



Simulasi Sistem Antrian *Inbound Outbound* Truk Kontainer untuk Meminimasi Waktu Pelayanan

Mochamad Khotobi¹✉, Hilyatun Nuha¹, Hery Murnawan¹

⁽¹⁾Program Studi Teknik Industri, Universitas 17 Agustus Surabaya, Indonesia

DOI: 10.31004/jutin.v9i1.52280

✉ Corresponding author:
[muhammadkhotobi01@gmail.com]

Article Info

Abstrak

Kata kunci:

Sistem Antrian;
Simulasi Arena;
Waktu Pelayanan;
Bongkar Muat;
Depo Peti Kemas

Tingginya aktivitas bongkar muat di depo peti kemas menuntut peningkatan efisiensi pelayanan, khususnya pada proses inbound dan outbound yang sering mengalami penumpukan truk. PT Seacon Bintang Sejahtera Surabaya menghadapi masalah waktu tunggu yang melebihi standar KPI 35 menit. Penelitian ini bertujuan menganalisis kinerja sistem antrian dan merancang perbaikan untuk meminimasi waktu pelayanan menggunakan simulasi Arena. Data primer diperoleh dari observasi dan pencatatan waktu kedatangan, waktu mulai dilayani, serta durasi pelayanan truk. Model simulasi divalidasi untuk memastikan kesesuaian dengan kondisi nyata, kemudian diuji menggunakan beberapa skenario perbaikan, seperti penambahan server dan pengaturan alur layanan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa skenario perbaikan mampu menurunkan waktu tunggu secara signifikan dibandingkan kondisi awal, sehingga dapat menjadi dasar peningkatan kinerja operasional depo peti kemas.

Abstract

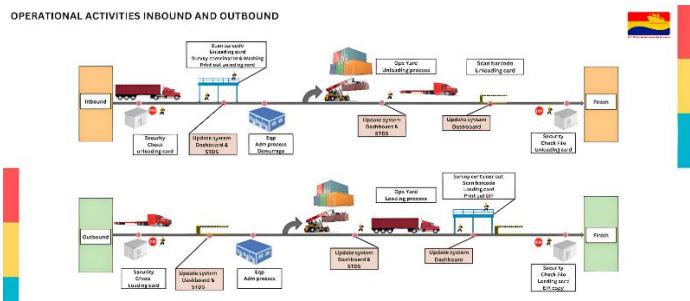
Keywords:

Queueing System;
Arena Simulation;
Service Time;
Inbound–Outbound;
Container Depot

The increasing activity of container handling in depots requires improvements in service efficiency, particularly in inbound and outbound processes that often experience long truck queues. PT Seacon Bintang Sejahtera Surabaya faces delays that exceed its Key Performance Indicator (KPI) of 35 minutes. This study aims to analyze the performance of the queueing system and propose improvements to minimize service time using Arena simulation software. Primary data were obtained through direct observation, including truck arrival times, service start times, and service durations. The simulation model was validated to match real operational conditions, followed by testing several improvement scenarios such as additional servers and optimized service flow. The simulation results indicate that the proposed scenarios significantly reduce waiting times compared to the existing system, providing a basis for improving operational performance in container depot services.

1. PENDAHULUAN

Dalam era globalisasi saat ini, transportasi barang menjadi salah satu elemen yang cukup penting dalam mendukung kegiatan ekonomi dunia. Depo peti kemas sebagai pintu gerbang masuk dan keluarnya barang memiliki peran krusial dalam rantai pasok (*Supply Chain*). salah satu tantangan utama yang dihadapi oleh depo peti kemas sendiri adalah pengelolaan antrian oleh truk kontainer, baik pada proses *inbound* (bongkar) maupun *outbound* (muat) yang terjadi di perusahaan. Proses ini sering kali terhambat oleh antrian yang panjang, yang dapat menyebabkan kemacetan yang parah serta dapat menyebabkan waktu tunggu yang tidak efisien (Erdiandi & Sarifuddin, 2023).



Gambar 1 Alur Proses Inbound Outbound di PT Seacon Bintang Sejahtera Surabaya

Pada gambar 1 menjelaskan Proses Inbound (Bongkar) di PT Seacon Bintang Sejahtera dimulai ketika truk tiba membawa peti kemas kosong dari pelabuhan. Petugas memeriksa kartu bon bongkar (Unloading Card) dan sistem otomatis memperbarui data. Setelah itu, sopir melakukan scan barcode bon bongkar, lalu kontainer diperiksa untuk memastikan tidak ada kerusakan. Jika ada kerusakan atau kotor, kontainer akan dicuci terlebih dahulu. Selanjutnya dilakukan proses administrasi, termasuk pengecekan biaya demurrage apabila kontainer melebihi batas waktu. Truk kemudian menuju area operasional untuk pembongkaran kontainer, dan setelah selesai status kembali diperbarui dalam sistem. Sopir kembali melakukan scan barcode, kemudian petugas keamanan melakukan pemeriksaan akhir pada kartu bon bongkar. Dengan langkah tersebut, seluruh proses inbound dinyatakan selesai (Kasus & Lautan, 2024).

Proses Outbound (Muat) di PT Seacon Bintang Sejahtera dimulai ketika truk kosong masuk untuk mengambil kartu bon muat. Petugas keamanan kemudian memeriksa bon muat tersebut, dan setelah dicek sistem akan memperbarui data secara otomatis. Selanjutnya, admin equipment melakukan proses administrasi sebelum truk diarahkan menuju area operasional untuk memuat kontainer yang sudah ditentukan. Setelah kontainer dimuat, sistem kembali memperbarui status kontainer tersebut. Kontainer kemudian diperiksa sebelum truk keluar, dilanjutkan dengan pemindaian barcode bon muat dan pencetakan Equipment Interchange Receipt (EIR). Sistem kembali memperbarui data, lalu petugas keamanan melakukan pemeriksaan akhir terhadap bon muat dan salinan EIR. Dengan demikian, seluruh proses Outbound (Muat) selesai.

terdapat data waktu rata rata pelayanan dalam bulan Agustus yang ada pada PT Seacon Bintang Sejahtera Surabaya yakni KPI (Key Performance Indicator) yang telah ditetapkan perusahaan adalah 35 menit terhitung dari sejak truk kontainer memasuki gate in sampai truk kontainer menyelesaikan proses bongkar muat di gate out. Dari data diatas bisa dilihat bahwa rata-rata waktu bongkar terendah pada tanggal 16 Agustus dengan rata rata 26 menit dan yang tertinggi terletak pada tanggal 11 Agustus dengan rata rata 61 menit.Untuk rata-rata data muat terendah yakni ada pada tanggal 26 Agustus dengan rata-rata 25 menit dan yang tertinggi terletak pada tanggal 29 Agustus dengan rata-rata 67 menit.Dari data diatas bisa disimpulkan bahwa masih banyak data rata-rata waktu pelayanan yang melebihi standart perusahaan yakni 35 menit (Retnowo & Waluyo, 2022).

Dengan menggunakan program Arena 14.0, tujuan dilakukannya penelitian tugas akhir ini adalah untuk mengevaluasi kondisi sistem *Inbound Outbound* (Bongkar Muat) terutama pada proses fumigasi saat ini dan menyarankan perbaikan berdasarkan hasil simulasi. Metode simulasi dinamis digunakan untuk melakukan penelitian ini. Metode ini melibatkan memodelkan sistem logistik nyata menggunakan data operasional PT. Seacon Bintang Sejahtera Surabaya, memverifikasi model untuk kondisi nyata, dan mengeksplorasi skenario perbaikan untuk menilai dampak perbaikan pada alur proses inbound. Solusi pada tugas akhir ini diharapkan dapat membantu kepada tiga pihak: pertama, secara akademis, akan menambah literatur tentang manajemen logistik dan *Supplychain management*, serta akan menjadi permasalahan yang praktis tentang penerapan simulasi sistem antrian yang telah dipelajari di kampus dan dapat diterapkan dalam Depo peti kemas. Kedua, bagi

perusahaan depo peti kemas PT. Seacon Bintang Sejahtera Surabaya, hasil penelitian ini dapat membantu mereka menemukan dan memecahkan masalah logistik nyata, mengurangi waktu tunggu yang disebabkan oleh panjangnya antrian(Linarti, 2020).

2. METODE

Metode sistematis adalah metode yang digunakan untuk mengumpulkan dan menganalisis data dalam upaya menyelesaikan masalah dan mendapatkan hasil akhir dari permasalahan diambil. Metode kualitatif digunakan untuk memperoleh pemahaman tentang konteks dan dinamika lapangan, sementara pendekatan kuantitatif menggunakan statistik untuk menganalisis data. Penelitian dimulai dengan penelitian literatur dan lapangan. Selanjutnya, informasi penting seperti waktu kedatangan dan pelayanan truk dikumpulkan. Untuk memenuhi kebutuhan simulasi, data ini diolah secara statistik.(Sahara & Pertiwi, 2023) Proses analisis input dan pembuatan model konseptual, termasuk ACD, grafik peristiwa, dan gambar yang kaya, kemudian menambahkan data yang didapat pada *Software Arena*. Setelah model dibangun, proses verifikasi dan validasi dilakukan agar model simulasi bisa berjalan secara akurat. Jika sesuai, analisis hasil keluaran dari sistem dilakukan agar dapat mengevaluasi kinerja sistem dan menemukan jalan keluar permasalahan melalui skenario perbaikan.(Navillah, 2018)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Input Analysis Data

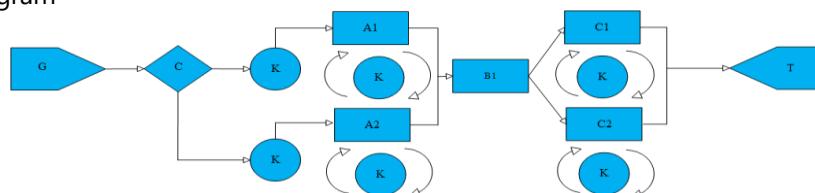
Tabel 1 Input Analysis Data Komponen System Pada Proses *Inbound*

Entity	Resource	Atribut	Activities	Event	State of Variable
Container	-	Waktu Kedatangan	Dibersihkan di area fumigasi,dipindahkan oleh side loader lalu diletakan di CY (Container yard)	Kedatangan & Kepergian	Sedang menunggu di truk/Container Yard
		Waktu Mulai Dilayani			Sedang Diproses
Operator Side Loader (Permanen)	Side Loader	Waktu Bekerja	Mengangkat kontainer kosong dari truk kontainer dan ditumpuk kembali di Container Yard	Pelayanan	Sedang Menunggu
	Operator	Tingkat Utilisasi			Sedang melakukan bongkar muat
Operator Container Truck (Temporary)	Container Truck Operator	Waktu menunggu Waktu pengangkutan	Melakukan permintaan bongkar muat	Kedatangan dan Kepergian	Menunggu
					Sedang melakukan pembersihan

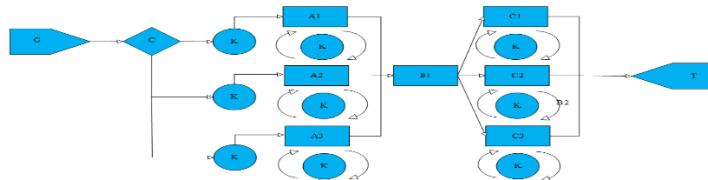
Tabel 1 menjelaskan tiga entitas utama dalam alur proses *Inbound* yaitu Area fumigasi,Operaor Side Loader, dan Operator Container Truck (bersifat sementara). Masing masing dari entitas memiliki sumberdaya,atribut,dan aktivitas yang berbe-beda seperti area fumigasi yang berkaitan dengan peristiwa "Pelayanan" yang nantinya akan mempengaruhi kondisi server lalu ada operator Operator Side Loader yang aktivitasnya berupa pelayanan dan juga Operator Container Truck dengan aktivitas "Kedatangan dan Kepergian" yang nantinya akan mempengaruhi jumlah truk dalam sistem (Wiratno, 2017).

Pengembangan Model Konseptual

Activity Cycle Diagram



Gambar 2 ACD System Antrian Pada Proses *Inbound* 2 Server



Gambar 3 ACD System Antrian Pada Proses *Inbound* 3 Server

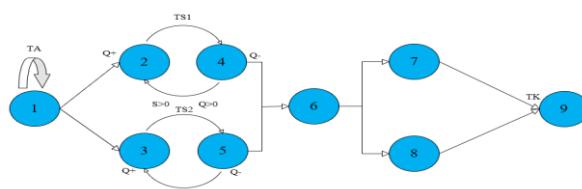
menunjukkan sistem antrian pada proses *Inbound* (Bongkar), bisa dilihat dengan perbedaan jumlah server. Pada gambar pertama menampilkan jalur pelayanan (A1, C1, A2, C2) untuk entitas masuk dari Get in sampai melakukan bongkar muat di Get Out. Untuk gambar kedua ditambahkan (A3, C3) sehingga jika server fumigasi di A1 dan A2 sibuk bisa beralih ke A3 yang masih kosong penambahan server ini bertujuan untuk mempercepat layanan khususnya proses fumigasi dan mengurangi waktu tunggu.

Keterangan :

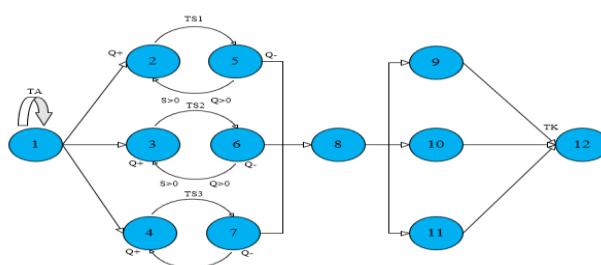
- G = Truk Kontainer datang
- C = Chance
- K = Truk Kontainer
- A1 = Fumigasi pada Server 1
- A2 = Fumigasi pada Server 2
- A3 = Fumigasi pada Server 3
- B1 = Proses *Demurrage/Denda*
- C1 = Side Loader Unit 1
- C2 = Side Loader Unit 2
- C3 = Side Loader Unit 3
- T = Truk Kontainer Keluar

Event Graphs

Event Graphs



Gambar 4 Event Graphs System Antrian Pada Proses *Inbound* 2 Server



Gambar 5 Event Graphs System Antrian Pada Proses *Inbound* Dengan Meningkatkan kapasitas Server 3

Gambar 4 dan 5 diilustrasikan *Container Truck* datang ke depo peti kemas dengan waktu kedatangan (Ta) melakukan pemilihan server karena terdapat tambahan server menjadi tiga alternatif server yang dapat dipilih. *Container Truck* akan dapat langsung dilayani apabila server dalam kondisi idle yang artinya server sedang tidak melayani/menganggur. Jika server sedang melakukan pelayanan yang artinya server sedang sibuk, maka *Container Truck* akan mengantri selama selang waktu antri dan otomatis akan terjadi antrian ($W>$) yang artinya antrian akan berawak waktu bisa bertambah ($Q+$). Pelayanan dilakukan oleh server selama waktu pelayanan (Ts). Selesai pelayanan *Container Truck* keluar dari sistem, server akan berada dalam kondisi idle jika tidak ada antrian. Namun jika terdapat antrian ($Q>0$) maka server akan kembali melakukan pelayanan selama

selang waktu pelayanan (T_s). Hal ini otomatis akan menyebabkan berkurangnya antrian (Q). Proses ini akan terus berulang hingga tidak terjadi antrian.

Keterangan :

- 1 = Kedatangan
- 2 = Start Server 1
- 3 = Start Server 2
- 4 = Start Server 3
- 5 = End Server 1
- 6 = End Server 2
- 7 = End Server 3
- 8 = Administrasi Demurrage/Denda
- 9 = Sideloader Unit 1
- 10 = Sideloader Unit 2
- 11 = Sideloader Unit 3

12 = Keluar Sistem

TA = Time of Arrival (Waktu Kedatangan)

TK = Kontainer Truk Keluar Sistem

$S > 0$ = Server Sedang Melakukan Pelayanan

$Q >$ = Menunjukkan Bahwa Sedang Terjadi Antrian

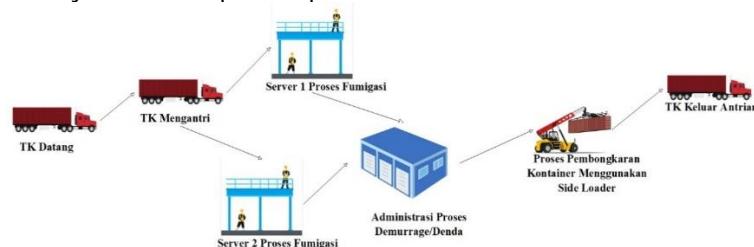
$Q +$ = Adanya Antrian Konsumen Pertama

$Q -$ = Tidak Ada Atrian

TS = Waktu Pelayanan (Area Fumigasi Melakukan Pembersihan Kontainer Setelah Digunakan)

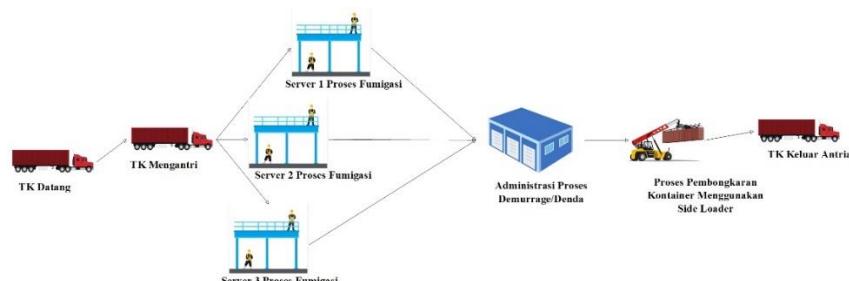
Rich Picture

Berikut adalah Penjelasan Rich picture pada Proses *Inbound* :



Gambar 6 Rich Picture Sistem Antrian Pada Proses *Inbound* Dengan 2 Server

Gambar 6 menunjukkan alur proses masuk (bongkar) dengan dua server fumigasi yang melayani truk kontainer. Saat truk kontainer datang, truk yang lain harus mengantri di belakangnya, dan truk di posisi paling awal akan dilayani oleh server yang kosong/tersedia. Sementara kontainer dicuci, sopir biasanya mengkonfirmasi jumlah demurrage yang harus dibayarkan setelah kontainer melewati batas waktu yang telah ditetapkan. Setelah layanan kontainer selesai, kontainer akan dibongkar dengan sideloader dan truk keluar sistem.



Gambar 7 Rich Picture Sistem Antrian Pada Proses *Inbound* Dengan Meningkatkan kapasitas Server 3

Gambar 7 menunjukkan alur proses masuk (bongkar) dengan tiga server fumigasi yang melayani truk kontainer. Saat truk kontainer datang, truk yang lain harus mengantri di belakangnya, dan truk di posisi paling awal akan dilayani oleh server yang kosong/tersedia. Sementara kontainer dicuci, sopir biasanya mengkonfirmasi jumlah demurrage yang harus dibayarkan setelah kontainer melewati batas waktu yang telah ditetapkan. Setelah layanan kontainer selesai, kontainer akan dibongkar dengan sideloader dan truk keluar sistem.

Tabel 2 Jenis Distribusi

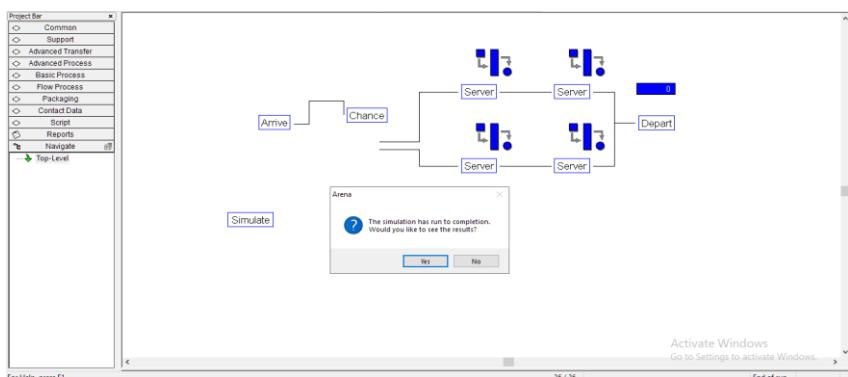
Kejadian	Jenis Distribusi	Expression
WAD Trial 1	NORM	$NORM(1.67e+003, 445)$.
WP Server 1 Trial 1	EXPO	$1.39e+003 + EXPO(228)$
WP Server 2 Trial 1	NORM	$NORM(1.58e+003, 118)$

Kejadian	Jenis Distribusi	Expression
Side Loader Unit 1 Trial 1	BETA	187 + 112 * BETA(1.03, 0.963)
Side Loader Unit 2 Trial 1	UNIFORM	UNIF(182, 297)

Tabel 2 menyajikan 5 jenis data distribusi dan rumusnya pada WAD Trial 1 menggunakan Distribusi Normal (mean 1670, deviasi 445) dan WP (Waktu Pelayanan), Untuk Waktu pelayanan server 1 menggunakan distribusi Eksponensial (mean 228) lalu WP (Waktu Pelayanan) server 2 menggunakan distribusi Normal (mean 1580, deviasi 118) lalu ada *Sideloader* Unit 1 menggunakan distribusi Beta dan *Sideloader* Unit 2 menggunakan distribusi UNIFORM dengan kisaran 182 hingga 197.

Verifikasi

Proses yang dikenal sebagai verifikasi dilakukan untuk memastikan bahwa model simulasi telah dibangun dengan cara yang sesuai dengan gagasan dan logika yang direncanakan. Fokusnya adalah apakah model berfungsi dengan benar. (Retnowo & Waluyo, 2022).



Gambar 8 Model Terverifikasi

Gambar 8 menunjukkan bahwa simulasi menggunakan software arena telah dijalankan dengan sukses hingga muncul pesan, "Simulasi telah berakhir. Inginkah Anda melihat hasilnya?" Ini menunjukkan bahwa proses verifikasi dan validasi telah berjalan dengan semestinya, bahwa model dijalankan dengan baik dan dapat berfungsi tanpa kesalahan, dan bahwa itu dapat menjelaskan dengan tepat alur proses.

Validasi

Validasi model adalah proses untuk memastikan bahwa model telah merepresentasikan sistem nyata secara akurat, berfokus pada ketepatan hasil dibandingkan dengan verifikasi yang menekankan pada cara pembuatan model. Proses ini sangat memerlukan keterlibatan konsumen karena tidak ada metode tunggal yang dapat langsung menentukan validitas sebuah model. Validasi bersifat induktif, dimana pemodel menyimpulkan tingkat akurasi model terhadap bukti yang tersedia.

Validasi Menggunakan *F*-test

Data									
Waktu	rata-rata	pelayanan	server	1	1	:	1625,06	Detik	:
Nilai	variansi	simulasi	server	1	(S_1	2)	: 31227,18
Nilai	variansi	aktual	server	2	(S_2	2)	: 18126,73
$n=18$					$df_1 =$			$df_2 =$	= 17
Perhitungan	F	:	F	=	$\frac{31227,18}{18126,73}$				= 1.7227
F	kritis	=							2,58
Hasil									:
Karena $F < F_{Kritis}$, maka H_0 Diterima			Model valid						



Analisis Hasil Output

Simulasi sistem antrian proses *inbound* (bongkar) pada area fumigasi depo peti kemas menunjukkan adanya beberapa hambatan dalam hal efisiensi dan pengelolaan waktu. Dalam pelaksanaannya, banyak kontainer yang harus menunggu giliran untuk menjalani fumigasi, sehingga waktu tunggu menjadi cukup lama. Hal ini

menunjukkan bahwa kapasitas tempat fumigasi dan jumlah tenaga kerja yang ada belum mampu menangani volume kontainer yang terus bertambah. Akibatnya, terjadi penumpukan kontainer di area fumigasi, yang bisa menganggu alur distribusi *Inbound* secara keseluruhan.

Tabel 3 Analisis Hasil Output

Kejadian	Total Waktu (Detik)	Waktu Rata-rata (Detik)
Waktu Antar Kedatangan (WAD)	30146	1674,77
Waktu Antri Server 1	20148	1215,8
Waktu Antri Server 2	7313	497,94
Waktu Proses fumigasi Server 1	29123	1617,94
Waktu Proses fumigasi Server 2	28451	1580,61
Waktu Delay Server 1	3748	183
Waktu Delay Server 2	4109	246,61
Waktu Truk Kontainer dalam sistem server 1	51422	2838,83
Waktu Truk Kontainer dalam sistem server 2	36913	2078,55

Tabel 3 merangkum 9 jenis waktu dalam sistem, masing-masing disertai dengan total dan rata-ratanya dalam satuan detik, untuk menunjukkan durasi keseluruhan dan rata-rata dari tiap kejadian.

Menentukan Jumlah Replikasi

Jumlah replikasi awal : $n = 17$

Rata-rata waktu pelayanan : 1625,06 detik

Variansi Simulasi (S_1^2) : $31227,2 \rightarrow \sqrt{31227,2} \approx 176,71$

Rentang kepercayaan/halfwidth tidak langsung disebutkan secara langsung, kita asumsikan bahwa ingin menurunkan nilai halfwidth baru (hw'), misalnya menjadi 100 detik

Perhitungan dengan $Z = 1.96$ (untuk tingkat kepercayaan 95%)

$$n' = \left(\frac{1.96 \cdot 176,71}{100} \right)^2 = \left(\frac{346,35}{100} \right)^2 = (3.4635)^2 = 11,99$$

Maka $n' \approx 12$

Hasil :

Jumlah minimal percobaan simulasi yang dibutuhkan untuk mencapai (hw) hingga 100 detik dengan standar deviasi 176,7 dan tingkat kepercayaan sebesar 95%. Harus melakukan 12 kali percobaan simulasi

Usulan Perbaikan Sistem Antrian Pada Area Fumigasi

Tabel 4 Tipe Distribusi Skenario 1 Dengan 3 Server

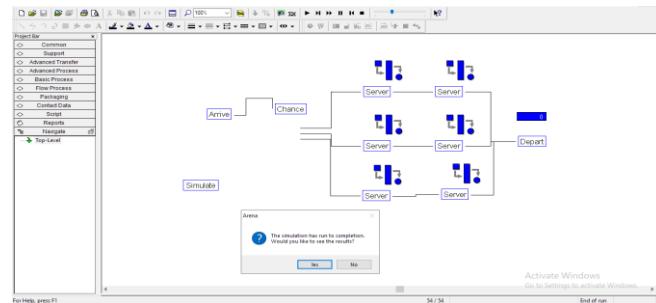
Kejadian	Tipe Distribusi	Expression
WAD Skenario 1	NORM	NORM(1.67e+003, 445).
WP Server 1 Skenario 1	EXPO	1.39e+003 + EXPO(228)
WP Server 2 Skenario 1	NORM	NORM(1.58e+003, 118)
WP Server 3 Skenario 1	TRIA	TRIA(1.46e+003, 1.53e+003, 1.98e+003)
Side Loader Unit 1 Trial 1	BETA	187 + 112 * BETA(1.03, 0.963)
Side Loader Unit 2 Trial 1	UNIFORM	UNIF(182, 297)
Side Loader Unit 3 Trial 1	UNIFORM	UNIF(188, 295)

Tabel 4 berisi distribusi WAD, WP Server 1, WP Server 2, WP Server 3, *Sideloader* Unit 1, *Sideloader* Unit 2, *Sideloader* Unit 3. Dalam scenario 1 menggunakan distribusi NORMAL, EXPONENTIAL, TRIA, BETA, dan

UNIFORM, Setiap kejadian dilengkapi dengan nilai statistik guna mempresentasikan setiap kejadian dalam model simulasi yang dibuat.

Verifikasi Skenario 1

Proses yang dikenal sebagai verifikasi dilakukan untuk memastikan bahwa model simulasi telah dibangun dengan cara yang sesuai dengan gagasan dan logika yang direncanakan. Fokusnya adalah apakah model berfungsi dengan benar. (Pasiluloh & Suryani, 2017).



Gambar 9 Skenario 1 Model Terverifikasi

Pada Gambar 9 menunjukkan bahwa model simulasi menggunakan software arena telah dijalankan dengan sukses hingga muncul pesan, "Simulasi telah berakhir. Inginkah Anda melihat hasilnya?" bawasanya proses verifikasi dan validasi telah berjalan dengan semestinya, bahwa model dijalankan dengan baik dan dapat berfungsi tanpa kesalahan, dan bahwa itu dapat menjelaskan dengan tepat alur proses.

Validasi Skenario 1

Validasi model adalah proses untuk memastikan bahwa model telah merepresentasikan sistem nyata secara akurat, berfokus pada ketepatan hasil dibandingkan dengan verifikasi yang menekankan pada cara pembuatan model. Proses ini sangat memerlukan keterlibatan konsumen karena tidak ada metode tunggal yang dapat langsung menentukan validitas sebuah model. Validasi bersifat induktif, dimana pemodel menyimpulkan tingkat akurasi model terhadap bukti yang tersedia.

Skenario 1 : F-Test validitas model

Data :

Waktu Rata-Rata yang digunakan untuk Pelayanan Server 1 : 15370,43 Detik

Variansi dalam simulasi server 1 (S_1^2) : 31227,20

Variansi dalam aktual server 2 (S_2^2) : 15370,43

$$n=18 \rightarrow df_1 = df_2 = 17$$

$$\text{Perhitungan } F : F = \frac{31227,18}{15370,43} = 2,03$$

$$F \text{ kritis} = (\alpha = 0,05, df_1 = 17, df_2 = 17) \approx 2,58$$

Hasil :

Karena $F < F_{\text{Kritis}}$, maka H_0 Diterima Model valid pada Skenario 1

Analisis Hasil Output Skenario 1

Tabel 5 Analisis Hasil Output Skenario 1

Kejadian	Total Waktu (Detik)	Waktu Rata-rata (Detik)
Waktu Antara Kedatangan (WAD)	30146	1674,77
Waktu Antri Server 1	20148	1215,8
Waktu Antri Server 2	7313	497,94
Waktu Antri Server 3	15426	857
Waktu Proses fumigasi Server 1	29123	1617,94
Waktu Proses fumigasi Server 2	28451	1580,61
Waktu Proses fumigasi Server 3	29818	1656,55
Waktu Delay Server 1	3748	183

Kejadian	Total Waktu (Detik)	Waktu Rata-rata (Detik)
Waktu Delay Server 2	4109	246,61
Waktu Delay Server 3	3482	193,4
Waktu Truk Kontainer dalam sistem server 1	51422	2838,83
Waktu Truk Kontainer dalam sistem server 2	36913	2078,55
Waktu Truk Kontainer dalam sistem server 3	45224	2513,55

Pada tabel 5 memuat informasi mengenai sejumlah peristiwa dalam suatu sistem, termasuk "Waktu Antar Kedatangan (WAD)", "Waktu Antri di Server 1 & 2", "Waktu Proses (WP) di Server 1 & 2", "Waktu Delay di Server 1 & 2", serta "Waktu Container Truck di dalam sistem". Untuk setiap jenis kejadian, ditampilkan nilai "Total Waktu (detik)" dan "Rata - rata Waktu (detik)", yang menggambarkan jumlah keseluruhan durasi serta rata - rata durasi dari setiap kejadian dalam satuan detik, Dan waktu delay turun hingga 193 detik menandakan pada proses fumigasi di server 3 telah mengurangi waktu tunggu yang signifikan.

Menentukan Jumlah Replikasi Skenario 1

Skenario 1 :

Variansi Simulasi (S_3) : 18126,73 $\rightarrow \sqrt{\approx} 134,64$

Perhitungan dengan $Z = 1.96$ (untuk tingkat kepercayaan 95%)

$$n' = \left(\frac{1.96 \cdot 134,64}{100}\right)^2 = \left(\frac{263,89}{100}\right)^2 = (2,6389)^2 = 6,96$$

Maka $n_3' \approx 7$

Hasil :

Jumlah minimal percobaan simulasi yang dibutuhkan untuk mencapai (hw') sebesar 100 detik dengan standar deviasi 134,6 dan tingkat kepercayaan 95% Harus melakukan 6 kali percobaan simulasi

Tabel 6 Jumlah Replikasi Dari 3 Trial

Trial	s (Standar Deviasi)	n' Jumlah Replikasi Baru
1	176,71	12
2	134,64	7
3	124,01	6

Tabel 6 menunjukkan hasil dari tiga "percobaan", dengan nilai "s" untuk tingkat deviasi dan "n" untuk jumlah replikasi baru. Tingkat penyebaran data dalam setiap percobaan ditunjukkan oleh standar deviasi, dan jumlah replikasi tambahan yang disarankan berdasarkan tingkat variasi data yang diamati. (Hanrizaldi Bagus Satrio Langgeng et al., 2022)

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data yang dihasilkan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil analisa eksisting dapat disimpulkan bahwa sistem antrian dengan 2 server menunjukkan kinerja tidak optimal dan berada dalam kondisi kelebihan beban (*Overload*), yang ditandai dengan pemanfaatan sistem hingga 98,20% maka dari itu monitoring utilisasi server dapat mencegah penumpukan kendaraan pada jam-jam padat seperti siang hingga sore hari sehingga dapat mencegah bottleneck yang terjadi secara tiba-tiba. Meskipun penambahan server pada area fumigasi akan memakan tempat dan biaya operasional hal ini akan bermanfaat dan waktu pemanfaatan sistem akan lebih merata dan serta potensi waktu tunggu truk kontainer bisa berkurang yang awalnya hingga keluar depo peti kemas dibahu jalan sekarang hanya berada di dalam depo peti kemas PT Seacon Bintang Sejahtera Surabaya
2. Dari hasil analisa skenario perbaikan, dapat disimpulkan bahwa penambahan server pada area fumigasi yang awalnya 2 server menjadi 3 server sudah cukup efektif dikarenakan bisa mengurangi waktu tunggu

dan KPI (*Key Performance Indicator*) yang standartnya 35 menit, pada bulan agustus KPI yang melonjak hingga 51 menit sekarang turun menjadi 24 menit hanya dengan menambahkan 1 server dan tingkat pemanfaatan sistem yang awalnya 98,20% yang mengindikasikan server selalu melakukan aktivitas tanpa henti sekarang turun menjadi 73,70% menambahkan 1 server pada area fumigasi dapat menurunkan waktu delay hingga 21% disbanding scenario awal dari 246,60 detik menjadi sekitar 193 detik sehingga strategi ini cocok untuk mengatasi tingkat kedatangan truk yang lebih banyak daripada waktu pelayanan.

5. REFERENSI

- Erduandi, & Sarifuddin. (2023). Manajemen Operasional Maintenance dan Repair Depo Peti Kemas Kosong: Studi Kasus Pada PT. Intercon Terminal Indonesia. *Journal of Management, Entrepreneur and Cooperative*, 2(1), 28–33. <https://doi.org/10.56869/jmec.v2i1.433>
- Hanrizaldi Bagus Satrio Langgeng, Hilyatun Nuha, & Hery Murnawan. (2022). Analisis Sistem Antrian Pelayanan Bongkar Muat Kapal Tongkang Batu Bara pada Mother Vessel untuk Meminimalisir Waktu Bongkar Muat pada PT. Handil Bhakti Persada. *Jurnal Teknik Industri*, 12(2), 133–143. <https://doi.org/10.25105/jti.v12i2.15638>
- Kasus, S., & Lautan, G. (2024). *Analisis Kendala Pelayanan Jasa Bongkar Muat Peti Kemas Terhadap Kelancaran Operasional pada Perusahaan Ekspedisi Muatan Kapal Laut Program Studi Diploma IV Transportasi Laut , Politeknik Pelayaran Surabaya , Indonesia merupakan perairan sehingga digunakan*. 3(3).
- Linarti, U. (2020). Simulasi Komputer Dengan Software Arena 14.0. *Panduan Praktikum*, 1–66.
- Navillah, M. (2018). Analisis Keseimbangan Lintasan Untuk Meminimasi Bottleneck Serta Meningkatkan Kapasitas Produksi Dan Alternatif Usulan Perbaikan Lini Produksi Menggunakan Pendekatan Simulasi(Studi Kasus:Pt. Ricry). *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Pasirulloh, M. A., & Suryani, E. (2017). Pemodelan Dan Simulasi Sistem Industri Manufaktur Menggunakan Metode Simulasi Hybrid (Studi Kasus: PT. Kelola Mina Laut). *Jurnal Teknik ITS*, 6(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v6i2.23141>
- Retnowo, M., & Waluyo, A. F. (2022). Penerapan Supply Chain Management Untuk Mengoptimalkan Produksi Berdasarkan Persediaan Barang. *Jurnal Information System & Artificial Intelligence*, 2(2), 157–164.
- Sahara, S., & Pertiwi, D. C. (2023). Analisis Pengelolaan Persediaan Dan Distribusi Container Di Depo Container. *Social Humanities*, 1(12), 38–51.
- Wiratno, N. S. E. L. S. E. (2017). *Simulasi Sistem Diskrit*.