

# ANALISIS SIMULASI KEBUTUHAN KONTAINER (STUDI KASUS DI PT. XYZ FORWARDING)

CONTAINER MANAGEMENT SIMULATION ANALYSIS (CASE STUDY IN PT XYZ FORWARDING)

Dian Retno Sari Dewi<sup>1</sup>, Alvin Sutanto<sup>2</sup>

, E-mail: [dianretnosd@ukwms.ac.id](mailto:dianretnosd@ukwms.ac.id)

Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, Kalijudan 37, Surabaya, 60114, Indonesia

## ABSTRAK

Manajemen kontainer adalah salah satu hal yang paling penting dalam industri pelayaran. Ketersediaan kontainer adalah sangat penting untuk dapat mengamankan muatan yang dipercayakan oleh konsumen. Perusahaan perkapalan harus dapat menyediakan kontainer dengan jumlah yang tepat serta pada waktu yang tepat karena operator perusahaan perkapalan harus memastikan bahwa kontainer yang kosong akan tersedia untuk muatan konsumen yang selanjutnya. PT XYZ adalah perusahaan forwarding perkapalan yang mempunyai tanggung jawab kepada konsumen untuk memindahkan muatan konsumen dari titik awal konsumen menyerahkan sampai dengan sampai ke tempat yang dituju. Pengumpulan data, pemodelan waktu loading unloading, model simulasi, input data, penyusunan program simulasi untuk studi kasus, verifikasi dan validasi dan menjalankan program simulasi telah dilakukan untuk mengetahui berapa jumlah kontainer yang diperlukan untuk rute yang ada saat ini. Hasil dari simulasi diketahui utilitas kontainer dalam sistem sebesar 43.54% yang mana artinya adalah perusahaan dapat lebih lanjut mengembangkan penelitian ini untuk mengetahui berapa jumlah kontainer kosong yang bersikulasi dan diperlukan dalam sistem sehingga utilitas kontainer dalam sistem dapat ditingkatkan.

Kata kunci: manajemen kontainer, simulasi, utilitas, industri pelayaran

## ABSTRACT

Container management is one of crucial matters in the shipping industry. Container supply is paramount to secure cargoes handling. Shipping companies must provide containers at the right amount and at the right time because the shipping operators must ensure that empty containers will be available for the next customers' cargoes. PT XYZ is a forwarding shipping company who responsible for customers' cargo to move the cargo from origin point to its destination point. Data collection, loading and unloading time modelling, simulation modelling, input modelling, simulation program development for the study case, verification and validation and running a simulation experiment have been done to determine the amount of containers required for the given routes. The result of the simulation is that the utility of the container 43.54 % which means the company could further determine the allowance required for the empty containers circulated in the system so that the utility of the container in the system can be improved.

Keywords: container management, simulation, utility, shipping industry

## 1. PENDAHULUAN

Terdapat perkembangan yang cukup signifikan untuk mempelajari dan mengembangkan nilai layanan jasa servis transportasi laut seiring dengan persaingan rantai pasok yang semakin ketat (Montoya, Torres et al., 2023). Banyaknya persaingan bisnis dan kompleksitas layanan

logistik dan distribusi membuat penyedia jasa transportasi ingin meningkatkan layanan untuk dapat bersaing dalam kompetisi di pasar (Ibne Hossain, 2023). Salah satu hal penting dalam layanan transportasi laut tidak terhindarkan dari masalah manajemen kontainer. Kesuksesan dalam manajemen kontainer salah satunya adalah mampu untuk memperkirakan berapa jumlah kontainer yang dibutuhkan dalam sistem dengan akurat

sehingga terhindarkan dari investasi tinggi untuk pengadaan kontainer. Sembilan puluh persen non-bulk kargo menggunakan transportasi dengan kontainer (Gaidai et al., 2023). Banyaknya permasalahan tertutupi oleh banyaknya kontainer yang disediakan sehingga banyaknya perpindahan kontainer kosong yang tidak berdampak langsung terhadap laba perusahaan bahkan sebaliknya membebani biaya logistik dan distribusi, yang pada akhirnya membuat perusahaan tidak bertahan dalam kompetisi yang sengit saat ini (Ouedraogo et al., 2022).

Pelayaran menjadi salah satu industri jasa yang berkembang saat ini, dimana bidang usahanya yaitu pengiriman barang. Sudah menjadi hal yang umum dalam mendistribusikan barang, perusahaan akan menggunakan kontainer atau peti kemas dalam jasa pengirimannya (Gaidai et al., 2023). Pengiriman dengan menggunakan kontainer lebih mudah prosesnya karena segala sesuatu prosedurnya diatur oleh perusahaan jasa pelayaran sedangkan pengirim hanya perlu memberikan keterangan lengkap seperti memberikan informasi alamat yang dituju kemudian informasi barang yang dikirim dan waktu pengiriman yang harus disesuaikan dengan jadwal yang ada pada perusahaan ekspedisi. Perusahaan jasa pelayaran dapat melayani banyak konsumen sekaligus karena mereka memakai kontainer berukuran besar dan dapat menggabungkan beberapa muatan dari konsumen untuk meningkatkan efisiensi (Kim et al., 2022).

Manajemen kontainer sangat dibutuhkan dalam bisnis pelayaran dikarenakan perusahaan forwarding harus mempunyai sistem manajemen untuk mengatur pergerakan kontainer untuk semua depo (Chen et al., 2022). Apabila sistem manajemen tidak baik maka akan terjadi ketidakseimbangan jumlah kontainer di depo yang satu dan yang lain, sangat mungkin terjadi penumpukan kontainer kosong di satu depo dan sementara terjadi kekurangan di depo yang lain. Oleh karena itu diperlukan suatu penelitian mengenai pengaturan dan sistem manajemen kontainer.

PT XYZ adalah perusahaan yang bergerak di bidang jasa pengiriman barang menggunakan kontainer. Pengiriman yang dilakukan tidak hanya antar kota, namun juga antar pulau bahkan antar negara. Saat ini PT XYZ memiliki permasalahan terhadap penggunaan kontainer yaitu dalam menentukan jumlah kontainer yang dibutuhkan untuk pemenuhan demand yang berfluktuatif pada masa yang akan datang. Penggunaan kontainer tersebut akan secara tidak langsung akan berpengaruh terhadap utilitas kontainer tersebut. Selama ini perusahaan menentukan kebutuhan penggunaan kontainer hanya berdasarkan pada perkiraan subyektif. Sampai saat ini perusahaan belum pernah melakukan penelitian atau kajian mengenai

permasalahan kebutuhan penggunaan kontainer tersebut. Berdasarkan pemaparan yang telah disampaikan di paragraph sebelumnya maka, penelitian ini mengembangkan model simulasi untuk mengetahui tingkat utilitas kontainer dan setelah itu akan memberikan saran untuk memperbaiki manajemen kontainer yang ada saat ini.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Biaya pengadaan kontainer adalah catuan biaya terpenting sebagai bagian dalam total biaya perusahaan perkapalan. Elemen dasar dari biaya kontainer meliputi investasi jangka panjang dan biaya operasional sehari-hari. Ketersediaan kontainer menjadi hal terpenting dalam operasional sehari-hari perusahaan perkapalan untuk menjamin kelancaran berjalannya muatan (Baştuğ et al., 2023). Perusahaan forwarding bertanggung jawab penuh atas ketersediaan kontainer dalam jumlah yang tepat dan dalam waktu yang diperlukan. Untuk sistem manajemen kontainer kosong diperlukan pengaturan yang tepat. Biaya yang terlibat adalah biaya peralatan, biaya penyimpanan, biaya distribusi dan biaya administrasi (JayaSudha & Jeyandhan, 2023).

Perusahaan perkapalan dapat beroperasi dengan cukup efektif apabila dapat mengintegrasikan sumber daya internal dan eksternal untuk dapat melakukan manajemen kontainer kosong (Emshoff & Freeman, 2023). Krisis akibat COVID-19 menyadarkan kita akan pentingnya manajemen kontainer kosong ini, yaitu terjadinya penumpukan kontainer kosong di beberapa negara tertentu karena terhambatnya jalur laut.

Kontainer yang mengikuti standar internasional biasanya berkarakteristik tahan air, terbuat dari besi, berkonstruksi tahan tekanan tinggi, desain yang fleksibel untuk moda transportasi kereta, air dan jalan darat. Ukuran kontainer tersedia dalam berbagai macam karakteristik termasuk kontainer umum, kontainer terbuka diatas, kontainer datar dan kontainer berpendingin. Ukuran standar untuk ukuran luar kontainer adalah dengan panjang 20, 30 atau 45 feet dengan lebar 8, 8,5 dan 9,5 feet (Lun et al., 2010).

Simulasi adalah tiruan sistem dinamis menggunakan model komputer untuk mengevaluasi dan memperbaiki

performansi sistem (Rotunno et al., 2023). Ide awal dari simulasi adalah untuk meniru situasi dunia nyata secara matematis, kemudian mempelajari sifat dan karakter operasionalnya dan akhirnya membuat kesimpulan dan membuat keputusan berdasarkan hasil dari simulasi (Wang & Demeulemeester, 2023). Dengan cara ini, sistem di dunia nyata tidak disentuh atau dirubah sampai keuntungan dan kerugian dari apa yang menjadi kebijakan utama suatu keputusan di uji cobakan dalam sistem model.

Sebuah sistem antrian suatu manufaktur, dimana bahan baku datang dan akan diproses pada sebuah mesin kemudian meninggalkan sistem tersebut. Jika komponen (blank part) datang dan mesin menganggur maka komponen segera diproses, tetapi jika mesin sibuk maka komponen tersebut akan masuk kedalam antrian (queue) untuk menunggu. Setelah server menganggur maka komponen yang menunggu akan diproses sesuai dengan aturan first in-first out. Dengan pemodelan dapat diketahui, jumlah komponen yang dapat diproses selama waktu tertentu, rata-rata waktu tunggu sebuah komponen dalam antrian, waktu maksimum dalam antrian, jumlah maksimum komponen yang menunggu dalam antrian, rata-rata dan maksimum flow time dan utilitas alat (Collins et al., 2023).

Langkah-langkah dalam melakukan simulasi adalah sebagai berikut (Banks, 2010):

1. Formulasi permasalahan;
2. Melakukan penetapan tujuan dari proyek;
3. Konseptualisasi model;
4. Pengumpulan data;
5. Penetapan model;
6. Verifikasi dan validasi;
7. Desain untuk melakukan percobaan;
8. Menjalankan program dan analisis;
9. Menjalankan replikasi simulasi;
10. Dokumentasi dan pelaporan;
11. Implementasi

Verifikasi berkaitan dengan penyusunan model yang benar. Verifikasi digunakan untuk membandingkan model konseptual dengan model simulasi yang dibuat di dalam program komputer. Verifikasi berguna untuk menjamin bahwa model simulasi komputer mempresentasikan konseptual model yang dimaksudkan.

Sedangkan validasi berkaitan dengan penyusunan model yang mempresentasikan sistem nyata. Verifikasi merupakan proses secara keseluruhan untuk membandingkan perilaku model dengan sistem nyatanya. Proses validasi model terdiri dari tiga langkah yaitu face validity, validasi asumsi model dan validasi input-output.

### 3. METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian dimulai dengan pengumpulan data yang terdiri dari data permintaan, waktu layanan sebagai berikut:

1. Pengumpulan Data  
Pada tahap ini dilakukan pengambilan data yang diperoleh dari pihak PT XYZ. Data tersebut adalah demand, waktu pelayanan, waktu tunggu, jarak, kapasitas kontainer, lokasi pengiriman demand (routing). Lalu data tersebut dilakukan uji distribusi dengan menggunakan stat-fit.
2. Pemodelan waktu loading/unloading terhadap volume
3. Pembuatan Model Simulasi  
Pada tahap ini dilakukan pembuatan model simulasi berdasarkan konsep atau bisnis proses pergerakan kontainer yang dimiliki oleh PT XYZ.
4. Input Modeling  
Pada tahap ini dilakukan penentuan variable input dan output dari simulasi. Data yang diperoleh seperti demand, waktu loading/unloading, waktu antar kedatangan, regular customer liner service, kapasitas kontainer, waktu pelayanan di dermaga, lama perjalanan, kapasitas kontainer, kapasitas depo-tujuan terminal, kapasitas vessel untuk tiap tujuan dan lokasi pengiriman demand (routing) akan degenerate mengikuti beberapa distribusi probabilitas tertentu. Kemudian akan dilakukan uji kesesuaian data dengan Kolmogorov Smirnov untuk menentukan distribusi probabilitasnya dengan membandingkan frekuensi teoritis atau frekuensi yang diharapkan. Output dari simulasi ini merupakan perhitungan utilitas kontainer dan jumlah kebutuhan kontainer.
5. Pembuatan program simulasi

Pada tahap ini dilakukan pembuatan software simulasi dengan menggunakan Delphi. Software tersebut digunakan untuk me-running simulasi dengan berbagai kombinasi inputan dan menghasilkan berbagai kemungkinan output.

6. Verifikasi dan validasi Model

Pada tahap ini akan dilakukan verifikasi terhadap model yaitu dengan cara memeriksa kesesuaian hasil seperti semua tujuan dapat disinggahi artinya terdapat 12 rute pengiriman, tidak melanggar alur pengiriman, tidak ada kontainer yang hilang dan perhitungan total keseluruhan kontainer. Setelah proses verifikasi selesai, maka peneliti akan melakukan validasi. Validasi program dilakukan dengan uji hipotesa untuk membandingkan output demand yang dimiliki perusahaan dengan hasil simulasi.

7. Menjalankan program simulasi

Dari semua data yang diperoleh, akan digunakan sebagai inputan untuk menjalankan simulasi dengan bantuan software. Running simulasi dilakukan sebanyak 30 replikasi.

8. Analisa dan Evaluasi Data

Pada tahap ini dilakukan pengevaluasian dan penganalisaan terhadap hasil yang telah diperoleh dari pengolahan data. Hal yang dianalisa adalah utilitas dari kontainer yang ada dengan berbagai simulasi yang dilakukan.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pencarian distribusi demand dan waktu antar kedatangan dapat dilakukan dengan berbagai macam cara, salah satunya adalah dengan menggunakan stat-fit. Penggunaan stat-fit cukup mudah karena hanya dengan memasukkan data demand dan waktu yang telah diperoleh lalu cukup di-fit saja, maka akan ditampilkan beberapa alternatif distribusi yang dapat dipilih. Data waktu antar kedatangan dan data demand setelah diolah dengan menggunakan stat-fit adalah sebagai berikut (Tabel 1).

**Tabel 1.** Distribusi demand dan waktu

Proses	Distribusi	Parameter
Demand	Exponential	$E(0,05;94,5)$ $\mu = 94,5$ $\lambda = 0,0106$
Waktu Antar Kedatangan	Normal	$N(1,73;0,95)$ $\mu = 1.73;$ $\sigma = 0.95$

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa untuk demand, distribusi yang digunakan adalah distribusi exponential dengan parameter nilai  $\lambda = 0,0106$  sedangkan distribusi untuk waktu antar kedatangan adalah distribusi normal dengan parameter  $\mu = 1.73$  dan  $\sigma = 0.95$ .

Dari data demand yang ada dikelompokkan berdasarkan lokasi tujuan pengiriman, kemudian demand dari setiap lokasi tujuan pengiriman yang telah diakumulasi dibagi dengan total keseluruhan demand sehingga diperoleh probabilitas untuk pengalokasian demand ke lokasi tujuan pengiriman. Berikut ini merupakan tabel perhitungan probabilitas untuk setiap lokasi pengiriman (Tabel 2).

**Tabel 2.** Pengalokasian demand untuk tujuan pengiriman

	Volume	Prob	%Prob
Makassar	13227,06	0,3401	34,01
Benoa	1602,337	0,0412	4,12
Kumai	1384,543	0,0356	3,56
Kendari	2395,727	0,0616	6,16
Pantoloan	3134,669	0,0806	8,06
Belawan	4620,33	0,1188	11,88
Banjarmasin	5759,856	0,1481	14,81
Dili	1423,435	0,0366	3,66
Kupang	3581,923	0,0921	9,21
Samarinda	941,1784	0,0242	2,42
Sampit	805,0576	0,0207	2,07
Palu	15,55667	0,0004	0,04

Dari tabel 2 diatas dapat dilihat prosentase probabilitas untuk masing-masing rute tujuan pengiriman. Rute yang dipakai sebanyak 12 rute pengiriman domestik.

Berikut adalah hasil pemodelan antara waktu loading/unloading dengan volume (Gambar 1).

The regression equation is  
 $WL/U = 3,22 + 0,0110 \text{ Volume}$

Predictor	Coef	SE Coef	T	P
Constant	3,2186	0,1778	18,10	0,000
Volume	0,010972	0,003507	3,13	0,000

S = 0,927      R-Sq = 53,6%      R-Sq(adj) = 53,0%

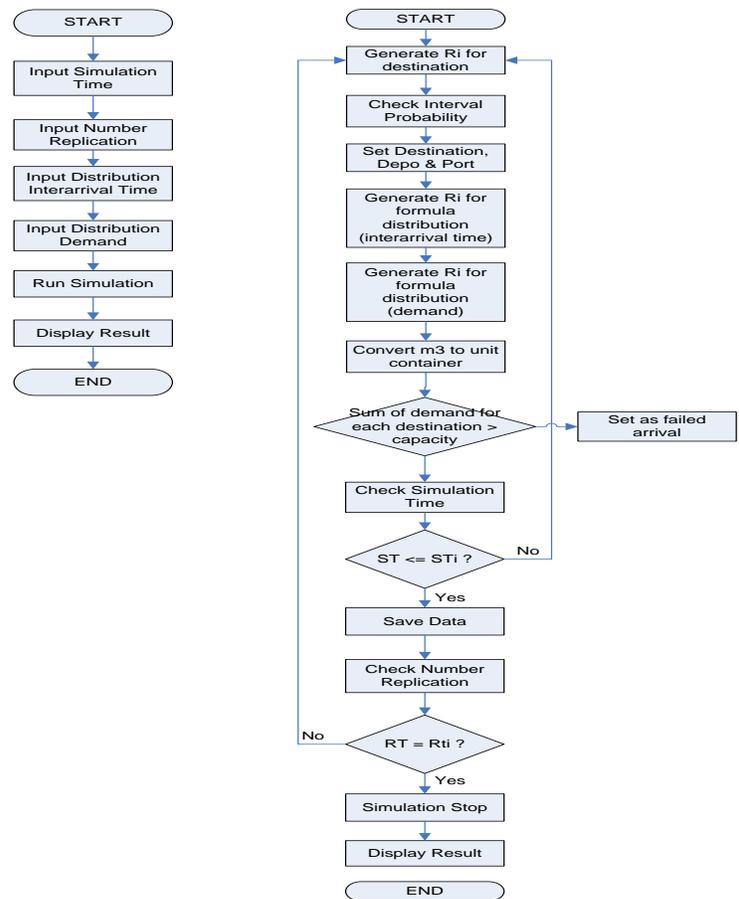
Analysis of Variance

Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	526,646	526,646	406,99	0,000
Residual Error	280	362,103	1,294		
Total	281	888,749			

**Gambar 1.** Pemodelan regresi waktu loading/unloading

Regresi pada gambar 1 diatas merupakan model terbaik untuk waktu loading/unloading setelah dikurangi data outlier. Kemudian untuk evaluasi kelayakan model dilakukan uji terhadap standardized residual dari model yang terbentuk. Standardized residual yang diperoleh telah diuji dan dapat dikatakan residual hasil regresi memenuhi syarat Identical Independent Distribution Normal.

Pembuatan model simulasi berdasarkan konsep atau bisnis proses pergerakan kontainer yang dimiliki oleh PT XYZ, flowchart program simulasi dapat dilihat di Gambar 2. Terdapat 3 depo yaitu Prapat Kurung dengan kapasitas 1399, Tanjung Batu dengan kapasitas 1828 dan Tanjung Tembaga dengan kapasitas 1068 dan 3 terminal yaitu Terminal Nilam, Terminal Mirah, dan Terminal Berlian. Rute pengiriman yang digunakan yaitu Banjarmasin, Kupang, Palu, Kendari, Kumai, Samarinda, Sampit, Belawan, Makassar, Dili, Benoa dan Pantoloan.



**Gambar 2.** Flowchart program simulasi

Dari bisnis proses yang ada, bagian yang akan dimodelkan sebagai berikut: customer akan membawa barang ke depo dengan waktu antar kedatangan berdistribusi normal dan demand berdistribusi exponential. Terdapat 3 depo yang tersedia yaitu depo Prapat Kurung, Tanjung Tembaga, dan Tanjung Batu. Di depo barang tersebut akan dimasukkan kedalam kontainer dengan menggunakan persamaan regresi untuk menghitung waktu loading/unloading = 3,22 + 0,011 volume. Kemudian kontainer tersebut akan dibawa ke pelabuhan sesuai dengan service time yang ada untuk tiap lokasi tujuan pengiriman.

Terminal yang digunakan ada 3 yaitu Terminal Berlian, Mirah, dan Nilam. Untuk penentuan lokasi terminal dan depo bergantung pada tujuan pengiriman. Ada 12 rute yang akan digunakan dalam simulasi yaitu Banjarmasin (34,01%), Kupang (9,21%), Palu (0,04%), Kendari (6,16%), Kumai (3,56%), Samarinda (2,42%), Sampit (2,07%), Belawan (11,88%), Makassar (34,01%), Dili

(3,66%), Benoa (4,12%), dan Pantoloan (8,06%). Apabila tujuan pengiriman Banjarmasin, Kupang, Palu dan Kendari maka akan dilayani oleh depo Prapat Kurung dan akan dibawa ke Terminal Mirah. Sedangkan untuk tujuan pengiriman Kumai, Samarinda, Sampit dan Belawan akan dilayani oleh depo Tanjung Batu dan dibawa ke Terminal Nilam. Rute yang terakhir adalah Makassar, Dili, Benoa dan Pantoloan yang akan dilayani oleh depo Tanjung Tembaga dan kemudian dibawa ke Terminal Berlian. Waktu pelayanan bongkar/muat di pelabuhan untuk meletakkan kontainer ke vessel menggunakan formula 30 kontainer/jam. Setelah itu vessel akan diberangkatkan sesuai dengan tujuan pengiriman. Proses pembuatan model akan dilakukan dengan software Delphi. Input yang diperlukan adalah data kapasitas vessel, waktu pelayaran, tujuan pengiriman, kapasitas dan jumlah depo, probabilitas pengiriman, formulasi distribusi regresi dan waktu bongkar muat dan random number (Ri).

Verifikasi dan validasi dilakukan dengan cara mengamati apakah sistem yang dibuat telah sesuai dengan keadaan nyata perusahaan. Misalnya jumlah depo, jumlah terminal dan rute pengiriman apakah juga telah ada dalam sistem yang telah dibuat. Selain itu, apakah depo dan terminal sudah sesuai dengan tujuan pengiriman. Verifikasi sebagai berikut di bawah ini:

- Semua tujuan dapat disinggahi, artinya terdapat 12 rute pengiriman, tidak melanggar alur pengiriman, tidak ada kontainer yang hilang, perhitungan total keseluruhan kontainer dan failed arrival.
- Tidak melanggar alur pengiriman, artinya rute pengiriman sesuai dengan depo dan terminal yang harus dilewati. Tujuan pengiriman Banjarmasin, Kupang, Palu dan Kendari harus melewati DPK dan Mirah. Sedangkan tujuan pengiriman Kumai, Samarinda, Sampit dan Belawan harus melewati DTB dan Nilam dan apabila tujuan pengiriman Makassar, Dili, Benoa dan Pantoloan harus melewati DTT dan Berlian. Selain itu juga dapat dilihat bahwa jumlah kontainer di depo sama dengan jumlah kontainer di pelabuhan.
- Tidak ada kontainer yang hilang, jumlah kontainer yang berada di depo sama dengan jumlah kontainer yang berada di lokasi pengiriman.
- Adanya pembatas kapasitas depo.

Setelah dilakukan verifikasi dan validasi kemudian dilakukan running experiment sebagai berikut:

- Simulasi dijalankan selama 30 hari dengan menggunakan semua distribusi untuk waktu antar kedatangan dan demand sebagai parameter simulasi (sesuai dengan hasil stat fit) dan kemudian dilakukan analisis performance throughput. Distribusi untuk waktu antar kedatangan adalah weibull, normal dan exponential dan distribusi untuk demand adalah weibull dan exponential.
- Dilakukan simulasi selama 30 hari untuk mengetahui jumlah kebutuhan kontainer dengan waktu antar kedatangan berdistribusi normal dan demand berdistribusi exponential (sesuai dengan kondisi perusahaan).
- Simulasi dijalankan selama 30 hari dengan replikasi sebanyak 30 kali untuk mengetahui interval kebutuhan kontainer.

Selanjutnya dilakukan simulasi selama 30 hari untuk penentuan jumlah kebutuhan kontainer. Dari hasil simulasi total kontainer yang dibutuhkan adalah 1360 kontainer. Sedangkan untuk %partially occupied depo Tanjung Tembaga = 38,2% dengan rata-rata waktu loading/unloading 4,77 jam, Tanjung Batu = 17,78% dengan rata-rata waktu loading/unloading 4,44 jam dan Prapat Kurung = 29,16% dengan rata-rata waktu loading/unloading 3,8 jam.

Total kontainer untuk masing-masing tujuan pengiriman adalah Banjarmasin = 269 kontainer, Belawan = 210 kontainer, Benoa = 27 kontainer, Dili = 69 kontainer, Kendari = 80 kontainer, Kumai = 36 kontainer, Kupang = 278 kontainer, Makassar 199 kontainer, Pantoloan = 113 kontainer, Samarinda = 44 kontainer dan Sampit = 35 kontainer. Jumlah kontainer aktif yang dimiliki perusahaan saat ini adalah 10.434 kontainer dengan 20 rute pengiriman. Sedangkan untuk 12 rute pengiriman dialokasikan sekitar 30% dari total keseluruhan kontainer yaitu 3130 kontainer. Maka dapat disimpulkan dari hasil simulasi jumlah kebutuhan kontainer selama 1 bulan dibutuhkan sebanyak 1360 kontainer untuk 12 rute pengiriman. Sedangkan kontainer yang tersedia untuk 12 rute tersebut adalah 3130 kontainer. Sehingga kontainer tidak terpakai adalah sebesar 56,46 %.

## 5. KESIMPULAN

Dari hasil simulasi jumlah kebutuhan kontainer selama satu bulan adalah 1360 kontainer untuk 12 rute yang harus dijalani. Sedangkan kontainer yang tersedia untuk 12 rute tersebut adalah 3130 kontainer, sehingga utilitas kontainer saat ini hanya 43.54 %. Terkait dengan investasi kontainer yang cukup tinggi, disarankan untuk

memberikan allowance yang cukup untuk perputaran kontainer, selain itu kontainer dapat dialokasikan untuk rute yang lain sehingga tidak diperlukan investasi kontainer yang baru apabila manajemen kontainer dapat diperbaiki. Selain daripada itu, diperlukan penelitian simulasi lanjutan untuk mengetahui berapa allowance yang diperlukan untuk pergerakan kontainer kosong agar efektivitas modal investasi kontainer dapat ditingkatkan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Banks, J. (2010). *Discrete-event system simulation* (5th ed.). Prentice Hall.
- Baştuğ, S., Haralambides, H., Akan, E., & Kiraci, K. (2023). Risk mitigation in service industries: A research agenda on container shipping. *Transport Policy*, 141, 232–244. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2023.07.011>
- Chen, J., Zhuang, C., Xu, H., Xu, L., Ye, S., & Rangel-Buitrago, N. (2022). Collaborative management evaluation of container shipping alliance in maritime logistics industry: CKYHE case analysis. *Ocean & Coastal Management*, 225, 106176. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2022.106176>
- Collins, A. J., Sabz, A. P. F., & Jordan, C. A. (2023). Past challenges and the future of discrete event simulation. *The Journal of Defense Modeling and Simulation*, 20(3), 351–369.
- Emshoff, J. R., & Freeman, R. E. (2023). Stakeholder management: a case study of the US Brewers Association and the container issue. In *R. Edward Freeman's Selected Works on Stakeholder Theory and Business Ethics* (pp. 29–59). Springer.
- Gaidai, O., Yakimov, V., Wang, F., Hu, Q., Storhaug, G., & Wang, K. (2023). Lifetime assessment for container vessels. *Applied Ocean Research*, 139, 103708. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.apor.2023.103708>
- Ibne Hossain, N. U. (2023). Smart Transportation Logistics: Achieving Supply Chain Efficiency with Green Initiatives. In *Data Analytics for Supply Chain Networks*. (Vol. 11, pp. 243–258). Springer International Publishing AG. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-29823-3\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-031-29823-3_10)
- JayaSudha, A. R., & Jeyandhan, D. (2023). Chemical Container Management System. *Journal of Advancement in Parallel Computing*, 6(1), 36–43.
- Kim, G., Lee, E., & Kim, B. (2022). Strategic port management by consolidating container terminals. *The Asian Journal of Shipping and Logistics*, 38(1), 19–24. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ajsl.2021.11.003>
- Lun, Y. H. V., Lai, K., Cheng, T. C. E., & Yang, D. (2010). *Shipping and logistics management*. Springer.
- Montoya Torres, J., Muñoz, V., & Mejia, A. C. (2023). Mapping research in logistics and supply chain management during COVID-19 pandemic. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 26(4), 421–441. <https://doi.org/10.1080/13675567.2021.1958768>
- Ouedraogo, C. A., Montarnal, A., & Gourc, D. (2022). Multimodal container transportation traceability and supply chain risk management: a review of methods and solutions. *International Journal of Supply and Operations Management*, 9(2), 212–234.
- Rotunno, G., Lo Zupone, G., Carnimeo, L., & Fanti, M. P. (2023). Discrete event simulation as a decision tool: A cost benefit analysis case study. *Journal of Simulation*, 1–17.
- Wang, L., & Demeulemeester, E. (2023). Simulation optimization in healthcare resource planning: A literature review. *Iise Transactions*, 55(10), 985–1007.