

Perbaikan Sistem Layanan untuk Mengurangi Waktu Tunggu Antrean dengan Simulasi Diskrit

Muchammad Imron Rosyadi¹, Abduh Sayid Albana², Huki Chandra^{3*}

^{1,3*} Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Telkom University, Kampus Surabaya.

² Program Studi Teknik Logistik, Fakultas Rekayasa Industri, Telkom University, Kampus Surabaya.
Jalan Ketintang 156, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia

¹ rosyadi658@gmail.com

² abduhalbana@telkomuniversity.ac.id

^{3*} hukichandra@telkomuniversity.ac.id

Service System Improvement to Reduce Queue Waiting Time Using Discrete Simulation Approach

Dikirimkan : 09, 2023. Diterima : 05, 2024. Dipublikasikan : 05, 2024.

Abstract— The total number of domestic cruise passenger departures was 630,765 passengers in 2021 and increased by 139% in 2022 to 1,506,303 passengers. The increasing volume of sea transportation users has resulted in high demand for ship tickets for prospective ship passengers. In this case, Company XYZ is a company that operates in the passenger and logistics services sector, also serving the purchase and payment of ship tickets. The large number of prospective passengers who use ships owned by Company XYZ is not accommodated with ticketing services or on-the-spot purchases due to the lack of active service facilities available, causing queues to pile up which can take hours at the purchase counter. This research aims to create a model for purchasing ship tickets and provide scenario recommendations to reduce the number of queues at XYZ shipping company. Where the simulation results in existing conditions produced an average utility of 69.77%, after improvements to scenario 1 were carried out by adding a document completeness inspection unit, this decreased by 10.14%. From scenario 1 to scenario 2 by increasing the waiting room capacity there was also a decrease of 4.80%. From scenario 2 to scenario 3 by adding active tellers at counter 3 there was a decrease of 6.50%.

Keywords— Service; Queue; Simulation

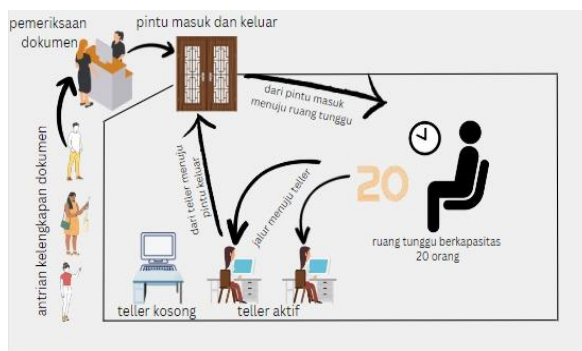
Abstrak— Jumlah total keberangkatan penumpang pelayaran dalam negeri sebanyak 630.765 penumpang di tahun 2021 dan meningkat sebanyak 139% pada tahun 2022 menjadi 1.506.303 penumpang. Meningkatnya volume pengguna moda transportasi laut mengakibatkan tingginya permintaan tiket kapal untuk para calon penumpang kapal. Dalam hal ini, PT. XYZ merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang pelayanan penumpang dan logistik, juga melayani pembelian dan pembayaran tiket kapal. Banyaknya calon penumpang yang menggunakan kapal milik PT. XYZ tidak terakomodir dengan layanan *ticketing* atau pembelian *on the spot* karena kurangnya fasilitas pelayanan yang aktif tersedia sehingga menimbulkan penumpukan antrean yang dapat menghabiskan waktu berjam-jam dalam loket pembelian. Tujuan penelitian ini adalah membuat model pembelian tiket kapal serta memberikan rekomendasi skenario untuk mengurangi jumlah antrean di perusahaan pelayaran XYZ. Di mana hasil simulasi pada kondisi *eksisting* menghasilkan rata-rata utilitas sebesar 69.77%, setelah dilakukan perbaikan skenario 1 dengan menambah unit pemeriksaan kelengkapan dokumen mengalami penurunan sebanyak 10.14%. Dari skenario 1 ke skenario 2 dengan menambah kapasitas ruang tunggu juga mengalami penurunan sebanyak 4.80%. Dari skenario 2 ke skenario 3 dengan menambah *teller* aktif di loket 3 mengalami penurunan lagi sebanyak 6.50%.

Kata kunci— : Antrean; Pelayanan; Simulasi.

I. PENDAHULUAN

Transportasi laut sangat berperan penting untuk menghubungkan satu pulau dengan pulau lainnya sehingga pendistribusian barang maupun penumpang dari satu pulau ke pulau lainnya dapat berjalan lancar. Berdasarkan data dari BPS [1], jumlah total keberangkatan penumpang pelayaran dalam negeri sebanyak 630.765 penumpang di tahun 2021 dan meningkat sebanyak 139% pada tahun 2022 menjadi 1.506.303 penumpang. Hal tersebut tidak menutup kemungkinan bahwa di Tahun 2023 jumlah penumpang kapal pada Pelabuhan Tanjung Perak juga akan semakin meningkat seiring berjalannya tahun.

Meningkatnya jumlah pengguna *moda* transportasi laut mengakibatkan tingginya permintaan tiket kapal untuk para calon penumpang kapal. Dalam hal ini, PT. XYZ merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dibidang pelayanan penumpang dan logistik, juga melayani pembelian dan pembayaran tiket kapal. Bagian *ticketing* di PT. XYZ Surabaya meliputi 1 area pemeriksaan kelengkapan dokumen, 2 area loket pembayaran dan pemesanan tiket kapal dengan kapasitas maksimal ruang tunggu sebanyak 20 pelanggan. Banyaknya calon penumpang yang menggunakan kapal milik PT. XYZ tidak terakomodir dengan layanan *ticketing* atau pembelian *on the spot* karena kurangnya fasilitas pelayanan yang aktif tersedia sehingga menimbulkan penumpukan antrean dalam loket pembelian. Calon penumpang kapal dapat menghabiskan waktu berjam-jam untuk melakukan pembelian dan pembayaran tiket di PT. XYZ Surabaya yang disebabkan oleh banyaknya pelanggan yang datang tidak dapat terlayani dengan cepat oleh layanan yang tersedia. Gambar 1 menunjukkan *rich picture* diagram pada kondisi saat ini.



Gambar 1. *Rich picture* diagram kondisi existing

Sebagai perusahaan yang bergerak di bidang pelayanan, PT. XYZ dituntut untuk selalu berusaha memperbaiki pelayanan yang diberikan kepada para pelanggannya untuk menunjang strategi bisnis agar perusahaan penyedia layanan jasa tidak kehilangan para calon penumpangnya, dikarenakan pelayanan

yang cukup lama. Antrean tersebut terjadi ketika jumlah pengunjung di tempat antrean bertambah banyak yang diakibatkan oleh pelayanan petugas yang lambat dan jumlah petugas tidak sebanding dengan jumlah pengunjung yang terdapat pada antrean [2]. Dalam aspek pelayanan terdapat calon penumpang kapal, antrean layanan yang terjadi secara berulang-ulang akan menimbulkan masalah serius. Hal ini akan mengakibatkan hilangnya kepercayaan calon penumpang terhadap penyedia jasa layanan yang berdampak menurunnya citra dan indeks kualitas pelayanan yang menjadi nilai utama dari suatu perusahaan, di mana perusahaan tersebut merupakan Badan Usaha Milik Negara [3]. Berdasarkan permasalahan tersebut perlu adanya pengoptimalan layanan untuk mempertahankan citra baik dan menambah indeks kualitas.

Penelitian-penelitian terdahulu sudah banyak dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan antrean pelanggan. Sebagai contoh, Nurjaya Al-Kholis dkk. [4] mengevaluasi kinerja sistem antrean stasiun pelayanan di Rumah Makan untuk menurunkan jumlah antrean konsumen menggunakan metode simulasi dengan *software* ARENA 10.0. Menurut Almeyda [5] melakukan perancangan sistem antrean pelayanan berbasis web dengan menggunakan metode *waterfall* dan rancangan bisnis data menggunakan *Entity Relationship Diagram* (ERD) dan *Logical Record Structure* (LRS) untuk mengganti sistem layanan yang masih manual di PT Pos Indonesia Persero Sukabumi. Pada penelitian Sofia [6] menggunakan model antrean untuk merancang sistem buka tutup kasir yang optimal dan efisien sesuai tingkat keramaian pelanggan di *Senyum Media Stationary*.

Berdasarkan penelitian terdahulu, permasalahan tentang antrean pada suatu pelayanan dapat diselesaikan dengan melakukan simulasi model antrean. Maka dari itu, pada penelitian ini dengan objek yang akan diteliti bertempat di PT. XYZ Surabaya khususnya di bagian loket pemesanan dan pembayaran tiket kapal menggunakan metode simulasi untuk bermaksud mencari alternatif dan solusi dari permasalahan antrean yang terjadi. Metode simulasi dapat menggambarkan keadaan sebenarnya dari suatu keadaan, penyederhanaan dari suatu fenomena di dunia nyata. Antrean erat kaitannya dengan simulasi diskrit dikarenakan variabel keadaan yang mengalami perubahan langsung pada titik terpisah dalam rentang waktu tertentu. Maka penelitian ini akan menggunakan pendekatan Simulasi Diskrit. Metode simulasi digunakan untuk melakukan analisis data-data statistik yang dapat digunakan sebagai optimalisasi pelayanan yang dibutuhkan untuk bagian loket pemesanan dan pembayaran tiket kapal di PT. XYZ Surabaya.

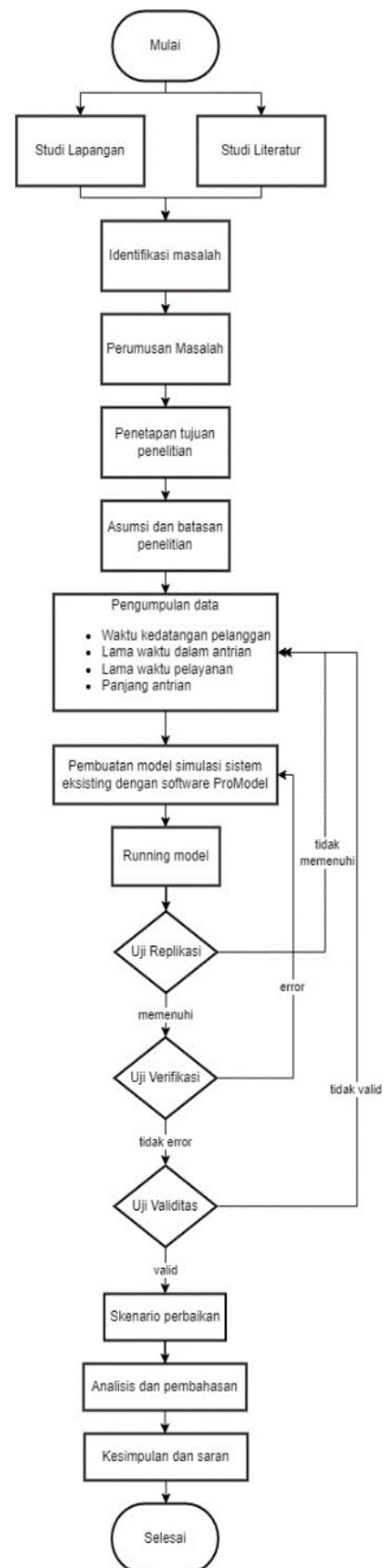
Asumsi-asumsi pada penelitian ini adalah: pengambilan data dilakukan pada hari Senin

dianggap dapat merepresentasikan data waktu kedatangan karena memiliki jumlah antrean yang paling banyak dibandingkan hari-hari lainnya. Data yang diambil merupakan data pada hari-hari normal dan tidak dipengaruhi oleh hari-hari khusus seperti, tahun baru dan hari raya. Batasan pada penelitian ini adalah: rekomendasi skenario perbaikan yang diberikan hanya sampai perbandingan utilitas, sehingga tidak sampai pada perhitungan biaya yang perlu dikeluarkan. Model simulasi pada antrean ruang tunggu di luar ruangan tidak digambarkan karena penelitian hanya berfokus pada model simulasi di dalam ruangan.

Simulasi berasal dari kata *simulate* yang berarti “pura-pura” dan juga *simulation* yang berarti “perbuatan yang hanya berpura-pura” [7]. Simulasi sering dikatakan seperti latihan namun tidak dalam konteks yang sebenarnya. Adanya simulasi sangat amat membantu untuk menggambarkan sebuah proses kegiatan sebelum kegiatan itu dimulai. Kelton dan Sadowski [8] berpendapat bahwa simulasi adalah suatu metode atau aplikasi untuk meniru perilaku suatu sistem yang sesuai dengan kenyataan, biasanya menggunakan sistem komputer yang sesuai. Sedangkan menurut Setyaningsih & Basri [9], model simulasi merupakan representasi dari model matematis dari suatu permasalahan yang ada. Dengan bantuan simulasi dapat menawarkan alternatif dan juga solusi untuk memecahkan masalah yang diselidiki. Model simulasi menggambarkan hubungan antara masukan dan keluaran dari suatu sistem yang kompleks.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan penelitian menggunakan penelitian operasional secara urut seperti pada Gambar 1. Langkah pertama adalah melakukan studi lapangan dan studi literatur untuk memperdalam pemahaman atas topik yang dipilih, sekaligus memperluas pengetahuan sebagai dasar topik penelitian. Selanjutnya pada tahapan identifikasi masalah, dilakukan dengan cara observasi kondisi di lapangan, dengan hasil akan dilakukan pembahasan lebih lanjut mengenai masalah perbaikan sistem layanan untuk mengurangi waktu tunggu antrean. Berdasarkan permasalahan yang telah diuraikan dalam latar belakang penelitian, maka peneliti menindaklanjutinya dengan merumuskan rumusan masalah penelitian. Berlandaskan rumusan masalah tersebut maka selanjutnya peneliti merumuskan tujuan penelitian yang terkait dengan rumusan masalah penelitian tersebut.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

Lalu batasan dan asumsi masalah dituliskan terhadap ruang lingkup suatu permasalahan agar pembahasan bisa fokus pada satu penelitian serta pernyataan yang dapat diuji kebenarannya dengan melakukan percobaan dalam penelitian. Data yang dikumpulkan untuk melakukan *modelling* dilakukan dengan cara observasi, wawancara, dan studi literatur sehingga mendapatkan data waktu kedatangan pelanggan, lama waktu dalam antrian, lama waktu pelayanan, serta panjang antrian. Pengumpulan data dilakukan dengan cara melakukan observasi langsung di lapangan selama 4 minggu yang dimulai dari pukul 13.00 WIB setiap Hari Senin, karena pada hari itu dapat menghasilkan data yang lebih banyak dan beragam sesuai dengan kebutuhan data yang diperlukan dibandingkan hari-hari yang lain. Setelah semua data telah didapatkan, dilakukan pembuatan model simulasi sistem *eksisting* dengan metode simulasi diskrit, di mana data-data yang telah dikumpulkan akan menjadi *input* pemodelan, lalu simulasi akan di *running* dan menghasilkan *output* yang sesuai kebutuhan. Berikut adalah skenario-skenario perbaikan: skenario 1 penambahan lokasi pemeriksaan kelengkapan dokumen, skenario 2 adalah penambahan kapasitas di ruang tunggu, dan skenario 3 yaitu penambahan pelayanan di *teller* 3.

Distribusi kedatangan para pelanggan biasanya diperhitungkan oleh waktu antar kedatangan, yaitu waktu antara kedatangan dua pelanggan yang berurutan pada suatu fasilitas pelayanan. Distribusi kedatangan ini dapat bergantung pada jumlah pelanggan yang berada dalam sistem ataupun tidak bergantung pada keadaan sistem tersebut [7]. Namun dalam beberapa kasus, distribusi *Poisson* tidak dapat digunakan untuk data kedatangan karena grafik datanya yang tidak sesuai dengan distribusi *Poisson*. Untuk itu, Perhitungan probabilitas distribusi *Poisson* dilakukan dengan memakai pendekatan distribusi Binomial [10]. Distribusi waktu *service* yang paling sederhana adalah Eksponensial, sementara itu sifat *memoryless* secara umum tidak realistis untuk dapat memodelkan fenomena riil. Oleh karena itu kadang kala digunakan pula distribusi lainnya seperti Distribusi *Uniform* dan *log-normal* yang dikenal untuk mewakili sifat dari proses pelayanan [11]. Distribusi *log-normal* biasanya digambarkan sebagai variabel *log* yang ditransformasi, digunakan sebagai parameter nilai ekspektasi, atau *mean* dan standar deviasi dari distribusinya. Sedangkan pada distribusi *uniform* semua nilai yang berada di antara nilai minimum dan nilai maksimum memiliki kemungkinan yang sama untuk muncul.

Setelah membuat model simulasi sistem antrian, maka selanjutnya adalah melakukan uji validasi terhadap model simulasi yang telah dibuat.

Metode yang digunakan dalam pengujian ini dibagi menjadi tiga yaitu:

A. Uji replikasi

Uji replikasi dilakukan untuk menentukan banyak replikasi (data sampel) yang dibutuhkan apakah sudah mencukupi data minimal yang diperlukan. Uji replikasi dilakukan dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Half width} = \frac{(t_{n-1, \alpha/2})s}{\sqrt{n}} \quad (1)$$

Di mana:

Half width : Nilai *error* terhadap rata-rata dari data
t : Nilai pada t 22able
n : Banyak data
s : Standar deviasi
 α : Alfa (*Significance level*)

$$S = \sqrt{\frac{(\sum Xi - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (2)$$

Di mana:

X_i : Nilai data dari sampel
 \bar{X} : Rata-rata dari sampel

$$n = \left(\frac{Z\alpha}{\text{Half width}} \right)^2 \quad (3)$$

Di mana:

n : Banyak replikasi yang dibutuhkan
Z : Nilai pada *z* tabel

B. Uji verifikasi

Uji verifikasi model dilakukan dengan metode simulasi diskrit, di mana setelah dilakukan *running* jika terdapat *error* maka simulasi otomatis berhenti, sehingga dapat dinyatakan bahwa model simulasi tidak *terverifikasi*. Sedangkan jika simulasi berjalan hingga selesai dan tidak terdapat *error* maka model simulasi dinyatakan sudah *terverifikasi*.

C. Uji validitas model

Untuk data yang terdistribusi normal, pengujian validitas model simulasi dilakukan dengan cara *t-test: Paired two sample for mean*, di mana perlu dilakukan penarikan hipotesis terlebih dahulu kemudian analisa data yang akan dilakukan dengan menggunakan fungsi “*Data analysis*” pada *Microsoft excel*. Setelah fungsi “*Data analysis*” dimunculkan maka langkah berikutnya adalah untuk melakukan proses olah data dengan menggunakan metode *t-test* yaitu *Paired two sample for means*, berikut adalah langkah-langkahnya:

- a. Pilih tab “*Data*”, lalu pilih fungsi “*Data analysis*” yang berada pada pojok kanan;

- b. Maka akan muncul beberapa pilihan untuk analisa data, pilih sesuai yang dibutuhkan yaitu: “*t-test Paired two sample for means*”, lalu klik OK;
- c. Lalu akan muncul layar baru, isi bagian *variable* “*Variable 1 Range*” dengan *variable* 1 yang akan diuji misalnya waktu sistem nyata, lalu untuk *variable* 2 diisi dengan waktu sistem simulasi;
- d. Kemudian pada bagian “*Alpha*” diisikan sesuai dengan besar tingkat kepercayaan, misalkan tingkat kepercayaan sebesar 95% maka *alpha* diisi sebesar 5% atau 0,05;
- e. Terakhir pada bagian “*Output Options*” pilih lokasi untuk memunculkan hasil uji tersebut. Lalu klik OK.

Di mana pengujian yang dilakukan ini bertujuan untuk melihat dan membuktikan apakah model simulasi yang dibuat ini sudah mewakili sistem nyata yang sesuai dengan kondisi lapangan yang ada. Setelah model telah tervalidasi, maka selanjutnya dapat dilakukan analisis lebih lanjut, di mana proses analisis dilakukan dengan cara membaca hasil pada simulasi diskrit, lalu akan dilakukan pembuatan beberapa skenario perbaikan. Setelah skenario perbaikan telah berhasil ditentukan, maka selanjutnya dilakukan simulasi ulang terhadap skenario tersebut untuk melihat *output* atau hasil dari model skenario perbaikannya. Skenario perbaikan ini bersifat *dependent* (bergantung) satu sama lain karena ingin mengetahui hubungan dan pengaruh antar skenario yang telah dibuat. Selanjutnya Analisis dilakukan untuk menginterpretasikan hasil pengolahan data yang sudah dilakukan. Hasil dari pengolahan ini nantinya bisa digunakan sebagai landasan teori dalam mengatasi antrean pada generasi yang akan datang. Pada tahapan terakhir, dilakukan penarikan kesimpulan dari penelitian yang dilakukan berdasarkan hasil dari pengolahan data dan juga analisa yang dilakukan. Dalam kesimpulan dan saran juga harus berisi solusi yang dirasa perlu dipertimbangkan oleh perusahaan yang bersangkutan.

III. HASIL PENELITIAN

Analisis yang akan dilakukan pada bagian berdasarkan hasil *running* simulasi diskrit sesuai dengan kondisi di sistem nyata lalu merancang beberapa skenario perbaikan dengan simulasi untuk memaksimalkan sistem layanan yang ada di divisi *ticketing* PT. XYZ Surabaya.

A. Model Simulasi Kondisi Existing


Kondisi *eksisting* dari layanan pembelian dan pembayaran di divisi *ticketing* di PT. XYZ Surabaya diilustrasikan melalui *rich picture diagram*.

Berdasarkan dari urutan proses sistem pelayanan di bagian *ticketing* PT. XYZ Surabaya, kemudian dilakukan pengumpulan data sampel (replikasi) yaitu data *processing time* sebanyak 30 data. Langkah berikutnya yang dilakukan adalah membuat model simulasi terhadap sistem *existing* dengan menggunakan metode simulasi diskrit. Berikut adalah input dalam membuat model simulasi sistem *existing*:

1) Location

Lokasi yang digunakan di dalam model berjumlah 9 lokasi dengan rincian pada Tabel I sebagai berikut:


TABEL I
LOCATION SEBAGAI INPUT SIMULASI DISKRIT

Icon	Name	Cap.	Units	Rules
	Loket_3	1	1	Oldest
	Loket_2	1	1	Oldest
	Loket_1	1	1	Oldest
	Pintu_Masuk_Keluar	2	1	Oldest
	Pemeriksa_Kelengkapan_Dok	1	1	Oldest
	Ruang_Tunggu	20	1	Oldest
	Jalur_Ke_Loket_1	5	1	Oldest, FIFO
	Jalur_Ke_Loket_2	5	1	Oldest, FIFO
	Jalur_Awal_Kedatangan	5	1	Oldest, FIFO

2) Entities

Entitas yang *diinputkan* pada simulasi diskrit menjelaskan setiap objek atau bahan yang akan diproses oleh model. Pada sistem *eksisting* ini entitas yang digunakan adalah sebagai berikut:

TABEL II
ENTITIES

Icon	Name	Speed (fpm)	Stats
	Calon_Penumpang	164	Time Series

Tabel II menunjukkan entitas yang digunakan pada model *eksisting* ini hanya satu yaitu Calon penumpang, dengan asumsi kecepatan Bergeraknya adalah sebesar 164 fpm (feet per minute).

Berdasarkan penelitian Adi Wahyu dan Yusuh Kaelani [12], disebutkan bahwa kecepatan manusia

normal pada saat berjalan sebesar 3-5 Km/jam, di mana 3 Km/jam setara dengan 164 *fpm*. Untuk level statistik yang digunakan untuk mengumpulkan hasil masing-masing tipe entitas menggunakan *time series*.

3) *Arrivals*

Arrivals yang digunakan untuk menunjukkan mekanisme masuknya entitas kedalam sistem dalam kondisi *existing* ini dijelaskan sebagai berikut:

TABEL III
ARRIVALS

Entity	Location	Qty Each	Frequency
Calon_Penumpang	Jalur_Awal_Kedatangan	1	BI (5, 0.613) MIN

Tabel III menjelaskan bahwa frekuensi kedatangan didapatkan dari distribusi yang dihasilkan oleh data waktu antar kedatangan 30 calon penumpang dan diolah melalui *statfit*, sehingga menghasilkan distribusi binomial dengan *batch size* = 5 dan *probability* = 0.613 karena memiliki *rank* tertinggi dengan pengulangan sebesar *inf* atau tidak terbatas. Distribusi binomial dapat digunakan pada waktu kedatangan saat penggunaan hipotesis dalam distribusi *poisson* tidak cocok dan terjadi *error* saat di *running* pada metode simulasi diskrit [13].

4) *Processing*

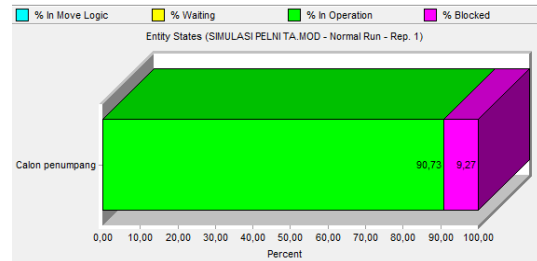
Urutan proses dan waktu proses sistem pelayanan untuk 1 calon penumpang diambil dari data yang telah dikumpulkan dari *processing time*, yang kemudian akan digunakan sebagai *input* dari model simulasi. Pada bagian *processing* diisi seperti yang ditunjukkan oleh Tabel IV berikut.

TABEL IV
PROCESSING

Location	Destination
Jalur_Awal_Kedatangan	Pemeriksaan_Kelengkapan_Dokumen
Pemeriksaan_Kelengkapan_Dokumen	Pintu_Masuk_Keluar
Pintu_Masuk_Keluar	Ruang_Tunggu
Ruang_Tunggu	Jalur_Ke_Loket_1
	Jalur_Ke_Loket_2
Jalur_Ke_Loket_1	Loket_1
Jalur_Ke_Loket_2	Loket_2
Loket_1	Pintu_Masuk_Keluar
Loket_1	Pintu_Masuk_Keluar
Pintu_Masuk_Keluar	EXIT

Hasil analisa mengenai *entity states* untuk model simulasi sistem saat ini pada calon penumpang dikondisi dalam operasi sebesar 90,73% dan kondisi *terblocking* sebesar 9,27%.

Kondisi *blocking* tersebut dapat terjadi karena proses layanan sebelumnya belum menyelesaikan pelayanannya, sehingga entitas yang selesai di proses harus menunggu di lokasi sebelumnya. Gambar 3 menunjukkan *utilisasi* pada kondisi saat ini.



Gambar 3. *Utilization State* Model Simulasi Sistem *Existing*

Urutan proses dan waktu proses sistem pelayanan untuk 1 calon penumpang diambil dari data yang telah dikumpulkan dari *processing time*, yang kemudian akan digunakan sebagai input dari model simulasi.

B. *Uji Validasi Model*

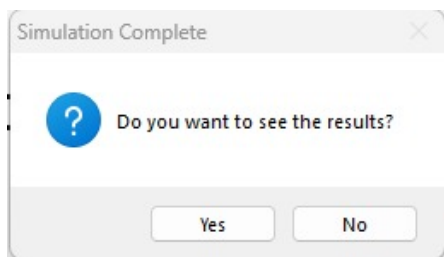
Analisa yang dihasilkan untuk memvalidasi data dalam model simulasi sistem terdapat beberapa uji sebagai berikut:

1) *Uji Replikasi*

Dari hasil perhitungan untuk uji replikasi dari tiap-tiap data *processing time* yang dikumpulkan, berdasarkan hasil jumlah minimal replikasi yang dibutuhkan untuk setiap proses yaitu sebanyak 28 replikasi untuk data selisih waktu kedatangan dan pemeriksaan kelengkapan dokumen. Sedangkan jumlah minimal replikasi pada waktu pelayanan di *teller 1* dan di *teller 2* sebanyak 13 replikasi. Sehingga dapat dikatakan bahwa dengan replikasi sebanyak 30 kali untuk selisih waktu kedatangan dan pemeriksaan kelengkapan dokumen, sedangkan replikasi sebanyak 15 kali untuk waktu pelayanan di *teller 1* dan *teller 2* telah mencukupi replikasi minimal yang diperlukan.

2) *Uji Verifikasi*

Dari hasil pengujian verifikasi model simulasi sistem *eksisting* tidak muncul informasi ditemukan adanya *error* atau simulasi bermasalah saat dijalankan dengan metode simulasi diskrit, baik saat simulasi dimulai maupun sampai akhir simulasi. Oleh karena itu model simulasi dapat dikatakan berjalan sesuai dengan yang diinginkan dan telah memenuhi uji verifikasi. Gambar 4 menunjukkan saat simulasi berhasil dijalankan dan tidak terjadi *error*, sehingga model yang digunakan sudah *terverifikasi*.



Gambar 4. Simulation Complete

3) Uji Validitas

Uji validitas dilakukan untuk melihat uji simulasi yang dibuat sudah mewakili sistem yang ada. Dari hasil pengujian validitas untuk waktu rata-rata calon penumpang berada dalam sistem nyata dengan waktu 30 kali replikasi dalam sistem simulasi menggunakan *t-test paired two sample for means*. Didapatkan besar nilai *t critical two tail* atau *t-tabel* adalah 2,045; sedangkan nilai *t-stat* atau nilai *t*-hitung sebesar -12,062. Dikarenakan *t-stat* yang dihasilkan lebih kecil dari *t-tabel*, maka dapat dinyatakan bahwa H_0 diterima atau data waktu proses pada sistem nyata sama dengan waktu sistem simulasi. Maka model simulasi *existing* telah melewati uji validitas dan dapat dikatakan *valid*.

IV. PEMBAHASAN

Dari *output software* simulasi *diskrit* untuk model simulasi sistem *existing* diketahui bahwa utilitas yang dihasilkan pada lokasi pemeriksaan kelengkapan dokumen yaitu sebesar 94,53% dan terdapat *failed arrival* sebanyak 1 orang, hal ini disebabkan karena hanya terdapat satu orang yang melayani setiap calon penumpang dalam lokasi pemeriksaan kelengkapan dokumen tersebut. Oleh karena itu, akan dilakukan skenario rekomendasi perbaikan 1 dengan penambahan unit pada lokasi pemeriksaan kelengkapan dokumen dengan menambah pekerja yang tadinya hanya ada satu orang menjadi dua orang dengan harapan setelah dilakukan perbaikan maka utilitas dari lokasi tersebut akan berkurang dan semua calon penumpang dapat terlayani. Lalu hasil *output simulasi diskrit* untuk model simulasi sistem perbaikan pada skenario 1 diketahui bahwa utilitas dari ruang tunggu bertambah sebesar 72,62% dibanding dengan kondisi awal yang hanya sebesar 70,46%.

Setelah skenario 1, maka dilakukan skenario rekomendasi perbaikan 2 dengan penambahan kapasitas pada lokasi ruang tunggu yang tadinya hanya 20 kursi menjadi 30 kursi dengan harapan setelah dilakukan perbaikan skenario 2 maka utilitas di ruang tunggu akan berkurang. Selanjutnya dari hasil *output* simulasi *diskrit* untuk model simulasi sistem kondisi *existing* dan pada perbaikan di skenario 2 diketahui utilitas di *teller 3*

sebesar 0%, yang disebabkan oleh tidak adanya pegawai yang melayani calon penumpang di lokasi *teller 3*. Oleh karena itu, dilakukan skenario rekomendasi perbaikan 2 dengan menambah jalur dan pegawai di *teller 3* yang diharapkan setelah dilakukan perbaikan akan mengurangi beban kerja pada *teller 1* dan *teller 2* serta mempercepat pelayanan.

Analisis pada bagian ini menguraikan tentang hasil *output* pada metode simulasi *diskrit* dari beberapa skenario yang dibuat berupa Tabel V berikut. Berdasarkan Tabel V, waktu pelayanan di pemeriksaan kelengkapan dokumen menggunakan distribusi *lognormal* karena memiliki *rank* tertinggi dengan *mean* sebesar 3 dan standar deviasi sebesar 0,777.

TABEL V
PERBANDINGAN UTILITAS SISTEM EXISTING DAN SKENARIO PERBAIKAN

Lokasi	Utilitas			
	Existing	Skenario 1	Skenario 2	Skenario 3
Pemeriksaan Kelengkapan Dokumen 1	94.53 %	57.33%	57.33%	54.40%
Pemeriksaan Kelengkapan Dokumen 2	-	57.33%	57.33%	59.53%
Ruang Tunggu (20 kursi)	70.46 %	72.62%	-	-
Ruang Tunggu (30 kursi)	-	-	48.62%	47.37%
<i>Teller 1</i>	53.03 %	56.83%	56.83%	49.77%
<i>Teller 2</i>	61.07 %	54.03%	54.03%	36.43%
<i>Teller 3</i>	-	-	-	42.47%
Rata-rata utilitas	69.77 %	59.63%	54.83 %	48.33 %
Penurunan rata-rata utilitas tiap skenario	-	10.14%	4.80%	6.50%

Berdasarkan Tabel V, waktu pelayanan di pemeriksaan kelengkapan dokumen menggunakan distribusi *lognormal* karena memiliki *rank* tertinggi dengan *mean* sebesar 3 dan standar deviasi sebesar 0,777. Distribusi *lognormal* mampu mendefinisikan waktu pelayanan saat hipotesis penggunaan distribusi eksponensial ditolak [14]. Sedangkan pada waktu pelayanan di *teller 1* dan 2 menggunakan distribusi *uniform* karena memiliki *rank* tertinggi dengan *mean* masing-masing sebesar 7 dan 8, serta *half range* masing-masing sebesar 12,4 dan 11,9. Distribusi *uniform* ini dapat memaksimalkan waktu dalam menjalankan waktu pelayanan [15]. Untuk waktu dalam ruang tunggu selama 53 menit dihasilkan dari rata-rata waktu tunggu sebanyak 30 orang dalam pengamatan. Hasil nilai *t-stat* diperoleh -12.062 yang mana lebih kecil daripada nilai *t*

critical two-tail yaitu 2.045 sehingga data waktu proses pada sistem nyata dapat dikatakan sama dengan waktu sistem simulasi atau model simulasi sistem *eksisting* telah melewati uji validitas dan dapat dikatakan valid.

Hasil skenario menunjukkan bahwa dengan mengimplementasikan skenario terbaik, yaitu skenario 1 dapat mengurangi beban kerja operator pada pemeriksaan kelengkapan dokumen 1, yaitu dari 94,53% menjadi 57,33% serta penurunan rata-rata utilitas sebesar 10,14%. Semua usulan skenario ini memungkinkan untuk diimplementasikan karena terdapat kapasitas ruangan yang memadai serta dapat menambah jumlah pekerja, namun rekomendasi ini belum mempertimbangkan faktor biaya.

V. KESIMPULAN

Untuk memodelkan alur antrean pembelian tiket kapal di PT. XYZ Surabaya dibutuhkan pengumpulan data selisih waktu kedatangan dan waktu beberapa pelayanan yang tersedia dengan melakukan observasi selama 4 minggu di PT. XYZ Surabaya. Dilanjutkan dengan uji replikasi untuk menentukan banyak replikasi (data sampel) yang dibutuhkan sudah mencukupi replikasi minimal yang diperlukan atau belum, uji verifikasi untuk mengetahui *error* yang terjadi saat simulasi dijalankan, dan uji validitas untuk mengetahui waktu sistem nyata sudah sama atau belum dengan waktu sistem simulasi. Setelah data memenuhi syarat 3 pengujian tersebut akan dilanjutkan dengan pembuatan skenario perbaikan berdasarkan *output* dari hasil simulasi kondisi *eksisting* yang memiliki utilitas tinggi. Di mana pada kondisi *eksisting* menghasilkan rata-rata utilitas sebesar 69.77%, setelah dilakukan perbaikan skenario 1 mengalami penurunan sebanyak 10.14% menjadi 59.63%. Dari skenario 1 ke skenario 2 juga mengalami penurunan sebanyak 4.80% menjadi 54.83%. Dari skenario 2 ke skenario 3 mengalami penurunan lagi sebanyak 6.50% menjadi 48.33%. Sehingga diketahui skenario 1 memberikan penurunan utilitas paling banyak dibanding skenario lainnya.

Untuk penelitian selanjutnya diharapkan untuk bisa memperbaiki dan menambah rancangan skenario perbaikan yang telah dibuat agar lebih sempurna serta menambahkan perhitungan *cost* yang dibutuhkan untuk perbaikan sistem layanan. Sedangkan bagi perusahaan dapat mengimplementasikan skenario perbaikan yang telah dibuat untuk mengetahui seberapa besar pengaruhnya pada perbaikan sistem layanan di perusahaan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada *Telkom University* Kampus Surabaya yang telah memfasilitasi

penelitian ini dan semua pihak yang telah membantu dalam penelitian ini.

REFERENSI

- [1] K. A. Pelabuhan, "Total Penumpang Pelayaran dalam Negeri di Pelabuhan Utama," *Badan Pusat Statistika*, 2019.
- [2] F. Saumi, R. Amalia, Amelia, and Nurviana, "Analisis Sistem Antrean pada Pelayanan Poli Jantung RSUD Kota Langsa," *BSIS*, vol. 3, no. 2, pp. 297–308, Apr. 2021.
- [3] Yuliana and S. Poli, "Analisis Pelayanan Terhadap Kepuasan Penumpang KM. Sinabung Pada PT. Pelayaran Nasional Indonesia Cabang Surabaya," pp. 74–83.
- [4] H. Nurjaya Al-Kholis, E. Nursanti, and T. Priyasmanu, "Analisis Sistem Antrean Pada Proses Pelayanan Konsumen di Rumah Makan," *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri*, vol. 4, no. 1, pp. 14–19, Feb. 2018.
- [5] F. Almeyda, "Perancangan Sistem Antrean Pelayanan di Kantor Pos Sukabumi," Sukabumi, 2021.
- [6] H. Sofia, "Simulasi Antrean Kasir Pada Model Antrean Jalur Berganda di Senyum Media Stationary," Jember, 2018.
- [7] H. MZ, I. Pratiwi, T. Tamalika, and I. Husin, "Analisis Sistem Antrean Dengan Metode Simulasi," *Jurnal Desiminasi Teknologi*, vol. 7, no. 1, pp. 51–59, Jan. 2019.
- [8] D. W. Kelton, R. P. Sadowski, and N. B. Zupick, *Simulation with Arena*, 6th ed. 2 Penn Plaza, New York: McGraw-Hill Education, 2015.
- [9] S. Setyaningsih and M. H. Basri, "Comparison Continuous and Periodic Review Policy Inventory Management System Formula and Enteral Food Supply in Public Hospital Bandung," *International Journal of Innovation, Management and Technology*, vol. 4, no. 2, pp. 253–258, 2013, doi: 10.7763/ijimt.2013.v4.401.
- [10] R. Manurung, S. Ariswoyo, and P. Sembiring, "Perbandingan Distribusi Binomial Dan Distribusi Poisson Dengan Parameter Yang Berbeda," *Saintia Matematika*, vol. 1, no. 3, pp. 299–312, 2013.
- [11] H. M. A. Pardede, H. Mawengkang, and Z. Situmorang, "Simulasi Antrean Kedatangan Berkelompok Dengan Pelayanan Weibull Oleh Banyak Server Queue Simulation Of Bulk Arrival With Weibull Service By Many Server".
- [12] W. A. Christiano and Y. Kaelani, "Mengukur Kecepatan Dan Percepatan Gerak Kaki Manusia Menggunakan Kamera Digital," *Jurnal Teknik POMITS*, vol. 2, no. 3, pp. 379–383, 2013.
- [13] D. Febriani, Sugito, and A. Prahutama, "Analisis Metode Bayesien Menggunakan Non-Informatif Prior Uniform Diskrit Pada Sistem Antrean Pelayanan Gerbang Tol Muktiharjo," *Jurnal Gaussian*, vol. 10, pp. 337–345, 2021.
- [14] N. L. Dewi, Sugito, A. Prahutama, Mustafid, and D. Ispriyanti, "Analisis Model Antrean Non Poisson Dan Ukuran Kinerja Sistem Pelayanan Menggunakan GUI R (Studi Kasus: Loret Dispensucapil Kota Semarang)," *Statistika*, vol. 9, pp. 28–34, May 2021.
- [15] U. Usada, "Optimalisasi Sistem Antrean Pelayanan Guna Meningkatkan Kepuasan Pelanggan (Studi Kasus: Restoran ABC di Sidoarjo)," *Jurnal Ilmu Sosial*, vol. 1, Nov. 2022.