

## Simulasi Monte Carlo dalam Memprediksi Tingkat Lonjakan Penumpang

Dina Mardiaty<sup>1</sup>✉

<sup>1</sup>Universitas Putra Indonesia YPTK Padang

[dinamardiaty7@gmail.com](mailto:dinamardiaty7@gmail.com)

### Abstract

PT. Tri Arga Travel is a company engaged in transportation services. The company really prioritizes the quality of service to consumers. So that on holidays there is usually a surge in passengers that cannot be predicted by the company. This greatly affects service to passengers. The purpose of this research is to predict the surge rate of PT. Tri Arga Travel, making it easier for the leadership of PT. Tri Arga Travel to take a policy when there is a surge in passengers in the future. The data used in this study is data on the number of passengers in 2017, 2018, and 2019 with the aim of padang-perawang. Then, the data is processed using the Monte Carlo method. The Monte Carlo method is a simulation method that uses random numbers obtained from the Linear Congruential Generator (LCG) to predict the rate of passenger spike in the following year by utilizing the previous year's passenger data. The results obtained from testing the Monte Carlo simulation can be seen that in July it is predicted that there will be a surge in passengers with an average level of accuracy of 86.74%. With a fairly high level of accuracy, the application of the Monte Carlo method can be used as a recommendation to predict the level of passenger spikes and also help in improving services to prospective passengers of PT. Tri Arga Travel.

Keywords: Modeling and Simulation, Monte Carlo, Prediction, Passengers, Transportation.

### Abstrak

PT. Tri Arga Travel merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang jasa transportasi. Perusahaan sangat mengutamakan mutu pelayanan terhadap konsumen. Sehingga pada hari libur biasanya terjadi lonjakan penumpang yang tidak bisa di prediksi oleh perusahaan. Hal tersebut sangat mempengaruhi pelayanan terhadap penumpang. Tujuan dari penelitian ini untuk memprediksi tingkat lonjak penumpang PT. Tri Arga Travel sehingga memudahkan pihak pimpinan PT. Tri Arga Travel dalam mengambil suatu kebijakan ketika terjadi lonjakan penumpang di waktu yang akan datang. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data jumlah penumpang pada tahun 2017, 2018, dan 2019 dengan tujuan padang-perawang. Kemudian, data tersebut diolah dengan menggunakan metode Monte Carlo. Metode Monte Carlo merupakan metode simulasi yang menggunakan angka acak yang diperoleh dari *Linear Congruential Generator* (LCG) untuk prediksi tingkat lonjakan penumpang tahun berikutnya dengan memanfaatkan data jumlah penumpang tahun sebelumnya. Hasil yang diperoleh dari pengujian terhadap simulasi Monte Carlo maka dapat diketahui pada bulan juli diprediksi akan terjadi lonjakan penumpang dengan rata-rata tingkat akurasi 86,74%. Dengan tingkat akurasi yang cukup tinggi, penerapan metode Monte Carlo bisa dijadikan rekomendasi untuk memprediksi tingkat lonjakan penumpang dan juga membantu dalam meningkatkan pelayanan terhadap calon penumpang PT. Tri Arga Travel.

Kata kunci: Pemodelan dan Simulasi, Monte Carlo, Prediksi, Penumpang, Transportasi.

© 2020 INFEB

### 1. Pendahuluan

PT. Tri Arga Travel merupakan perusahaan yang bergerak dibidang jasa transportasi. Perusahaan ini sangat mengutamakan mutu pelayanan terhadap penumpang. Sehingga, pada hari besar dibutuhkan perhatian lebih terhadap perkembangan jumlah penumpang yang tidak dapat di prediksi oleh perusahaan. Hal tersebut sangat mempengaruhi pelayanan terhadap penumpang dan juga menuntut perusahaan untuk melakukan pengendalian persediaan armada transportasi dengan baik. Tujuan dari penelitian adalah memprediksi tingkat lonjakan penumpang dimasa mendatang, dengan melihat hasil simulasi. Sehingga, diharapkan dapat membantu perusahaan

dalam mengambil keputusan ketika terjadi lonjakan penumpang. Data yang digunakan dalam penelitian adalah jumlah data penumpang dari tahun 2017 sampai tahun 2019. Selanjutnya, data tersebut dilakukan pemodelan dan simulasi menggunakan metode Monte Carlo.

Pemodelan dan simulasi merupakan alat uji coba untuk mendukung pengambilan keputusan dengan memperoleh alternatif terbaik dalam penyelesaian masalah dengan memanfaatkan data masa lalu [1]. Pemodelan dan simulasi dikembangkan dalam berbagai bentuk aspek sehingga yang paling relevan dengan diskusi dijelaskan dalam konteks siklus hidup proyek atau studi pemodelan dan simulasi [2]. Model ialah

suatu deskripsi atau analogi dengan tujuan membantu dalam penggambaran sesuatu hal yang belum bisa diamati secara langsung. Dan juga model didefinisikan sebagai representasi dari situasi yang aktual dan juga menjadi titik dari suatu permasalahan [3]. Simulasi adalah teknik pemodelan dalam menangkap sebuah keadaan melalui suatu hubungan sebab akibat sehingga memperoleh gambaran yang hampir sama dengan keadaan sytem sebenarnya [4].

Metode Monte Carlo merupakan metode numerik yang dideskripsikan sebagai metode statistik yang biasanya digunakan dalam memecahkan suatu permasalahan yang berkenaan dengan ketidakpastian [5]. Metode Monte Carlo menggunakan sampling acak yang berulang dalam mensimulasikan data untuk model matematika dan juga melakukan evaluasi terhadap hasilnya [6]. Bilangan acak yang di olah kemudian divalidasikan dengan menggunakan data *real* untuk memastikan dengan kondisi yang sebenarnya [7].

Simulasi Monte Carlo merupakan metode yang digunakan untuk menganalisa, memecahkan dan mengoptimalkan dari berbagai masalah dengan melibatkan bilangan acak untuk simulasi [8]. Dengan memanfaatkan Ms. Excel maka simulasi Monte Carlo dapat dibangun dengan cepat [9].

Simulasi Monte Carlo dapat digunakan untuk berbagai bidang, contohnya penelitian tentang mendeteksi kemacetan lalu lintas dengan mengubah citra RGB menjadi citra biner dengan menerapkan algoritma Monte Carlo [10]. Selanjutnya, Monte Carlo digunakan dalam menyelidiki sifat magnetik dari Mn Bi dengan melakukan analisa terhadap efek dari jumlah lapisan pada sifat magnetik senyawa Mn Bi [11]. Kemudian, penelitian Monte Carlo juga dapat mengukur risiko kerugian petani jagung dengan menggunakan 2 ukuran yakni *Value at Risk* (Var) dan *Expected Shortfall* (ES) dengan menggunakan data sekunder, sehingga diperoleh nilai risiko melebihi nilai VaR sebesar 8.5472% dari investasi produksi jagung selama satu bulan ke depan [12]. Penelitian terdahulu lainnya Monte Carlo digunakan untuk meningkatkan simulasi *cloud* menggunakan metode Monte Carlo [13].

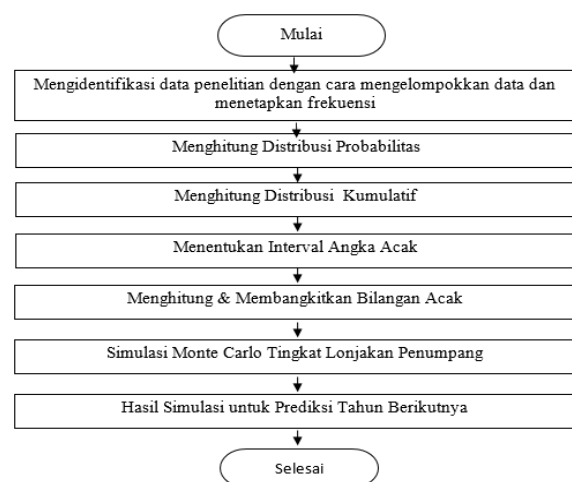
Prediksi merupakan proses untuk memperkirakan kemungkinan yang akan terjadi di masa mendatang berdasarkan fakta yang diperoleh dari masa lau dengan tujuan untuk memperkecil peluang terjadinya kesalahan [14]. Fakta yang digunakan merupakan suatu informasi yang relevan dan sesuai dengan kebutuhan untuk mencari sebuah model dan pola yang dapat memberi kemudahan dalam melakukan prediksi [15].

## 2. Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode Monte Carlo. Metode Monte Carlo digunakan untuk memprediksi tingkat lonjakan penumpang pada PT. Tri Arga Travel. Berikut ini adalah tahapan pengolahan data dengan menggunakan metode Monte Carlo yaitu:

- Mengidentifikasi data dengan cara melakukan pengelompokkan data dan menetapkan frekuensi.
- Menghitung distribusi probabilitas  
Distribusi probabilitas adalah distribusi yang menggambarkan probabilitas dari sekumpulan variabel yang menggantikan frekuensi. Untuk menghitung distribusi probabilitas harus menggunakan rumus yang ditetapkan.
- Menghitung distribusi kumulatif  
Distribusi kumulatif digunakan sebagai dasar pengelompokkan rentang interval dan bilangan acak.
- Menentukan interval bilangan acak untuk setiap variabel yang digunakan sebagai penetapan perbandingan dari interval yang telah ditetapkan.
- Membangkitkan bilangan acak (*Generating Random Numbers*) yaitu dengan menghitung angka acak dengan rumus yang telah ditetapkan. Jadi untuk simulasi pada penelitian ini terdapat 12 bilangan acak.
- Simulasi *Monte Carlo* Tingkat Lonjakan Penumpang  
Melihat proses dari simulasi *Monte Carlo* untuk mengetahui prediksi tingkat lonjakan penumpang
- Hasil simulasi untuk prediksi tahun berikutnya yaitu tahun 2020.

Pengolahan data dengan metode Monte Carlo digambarkan dalam bentuk *flowchart* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Flowchart Tahapan Analisa Simulasi Monte Carlo

## 3. Hasil dan Pembahasan

Data jumlah penumpang yang diperoleh dari PT. Tri Arga Travel adalah data tahun 2017, 2018, dan 2019. Untuk memperoleh hasil simulasi, maka harus melalui beberapa tahapan yakni:

- Pengelompokkan Data dan Menetapkan Frekuensi

Data yang digunakan adalah untuk prediksi tingkat lonjakan penumpang adalah data jumlah penumpang tahun 2017, 2018, 2019.

Tabel 1. Tabel Pengelompokan Data dan Frekuensi

Bulan	Frekuensi Tahun 2017	Frekuensi Tahun 2018	Frekuensi Tahun 2019
January	490	581	683
February	395	465	504
March	401	509	586
April	444	473	553
May	583	563	640
June	490	650	680
July	840	895	897
August	515	633	650
September	539	511	570
October	494	476	549
November	438	511	490
December	733	804	830

Tabel 1. pengelompokan data penumpang berdasarkan tujuan penumpang yakni padang – perawang. Kemudian data tersebut digunakan untuk prediksi tingkat lonjakan penumpang dengan menggunakan simulasi Monte Carlo.

#### b. Menghitung Distribusi Probabilitas

Menghitung distribusi probabilitas dapat menggunakan rumus:

$$Pb(i) = \frac{fk}{n} \quad (1)$$

Dimana:

$Pb_{(i)}$  = Distribusi Probabilitas ;

$fk$  = Frekuensi ;

$n$  = Total frekuensi.

Tabel 2. Tabel Distribusi Probabilitas Tahun 2017 pada Tingkat Lonjakan Penumpang PT. Tri Arga Travel

Bulan	Frekuensi 2017	Distribusi Probabilitas (Pb)
January	490	0,08
February	395	0,06
March	401	0,06
April	444	0,07
May	583	0,09
June	490	0,08
July	840	0,13
August	515	0,08
September	539	0,08
October	494	0,08
November	438	0,07
December	733	0,12
Total	6362	1,00

Tabel 2. menunjukkan hasil nilai distribusi probabilitas untuk tahun 2017 pada tingkat lonjakan penumpang dengan perhitungan sebagai berikut:

$$Pb_1 = 490/6362 = 0,08$$

$$Pb_2 = 395/6362 = 0,06$$

$$Pb_3 = 395/6362 = 0,06$$

$$Pb_4 = 444/6362 = 0,07$$

$$Pb_5 = 583/6362 = 0,09$$

$$Pb_6 = 490/6362 = 0,08$$

$$Pb_7 = 840/6362 = 0,13$$

$$Pb_8 = 515/6362 = 0,08$$

$$Pb_9 = 539/6362 = 0,08$$

$$Pb_{10} = 494/6362 = 0,08$$

$$Pb_{11} = 438/6362 = 0,07$$

$$Pb_{12} = 733/6362 = 0,12$$

#### c. Menghitung Distribusi Kumulatif

Untuk menghitung nilai distribusi kumulatif bulan january sama dengan nilai distribusi probabilitas bulan january. Sedangkan nilai distribusi kumulatif bulan february diperoleh dengan menjumlahkan nilai distribusi kumulatif bulan january dengan nilai distribusi probabilitas bulan february. Hasil nilai distribusi kumulatif dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Tabel Distribusi Kumulatif Tahun 2017 pada Tingkat Lonjakan Penumpang PT. Tri Arga Travel

Bulan	Frekuensi 2017	Distribusi Probabilitas (Pb)	Distribusi Kumulatif (Km)
January	490	0,08	0,08
February	395	0,06	0,14
March	401	0,06	0,20
April	444	0,07	0,27
May	583	0,09	0,36
June	490	0,08	0,44
July	840	0,13	0,57
August	515	0,08	0,65
September	539	0,08	0,73
October	494	0,08	0,81
November	438	0,07	0,88
December	733	0,12	1,00
Total	6362	1,00	

Tabel 3. menunjukkan hasil nilai distribusi kumulatif untuk tahun 2017 pada tingkat lonjakan penumpang dengan perhitungan sebagai berikut:

$$Km_1 = 0,08$$

$$Km_2 = 0,06+0,08 = 0,14$$

$$Km_3 = 0,06+0,14 = 0,20$$

$$Km_4 = 0,07+0,20 = 0,27$$

$$Km_5 = 0,09+0,27 = 0,36$$

$$Km_6 = 0,08+0,36 = 0,44$$

$$Km_7 = 0,13+0,44 = 0,57$$

$$Km_8 = 0,08 + 0,57 = 0,65$$

$$Km_9 = 0,08 + 0,65 = 0,73$$

$$Km_{10} = 0,08 + 0,73 = 0,81$$

$$Km_{11} = 0,07 + 0,81 = 0,88$$

$$Km_{12} = 0,12 + 0,88 = 1,00$$

#### d. Menentukan Interval Angka Acak

Interval angka acak didapatkan dari nilai distribusi kumulatif yang terdapat pada Tabel 3. Fungsi dari interval angka acak yakni sebagai pembatas antara variabel satu dengan variabel lainnya dan juga sebagai acuan hasil simulasi berdasarkan angka acak yang dibangkitkan.

Tabel 4. Tabel Interval Angka Acak Tahun 2017 pada Tingkat Lonjakan Penumpang PT. Tri Arga Travel

Bulan	Frekuensi 2017	Pb	Km	IAA
January	490	0,08	0,08	00 – 07
February	395	0,06	0,14	08 – 13
March	401	0,06	0,20	14 – 19
April	444	0,07	0,27	20 – 26
May	583	0,09	0,36	27 – 35
June	490	0,08	0,44	36 – 43
July	840	0,13	0,57	44 – 56
August	515	0,08	0,65	57 – 64
September	539	0,08	0,73	65 – 72
October	494	0,08	0,81	73 – 80
November	438	0,07	0,88	81 – 87
December	733	0,12	1,00	88 – 99
Total	6362	1,00		

Tabel 4. menyajikan penentuan interval angka acak, maka dijelaskan keterangan sebagai berikut

Dimana:

Pb = Distribusi Probabilitas ;

Km = Distribusi Kumulatif ;

IAA = Interval Angka Acak.

#### e. Membangkitkan Angka Acak

Fungsi membangkitkan angka acak digunakan untuk memprediksi tingkat lonjakan penumpang dengan melihat jumlah penumpang terbanyak dari hasil simulasi. Untuk membangkitkan angka acak dengan *Mixed Congruent Method* dibutuhkan 4 parameter yang harus ditetapkan nilainya terlebih dahulu yakni a, c, m, dan  $L_0$ . Pada langkah ini parameter-parameter tersebut diisi dengan nilai a= 5, c=13, m=99,  $L_0=6$ . Rumus *Mixed Congruent Method* yaitu:

$$L_{i+1} = (x \cdot L_i + y) \bmod m \quad (3)$$

Dimana:

x = konstanta pengali ( $x < m$ ) ;

y = konstanta pergeseran ( $y < m$ ) ;

m = konstanta modulus ( $m > 0$ ) ;

$L_i$  = bilangan awal (bilangan bulat  $\geq 0$ ,  $L_0 < m$ ).

Tabel 5. Tabel Bilangan Acak pada Tingkat Lonjakan Penumpang PT. Tri Arga Travel

Bulan	i	$L_i$	$(x \cdot L_i + y)$	$L_{i+1} = (x \cdot L_i + y) \bmod m$
January	0	6	43	43
February	1	43	228	30
March	2	30	163	64
April	3	64	333	36
May	4	36	193	94
June	5	94	483	87
July	6	87	448	52
August	7	52	273	75
September	8	75	388	91
October	9	91	468	72
November	10	72	373	76
December	11	76	393	96

Tabel 5. merupakan hasil bilangan acak dengan perhitungan sebagai berikut:

$$L_{0+1} = (5 \cdot 6 + 13) \bmod 99 = 43$$

$$L_{1+1} = (5 \cdot 43 + 13) \bmod 99 = 30$$

$$L_{2+1} = (5 \cdot 30 + 13) \bmod 99 = 64$$

$$L_{3+1} = (5 \cdot 64 + 13) \bmod 99 = 36$$

$$L_{4+1} = (5 \cdot 36 + 13) \bmod 99 = 94$$

$$L_{5+1} = (5 \cdot 94 + 13) \bmod 99 = 87$$

$$L_{6+1} = (5 \cdot 87 + 13) \bmod 99 = 52$$

$$L_{7+1} = (5 \cdot 52 + 13) \bmod 99 = 75$$

$$L_{8+1} = (5 \cdot 75 + 13) \bmod 99 = 91$$

$$L_{9+1} = (5 \cdot 91 + 13) \bmod 99 = 72$$

$$L_{10+1} = (5 \cdot 72 + 13) \bmod 99 = 76$$

$$L_{11+1} = (5 \cdot 76 + 13) \bmod 99 = 96$$

#### f. Simulasi dan Hasil

Simulasi dan hasil merupakan tahapan terakhir untuk melakukan simulasi dari rangkaian percobaan dengan menggunakan bilangan acak yang telah diperoleh pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Simulasi pada Tahun 2018

Bulan	Angka Acak	Hasil Simulasi	Data Real	Tingkat Akurasi (%)
January	43	490	581	84
February	30	583	465	80
March	64	515	509	99
April	36	490	473	97
May	94	733	563	77
June	87	438	650	67
July	52	840	895	94
August	75	494	633	78
September	91	733	511	70
October	72	539	476	88
November	76	494	511	97
Desember	96	733	804	91
Rata-rata				85,12

Tabel 6. merupakan hasil simulasi untuk prediksi tingkat lonjakan penumpang pada tahun 2018. Dari

hasil simulasi tersebut diketahui tingkat lonjakan penumpang terjadi pada bulan juli dengan tingkat akurasi 94% dan tingkat akurasi rata-rata 85,12% .

Tabel 7. Hasil Simulasi pada Tahun 2019

Bulan	Angka Acak	Hasil Simulasi	Data Real	Tingkat Akurasi (%)
January	43	650	683	95
February	30	563	504	90
March	64	633	586	93
April	36	563	553	98
May	94	804	640	80
June	87	511	680	75
July	52	895	897	99
August	75	476	650	73
September	91	804	570	71
October	72	511	549	93
November	76	476	490	97
Desember	96	804	830	97
Rata-rata				88,37

Tabel 7. merupakan hasil simulasi untuk prediksi tingkat lonjakan penumpang pada tahun 2019. Dari hasil simulasi tersebut diketahui tingkat lonjakan penumpang terjadi pada bulan juli dengan tingkat akurasi 99% dan tingkat akurasi rata-rata 83,37%. Selanjutnya melakukan prediksi tingkat lonjakan penumpang untuk tahun 2020.

Tabel 8. Hasil Simulasi pada Tahun 2020

Bulan	Angka Acak	Hasil Simulasi
January	43	680
February	30	553
March	64	650
April	36	640
May	94	830
June	87	490
July	52	897
August	75	570
September	91	830
October	72	570
November	76	549
December	96	830

Tabel 8. merupakan hasil simulasi *Monte Carlo* untuk prediksi tingkat lonjakan penumpang pada tahun 2020.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan untuk memprediksi tingkat lonjakan penumpang PT. Tri Arga Travel pada 3 tahun terakhir dengan menggunakan metode Monte Carlo. Dari hasil perhitungan tersebut diketahui tingkat lonjakan penumpang terjadi pada bulan juli dengan rata-rata keseluruhan 86,74%. Maka, penerapan metode Monte Carlo bisa dijadikan rekomendasi untuk membantu PT. Tri Arga dalam mengambil kebijakan untuk meningkatkan pelayanan terhadap calon penumpang.

#### Daftar Rujukan

- [1] Geni, B. Y., Santony, S., & Sumijan. (2019). Prediksi Pendapatan Terbesar Pada Penjualan Produk Cat Dengan Menggunakan Metode Monte Carlo. *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, 1(4), 15-20. DOI: <https://doi.org/10.37034/infbev.v1i4.5> .
- [2] Fujimoto, R., Bock, C., Chen, W., Page, E., & Panchal, J. H. (2017). Research Challenges In Modeling and Simulation For Engineering Complex Systems. *Cham: Springer International Publishing*. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-58544-4> .
- [3] Mahessya, R. A. (2017). Pemodelan dan Simulasi Sistem Antrian Pelayanan Pelanggan menggunakan Metode Monte Carlo pada PT. Pos Indonesia (Persero) Padang. *Jurnal Ilmu Komputer*, 6(1), 15–24. DOI: <https://dx.doi.org/10.33060/jik/2017/vol6.iss1.41> .
- [4] Yusmaity., Santony, J., & Yunus, Y. (2019). Simulasi Monte Carlo untuk Memprediksi Hasil Ujian Nasional (Studi Kasus di SMKN 2 Pekanbaru). *Jurnal Informasi dan Teknologi*, 1(4), 1-6. DOI: <https://doi.org/10.37034/jidt.v1i4.21> .
- [5] Zalmadani, H., Santony, J., & Yunus, Y. (2020). Prediksi Optimal dalam Produksi Bata Merah Menggunakan Metode Monte Carlo. *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, 2(1), 13-20. DOI: <https://doi.org/10.37034/infbev.v2i1.11> .
- [6] Han, Z., Su, B., Li, Y. G., Ma, Y. F., Wang, W. D., & Cheng, G. Q. (2019). An Enhanced Image Binarization Method Incorporating With Monte-Carlo Simulation. *Journal of Central South University*, 26, 1661–1671. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11771-019-4120-9> .
- [7] Hartini, E., Adrial, H., & Santosa Pujiarta. (2019). Reliability Analysis of Primary and Purification Pumps in RSG-GAS Using Monte Carlo Simulation Approach. *Jurnal Teknologi Reaktor Nuklir Tri Dasa Mega*, 21(1), 15-22. DOI: <http://dx.doi.org/10.17146/tdm.2019.21.1.5311> .
- [8] Syahrin, E., Santony, J., & Na'am, J. (2019). Pemodelan Penjualan Produk Herbal Menggunakan Metode Monte Carlo. *Jurnal KomtekInfo*, 5(3), 33-41. DOI: <https://doi.org/10.35134/komtekinfo.v5i3.148> .
- [9] Mardiansyah, R. F., Kusri, E., & RM, Faisal. (2017). Analisa Ekonomis Peralatan Pulverizer untuk Optimalisasi Keandalan PLTU dengan Simulasi Monte Carlo dan Pendekatan Analisa Siklus Hidup (Studi Kasus: PLTU X). *Jurnal Teknologi Industri (Teknoin)*, 23(3), 257- 288. DOI: <https://doi.org/10.20885/teknoin.vol23.iss3.art8> .
- [10] Adisalam, B. G., Gunawan, P.H., & Imrona, M. (2017). Deteksi Kemacetan Lalu Lintas dengan Menggunakan Algoritma Monte Carlo. *Indonesian Journal on Computing (Indo-JC)*, 2(2), 23-36. DOI: <http://dx.doi.org/10.21108/INDOJC.2017.2.2.174> .
- [11] Aouini, S., Sahdane, T., Mhirech, A., Bahmad, L., & Kabouchi, B. (2020). Study of the Magnetic Properties of the Compound Mn Bi Using the Monte Carlo Simulations. *Journal of Superconductivity and Novel Magnetism* 33, 1803–1807. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10948-020-05433-1> .
- [12] Rahmawati, R., Rusgiyono, A., Hoyyi, A., & Maruddani, D. A. I. (2019). Expected Shortfall dengan Simulasi Monte Carlo untuk Mengukur Risiko Kerugian Petani Jagung. *Media Statistika*, 12(1), 117-128. DOI: <https://doi.org/10.14710/medstat.12.1.117-128> .
- [13] Srivastava, A. K., Kumar, G., & Gupta, P. (2020). Estimating maintenance budget using Monte Carlo simulation. *Life Cycle Reliability and Safety Engineering*, 9, 77–89. DOI: <https://doi.org/10.1007/s41872-020-00110-7> .
- [14] Astia, R. Y., Santony, J., & Sumijan. (2019). Prediction of Amount Of Use Of Planning Family Contraception Equipment Using Monte Carlo Method (Case Study In Linggo Sari Baganti District). *Indonesian Journal of Artificial Intelligence and Data Mining*, 2(1), 28-36. DOI: <http://dx.doi.org/10.24014/ijaidm.v2i1.5825> .

- [15] Bertot, L., Genaud, S., & Gossa, J. (2018). Improving Cloud Simulation Using the Monte-Carlo Method. *In Lecture Notes in Computer Science*, 11014, 404-416. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-96983-1\\_29](https://doi.org/10.1007/978-3-319-96983-1_29).