasi yang sangat baik pada 3 tahun sebelumnya, metode Monte Carlo selanjutnya digunakan untuk memperkirakan jumlah penumpang kereta api di Sumatera Barat pada tahun 2024. Meskipun hasil simulasi tidak dapat sepenuhnya mewakili kondisi nyata yang akan terjadi, Analisis ini dapat memberikan gambaran yang lebih baik akan potensi perubahan dan fluktuasi jumlah penumpang di masa depan. Informasi ini dapat menjadi referensi berharga bagi pihak terkait dalam melakukan perencanaan dan pengambilan keputusan yang lebih tepat mengenai jumlah penumpang kereta api di Sumatera Barat pada tahun 2024.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Muhazir, "Penerapan Metode Monte Carlo Dalam Memprediksi Jumlah Penumpang Kereta Api (Studi Kasus : Pt.Kai Wilayah Sumatra)," *J. Sci. Soc. Res.*, vol. 5, no. 1, p. 151, 2022, doi: 10.54314/jssr.v5i1.825.
- [2] M. Ihksan, S. Defit, and Y. Yunus, "Monte Carlo Simulation in Predicting the Level of Culinary Sales Revenue (Case Study at Radja Minas Padang)," *J. Inform. Ekon. Bisnis*, vol. 3, pp. 8–11, 2021, doi: 10.37034/infv3i1.63.
- [3] E. Frinosta, S. Defit, and Sumijan, "Optimalisasi Penggunaan Anggaran dalam Menunjang Proses Tri Darma Pendidikan pada Perguruan Tinggi," *J. Inform. Ekon. Bisnis*, vol. 3, pp. 83–88, 2021, doi: 10.37034/infv3i3.78.
- [4] P. Mei Sedi, I. Hartami Santi, and Z. Wulansari, "Prediksi Jumlah Permintaan Besi Di Toko Besi Lancar Menggunakan Simulasi Metode Monte Carlo," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 7, no. 2, pp. 1076–1081, 2023, doi: 10.36040/jati.v7i2.6683.
- [5] J. Santony, "Simulasi Penjadwalan Proyek Pembangunan Jembatan Gantung dengan Metode Monte Carlo," *J. Inf. Teknol.*, vol. 2, pp. 36–42, 2020, doi: 10.37034/jidt.v2i1.34.
- [6] R. Prawita, S. Sumijan, and G. W. Nurcahyo, "Simulasi Metode Monte Carlo dalam Menjaga Persediaan Alat Tulis Kantor (Studi Kasus di IAIN Batusangkar)," *J. Inform. Ekon. Bisnis*, vol. 3, pp. 72–77, 2020, doi: 10.37034/infv3i2.69.
- [7] S. D. Anggraini and G. W. Nurcahyo, "Prediksi Peningkatan Jumlah Pelanggan dengan Simulasi Monte Carlo," *J. Inform. Ekon. Bisnis*, vol. 3, pp. 95–100, 2021, doi: 10.37034/infv3i3.92.
- [8] M. Thoriq, A. E. Syaputra, and Y. S. Eirlangga, "Model Simulasi untuk Memperkirakan Tingkat Penjualan Garam Menggunakan Metode Monte Carlo," *J. Inf. dan Teknol.*, vol. 4, no. 4, pp. 242–246, 2022, doi: 10.37034/jidt.v4i4.244.
- [9] D. C. Dewi, S. Sumijan, and G. W. Nurcahyo, "Simulasi Monte Carlo dalam Mengidentifikasi Peningkatan Penjualan Tanaman Mawar (Studi Kasus di Toko Bunga 5 Bersaudara Kota Solok)," *J. Inform. Ekon. Bisnis*, vol. 3, pp. 60–65, 2020, doi: 10.37034/infv3i2.67.
- [10] I. G. Perwati, N. Suarna, and T. Suprpti, "ANALISIS KLASIFIKASI GAMBAR BUNGA LILY MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK (CNN) DALAM PENGOLAHAN CITRA," vol. 8, no. 3, pp. 2908–2915, 2024.
- [11] H. Prasetya, I. Hartami Santi, and Y. Primasari, "Implementasi Algoritma Monte Carlo Untuk Prediksi Jumlah Antrian Cuci Mobil Dan Motor," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 7, no. 5, pp. 3433–3440, 2024, doi: 10.36040/jati.v7i5.7653.
- [12] M. V. Siagian and A. Karim, "OTOMATRIKS: Pengembangan Model Pembangkitan Bilangan Acak Dalam Pembuatan Soal Matriks Secara Otomatis," *J. Inf. Syst. Res.*, vol. 4, no. 1, pp. 127–131, 2022, doi: 10.47065/josh.v4i1.2280.