

**PEMODELAN ANTRIAN PADA PROSES BONGKAR MUAT BARANG
DIGUDANG PT. KAMADJAJA LOGISTIK MENGGUNAKAN
SOFTWARE ANYLOGIC**

Ferry Christian¹, Juanita Kintan Paramavidya², Hendra³
Fakultas Logistik, Teknologi, dan Bisnis, Universitas Logistik & Bisnis
Internasional

Correspondence		
Email:	No. Telp:	
Submitted 26 Desember 2023	Accepted 29 Desember 2023	Published 5 Januari 2024

ABSTRAK

PT *Kamadjaja Logistics* atau K-LOG merupakan anggota dari perusahaan *Kamadjaja Group*. Dalam *Kamadjaja Group*, K-LOG merupakan perusahaan yang bergerak secara khusus dalam *supply chain management*. K-LOG bertindak sebagai perusahaan *Third Party Logistic* atau 3PL. Suatu perusahaan menggunakan 3PL dengan beberapa pertimbangan akan untungnya bekerja sama dengan 3PL, yang mana perusahaan tersebut dapat fokus pada inti bisnis, meningkatkan efisiensi, memperbaiki pelayanan konsumen, mengurangi biaya transportasi dan restrukturasi *supply chain*. Pelayanan yang lambat dapat berdampak terhadap kepuasan pelanggan bahkan dapat mempengaruhi biaya operasional dan pendapatan perusahaan sehingga diperlukan manajemen pergudangan yang baik, terlebih dalam sistem pelayanan bongkar muat truk. Salah satu metode yang digunakan adalah teori antrian untuk menganalisis suatu sistem pelayanan yang di kombinasikan dengan menggunakan *software AnyLogic*. Simulasi menggunakan tiga skenario, yaitu kondisi awal, tingkat pelayanan lebih besar dibandingkan dengan tingkat kedatangan, serta meningkatkan nilai di skenario kedua menjadi dua kali lipat. Hasil simulasi menunjukkan skenario yang terbaik ialah skenario kedua dimana truk yang antri sebanyak 12,9 unit per hari sedangkan sistem dapat melayani 24,6 unit per hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa simulasi dinamika sistem dapat digunakan untuk membantu memahami model antrian truk pada K-LOG.

Kata kunci: 3PL, Teori Antrian, Sistem Dinamis

Pendahuluan

Pergerakan arus barang dari produsen ke konsumen membutuhkan pengelolaan logistik (*logistics management*) yang baik, antara lain: dapat dilacak (*traceability*), tepat waktu (*on-time*), dan efisien (Waters, 2003). Hal ini karena dalam manajemen mata rantai (*supply chain management*) arus barang tersebut melibatkan banyak aktivitas dan pihak, mulai dari produksi, pengelolaan gudang, pengelolaan transportasi (darat, laut, udara), dan pengelolaan distribusinya.

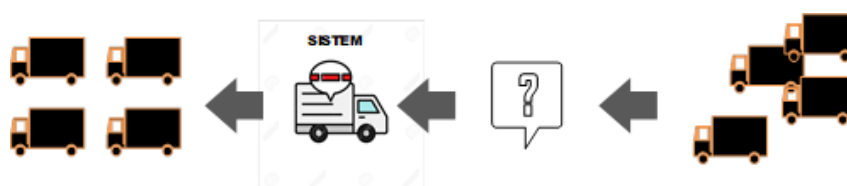
Supply chain merupakan aktivitas terintegrasi dalam perusahaan maupun antar perusahaan, sehingga permasalahan yang timbul pada satu aktivitas *supply chain* akan memiliki dampak yang signifikan terhadap profitabilitas, bukan hanya pada satu perusahaan, tetapi berpotensi di banyak perusahaan yang terlibat dalam semua proses *supply chain* tersebut (Osborn & Nault, 2012). Salah satu perusahaan yang memiliki kegiatan dalam andil *supply chain management* ialah PT *Kamadjaja Logistics* (selanjutnya disingkat 'K-LOG'). K-LOG merupakan anggota dari perusahaan *Kamadjaja Group*. Dalam *Kamadjaja Group*, K-LOG merupakan perusahaan yang bergerak secara khusus dalam *supply chain management*. Kedudukannya dalam *supply chain management*, K-LOG bertindak sebagai perusahaan *Third Party Logistic* atau yang sering disebut dengan 3PL. *Third Party Logistic* adalah perusahaan yang melakukan dan menyediakan aktivitas logistik di beberapa fasilitas dalam *supply chain* (Jin Wu, 2006). Suatu perusahaan menggunakan 3PL dengan beberapa pertimbangan akan untungnya bekerja sama dengan 3PL, salah satunya adalah perusahaan tersebut dapat fokus pada inti bisnis, meningkatkan efisiensi, memperbaiki pelayanan konsumen, mengurangi biaya transportasi dan restrukturasi *supply chain*. K-LOG sebagai 3PL menyediakan jasa logistik

terintegrasi pada proses gudang, transportasi, dan pengelolaan barang.

K-LOG melakukan kontrak logistik dengan beberapa perusahaan lainnya dengan memberikan fasilitas dan pelayanandalam mengelola barang perusahaan tersebut. Salah satu fasilitas yang ada adalah gudang. Gudang merupakan bangunan untuk menyimpan barang, sedangkan pergudangan adalah kegiatan pelayanan atau aktivitas menyimpan barang. Pelayanan yang diberikan dalam gudang K-LOG antara lain proses *receiving*, yaitu pelayanan menerima *pallet* yang berisi barang ke *staging area*, proses *unloading*, yaitu proses bongkar *pallet* dari truk ke *staging area*, proses pengecekan yang mencakup cek dokumen dan fisik, lalu proses *racking*, yaitu pemindahan *pallet* dari *aisle* menuju rak yang tersedia di dalam gudang. Gudang dan pergudangan penting bagi perusahaan karena salah satu pelayanan yang penting dalam proses logistik. Kondisi yang terjadi di lapangan sering kali menunjukkan bahwa aktivitas penerimaan barang belum terlaksana dengan baik sehingga seringkali truk atau pelanggan harus menunggu dan terjadi antrian.

Akibat permasalahan tersebut, diperlukan penelitian untuk mengoptimalkan sistem pelayanan sehingga tidak terjadi antrian yang menumpuk pada sistem. Salah satu metode yang digunakan adalah teori antrian untuk menganalisis suatu sistem pelayanan. Teori antrian yang ditemukan pada tahun 1953 oleh Erlang sudah dimanfaatkan untuk analisis masalah antrian dalam berbagai bidang. May (2012) mengembangkan teori antrian untuk sistem pengangkutan barang tambang ke dalam truk dan membuat model antrian untuk empat komponen utama, yaitu pemuatan, pengangkutan muatan, pembuangan, dan pengangkutan tanpa muatan kembali ke *loader*; kemudian dimodelkan bersama sebagai *server* dalam satu antrian siklik jaringan, Akinnuli & Olugbade (2014) mengembangkan model antrian untuk menganalisis performansi pengisian bensin untuk kendaraan bermotor yang memiliki sistem saluran ganda dan pelayanan ganda, Modi, et al. (2019) mengembangkan metode riset operasi untuk mengoptimalkan operasional dalam gudang dengan mengoptimalkan waktu bongkar/muat truk, dan Stahlbuhk, Shrader, & Modiano (2018) mengembangkan teori antrian dalam dunia penambangan untuk memodelkan sistem penyediaan layanan untuk permintaan yang muncul secara acak dan memprediksi perilaku sistem pada transportasi pertambangan.

Adapun digunakan *Rich Picture Diagram* untuk menjelaskan situasi masalah. Definisi dari *Rich Picture Diagram* itu sendiri merupakan alat yang sangat ideal untuk mengkomunikasikan situasi masalah yang rumit dengan penggunaan gambar/objek sehingga memudahkan dalam memahami permasalahan yang ada. Berikut dibawah ini merupakan gambar *Rich Picture Diagram* (RPD) untuk permasalahan di PT. Kamadjaja Logistics.

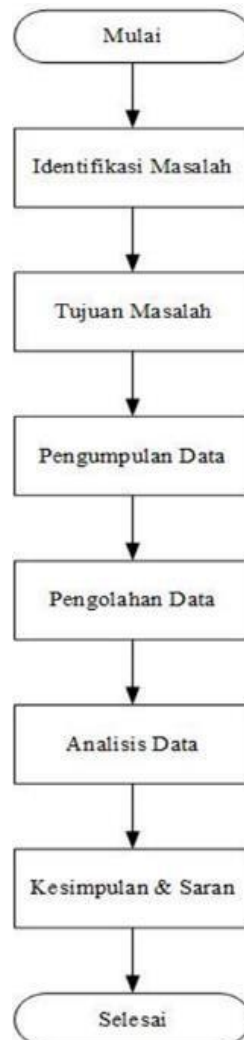


Gambar 1 Rich Picture Diagram

Dari gambar 1 diatas yang merupakan RPD yang menggambarkan permasalahan yang terjadi, maka dapat diketahui bahwa truk-truk yang membawa muatan ke gudang KLOG dalam kedatangannya masih menimbulkan antrian untuk membawa dan/atau menurunkan muatan ke dalam gudang. Karena masih menimbulkan antrian itulah maka diketahui permasalahan yang terjadi secara garis besar yaitu apakah sistem yang mengelola dan menangani kedatangan/bongkar muat barang telah optimal atau belum.

Metode Penelitian

Ruang lingkup penelitian dilakukan pada gudang K-LOG Cibitung divisi RSE-ULI lebih tepatnya pada proses bongkarmuat truk. Berikut ini langkah-langkah penyelesaian masalah:



Gambar 2 Metodologi Penelitian Proses

Penelitian dimulai dari identifikasi masalah yang mana dilakukan untuk mengetahui situasi dan kondisi yang sebenarnya berdasarkan fakta-faktamaupun teori yang menyangkut dengan permasalahan, yang dilanjutkan dengan penentuan tujuan penelitian, pengumpulan data dimana dilakukan dengan menggunakan rumus teori antrian dan mengaplikasikannya menjadi sebuah model di *software AnyLogic*, proses analisis serta pembuatan kesimpulan dan saran.

Hasil dan Pembahasan

Untuk antrian dan pelayanan yang terjadi di PT *Kamadjaja Logistics* jika dibandingkan dengan keempat konfigurasi sistem antrian maka diketahui merupakan *Single Channel Single Phase System (M/M/1)*. Pada model antrian tersebut berarti hanya ada satu jalur yang memasuki satu sistem pelayanan atau ada satu fasilitas pelayanan. Contohnya adalah kantor pos yang hanya mempunyai satu loket pelayanan dengan satu jalur antrian (Kakiay, 2004).

Pada tabel 1 dibawah ini memberikan informasi mengenai waktu kedatangan atau tingkat kedatangan trukper jam di 18 hari yang berbeda. Perhitungan untuk waktu kedatangan didapatkan dari jumlah truk dibagi dengan jam operasional pada gudang bongkar muat PT. *Kamadjaja Logistics* (waktu operasional per harinya adalah 16 jam yang dimulai dari jam 08.00 - 24.00) sehingga mendapatkan hasil waktu satu (1) truk dalam berapa jam untuk datang.

Tabel 1 Waktu Kedatangan Truk

No	Tanggal	Jumlah Truk	Waktu Kedatangan
			Truk/Jam
1	16-07-2018	14	0.88
2	17-07-2018	21	1.31
3	18-07-2018	16	1.00
4	19-07-2018	17	1.06
5	20-07-2018	15	0.94
6	21-07-2018	11	0.69
7	23-07-2018	14	0.88
8	24-07-2018	12	0.75
9	25-07-2018	19	1.19
10	26-07-2018	18	1.13
11	27-07-2018	15	0.94
12	28-07-2018	10	0.63
13	30-07-2018	16	1.00
14	31-07-2018	13	0.81
15	01-08-2018	15	0.94
16	02-08-2018	18	1.13
17	03-08-2018	17	1.06
18	04-08-2018	12	0.75
Rata-rata		15.17	0.95

Dan untuk tabel 2 dibawah memberikan informasi mengenai waktu pelayanan truk di gudang dengan menggunakan waktu pelayanan dari 20 truk yang berbeda.

Tabel 2 Waktu Pelayanan Truk

Truk No	Tanggal	Total pallet	Pallet/ Detik	Pallet/ Jam	Truk/ Jam	Truk/ Menit
1	16-07-2018	60	23	0,006	0,38	22,8
2	16-07-2018	89	31	0,009	0,77	46,3
3	16-07-2018	92	34	0,010	0,87	52,4
4	16-07-2018	88	30	0,008	0,73	44,0
5	16-07-2018	87	42	0,012	1,02	60,9
6	16-07-2018	50	67	0,019	0,93	56,0
7	16-07-2018	43	52	0,015	0,62	37,4
8	16-07-2018	14	93	0,026	0,36	21,7
9	16-07-2018	170	26	0,007	1,22	73,1
10	16-07-2018	59	63	0,018	1,03	62,0

11	16-07-2018	55	52	0,015	0,80	47,9
12	16-07-2018	42	78	0,022	0,91	54,6
13	16-07-2018	20	72	0,020	0,40	24,0
14	16-07-2018	40	49	0,014	0,55	32,8
15	17-07-2018	39	57	0,016	0,62	37,1
16	17-07-2018	54	72	0,020	1,08	64,8
17	17-07-2018	48	32	0,009	0,42	25,4
18	17-07-2018	185	29	0,008	1,48	88,8
19	17-07-2018	41	68	0,019	0,77	46,3
20	17-07-2018	85	52	0,015	1,23	74,0
Total		1361	17,04	0,284	16,20	972,20
Mean		68,05	0,852	0,0142	0,81	48,61

Data yang digunakan didapatkan dari skripsi fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, program studi Matematika, Universitas Padjadjaran di tahun 2019 yang berjudul “Penerapan Model Antrian pada Proses Bongkar Muat di Gudang PT. *Kamadjaja Logistics*”. Skripsi tersebut dibuat oleh Ignatius Abraham Enga Tifaona. Data yang digunakan dari skripsi tersebut berada di bagian lampiran, dan merupakan data primer (mentah). Data yang digunakan juga tidak semua karena menyesuaikan dengan kebutuhan untuk pemodelan sistem kedatangan truk.

Berikut pada gambar 3 dibawah ini ialah persamaan antrian untuk model M/M/1 (Heizer & Render, 2001).

λ = Jumlah rata-rata kedatangan per periode waktu.	
μ = Jumlah rata-rata orang atau barang yang dilayani per periode waktu (rata-rata tingkat layanan).	
$L_s = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$ (3-1)	Jumlah rata-rata unit (konsumen) di dalam sistem (tunggu dan akan dilayani).
$W_s = \frac{1}{\mu - \lambda}$ (3-2)	Waktu rata-rata unit yang dihabiskan di dalam sistem.
$L_q = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$ (3-3)	Jumlah rata-rata unit yang menunggu di dalam antrian.
$W_q = \frac{\lambda}{\mu(\mu - \lambda)}$ (3-4)	Waktu rata-rata unit yang dihabiskan untuk menunggu di dalam antrian.
$\rho = \frac{\lambda}{\mu}$ (3-5)	Utilisasi faktor untuk sistem.
$P_0 = 1 - \frac{\lambda}{\mu}$ (3-6)	Probabilitas 0 unit di dalam sistem (unit layanan menganggur).
$P_{n>k} = \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^{k+1}$ (3-7)	Probabilitas lebih dari k unit di dalam sistem, saat n adalah jumlah unit dalam sistem.

Gambar 3 Persamaan Teori Antrian

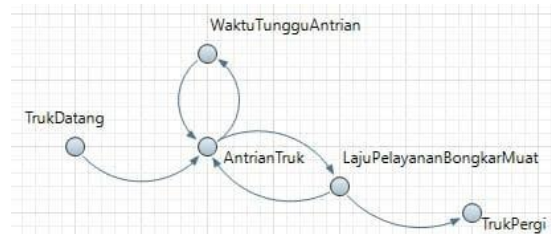
Formulasi Model

Setelah dilakukan pengumpulan data, yang dilakukan selanjutnya adalah melakukan pembuatan program/model simulasi sistem dinamis dengan menggunakan *software Anylogic*. *Anylogic* itu sendiri adalah perangkat lunak yang menyediakan antarmuka grafis yang membantu proses memodelkan lingkungan yang kompleks, seperti manufaktur dan rantai

pasok, perawatan kesehatan, pertambangan, atau lalu lintas jalan, sistem pemertahanan dan masih banyak lagi (Grigoryev, 2018).

Proses pembuatan model dilakukan dengan membuat *Causal Loop Diagram* terlebih dahulu dan kemudian dilakukan pembuatan *Stock Flow Diagram*. Vennix, (2001) menguraikan secara sederhana tentang salah satu perangkat yang digunakan dalam pemodelan yaitu *Causal Loop Diagram* (CLD). CLD menyatakan hubungan sebab akibat di antara sekumpulan variabel yang berjalan di dalam sistem. Elemen dasar CLD terdiri atas variabel (faktor) dan panah (*link*). Salah satu kelebihan metodologi *casual loop* adalah kemampuannya yang dapat memasukkan variabel-variabel kualitatif dalam pendekatan *system thinking*.

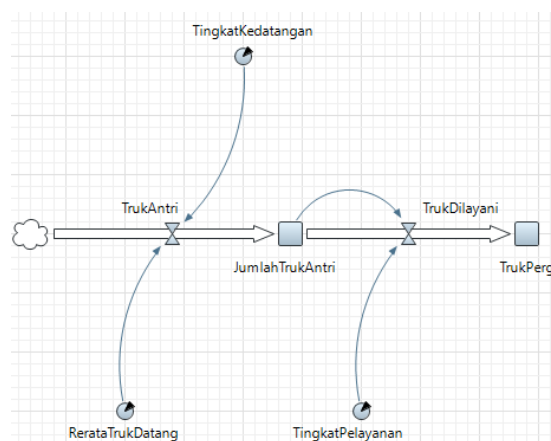
Pada gambar 4 berikut ini merupakan *Causal Loop Diagram* untuk permasalahan di K-LOG.



Gambar 4 Causal Loop Diagram

Dapat di lihat dari gambar 4 di atas terdapat sebuah *Causal Loop Diagram* dimana proses yang bermula dari kedatangan truk kemudian berlanjut ke sebuah sistem antrian di sistem tersebut truk yang baru datang akan antri untuk menunggu giliran untuk melaju ke tahap pelayanan bongkar muat setelah masuk ke tahapan bongkar muat lalu truk pergi.

Selanjutnya adalah pembuatan *Stock Flow Diagram*, adapun *Stock Flow Diagram* (SFD) merupakan pengembangan dari *Causal Loop Diagram* (CLD) yang digambarkan dalam diagram yang terdiri dari dua (2) jenis variabel yaitu *stock (level)* dan *flow (rate)* di dalam pemodelan sistem dinamik. *Stock (level)* dan *Flow (Rate)* digunakan dalam merepresentasikan aktivitas pada suatu lingkaran umpan-balik. Berikut ini ialah *Stock Flow Diagram* untuk permasalahan di K-LOG.



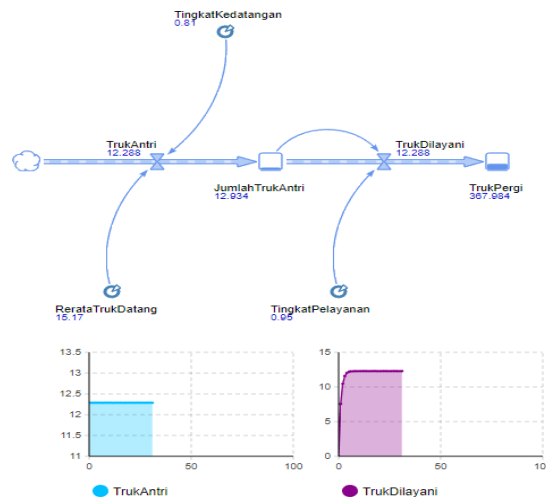
Gambar 5 Stock Flow Diagram

Gambar 5 di atas merupakan *Stock Flow Diagram* yang dibuat untuk permasalahan ini. Terdapat dua (2) *flow* yang pertama adalah *flow* Truk Antri dan *flow* Truk Dilayani,

kemudian juga terdapat dua (2) *stock* yaitu Jumlah Truk Antri dan Truk Pergi. Selain terdapat *Stock* dan *Flow*, pada diagram tersebut juga ada parameter yang berjumlah tiga (3) yaitu Tingkat Kedatangan, Rerata Truk Datang, dan Tingkat Pelayanan.

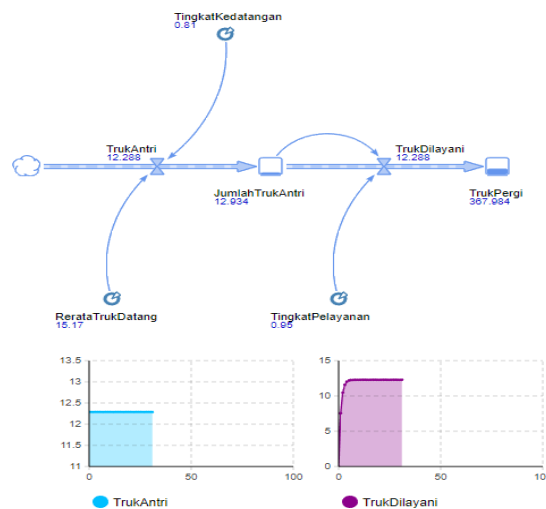
Skenario

Terdapat 3 skenario dalam simulasi pemodelan antrian ini. Untuk skenario awal ini yang menjadi acuan yang kemudian di ubah pada skenario kedua (2) dan ketiga (3), yang di ubah yaitu tingkat kedatangan dan tingkat pelayanan di mana pada skenario awal ini tingkat kedatangannya memiliki nilai 0,95 dan tingkat pelayanannya sebesar 0,81. Pada skenario awal terdapat gambar berikut :



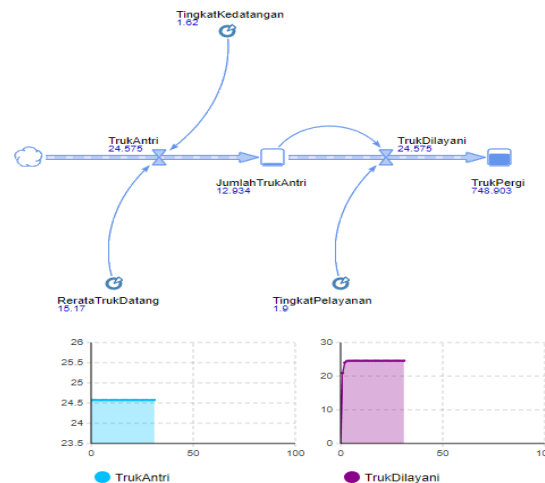
Gambar 6 Skenario Awal

Diketahui sebanyak 438,9 truk yang dilayani dalam jangka waktu 30 hari simulasi model. Dengan truk yang datang kemudian diketahui jumlah truk yang antri untuk dilayani sebanyak 17,8 truk per hari, sedangkan sistem pelayanannya hanya mampu melayani sebanyak 14,1 truk per hari. Lalu untuk skenario kedua ini nilai dari tingkat kedatangan dan pelayanannya di tukar sehingga tingkat pelayanannya lebih besar di dibandingkan dengan tingkat kedatangan.



Gambar 7 Skenario 2

Diketahui sebanyak 368 truk yang dapat dilayani dalam jangka waktu 30 hari simulasi model. Dengan truk yang datang kemudian diketahui truk yang antri sebanyak 12,9 truk per hari sedangkan sistem pelayanannya mampu melayani 12,2truk per hari. Pada skenario ketiga ini menggunakan acuan dari skenario kedua namun nilainya sebesar dua kali lipat dari sebelumnya.



Gambar 8 Skenario 3

Diketahui sebanyak 748,9 truk yang dapat dilayani dalam jangka waktu 30 hari simulasi model. Dengan truk yang datang kemudian diketahui truk yang antri sebanyak 12,9 truk per hari sedangkan sistem pelayanannya mampu melayani 24,6truk per hari.

Hasil analisis menunjukkan bahwa utilitas *server* atau faktor sistem (ρ) sebesar 1,17, yang menandakan adanya antrian karena $\rho > 1$. Tingkat penggunaan sistem mencapai 117%, menandakan tingkat kesibukan yang tinggi. Dengan tingkat kedatangan truk lebih besar daripada tingkat pelayanannya, nilai W_s dan W_q dari perhitungan menunjukkan hasil yang tidak mungkin (negatif dan *invalid*). Simulasi menggunakan *AnyLogic* menunjukkan bahwa solusi yang direkomendasikan adalah skenario kedua dan ketiga, dengan skenario kedua dianggap yang terbaik karena jumlah truk yang dilayani hampir sama dengan jumlah truk yang antri.

Kesimpulan

Dalam penelitian mengenai model antrian bongkar muat barang di gudang PT. *Kamadjaja Logistics*, digunakan model sistem antrian *Single Channel Single Phase (M/M/1)* dengan satu channel antrian dan satu fase pelayanan. Faktor-faktor seperti jumlah dan variasi barang, jenis barang, keberadaan alat khusus, dan keterbatasan alat angkut barang mempengaruhi kecepatan proses bongkar muat dan dapat menyebabkan antrian truk. Perhitungan manual menggunakan *Microsoft Excel* menghasilkan nilai peluang negatif, yang seharusnya tidak mungkin terjadi. Ini disebabkan oleh tingkat kedatangan truk yang lebih besar dibandingkan dengan tingkat pelayanan, mencapai tingkat penggunaan sistem sebesar 117%. Simulasi dengan *AnyLogic* menunjukkan bahwa solusi terbaik adalah skenario kedua, dengan nilai truk yang dilayani hampir sama dengan jumlah truk yang antri (12,9 truk per hari vs. 12,2 truk per hari). Oleh karena itu, penelitian merekomendasikan penerapan skenario kedua untuk meningkatkan efisiensi proses bongkar muat barang di gudang PT. *Kamadjaja Logistics*.

Referensi

- Akinnuli, B., & Olugbade, T. O. (2014). Application of Queue Model for Performance Assessment of Multi- Channel Multi-Servers Motor Spirit Filling Station. *International Journal of Engineering and Innovative Technology*, Volume 3 Issues 7, page 74-81.
- Grigoryev, I. (2018). *anylogic in three days*.
- Heizer, J., & Render, B. (2001). *Operation Management 6th edition*. Upper Saddle River: Prentice-Hall Inc.
- Jin Wu, Y.-C. (2006). Assessment of technological innovations in patenting for 3rd party logistics providers. *Journal of Enterprise Information Management*, Vol 19 Issues 5, page 504-524.
- Kakiay, T. (2004). *Pengantar Sistem Simulasi*. Yogyakarta: Andi.
- May, M. (2012). *Applications of Queuing Theory for Open-Pit Truck/Shovel Haulage Systems*. Blacksburg: Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Modi, M., Agarwal, G., Patil, V., Khare, A., Shukla, S., & Sankhala, A. (2019). Minimization of Traffic Congestion by Using Queuing Theory. *International Journal of Scientific & Technology Research*, Volume 8 Issues 10, page 532-541.
- Osborn, B., & Nault, B. (2012). A Classification of Supply Chain Problems. *Engineering Management Research*.
- Stahlbuhk, T., Shrader, B., & Modiano, E. (2018). Learning Algorithms for Minimizing Queue Length Regret. *2018 IEEE International Symposium on Information Theory (ISIT)* (pp. 1001-1005). IEEE.
- Vennix, J. (2001). *Group Model Building: Facilitating Team Learning Using System Dynamics*. Willey.
- Waters, D. (2003). *Logistics: An Introduction to Supply Chain Management*.