

SIMULASI MONTE CARLO UNTUK MEMPREDIKSI PERSEDIAAN DARAH

Wanda Ilham^{1*}, Ilwan Syafrinal²

¹Teknik Informatika, Universitas Catur Insan Cendekia

²Teknik Perangkat Lunak, Universitas Universal

wandaillaham@cic.ac.id

Article Info

Article history:

Received 11-07-2024

Revised 23-07-2024

Accepted 23-07-2024

Keyword:

Darah, Simulasi, Monte Carlo, Persediaan,

ABSTRACT

Blood is a combination of plasma and cells that circulate throughout the body, functioning to distribute oxygen and nutrients. Predicting the need for blood supplies at a certain time is a complex challenge because it is influenced by various factors such as the number of donors, patient demand, and the limited shelf life of blood. Monte Carlo simulation has emerged as a useful tool in modeling and predicting the state of complex systems. In the context of blood supply, Monte Carlo Simulation allows researchers and hospital administrators to identify optimal supply levels taking into account various existing variables and uncertainties. This method uses random numbers to simulate various scenarios that may occur in the future, helping in planning more accurately and responsively to changes in blood demand and supply. Thus, Monte Carlo Simulation plays an important role in ensuring sufficient blood availability, reducing the risk of shortages, and optimizing blood supply management in hospitals and blood transfusion units.



Copyright © 2024. This is an open access article under the [CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) license.

I. PENDAHULUAN

Persediaan stok darah merupakan elemen krusial dalam dunia kesehatan yang memengaruhi keberhasilan layanan medis. Darah diperlukan dalam berbagai kegiatan medis seperti operasi, transfusi, dan perawatan pasien dengan kondisi medis tertentu yang membutuhkan pasokan darah yang cukup. Karena darah memiliki masa simpan yang pendek, pengelolannya membutuhkan perhatian khusus dalam penyimpanan, distribusi, dan pengelolaan stok. Oleh karena itu, pengelolaan stok darah yang efektif sangat penting untuk memastikan ketersediaan darah saat dibutuhkan[1].

Unit Transfusi Darah Palang Merah Indonesia (UTD PMI) bertanggung jawab untuk menyediakan persediaan darah bagi pasien dan rumah sakit. UTD PMI harus selalu memiliki stok darah yang memadai untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Namun, PMI sering menghadapi masalah kekurangan stok darah, yang dapat mengakibatkan penundaan atau pembatalan prosedur medis yang memerlukan darah, membahayakan nyawa pasien.

Masalah kekurangan stok darah di PMI tidak bisa dianggap sepele. Oleh karena itu, diperlukan upaya serius

untuk mengatasi masalah ini. Salah satu solusinya adalah prediksi stok darah. Prediksi ini bertujuan untuk mengontrol persediaan darah agar tidak terjadi kekurangan atau kelebihan stok yang bisa menyebabkan pemborosan sumber daya. [2] Prediksi yang akurat diharapkan membantu PMI dalam mengelola persediaan darah dengan lebih baik sehingga kebutuhan darah masyarakat dapat terpenuhi secara optimal.

Metode Monte Carlo dianggap cocok untuk memecahkan masalah prediksi persediaan stok darah. Metode ini menggunakan simulasi berbasis angka acak untuk memodelkan berbagai kemungkinan skenario di masa depan. Dengan metode Monte Carlo, PMI dapat memprediksi kebutuhan darah berdasarkan data historis dan berbagai faktor lain yang mempengaruhi permintaan darah, seperti musim, kejadian bencana, atau epidemi[3].

Metode Monte Carlo memiliki beberapa keunggulan yang membuatnya cocok untuk digunakan dalam prediksi persediaan stok darah. Pertama, metode ini cukup sederhana untuk diimplementasikan dan tidak memerlukan perhitungan yang kompleks. Kedua, metode ini dapat mengakomodasi berbagai variabel yang mempengaruhi permintaan darah, sehingga prediksi yang dihasilkan lebih akurat dan realistis.

Ketiga, metode Monte Carlo memungkinkan PMI untuk menguji berbagai skenario yang mungkin terjadi di masa depan, sehingga PMI dapat merencanakan tindakan yang tepat untuk mengatasi berbagai kemungkinan situasi[4].

Implementasi metode Monte Carlo dalam prediksi persediaan stok darah dapat dilakukan dengan mengembangkan simulasi yang sistematis[5]. Langkah pertama adalah mengumpulkan data historis mengenai permintaan darah dan faktor-faktor lain yang mempengaruhi permintaan tersebut. Selanjutnya, data ini diolah untuk menghasilkan distribusi probabilitas yang menggambarkan pola permintaan darah. Kemudian, simulasi dilakukan dengan menghasilkan angka acak yang mengikuti distribusi probabilitas tersebut, dan hasil simulasi digunakan untuk memprediksi kebutuhan darah di masa depan.

Beberapa penelitian telah menunjukkan efektivitas penggunaan metode Monte Carlo dalam memprediksi persediaan darah. [6] Menerapkan metode ini untuk prediksi stok darah di Palang Merah Indonesia, menemukan bahwa simulasi Monte Carlo dapat meningkatkan akurasi prediksi kebutuhan darah. [7] juga menunjukkan bahwa model simulasi ini dapat membantu dalam analisis kebutuhan darah di berbagai situasi. [8] menambahkan bahwa pengelolaan persediaan darah di rumah sakit dapat lebih optimal dengan metode ini, mengurangi risiko kekurangan dan kelebihan stok. [9] mengungkapkan bahwa pendekatan simulasi dapat membantu dalam mengidentifikasi tingkat persediaan yang optimal, sehingga pelayanan kesehatan dapat berjalan lebih lancar. [10] menyatakan bahwa prediksi permintaan darah yang akurat sangat penting untuk mendukung operasional unit transfusi darah. Penelitian lainnya oleh [11] mendukung implementasi simulasi Monte Carlo dalam manajemen persediaan darah, yang dapat diaplikasikan dalam sistem informasi kesehatan untuk memonitor dan mengelola stok darah secara efektif. [12] mengidentifikasi bahwa metode Monte Carlo dapat membantu PMI dalam mengoptimalkan stok darah, khususnya dalam situasi darurat atau ketika terjadi lonjakan permintaan darah. [13] menambahkan bahwa simulasi ini dapat membantu dalam perencanaan jangka panjang persediaan darah, memastikan ketersediaan darah yang memadai setiap saat. [14] juga menemukan bahwa manajemen persediaan darah di rumah sakit dapat dioptimalkan dengan metode ini, mengurangi risiko kekurangan stok selama periode permintaan tinggi. [15] menambahkan bahwa penggunaan simulasi Monte Carlo dapat membantu dalam prediksi stok darah di unit transfusi darah.

Dengan penerapan prediksi persediaan stok darah menggunakan metode Monte Carlo, diharapkan PMI dapat mengelola persediaan darah dengan lebih baik dan efisien. PMI dapat meminimalkan risiko kekurangan atau kelebihan stok darah, sehingga pelayanan kepada pasien dan rumah sakit dapat berjalan dengan lancar. Selain itu, dengan prediksi yang akurat, PMI juga dapat merencanakan program donor darah dengan lebih tepat sasaran, sehingga pasokan darah selalu tersedia sesuai dengan kebutuhan.

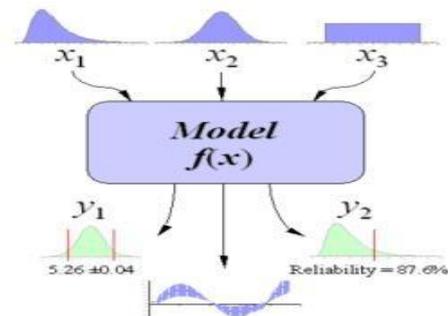
Secara keseluruhan, prediksi persediaan stok darah menggunakan metode Monte Carlo merupakan langkah yang penting dan efektif dalam mengatasi masalah kekurangan darah di PMI. Dengan pengelolaan persediaan darah yang lebih baik, diharapkan kualitas layanan kesehatan di Indonesia dapat meningkat, dan nyawa pasien yang membutuhkan darah dapat diselamatkan. Metode Monte Carlo menawarkan solusi yang praktis dan efisien untuk memastikan ketersediaan darah yang cukup bagi masyarakat.

II. METODE

A. Monte Carlo

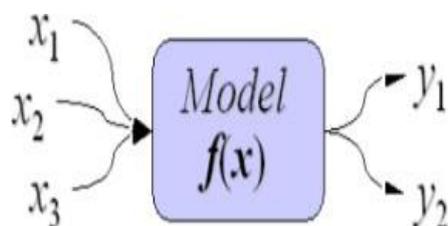
Monte Carlo merupakan teknik simulasi probabilitas yang mendekati solusi suatu masalah melalui pengambilan sampel dari proses acak. Dalam implementasinya, Monte Carlo mengikutsertakan Langkah- langkah dalam menentukan distribusi untuk pengambilan sampe acak guna menghasilkan data. Teknik dasar Monte Carlo adalah melakukan percobaan probabilitas dengan menggunakan sampel acak yang bertujuan untuk menentukan variabel acak melalui uji sampel dari distribusi probabilitas.

Simulasi Monte Carlo adalah pendekatan yang digunakan untuk mengulang evaluasi suatu model deterministic dengan menggunakan bilangan acak (Random Number).



Gambar 1. Model Deterministik

Gambar diatas menunjukkan sebuah model deterministik dimana setiap variabel yang digunakan dalam $f(x)$ menghasilkan keluaran berupa y .



Gambar 2. Stokastik Model

Metode Monte Carlo digunakan untuk menganalisis uncertainly propaganda yang bertujuan untuk memahami berbagai variasi yang mungkin terjadi. Hal ini dilakukan dengan menggunakan angka acak dan mengubah model

deterministic menjadi model stokastik seperti yang terlihat pada Gambar 2. Metode Monte Carlo juga berguna untuk mengevaluasi tingkat kesalahan dalam sistem yang akan dimodelkan.

B. Metodologi Penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan. Berikut adalah uraian dan penjelasan dari tahapan penelitian.

1. Tahapan Identifikasi

Langkah awal yang dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan dan memberikan solusi yang tepat terhadap permasalahan yang dihadapi, masalah yang berhasil diidentifikasi adalah kekurangan persediaan darah yang berakibat tidak terpenuhinya kebutuhan masyarakat.

2. Menganalisa Masalah

Masalah yang terjadi adalah belum adanya alat bantu untuk memprediksi jumlah persediaan stok darah yang menyebabkan tidak terpenuhinya kebutuhan darah bagi masyarakat yang memerlukan darah untuk pengobatan.

3. Mempelajari Literatur

Untuk menganalisis masalah di atas, diperlukan studi literatur tentang prediksi persediaan stok darah. Sumber-sumber literatur yang relevan dapat berupa jurnal ilmiah, artikel, dan buku. Fokus studi literatur ini adalah prediksi menggunakan metode Monte Carlo.

4. Mengumpulkan Data

Data yang akan dianalisa dalam penelitian ini merupakan data persediaan stok darah Palang Merah Indonesia (PMI) Kota Cirebon yang diperoleh dari tahun-tahun sebelumnya, yaitu pada tahun 2020, 2021, 2022. Data akan dianalisa menggunakan metode simulasi Monte Carlo.

5. Simulasi Monte Carlo

Terdapat beberapa langkah yang akan dilakukan untuk pengolahan data, yaitu menentukan variabel, melakukan distribusi probabilitas, melakukan distribusi kumulatif, interval angka acak, dan melakukan simulasi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, variabel yang digunakan adalah data dari jumlah persediaan stok darah Palang Merah Indonesia (PMI) Kota Cirebon pada setiap bulannya. Data tahun 2020 akan digunakan untuk data training untuk memprediksi persediaan stok darah selama enam bulan pertama pada tahun 2020 kemudian, data tahun 2021 akan digunakan sebagai data training untuk memprediksi persediaan stok darah selama enam bulan pertama pada tahun 2022, kemudian data tahun 2022 akan digunakan sebagai data training untuk memprediksi persediaan stok darah selama enam bulan pertama pada tahun 2023. Data jumlah persediaan stok darah tahun 2020, 2021, dan 2022 dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 1. Data Persediaan Stok Darah

No	Bulan	Tahun		
		2020	2021	2022
1	Januari	90	88	132

2	Februari	86	90	136
3	Maret	88	100	135
4	April	89	110	138
5	Mei	78	105	142
6	Juni	79	115	146
7	July	80	118	142
8	Agustus	83	120	147
9	September	85	113	135
10	Oktober	88	109	137
11	November	85	114	138
12	Desember	87	117	140
Total Kunjuangan		1018	1299	1668

Data dari tabel 1 di atas dianalisa menggunakan metode Monte Carlo. Dengan tahapan sebagai berikut

1. Distribusi Probabilitas

Distribusi probabilitas adalah distribusi yang akan menghasilkan kemungkinan peluang dari suatu percobaan. Nilai probabilitas diperoleh dengan cara membagi frekuensi dengan total frekuensi yang ada, dapat disimbolkan dengan

P = Distribusi Probabilitas

F = Frekuensi

J = Total Frekuensi

Data distribusi probabilitas dari persediaan stok darah disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Data Distribusi Probabilitas

No	Bulan	Tahun		
		2020	2021	2022
1	Januari	0.09	0.07	0.08
2	Februari	0.08	0.07	0.08
3	Maret	0.09	0.08	0.08
4	April	0.09	0.08	0.08
5	Mei	0.08	0.08	0.09
6	Juni	0.08	0.09	0.09
7	Juli	0.08	0.09	0.09
8	Agustus	0.08	0.09	0.09
9	September	0.08	0.09	0.08
10	Oktober	0.09	0.08	0.08
11	November	0.08	0.09	0.08
12	Desember	0.09	0.09	0.08

2. Distribusi Kumulatif

Distribusi Probabilitas Kumulatif atau Distribusi Probabilitas Kontinu adalah sekumpulan hasil kemungkinan yang dapat mengambil nilai pada rentang yang berkelanjutan. Distribusi Probabilitas Kumulatif didapat dari hasil penjumlahan dari nilai Distribusi Probabilitas dengan jumlah nilai Distribusi Probabilitas sebelumnya, kecuali nilai Probabilitas Kumulatif pada data pertama. Distribusi Probabilitas Kumulatif pada data persediaan stok darah disajikan dalam Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Data Distribusi Kumulatif

No	Bulan	Tahun
----	-------	-------

		2020	2021	2022
1	Januari	0.09	0.07	0.08
2	Februari	0.17	0.14	0.16
3	Maret	0.26	0.21	0.24
4	April	0.35	0.30	0.32
5	Mei	0.42	0.38	0.41
6	Juni	0.50	0.47	0.50
7	Juli	0.58	0.56	0.58
8	Agustus	0.66	0.65	0.67
9	September	0.74	0.74	0.75
10	Oktober	0.83	0.82	0.83
11	November	0.91	0.91	0.92
12	Desember	1.00	1.00	1.00

Random Number Generator (RNG) Random Number Generator merupakan alat yang berfungsi untuk menghasilkan urutan angka acak yang secara statistik bersifat independent dan tidak dapat ditebak. Random Number Generator diproses secara komputasi, karenanya bisa disebut sebagai Pseudo Random Number. Banyak metode dalam penentuan angka acak, salah satunya metode LCG atau Linear Congruential Generator.

Pada metode LCG adalah salah satu metode dari pengambilan angka acak, pada metode LCG akan dilakukan perulangan pada periode waktu tertentu atau setelah beberapa kali pembangkitan. Bentuk umum LCG adalah sebagai berikut:

$$Z_i = (a \cdot Z_{i-1} + c) \text{ mod } m$$

Keterangan :

Z_{i-1} = RNG lama

Z_i = RNG baru

c = Konstanta

m = Modulus

a = Angka multipler

Pada penelitian ini akan membangkitkan angka acak sebanyak 12 kali menggunakan Ms.Excel yang valuenya berisi

a = 15, c = 2, m = 12 Maka akan menghasilkan LCG pada Table 4 di bawah.

Tabel 4. Hasil LCG

I	a.Z _i + c	Z _i
0	-	10
1	152	8
2	122	2
3	32	8
4	122	2
5	32	8
6	122	2
7	32	8
8	122	2
9	32	8
10	122	2
11	32	8
12	122	2

Setelah mendapatkan semua data yang dibutuhkan, selanjutnya adalah menerapkan metode monte carlo untuk menentukan prediksi jumlah donatur PMI Kota Cirebon di tahun 2023. Data yang digunakan adalah data pengunjung di tahun 2022, data probabilitas tahun 2022, data kumulatif tahun 2022, hasil RNG (Random Number Generator) dan rentang panjang interval. Semua data diatas disajikan di dalam satu tabel yaitu pada Tabel 5.

Tabel 5. Kumpulan Data Tahun 2023

No	Bulan	Persediaan	Distribusi Probabilitas	Distribusi Kumulatif	Hasil RNG	Range
1	Januari	132	0.08	0.08	8	00-08
2	Februari	136	0.08	0.16	2	9-16
3	Maret	135	0.08	0.24	8	17-24
4	April	138	0.08	0.32	2	25-32
5	Mei	142	0.09	0.41	8	33-41
6	Juni	146	0.09	0.50	2	44-50
7	July	142	0.09	0.58	8	51-58
8	Agustus	147	0.09	0.67	2	59-67
9	September	135	0.08	0.75	8	68-75
10	Oktober	137	0.08	0.83	2	76-83
11	November	138	0.08	0.92	8	84-92
12	Desember	140	0.08	1.00	2	93-100

Selanjutnya semua data terkumpul kemudian dapat disusun untuk mendapatkan prediksi kedatangan donatur ke PMI Kota Cirebon pada tahun 2023. Dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 6 dibawah ini.

Tabel 6 Hasil perhitungan Metode Monte Carlo

Bulan	Hasil RNG	Hasil Simulasi
Januari	8	132
Februari	2	132
Maret	8	132
April	2	132
Mei	8	132
Juni	2	132
July	8	132
Agustus	2	132
September	8	132
Oktober	2	132
November	8	132
Desember	2	132
Jumlah		1584

IV. KESIMPULAN

Persediaan stok darah, dapat disimpulkan bahwa metode Monte Carlo terbukti dapat memprediksi jumlah persediaan darah PMI Kota Cirebon pada tahun 2023. Pada penelitian ini metode Monte Carlo memprediksi akan ada sejumlah 1.584 orang yang datang ke darah PMI Kota Cirebon di sepanjang tahun 2023.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Fauzi, M., & Bahagia, S. N. "Pengambilan Keputusan Komponen Darah dalam Pengendalian Persediaan dalam Menggunakan Metode

- AHP di PMI Kota Bandung.” *Jurnal Ilmiah Teknologi informasi Terapan*, 5(2), 13-20, 2019.
- [2] Mutia, M., Nurcahyo, G. W., & Yunus, Y. “Simulasi Algoritma Monte Carlo Dalam Memprediksi Tingkat Hafalan Al-Qur’an Santri.” *Jurnal Sistikom Informasi Dan Teknologi*, 2020.
- [3] Zalmadani, H., Santony, J., & Yunus, Y. “Prediksi Optimal dalam Produksi Bata Merah Menggunakan Metode Monte Carlo”, *Jurnal Informatika Ekonomi Bisnis*, 2020.
- [4] Muhaimin, Abdi, Sumijan Sumijan, and Julius Santony. "Pemodelan dan simulasi pengelolaan persediaan alat tulis kantor dengan metode Monte Carlo." *JSR: Jaringan Sistem Informasi Robotik* 4.1, 2020: 1-6. K. Elissa, "Title of paper if known," unpublished
- [5] Handayani, T. A., & Sari, R. P. Penerapan Metode Monte Carlo untuk Prediksi Stok Darah di Palang Merah Indonesia. *Jurnal Sistem Informasi*, 14(2), 95-102, 2018.
- [6] Kurniawan, D., & Nugraha, A. “Analisis Kebutuhan Darah dengan Menggunakan Model Simulasi Monte Carlo.” *Jurnal Teknologi dan Informasi*, 8(1), 23-29, 2019.
- [7] Lestari, N. D., & Wulandari, S. “Pengelolaan Persediaan Darah di Rumah Sakit Menggunakan Metode Monte Carlo”, *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 12(3), 175-184, 2020.
- [8] Pratama, A. R., & Wahyudi, R. “Optimalisasi Manajemen Stok Darah di Unit Transfusi Darah Menggunakan Pendekatan Simulasi.” *Jurnal Manajemen dan Pelayanan Kesehatan*, 14(1), 45-52, 2021.
- [9] Rahayu, S., & Setiawan, A. “Prediksi Permintaan Darah dengan Pendekatan Simulasi Monte Carlo”. *Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi*, 6(4), 271-278, 2017.
- [10] Ramadhani, R., & Utami, D. P. “Aplikasi Simulasi Monte Carlo dalam Manajemen Persediaan Darah di UTD PMI”. *Jurnal Informatika*, 16(2), 109-118, 2022.
- [11] Setiawan, B., & Dewi, S. “Penggunaan Metode Monte Carlo untuk Mengoptimalkan Stok Darah di Palang Merah Indonesia”. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 10(2), 67-75, 2016.
- [12] Susanto, H., & Nugroho, A. (2019). “Implementasi Simulasi Monte Carlo dalam Pengelolaan Stok Darah”. *Jurnal Teknologi Informasi*, 9(3), 133-140, 2019.
- [13] Utomo, B. P., & Rahmawati, E. “Manajemen Persediaan Darah dengan Metode Simulasi Monte Carlo di Rumah Sakit”. *Jurnal Kesehatan*, 11(2), 88-95, 2018.
- [14] Wijayanti, L., & Prasetyo, T. “Penggunaan Simulasi Monte Carlo untuk Prediksi Stok Darah di Unit Transfusi Darah”. *Jurnal Informatika Kesehatan Indonesia*, 14(3), 209-218, 2020.