

**SIMULASI ANTRIAN PELAYANAN PASIEN COVID-19
DI RUMAH SAKIT UMUM DAERAH MALINAU**



MUSTAKIM

H 111 16 313

Pembimbing Utama : Prof. Dr. Hj. Aidawayati Rangkuti, M.S.
Pembimbing Pertama : Naimah Aris, S.Si., M.Math.
Penguji : 1. Dr. Muhammad Zakir, M.Si.
2. Dr. Khaeruddin, M.Sc.

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
DAPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

2023

**SIMULASI ANTRIAN PELAYANAN PASIEN COVID-19
DI RUMAH SAKIT UMUM DAERAH MALINAU**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk gelar Sarjana Sains pada Program
Studi Matematika Departemen Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin**

MUSTAKIM

H 111 16 313

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA DEPARTEMEN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

MAKASSAR

MEI 2023

HALAMAN PENGESAHAN

**SIMULASI ANTRIAN PELAYANAN PASIEN COVID-19
DI RUMAH SAKIT UMUM DAERAH MALINAU**

Disusun dan diajukan oleh

MUSTAKIM

H 111 16 313

Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Matematika Fakultas
Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin

Pada tanggal, 30 Mei 2023

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

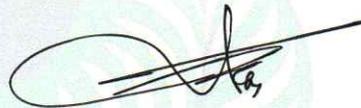
Menyetujui

Pembimbing Utama,



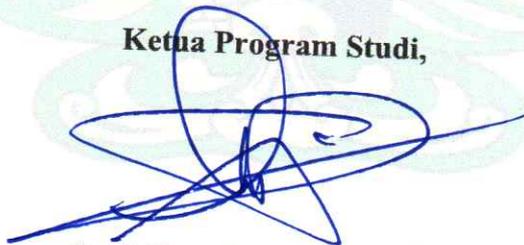
Prof. Dr. Hj. Aidawayati Rangkuti, M.S.
NIP. 195707051985032001

Pembimbing Pertama,



Naimah Aris, S.Si., M.Math.
NIP. 197110031997022001

Ketua Program Studi,



Prof. Dr. Nurdin, S.Si., M.Si.
NIP. 1970088072000031002



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Mustakim
NIM : H11116313
Program Studi : Matematika
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya yang berjudul

SIMULASI ANTRIAN PELAYANAN PASIEN COVID-19 DI RUMAH SAKIT UMUM DAERAH MALINAU

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 30 Mei 2023

Yang menyatakan,



Handwritten signature of Mustakim.

Mustakim

NIM. H11116313

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan pengetahuan dalam pengambilan keputusan untuk memaksimalkan pelayanan pasien Covid-19 akibat dari jumlah pasien yang melebihi kapasitas fasilitas pelayanan pada RSUD Malinau. Pelayanan pasien Covid-19 pada RSUD Malinau terdiri dari pelayanan pada ruang *screening* 1, ruang *screening* 2, dan ruang rawat inap khusus. Untuk mencapai tujuan diatas, diperlukan penerapan teori antrian dengan melakukan 3 simulasi yaitu: simulasi antrian pasien Covid-9 dengan kedatangan 1000 pasien, simulasi antrian pasien Covid-19 selama 4 bulan, dan simulasi antrian pasien Covid-19 selama 1 tahun. Setelah dilakukan 3 simulasi, diberikan kondisi alternatif untuk mendapatkan informasi apa yang terjadi jika waktu simulasi terus bertambah dengan mengamati pertambahan setiap 2 bulan sampai 1 tahun. Hasil simulasi menunjukkan para pasien mengalami waktu tunggu yang tinggi dan belum memenuhi standar pelayanan minimal rumah sakit, yakni pada ruang *screening* 2 diperoleh maksimal hingga 44,8 jam dengan rata-rata 4,45 jam untuk simulasi selama 4 bulan dan maksimal hingga 67,6 jam dengan rata-rata 6,39 jam untuk simulasi 1 tahun, sedangkan pada ruang rawat inap khusus diperoleh maksimal hingga 32,8 jam dengan rata-rata 9,01 jam untuk simulasi selama 4 bulan dan maksimal hingga 252,4 jam dengan rata-rata 48,16 jam untuk simulasi selama 1 tahun. Untuk memperoleh waktu tunggu pasien yang memenuhi standar pelayanan minimal rumah sakit, dilakukan simulasi pengoptimalan dengan hasil simulasi menunjukkan kedua ruangan tersebut membutuhkan minimal 22 buah tempat tidur.

Kata kunci: Simulasi, Teori Antrian, RSUD Malinau, Distribusi *Poisson*.

ABSTRACT

This research aims to provide knowledge in decision-making to maximize Covid-19 patient services due to the number of patients exceeding the capacity of service facilities at Malinau Hospital. Services for Covid-19 patients at Malinau Hospital consist of services in screening room 1, screening room 2, and a special inpatient room. To achieve the objectives, it is necessary to apply queuing theory by carrying out three simulations, namely: a queue simulation for Covid-9 patients with the arrival of 1000 patients, a simulation for queuing for Covid-19 patients for four months, and a simulation for queuing for Covid-19 patients for one year. After three simulations, alternative conditions were given to obtain information on what would happen if the simulation time continued to increase by observing the increase every two months to 1 year. The simulation results show that patients experience high waiting times and do not meet the minimum hospital service standards; namely, in screening room 2, a maximum of up to 44.8 hours is obtained with an average of 4.45 hours for a simulation of 4 months and a maximum of up to 67.6 hours with an average of 6.39 hours for a 1-year simulation, while in a special inpatient room a maximum of up to 32.8 hours with an average of 9.01 hours for a simulation of 4 months and a maximum of up to 252.4 hours with an average of 48.16 hours for a 1-year simulation. An optimization simulation was carried out to obtain the patient waiting times that meet the minimum hospital service standards, with the simulation results showing that the two rooms require a minimum of 22 beds.

Keywords: Simulation, Queuing Theory, Malinau Hospital, Poisson Distribution.

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah subhanahu wa ta'ala, atas berkat, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul “**Simulasi Antrian Pelayanan Pasien Covid-19 Di Rumah Sakit Umum Daerah Malinau**”. Shalawat dan salam senantiasa dicurahkan kepada Rasulullah shallallahu ‘alaihi wasallam beserta keluarga dan para sahabat beliau yang menjadi teladan yang membawa manusia dari lembah tanpa pena dan tanpa cahaya menuju lembah yang berhiaskan lentera pena kebijakan dan cahaya Islam.

Penulisan skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat kelulusan dalam jenjang perkuliahan starata 1 di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar. Dalam penulisan skripsi ini tentu terdapat kekurangan baik aspek kualitas maupun kuantitas dari materi penelitian yang disajikan, semua ini dikarenakan keterbatasan yang dimiliki oleh penulis. Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan sehingga penulis membutuhkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kemajuan pendidikan.

Skripsi ini dapat terwujud berkat doa dan dukungan yang dari sepasang insan yang telah mencurahkan segala kasih sayang dan cintanya untuk penulis, ibunda tercinta **Altje Barlia** pemilik sepasang tangan hangat, ayahanda **Basoan S.Pd** yang mengajarkan tentang tanggung jawab dan senantiasa menjadi pelindung.

Selanjutnya dalam penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak, sehingga dalam kesempatan ini penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada:

1. Bapak **Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc.** selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
2. Bapak **Dr. Eng. Amiruddin** selaku Dekan beserta staf pegawai Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Ketua Departemen Matematika **Prof. Dr. Nurdin, S.Si., M.Si.** beserta staf pegawai departemen Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.
4. Ibu **Prof. Dr. Hj. Aidawayati Rangkuti, MS.** selaku pembimbing utama dan ibu **Naimah Aris, S.Si., M.Math.** selaku pembimbing pertama yang telah berkenan meluangkan waktu dan pikiran dalam membimbing dan memberikan petunjuk yang sangat berharga dalam penyusunan skripsi ini.

5. Bapak **Dr. Muhammad Zakir, M.Si.** dan bapak **Dr. Khaeruddin, M.Sc.** selaku penguji yang telah memberikan kritikan yang membangun serta masukan-masukan yang sangat bermanfaat.
6. Seluruh dosen dan staf di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin yang telah banyak membantu selama proses perkuliahan dan pengurusan hasil.
7. Kepala direktur RSUD Malinau **drg. Ni Putu Ria Citrawati, Sp. Perio** beserta staf pegawai RSUD Malinau yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian serta atas segala bantuannya selama penelitian.
8. Teman seperjuangan **MIPA 2016, Algoritma 2016**, dan teman-teman prodi matematika angkatan 2016 yang selalu menemani perjuangan selama menempuh perkuliahan, khususnya kepada **Awal, Feri, Zaitun, Wisnu, Rudi, Ilyas, Alex**, serta **Asti Andriani**.
9. Seluruh teman-teman **KKN TEMATIK SEBATIK UNHAS Gel. 102** terkhusus kepada teman-teman **Posko Desa Sei Limau**. Terima kasih atas waktu singkat dan pengalaman yang bermakna.
10. Umi **Nurul Faradilla, S.Hut.** yang telah memberikan motivasi sehingga penulisan skripsi ini dapat terlaksana.

Dari semua bantuan dan bimbingan yang telah diberikan, penulis tentunya tidak dapat memberikan balasan yang setimpal kecuali berdoa semoga Allah subhanahu wa ta'ala senantiasa melimpahkan rahmat dan karunia-Nya kepada hamba-Nya yang senantiasa membantu sesamanya.

Akhir kata semoga jasa, pengorbanan dan budi baik bapak, ibu dan rekan-rekan serta segenap keluarga mendapat imbalan dari Allah subhanahu wa ta'ala. Aamminn Ya Robbal Alamiinn.

Makassar, 30 Mei 2023

Mustakim

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan Skripsi	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Standar Pelayanan Rumah Sakit	6
2.2 Profil Rumah Sakit Umum Daerah Malinau	6
2.3 Teori Antrian	6
2.4 Unsur Dasar Model Antrian	7
2.4.1 Elemen pokok dalam sistem antrian	7
2.4.2 Sumber masukan (<i>Input</i>)	8
2.4.3 Pola pertibaan	8
2.4.4 Disiplin antrian	9
2.4.5 Panjang antrian	9
2.4.6 Tingkat pelayanan	10

2.4.7	Keluaran (<i>output</i>).....	10
2.5	Fungsi Kepadatan Peluang	10
2.5.1	Fungsi Kepadatan Peluang dari Peubah Acak Diskrit.....	10
2.5.2	Fungsi Kepadatan Peluang dari Peubah Acak Kontinu.....	11
2.6	Distribusi <i>Poisson</i>	12
2.7	Distribusi Eksponensial	13
2.8	Distribusi Seragam	14
2.9	Struktur Dasar Antrian	16
2.9.1	<i>Single Chanel-Single Phase</i>	16
2.9.2	<i>Single Channel–Multi Phase</i>	16
2.9.3	<i>Multi Channel–Single Phase</i>	17
2.9.4	<i>Multi Channel–Multi Phase</i>	17
2.10	Model Sistem Antrian	18
2.11	Sistem Antri <i>Steady State</i> dan <i>Transient</i>	19
2.12	Simulasi	20
2.12.1	Formulasi masalah dan perencanaan studi	20
2.12.2	Pengumpulan data dan perancangan model	21
2.12.3	Validasi model.....	21
2.12.4	Penyusunan program komputer dan verifikasi	21
2.12.5	Uji coba program.....	21
2.12.6	Validasi program	21
2.12.7	Perancangan eksperimen	21
2.12.8	Eksekusi program	22
2.12.9	Analisis output simulasi	22
2.12.10	Dokumentasi, presentasi, dan implementasi	22
2.13	Pembangkit Bilangan Acak (<i>Random Number Generator</i>)	22
BAB 3	METODE PENELITIAN	23
3.1	Sumber Data	23
3.2	MATLAB (Matrix Laboratory)	24

3.3	Langkah-langkah Simulasi Antrian	25
BAB IV HASIL PEMBAHASAN		27
4.1	Sistem Antrian Pasien Covid-19 pada Rumah Sakit	27
4.2	Uji Distribusi	27
4.2.1	Uji Distribusi <i>Poisson</i> Waktu Antar kedatangan Pasien Ruang <i>Screening</i> 1	28
4.2.2	Uji Distribusi <i>Poisson</i> Waktu Pelayanan Pasien Ruang <i>Screening</i> 2	29
4.2.3	Uji Distribusi <i>Poisson</i> Waktu Pelayanan Ruang Rawat Inap Khusus	30
4.3	Kasus dan Data Umum untuk Simulasi	33
4.3.1	Data Waktu Antar Kedatangan.....	34
4.3.2	Data Waktu Pelayanan	34
4.3.3	Jumlah Tempat Tidur	34
4.4	Algoritma Program	35
4.4.1	Algoritma Program Simulasi	35
4.4.2	Algoritma Program Fungsi Pelayanan Ruang <i>Screening</i> 2	36
4.4.3	Algoritma Program Fungsi Pelayanan Ruang Rawat inap Khusus	39
4.5	Simulasi Antrian Pasien Covid-19 RSUD Malinau dengan Kedatangan 1000 Pasien.	43
4.6	Simulasi Antrian Pasien Covid-19 RSUD Malinau selama 4 bulan Waktu Simulasi.	44
4.7	Simulasi Antrian Pasien Covid-19 RSUD Malinau selama 1 tahun Waktu Simulasi.	46
4.8	Analisis	48
BAB V KESIMPULAN & SARAN		61
5.1	Kesimpulan	61
5.2	Saran	62
DAFTAR PUSTAKA		63
LAMPIRAN		65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Proses dasar sistem antrian.	8
Gambar 2.2 Kurva distribusi Poisson.	12
Gambar 2.3 Kurva distribusi eksponensial.	14
Gambar 2.4 Kurva distribusi seragam.	15
Gambar 2.5 Kurva $P(x < 12,5)$	16
Gambar 2.6 Model Single Channel–Multi Phase.	16
Gambar 2.7 Model Multi Channel-Single Phase.	17
Gambar 2.8 Model Multi Chanel–Multi Phase.	18

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Uji distribusi Poisson.....	28
Tabel 4.2 Uji distribusi eksponensial.	29
Tabel 4.3 Uji distribusi Poisson.....	29
Tabel 4.4 Uji distribusi eksponensial.	30
Tabel 4.5 Uji distribusi Poisson.....	31
Tabel 4.6 Uji distribusi eksponensial.	31
Tabel 4.7 Nilai FKP Poisson untuk interval 24 jam.....	32
Tabel 4.8 Waktu pelayanan ruang rawat inap khusus.	34
Tabel 4.9 Hasil simulasi antrian pasien Covid-19 RSUD Malinau dengan kedatangan 1000 pasien untuk nilai maksimal.	43
Tabel 4.10 Hasil simulasi antrian pasien Covid-19 RSUD Malinau dengan kedatangan 1000 pasien untuk nilai rata-rata.....	44
Tabel 4.11 Hasil simulasi antrian pasien Covid-19 RSUD Malinau selama 4 bulan waktu simulasi untuk nilai maksimal.	45
Tabel 4.12 Hasil simulasi antrian pasien Covid-19 RSUD Malinau selama 4 bulan waktu simulasi untuk nilai rata-rata.	46
Tabel 4.13 Hasil simulasi antrian pasien Covid-19 RSUD Malinau selama 1 tahun untuk nilai maksimal.	47
Tabel 4.14 Hasil simulasi antrian pasien Covid-19 RSUD Malinau selama 1 tahun untuk nilai rata-rata.	48
Tabel 4.15 Hasil simulasi dengan penambahan 2 bulan waktu simulasi secara berturut-turut sampai 1 tahun untuk nilai maksimal.	49
Tabel 4.16 Hasil simulasi dengan penambahan 2 bulan waktu simulasi secara berturut-turut sampai 1 tahun untuk nilai rata-rata.	49
Tabel 4.17 Hasil simulasi untuk penambahan jumlah tempat tidur pada ruang screening 2 untuk nilai maksimal dan nilai rata-rata.	53
Tabel 4.18 Hasil simulasi penambahan jumlah tempat tidur pada ruang rawat inap khusus untuk nilai maksimal dan nilai rata-rata.....	57

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Surat Keterangan Persetujuan Permohonan Pengambilan Data dari Rumah Sakit Umum Daerah Malinau.	66
Lampiran 2	Rekapitulasi data kedatangan pasien Covid-19 pada Rumah Sakit Umum Daerah Malinau.	68
Lampiran 3	Surat Kepmenkes RI No. 129/Menkes/SK/II/2008 tentang Standar Pelayanan Minimal Rumah Sakit.	72

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Antrian adalah aktivitas dengan beberapa orang atau barang yang harus menunggu dalam satu barisan untuk mendapatkan pelayanan. Waktu mengantri yang terlalu panjang dan lama menyebabkan pelanggan jenuh, sehingga enggan kembali berkunjung dimasa yang akan datang, disisi lain apabila tidak ada antrian, pelayan banyak yang menganggur sehingga menyebabkan kerugian bagi fasilitas umum. Hal ini menunjukkan bahwa pelanggan lebih menginginkan suatu fasilitas pelayanan umum yang dapat memberikan pelayanan yang cepat tanpa menunggu terlalu lama. Tetapi untuk memberikan pelayanan yang terbaik terkadang masih terdapat kendala yang dihadapi sehingga akan tetap menimbulkan antrian. Untuk menghadapi permasalahan tersebut dapat menggunakan metode analisa teori antrian. Dengan menggunakan teori antrian dapat diketahui dalam sistem pelayanan yang ada sudah mencapai keadaan optimal atau belum (Nikmah, 2016).

Pada awal 2020, dunia dikejutkan dengan mewabahnya pneumonia baru yang bermula dari Wuhan, Provinsi Hubei yang kemudian menyebar dengan cepat ke lebih dari 223 negara dan teritori. Awalnya, penyakit ini dinamakan sementara sebagai 2019 *Novel Coronavirus* (2019-nCoV), kemudian WHO mengumumkan nama baru pada 11 Februari 2020 yaitu *Coronavirus Disease 2019* (Covid-19) yang disebabkan oleh virus *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus-2* (SARS-CoV-2). Pada 12 Maret 2020, WHO mengumumkan Covid-19 sebagai pandemi (Susilo dkk, 2020). Hingga saat ini, lebih dari 146 juta kasus di seluruh dunia telah dikonfirmasi, dengan total kematian lebih dari 3 juta jiwa. Sedangkan di Indonesia, kasus yang telah dikonfirmasi sudah mencapai lebih dari 1,6 juta dengan total kematian sekitar 43 ribu jiwa (Data WHO, 2021).

WHO dengan segera mengeluarkan pedoman tatalaksana infeksi saluran pernapasan akut berat (*Severe Acute Respiratory Infection/SARI*) yang diduga karena Covid-19. Pedoman tersebut ditujukan untuk para dokter yang merawat pasien di rumah sakit untuk memberikan kemudahan akses terhadap panduan terkini dalam rangka memastikan tatalaksana terbaik bagi pasien (Djasri, 2020).

Namun, Guo dkk (Dalam Mittal & Sharma, 2020) mengemukakan bahwa rumah sakit juga berada dibawah tekanan yang parah dikarenakan tingkat infeksi yang sangat tinggi, kekurangan tempat tidur, fasilitas yang diperlukan untuk perawatan pasien, dll. Selain itu, permintaan akan perlengkapan APD, masker, sarung tangan, pembersih tangan meningkat tajam. Menurut Ali dkk (Dalam Mittal & Sharma, 2020) rumah sakit harus menyediakan rencana kesiapsiagaan yang kuat bagi pasien Covid-19 untuk menghadapi peningkatan permintaan perawatan kesehatan. Keseimbangan permintaan (pasien) dan pelayanan adalah prinsip penting yang harus diintegrasikan dengan rencana reoperasional.

Salah satu rumah sakit milik pemerintah terbesar di Kabupaten Malinau Kalimantan Utara yang mengalami kesulitan dalam menangani kasus pasien Covid-19 yaitu Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Malinau. Hal ini dikarenakan pasien Covid-19 di daerah tersebut mengalami peningkatan jumlah pasien setiap waktu. Hingga saat ini, lebih dari 950 ribu kasus yang telah dikonfirmasi di daerah tersebut (Data Malinau.go.id, 2021). Hal ini menyebabkan rumah sakit sering tidak dapat melayani pasien secara maksimal dikarenakan waktu pelayanan yang terbatas dengan jumlah pasien melebihi kapasitas sumber rumah sakit. Dalam hal ini, penerapan teori antrian sangatlah diperlukan dalam memberi saran kepada pengelola rumah sakit khususnya di RSUD Malinau untuk mengatur jam pelayanan dan juga banyaknya jumlah pelayanan agar pasien dapat dilayani secara maksimal.

Apabila kedatangan pelanggan dan waktu pelayanan diketahui, maka pengoperasian sarana tersebut dapat dijadwalkan secara tepat sehingga akan menghilangkan keharusan untuk menunggu. Maka dari itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis sistem antrian pasien Covid-19 pada RSUD Malinau dengan mengambil judul **“SIMULASI ANTRIAN PELAYANAN PASIEN COVID-19 DI RUMAH SAKIT UMUM DAERAH MALINAU”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, akan dilakukan simulasi pelayan untuk pasien Covid-19 untuk memperoleh gambaran tentang.

1. Bagaimana model sistem antrian pasien Covid-19 di RSUD Malinau?
2. Bagaimana mengatasi masalah antrian pasien Covid-19 di RSUD Malinau?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah di atas, diberikan beberapa batasan masalah yaitu:

1. Asumsi yang digunakan:
 - a) Simulasi dilakukan selama 24 jam sehari berdasarkan jam kerja di RSUD Malinau.
 - b) Pasien yang datang menunggu untuk dilayani tanpa melihat panjang antrian (tidak ada penolakan dan pengingkaran).
 - c) Jumlah pasien yang datang dan panjang antrian tidak terbatas.
 - d) Disiplin antrian yang digunakan yaitu FCFS.
 - e) Pola kedatangan pasien berdistribusi *Poisson*.
2. Penelitian ini menganalisis pelayanan antrian pada pasien Covid-19 dari rawat jalan sampai yang diharuskan rawat inap (karantina).
3. Penelitian ini hanya mengumpulkan data selama 4 bulan sebagai bahan analisis untuk simulasi, yaitu pada bulan Oktober, November, Desember tahun 2020 dan bulan Januari tahun 2021.
4. Penelitian ini dilaksanakan sebelum adanya program vaksinasi Covid-19.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui model sistem antrian pasien Covid-19 di RSUD Malinau.
2. Memberikan solusi terhadap masalah yang dihadapi antrian pasien Covid-19 di RSUD Malinau.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini dibuat antara lain:

1. Bagi penulis

Sebagai penerapan teori yang diperoleh selama kegiatan perkuliahan ke dalam praktik yang sebenarnya, serta sebagai pengalaman dalam menganalisis suatu masalah secara ilmiah.

2. Bagi pembaca

Sebagai penambah pengetahuan dalam mengidentifikasi permasalahan serta dapat memberikan usulan mengenai pemecahan masalah yang sedang dihadapi sekaligus menambah wawasan tentang penerapan model antrian.

3. Bagi RSUD Malinau

Dapat membantu memberikan pengetahuan dalam pengambilan keputusan atau kebijakan dalam pengambilan keputusan untuk pengoptimalan sistem antrian pasien Covid-19.

1.6 Sistematika Penulisan Skripsi

Secara garis besar skripsi ini dibagi menjadi tiga bagian yaitu:

1. Bagian awal skripsi

Bagian awal skripsi meliputi halaman judul, pernyataan keaslian tulisan, pengesahan, motto dan persembahan, prakata, abstrak, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel, dan daftar lampiran.

2. Bagian isi skripsi

Bagian isi skripsi secara garis besar terdiri dari lima bab, yaitu:

BAB 1. PENDAHULUAN

Bab ini berisi mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan skripsi.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisi kajian teori yang mendasari dan berhubungan dengan pemecahan masalah. Teori-teori tersebut digunakan untuk memecahkan masalah yang diangkat dalam skripsi ini.

BAB 3. METODE PENELITIAN

Bab ini mengulas metode yang digunakan dalam penelitian yang berisi Langkah-langkah yang dilakukan untuk memecahkan masalah yaitu studi pustaka, pengumpulan data, analisis data, dan penarikan kesimpulan.

BAB 4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisi penyelesaian dari permasalahan yang diungkapkan.

BAB 5. PENUTUP

Bab ini berisi tentang simpulan dari pembahasan dan saran.

3. Bagian akhir skripsi

Bagian akhir skripsi meliputi daftar pustaka yang memberikan informasi tentang buku sumber serta literatur yang digunakan dan lampiran-lampiran yang mendukung skripsi.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Standar Pelayanan Rumah Sakit

Berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 129/Menkes/SK/II/2008 tentang Standar Pelayanan Minimal Rumah Sakit, standar pelayanan minimal adalah ketentuan tentang jenis dan mutu pelayanan dasar yang merupakan urusan wajib daerah yang berhak diperoleh setiap warga secara minimal. Juga merupakan spesifikasi teknis tentang tolak ukur pelayanan minimum yang diberikan oleh Badan Layanan Umum kepada masyarakat.

Standar pelayanan minimal rumah sakit meliputi jenis-jenis pelayanan, indikator, dan standar pencapaian kinerja pelayanan rumah sakit.

2.2 Profil Rumah Sakit Umum Daerah Malinau

Rumah Sakit Umum Daerah Kabupaten Malinau merupakan rumah sakit tipe D milik Pemerintah Kabupaten Malinau Provinsi Kalimantan Utara sesuai KEPMENKES RI No. 969/Menkes/SK/X/2008 tentang penetapan RSUD Kabupaten Malinau. RSUD Malinau dibangun pada tahun 2002 dan diresmikan oleh Gubernur Kalimantan Utara pada tanggal 19 Januari 2005. Pada Desember 2012 sesuai dengan SK Menteri Kesehatan No. HK.03.05/I/195/12 tentang penetapan kelas RS, RSUD Malinau meningkatkan tipe kelas RS menjadi tipe C dengan kapasitas 114 tempat tidur. Dan dilanjutkan dengan terakreditasinya RSUD Malinau dengan Akreditasi 5 Bidang pelayanan dengan nomor penetapan KARS-SERT/196/XII/2011.

2.3 Teori Antrian

Teori antrian merupakan sebuah alat analisis yang menyediakan informasi efektif tentang masalah antrian. Prosedur untuk menangani masalah antrian ada empat yaitu: (1) tentukan dan hubungkan variabel situasi untuk tujuan menggambarkan masalah; (2) tentukan distribusi yang terkait berdasarkan data yang tersedia dan menggunakan uji statistik yang sesuai; (3) gunakan distribusi untuk mengembangkan karakteristik operasi yang menggambarkan sistem secara

keseluruhan; (4) meningkatkan kinerja sistem melalui penggunaan model keputusan yang sesuai dan berdasarkan karakteristik operasi dari situasi (Rangkuti A, 2013).

Teori antrian pertama kali dikemukakan oleh A.K. Erlang, seorang ahli matematika Denmark pada tahun 1913 dalam bukunya “*Solution of Some Problem in The Theory of Probability of Significance in Automatic Telephone Exchange*”. Penggunaan istilah Sistem Antrian (*Queuing System*) dijumpai pertama kali pada tahun 1951 didalam jurnal *Royal Statistical Society*, sedangkan masalah antrian itu sendiri sebenarnya sudah dijumpai sejak dahulu (Gunawan & Rahman, 2017).

Tujuan dari model-model antrian adalah meminimumkan sekaligus dua jenis biaya, yaitu biaya langsung untuk menyediakan pelayanan dan biaya individu yang menunggu untuk memperoleh pelayanan. Perbedaan antara jumlah permintaan terhadap fasilitas pelayanan dan kemampuan fasilitas untuk melayani menimbulkan dua konsekuensi logis, yaitu timbulnya antrian dan timbulnya kapasitas yang menganggur. Antrian yang panjang karena kemampuan fasilitas pelayanan lebih rendah jumlah pemakaiannya, jelas akan memunculkan garis tunggu sehingga mereka yang antri akan menanggung *opportunity cost*. Disisi lain, penyediaan kapasitas pelayanan yang terlalu berlebihan sehingga tingkat penggunaan fasilitas tersebut rendah, jelas akan menaikkan biaya tetap rata-rata. Oleh karena itu, kedua jenis biaya tersebut perlu diminimumkan (Suhartina, 2018).

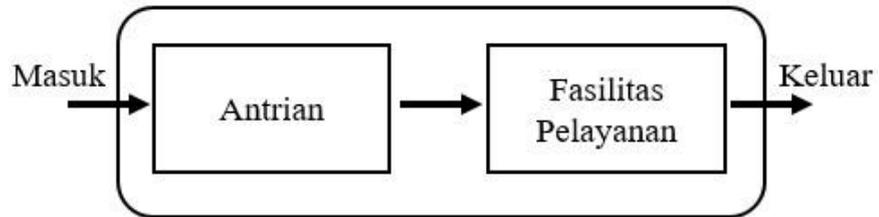
2.4 Unsur Dasar Model Antrian

Ada 7 unsur dasar dari model antrian yaitu (Rangkuti A, 2013):

2.4.1 Elemen pokok dalam sistem antrian

Sebuah sistem antrian adalah suatu himpunan pelanggan, pelayan, dan suatu aturan yang mengatur kedatangan para pelanggan. Sistem antrian mempunyai dua bagian dasar, yaitu suatu antrian tunggal dan sebuah fasilitas pelayanan tunggal, yang sering disebut sebagai *single channel*. Sistem *single channel* ini menerima individu dari suatu

populasi. Sistem antrian yang paling sederhana dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Proses dasar sistem antrian.

2.4.2 Sumber masukan (*Input*)

Sumber masukan dari suatu sistem antrian dapat terdiri dari atas suatu populasi orang, barang, komponen atau kertas kerja yang datang pada sistem untuk dilayani. Bila populasi relatif besar sering dianggap bahwa hal itu merupakan besaran yang tak terbatas.

2.4.3 Pola pertibaan

Pola pertibaan adalah cara individu dari populasi memasuki sistem. Individu-individu datang dengan tingkat pertibaan (*arrival-rate*) yang konstan ataupun acak (banyaknya individu per periode waktu).

Distribusi probabilitas *Poisson* adalah salah satu pola pertibaan yang paling umum bila pertibaan didistribusikan secara *random*. Hal ini terjadi karena distribusi *Poisson* menggambarkan jumlah pertibaan per unit waktu bila sejumlah besar variabel *random* mempengaruhi tingkat pertibaan.

Apabila pola pertibaan individu mengikuti suatu distribusi *Poisson*, maka waktu antara pertibaan atau *interval time* (waktu antara setiap pertibaan setiap individu) adalah *random* dan mengikuti suatu distribusi eksponensial (*exponential distribution*). Jika pola pertibaan individu mendapatkan antrian yang panjang maka dia akan keluar dari sistem.

2.4.4 Disiplin antrian

Disiplin antrian menunjukkan pedoman keputusan yang digunakan untuk menyeleksi individu-individu yang memasuki antrian untuk dilayani terlebih dahulu (prioritas). Pembagian disiplin antrian adalah sebagai berikut:

- a) *First In First Out* (FIFO) atau *First Come First Served* (FCFS) yaitu suatu peraturan dimana yang akan dilayani ialah pelanggan yang datang terlebih dahulu. Contohnya antrian pada pembelian tiket bioskop atau pada kasir sebuah swalayan.
- b) *Last In First Out* (LIFO) atau *Last Come First Served* (LCFS) yaitu antrian dimana yang datang paling akhir akan dilayani terlebih dahulu. Contohnya antrian pada sistem bongkar muat barang di dalam truk, dimana barang yang masuk terakhir justru akan keluar terlebih dahulu.
- c) *Service In Random Order* (SIRO) yaitu pelayanan didasarkan pada peluang secara acak, tidak memperhatikan siapa yang terlebih dahulu tiba. Contohnya pada lotre, dimana pelayanan dilakukan berdasarkan undian (*random*).
- d) *Priority Service* (PS) yaitu prioritas pelayanan diberikan kepada individu yang mempunyai prioritas paling tinggi dibandingkan dengan individu yang memiliki prioritas paling rendah, meskipun yang terakhir ini sudah tiba lebih dulu dalam garis tunggu. Contoh dapat dilihat pada pelayanan rumah sakit khususnya bagian UGD, yaitu yang lebih parah penyakitnya dilayani lebih dahulu meskipun ada pasien yang datang lebih dahulu.

2.4.5 Panjang antrian

Banyak sistem antrian dapat menampung jumlah individu yang relatif besar, tetapi ada beberapa sistem yang mempunyai kapasitas terbatas. Bila kapasitas antrian menjadi faktor pembatas besarnya jumlah individu yang dapat dilayani dalam sistem secara nyata, maka sistem mempunyai panjang antrian yang terbatas (*finite*), dan model antrian

terbatas harus digunakan untuk menganalisis sistem tersebut. Sebagai contoh sistem yang mungkin mempunyai antrian yang terbatas adalah jumlah tempat parkir.

2.4.6 Tingkat pelayanan

Waktu pelayanan (*service time*) yaitu waktu yang digunakan untuk melayani individu dalam suatu sistem. Waktu ini mungkin konstan, tetapi juga sering acak (*random*). Bila waktu pelayanan mengikuti distribusi eksponensial atau distribusinya acak, maka tingkat pelayanannya (unit/jam) akan mengikuti suatu distribusi *Poisson*.

2.4.7 Keluaran (*output*)

Apabila individu telah selesai dilayani maka dia keluar dari sistem. Sesudah keluar, dia mungkin bergabung pada satu di antara kategori populasi. Dia mungkin bergabung dengan populasi asal dan mempunyai probabilitas yang sama untuk memasuki sistem kembali, atau dia mungkin bergabung dengan populasi lain yang mempunyai probabilitas lebih kecil dalam hal kebutuhan pelayanan tersebut kembali.

2.5 Fungsi Kepadatan Peluang

2.5.1 Fungsi Kepadatan Peluang dari Peubah Acak Diskrit

Definisi 2.1 (Mittelhammer, 2013)

Misalkan X peubah acak dengan ruang C , yang merupakan himpunan dari titik-titik diskrit. Fungsi $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ adalah fungsi kepadatan peluang (*fkp*) diskrit jika dan hanya jika: (1) himpunan $C = \{x: f(x) > 0, x \in \mathbb{R}\}$ dapat dihitung; (2) $f(x) = 0$ untuk $x \in \bar{C}$; dan (3) $\sum_{x \in C} f(x) = 1$.

Contoh 2.1

Tentukan apakah fungsi $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ disebut sebagai fungsi kepadatan peluang jika:

$$f(x) = \begin{cases} (0,3)^x(0,7)^{1-x}, & x \in \{0,1\} \\ 0, & x \text{ lainnya.} \end{cases}$$

Jawab:

Fungsi tersebut merupakan fungsi kepadatan peluang diskrit karena:

- (1) $f(x) = (0,3)^x(0,7)^{1-x} > 0, \forall x \in \{0,1\}$ dapat dihitung
- (2) $f(x) = 0, \forall x \notin \{0,1\}$
- (3) $\sum_{x=0}^1 f(x) = \sum_{x=0}^1 (0,3)^x(0,7)^{1-x} = 1.$

2.5.2 Fungsi Kepadatan Peluang dari Peubah Acak Kontinu

Definisi 2.2 (Mittelhammer, 2013)

Fungsi $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ adalah fungsi kepadatan peluang (*fkp*) kontinu jika dan hanya jika: (1) $f(x) \geq 0$ untuk $x \in (-\infty, \infty)$, dan (2) $\int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx = 1.$

Contoh 2.2

Tentukan apakah fungsi $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ disebut sebagai fungsi kepadatan peluang jika:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{2}, & 0 \leq x \leq 2 \\ 0, & x \text{ lainnya.} \end{cases}$$

Jawab:

Fungsi tersebut merupakan fungsi kepadatan peluang kontinu karena:

- (1) $f(x) \geq 0$ untuk $x \in (-\infty, \infty)$

bukti:

- $f(x) = \frac{1}{2} > 0, \forall x \in [0,2]$
- $f(x) = 0, \forall x \notin [0,2].$

$$(2) \int_{-\infty}^{\infty} f(x)dx = \int_0^2 \frac{1}{2} dx = \frac{1}{2} x \Big|_0^2 = 1.$$

2.6 Distribusi *Poisson*

Distribusi *Poisson* adalah suatu distribusi teoritis yang memakai variabel acak diskrit, yaitu banyaknya hasil percobaan yang terjadi dalam suatu interval waktu tertentu atau suatu daerah tertentu.

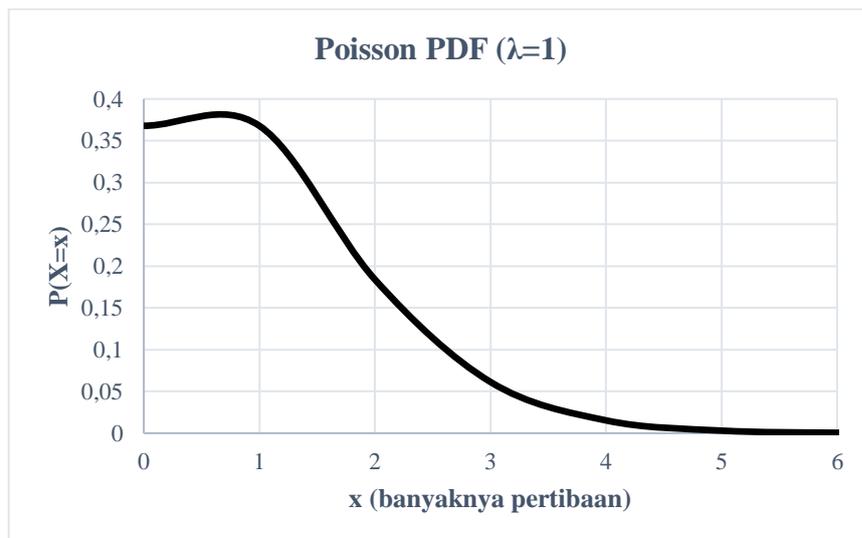
Definisi 2.3 (Miller & Miller, 2014)

Variabel acak diskrit X memiliki distribusi *Poisson* dengan parameter $\lambda > 0$ jika dan hanya jika fungsi probabilitasnya diberikan oleh:

$$P(X = x) = \begin{cases} \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!}, & x = 0, 1, 2, 3, \dots \\ 0, & x \text{ lainnya} \end{cases} \quad (2.1)$$

dengan:

- λ : tingkat pertibaan rata-rata / laju pertibaan
- x : banyaknya pertibaan
- $P(X = x)$: probabilitas x pertibaan (*fkp* distribusi *Poisson*)
- e : bilangan Euler (2,7182....).



Gambar 2.2 Kurva distribusi *Poisson*.

Contoh 2.3

Jika 2% buku yang dijilid pada penjilidan tertentu memiliki penjilidan yang cacat, gunakan pendekatan *Poisson* untuk menentukan probabilitas bahwa 5 dari 400 buku yang dijilid akan memiliki penjilidan yang cacat.

Jawab:

Diketahui bahwa $x = 5$, $\lambda = 400(0,02) = 8$. Maka diperoleh:

$$P(x = 5) = \frac{8^5 \cdot e^{-8}}{5!} = \frac{(32,768)(0,00034)}{120} = 0,093.$$

2.7 Distribusi Eksponensial

Distribusi eksponensial adalah salah satu kasus khusus dari distribusi gamma. Pada saat $\lambda = 1$, distribusi gamma mengambil suatu bentuk khusus yang dikenal sebagai distribusi eksponensial. Distribusi eksponensial digunakan dalam teori kedatangan dan waktu tunggu atau teori antrian.

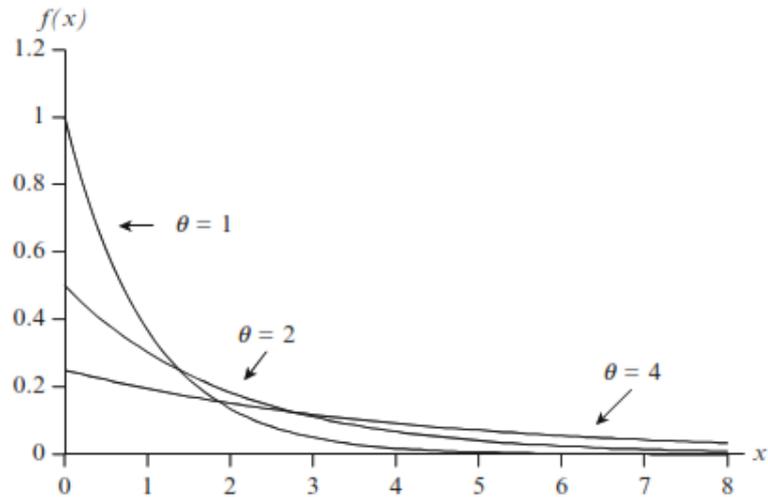
Definisi 2.4 (Miller & Miller, 2014)

Variabel acak kontinu X memiliki distribusi eksponensial, dengan parameter $\theta > 0$, jika dan hanya jika fungsi kepadatan peluangnya diberikan oleh:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{\theta} e^{-\frac{1}{\theta}x}, & 0 < x < \infty \\ 0, & x \text{ lainnya} \end{cases} \quad (2.2)$$

dengan:

- x : waktu antar kedatangan / pelayanan
- $f(x)$: fkp distribusi eksponensial
- $\frac{1}{\theta}$: jumlah rata-rata pelanggan yang dilayani persatuan waktu/laju antar kedatangan atau pelayanan
- e : bilangan Euler (2,7182,...).



Gambar 2.3 Kurva distribusi eksponensial.

Contoh 2.4

Sebuah perusahaan lampu memproduksi lampu dengan masa pakai lampu dinyatakan oleh variabel acak X yang berdistribusi eksponensial dengan rata-rata 500 jam. Berapa probabilitas bahwa lampu berfungsi setidaknya selama 1000 jam?

Jawab:

Diketahui bahwa $\theta = 500$. Maka diperoleh:

$$P(x \geq 1000) = \int_{1000}^{\infty} \frac{1}{500} e^{-\frac{x}{500}} dx = -e^{-\frac{x}{500}} \Big|_{1000}^{\infty} = 0,1353.$$

2.8 Distribusi Seragam

Nilai-nilai peubah acak X yang berdistribusi ini adalah berupa sebuah interval terbuka, berarti rangenya adalah $S_x = \{\alpha, \beta\} = \{x | \alpha < x < \beta\}$, fungsi kepadatan peluangnya seragam pada interval ini.

Definisi 2.5 (Miller & Miller, 2014)

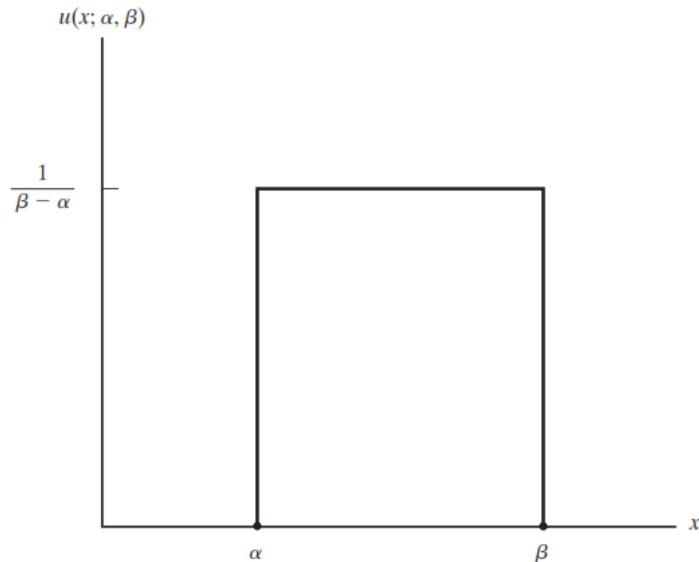
Variabel acak X memiliki distribusi seragam jika dan hanya jika fungsi kepadatan peluangnya diberikan oleh:

$$f(x) = \begin{cases} \frac{1}{\beta - \alpha}, & \alpha < x < \beta \\ 0, & x \text{ lainnya} \end{cases} \quad (2.3)$$

dengan:

$[\alpha, \beta]$: interval α dan β

$f(x)$: fkp distribusi seragam.



Gambar 2.4 Kurva distribusi seragam.

Contoh 2.5

Di sebuah terminal bus, waktu yang dibutuhkan para penumpang untuk menunggu bus datang yaitu antara 0 sampai 15 menit. Hitunglah probabilitas bahwa seseorang menunggu kurang dari 12,5 menit.

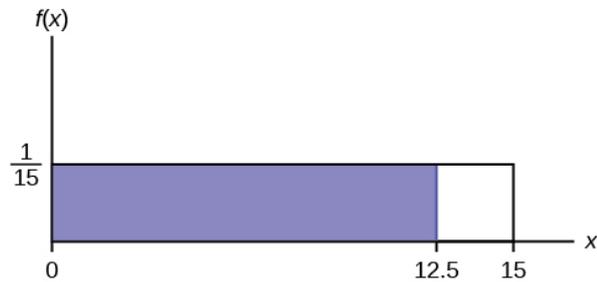
Jawab:

Diketahui bahwa $\alpha = 0$ dan $\beta = 15$ dalam satuan menit. Maka diperoleh:

$$f(x) = \frac{1}{15-0} = \frac{1}{15} \text{ untuk } 0 \leq x \leq 15.$$

Probabilitas seseorang menunggu kurang dari 12,5 menit:

$$P(x < 12,5) = (12,5 - 0) \left(\frac{1}{15} - 0 \right) = 0,83333.$$



Gambar 2.5 Kurva $P(x < 12,5)$.

2.9 Struktur Dasar Antrian

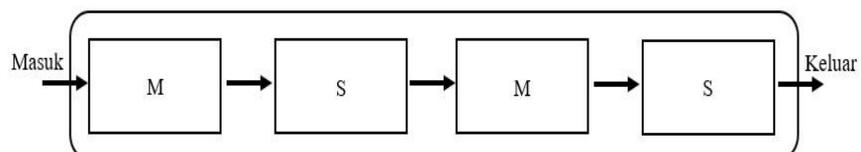
Ada 4 model struktur dasar antrian yang umum terjadi dalam seluruh sistem antrian, yaitu (Rangkuti A, 2013):

2.9.1 *Single Chanel-Single Phase*

Model *Single Channel-Single Phase* adalah model yang paling sederhana. *Single Channel* berarti bahwa hanya ada satu jalur untuk memasuki sistem pelayanan atau ada satu fasilitas pelayanan. *Single phase* menunjukkan bahwa hanya ada satu station pelayanan atau sekumpulan tunggal operasi yang dilaksanakan. Setelah menerima pelayanan, individu keluar dari sistem. Secara umum sistem *Single Channel-Single Shase* dimodelkan dalam Gambar 2.1.

2.9.2 *Single Channel-Multi Phase*

Istilah *Multi Phase* menunjukkan ada dua atau lebih pelayanan yang dilaksanakan secara berurutan (dalam *Phase-Phase*). Sebagai contoh: Pencucian mobil, tukang cat mobil, dan sebagainya. Berikut ini merupakan gambaran secara umum dari model *Single Channel-Multi Phase* pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Model Single Channel-Multi Phase.

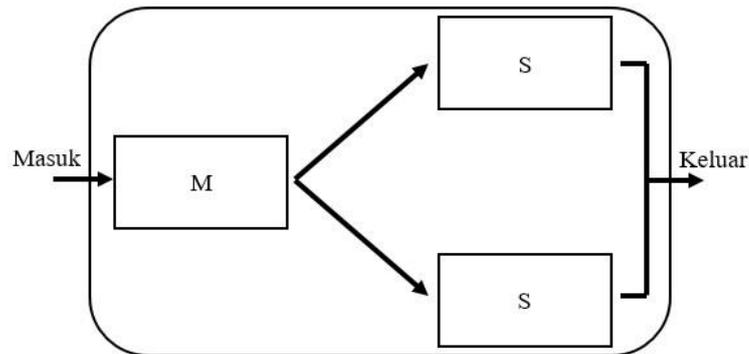
Keterangan:

M : Antrian

S : Fasilitas pelayanan (*server*).

2.9.3 *Multi Channel–Single Phase*

Model *Multi Channel–Single Phase* terjadi kapan saja dan terjadi atas dua atau lebih fasilitas pelayanan yang berasal dari antrian tunggal. Sebagai contoh model ini adalah pembelian tiket yang dilayani oleh lebih dari satu loket, dan lain sebagainya. Berikut ini merupakan gambaran secara umum dari model *Multi Channel–Single Phase* pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Model Multi Channel-Single Phase.

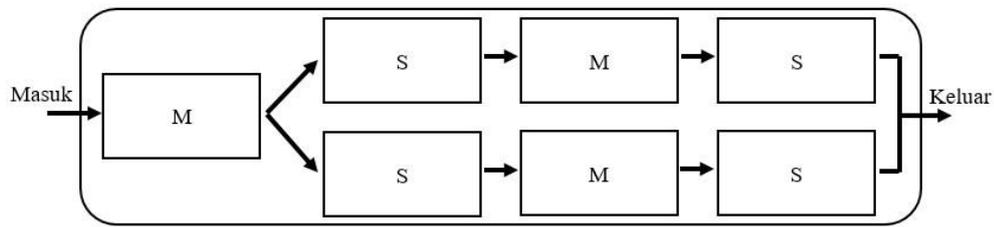
Keterangan:

M : Antrian

S : Fasilitas pelayanan (*server*).

2.9.4 *Multi Channel–Multi Phase*

Model *Multi Channel–Multi Phase* mempunyai beberapa fasilitas pelayanan pada setiap tahap, sehingga lebih dari satu individu dapat dilayani pada suatu waktu. Sistem ini biasanya digunakan pada universitas untuk registrasi mahasiswa, pelayanan kepada pasien di rumah sakit, dan lain sebagainya. Berikut ini merupakan gambaran umum model *Multi Channel–Multi Phase* pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Model Multi Chanel–Multi Phase.

Keterangan:

M : Antrian

S : Fasilitas pelayanan (*server*).

2.10 Model Sistem Antrian

Dalam mengelompokkan model-model antrian yang berbeda-beda akan digunakan suatu notasi yang disebut notasi Kendall. Notasi ini pada awalnya dirancang oleh D. G. Kendall (1953) dalam bentuk $a/b/c$ dan dikenal dalam literatur sebagai notasi Kendall. Selanjutnya, A. M. Lee (1966) menambahkan simbol d dan e dalam notasi Kendall tersebut, kemudian ditambahkan simbol f yang mewakili kapasitas sumber pemanggilan (Purnawan dkk, 2013). Sehingga karakteristik suatu antrian dapat dinotasi sebagai berikut (Rangkuti A, 2013):

$$(a/b/c) : (d/e/f)$$

Keterangan:

a : distribusi pertibaan

b : distribusi waktu pelayanan

c : jumlah pelayan

d : disiplin antrian, seperti *FCFS*, *LCFS*, Prioritas dan *Random*

e : jumlah maksimum pelanggan dalam sistem (antri dan dilayani)

f : ukuran sumber pemanggil.

Notasi baku yang mengganti simbol a dan b untuk distribusi pertibaan dan keberangkatan sebagai berikut.

- M : pertibaan atau keberangkatan berdistribusi *Poisson* (distribusi waktu antara pertibaan) atau (waktu pelayanan berdistribusi eksponensial).
- D : waktu antara pertibaan atau waktu pelayanan yang konstan.
- Ek : waktu antara pertibaan atau waktu pelayanan berdistribusi Erlang.
- GI : distribusi independen umum dari pertibaan (waktu antara pertibaan).
- G : distribusi umum dari keberangkatan (waktu pelayanan).

Notasi baku yang mengganti simbol d adalah

- FCFS : Pertama datang, pertama dilayani.
- LCFS : Terakhir datang, pertama dilayani.
- SIRO : Pelayanan secara *random order*.
- GD : Disiplin antrian yang umum, yaitu FCFS.

Contoh pada penulisan model $(M / M / 1) : (FCFS / \infty / \infty)$, ini berarti bahwa model menyatakan pertibaan berdistribusi *Poisson*, waktu pelayanan berdistribusi eksponensial, jumlah saluran dalam sistem 1, jumlah satuan pelayanan waktu adalah *First Come First Served*, jumlah pelanggan yang boleh masuk dalam sistem antrian dan ukuran (besarnya) populasi masukan tidak berhingga.

2.11 Sistem Antri *Steady State* dan *Transient*

Steady state diasumsikan bahwa sistem mencapai keadaan keseimbangan. Ini berarti ciri-ciri operasi seperti panjang antrian dan rata-rata waktu menunggu akan memiliki nilai konstan setelah sistem berjalan selama suatu periode waktu. Sistem antrian yang tidak dapat berjalan cukup lama pada kondisi *steady state* dinamakan keadaan *transient* (Rangkuti A, 2013).

Perbandingan λ (tingkat kedatangan) dan μ (tingkat pelayanan) adalah perbandingan pengosongan dari sistem. Perbandingan ini secara matematika dinyatakan sebagai ρ , dimana $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$.

Untuk memperoleh keadaan *Steady State* dibutuhkan tingkat pelayanan yang lebih besar dari tingkat kedatangan, dalam hal ini $\rho < 1$. Hal ini dapat diperoleh

dengan merubah tingkat pelayanan atau menambah tempat pelayanan (c) dengan harapan mempunyai batasan $\frac{\lambda}{c\mu} < 1$.

2.12 Simulasi

Simulasi merupakan suatu metodologi untuk melaksanakan percobaan dengan model dari sistem nyata. Ide dasar simulasi adalah menggunakan beberapa perangkat untuk meniru sistem nyata guna mempelajari dan memaknai sifat-sifat, tingkah laku dan karakter operasi (Arif, 2017). Simulasi dapat dijadikan sebuah metode untuk melakukan analisa terhadap sebuah sistem dinamik yang kompleks tidak hanya formal dan prediksi, tetapi juga mampu memprediksikan performansi secara akurat. Simulasi dapat diterapkan ketika model matematis sudah tidak dapat digunakan untuk menghasilkan solusi. Selain itu, simulasi digunakan ketika problem atau sistem yang menjadi amatan memiliki tingkat kompleksitas dan keterkaitan yang tinggi.

Namun, model simulasi juga memiliki beberapa kekurangan, yaitu simulasi bukanlah presisi. Simulasi tidak menghasilkan solusi, tetapi ia menghasilkan cara untuk menilai solusi termasuk solusi optimal. Model simulasi yang baik dan efektif sangat mahal dan membutuhkan waktu yang lama dibandingkan dengan model analitik, serta tidak semua situasi dapat dinilai melalui simulasi kecuali situasi yang tidak memuat ketidakpastian.

Prosedur-prosedur yang harus dilakukan dalam melakukan studi simulasi adalah sebagai berikut.

2.12.1 Formulasi masalah dan perencanaan studi

Studi diawali dengan pernyataan jelas tentang pokok masalah dan tujuan penelitian yang ingin dicapai. Setelah itu pelaksanaan studi direncanakan dengan mempertimbangkan keterbatasan sarana dan prasarana yang tersedia.

2.12.2 Pengumpulan data dan perancangan model

Pengumpulan data dan informasi dari sistem yang ditinjau diperlukan untuk mengetahui bagaimana sistem bekerja dan menentukan distribusi peluang bagi proses random yang digunakan dalam model. Kekurangan data akan mengurangi keakuratan model dan sebaliknya data yang besar akan membutuhkan biaya besar dan waktu pengumpulan yang lama.

2.12.3 Validasi model

Tahap ini dilakukan dengan melakukan pengecekan asumsi-asumsi yang ditetapkan dalam pembuatan model serta melibatkan ahli yang mengenal sistem dengan baik.

2.12.4 Penyusunan program komputer dan verifikasi

Pemilihan software yang akan digunakan dalam simulasi mempunyai pengaruh yang besar terhadap kesuksesan penelitian, yaitu dalam hal keakuratan model, validitas model dan waktu eksekusi, dan waktu penyelesaian penelitian secara keseluruhan.

2.12.5 Uji coba program

Uji coba program dilakukan untuk keperluan validasi pada tahap berikutnya.

2.12.6 Validasi program

Hasil uji coba program diteliti kembali untuk mengetahui apakah ada kesalahan dalam program atau model yang digunakan.

2.12.7 Perancangan eksperimen

Pada tahap ini diputuskan perancangan sistem seperti apa yang akan disimulasikan dari beberapa alternatif yang mungkin ada.

2.12.8 Eksekusi program

Eksekusi program dilakukan sesuai dengan perancangan eksperimen yang telah dibuat.

2.12.9 Analisis output simulasi

Data output simulasi digunakan untuk mengestimasi kriteria performansi sistem yang diteliti. Hasil estimasi ini digunakan untuk menjawab tujuan studi.

2.12.10 Dokumentasi, presentasi, dan implementasi

Dokumentasi yang baik diperlukan karena tidak jarang model simulasi yang telah dibuat akan dipakai untuk lebih dari satu aplikasi. Akhirnya hasil dari studi simulasi perlu diimplementasikan.

2.13 Pembangkit Bilangan Acak (*Random Number Generator*)

Bilangan acak merupakan suatu besaran dasar dalam pemodelan dan teknik-teknik simulasi. Pemodelan dan simulasi banyak memanfaatkan bilangan acak sebagai besaran untuk mendapatkan penyelesaian suatu permasalahan. Untuk mendapatkan bilangan yang benar-benar acak, secara manual dapat dilakukan dengan menggunakan undian, arisan, atau pemakaian mesin roulette. Tetapi secara komputasi, hal ini sulit dilakukan. Hal ini disebabkan bahwa komputer merupakan mesin deterministik, sedangkan bilangan acak muncul sebagai kejadian yang probabilistik. Untuk mendapatkan bilangan acak dapat digunakan beberapa fungsi bilangan acak komputer yang telah tersedia pada komputer, misalnya $R = \text{RND}(Z)$, dimana R adalah bilangan acak yang dibangkitkan sedangkan Z adalah konstanta (Arifin, 2019).