



## Optimalisasi Persediaan Darah Dengan Metoda Monte Carlo (Studi Kasus UTD PMI Solok)

### *Optimization Of Blood Supply Using The Monte Carlo Method (Case Study Of UTD PMI Solok)*

Gustri Efendi<sup>1\*</sup>, April Zahmi<sup>2</sup>

gustriefendi@gmail.com, aprilzahmi.7b@gmail.com

<sup>1</sup>Universitas Nahdlatul Ulama Sumatera Barat

<sup>2</sup>Universitas Nahdlatul Ulama Sumatera Barat

Fakultas Teknik, Program Studi Sistem Informasi Universitas Nahdlatul Ulama Sumatera Barat, Kota Padang Sumatera Barat

#### Keywords

*Simulation, Monte Carlo, Random Number, Optimalisasi*

#### Abstract

*Unpreparedness blood supply anticipates requests to affect the cessation of medical procedures, decreased quality of health and death. The difficulty of determining the optimal level of blood supply with mathematical calculations is the method of calculating probability. The Monte Carlo method is a method of calculating problems that contains elements of probability. This method works by random sampling tests based on past data. The data that will be predicted in this study are January 2023 request data using January 2022 - December 2022 and February 2023 data using February 2022 - January 2023 data. The simulation results compared to January 2023 period real demand for groups A, B, AB, and O are sequentially 79%, 96%, 100% and 92% with a total accuracy rate of 90%. The simulation results of February 2023 in groups A, B, AB, and O respectively are 80%, 81%, 83%, and 80% with a total accuracy rate of 81%.*

#### Kata Kunci

Simulasi, Monte Carlo, Angka Acak, Optimalisasi

#### Abstrak

Ketidaksiapan persediaan darah mengantisipasi permintaan berdampak terhentinya prosedur medis, penurunan kualitas kesehatan dan kematian. Sulitnya menentukan tingkat optimal persediaan darah dengan penghitungan matematis maka diperlukan metode penghitungan probabilitas. Metode *Monte Carlo* merupakan metode melakukan perhitungan permasalahan mengandung unsur probabilitas. Metode ini bekerja dengan uji sampling secara acak berdasarkan data masa lalu. Data yang akan diprediksi pada penelitian ini adalah data permintaan Januari 2023 menggunakan data Januari 2022 - Desember 2022 dan Februari 2023 menggunakan data Februari 2022 - Januari 2023. Hasil simulasi dibandingkan dengan permintaan riil periode Januari 2023 untuk golongan A, B, AB, dan O secara berurutan adalah 79%, 96%, 100% dan 92% dengan total tingkat akurasi 90%. Hasil simulasi Februari 2023 golongan A, B, AB, dan O berurutan adalah 80%, 81%, 83%, dan 80% dengan total tingkat akurasi 81%.

## 1. Pendahuluan

Optimalisasi persediaan darah merupakan suatu usaha meminimalkan tingkat kekurangan dan kelebihan pasokan darah untuk tujuan mengoptimalkan pelayanan permintaan darah. Kelebihan pasokan darah beresiko menimbulkan kerusakan dan kadaluarsa, karena darah memiliki Judul karakteristik mudah rusak dan masa kadaluarsa yang singkat. Sedangkan kekurangan pasokan darah beresiko terhentinya prosedur medis yang mengakibatkan penurunan kualitas kesehatan (*morbiditas*) dan bahkan kematian (*mortalitas*). Untuk itu persoalan ini perlu dikelola dengan baik [15].

Tingkat optimal persediaan darah dipengaruhi oleh jumlah pasokan darah dan tingkat permintaan darah. Karakteristik darah yang mudah rusak, masa kadaluarsa singkat, serta darah termasuk komoditas langka karena darah hanya diproduksi oleh tubuh manusia dan hanya bisa didonorkan dalam jumlah terbatas menambah kompleksitas dalam upaya mengoptimalkan persediaan darah. Permasalahan-permasalahan diatas perlu dikelola dengan baik agar dapat memberikan pelayanan prima kepada pasien baik dari segi kuantitas maupun kualitas [15].

Simulasi adalah salah satu bentuk implementasi yang dapat diterapkan untuk mengenali perilaku suatu sistem sehingga dapat ditentukan pola untuk memprediksi suatu data berdasarkan data masa lalu dalam periode tertentu. Simulasi merupakan bentuk penggalian perilaku atau pola suatu sistem melalui data masa lalu sehingga didapatkan pengetahuan tentang sistem. Simulasi dapat memprediksi perilaku suatu sistem yang sedang berjalan berdasarkan data pengamatan yang diambil pada waktu tertentu [9]. Simulasi memungkinkan user untuk mempraktekkan pengelolaan persediaan yang beragam dan mempunyai jangka waktu panjang dengan cepat dan hasil lebih detail berdasarkan standar yang dapat dikuantifikasi. Simulasi menawarkan pendekatan yang dapat dipercaya untuk memahami dan mengevaluasi model sistem persediaan dengan karakteristik stokatis, dinamis dan mengandung unsur probabilitas tinggi [15].

Salah satu metode simulasi adalah metode *Monte Carlo*. Metode ini adalah suatu metode optimasi berbasis simulasi yang terbukti mampu memecahkan berbagai permasalahan diferensial yang tidak dapat dipecahkan dengan analisis perhitungan matematika [16]. *Monte Carlo* merupakan salah satu dari model simulasi yang paling populer dalam pengendalian persediaan yang mengandung unsur probabilitas [11].

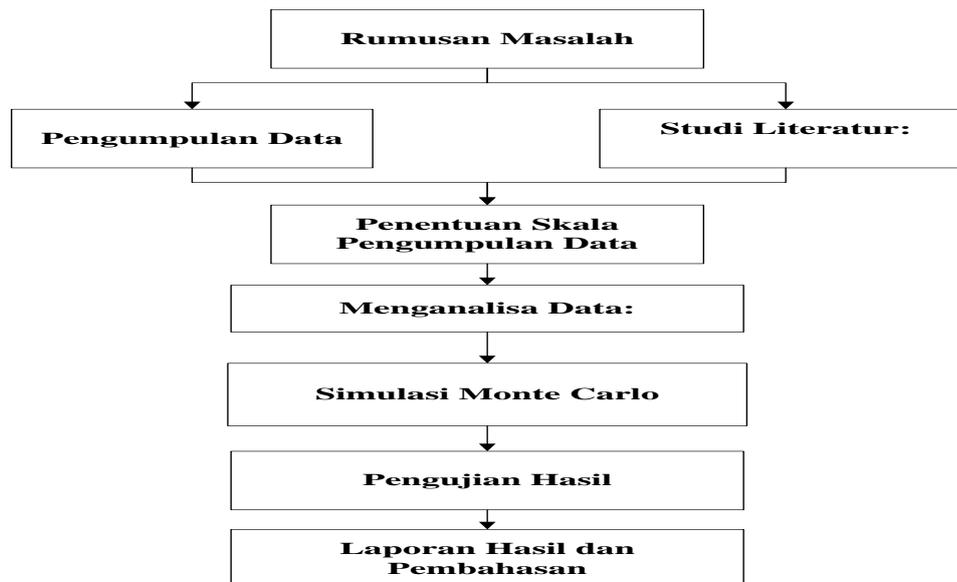
Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan didapatkan rumusan permasalahan yaitu bagaimana menganalisa permasalahan yang mempengaruhi tingkat permintaan darah untuk mengoptimalkan persediaan darah. Bagaimana merancang perhitungan permintaan darah dimasa mendatang dengan metoda *Monte Carlo*. Bagaimana membangun aplikasi untuk mengimplementasikan penghitungan metode *Monte Carlo* dalam mengoptimalkan persediaan darah.

## 2. Metode Penelitian

Metodologi penelitian adalah cara untuk mencari dan mengumpulkan data primer dan sekunder yang akan digunakan sebagai bahan penelitian karya ilmiah. Bab ini menggambarkan prosedur dan langkah-langkah penelitian. Kegiatan ini diawali dengan menentukan topik permasalahan, pengumpulan data-data berdasarkan fakta dilapangan dan studi literatur dari buku dan jurnal relevan dengan permasalahan yang diteliti. Selanjutnya dilakukan analisis sampai dengan penarikan kesimpulan dari permasalahan tersebut. Dalam metode penelitian ditentukan teknik atau prosedur beserta tahapan-tahapan jelas dan disusun secara sistematis dalam proses penelitian

Kerangka kerja penelitian adalah sebuah aturan berbentuk skema yang menggambarkan tahap-tahap dalam penelitian. Kerangka kerja penelitian memperlihatkan hubungan dan ketergantungan antar konsep atau antar variabel. Kerangka kerja penelitian bertujuan menjelaskan dan melengkapi dinamika situasi yang akan diteliti. Kerangka penelitian dapat dikatakan sebagai sebuah model konseptual untuk memperlihatkan bagaimana seorang peneliti menyusun teori-teori kemudian menghubungkannya. Kerangka kerja penelitian optimalisasi

persediaan darah dengan metoda *Monte Carlo* di PMI solok dijelaskan pada gambar 1 dibawah ini:



**Gambar 1: Kerangka Kerja Penelitian**

Rumusan masalah bertujuan untuk memperjelas permasalahan dan mencegah timbulnya keraguan, sehingga dapat menghasilkan solusi terbaik atas permasalahan yang akan diteliti. Pengumpulan data adalah tahap mengumpulkan informasi-informasi yang diperlukan untuk penelitian. Untuk menjawab permasalahan dalam rumusan masalah penelitian dibutuhkan referensi teoritis tentang permasalahan yang diteliti. Penetapan skala ini bertujuan mengetahui tingkat kebutuhan persediaan darah setiap bulannya. Data yang digunakan sebagai acuan dalam penelitian ini adalah data permintaan dan pasokan darah serta data kerusakan darah dari bulan Januari 2022 – Desember 2022

Analisa data bertujuan memahami, dan menentukan ruang lingkup atau batasan masalah. Pada tahap ini digambarkan proses untuk memprediksi jumlah pasokan dan permintaan darah pada bulan berikutnya berdasarkan data Januari 2022 – Desember 2022. Penelitian ini diharapkan mampu menganalisa kebutuhan sistem dalam menentukan output oleh sistem yang akan dibuat. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini adalah mempermudah UTD PMI cabang Solok dalam menentukan tingkat optimal persediaan darah beberapa bulan kedepan.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Random Numbers

*Random numbers* atau angka acak adalah suatu bilangan yang kemunculannya tidak dapat diprediksi. Bilangan ini dapat dibangkitkan secara *numerik/aritmatika* (menggunakan komputer) dengan algoritma yang disebut dengan *pseudo random numbers* (pembangkit bilangan acak). *Pseudo Random Numbers* ini disebut juga dengan bilangan acak semu, karena pembangkitan bilangannya dapat diulang kembali. Contoh dari *Pseudo Random Numbers* adalah *Linear Congruential Generator (LCG)*, *Multiplicative Random Numbers Generator (MRNG)*, dan *Mixed Congruential Random Number Generator*. Untuk membangkitkan bilangan acak dengan distribusi *uniform* bisa digunakan LCG, sedangkan untuk membangkitkan bilangan acak yang berupa bilangan-bilangan prima digunakan MRNG [16].

Salah satu metode dalam membangkitkan bilangan acak adalah LCG (*Linear Congruential Generator*). LCG menghasilkan bilangan bulat  $x_1, x_2$  antara 0 dan  $m-1$  menurut hubungan berulang berikut:

*Mixed Congruential Method*, nilai  $C \neq 0$ :

$$X_{i+1} = (aX_i + C) \bmod m$$

dengan  $i = 0, 1, 2, \dots$

Dimana:

$a$  = Konstanta perkalian ( $a < m$ )

$X_i$  = Nilai awal yang ditentukan  
(bilangan bulat  $\geq 0, Z_0 < m$ )

$C$  = Kenaikan atau konstanta  
pergeseran ( $c < m$ )

Mod = Modulus

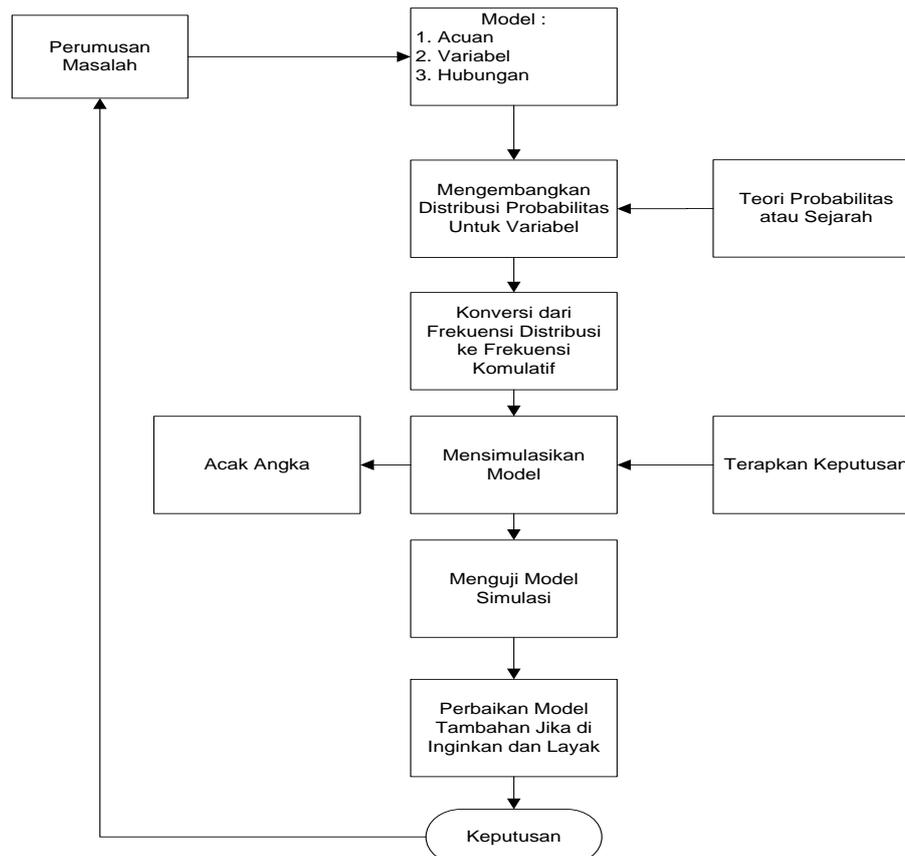
### 3.2 Metode Monte Carlo

Simulasi *Monte Carlo* adalah algoritma komputasi dengan teknik simulasi komputer yang berfungsi mensimulasikan berbagai perilaku sistem secara matematika dan fisika. Metode ini merupakan pendekatan khusus dalam mensimulasikan sebuah situasi yang mengandung resiko, sehingga diperoleh jawaban-jawaban atas perkiraan yang tidak dapat diperoleh dari penelitian-penelitian secara fisik dan penghitungan matematika [16]. Metode *Monte Carlo* adalah cara yang efektif untuk menyelesaikan masalah stokastik [5].

Pada simulasi *Monte Carlo* sebuah model dibangun mengacu kepada sistem aslinya. Setiap variabel memiliki nilai probabilitas berbeda yang ditunjukkan oleh distribusi probabilitas dari setiap variabel. Metode ini mensimulasikan sistem secara berulang dengan cara memilih sebuah nilai acak untuk setiap variabel dari distribusi probabilitasnya. Simulasi ini menghasilkan suatu distribusi probabilitas dari nilai sebuah sistem secara keseluruhan [9].

Metode simulasi *Monte Carlo* melibatkan banyak percobaan simulasi, karena itu teknik ini diaplikasikan dengan model komputer. Jika dibuat suatu model dengan menggunakan program *spreadsheet* seperti excel, maka akan didapatkan sejumlah parameter tertentu sebagai masukan, dan beberapa persamaan yang memanfaatkan masukan tersebut untuk memberikan sekumpulan *output* (variabel tanggapan). Jenis model ini umumnya bersifat *deterministic*, artinya diperoleh hasil yang sama berapapun proses komputasi diulang [16]. Simulasi *Monte Carlo* disebut juga dengan simulasi terkomputerisasi, karena proses komputasinya dilakukan dengan komputer. Eksperimen yang dilakukan diarahkan kepada tujuan atau memperoleh pengalaman dalam kondisi yang terkendali menggunakan model dinamis, dimana model dinamis menunjukkan model yang perilaku/struktur variabel pada basis waktu [4].

Berdasarkan uraian diatas maka dapat disimpulkan bahwa metode simulasi *Monte Carlo* adalah suatu teknik meniru operasi atau perilaku sebuah sistem dengan menggunakan distribusi probabilitas yang variabel input berupa angka acak dan dilakukan secara berulang. Alur simulasi *Monte Carlo* dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini:



**Gambar 2: Alur Simulasi Monte Carlo**

Metode *Monte Carlo* dalam menentukan *random numbers* (angka acak) berdasarkan distribusi probabilitas, ini bertujuan untuk menetapkan variabel acak melalui uji sampel dari distribusi probabilitas. Teknik ini dapat dilakukan dengan memanfaatkan perangkat lunak komputer untuk membangkitkan *random numbers* yang diperlukan [16]. Dasar simulasi *Monte Carlo* adalah percobaan elemen kemungkinan dengan sampel acak dimana waktu tidak berperan substansif, sehingga metode ini cocok diterapkan pada sistem dimana dalam komponennya mengandung unsur probabilitas [9]. Tingkat akurasi hasil simulasi metode ini sangat ditentukan oleh variabel inputnya [11]. Teknik simulasi *Monte Carlo* dibagi dalam lima langkah [16], yaitu:

1. Menetapkan distribusi probabilitas bagi variabel penting. Pemikiran dasar dari simulasi *Monte Carlo* adalah untuk membangkitkan nilai variabel pada model yang sedang di uji. Pada kenyataannya, sebagian besar variabel dalam metode *Monte Carlo* memiliki probabilitas alami.
2. Membuat distribusi probabilitas kumulatif dengan cara mengubah dari probabilitas biasa setiap variabel.
3. Menetapkan interval *random numbers* bagi setiap variabel. Langkah ini dilakukan dengan cara memberikan serangkaian angka untuk mewakili setiap nilai output yang mungkin bagi setiap variabel yang telah ditetapkan untuk digunakan pada proses simulasi.
4. Membangkitkan setiap nilai *random numbers* yang sedang diteliti. Proses ini memerlukan program komputer karena melibatkan banyak percobaan simulasi.
5. Membuat simulasi dari rangkaian percobaan dengan memilih *random numbers* dari tabel *random numbers*.

### 3.2.1 Menentukan Variabel Penting

Salah satu teknik membuat distribusi probabilitas untuk suatu variabel adalah dengan memperhitungkan hasil atau data pada waktu sebelumnya. Untuk mengetahui nilai probabilitas maka harus dihitung jumlah data yang sesuai dari kategori yang sama lalu dibagi dengan jumlah data pada kategori tersebut [8]. Frekuensi relative untuk tiap variabel probabilitas dilakukan dengan cara membagi setiap nilai permintaan yang telah diobservasi dengan total permintaan.

Distribusi Probabilitas:

$$ke-i = \frac{\text{jumlah frekwensi ke-i}}{\text{total frekwensi (n)}}$$

Pada penelitian ini permintaan darah yang akan diprediksi adalah permintaan darah bulan Januari 2023 dan Februari 2023. Untuk Januari 2023 menggunakan data Januari 2022-Desember 2022 (Periode Pertama). Prediksi Februari 2023 menggunakan data Februari 2022-Januari 2023 (Periode Kedua).

### 3.2.2 Membuat Distribusi Kumulatif

Tahap ini dilakukan konversi dari distribusi probabilitas menjadi distribusi kumulatif. Nilai ini didapat dengan cara menjumlahkan tiap angka distribusi probabilitas dengan angka probabilitas sebelumnya.

### 3.2.3 Interval Angka Acak

Menentukan interval angka acak adalah menentukan batas angka yang mewakili tiap kemungkinan hasil. Angka acak ini menjadi parameter atas nilai dari hasil simulasi. Penentuan interval angka acak didasarkan pada distribusi probabilitas kumulatif. Pada penelitian ini interval angka acak yang digunakan adalah 3 angka yaitu dari 000-1000.

Interval angka acak periode pertama ditentukan berdasarkan data permintaan darah Januari 2022 - Desember 2022. Interval angka acak yang dihasilkan pada periode ini untuk menentukan tingkat perimntaan darah Januari 2023. Sedangkan periode kedua berdasarkan data permintaan darah Februari 2022 - Januari 2023. Interval angka acak awal pada penelitian ini ditentukan 3 angka yang dimulai dengan 000. Untuk interval akhir adalah nilai kumulatif pada interval tersebut dikali 100 dikurang 1. Dikali 100 karena pada penelitian ini ditentukan nilai angka acaknya 3 angka dengan metode pembangkitan angka acak *Linear Congruential Method* (LCG) dengan pola hubungan *Mixed Congruential Method*, sehingga bentuk angka acaknya harus bilangan bulat. Dikurangi satu untuk menentukan batas interval angka acak. Interval akhir dari interval angka acak sebelumnya ditambah 1 menjadi interval awal untuk interval angka acak kedua, kedua ditambah 1 untuk ketiga, ketiga ditambah 1 untuk ke empat dan seterusnya.

Untuk golongan darah A

Nilai kumulatif permintaan 0 adalah 0,773, interval angka acaknya adalah:

$$\begin{aligned} \text{Interval awal} &= 000 \\ \text{Interval akhir} &= (0,773 \times 100) - 1 = 772 \\ \text{Interval angka acak} &= 000-772 \end{aligned}$$

Nilai kumulatif permintaan 1 adalah 0,789, interval angka acaknya adalah:

$$\begin{aligned} \text{Interval awal} &= \text{Interval akhir sebelumnya} + 1 \\ &= 772 + 1 = 773 \\ \text{Interval akhir} &= (0,789 \times 100) - 1 = 788 \\ \text{Interval angka acak} &= 773-788 \end{aligned}$$

Nilai kumulatif permintaan 2 adalah 0,877, interval angka acaknya adalah:

$$\begin{aligned} \text{Interval awal} &= 788 + 1 = 789 \\ \text{Interval akhir} &= (0,877 \times 100) - 1 = 876 \\ \text{Interval angka acak} &= 789-876 \end{aligned}$$

Nilai kumulatif permintaan 2 adalah 0,899, interval angka acaknya adalah:

$$\text{Interval awal} = 876 + 1 = 877$$

$$\text{Interval akhir} = (0,899 \times 100) - 1 = 898$$

$$\text{Interval angka acak} = 877-898$$

Berikut interval angka acak dari distribusi probabilitas komulatif tiap golongan darah:

**Tabel 1. Interval Angka Acak Permintaan Darah Golongan A Periode 1**

Jumlah Permintaan	Frekuensi Hari	Probabilitas	Kumulatif	Inteval Angka Acak
0	282	0,773	0,773	000-772
1	6	0,016	0,789	773-788
2	32	0,088	0,877	789-876
3	8	0,022	0,899	877-898
4	9	0,025	0,924	899-923
5	6	0,016	0,940	924-939
6	8	0,022	0,962	940-961
7	3	0,008	0,970	962-969
8	3	0,008	0,978	970-977
10	4	0,011	0,989	978-988
11	1	0,003	0,992	989-991
14	1	0,003	0,995	992-994
20	1	0,003	0,998	995-997
28	1	0,003	1,000	998-999
<b>Jumlah</b>	<b>365</b>	<b>1</b>	<b>13,07</b>	

**Tabel 2. Interval Angka Acak Permintaan Darah Golongan B Periode 1**

Jumlah Permintaan	Frekuensi Hari	Probabilitas	Kumulatif	Inteval Angka Acak
0	284	0,778	0,778	000-777
1	10	0,027	0,805	778-804
2	24	0,066	0,871	805-870
3	8	0,022	0,893	871-892
4	11	0,030	0,923	893-922
5	4	0,011	0,934	923-933
6	7	0,019	0,953	934-952
9	1	0,003	0,956	953-955
10	11	0,030	0,986	956-985
12	2	0,005	0,992	986-991
14	1	0,003	0,994	992-993
16	1	0,003	0,997	994-996
20	1	0,003	1,000	997-999
<b>Jumlah</b>	<b>365</b>	<b>1,000</b>	<b>12,081</b>	

**Tabel 3. Interval Angka Acak Permintaan Darah Golongan AB Periode 1**

Jumlah Permintaan	Frekuensi Hari	Probabilitas	Kumulatif	Inteval Angka Acak
0	331	0,907	0,907	000-906
1	4	0,011	0,918	907-917
2	11	0,030	0,948	918-947
3	4	0,011	0,959	948-958
4	9	0,025	0,984	959-983
5	1	0,003	0,986	984-985
6	3	0,008	0,995	986-994
7	1	0,003	0,997	995-996
10	1	0,003	1,000	997-999
<b>Jumlah</b>	<b>365</b>	<b>1,000</b>	<b>8,692</b>	

**Tabel 4. Interval Angka Acak Permintaan Darah Golongan O Periode 1**

Jumlah Permintaan	Frekuensi Hari	Probabilitas	Kumulatif	Inteval Angka Acak
0	255	0,699	0,699	000-698
1	15	0,041	0,740	699-739
2	23	0,063	0,803	740-802
3	12	0,033	0,836	803-835
4	12	0,033	0,869	836-868
5	2	0,005	0,874	869-873
6	15	0,041	0,915	874-914
7	3	0,008	0,924	915-923
8	2	0,005	0,929	924-928
9	2	0,005	0,935	929-934
10	13	0,036	0,970	935-969
12	1	0,003	0,973	970-972
13	1	0,003	0,976	973-975
14	1	0,003	0,978	976-977
16	1	0,003	0,981	978-980
17	1	0,003	0,984	981-983

Jumlah Permintaan	Frekuensi Hari	Probabilitas	Kumulatif	Inteval Angka Acak
18	2	0,005	0,989	984-988
19	1	0,003	0,992	989-991
20	3	0,008	1,000	992-999
<b>Jumlah</b>	<b>365</b>	<b>1,000</b>	<b>17,36</b>	

**Tabel 5. Interval Angka Acak Permintaan Darah Golongan A Periode 2**

Jumlah Permintaan	Frekuensi Hari	Probabilitas	Kumulatif	Inteval Angka Acak
0	274	0,751	0,751	000-750
1	7	0,019	0,770	751-769
2	34	0,093	0,863	770-862
3	9	0,025	0,888	863-887
4	9	0,025	0,913	888-912
5	7	0,019	0,932	913-931
6	9	0,025	0,956	932-955
7	2	0,005	0,962	956-961
8	4	0,011	0,973	962-972
10	6	0,016	0,989	973-988
11	1	0,003	0,992	989-991
14	1	0,003	0,995	992-994
20	1	0,003	0,998	995-997
28	1	0,003	1,000	998-999
<b>Total</b>	<b>365</b>	<b>1</b>	<b>12,970</b>	

**Tabel 6 Interval Angka Acak Permintaan Darah Golongan B Periode 2**

Jumlah Permintaan	Frekuensi Hari	Probabilitas	Kumulatif	Inteval Angka Acak
0	284	0,778	0,778	000-777
1	10	0,027	0,805	778-804
2	24	0,066	0,871	805-870
3	8	0,022	0,893	871-892
4	8	0,022	0,915	893-914
5	5	0,014	0,929	915-928
6	7	0,019	0,948	929-947
9	1	0,003	0,951	948-950
10	13	0,036	0,986	951-985
12	2	0,005	0,992	986-991
14	1	0,003	0,994	992-993
16	1	0,003	0,997	994-996
20	1	0,003	1,000	997-999
<b>Total</b>	<b>365</b>	<b>1,000</b>	<b>12,052</b>	

**Tabel 7 Interval Angka Acak Permintaan Darah Golongan AB Periode 2**

Jumlah Permintaan	Frekuensi Hari	Probabilitas	Kumulatif	Inteval Angka Acak
0	329	0,901	0,901	000-900
1	5	0,014	0,915	901-914
2	12	0,033	0,948	915-947
3	4	0,011	0,959	948-958
4	9	0,025	0,983	959-982
5	1	0,003	0,986	983-985
6	3	0,008	0,994	986-993
7	1	0,003	0,997	994-996
10	1	0,003	1,000	997-999
<b>Total</b>	<b>365</b>	<b>1</b>	<b>8,680</b>	

**Tabel 8 Interval Angka Acak Permintaan Darah Golongan O Periode 2**

Jumlah Permintaan	Frekuensi Hari	Probabilitas	Kumulatif	Inteval Angka Acak
0	261	0,715	0,715	000-714
1	13	0,036	0,751	715-750
2	21	0,058	0,808	751-807
3	10	0,027	0,836	808-835
4	11	0,030	0,866	836-865
5	4	0,011	0,877	866-876
6	14	0,038	0,915	877-914
7	3	0,008	0,923	915-922
8	1	0,003	0,926	923-925
9	2	0,005	0,931	926-930
10	14	0,038	0,970	931-969
12	1	0,003	0,973	970-972
13	1	0,003	0,975	973-974
14	1	0,003	0,978	975-977
16	1	0,003	0,981	978-980
17	1	0,003	0,983	981-982
18	2	0,005	0,989	983-988
19	1	0,003	0,992	989-991

Jumlah Permintaan	Frekuensi Hari	Probabilitas	Kumulatif	Inteval Angka Acak
20	3	0,008	1000	992-999
<b>Jumlah</b>	<b>365</b>	<b>1,000</b>	<b>17,36</b>	

### 3.2.4 Membangkitkan Angka Acak

Salah satu metode distribusi dalam membangkitkan angka acak adalah metode LCG (*Linear Congruential Method*) atau LCG (*Linear Congruential Generator*). LCG menghasilkan bilangan bulat  $x_1, x_2$  antara 0 dan  $m-1$  menurut hubungan berulang berikut:

$$X_{i+1} = (aX_i + C) \text{ mod } M$$

Dimana:

- a = Konstanta perkalian ( $a < m$ )
- $X_i$  = Nilai awal yang ditentukan  
(bilangan bulat  $\geq 0, X_0 < m$ )
- C = Kenaikan atau konstanta pergeseran ( $c < m$ )
- M = Batas maksimum bilangan acak

Pada penelitian ini ditentukan nilai  $a = 145$ , nilai  $C = 646$ , nilai  $X_0 = 199$ , dan nilai  $M = 999$ . Jumlah variabel angka acak tergantung kepada jumlah angka acak yang akan dibangkitkan. Pada kasus ini akan dihitung kebutuhan darah selama satu bulan (31 hari), maka jumlah bilangan acak yang akan dibangkitkan adalah 31. Metode pembangkitan bilangan acak adalah metode *Linear Congruential Generator* (LCG) dengan pola hubungan *Mixed Congruential Method*. Angka acak pada interval 0 akan menjadi angka acak pertama, angka acak pertama akan menjadi nilai awal untuk interval berikutnya.

Berdasarkan ketentuan diatas maka didapatkan nilai angka acak sebagai berikut

Interval I	= $X_i$	$X_{i+1} = (a.X_i) + C \text{ Mod } M$
Interval 0	= $X_0$	$X_0+1 = X_1 = (145.199) + 646 \text{ Mod } 999 = 530$
Interval 1	= $X_1$	$X_1+1 = X_2 = (145.530) + 646 \text{ Mod } 999 = 573$
Interval 2	= $X_2$	$X_2+1 = X_3 = (145.573) + 646 \text{ Mod } 999 = 814$
Interval 3	= $X_3$	$X_3+1 = X_4 = (145.814) + 646 \text{ Mod } 999 = 794$
Interval 4	= $X_4$	$X_4+1 = X_5 = (145.794) + 646 \text{ Mod } 999 = 891$
Interval 5	= $X_5$	$X_5+1 = X_6 = (145.891) + 646 \text{ Mod } 999 = 970$
Interval 6	= $X_6$	$X_6+1 = X_7 = (145.970) + 646 \text{ Mod } 999 = 437$

Begitu seterusnya sampai interval ke 30, berdasarkan ketentuan ini maka dihasil kan angka acak dari metode LCG sebagai berikut:

**Tabel 9. Angka Acak Periode 31 Hari**

I	$X_i$	$(a.X_i)+C$	$X_{i+1}=(a.X_i)+C \text{ Mod } M$	Angka Acak
0	$X_0 = 199$	$(145.199)+646=29501$	$X_1 = 29501 \text{ Mod } 999 = 530$	530
1	$X_1 = 530$	$(145.530)+646=77496$	$X_2 = 77496 \text{ Mod } 999 = 573$	573
2	$X_2 = 573$	$(145.573)+646=83731$	$X_3 = 83731 \text{ Mod } 999 = 814$	814
3	$X_3 = 814$	$(145.814)+646=118676$	$X_4 = 118676 \text{ Mod } 999 = 794$	794
4	$X_4 = 794$	$(145.794)+646=115776$	$X_5 = 115776 \text{ Mod } 999 = 891$	891
5	$X_5 = 891$	$(145.891)+646=129841$	$X_6 = 129841 \text{ Mod } 999 = 970$	970
6	$X_6 = 970$	$(145.970)+646=141296$	$X_7 = 141296 \text{ Mod } 999 = 437$	437
7	$X_7 = 437$	$(145.437)+646=64011$	$X_8 = 64011 \text{ Mod } 999 = 75$	75
8	$X_8 = 75$	$(145.75)+646=11521$	$X_9 = 11521 \text{ Mod } 999 = 532$	532
9	$X_9 = 532$	$(145.532)+646=77786$	$X_{10} = 77786 \text{ Mod } 999 = 863$	863
10	$X_{10} = 863$	$(145.863)+646=125781$	$X_{11} = 125781 \text{ Mod } 999 = 906$	906
11	$X_{11} = 906$	$(145.906)+646=132016$	$X_{12} = 132016 \text{ Mod } 999 = 148$	148
12	$X_{12} = 148$	$(145.148)+646=22106$	$X_{13} = 22106 \text{ Mod } 999 = 128$	128
13	$X_{13} = 128$	$(145.128)+646=19206$	$X_{14} = 19206 \text{ Mod } 999 = 225$	225
14	$X_{14} = 225$	$(145.225)+646=33271$	$X_{15} = 33271 \text{ Mod } 999 = 304$	304
15	$X_{15} = 304$	$(145.304)+646=44726$	$X_{16} = 44726 \text{ Mod } 999 = 770$	770
16	$X_{16} = 770$	$(145.770)+646=112296$	$X_{17} = 112296 \text{ Mod } 999 = 408$	408
17	$X_{17} = 408$	$(145.408)+646=59806$	$X_{18} = 59806 \text{ Mod } 999 = 865$	865
18	$X_{18} = 865$	$(145.865)+646=126071$	$X_{19} = 126071 \text{ Mod } 999 = 197$	197
19	$X_{19} = 197$	$(145.197)+646=29211$	$X_{20} = 29211 \text{ Mod } 999 = 240$	240

I	$X_i$	$(a.X_i)+C$	$X_{i+1}=(a.X_i)+C \text{ Mod } M$	Angka Acak
20	$X_{20} = 240$	$(145. 240)+646=35446$	$X_{21} = 35446 \text{ Mod } 999 = 481$	481
21	$X_{21} = 481$	$(145. 481)+646=70391$	$X_{22} = 70391 \text{ Mod } 999 = 461$	461
22	$X_{22} = 461$	$(145. 461)+646=67491$	$X_{23} = 67491 \text{ Mod } 999 = 558$	558
23	$X_{23} = 558$	$(145. 558)+646=81556$	$X_{24} = 81556 \text{ Mod } 999 = 637$	637
24	$X_{24} = 637$	$(145. 637)+646=93011$	$X_{25} = 93011 \text{ Mod } 999 = 104$	104
25	$X_{25} = 104$	$(145. 104)+646=15726$	$X_{26} = 15726 \text{ Mod } 999 = 741$	741
26	$X_{26} = 741$	$(145. 741)+646=108091$	$X_{27} = 108091 \text{ Mod } 999 = 199$	199
27	$X_{27} = 199$	$(145. 199)+646=29501$	$X_{28} = 29501 \text{ Mod } 999 = 530$	530
28	$X_{28} = 530$	$(145. 530)+646=77496$	$X_{29} = 77496 \text{ Mod } 999 = 573$	573
29	$X_{29} = 573$	$(145. 573)+646=83731$	$X_{30} = 83731 \text{ Mod } 999 = 814$	814
30	$X_{30} = 814$	$(145. 814)+646=118676$	$X_{31} = 118676 \text{ Mod } 999 = 794$	794

### 3.2.5 Hasil Simulasi Rangkaian Percobaan

Simulasi rangkaian percobaan dilakukan untuk menentukan tingkat permintaan darah tiap golongan darah perhari. Penentuan tingkat permintaan ini diawali dengan mengambil nilai angka acak yang didapat melalui metode LCG kemudian mencocokkannya dengan interval angka acak yang ada pada tiap golongan darah. Interval angka acak akan mewakili jumlah hasil simulasi permintaan darah tiap golongan darah. Hasil simulasi tingkat permintaan darah tiap golongan darah ditampilkan pada tabel dibawah ini:

**Tabel 10 Hasil Simulasi Januari 2018 Golongan darah A**

Hasil Penghitungan Simulasi Golongan Darah A Periode Januari 2018 (Kantong)			
Hari Ke	Angka Acak	Interval Angka Acak	Penghitungan Simulasi (Kantong)
1	530	000-772	0
2	573	000-772	0
3	814	789-876	2
4	794	789-876	2
5	891	877-898	3
6	970	970-977	8
7	437	000-772	0
8	75	000-772	0
9	532	000-772	0
10	863	789-876	2
11	906	899-923	4
12	148	000-772	0
13	128	000-772	0
14	225	000-772	0
15	304	000-772	0
16	770	000-772	0
17	408	000-772	0
18	865	790-876	2
19	197	000-772	0
20	240	000-772	0
21	481	000-772	0
22	461	000-772	0
23	558	000-772	0
24	637	000-772	0
25	104	000-772	0
26	741	000-772	0
27	199	000-772	0
28	530	000-772	0
29	573	000-772	0
30	814	789-876	2
31	794	789-876	2
<b>Total Prediksi Simulasi</b>			<b>27 Kantong</b>

**Tabel 11 Hasil Simulasi Januari 2018 Golongan darah B**

Hasil Penghitungan Simulasi Golongan Darah B Periode Januari 2018 (Kantong)			
Hari Ke	Angka Acak	Interval Angka Acak	Penghitungan Simulasi (Kantong)
1	530	000-778	0
2	573	000-778	0
3	814	806-871	2
4	794	779-805	1
5	891	872-893	3
6	970	957-986	10
7	437	000-778	0
8	75	000-778	0
9	532	000-778	0
10	863	806-871	2
11	906	894-923	4
12	148	000-778	0

Hasil Penghitugan Simulasi Golongan Darah B Periode Januari 2018 (Kantong)			
Hari Ke	Angka Acak	Interval Angka Acak	Penghitugan Simulasi (Kantong)
13	128	000-778	0
14	225	000-778	0
15	304	000-778	0
16	770	000-778	0
17	408	000-778	0
18	865	806-871	2
19	197	000-778	0
20	240	000-778	0
21	481	000-778	0
22	461	000-778	0
23	558	000-778	0
24	637	000-778	0
25	104	000-778	0
26	741	000-778	0
27	199	000-778	0
28	530	000-778	0
29	573	000-778	0
30	814	806-871	2
31	794	779-805	1
<b>Total Prediksi Simulasi</b>			<b>27</b>

**Tabel 12 Hasil Simulasi Januari 2018 Golongan darah AB**

Hasil Penghitugan Simulasi Golongan Darah AB Periode Januari 2018 (Kantong)			
Hari Ke	Angka Acak	Interval Angka Acak	Penghitugan Simulasi (Kantong)
1	530	000-907	0
2	573	000-907	0
3	814	000-907	0
4	794	000-907	0
5	891	000-907	0
6	970	960-983	4
7	437	000-907	0
8	75	000-907	0
9	532	000-907	0
10	863	000-907	0
11	906	000-907	0
12	148	000-907	0
13	128	000-907	0
14	225	000-907	0
15	304	000-907	0
16	770	000-907	0
17	408	000-907	0
18	865	000-907	0
19	197	000-907	0
20	240	000-907	0
21	481	000-907	0
22	461	000-907	0
23	558	000-907	0
24	637	000-907	0
25	104	000-907	0
26	741	000-907	0
27	199	000-907	0
28	530	000-907	0
29	573	000-907	0
30	814	000-907	0
31	794	000-907	0
<b>Total Prediksi Simulasi</b>			<b>4</b>

**Tabel 12 Hasil Simulasi Januari 2018 Golongan darah O**

Hasil Penghitugan Simulasi Golongan Darah O Periode Januari 2018 (Kantong)			
Hari Ke	Angka Acak	Interval Angka Acak	Penghitugan Simulasi (Kantong)
1	530	000-669	0
2	573	000-907	0
3	814	000-907	3
4	794	000-907	2
5	891	000-907	6
6	970	960-983	12
7	437	000-907	0
8	75	000-907	0
9	532	000-907	0
10	863	000-907	4
11	906	000-907	6
12	148	000-907	0
13	128	000-907	0
14	225	000-907	0
15	304	000-907	0
16	770	000-907	2
17	408	000-907	0

18	865	000-907	4
19	197	000-907	0
20	240	000-907	0
21	481	000-907	0
22	461	000-907	0
23	558	000-907	0
24	637	000-907	0
25	104	000-907	0
26	741	000-907	2
27	199	000-907	0
28	530	000-907	0
29	573	000-907	0
30	814	000-907	3
31	794	000-907	2
<b>Total Prediksi Simulasi</b>			<b>46</b>

**3.3 Perbandingan Hasil Simulasi**

H

asil simulasi yang didapat berdasarkan interval angka acak periode pertama adalah prediksi untuk permintaan darah di Januari 2023, hasil ini akan dibandingkan dengan hasil rill permintaan darah Januari 2023. Hasil simulasi berdasarkan interval angka acak periode kedua adalah prediksi permintaan darah untuk Februari 2023, hasil ini akan dibandingkan dengan permintaan darah sebenarnya yang terjadi pada Februari 2023.

Berikut tabel perbandingan permintaan darah hasil simulasi bulan Januari 2018 dengan permintaan rill di Januari 2018:

**Tabel 13 Perbandingan Hasil Simulasi Permintaan Darah Januari 2023**

Hari ke	Gol. Darah A		Gol. Darah B		Gol. Darah AB		Gol. Darah O		Total	
	Sim	Rill	Sim	Rill	Sim	Rill	Sim	Rill	Sim	Rill
1	0		0		0		0		0	0
2	0		0		0		0		0	0
3	2	1	2		0		3		7	1
4	2		1		0		2		5	0
5	3		3		0		6		12	0
6	8		10		4		12		34	0
7	0		0		0		0		0	0
8	0		0		0		0	2	0	2
9	0	6	0		0		0		0	6
10	2		2		0		4		8	0
11	4	1	4		0		6	5	14	6
12	0		0		0		0		0	0
13	0		0		0		0		0	0
14	0		0	1	0		0		0	1
15	0		0		0		0		0	0
16	0		0		0	1	2	2	2	3
17	0	3	0	10	0	1	0	2	0	14
18	2	3	2		0		4		8	3
19	0		0	10	0		0	5	0	15
20	0	2	0		0		0		0	2
21	0		0		0		0		0	0
22	0	5	0		0		0		0	5
23	0	2	0		0	2	0		0	4
24	0		0		0		0	10	0	10
25	0	8	0		0		0		0	8
26	0	2	0	5	0		2		2	7
27	0		0		0		0		0	0
28	0		0		0		0		0	0
29	0		0		0		0	4	0	4
30	2	10	2		0		3	10	7	10
31	2	10	1		0		2	4	5	14
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>53</b>	<b>27</b>	<b>26</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>46</b>	<b>42</b>	<b>104</b>	<b>83%</b>
<b>%</b>	<b>51%</b>		<b>96%</b>		<b>100%</b>		<b>91%</b>		<b>98%</b>	

Dari tabel 13 diatas dapat dilihat prediksi jumlah optimal persediaan darah adalah 104 kantong, dengan rincian golongan darah A = 27 kantong, B = 27 kantong, AB = 4 kantong, dan O = 46 kantong.

Hasil simulasi bulan Februari 2023 didapat berdasarkan interval angka acak yang dihitung berdasarkan data Februari 2022 - Januari 2023. Berikut tabel perbandingan permintaan darah hasil simulasi bulan Februari 2023 dengan permintaan rill di Februari 2023:

**Tabel 14 Perbandingan Hasil Simulasi Permintaan Darah Februari 2018**

Hari ke	Gol. Darah A		Gol. Darah B		Gol. Darah AB		Gol. Darah O		Total	
	Sim	Rill	Sim	Rill	Sim	Rill	Sim	Rill	Sim	Rill
1	0	3	0		0		0	2	0	5

Hari ke	Perbandingan Hasil Simulasi dengan Hasil Rill Februari 2018									
	Gol. Darah A		Gol. Darah B		Gol. Darah AB		Gol. Darah O		Total	
	Sim	Rill	Sim	Rill	Sim	Rill	Sim	Rill	Sim	Rill
2	0		0		0		0	10	0	10
3	2		2	7	0		3	5	7	12
4	2	3	1		0		2		5	3
5	4		3		0		6		12	0
6	8		10		4		12		34	0
7	0		0		0		0		0	0
8	0		0		0		0		0	0
9	0		0		0		0		0	0
10	3		2		0		4	9	8	9
11	4		4		1		6	7	15	7
12	0		0	2	0		0		0	2
13	0		0		0		0		0	0
14	0		0		0		0		0	0
15	0		0		0		0		0	0
16	2	1	0		0		2		3	1
17	0	3	0		0		0		0	3
18	3		2		0		4		8	0
19	0	2	0		0		0		0	2
20	0		0		0		0	3	0	3
21	0	2	0		0		0		0	2
22	0	8	0		0	2	0		0	10
23	0	2	0		0		0		0	2
24	0	5	0	10	0	2	0		0	17
25	0		0	3	0		0		0	3
26	0	3	0		0		1		1	3
27	0		0		0		0		0	0
28	0	3	0		0	2	0		0	5
29	0		0		0		0		0	0
30	2		2		0		3		7	0
31	2		1		0		2		5	0
<b>Total</b>	<b>32</b>	<b>64</b>	<b>27</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>29</b>	<b>45</b>	<b>30</b>	<b>109</b>	<b>131</b>
<b>%</b>	<b>50%</b>		<b>30%</b>		<b>17%</b>		<b>67%</b>		<b>83%</b>	

Dari tabel 14 di atas dapat dilihat prediksi jumlah optimal persediaan darah adalah 105 kantong, dengan rincian golongan darah A = 32 kantong, B = 27 kantong, AB = 5 kantong, dan O = 45 kantong.

Berdasarkan tabel 13 dan 14 dapat dilihat total perbandingan dan selisih hasil simulasi persediaan darah dengan data rill pada periode tersebut, yaitu :

**Tabel 15 Perbandingan Hasil Simulasi Total Januari 2023**

Gol. Darah	Januari 2023			
	Simulasi	Rill	Selisih	Persentase
A	27	53	-26	51%
B	27	26	+1	96%
AB	4	4	0	100%
O	46	42	+4	91%
<b>Total</b>	<b>104</b>	<b>125</b>	<b>-21</b>	<b>83%</b>

**Tabel 16 Perbandingan Hasil Simulasi Total Februari 2023**

Gol. Darah	Februari 2018			
	Simulasi	Rill	Selisih	Persentase
A	32	64	-32	50%
B	27	8	+19	30%
AB	5	29	-24	17%
O	45	30	+15	67%
<b>Total</b>	<b>109</b>	<b>131</b>	<b>-22</b>	<b>83%</b>

Dari tabel 15 dan 16 dapat dilihat perbandingan antara hasil simulasi dengan hasil permintaan darah sebenarnya. Untuk prediksi permintaan darah Januari 2023 prediksi golongan darah A terjadi kekurangan sebanyak 26 kantong dengan persentase 51%, golongan darah B berlebih 1 kantong dengan persentase 96%, golongan darah AB tidak terjadi kelebihan dan kekurangan antara hasil prediksi dan simulasi dengan tingkat akurasi 100%, dan golongan darah O terjadi kelebihan 4 kantong dengan persentase akurasi 91%. Secara total antara prediksi dan rill terjadi kelebihan 21 kantong darah dengan persentase total akurasi 83%.

Hasil simulasi untuk memprediksi permintaan darah bulan Februari 2023 untuk golongan darah A terjadi kekurangan 32 kantong darah dengan persentase 50%, golongan darah B berlebih 19 kantong dengan tingkat akurasi 30%, golongan darah AB kurang 24 kantong dengan tingkat akurasi 17%, dan golongan darah O terjadi kelebihan 15 kantong dengan persentase akurasi 67%. Secara total antara hasil simulasi dengan rill terjadi kekurangan 22 kantong darah dengan tingkat total akurasi 83%. Persentase akurasi rata-rata prediksi permintaan darah Januari 2023 dan Februari 2023 hasil simulasi *Monte Carlo* pada penelitian ini adalah 83%

#### 4. Simpulan

Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil penelitian untuk menentukan tingkat optimal persediaan darah dengan memprediksi permintaan darah di UTD PMI Solok menggunakan metode *Monte Carlo* adalah rancangan penghitungan tingkat optimal persediaan darah yang dibangun menggunakan Metode Monte Carlo mampu memberikan tingkat optimal persediaan darah di UTD PMI Solok. Berdasarkan pengolahan data permintaan darah menggunakan metode simulasi *Monte Carlo* didapatkan tingkat optimal persediaan darah untuk satu bulan menggunakan data satu tahun. Hasil simulasi Januari 2023 tingkat optimal persediaan darah berdasarkan golongan darah A, B, AB, O secara berurutan adalah 27, 27, 4, dan 46 kantong. Untuk Februari 2023 golongan darah A, B, AB, O secara berurutan adalah 28, 27, 5, dan 45 kantong. Tingkat akurasi dari pengolahan data tersebut adalah prediksi rata-rata permintaan tiap golongan darah dengan persentase 90% untuk Januari 2023 dan 81% untuk Februari 2023

#### 5. Saran

Adapun saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan yaitu Metode *Monte Carlo* dalam menentukan tingkat optimal persediaan darah selain menggunakan parameter data permintaan darah, juga dapat dilakukan dengan melakukan pengujian terhadap data stok dan data darah yang dimusnahkan, atau menggabungkan ketiga parameter tersebut. Pengujian hasil terhadap penerapan metode *Monte Carlo* dapat dilakukan dengan menggunakan *software Matlab* atau membangun aplikasi khusus dengan menggunakan bahasa pemrograman *PHP, C-Sharp, java* dan *Visual Basic*, seperti aplikasi sistem optimalisasi persediaan darah UTD PMI Solok yang diterapkan pada penelitian ini

#### 6. Referensi

- [1] Adrianto, Achmad Dimas. Azhari, Muhammad dan Khairunnisa. *Perhitungan Value At Risk (VaR) Dengan Metode Historis dan Monte Carlo Pada Saham Sub Sektor Rokok*. Jurnal Riset Bisnis dan Manajemen. 2018 Vol.11 No.1 Hal. 1-8. P-ISSN: 1979-0600. E-ISSN: 2580-9539.
- [2] Apriyani, Noor dan Muhsin, Ahmad. *Analisi dan Pengendalian Bahan Baku Dengan Metode Economic Order Quantity dan Kanban Pada PT. Adyawinsa Stamping Industries*. Jurnal Opsi. 2020 Vol. 10 No. 2 Hal. 128-133. ISSN: 1693-2102
- [3] Caesarramzy, Dhaifansyah. Andrawina, Luciana dan Astuti, Murni Dwi. *Usulan Kebijakan Persediaan Produk Kategori Suplemen Dan Kebutuhan Harian Di Bm Pt Xyz Untuk Mengurangi Total Biaya Persediaan Menggunakan Metode Periodic Review (R,S,S)*. Jurnal Integrasi Sistem Industri. 2016 Vol.4 No.2 Hal 107-118. P-ISSN: 2355-2085. E-ISSN:2550-083X.
- [4] Carother, Christopher. Ferscha, Alois. Fujimoto, Richard. Jefferson, David, Loper, Margaret. Marathe, Madhav. Simon J.E. Taylor dan Wakilzadian, Hamid. *Computational Challenges In Modelling and Simulation*. Springer International Publishing AG. 2020 Hal 53-55. DOI 10.1007/978-3-319-98544-4\_4

- [5] Eslami A dan Golshan H. E. M. *Monte Carlo Based Approach To Consider The Cost Of Voltage Dip and Long Duration Interruption In Optimal Planning Of SDGs*. Jurnal IET Generation. 2018 Vol. 12 No. 8 Hal. 1856-1858. ISSN: 1751-8687
- [6] Fitryadi K dan Sutikno. *Pengenalan Jenis Golongan Darah Menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan Perceptron*. Jurnal Masyarakat Informatika. 2016. Vol. 7 No. 1 Hal. 1-2. ISSN: 2086-4930
- [7] Gibson, Charles. M.B.A. *The Most Effective Digital Marketing Strategies & Approaches: A Review of Literature*. International Journal of Scientific and Research Publications. 2018 Vol.8 No. 2 Hal. 12-16. ISSN: 2250-3153.
- [8] Guntur M., Santony J dan Yuhandri. *Prediksi Harga Emas dengan Menggunakan Metode Naive Bayes dalam Investasi Untuk Meminimalisasi Resiko*. Jurnal Resti. 2018. Vol. 2 No. 1 Hal. 354-355. ISSN: 2580-0760
- [9] Hutahean, Harvei Desmon. *Analisa Simulasi Monte Carlo Untuk Memprediksi Tingkat Kehadiran Mahasiswa Dalam Perkuliahan (Studi Kasus: STMIK Pelita Nusantara)*. Journal Of Informatic Pelita Nusantara. 2018 Vol.3 No.1 Hal. 41-45. E-ISSN: 2541-3724.
- [10] Mahessya, Raja Ayu., Mardianti, Leni dan Sovia, Rini. *Pemodelan Dan Simulasi Sistem Antrian Pelayanan Pelanggan Menggunakan Metode Monte Carlo Pada PT Pos Indonesia (Persero) Padang*. Jurnal Ilmu Komputer. 2020 Vol. 6 No.1 Hal: 15-24. E-ISSN: 2579-3918. P-ISSN: 2302-710X
- [11] Nasution, Khairun Nizar. *Prediksi Penjualan Barang Pada Koperasi PT. Perkebunan Silindak Dengan Menggunakan Metode Monte Carlo*. Jurnal Riset Komputer. 2016 Vol.3 No.6 Hal 65-69. ISSN: 2407-389X.
- [12] Nursanti, Ida., P., Anandistya Lisa, Qoyyimah, Milati., C., Claudia C. dan A., M. Hannas. *Analisis Perbaikan Sistem Antrian Pelanggan Skin Care XYZ Dengan Menggunakan Model Simulasi*. Seminar Nasional IENACO. 2015. Hal: 235-239. ISSN: 2337-4349.
- [13] Novialini, Rika. Nasution, Novia., Y., dan Rizki, Arista, N., *Klasifikasi Persediaan Barang Menggunakan Analisis Always Better Control (ABC) dan Prediksi Permintaan dengan Metode Monte Carlo*. Jurnal Eksponensial. 2020 Vol.8 No2 Hal. 103-105. ISSN 2085-7829
- [14] Prasetyowati, Erwin. *Aplikasi Simulasi Persediaan Teri Crispy Prisma Menggunakan Metode Monte Carlo*. Jurnal Sistem dan Teknologi Informasi Indonesia. 2016 Vol.1 No.1 Hal. 43-49. ISSN: 2502-5724.
- [15] Profita A., Utomo S.D., dan Fachriansyah F. *Optimasi Manajemen Persediaan Darah Menggunakan Simulasi Monte Carlo*. JIEM. 2020. Vol. 2 No. 1 Hal. 15-22. ISSN: 2541-3090
- [16] Satria, Rizki, Sovia, Rini dan Rima Liana. *Pemodelan dan Simulasi Analisa Sistem Antrian Pelayanan Nasabah di PT. Sarana Sumatera Barat Ventura SSBV Menggunakan Metode Monte Carlo*. Jurnal KomTekInfo 2017 Vol. 4 No. 1 Hal. 116-128. ISSN: 2356-0010.