

Prediksi Bed Occupancy Ratio (BOR) Menggunakan Metode Monte Carlo

Dendi Ferdinal^{1✉}, Sarjon Defit², Yuhandri Yunus³

^{1,2,3}Universitas Putra Indonesia YPTK Padang

dendiferdinal@gmail.com

Abstract

Planning for medical personnel, support staff and hospital facilities for the future is very important in order to carry out excellent and optimal services. Management must be able to predict the percentage of bed use based on a certain period of time or Bed Occupancy Ratio (BOR), in order to see the needs of medical personnel, supporting personnel and hospital facilities. To predict BOR in the future, a Monte Carlo simulation can be carried out using data on the day care for the Second Floor Baby care room in 2017, 2018 and 2019. The Second Floor Baby Room has a bed capacity of 12 units. The prediction rate for the treatment room using the Monte Carlo simulation is 93.09% for 2018 predictions and 89.78% for 2019. So this Monte Carlo simulation method simulation can be used in predicting BOR in hospitals. For the 2020 simulation, the BOR is 77.42% with a total treatment day of 3391.

Keywords: Simulation, Monte Carlo, Bed Occupancy Ratio, Inpatient Room, Hospital.

Abstrak

Perencanaan tenaga medis, tenaga penunjang dan sarana rumah sakit untuk masa yang akan datang sangat penting agar terlaksananya pelayanan prima dan optimal. Manajemen harus dapat memprediksi presentase penggunaan tempat tidur berdasarkan periode waktu tertentu atau Bed Occupancy Ratio (BOR), agar dapat mengetahui kebutuhan tenaga medis, tenaga penunjang dan sarana rumah sakit. Untuk memprediksi BOR pada masa yang akan datang dapat dilakukan simulasi Monte Carlo menggunakan data hari perawatan ruang perawatan Bayi Lantai II tahun 2017, tahun 2018 dan tahun 2019. Ruang Bayi Lantai II memiliki kapasitas tempat tidur sebanyak 12 buah. Tingkat prediksi terhadap ruang perawatan menggunakan simulasi Monte Carlo adalah 93,09% untuk tahun prediksi 2018 dan 89,78% untuk tahun 2019. Sehingga metode simulasi Monte Carlo ini dapat digunakan dalam memprediksi BOR di rumah sakit. Untuk simulasi tahun 2020 didapatkan BOR sebesar 77,21% dengan total hari perawatan sebanyak 3391 hari.

Kata kunci: Simulasi, Monte Carlo, Bed Occupancy Ratio, Ruang rawat inap, Rumah Sakit.

© 2021 JIdT

1. Pendahuluan

Pelayanan kesehatan yang bermutu adalah salah satu tolak ukur kepuasan sehingga memiliki efek terhadap keinginan pasien untuk kembali kepada institusi yang memberikan pelayanan kesehatan yang efektif [1]. Pelayanan kesehatan yang efektif sangat erat hubungan dengan ketersediaan ruang rawat inap. Bed Occupancy Ratio (BOR) juga sering disebut dengan Bed Occupancy Rate. BOR merupakan persentase pemakaian tempat tidur di unit rawat inap berdasarkan satuan waktu tertentu [2]. BOR juga menjadi alat ukur tingkat efektifitas dan mutu pelayanan di rumah sakit.

Nilai BOR yang tinggi menunjukkan tingginya tingkat permintaan atas layanan kesehatan. Namun, nilai BOR yang tinggi belum tentu menunjukkan nilai yang ideal. Nilai ideal yang ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan adalah 70% – 80%. Makin tinggi nilai BOR dapat menyebabkan makin sibuk dan makin beratnya beban kerja petugas di suatu bangsal. Akibatnya, beresiko atas kurangnya perhatian yang dibutuhkan dari petugas terhadap pasien. Namun, semakin rendah BOR berarti

semakin sedikit jumlah pemanfaatan tempat tidur yang digunakan untuk merawat pasien dibandingkan dengan jumlah yang telah disediakan. Jumlah pasien yang sedikit dapat menimbulkan berkurangnya pendapatan rumah sakit.

Pemodelan dan simulasi adalah sebuah alat yang menggunakan data masa lalu untuk melakukan uji coba dengan tujuan mendapatkan alternatif terbaik untuk mendukung pengambilan keputusan dalam menyelesaikan suatu permasalahan tertentu [3]. Model merupakan sebuah kondisi atau fenomena alam yang direpresentasikan melalui suatu objek, benda, dan ide yang disederhanakan [4]. Model ini akan dijalankan dengan simulasi komputer, dengan memberi persamaan matematis pada semua variabel yang terdapat pada konsep agar dapat menghasilkan simulasi sesuai perubahan yang direncanakan [5]. Simulasi komputer sejak awal metode Monte Carlo diperkenalkan pada akhir 1940-an oleh Nicholas Metropolis dan S. Ulam, telah diakui bahwa metode statistik yang tepat harus diterapkan pada output simulasi stokastik untuk

mengevaluasi kinerja sistem atau proses yang sedang dipelajari [6]. Monte Carlo adalah metode simulasi yang menggunakan angka acak yang diperoleh dari Linear Congruential Generator (generator multiplikatif) sebagai perkiraan dalam memperkirakan jumlah pengunjung menggunakan data pengunjung waktu sebelumnya [7].

Model adalah gambaran tentang sesuatu yang tidak dapat diamati secara langsung. Pada umumnya model menjelaskan suatu representasi sistem yang sedang berjalan saat ini dan menjadi tujuan permasalahan yang sedang diteliti [8]. Model tersebut tidak hanya pengganti dari sistem, tetapi juga merupakan penyederhanaan dari sistem [9]. Simulasi adalah suatu proses dari model yang digunakan untuk membuat dan menguji sebuah sistem nyata dengan menggunakan model matematika [10]. Simulasi biasanya dipergunakan untuk menganalisa sebuah sistem saat yang ada dan membantu dalam proses pengambilan keputusan. Simulasi menciptakan suatu nilai yang mungkin terjadi dari estimasi yang diharapkan. Jika skenario simulasi dilakukan berulang-ulang, akan diperoleh nilai yang makin stabil [11]. Dalam referensi lain juga disebutkan bahwa simulasi merupakan suatu alat analisis yang handal untuk merencanakan, mendesain, dan mengontrol proses dari sistem yang kompleks [12].

Metode Monte Carlo merupakan dasar dari algoritma dalam metode simulasi berdasarkan pemikiran penyelesaian masalah untuk mendapatkan hasil yang lebih baik dengan cara memberikan nilai acak (random number) untuk mendapatkan ketelitian yang lebih tinggi [13]. Simulasi Monte Carlo adalah metode yang sangat praktis yang banyak digunakan dalam memecahkan masalah teknik nyata terutama sistem yang dapat diperbaiki. Karena kemampuannya yang kuat dalam mensimulasikan proses aktual dan perilaku acak sistem, pendekatan reliabilitas berbasis simulasi Monte Carlo dapat menghilangkan ketidakpastian dalam pemodelan reliabilitas [14]. Algoritma Monte Carlo akan menentukan pilihan berdasarkan probabilitas dan densitas yang dimiliki, sehingga akan menentukan pilihan yang terbaik [15]. Karena algoritma ini memerlukan perhitungan dan pengulangan yang sangat kompleks, maka metode ini umumnya memakai berbagai teknik simulasi komputer dan dilakukan menggunakan komputer. Algoritma Monte Carlo merupakan metode numerik yang digunakan untuk menemukan solusi problem matematis (yang terdiri dari banyak variabel) yang sulit dipecahkan, seperti kalkulus integral atau metode numerik lainnya.

Dikatakan juga metode Monte Carlo adalah algoritma komputasi berdasarkan pengambilan sampel secara acak dan berulang untuk menghasilkan nilai numerik. Pada prinsipnya, pendekatan ini dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah komputasi yang melibatkan variabel acak [16]. Metode Monte Carlo juga bisa

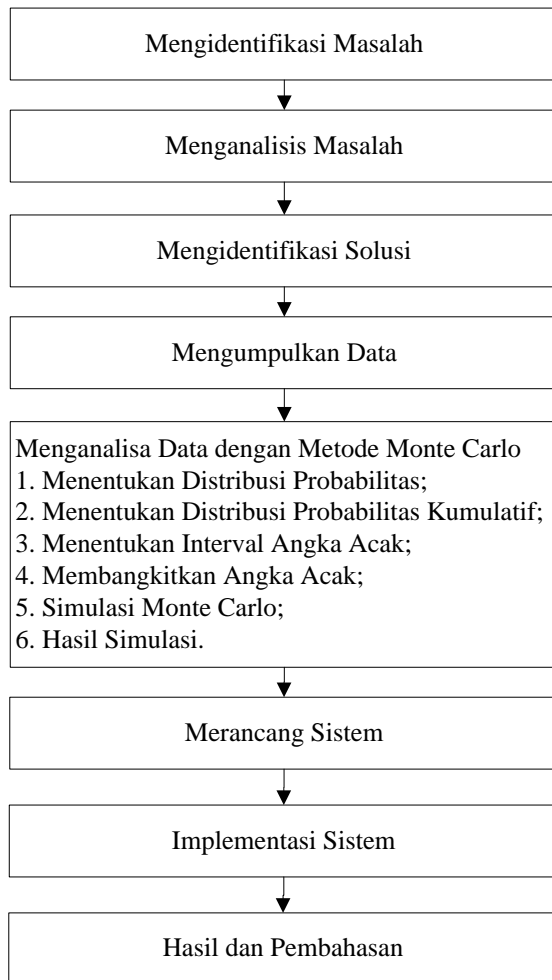
dipergunakan sebagai alat untuk menganalisis dan menyelesaikan masalah yang ada dalam bentuk matematika dengan beberapa contoh acak yang statistik [17]. Simulasi Monte Carlo merupakan tipe simulasi probabilistik agar dapat memperoleh penyelesaian masalah dengan menggunakan metode sampling dari proses random. Monte Carlo melakukan percobaan pada elemen probabilistic melalui bilangan acak dengan bantuan pembangkitan bilangan random [18]. Bilangan acak yang digunakan merupakan bilangan acak berdistribusi normal baku. Simulasi Monte Carlo memiliki keunggulan yaitu mudah diaplikasikan dan hasil mendekati nilai aktual [19].

Untuk mempermudah dalam mengidentifikasi hambatan dan masalah dengan menggunakan teknik yang digunakan dalam memprediksi data dengan simulasi Monte Carlo yaitu dengan cara mempresentasikan masalah kedalam basis Knowledge Base [20]. Prediksi merupakan proses perkiraan yang mungkin terjadi pada masa yang akan datang dengan adanya informasi terdahulu dan sekarang yang dimiliki, secara sistematis agar dapat meminimalkan kesalahan. Prediksi adalah usaha mencari jawaban sedekat mungkin yang akan terjadi dan tidak harus memberikan jawaban pasti terhadap kejadian yang akan terjadi [21].

Metode Monte Carlo digunakan untuk memprediksi BOR pada ruang rawat inap. Metode sangat membantu manajemen rumah sakit dalam merencanakan kebutuhan tenaga medis, tenaga penunjang dan sarana rumah sakit pada masa yang akan datang. Dalam penelitian lainnya simulasi Monte Carlo digunakan untuk optimasi kegiatan pelatihan dengan cara memprediksi jumlah pendaftar pelatihan di Balai Latihan Kerja Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi Provinsi Bengkulu. Penelitian lainnya metode Monte Carlo digunakan untuk analisa persediaan oli pada PT. Bintara Andalan Pratama dengan tujuan untuk menghitung persediaan dengan mengambil 100 sample dengan menggunakan random number. Metode Monte Carlo juga digunakan untuk memprediksi pajak mineral non logam dan batuan agar dapat membantu Pemerintah Kabupaten dalam menetapkan target penerimaan Pajak Mineral Bukan Logam dan Batuan.

2. Metodologi Penelitian

Metode penelitian merupakan suatu cara yang dilakukan seseorang untuk mengumpulkan, menyusun serta menganalisis data. Tujuan dari metode tersebut supaya diperoleh makna yang sebenarnya. Metode penelitian merupakan cara ilmiah agar bisa memperoleh dan mengumpulkan data dengan fungsi-fungsi, tujuan dan kegunaan tertentu. Tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini dapat dijelaskan dalam kerangka kerja seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Kerja Penelitian

Berdasarkan kerangka kerja penelitian dapat dijelaskan secara umum dalam melakukan simulasi dengan metode Monte Carlo terdapat beberapa langkah yang dapat dilihat berikut:

2.1. Mengidentifikasi masalah

Tahapan identifikasi masalah merupakan langkah awal dalam penelitian ini. Tahap ini penting karena peneliti melakukan perumusan masalah dari masalah yang ditemukan pada objek penelitian serta memberikan batasan dari permasalahan yang diteliti agar lebih terarah.

2.2. Menganalisis masalah

Tahapan menganalisis masalah adalah untuk memahami masalah yang dipilih berdasarkan ruang lingkup dan batasan masalahnya. Tahapan ini diharapkan dapat memberikan solusi yang tepat dalam memprediksi pemanfaatan tempat tidur di masa yang akan datang.

2.3. Mengidentifikasi solusi

Guna mencapai suatu target yang diharapkan, maka dipelajari beberapa solusi-solusi yang akan bermanfaat untuk kedepannya. Kemudian solusi-solusi yang

dipelajari tersebut, diseleksi untuk dapat ditentukan solusi-solusi mana yang akan digunakan dalam penelitian. Solusi diambil dari internet, berupa artikel dan jurnal ilmiah tentang Monte Carlo serta bahan bacaan lain yang mendukung penelitian.

2.4. Mengumpulkan data

Pada penelitian ini pengumpulan data dilakukan dengan tahap sebagai berikut:

- a. Observasi;
- b. Wawancara;
- c. Studi kepustakaan.

2.5. Menganalisa data dengan metode Monte Carlo

Berdasarkan informasi yang didapatkan dari berbagai metode yang dilakukan, serta menentukan kebutuhan-kebutuhan dari sistem yang digunakan, maka permasalahan tersebut diselesaikan untuk mencapai tujuan dari penelitian ini. Metode yang digunakan didalam penyelesaian masalah adalah dengan metode Monte Carlo. Penyelesaian masalah dilakukan dengan beberapa tahapan:

1. Menentukan distribusi probabilitas;
2. Menentukan distribusi probabilitas kumulatif;
3. Menentukan interval angka acak;
4. Membangkitkan angka acak;
5. Simulasi Monte Carlo;
6. Hasil simulasi.

2.6. Merancang sistem

Tahap merancang sistem dilakukan setelah proses analisa data. Tahap ini dilakukan proses perancangan sistem yang terdiri dari struktur data, program, format masukan (*input*), dan format keluaran (*output*).

2.7. Implementasi sistem

Implementasi sistem merupakan tahap uji coba sistem sehingga siap untuk dioperasikan. Tahap ini bertujuan untuk mengkonfirmasi modul-modul perancangan apakah telah berjalan sesuai yang diharapkan. Implementasi metode Monte Carlo ini dilakukan menggunakan bahasa pemrograman PHP dan *database* MySQL.

2.8. Hasil dan pembahasan

Tahap ini dilakukan pengujian untuk membandingkan hasil output dari sistem aplikasi yang dirancang dengan hasil perhitungan manual dengan metode Monte Carlo. Tujuan tahap ini mengetahui apakah diperoleh kesesuaian antara hasil output dari analisis aplikasi dengan perhitungan manual

3. Hasil dan Pembahasan

Sesuai dengan tahapan penerapan metode Monte Carlo untuk simulasi prediksi BOR maka dilakukan dengan proses sesuai metode penelitian, dan didapat hasil sebagai berikut:

3.1. Mempersiapkan data tempat tidur dan hari perawatan ruang rawat inap.

Pada penelitian ini, data utama yang digunakan adalah data BOR ruang Bayi Lantai II tahun 2017, 2018 dan 2019. Variable yang digunakan dalam penelitian ini adalah hari perawatan per bulannya. Hari perawatan tahun 2017 merupakan data training untuk prediksi tahun 2018, data tahun 2018 merupakan data training untuk prediksi tahun 2019 dan data tahun 2019 digunakan untuk memprediksi hari perawatan tahun 2020 yang akan digunakan untuk menghitung nilai BOR tahun 2020. Data hari perawatan setiap tahunnya dapat dilihat pada Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3.

Tabel 1. Data Hari Perawatan Ruang Bayi Lantai II (2017)

Jumlah Tempat Tidur : 12			
Bulan	Jumlah Hari	Hari Perawatan	BOR (%)
Januari	31	306	82,26
Februari	28	232	69,05
Maret	31	253	68,01
April	30	237	65,01
Mei	31	312	65,83
Juni	30	258	83,87
Juli	31	173	71,67
Agustus	31	325	46,51
September	30	273	87,37
Oktober	31	360	96,77
November	30	252	70,00
Desember	31	207	55,65
Total	365	3188	72,79

Tabel 2. Data Hari Perawatan Ruang Bayi Lantai II (2018)

Jumlah Tempat Tidur : 12			
Bulan	Jumlah Hari	Hari Perawatan	BOR (%)
Januari	31	270	72,58
Februari	28	134	39,88
Maret	31	233	62,63
April	30	242	67,22
Mei	31	317	85,22
Juni	30	271	75,28
Juli	31	203	54,57
Agustus	31	293	78,76
September	30	220	61,11
Oktober	31	267	71,77
November	30	246	68,33
Desember	31	281	75,54
Total	365	2977	67,97

Tabel 3. Data Hari Perawatan Ruang Bayi Lantai II (2019)

Jumlah Tempat Tidur : 12			
Bulan	Jumlah Hari	Hari Perawatan	BOR (%)
Januari	31	312	83,87
Februari	28	222	66,07
Maret	31	273	73,12
April	30	320	88,89
Mei	31	330	88,71
Juni	30	274	76,11
Juli	31	311	83,60
Agustus	31	293	78,76
September	30	216	60,00
Oktober	31	238	63,98
November	30	327	90,83
Desember	31	270	72,58
Total	365	3385	77,28

3.2. Menentukan distribusi probabilitas

Menentukan distribusi probabilitas data tahun 2017 berdasarkan data pada Tabel 1 menggunakan rumus pada persamaan (1).

$$B_i = \frac{R}{S} \quad (1)$$

Dimana :

B_i = nilai probabilitas per bulan

R = frekuensi / hari perawatan per bulan

S = total hari perawatan per tahun

Hasil perhitungan distribusi probabilitas dapat dilihat pada perhitungan berikut:

$$B_1 = 306/3188 = 0,096$$

$$B_2 = 232/3188 = 0,073$$

$$B_3 = 253/3188 = 0,079$$

$$B_4 = 237/3188 = 0,074$$

$$B_5 = 312/3188 = 0,098$$

$$B_6 = 258/3188 = 0,081$$

$$B_7 = 173/3188 = 0,054$$

$$B_8 = 325/3188 = 0,102$$

$$B_9 = 273/3188 = 0,086$$

$$B_{10} = 360/3188 = 0,113$$

$$B_{11} = 252/3188 = 0,079$$

$$B_{12} = 207/3188 = 0,065$$

Dari hasil menentukan nilai probabilitas hari perawatan tahun 2017 dimasukan kedalam Tabel 4 untuk memudahkan dalam pembacaan data.

Tabel 4. Distribusi Probabilitas (2017)

Bulan	Hari Perawatan	Distribusi Probabilitas
Januari	306	0,096
Februari	232	0,073
Maret	253	0,079
April	237	0,074
Mei	312	0,098
Juni	258	0,081
Juli	173	0,054
Agustus	325	0,102
September	273	0,086
Oktober	360	0,113

Tabel 4. Distribusi Probabilitas (2017) Lanjutan

Bulan	Hari Perawatan	Distribusi Probabilitas
November	252	0,079
Desember	207	0,065
Total	3188	1,000

Hasil menentukan nilai probabilitas hari perawatan tahun 2018 dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Distribusi Probabilitas (2018)

Bulan	Hari Perawatan	Distribusi Probabilitas
Januari	270	0,091
Februari	134	0,045
Maret	233	0,078
April	242	0,081
Mei	317	0,106
Juni	271	0,091
Juli	203	0,068
Agustus	293	0,098
September	220	0,074
Oktober	267	0,090
November	246	0,083
Desember	281	0,094
Total	2977	1,000

Hasil perhitungan nilai distribusi probabilitas hari perawatan tahun 2019 dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Distribusi Probabilitas (2019)

Bulan	Hari Perawatan	Distribusi Probabilitas
Januari	312	0,092
Februari	222	0,066
Maret	272	0,080
April	320	0,095
Mei	330	0,097
Juni	274	0,081
Juli	311	0,092
Agustus	293	0,087
September	216	0,064
Oktober	238	0,070
November	327	0,097
Desember	270	0,080
Total	3385	1,000

3.3. Menentukan distribusi probabilitas kumulatif

Menentukan distribusi probabilitas kumulatif untuk hari perawatan tahun 2017 dilakukan dengan cara menjumlahkan nilai tiap *variable* distribusi probabilitas yang ada pada Tabel 4 dengan jumlah nilai probabilitas sebelumnya, kecuali untuk menentukan nilai distribusi probabilitas kumulatif pertama dimana nilainya sama dengan nilai probabilitas itu sendiri. Menentukan distribusi probabilitas kumulatif pertama menggunakan rumus pada persamaan (2).

$$Q_1 = B_1 \quad (2)$$

Dimana :

Q_1 = Nilai probabilitas kumulatif pertama

B_1 = Nilai probabilitas pertama

Untuk menentukan distribusi probabilitas kumulatif selanjutnya menggunakan rumus pada persamaan (3).

$$Q_n = B_n + Q_{n-1} \quad (3)$$

Dimana :

Q_n = Nilai probabilitas kumulatif selanjutnya

Q_{n-1} = Nilai probabilitas kumulatif sebelumnya

B_n = Nilai probabilitas selanjutnya

Hasil perhitungan distribusi probabilitas kumulatif dapat dilihat pada perhitungan berikut:

$$Q_1 = B_1 = 0,096$$

$$Q_2 = B_2 + Q_1 = 0,073 + 0,096 = 0,169$$

$$Q_3 = B_3 + Q_2 = 0,079 + 0,169 = 0,248$$

$$Q_4 = B_4 + Q_3 = 0,074 + 0,248 = 0,322$$

$$Q_5 = B_5 + Q_4 = 0,098 + 0,322 = 0,420$$

$$Q_6 = B_6 + Q_5 = 0,081 + 0,420 = 0,501$$

$$Q_7 = B_7 + Q_6 = 0,054 + 0,501 = 0,556$$

$$Q_8 = B_8 + Q_7 = 0,102 + 0,556 = 0,657$$

$$Q_9 = B_9 + Q_8 = 0,086 + 0,657 = 0,743$$

$$Q_{10} = B_{10} + Q_9 = 0,113 + 0,743 = 0,856$$

$$Q_{11} = B_{11} + Q_{10} = 0,079 + 0,856 = 0,935$$

$$Q_{12} = B_{12} + Q_{11} = 0,065 + 0,935 = 1,000$$

Dari hasil menentukan nilai probabilitas kumulatif hari perawatan tahun 2017 dimasukkan kedalam Tabel 7 untuk memudahkan dalam pembacaan data.

Tabel 7. Distribusi Probabilitas Kumulatif (2017)

Bulan	Distribusi Probabilitas	Probabilitas Kumulatif
Januari	0,096	0,096
Februari	0,073	0,169
Maret	0,079	0,248
April	0,074	0,322
Mei	0,098	0,420
Juni	0,081	0,501
Juli	0,054	0,556
Agustus	0,102	0,657
September	0,086	0,743
Oktober	0,113	0,856
November	0,079	0,935
Desember	0,065	1,000
Total	1,000	

Hasil menentukan nilai probabilitas kumulatif hari perawatan tahun 2018 dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Distribusi Probabilitas Kumulatif (2018)

Bulan	Distribusi Probabilitas	Probabilitas Kumulatif
Januari	0,091	0,091
Februari	0,045	0,136
Maret	0,078	0,214
April	0,081	0,295
Mei	0,106	0,402
Juni	0,091	0,493
Juli	0,068	0,561
Agustus	0,098	0,659
September	0,074	0,723
Oktober	0,090	0,823
November	0,083	0,906
Desember	0,094	1,000
Total	1,000	

Hasil menentukan nilai probabilitas kumulatif hari perawatan tahun 2019 dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Distribusi Probabilitas Kumulatif (2019)

Bulan	Distribusi Probabilitas	Probabilitas Kumulatif
Januari	0,092	0,092
Februari	0,066	0,158
Maret	0,080	0,238
April	0,095	0,333
Mei	0,097	0,430
Juni	0,081	0,511
Juli	0,092	0,603
Agustus	0,087	0,690
September	0,064	0,753
Oktober	0,070	0,824
November	0,097	0,920
Desember	0,080	1,000
Total	1,000	

3.4 Menentukan *interval* angka acak

Nilai interval angka acak diperoleh dari nilai angka probabilitas kumulatif pada tahapan sebelumnya. Adapun fungsi dari nilai angka acak adalah pembatas dari nilai antara variable satu dengan variable lainnya yang berfungsi sebagai nilai acuan hasil simulasi. Pada nilai angka acak sendiri terdiri dari 2 bagian yaitu nilai angka acak batas awal dan nilai angka acak batas akhir. Adapun untuk menentukan nilai batasan pada variable angka acak adalah :

- Nilai batas awal untuk *variable* pertama dimulai dengan nilai 0.
- Nilai batas akhir ditentukan dengan cara mengalikan nilai probabilitas kumulatif masing-masing *variable* dengan angka 100 dan dibulatkan kemudian dikurangi dengan angka 1.
- Nilai batas awal untuk *variable* kedua dan seterusnya diperoleh dari nilai batas akhir *variable* sebelumnya.

Hasil penentuan nilai interval angka acak tahun 2017 dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Interval Angka Acak (2017)

Bulan	Probabilitas Kumulatif	Interval Angka Acak	
		Awal	Akhir
Januari	0,096	0	9
Februari	0,169	10	16
Maret	0,248	17	24
April	0,322	25	31
Mei	0,420	32	41
Juni	0,501	42	49
Juli	0,556	50	55
Agustus	0,657	56	65
September	0,743	66	73
Oktober	0,856	74	85
November	0,935	86	93
Desember	1,000	94	99

Hasil penentuan nilai interval angka acak tahun 2018 dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Interval Angka Acak (2018)

Bulan	Probabilitas Kumulatif	Interval Angka Acak	
		Awal	Akhir
Januari	0,091	0	8
Februari	0,136	9	13
Maret	0,214	14	20
April	0,295	21	29

Tabel 11. Interval Angka Acak (2018) Lanjutan

Bulan	Probabilitas Kumulatif	Interval Angka Acak	
		Awal	Akhir
Mei	0,402	30	39
Juni	0,493	40	48
Juli	0,561	49	55
Agustus	0,659	56	65
September	0,723	66	72
Oktober	0,823	73	81
November	0,906	82	90
Desember	1,000	91	99

Hasil penentuan nilai interval angka acak tahun 2019 dapat dilihat pada Tabel 12.

Tabel 12. Interval Angka Acak (2019)

Bulan	Probabilitas Kumulatif	Interval Angka Acak	
		Awal	Akhir
Januari	0,092	0	8
Februari	0,158	9	15
Maret	0,238	16	23
April	0,333	24	32
Mei	0,430	33	42
Juni	0,511	43	50
Juli	0,603	51	59
Agustus	0,690	60	68
September	0,753	69	74
Oktober	0,824	75	81
November	0,920	82	91
Desember	1,000	92	99

3.5 Membangkitkan angka acak

Sebelum membangkitkan angka acak harus dipastikan nilai interval angka acak yang dibentuk sudah tersedia. Terdapat 2 metode yang biasa digunakan untuk membangkitkan angka acak yaitu *Mixed Congruent Method* dan *Multiplicative Method*. Pada penelitian ini untuk membangkitkan angka acak menggunakan *Mixed Congruent Method*. Metode ini memerlukan 4 parameter yang nilainya harus ditetapkan terlebih dahulu yaitu d , e , h dan W_0 . 4 parameter tersebut berbentuk bilangan bulat. Untuk membangkitkan angka acak menggunakan rumus pada persamaan (4).

$$W_i = (d \cdot W_{i-1} + e) \bmod h \quad (4)$$

Dimana :

W_i = Nilai angka acak ke- i

d = Konstanta Penggali ($d < h$)

e = Konstanta Pergeseran ($e < h$)

h = Konstanta Modulus ($h > 0$)

W_{i-1} = Nilai angka acak sebelumnya (Untuk W_0

merupakan bilangan awal yang merupakan

kunci pembangkit dan disebut juga umpan (seed), nilai W_0 merupakan bilangan bulat dengan ketentuan $W_0 \geq 0$ dan $W_0 < h$)

Untuk membangkitkan angka acak, parameter-parameter yang akan digunakan yaitu nilai $d=39$, $e=95$, $h=97$, $W_0=27$. Proses perhitungan membangkitkan angka acak adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 W_i &= (d.W_{i-1} + e) \bmod h \\
 W_1 &= (39 \times 27 + 95) \bmod 97 = 81 \\
 W_2 &= (39 \times 81 + 95) \bmod 97 = 53 \\
 W_3 &= (39 \times 53 + 95) \bmod 97 = 28 \\
 W_4 &= (39 \times 28 + 95) \bmod 97 = 23 \\
 W_5 &= (39 \times 23 + 95) \bmod 97 = 22 \\
 W_6 &= (39 \times 22 + 95) \bmod 97 = 80 \\
 W_7 &= (39 \times 80 + 95) \bmod 97 = 14 \\
 W_8 &= (39 \times 14 + 95) \bmod 97 = 59 \\
 W_9 &= (39 \times 59 + 95) \bmod 97 = 68 \\
 W_{10} &= (39 \times 68 + 95) \bmod 97 = 31 \\
 W_{11} &= (39 \times 31 + 95) \bmod 97 = 43 \\
 W_{12} &= (39 \times 43 + 95) \bmod 97 = 26
 \end{aligned}$$

Hasil membangkitkan angka acak dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 13. Angka Acak

No	Angka Acak
1	81
2	53
3	28
4	23
5	22
6	80
7	14
8	59
9	68
10	31
11	43
12	26

3.6 Simulasi Monte Carlo

Simulasi dilakukan dengan cara membandingkan nilai angka acak dengan nilai interval angka acak pada Tabel 10, Tabel 11 dan Tabel 12. Nilai dari hasil simulasi diambil dari hari perawatan data training berdasarkan angka acak yang dibangkitkan dan dibandingkan dengan nilai interval angka acak data training tersebut.

3.7 Hasil Simulasi

Hasil simulasi untuk tahun 2018 dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Hasil Simulasi Prediksi Untuk Tahun 2018

Bulan	Hari Perawatan (Hari)		Tingkat Akurasi (%)
	Data Real	Hasil Simulasi	
Januari	270	360	75,00
Februari	134	173	77,46
Maret	233	237	98,31
April	242	253	95,65
Mei	317	253	79,81
Juni	271	360	75,28
Juli	203	232	87,50
Agustus	293	325	90,15
September	220	273	80,59
Oktober	267	237	88,76

Tabel 14. Hasil Simulasi Prediksi Untuk Tahun 2018 Lanjutan

Bulan	Hari Perawatan (Hari)		Tingkat Akurasi (%)
	Data Real	Hasil Simulasi	
Maret	233	237	98,31
April	242	253	95,65
Mei	317	253	79,81
Juni	271	360	75,28
Juli	203	232	87,50
Agustus	293	325	90,15
September	220	273	80,59
Oktober	267	237	88,76
November	246	258	95,35
Desember	281	237	84,34
Jumlah	2977	3198	93,09

Hasil simulasi untuk tahun 2019 dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Hasil Simulasi Prediksi Untuk Tahun 2019

Bulan	Hari Perawatan (Hari)		Tingkat Akurasi (%)
	Data Real	Hasil Simulasi	
Januari	312	267	85,58
Februari	222	203	91,44
Maret	272	242	88,97
April	320	242	75,63
Mei	330	242	73,33
Juni	274	267	97,45
Juli	311	233	74,92
Agustus	293	293	100,00
September	216	220	98,18
Oktober	238	317	75,08
November	327	271	82,87
Desember	270	242	89,63
Jumlah	3385	3039	89,78

Untuk menghitung nilai BOR menggunakan rumus pada persamaan (5).

$$BOR_n = \frac{S_n}{T \times M_n} \quad (5)$$

Dimana :

BOR_n = BOR per bulan ;
 S_n = hasil simulasi hari perawatan per bulan ;
 T = jumlah tempat tidur ;
 M_n = jumlah hari per bulan.

Hasil simulasi tahun 2020 dapat diketahui nilai BOR seperti perhitungan berikut:

$$BOR_n = S_n / (T \times M_n)$$

$$BOR_1 = 238 / (12 \times 31) = 0,6398 = 63,98\%$$

$$BOR_2 = 311 / (12 \times 29) = 0,8937 = 89,37\%$$

$$BOR_3 = 320 / (12 \times 31) = 0,8602 = 86,02\%$$

$$BOR_4 = 272 / (12 \times 30) = 0,7556 = 75,56\%$$

$$BOR_5 = 272 / (12 \times 31) = 0,7312 = 73,12\%$$

$$BOR_6 = 238 / (12 \times 30) = 0,6611 = 66,11\%$$

$$BOR_7 = 222 / (12 \times 31) = 0,5968 = 59,68\%$$

$$BOR_8 = 311 / (12 \times 31) = 0,8360 = 83,60\%$$

$$BOR_9 = 293 / (12 \times 30) = 0,8139 = 81,39\%$$

$$BOR_{10} = 320 / (12 \times 31) = 0,8602 = 86,02\%$$

$$BOR_{11} = 274 / (12 \times 30) = 0,7611 = 76,11\%$$

$$BOR_{12} = 320 / (12 \times 31) = 0,8602 = 86,02\%$$

Hasil simulasi untuk tahun 2020 dapat dilihat pada Tabel 16 untuk memudahkan dalam pembacaan data.

Tabel 16. Hasil Simulasi Prediksi Untuk Tahun 2020

Jumlah Tempat Tidur : 12			BOR (%)
Bulan	Jumlah Hari	Hasil Simulasi	
Januari	31	238	63,98
Februari	29	311	89,37
Maret	31	320	86,02
April	30	272	75,56
Mei	31	272	73,12
Juni	30	238	66,11
Juli	31	222	59,68
Agustus	31	311	83,60
September	30	293	81,39
Oktober	31	320	86,02
November	30	274	76,11
Desember	31	320	86,02
Jumlah	366	3391	77,21

Simulasi untuk tahun 2018 dan 2019 merupakan simulasi percobaan menggunakan data tahun sebelumnya. Hasil simulasi tahun 2018 menggunakan data training tahun 2017 memiliki tingkat akurasi sebesar 93,09% seperti terlihat pada Tabel 14. Untuk hasil simulasi tahun 2019 menggunakan data training tahun 2018 memiliki tingkat akurasi sebesar 89,78% yang disajikan pada Tabel 15. Hasil simulasi hari perawatan tahun 2020 menggunakan data tahun 2019 adalah 3391 hari, dengan nilai BOR sebesar 77,21% seperti terlihat pada Tabel 16.

4. Kesimpulan

Dengan menggunakan simulasi Monte Carlo yang memanfaatkan data-data hari perawatan sebelumnya maka prediksi BOR dapat ditentukan untuk tahun berikutnya dan dapat diprediksi hasilnya. Dari dua tahun pengujian yang dilakukan maka didapat prediksi terhadap ruang perawatan menggunakan simulasi Monte Carlo adalah 93,09% untuk tahun prediksi 2018 dan 89,78% untuk tahun 2019. Sehingga metode simulasi Monte Carlo ini dapat digunakan dalam memprediksi BOR di rumah sakit. Untuk simulasi tahun 2020 didapatkan BOR per tahun sebesar 77,21% dengan total hari perawatan sebanyak 3391 hari.

Daftar Rujukan

- [1] Meidina, C. I. (2018). *Analisa Hubungan Kepuasan Pelayanan Kesehatan dengan Pencapaian Bed Occupancy Rate (BOR) di Rumah Sakit Bhayangkara Tk-II Medan*. *Jurnal Ilmiah Simantek*, 2(2).
- [2] Geni, B. Y., Santony, J., & 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/infkeb.v1i4.5>.
- [3] Nurdian, R. A., Prasidyajyandalu, R., Masyhuri, M. B. A., & Rolliawati, D. (2020). Pemodelan Simulasi Produksi Bakso dan Sistem Distribusi. *Jurnal Technopreneur (JTech)*, 8(1), 59-64. DOI: <https://doi.org/10.30869/jtech.v8i1.413>.
- [4] Romadhon, A., & Suryani, E. (2020). Pemodelan Simulasi Sistem Dinamik untuk Meningkatkan Jumlah Pendapatan Unit Rawat Inap Rumah Sakit Islam Surabaya A. Yani. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 7(3), 581-590. DOI: <http://dx.doi.org/10.25126/jtiik.2020703126>.
- [5] Alexopoulos, C., & Kelton, W. D. (2017). *A Concise History of Simulation Output Analysis*. *Winter Simulation Conference*.
- [6] Irfani, M. H., & Dafid, D. (2017). *Estimasi Pengunjung Menggunakan Simulasi Monte Carlo Pada Warung Internet XYZ*. *Jurnal Ilmiah Informatika Global*, 8(2).
- [7] Mahessya, R. A., Mardianti, L., & Sovia, R. (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://doi.org/10.33060/JIK/2017/Vol6.Iss1.41>.
- [8] Hutahaean, H. D. (2018). *Analisa Simulasi Monte Carlo Untuk Memprediksi Tingkat Kehadiran mahasiswa dalam Perkuliahan (Studi Kasus: STMIK Pelita Nusantara)*. *Journal of Informatic Pelita Nusantara*, 3(1).
- [9] Rahayu, T. K. (2019). *Simulasi Monte Carlo Untuk Memprediksi Keuntungan Penjualan*. *Musamus Journal of Research Information and Communication Technology*, 2(1), 1-6.
- [10] Trisna, N., Safitri, W., & Pratiwi, M. (2019). Penerapan Sistem Antrian Sebagai Upaya Pengoptimalkan Pelayanan Terhadap Pasien Pada Loker Pengambilan Obat Di RSI. Ibnu Sina Pasaman Barat dengan Menggunakan Metode Monte Carlo. *JurTI (Jurnal Teknologi Informasi)*, 3(1), 7-15. DOI: <https://doi.org/10.36294/jurti.v3i1.681>.
- [11] Setyawan, E. B., Novitasari, N., & Muttaqin, P. S. (2020). Prediksi Volatilitas Harga Jual Produk Pada E-Commerce untuk Independent Stockashtic Data Menggunakan Simulasi Monte Carlo. *KAIZEN: Management Systems & Industrial Engineering Journal*, 3(1), 42-49. DOI: <http://doi.org/10.25273/kaizen.v3i1.6253>.
- [12] Irwanto, M. R., Widiyaningtyas, T., & Arifin, M. Z. (2017). Implementasi Algoritma Monte Carlo Pada Sistem Informasi Penerimaan Peserta Didik Baru (PPDB) Secara Online. *Teknologi dan Kejuruan: Jurnal teknologi, Kejuruan dan Pengajarannya*, 40(1), 69-78.
- [13] Syahrin, E., Santony, J., & Na'am, J. (2018). Pemodelan Penjualan Produk Herbal Menggunakan Metode Monte Carlo. *Jurnal KomtekInfo*, 5(3), 33-41. DOI: <https://doi.org/10.35134/komtekinfo.v5i3.148>.
- [14] Astia, R. Y., Santony, J., & Sumijan, S. (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] Junadhi., Agustin., & Susanti. (2017). Perbandingan Metode Backpropagation dengan Metode Monte Carlo dalam memprediksi jumlah penderita demam Berdarah Dengue di Kota Pekanbaru. *Rabit: Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi*

- Univrab*, 2(2), 72-82. DOI: <https://doi.org/10.36341/rabit.v2i2.185> .
- [16] Pamungkas, I., Irawan, H. T., Arhami, A., & Dirhamsyah, M. (2018). Simulasi Monte Carlo Untuk Menentukan Keandalan Pada Bagian Boiler di Pembangkit Listrik Berbasis Batubara. *Jurnal Optimalisasi*, 4(2), 83-96.
- [17] 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> .
- [18] Rohmawati, F., Rohman, M. G., & Mujilahwati, S. (2017). Sistem Prediksi Jumlah Pengunjung Wisata Wego Kec. Sugio Kab. Lamongan Menggunakan Metode Fuzzy Time Series. *Joutica*, 2(2). DOI: <https://doi.org/10.30736/jti.v2i2.66> .
- [19] Zulfiandry, R. (2018). Optimasi Kegiatan Pelatihan Menggunakan Metode Simulasi Monte Carlo (Studi Kasus di Balai Latihan Kerja Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi Provinsi Bengkulu). *ILKOM Jurnal Ilmiah*, 10(1), 113-119. DOI: <https://doi.org/10.33096/ilkom.v10i1.252.113-119> .
- [20] Raja V. N. L., & Adam R. (2019). Analisa Persediaan Oli Pada PT Bintara Andalan Pratama dengan Metode Simulasi Monte Carlo. *Prosiding Semnastek*, 1(1).
- [21] Santony, J. (2019). Prediksi Pajak Mineral Non Logam dan Batuan dengan Metode Monte Carlo. *Jurnal Informasi dan Teknologi*, 1(4), 32-37. DOI: <https://doi.org/10.37034/jidt.v2i1.33> .