

Simulasi Sumber Daya Pada Bongkar Muat Proses *Interterminal Transportation* Untuk Meningkatkan Utilitas Terminal Container Pada Pelabuhan Pada Pelabuhan Pt.Xyz

1st Dhea Cantika Febrianti
Fakultas Rekayasa Industri,
Telkom University
Bandung, Indonesia

dheacantika@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Erlangga Bayu Setyawan
Fakultas Rekayasa industri,
Telkom University
Bandung, Indonesia

erlanggabs@telkomuniversity.ac.id

3rd Yodi Nurdiansyah
Fakultas Rekayasa Industri
Telkom University
Bandung, Indonesia

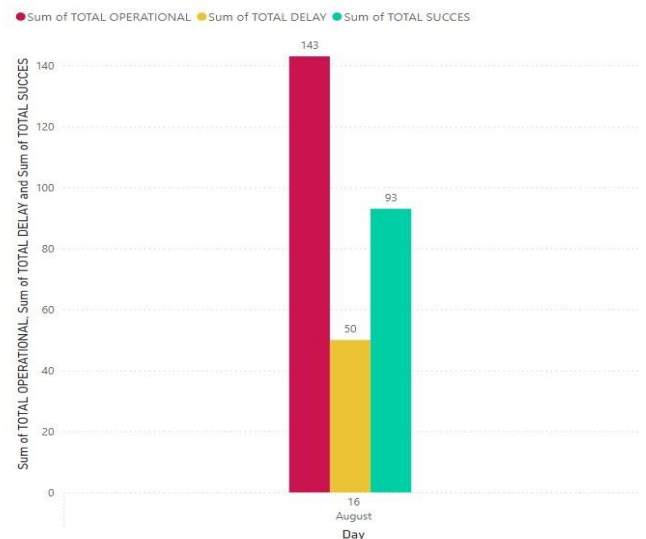
yodinur@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— PT. XYZ Pelabuhan memiliki dua terminal, CT1 dan CT2, namun keterbatasan sumber daya membuat proses *Inter-Terminal Transport (ITT)* dan bongkar muat tidak optimal, menyebabkan rendahnya utilitas terminal dan delay operasional. Kapasitas terminal total adalah 720 container, terbagi rata antara CT1 dan CT2, tetapi kurangnya driver dan fasilitas yang tidak siap menyebabkan ketidakefisienan. Penelitian ini mensimulasikan fasilitas optimal menggunakan software AnyLogic untuk meminimalkan keterlambatan ITT, dengan pengujian distribusi data waktu layanan menggunakan Arena. Hasil simulasi merekomendasikan penggunaan 6 driver dan kapasitas terminal sebesar 442 container. Implementasi kebijakan utilitas dan waktu operasional ini diharapkan dapat mengurangi delay dan meningkatkan efisiensi operasional.

Kata kunci— *Interterminal transportation, terminal utilization, terminal container.*

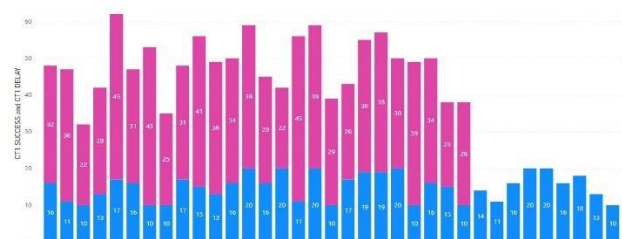
I. PENDAHULUAN

PT. XYZ Pelabuhan Malaysia memainkan peran penting dalam perekonomian negara dengan menyediakan lapangan kerja, mendukung perdagangan internasional, dan memfasilitasi logistik regional dan global. Investasi dalam teknologi, infrastruktur, peningkatan kapasitas, layanan, dan praktik berkelanjutan terus dilakukan untuk memenuhi permintaan yang semakin kompleks. Fasilitas modern seperti Westport dan Northport mendukung arus logistik dan perdagangan. Namun, proses *Inter-Terminal Transport (ITT)* belum optimal akibat keterbatasan sumber daya, khususnya dalam proses bongkar muat, yang menyebabkan keterlambatan dan rendahnya utilitas terminal container. Namun, Aktivitas proses ITT dan fasilitas tersebut belum bisa dikatakan optimal karena adanya keterbatasan sumber daya, terutama dalam proses bongkar muat. Dengan adanya keterbatasan sumber daya proses ITT utilitas terminal container menjadi sangat rendah, dengan kapasitas total 720 kapasitas terminal container. 360 pada terminal CT1 dan 360 kapasitas container pada CT2 namun karena adanya keterbatasan sumber daya sehingga berdampak pada delay proses pelayanan ITT dan mengakibatkan ketidakmaksimalan proses bongkar muat yang menjadikan utilitas terminal container sangat rendah. Terjadinya keterlambatan karena masalah sumber daya yang tidak terpenuhi bisa disebabkan karena driver tidak tersedia, fasilitas belum siap dan sehingga mengakibatkan delay dalam operasional bongkar muat pada PT. XYZ Pelabuhan Malaysia



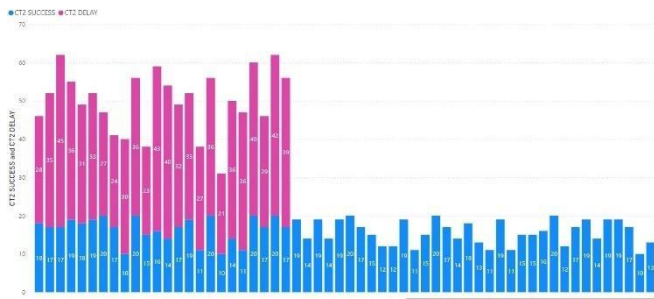
GAMBAR I.1
GRAFIK TOTAL OPERATIONAL DELAY AND SUCCES

Berdasarkan gambar I.1 yaitu grafik data terjadinya *total operational, delay* dan sukses pada proses pelayanan ITT yang terjadi pada tanggal 16 Agustus 2023 dengan kapasitas container 20ft dan 40ft . Dari data tersebut terjadi proses dengan total 143 container pada CT1 dan CT2. Dari data tersebut terdapat total 50 delay, 93 Sukses data, delay pada proses ITT diakibatkan karena sumber daya yang belum terpenuhi. Dengan kapasitas 360 terminal container namun pada data menunjukkan 143 container unloading tetapi masih mengalami keterlambatan pada proses dikarenakan sumber daya yang kurang sehingga utilitas terminal container tidak terpenuhi.



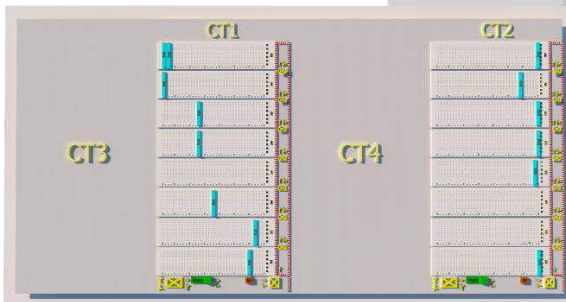
GAMBAR I.2
GRAFIK DATA DELAY SUKSES CT1

Dalam melakukan proses bongkar muat dapat dilihat pada Gambar I.2 tersebut adalah data *delay* dan sukses pada *Terminal Container 1 (CT1)* yang menggunakan sumber daya *Rubber Tyre Gantry Crane (RTG)*. Pada terminal container CT 1 tanggal 16 Agustus 2023 Terjadi proses bongkar muat sebanyak 61 *container* untuk bongkar muat pada terminal pelabuhan. Pada data tersebut terjadi *delay* sebanyak 26 *delay* dan 35 sukses bongkar muat operasional



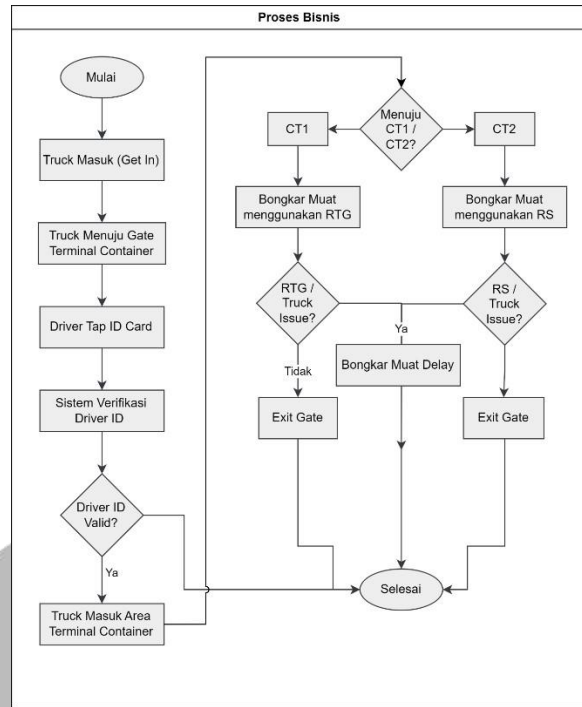
GAMBAR I.3 GRAFIK DATA DELAY SUKSES CT2

Pada Gambar I.3 tersebut adalah data *delay* dan sukses pada *Terminal Container 2 (CT2)* yang menggunakan sumber daya *Reach Steaker*, Pada terminal container CT 2 tanggal 16 Agustus 2023 Terjadi proses bongkar muat sebanyak 24 *container* untuk bongkar muat pada terminal pelabuhan. Pada data tersebut terjadi *delay* sebanyak 26 *delay* dan 58 sukses bongkar muat operasional. Terjadinya keterlambatan karena masalah sumber daya yang tidak terpenuhi bisa disebabkan karena *driver* tidak tersedia, fasilitas belum siap dan terjadinya *bad weather* yang tidak bisa diprediksi sehingga mengakibatkan *delay* dalam operasional bongkar muat pada PT. XYZ Pelabuhan Malaysia.



GAMBAR I.4 LAYOUT PT. XYZ PELABUHAN MALAYSIA

Gambar I. 4 menunjukkan layout PT. XYZ Pelabuhan Malaysia, yang memiliki dua terminal container, CT1 dan CT2, dilengkapi dengan fasilitas canggih untuk menangani proses bongkar muat ITT. Terminal container ini berperan dalam transfer *container* antara berbagai moda transportasi. Menurut *identecolutions.com*, terminal *container* biasanya terletak di pelabuhan dan aktivitas utamanya adalah memindahkan *container* dari satu moda transportasi ke moda lainnya.



GAMBAR I.5 AKTIVITAS PT. XYZ

Pada gambar I.5 dapat dilihat untuk aktivitas yang berada pada PT. XYZ Pelabuhan Malaysia pada CT1 & CT2 yaitu diawali dengan fasilitas *truck* menuju area *terminal container*, supir *truck* dengan menyetap kartu *id driver* kepada *gate operator* jika sesuai dilakukan *gate in transaction* untuk memasuki area CT1 & CT2, kemudian petugas di lapangan memastikan kesiapan fasilitas dan menginformasikan pengendalian *lift off container* oleh RTG dan RS. Fasilitas RTG dan RS menerima *job list* dari pengendalian jika tersedia kemudian adanya aktivitas bongkar dan muat sesuai urutannya dan mengupdate kedalam *system*, *Rubber Tyred Gantry* dan *Reach Stacker* melaksanakan pemuatan *container* yang ada pada *truck* tersebut atau terminal *container* sesuai *bay plan* muat, sesuai posisi *actual* berdasarkan letak *container* pada CT1&CT2 atau menaik dan menurunkan pada terminal *container*. Kemudian jika fasilitas berupa *truck*, RTG dan RS tidak tersedia atau *driver* tidak tersedia maka menyebabkan proses bongkar muat ITT *delay*.

Untuk mengatasi kompleksitas terminal peti kemas dan ITT, Douma (2008) menyarankan perencanaan terdistribusi dengan pemodelan berbasis multi-agen, di mana setiap agen mewakili entitas sistem dan dapat membuat keputusan otonom. Oleh karena itu, penelitian ini menggunakan teknik simulasi berbasis multi-agen (MABS) dan *Discrete Event Simulation* yang didukung oleh software AnyLogic 8.5. Simulasi ini bertujuan untuk meninjau skenario yang dipilih dengan parameter seperti total waktu layanan bongkar, standar operasional, dan periode keterlambatan, agar perusahaan dapat mengoptimalkan fasilitas dan mengurangi *delay* pada proses ITT.

II. LANDASAN TEORI

A. Definisi Pelabuhan

Menurut Triatmodjo (2009) menjelaskan bahwa pelabuhan adalah tempat yang terdiri dari daratan dan perairan di sekitarnya dengan batas-batas tertentu. Pelabuhan digunakan sebagai tempat kapal bersandar, berlabuh, naik turun penumpang, dan/atau bongkar muat barang. Pelabuhan juga dilengkapi dengan fasilitas transportasi dan fasilitas keselamatan juga lain sebagainya kemudian kegiatan penunjang Pelabuhan serta sebagai tempat perpindahan intra dan antar moda terminal atau ITT. Pelabuhan memiliki peran strategis dalam perdagangan global dan juga menjadi bagian penting dalam rantai pasokan. Fungsi dan perannya yang kompleks membuatnya menjadi titik penting dalam perekonomian regional, nasional, dan internasional.[1]

B. Simulasi

Menurut Heizer (2006) simulasi adalah upaya untuk meniru fitur, tampilan, dan fitur sistem nyata. Simulasi dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah dalam sistem yang sangat kompleks sehingga sulit untuk diselaraskan atau untuk memecahkan berbagai masalah (*stochastic/probabilistic*). [2]

C. Simulasi Agent Based

Simulasi berbasis agen merupakan metode dalam dunia simulasi komputer yang memodelkan perilaku entitas individu (agen) untuk memahami bagaimana perilaku entitas tersebut akan memengaruhi sistem secara keseluruhan. Setiap agen dalam simulasi memiliki seperangkat aturan atau strategi yang diikuti untuk berinteraksi dengan lingkungannya, agen lain, atau mengambil keputusan.

D. Discrete Event Simulation

Metode simulasi adalah pendekatan atau teknik untuk memodelkan dan menganalisis sistem atau proses nyata dengan membuat model komputer yang memungkinkan dilakukannya eksperimen dan analisis. Simulasi digunakan untuk memahami perilaku sistem, memprediksi kinerja, mengidentifikasi perbaikan, dan melakukan analisis.

Simulasi diskrit (DES) adalah jenis simulasi yang digunakan untuk memodelkan sistem yang berubah pada titik waktu tertentu sebagai respons terhadap peristiwa (peristiwa) tertentu. Dalam simulasi ini, keadaan sistem hanya berubah pada titik waktu tertentu ketika peristiwa terjadi, seperti kedatangan *container*, dimulainya suatu proses, atau selesainya suatu aktivitas.

E. Anylogic Tools

AnyLogic merupakan sebuah *tools* atau *platform* simulasi yang kuat dan berfungsi untuk memungkinkan pengguna dalam membuat model simulasi yang kompleks dengan pendekatan multi-metode. *Tools Anylogic* sendiri memiliki sejumlah fitur dan kemampuan yang memungkinkan pengguna untuk mengembangkan model simulasi yang realistis, kompleks dan memperoleh wawasan yang mendalam terkait sistem yang dipelajari.

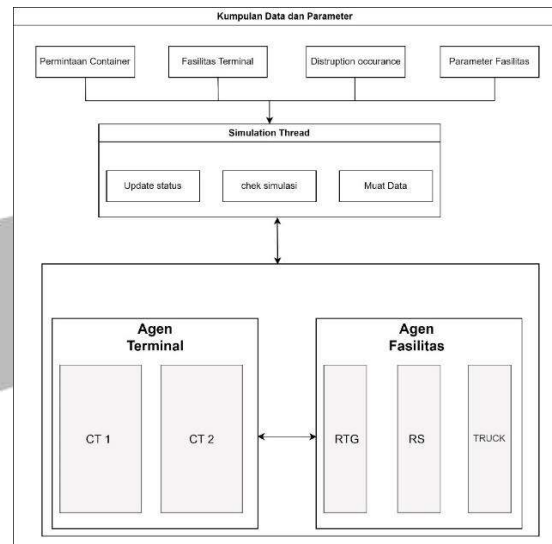
Dalam konteks optimalisasi rute di Pelabuhan Klang, Malaysia, *tools AnyLogic* sendiri dapat digunakan untuk memodelkan dan mensimulasikan berbagai skenario, salah satunya yaitu terkait optimalisasi fasilitas yang ada di dalam Pelabuhan, Dari permasalahan mengenai keterlambatan

proses *interterminal transportation* karena adanya fasilitas yang tidak optimal

III. METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH

A. Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir ini akan digunakan untuk mempermudah memodelkan masalah yang dikaji dengan bentuk sistematika logika yang sederhana dengan menunjukkan apa saja *variable* yang saling berkaitan.



GAMBAR III.1
KERANGKA BERPIKIR

Target yang di inginkan dari penelitian ini, penulis bertujuan untuk mensimulasikan fasilitas yang optimal untuk meminimasi waktu keterlambatan proses *interterminal transportation*. penulis mensimulasikan dengan berfokus pada tools Anylogic. Data yang diperlukan pada penelitian ini ialah data transaksi ITT dan *Distruption Occurrence* untuk mengetahui penyebab keterlambatan pada proses ITT tersebut, Data aktivitas bongkar muat untuk mengetahui kegiatan berapa lama waktu yang dibutuhkan, jam operasional Pelabuhan, Selanjutnya dapat proses data yaitu mengoptimalkan penentuan fasilitas berdasarkan waktu beberapa kegiatan seperti lama bongkar muat dan proses ITT menggunakan metode simulasi agent based dengan *tool anylogic*, dan didapatkan fasilitas usulan yang optimal untuk meminimasi waktu keterlambatan proses *interterminal transportation* pada Pelabuhan Klang, Malaysia

IV. PENGOLAHAN DATA DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

Pengumpulan data ini dilakukan untuk mengetahui keadaan dari Pelabuhan PT. XYZ, dimana data-data tersebut adalah data historis yang disimpan oleh Pelabuhan PT.XYZ. Data tersebut mencakup catatan dari waktu dan permintaan bongkar muat selama di dalam terminal *container* pada tanggal 16 Agustus 2023. Informasi yang terdapat dalam data mencakup data bongkar muat yang telah terjadi serta peristiwa sebenarnya yaitu jumlah fasilitas bongkar muat, jumlah sumber daya (*driver*), *total process time* bongkar muat, *delay time*, waktu standar operasional.

TABEL IV. 1
DATA AKTUAL BONGKAR MUAT 16 AGUSTUS

Date	Date	Date	Date	Lateness Cord
16-Aug	FBIU0019200	32	20	12
16-Aug	FCIU4345309	36	20	16
16-Aug	FCIU7169590	22	20	2
16-Aug	FCIU9473806	29	20	9
16-Aug	FFAU2568203	45	20	25
16-Aug	FTAU1637591	31	20	11
16-Aug	IAAU1906592	43	20	23
16-Aug	IAAU2742425	25	20	5
16-Aug	OOLU8547080	31	20	11
16-Aug	WHSU6275824	41	20	21
16-Aug	DFSU7714596	36	20	16
16-Aug	TLLU8153960	34	20	14
16-Aug	CCLU7227744	39	20	19
16-Aug	ASGU3150403	29	20	9
16-Aug	DFSU7705228	22	20	2
16-Aug	FSCU9517708	45	20	25
16-Aug	FTAU1176611	39	20	19
16-Aug	OOCU7903112	29	20	9
16-Aug	PMLU9014653	26	20	6
16-Aug	SKHU9937048	36	20	16
16-Aug	SKLU1007085	38	20	18
16-Aug	WHSU2074987	30	20	10
16-				

Date	Date	Date	Date	Lateness Cord
Aug	TEMU1960130	39	20	19
16-Aug	TGBU7894210	34	20	14
16-Aug	WHSU5265185	23	20	3
16-Aug	WHSU6203634	28	20	8

Berikut *table data* pada tanggal 16 agustus 2023 yang mengalami keterlambatan pada bongkar muat melebihi waktu yang ditentukan perusahaan PT.XYZ yaitu 20 menit. Terdapat data permintaan bongkar muat *container*, waktu proses *get in*, waktu *total delay* bongkar muat pada CT1. Terjadi *delay* sebanyak 26 bongkar muat dari 61 proses bongkar muat pada Terminal CT1.

TABEL IV. 2
DATA PEMINTAAN DAN WAKTU

Container NO	Total Proc. Time	Target	Lateness Record
BEAU2312670	16	20	0
CCLU3514772	11	20	0
DFSU7340578	10	20	0
GLDU3837590	13	20	0
HJMU1941647	17	20	0
IAAU1700636	16	20	0
IAAU1733270	10	20	0
IAAU1951523	10	20	0
KMTU9318963	17	20	0
SCZU3962524	15	20	0
SEGU2976500	13	20	0
SEGU6148817	16	20	0
TCKU3243561	20	20	0
TCLU2388357	16	20	0
TCNU5869414	20	20	0
TEMU8691100	11	20	0
TGHU3939690	20	20	0
TRHU5125252	10	20	0
WHSU2408873	17	20	0
WHSU5161832	19	20	0
PCIU8926214	19	20	0
IAAU1700636	20	20	0
WHSU2690410	10	20	0
WHSU2874402	16	20	0
TLXU3015857	15	20	0
CCLU3514772	10	20	0
DFSU7340578	14	20	0
EISU8331772	11	20	0
OOCU6733644	16	20	0
SEGU4290289	20	20	0
SKHU9913107	20	20	0
TEMU8691100	16	20	0
TGCU5294150	18	20	0

Container NO	Total Proc. Time	Target	Lateness Record
TRHU5125252	13	20	0
IAAU2694543	10	20	0

B. Pengolahan Data

1. Uji Distribusi Data Waktu Layanan

Pengujian distribusi data waktu layanan pada tugas akhir ini menggunakan *software Arena Training & Evaluation Mode* yang bertujuan untuk mengetahui data waktu layanan 16 Agustus 2023 dengan menguji data tersebut berdistribusi normal atau tidak dan mencari distribusi apa data tersebut untuk dimasukkan pada *software Anylogic 8.9 version*, Pengujian ini penting dilakukan untuk perhitungan sebagai parameter waktu layanan yang akan di jalankan pada model simulasi ini

Uji distribusi data dapat dikofirmasi dengan hipotesis sebagai berikut :

Ho : Data total waktu layanan Terminal CT1 pada tanggal 16 agustus 2023 tidak terdistribusi normal

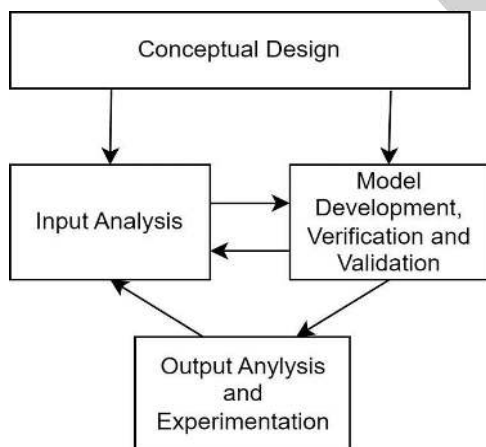
H1 : Data total waktu layanan Terminal CT2 pada tanggal 16 agustus 2023 tidak terdistribusi normal

Berdasarkan hasil dari *Arena Software*, waktu total layanan di CT1 mengikuti distribusi Beta, sedangkan di CT2 bersifat *Exponential*. Keputusan diambil untuk menolak hipotesis H0 dan H1, sehingga disimpulkan bahwa data tidak berdistribusi normal. Selanjutnya, dilakukan distribution fitting untuk menemukan distribusi probabilitas yang sesuai dengan data yang diamati dari proses tersebut.

TABEL IV. 3
UJI DISTRIBUSI DATA WAKTU LAYANAN

No	Process Activity	Time Process
1	Bongkar muat <i>container</i> layanan CT1	Beta (0.625, 1.12)
2	Bongkar muat <i>container</i> layanan CT2	Exponential (11.8)

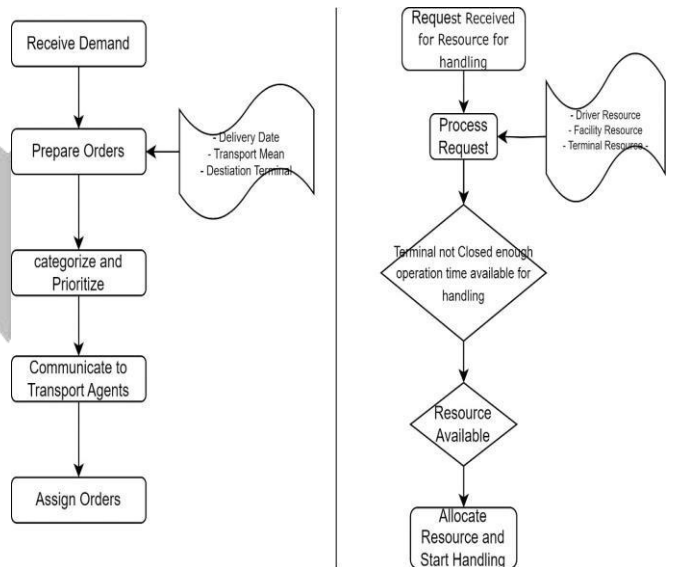
2. Proses Model Simulasi



GAMBAR IV.1
PROSES MODEL SIMULASI

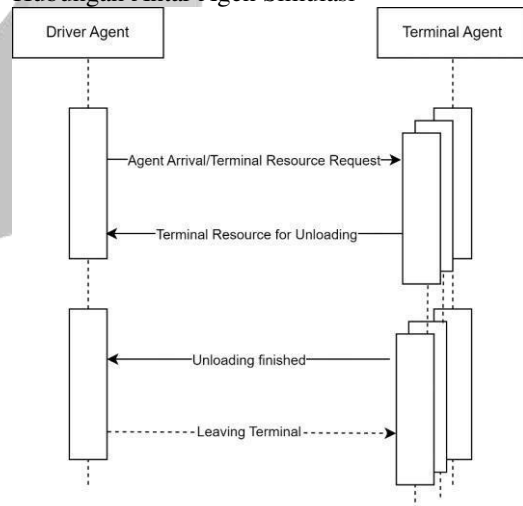
Proses sistem simulasi ini melibatkan empat agen berbeda: RTG, RS, *Faregate*, dan *Truck Container*, di mana

Truck Container dapat menggunakan semua agen. RTG dan RS beroperasi di terminal CT1 dan CT2 dengan sistem *Faregate* yang sama, tempat truk menunggu giliran memasuki terminal. Proses simulasi bertujuan untuk menghitung efisiensi dan kesesuaian fasilitas bongkar muat *container*, sesuai dengan input yang ditetapkan. Terdiri dari dua fase, fase pertama mengidentifikasi kondisi aktual terminal *container* menggunakan *statechart*, sementara fase kedua membangun model sistem dan melakukan simulasi di *AnyLogic*. Data yang dikumpulkan dievaluasi untuk menghitung rata-rata dan interval kepercayaan 95% untuk parameter keluaran.



GAMBAR IV.2
AGEN TERMINAL

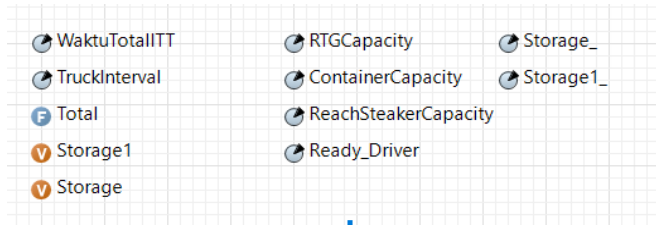
C. Hubungan Antar Agen Simulasi



GAMBAR IV.3
HUBUNGAN ANTAR AGEN SIMULASI

Simulasi dimulai dengan proses *truck container tap in* pada *gate* terminal dengan dan memasuki *blok truck* antrian, *driver* berkomunikasi untuk mendapatkan informasi apakah terminal *container* tersedia kapasitasnya dan bisa memasuki area, lalu agen terminal mengonfirmasi jika tersedia sumber daya dan bisa memulai proses bongkar muat. Sebagaimana kasus pada tugas akhir ini, *truck container* mendapatkan

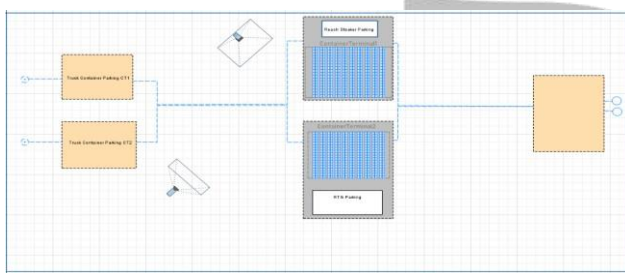
perintah agar memproses bongkar muat barang pada terminal yang sudah ditentukan yaitu CT1 dan CT2.



GAMBAR IV.4

1. Konsep Pemodelan Kondisi Eksisting

Pada konsep simulasi ini, menggunakan *software anylogic* sebagai pemodelan dan melihat kondisi eksisting sebagaimana bisa dilihat pada gambar berikut.

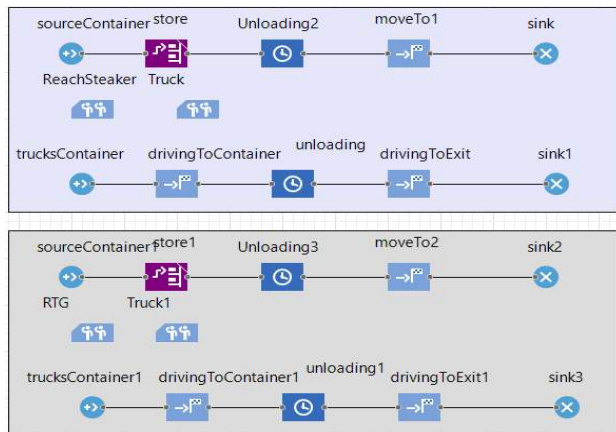


GAMBAR IV.5 KONDISI AKTUAL

Berikut merupakan gambar dimana kondisi aktual sesuai dengan peristiwa pada PT.XYZ Pelabuhan Malaysia. Dimana terdapat kondisi *gate in* untuk *container truck* masuk kemudian memasuki terminal container sesuai perintah yang sudah ditetapkan untuk proses bongkar muat *container* dengan menggunakan alat bongkar muat seperti *Rubber Tyre Gantry Crane, Reach Steacker* dan *Truck* sebagai pembawa *container*.

2. Pembuatan Model Simulasi

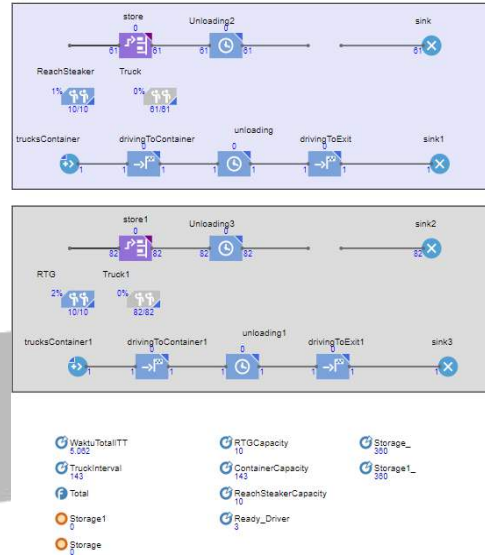
Pada bagian ini, model simulasi dibuat berdasarkan model konseptual yang menggambarkan alur mulai dari *container* masuk, *truck unloading*, *container unloading*, hingga *container* meninggalkan terminal. Model simulasi di dibangun dengan memasukkan komponen dari menu *pallet*, menggunakan blok logika model yang sesuai



GAMBAR IV.6 PEMBUATAN MODEL SIMULASI

Berikut merupakan proses dimana waktu distribusi dimasukan dan menjadi parameter waktu agen dimana terjadi nya delay pada bongkar muat dengan memasukan waktu waktu yang sudah di distribusikan. Kemudian memberi

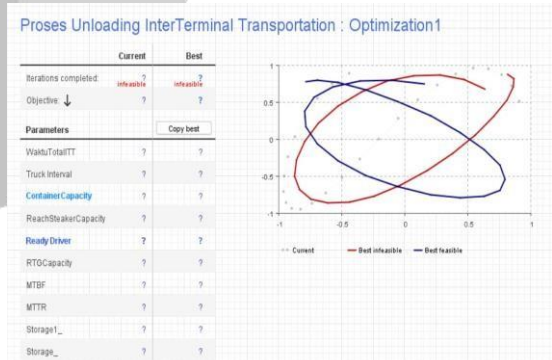
koneksi antar again bagaimana agen tersebut berjalan dengan benar. Dengan menampilkan *source logic* simulasi yang dikembangkan menggunakan *Anylogic* terdiri dari dua jenis untuk terminal CT1 dan terminal CT2 yang akan dijalankan pada 2d pada kondisi *actual*.



GAMBAR IV.7 PEMBUATAN MODEL SIMULASI.

3. Skenario Optimasi

Pada bagian ini, setelah membuat model simulasi langkah selanjutnya yang harus dilakukan adalah melakukan eksperimen dengan tujuan untuk mencari nilai-nilai parameter yang paling optimal. Parameter ini yang dicari nilai optimalnya adalah *Target_Driver* dan *Utilization Container*. Maka dari itu, untuk parameter *Target_Driver* dan *Utilization Container* tidak dibuat tetap. Tipe parameter *Driver_Target* dan *Utilization Container* menjadi *discrete* serta *constraints* dan *requirements* dibuat.



GAMBAR IV.8 SKENARIO OPTIMASI

Perhitungan *Container Capacity* dan *Driver Target* harus mempertimbangkan waktu layanan, kapasitas penyimpanan, dan jumlah *container*, yang berkontribusi pada perhitungan *Terminal Utilization* untuk memenuhi permintaan dinamis. Kapasitas maksimum penyimpanan adalah 720 *container*. Setelah perhitungan, batas atas dan bawah ditentukan berdasarkan kapasitas maksimum, waktu tunggu, waktu layanan, dan data aktual. Hasil ini digunakan

sebagai input untuk eksperimen optimasi dan analisis perbandingan antara realisasi pengiriman aktual dan usulan.

D. Perhitungan Waktu antar Pemesanan

Bagian ini membahas verifikasi model simulasi untuk menilai apakah model berjalan dengan benar. Verifikasi dilakukan dengan tiga cara: memastikan model sesuai menggunakan fitur "*Build Model*", mengamati pergerakan animasi saat model dijalankan, dan memeriksa hasil perhitungan simulasi. Setelah logika dipastikan benar.

E. Skenario *Target Driver* dan *Utilization Terminal*

Pada bagian ini, pembuatan skenario *Target Driver* dan *Utilization Terminal* dilakukan dengan tujuan untuk menentukan nilai *target driver* dan *Utilization Terminal* yang terbaik berdasarkan hasil simulasi.

Pada penentuan ini, sebelum dilakukan harus diuji dulu jumlah replikasi data nya. Perhitungan jumlah replikasi yang mencukupi dapat dibantu oleh aplikasi *Microsoft Excel*. Pada perhitungan jumlah replikasi jumlah *driver* dan *Terminal Utilization* yang memadai, dilakukan percobaan sebanyak 10 replikasi optimasi *Driver* dan *Terminal Capacity* pada aplikasi *AnyLogic*. Data yang dicantumkan bisa dilihat pada tabel berikut.

TABEL IV. 4
JUMLAH PERHITUNGAN REPLIKASI

NO	<i>Driver</i>	<i>Utilization Terminal</i>
1	8	180
2	8	429
3	2	462
4	12	649
5	1	318
6	4	153
7	8	455
8	6	647
9	4	614
10	11	512

Hasil dari 10 kali replikasi optimasi *Driver* dan *Terminal Capacity* di *AnyLogic* menunjukkan bahwa setelah uji replikasi, rata-rata nilai terbaik dihasilkan. Dari tabel eksperimen, jumlah *driver* berkisar antara 1 hingga 12, dengan rata-rata 6,40 *driver* (dibulatkan menjadi 6). Untuk *Terminal Utilization*, nilainya berkisar antara 153 hingga 649, dengan rata-rata 441,9 (dibulatkan menjadi 442). Hasil ini memberikan solusi optimal berdasarkan kondisi aktual yang dimasukkan dalam eksperimen.

TABEL IV. 5
HASIL 10 KALI REPLIKASI

No	<i>Driver</i>	<i>Utilization Terminal</i>
1	6	442

Jadi, kesimpulannya adalah nilai *Target Driver* dan *Utilization Terminal* yang ditetapkan adalah sebesar 6 *driver* dan 442 *utilization terminal*.

V. ANALISIS

A. Analisis Hasil Rancangan

Analisis hasil rancangan meliputi perbandingan antara kondisi *actual* dan kondisi yang diusulkan berdasarkan rancangan yang telah dibuat. Analisis ini dikaitkan dengan rumusan masalah serta juga parameter perbaikan usulan. Cara yang dilakukan adalah dengan membandingkan kondisi nyata dan hasil simulasi. Waktu simulasi dengan menggunakan replikasi penentuan *target driver* dan *Utilitas Terminal* dilakukan sebanyak 10 kali.

1. Analisis Perbandingan *Utilitas Terminal Aktual* dan *Utilitas Terminal Usulan*

Pada bagian ini dilakukan contoh perbandingan bulan agustus antara kondisi *actual* dan kondisi usulan terkait utilitas terminal container pada Pelabuhan PT.XYZ dengan memaksimalkan kapasitas terminal dan jumlah sumber daya yang memungkinkan.

2. Analisis Parameter *Target Driver* dan *Utilization Terminal*

Pada bagian ini, dilakukan analisis terhadap parameter *Target Driver* dan *Utilization Terminal* dengan tujuan untuk dapat melihat pengaruh kedua parameter tersebut terhadap permintaan *container*, waktu total layanan, dan utilitas *terminal container*.

3. Analisis *Utilitas Terminal Kondisi Aktual* dan *Usulan*

TABEL V.1
PERBANDINGAN *UTILITAS TERMINAL AKTUAL* DAN *USULAN*

<i>Utilization Terminal</i>	
<i>Actual Condition</i>	143
<i>Recommendation</i>	442

Selanjutnya akan dibahas mengenai kondisi aktual total sekarang *container* masuk dan kondisi rekomendasi total usulan setelah adanya penambahan sumber daya pada terminal container CT1 dan CT2. Kondisi sebelumnya dengan nilai *driver* dengan 3 *driver* dan memuat *container* 143, dan menghasilkan keterlambatan pada proses bongkar muat. Dapat dilihat dengan menambahkan sumber daya, terminal utilisasi menjadi lebih optimal dan tidak terjadi *delay* pada proses bongkar muat dan perusahaan menjadi lebih optimal juga menerapkan kebijakan waktu *standart optimal* tidak lebih dari 20 menit.

4. Analisis Hasil Pemodelan

Setelah melakukan pemodelan simulasi dengan menggunakan *software anylogic* dan *descrete event* melalui parameter waktu distribusi, *utility terminal container* menjadi lebih optimal dengan menambahkan sumber daya yaitu *driver*, dimana permintaan *container* sesuai dengan keadaan sumberdaya yang berpengaruh terhadap waktu optimal agar tidak melebihi *standard operational* pada Pelabuhan PT.XYZ

Proses Unloading InterTerminal

	Current	Best
Iterations completed:	502	1
Objective: ↓	0	0
Parameters		Copy best
WaktuTotalITT	5.062	5.062
Truck Interval	143	143
ContainerCapacity	180	180
ReachSteakerCapacity	10	10
Ready Driver	5	8
RTGCapacity	10	10
MTBF	20	20
MTTR	20	20
Storage1_	360	360
Storage_	360	360

GAMBAR V.1
ANALISIS HASIL PEMODELAN

Berikut analisis berdasarkan parameter hasil eksperimen dan hasil dari pemodelan berdasarkan eksperimen 10 kali uji parameter dan menghasilkan *output* dengan cara memberi nilai rata-rata dengan total uji data sampai dengan 10 kali, lalu menghasilkan sumber daya berupa *driver* 6 dengan utilitas *terminal container* sebanyak 442.

5. Implikasi Manajerial

Penelitian ini menunjukkan bahwa nilai *Target Driver* dan *Terminal Utilization* diperoleh dari simulasi optimasi. Terjadinya *stockout* disebabkan oleh penetapan nilai yang tidak sesuai, sehingga disarankan agar target tidak terlalu rendah untuk menghindari kekurangan, namun juga tidak terlalu tinggi untuk mengontrol biaya penyimpanan. Fokus penelitian adalah mengurangi waktu *delay* pada proses bongkar muat di terminal CT1 dan CT2 melalui penambahan *driver*. Dengan optimasi ini, waktu keterlambatan berhasil

dihilangkan. Kebijakan ini diusulkan untuk diterapkan di PT. XYZ, dengan perhatian pada ketersediaan sumber daya dan jumlah skenario simulasi untuk meningkatkan akurasi hasil.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil eksperimen simulasi yang telah dilakukan, terdapat nilai *Target Driver* dan Utilitas Terminal yang diusulkan untuk perusahaan. Nilai sumber daya yang diusulkan untuk digunakan oleh perusahaan adalah sebesar 6 *driver*. Selain itu, terdapat nilai Utilitas Terminal yang diusulkan kepada perusahaan. Utilitas terminal yang diusulkan kepada perusahaan adalah sebesar 442 *capacity*. Dari kesimpulan yang didapatkan, perusahaan sebaiknya menerapkan kebijakan utilitas Pelabuhan dan menerapkan kebijakan waktu. Implementasi kebijakan ini dapat membantu perusahaan mengurangi waktu *delay* operasional, meningkatkan kapasitas terminal container dan meningkatkan efisiensi operasional

B. Saran

Jumlah replikasi eksperimen optimasi dan simulasi perlu ditingkatkan sebanyak mungkin untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat. Selain itu, penting untuk menambahkan beberapa parameter kunci agar model simulasi lebih mendekati kondisi nyata di perusahaan, dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti pengaruh permintaan container dan waktu *delay*.

REFERENSI

- [1] B. Triatmodjo. *Pelabuhan dan Terminal*. Yogyakarta: Penerbit Universitas Gadjah Mada, 2009.
- [2] J. Heizer. *Operations Management*, Pearson Education, 2006.