

Simulasi Monte Carlo untuk Memprediksi Persediaan Darah

Rahmi Darnis^{1✉}, Gunadi Widi Nurcahyo², Yuhandri Yunus³

^{1,2,3}Universitas Putra Indonesia YPTK Padang
aminotifikasi@gmail.com

Abstract

Blood is a special organ as a communication and transportation system whose job is to circulate nutrients and oxygen. As a very vital transport system and its very useful existence for many people, blood must be managed properly. Monte Carlo simulations can predict problems related to blood stock and demand for blood. The data that is processed to predict blood supply is blood production data in 2018 and 2019, Simulation results data for 2018 are compared with real data for 2019 and simulation results for 2019 are compared with real data for 2020. The results of the simulations that have been carried out have an accuracy rate of 96.21% for 2018 and 79.22% for 2019. Based on the results of the tests that have been done, it can provide information that can help in the management of forecasting future blood stocks.

Keywords: Monte Carlo, Inventory, Production, Prediction, Blood Bag.

Abstrak

Darah merupakan organ khusus sebagai sistem komunikasi dan transportasi yang bertugas untuk mengedarkan zat-zat nutrisi dan oksigen. Sebagai sistem transport yang sangat vital dan keberadaannya sangat berguna bagi banyak orang darah harus dikelola dengan baik. Simulasi Monte Carlo dapat memprediksi permasalahan terkait stok darah dan banyaknya permintaan darah. Data yang diolah untuk memprediksi persediaan darah adalah data produksi darah pada tahun 2018 dan tahun 2019, data hasil simulasi tahun 2018 dibandingkan dengan data real 2019 dan hasil simulasi 2019 dibandingkan dengan data real tahun 2020. Hasil dari simulasi yang telah dilakukan didapatkan tingkat akurasi sebesar 96,21% untuk tahun 2018 dan 79,22% untuk tahun 2019. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dapat memberikan informasi yang dapat membantu dalam manajemen terkait peramalan stok darah di masa mendatang.

Kata Kunci: Monte Carlo, Persediaan, Produksi, Prediksi, Kantong Darah.

© 2020 JIDT

1. Pendahuluan

Darah merupakan salah satu kategori produk yang *perishable* atau memiliki *lifetime* yang singkat, sehingga membutuhkan penanganan khusus pada proses penyimpanan, pendistribusian, dan pengelolaan persediaannya [1]. Unit Tranfusi Darah Palang Merah Indonesi (UTD PMI) memiliki tugas untuk melakukan peramalan terhadap permintaan darah dan menentukan tingkat persediaan darah. Sejak mewabahnya COVID-19 di awal bulan Maret 2020 mengakibatkan dampak yang besar bagi ketersediaan darah di UTD PMI Kota Padang.

Prediksi terhadap persediaan darah sangat diperlukan untuk mengatasi permasalahan terkait stok darah dan banyaknya permintaan darah. Prediksi diharapkan dapat memperkecil adanya kelebihan dan kekurangan stok darah. Penerapan prediksi sebagai salah satu upaya mengontrol persediaan darah dinilai penting. Hal itu diperlukan untuk meminimalkan jumlah pemesanan dan penyimpanan darah yang harus ditanggung PMI [2]. Penelitian lainnya yang dilakukan Elvin (2019) tentang pemodelan penjualan produk herbal menggunakan metode monte carlo. Hasil penelitian ini terhadap pengolahan data tahun 2016 hingga tahun

2017 memiliki akurasi 97%. Sehingga metode ini sangat tepat dalam memprediksi penjualan untuk masa yang akan datang [3].

Pemodelan merupakan proses penggambaran terhadap sistem nyata yang menjadi fokus perhatian dan ditujukan lewat relasi antar elemen sistem nyata yang ada [4]. Perencanaan dan pengendalian persediaan merupakan hal penting dalam suatu perusahaan karena berpengaruh terhadap biaya operasi yang harus dikeluarkan [5]. Simulasi dapat digunakan untuk menerapkan beberapa pendapatan terhadap analisa penapatan dimasa mendatang. Penggunaan simulasi seringkali mengarah pada hasil yang optimal maupun mendekati optimal [6]. Simulasi merupakan proses yang terjadi dalam suatu sistem dengan bantuan perangkat komputer dan dilandasi oleh beberapa asumsi tertentu sehingga sistem tersebut dapat dipelajari secara ilmiah [7].

Simulasi merupakan suatu metode yang mampu memberikan perkiraan sistem yang lebih nyata sesuai kondisi operasional dari kumpulan pekerjaan [8]. Simulasi Monte Carlo saat ini banyak diterapkan dalam menyelesaikan persoalan yang sifatnya probabilitas [9]. Pembangunan model simulasi Monte Carlo didasarkan

pada probabilitas yang diperoleh data historis [10]. Metode Monte Carlo dapat dikatakan juga sebagai desain awal dari suatu sistem dan juga dapat digunakan untuk menganalisis dan memecahkan masalah dalam bentuk matematika dengan sejumlah contoh acak yang statistik [11]. Bilangan acak adalah suatu bilangan yang tidak dapat diprediksi kemunculannya.

2. Metodologi Penelitian

Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah metode Monte Carlo yang digunakan untuk memprediksi stok darah di masa datang. Pada metodologi penelitian ini akan dijelaskan mengenai tahapan-tahapan yang akan dilakukan guna mengatasi permasalahan yang ada. Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penyelesaian masalah dapat dilihat pada kerangka kerja penelitian pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

2.1. Tahap Identifikasi

Merupakan tahap awal yang dilakukan untuk menentukan permasalahan dengan cepat supaya mampu memberikan solusi yang tepat. Masalah yang berhasil diidentifikasi pada UTD PMI Kota Padang yaitu mengenai pengelolaan persediaan darah, di mana berlebihnya persediaan darah akan menimbulkan kerugian materi, sebaliknya kekurangan persediaan darah akan berakibat tidak terpenuhinya kebutuhan masyarakat.

2.2. Menentukan Tujuan

Menentukan tujuan di awal penelitian dilakukan supaya memperoleh jawaban dari masalah yang diteliti dan penelitian tidak keluar dari pokok permasalahan. Tujuan penelitian harus jelas dan terarah dengan baik, sehingga dapat bermanfaat bagi pemakainya.

2.3. Mempelajari Literatur

Literatur yang dipelajari dalam penelitian ini adalah literatur tertulis seperti buku, karya tulis ilmiah, artikel,

tesis dan berbagai sumber dari internet yang dapat membantu penelitian mengenai penerapan model dan simulasi. Literatur yang dipelajari difokuskan kepada teori tentang simulasi dan metode Monte Carlo.

2.4. Mengumpulkan Data

Teknik pengumpulan data yang akan dilakukan adalah teknik observasi atau pengamatan langsung ke lapangan serta melakukan wawancara dengan staf UTD PMI Kota Padang guna mendapatkan data yang dibutuhkan. Data yang dibutuhkan adalah data persediaan darah pada tahun 2018 dan 2019.

2.5. Tahap Analisis

Pada tahap analisa sistem akan dilakukan identifikasi mengenai kebutuhan dari sistem atau melakukan evaluasi berbagai macam masalah maupun hambatan yang mungkin terjadi dan menganalisa biaya pembangunan dari sistem yang akan dibangun.

2.6. Mengolah Data dengan Simulasi Monte Carlo

Teknik pengolahan dengan simulasi Monte Carlo untuk memprediksi persediaan dilakukan dengan mempresentasikan masalah kedalam basis pengetahuan (*knowledge base*) dengan langkah langkah sebagai berikut:

- Membuat distribusi dari probabilitas;
- Menghitung distribusi kemungkinan kumulatif;
- Membuat interval bilangan acak;
- Melakukan simulasi dengan bilangan acak;
- Menganalisa simulasi dari rangkaian percobaan.

2.7. Perancangan Sistem

Perancangan sistem menggunakan bahasa pemrograman PHP dan database MySQL. Sistem yang dirancang bertujuan membantu pihak UTD PMI Kota Padang dalam memprediksi persediaan darah yang merujuk pada data persediaan tahun lalu dengan menerapkan metode Monte Carlo.

2.8. Implementasi Sistem

Pada tahapan ini akan dilakukan pengujian apakah sistem yang buat sesuai dengan tujuan yang diharapkan.

2.9. Pengujian Hasil

Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan data yang dihitung secara manual kemudian dibandingkan dengan data real. Hasil pengujian metode Monte Carlo akan diperoleh dalam bentuk persentase (%) sebagai tingkat akurasi.

3. Hasil Dan Pembahasan

Data persediaan darah pada tahun 2018 akan digunakan untuk mempredksi jumlah persediaan darah di tahun 2019, dan data stok darah di tahun 2019 akan

digunakan untuk memprediksi jumlah persediaan darah 5 bulan pertama di tahun 2020.

Tabel 1 Data Persediaan Darah tahun 2018

No	Bulan	Persediaan Darah (kantong)
1	Januari	6.830
2	Februari	8.163
3	Maret	8.727
4	April	8.825
5	Mei	8.742
6	Juni	7.067
7	Juli	8.693
8	Agustus	9.375
9	September	10.351
10	Oktober	8.547
11	November	8.543
12	Desember	7.977
Jumlah		101.840

Tabel 1 menampilkan informasi data penjualan pada tahun 2018 dengan total produk darah 101.840 kantong.

Tabel 2 Data Persediaan Darah tahun 2019

No	Bulan	Persediaan Darah (kantong)
1	Januari	7.360
2	Februari	8.258
3	Maret	8.666
4	April	8.424
5	Mei	7.739
6	Juni	7.425
7	Juli	8.393
8	Agustus	11.676
9	September	8.089
10	Oktober	8.338
11	November	6.930
12	Desember	7.874
Jumlah		99.172

Tabel 2 menampilkan informasi data penjualan pada tahun 2019 dengan total produk darah 99172 kantong. Dari data persediaan dapat dilakukan tahapan Monte Carlo.

a. Langkah pertama yaitu menentukan distribusi probabilitas dari variabel menggunakan rumus

$$A = \frac{M}{I} \quad (1)$$

Dimana:

- A = Probabilitas
- M= Frekuensi
- I = Jumlah

Menghitung nilai probabilitas data produksi darah tahun 2018 berdasarkan data yang ada pada Tabel.

$$\begin{aligned} A_1 &= 6.830 : 101.840 = 0,067 \\ A_2 &= 8.163 : 101.840 = 0,080 \\ A_3 &= 8.727 : 101.840 = 0,086 \\ A_4 &= 8.825 : 101.840 = 0,087 \\ A_5 &= 8.742 : 101.840 = 0,086 \\ A_6 &= 7.067 : 101.840 = 0,069 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_7 &= 8.693 : 101.840 = 0,085 \\ A_8 &= 9.375 : 101.840 = 0,092 \\ A_9 &= 10.351 : 101.840 = 0,102 \\ A_{10} &= 8.547 : 101.840 = 0,084 \\ A_{11} &= 8.543 : 101.840 = 0,084 \\ A_{12} &= 7.977 : 101.840 = 0,078 \end{aligned}$$

Menghitung nilai probabilitas data produksi darah tahun 2019 berdasarkan data yang ada pada Tabel 2.

$$\begin{aligned} A_1 &= 7.360 : 99.172 = 0,074 \\ A_2 &= 8.258 : 99.172 = 0,083 \\ A_3 &= 8.666 : 99.172 = 0,087 \\ A_4 &= 8.424 : 99.172 = 0,085 \\ A_5 &= 7.739 : 99.172 = 0,078 \\ A_6 &= 7.425 : 99.172 = 0,075 \\ A_7 &= 8.393 : 99.172 = 0,085 \\ A_8 &= 11.676 : 99.172 = 0,118 \\ A_9 &= 8.098 : 99.172 = 0,082 \\ A_{10} &= 8.338 : 99.172 = 0,084 \\ A_{11} &= 6.930 : 99.172 = 0,070 \\ A_{12} &= 7.874 : 99.172 = 0,079 \end{aligned}$$

Hasil dari distribusi probabilitas akan ditampilkan kedalam Tabel 3 dan 4.

Tabel 3 Ditribusi Probabilitas Tahun 2018

No	Bulan	Frekuensi	Probabilitas
1	Januari	6830	0.067
2	Februari	8163	0.080
3	Maret	8727	0.086
4	April	8825	0.087
5	Mei	8742	0.086
6	Juni	7067	0.069
7	Juli	8693	0.085
8	Agustus	9375	0.092
9	September	10351	0.102
10	Oktober	8547	0.084
11	November	8543	0.078
12	Desember	7977	0.078
Jumlah		101840	

Tabel 4 Distribusi Probabilitas Tahun 2019

No	Bulan	Frekuensi	Probabilitas
1	Januari	7.360	0.074
2	Februari	8.258	0.083
3	Maret	8.666	0.087
4	April	8.424	0.085
5	Mei	7.739	0.078
6	Juni	7.425	0.075
7	Juli	8.393	0.085
8	Agustus	11.676	0.118
9	September	8.089	0.082
10	Oktober	8.338	0.084
11	November	6.930	0.070
12	Desember	7.874	0.079
Jumlah		99172	

b. Menetapkan Distribusi Probabilitas Kumulatif
Nilai probabilitas kumulatif didapatkan dari perhitungan hasil nilai distribusi probabilitas dengan jumlah nilai distribusi probabilitas sebelumnya.

Distribusi Probabilitas Komulatif Data Tahun 2018

$$\begin{aligned}
 K_1 &= A_1 = 0.067 \\
 K_2 &= A_2 + K_1 = 0.080 + 0.067 = 0.147 \\
 K_3 &= A_3 + K_2 = 0.086 + 0.147 = 0.233 \\
 K_4 &= A_4 + K_3 = 0.087 + 0.233 = 0.320 \\
 K_5 &= A_5 + K_4 = 0.086 + 0.320 = 0.406 \\
 K_6 &= A_6 + K_5 = 0.069 + 0.406 = 0.475 \\
 K_7 &= A_7 + K_6 = 0.085 + 0.475 = 0.560 \\
 K_8 &= A_8 + K_7 = 0.092 + 0.560 = 0.652 \\
 K_9 &= A_9 + K_8 = 0.102 + 0.652 = 0.754 \\
 K_{10} &= A_{10} + K_9 = 0.084 + 0.754 = 0.838 \\
 K_{11} &= A_{11} + K_{10} = 0.084 + 0.838 = 0.922 \\
 K_{12} &= A_{12} + K_{11} = 0.078 + 0.922 = 1
 \end{aligned}$$

Distribusi Probabilitas Komulatif Data Tahun 2019.

$$\begin{aligned}
 K_1 &= A_1 = 0.074 \\
 K_2 &= A_2 + K_1 = 0.083 + 0.074 = 0.157 \\
 K_3 &= A_3 + K_2 = 0.087 + 0.157 = 0.245 \\
 K_4 &= A_4 + K_3 = 0.085 + 0.245 = 0.330 \\
 K_5 &= A_5 + K_4 = 0.078 + 0.330 = 0.408 \\
 K_6 &= A_6 + K_5 = 0.075 + 0.408 = 0.483 \\
 K_7 &= A_7 + K_6 = 0.118 + 0.483 = 0.567 \\
 K_8 &= A_8 + K_7 = 0.112 + 0.567 = 0.685 \\
 K_9 &= A_9 + K_8 = 0.082 + 0.685 = 0.766 \\
 K_{10} &= A_{10} + K_9 = 0.084 + 0.766 = 0.851 \\
 K_{11} &= A_{11} + K_{10} = 0.070 + 0.851 = 0.920 \\
 K_{12} &= A_{12} + K_{11} = 0.079 + 0.920 = 1
 \end{aligned}$$

Hasil dari nilai probabilitas komulatif akan ditampilkan ke dalam Tabel 5 dan 6.

Tabel 5 Probabilitas Komulatif Tahun 2018

No	Bulan	Frekuensi	Probabilitas	Kumulatif
1	Januari	6.830	0.067	0.067
2	Februari	8.163	0.080	0.147
3	Maret	8.727	0.086	0.233
4	April	8.825	0.087	0.320
5	Mei	8.742	0.086	0.406
6	Juni	7.067	0.069	0.475
7	Juli	8.693	0.085	0.560
8	Agustus	9.375	0.092	0.652
9	September	10.351	0.102	0.754
10	Oktober	8.547	0.084	0.838
11	November	8.543	0.078	0.922
12	Desember	7.977	1	1
Jumlah		101.840		

Tabel 6 Probabilitas Komulatif Tahun 2019

No	Bulan	Frekuensi	Probabilitas	Kumulatif
1	Januari	7.360	0.074	0.074
2	Februari	8.258	0.083	0.157
3	Maret	8.666	0.087	0.245
4	April	8.424	0.085	0.330
5	Mei	7.739	0.078	0.408
6	Juni	7.425	0.075	0.483
7	Juli	8.393	0.085	0.567
8	Agustus	11.676	0.118	0.685
9	September	8.089	0.82	0.766
10	Oktober	8.338	0.084	0.851
11	November	6.930	0.070	0.920
12	Desember	7.874	1	1
Jumlah		99.172		

c. Menetapkan Interval Angka Random (Angka Acak)

Tabel 7 Interval Angka Acak Untuk Tahun 2018

No	Bulan	Frekuensi	Komulaif	Interval	
				Awal	Akhir
1	Januari	6.830	0.067	1	6
2	Februari	8.163	0.147	7	14
3	Maret	8.727	0.233	15	23
4	April	8.825	0.320	24	32
5	Mei	8.742	0.406	33	40
6	Juni	7.067	0.475	41	47
7	Juli	8.693	0.560	48	56
8	Agustus	9.375	0.652	57	65
9	September	10.351	0.754	66	75
10	Oktober	8.547	0.838	76	83
11	November	8.543	0.922	84	92
12	Desember	7.977	1	93	100
Jumlah		101.840			

Tabel 8 interval angka acak untuk tahun 2019

No	Bulan	Frekuensi	Komulatif	Interval	
				Awal	Akhir
1	Januari	7.360	0.074	1	7
2	Februari	8.258	0.157	8	16
3	Maret	8.666	0.245	16	24
4	April	8.424	0.330	25	33
5	Mei	7.739	0.408	33	40
6	Juni	7.425	0.483	41	48
7	Juli	8.393	0.567	49	56
8	Agustus	11.676	0.685	57	68
9	September	8.089	0.766	69	76
10	Oktober	8.338	0.851	77	85
11	November	6.930	0.920	86	92
12	Desember	7.874	1	93	100
Jumlah		99.172			

d. Membangkitkan Angka Acak

Membangkitkan angka acak untuk data persediaan darah tahun 2018 yang dibuat berdasarkan rumus :

$$R_i = (dR_{i-1} + O) \bmod m$$

Dimana:

- R_i = konstanta pergeseran
- d = konstanta pengali
- o = bilangan awal

- m = modulus

Diketahui : $d = 26$, $o = 20$, $m = 99$, $Z_i = 16$

$$\begin{aligned} R_1 &= (26 * 16 + 20) \bmod 99 = 40 \\ R_2 &= (26 * 40 + 20) \bmod 99 = 70 \\ R_3 &= (26 * 70 + 20) \bmod 99 = 58 \\ R_4 &= (26 * 58 + 20) \bmod 99 = 43 \\ R_5 &= (26 * 43 + 20) \bmod 99 = 49 \\ R_6 &= (26 * 49 + 20) \bmod 99 = 7 \\ R_7 &= (26 * 7 + 20) \bmod 99 = 4 \\ R_8 &= (26 * 4 + 20) \bmod 99 = 25 \\ R_9 &= (26 * 25 + 20) \bmod 99 = 76 \\ R_{10} &= (26 * 76 + 20) \bmod 99 = 16 \\ R_{11} &= (26 * 16 + 20) \bmod 99 = 40 \\ R_{12} &= (26 * 40 + 20) \bmod 99 = 70 \end{aligned}$$

Hasil dari angka acak yang telah dibangkitkan akan ditampilkan ke dalam Tabel 9.

Tabel 9 Hasil Angka Acak

No	Angka Acak
1	40
2	70
3	58
4	43
5	49
6	7
7	4
8	25
9	76
10	16
11	40
12	70

e. Melakukan Percobaan Simulasi

Percobaan simulasi dilakukan dengan cara membandingkan nilai angka acak dengan nilai interval angka acak.

Tabel 10 Hasil Percobaan Simulasi Persediaan Darah Tahun 2018

Bulan	Hasil Simulasi
Januari	8.742
Februari	10.351
Maret	9.375
April	7.067
Mei	8.693
Juni	6.830
Juli	6.830
Agustus	8.825
September	8.547
Oktober	8.727
November	8.742
Desember	10.351

Tabel 11 Hasil Percobaan Simulasi Persediaan Darah Tahun 2019

Bulan	Hasil Simulasi
Januari	7.739
Februari	8.089
Maret	11.676
April	7.425
Mei	8.393

Selanjutnya, hasil simulasi 2018 dibandingkan dengan data persediaan darah tahun 2019 dan hasil simulasi untuk tahun 2019 dibandingkan dengan data real persediaan darah di tahun 2020.

Tabel 12 hasil perbandingan simulasi persediaan darah tahun 2018

Bulan	Hasil Simulasi	Data Real	Akurasi
Januari	8.742	7.360	84.19%
Februari	10.351	8.258	79.78%
Maret	9.375	8.666	92.44%
April	7.067	8.424	83.89%
Mei	8.693	7.739	89.03%
Juni	6.830	7.425	91.99%
Juli	6.830	8.393	81.38%
Agustus	8.825	11.676	75.58%
September	8.547	8.089	94.64%
Oktober	8.727	8.338	95.54%
November	8.742	6.930	79.27%
Desember	10.351	7.874	76.07%
Jumlah	103.080	99.172	96.21%

Hasil prediksi simulasi persediaan darah pada bulan Januari sampai dengan bulan Desember tahun 2018 diperoleh sebanyak 103.080 kantong dengan tingkat akurasi sebesar 96.21%.

Tabel 13 Hasil Perbandingan Simulasi Persediaan Darah Tahun 2019

Bulan	Hasil Simulasi	Data Real	Akurasi
Januari	7.739	7.583	97.98%
Februari	8.089	8.993	89.95%
Maret	11.676	6.144	52.62%
April	7.425	5.806	78.2%
Mei	8.393	5.792	69.01%
Jumlah	43.322	34.318	79.22%

Hasil prediksi simulasi persediaan darah pada bulan Januari sampai dengan bulan Mei tahun 2019 diperoleh sebanyak 43.322 kantong dengan tingkat akurasi sebesar 79.22 %.

4. Kesimpulan

Dari rangkaian langkah langkah penyelesaian dengan metode monte carlo menjelaskan hasil prediksi persediaan darah pada bulan Januari sampai dengan bulan Desember di tahun 2018 didapatkan tingkat akurasi sebesar 96.21% dan untuk bulan Januari sampai bulan Mei didapatkan tingkat akurasi sebesar 79.22%, sehingga dapat diambil kesimpulan metode Monte Carlo mampu membantu dalam pengambilan keputusan untuk memprediksi persediaan darah di masa datang.

Daftar Rujukan

- [1] Fauzi, M., & Bahagia, S. N. (2019). Pengambilan Keputusan Komponen Darah dalam Pengendalian Persediaan dalam Menggunakan Metode AHP di PMI Kota Bandung. *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, 5(2), 13-20. DOI: <https://doi.org/10.33197/jitter.vol5.iss2.2019.276>.
- [2] Rakhman, A., & Sabanise, A. Y. F. (2019). *Sistem Informasi Stok Kebutuhan Darah Pada Palang Merah Indonesia Dengan Metode Weighted Moving Average*. Syntax Literate; Jurnal Ilmiah Indonesia, 4(7), 24-32.

- [3] Syahrin, E., Santony, J., & Na'am, J. (2018). Pemodelan Penjualan Produk Herbal Menggunakan Metode Monte Carlo. *Jurnal KomtekInfo*, 5(3), 3-41. DOI: <https://doi.org/10.35134/komtekinfo.v5i3.148>.
- [4] Muhaimin, A., Sumijan, S., & Santony, J. (2020). Pemodelan dan Simulasi Pengelolaan Persediaan Alat Tulis Kantor dengan Metode Monte Carlo. *Jaringan Sistem Informasi Robotik-JSR*, 4(1), 1-6.
- [5] Effendi, D., & Noviansyah, B. (2018). Rancang Bangun Sistem Informasi Manajemen Persediaan Barang di Suhuf Kertaseni Nusantara Bandung. *JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika)*, 3(1), 17-23. DOI: <http://dx.doi.org/10.29100/jipi.v3i1.584>.
- [6] 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/infv2i1.11>.
- [7] Sumiati, S., & Iriani, I. (2017). Pengendalian Persediaan Bahan Baku dengan Menggunakan Simulasi Monte Carlo di UD. Selebriti. *Tekmapro: Journal of Industrial Engineering and Management*, 12(2), 46-58. DOI: <https://doi.org/10.33005/tekmapro.v12i2.79>.
- [8] Irfani, M. H., & Dafid, D. (2018). Estimasi Pengunjung Menggunakan Simulasi Monte Carlo pada Warung Internet XYZ. *Jurnal Ilmiah Informatika Global*, 8(2).
- [9] 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>.
- [10] Manurung, K. H., & Santony, J. (2019). Simulasi Pengadaan Barang Menggunakan Metode Monte Carlo. *Jurnal Sistim Informasi dan Teknologi*, 1(3), 7-10. DOI: <https://doi.org/10.35134/jsisfotek.v1i3.3>.
- [11] Satria, R., Sovia, R., & Gema, R. L. (2017). Pemodelan dan Simulasi Analisa Sistem Antrian Pelayanan Nasabah di PT Sarana Sumatera Barat Ventura SSBV Menggunakan Metode Monte Carlo. *Komputer Teknologi Informasi*, 4(1).